



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PATRÍCIA BARRETO DE ANDRADE

MONITORAMENTO DE ABELHAS EM PLANTIOS DE CAJUEIROS
PRÓXIMOS A FRAGMENTOS VEGETAIS

FORTALEZA

2014

PATRÍCIA BARRETO DE ANDRADE

**MONITORAMENTO DE ABELHAS EM PLANTIOS DE
CAJUEIROS PRÓXIMOS A FRAGMENTOS VEGETAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Zootecnia. Área de concentração: Produção animal.

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

FORTALEZA

2014

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

A569m Andrade, Patrícia Barreto de.
 Monitoramento de abelhas em plantios de cajueiros próximos a fragmentos vegetais / Patrícia Barreto de Andrade. – 2014.
 70 f. : il., color., enc. ; 30 cm.

 Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
 Departamento de Zootecnia, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2014.
 Área de Concentração: Produção Animal.
 Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

 1. Abelha - Criação. 2. Polinizadores. 3. Cajueiro. 4. Fragmento florestal. I. Título.

CDD 636.08

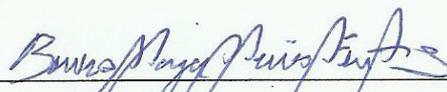
PATRÍCIA BARRETO DE ANDRADE

**MONITORAMENTO DE ABELHAS EM PLANTIOS DE CAJUEIROS
PRÓXIMOS A FRAGMENTOS VEGETAIS**

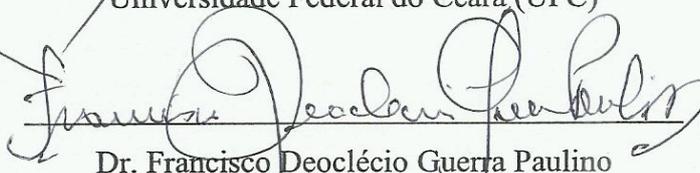
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Zootecnia.
Área de concentração: Produção animal.

Aprovada em: 10/10/2014.

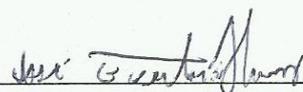
BANCA EXAMINADORA



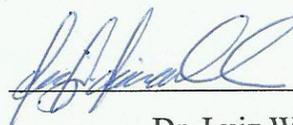
Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. José Everton Alves
Universidade Vale do Acaraú (UVA)



Dr. Luiz Wilson Lima-Verde
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Dra. Cláudia Inês da Silva
Universidade Federal do Ceará

Aos meus pais e meus irmãos pelo carinho, amor e apoio que sempre me deram.

DEDICO

AGRADECIMENTO

À Deus, pela minha vida.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos do curso de Doutorado.

Ao Prof. Breno Magalhães Freitas pela orientação, ensinamentos, profissionalismo e por tudo que aprendi durante o curso e aos membros da banca de qualificação e da defesa, Isac Bonfim, Júlio Otávio, Lima Verde, Deoclécio Paulino e Cláudia Inês, pelas sugestões e ajuda na elaboração da tese.

À minha família e ao Leorne, que torceram muito por mim.

À equipe do caju: Camila Lemos, David Nogueira, Diego Melo, Epifânia Rocha, Keniesd Sampaio, Lílian Flores, Natália Pereira, Ramayanno Lopes, Roberto Rocha, Wander Araújo e Aline Silva, pela ajuda no experimento de campo e em todos os momentos difíceis nesse Doutorado, sem eles eu não teria chegado até onde cheguei.

Ao Sr. Mariano Pereira (*in memoriam*) e Dona Fátima, de Horizonte, por terem acolhido tão bem a equipe de trabalho na sua casa e terem feito os dias de trabalho tão alegres.

Ao Sr. Zelito pela colaboração em ceder suas áreas para o experimento e seu Tarcísio pela ajuda no campo.

Ao amigo Alípio Pacheco, pelo auxílio na execução e definição das análises estatísticas.

À Dra. Favízia de Oliveira Freitas, professora e pesquisadora da Universidade Federal da Bahia – UFBA e M.Sc. Thiago Mahlmann Vitoriano Lopes Muniz pela identificação de todas as espécies de abelhas presentes nesse trabalho.

Aos colegas Joames Paulo, Silvânia Gurgel e Júnior Martins, que me ajudaram como voluntários, e Felipe Nunes, que foi bolsista.

À secretária do curso de Pós-Graduação, Francisca Beserra, sempre prestativa e atenciosa, me auxiliando no que precisava com muita eficiência.

Aos funcionários do Setor de Abelhas da Universidade Federal do Ceará, Hélio Rocha, pela ajuda no período do experimento em Horizonte e Francisco Carneiro (Seu Chico) pela atenção e gentileza com todos os alunos.

Às amigas e “irmãs” Cíntia Gonçalves, Lílian Andrade, Mariana Queiroz, Melina Souto e Nataly Ivo, pela amizade, momentos de descontração e carinho que jamais serão esquecidos por mim.

A todos os amigos da Pós-graduação.

Meu muito obrigada!

RESUMO

O objetivo deste trabalho é verificar, por meio do uso de armadilhas coloridas do tipo *pan traps* de três cores diferentes (azul, amarela e branca), no início, meio e fim do período de florescimento do cajueiro, o efeito da proximidade de fragmentos vegetais maiores e menores na diversidade, riqueza de espécies e na abundância de abelhas encontradas em áreas de cajucultura no município de Horizonte, Estado do Ceará durante dois anos. O trabalho foi conduzido no período de julho de 2011 a junho de 2013. As coletas de abelhas foram realizadas em cinco áreas, usando água com detergente para atrair as abelhas para as *pan traps* coloridas. Os resultados mostraram a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos capturados nas *pan traps* variaram em função da distância e da presença do grande e do pequeno fragmento vegetal, do ano e das áreas monitoradas. As médias dos valores de riqueza total das áreas sem pequeno fragmento de vegetação foram maiores que as com esses fragmentos. As áreas situadas a menos de 1 Km do grande fragmento de vegetação apresentaram mais indivíduos. A riqueza de abelhas não sociais dentro do fragmento foi maior que nas distâncias de 80 m, 160 m e 240 m do pequeno fragmento de vegetação. Independente da área em que estavam instaladas, a *pan trap* azul se destacou com maior representatividade, seguida da amarela e do branco. A diversidade e a riqueza de espécies coletadas nas *pan traps* brancas foi maior, em seguida foi na azul e na amarela. O método dos *pan traps* propicia conhecer as espécies de polinizadores potenciais que frequentam uma área agrícola e como variam em riqueza e abundância no cultivo. A riqueza e abundância de potenciais polinizadores do cajueiro dependem da proximidade de grandes fragmentos de vegetação que funcionem como ‘reservatórios’ dessas espécies para as áreas de cultivo. Há um gradiente decrescente na diversidade de abelhas a partir da vegetação nativa ao redor de plantios de cajueiro em direção ao interior do cultivo. Práticas amigáveis aos polinizadores devem ser implementadas visando mitigar esse efeito.

Palavras-chave: abundância de abelhas, *Apis mellifera*, *pan traps*, riqueza de espécies, *Trigona spinipes*.

ABSTRACT

The objective of this study is to verify, through the use of colored traps pan traps type of three different colors (blue, yellow and white), at the beginning, middle and end of the cashew flowering period, the effect of the proximity of plant debris major and minor in diversity, species richness and abundance of bees found in cashew cultivation areas in the municipality Horizonte, Ceará State for two years. The work was carried out from July 2011 to June 2013. The collections of bees were carried out in five areas, using detergent and water to attract bees to the pan colored traps. The results showed the species richness and abundance of individuals caught in pan traps varied depending on the distance and the presence of large and small vegetable fragment of the year and monitored areas. The mean total wealth values of the areas without small fragment of vegetation were higher than those with these fragments. The areas located within 1 km of the large fragment of vegetation had more individuals. The wealth of non social bees within the fragment was higher than at distances of 80 m, 160 m from me 240 small piece of vegetation. Regardless of the area in which they were installed, the pan blue trap stood out with the largest representation, followed by yellow and white. The diversity and the richness of species collected in the pan white traps was higher then was in blue and yellow. The method of pan traps provides know the species of potential pollinators attending an agricultural area and how they vary in richness and abundance in cultivation. The richness and abundance of potential pollinators cashew depend on the proximity of large vegetation fragments that act as 'reservoirs' of these species to the area under cultivation. There is a decreasing gradient in the diversity of bees from the native vegetation around cashew plantations to the interior of cultivation. Friendly practices to pollinators should be implemented to mitigate this effect.

Keywords: *Apis mellifera*, bee abundance, pan traps, richness species, *Trigona spinipes*

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO.....	2
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	13
CAPÍTULO 1.....	14
1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
1.1 Fragmentação de habitat e o efeito na diversidade de polinizadores.....	15
1.2 Práticas amigáveis aos polinizadores.....	16
1.3 Exemplos de culturas estudadas que sofrem impacto com a fragmentação.....	16
REFERÊNCIAS.....	19
CAPÍTULO 2.....	23
A influência da distância de fragmentos vegetais na riqueza e na abundância de abelhas em cultivos de cajueiros (<i>Anacardium occidentale</i> L.).....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
1INTRODUÇÃO.....	26
2MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1. Análises de diversidade de espécies de abelhas.....	31
2.2. Equabilidade de Pielou (J').....	32
2.3. Índice de dominância de Simpson (D).....	32
2.4. Análise de Clusters.....	33
3RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
3.1 Efeito da distância do grande fragmento na riqueza de espécies e abundância de abelhas.....	37
3.2 Efeito das áreas na diversidade de espécies e abundância de abelhas.....	38
3.3 Similaridade entre as áreas.....	42
3.4 Efeito da distância dos pequenos fragmentos vegetal (PFV).....	43
4CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	51
CAPÍTULO 3.....	55
A eficiência de <i>pan traps</i> no monitoramento de abelhas em cultivos de cajueiro no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	56
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57
1.INTRODUÇÃO.....	58
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
3.2. Efeito das cores das <i>pan traps</i> na diversidade de espécies e abundância de abelhas.....	62
3.2. Período de floração.....	64
4.CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS.....	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dados das áreas monitoradas com <i>pan trap</i> no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	28
Figura 2: Localização das cinco áreas experimentais no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	29
Figura 3: Número de espécies de abelhas (a) e abundância média de abelhas (b) capturadas por <i>pan traps</i> em três áreas a menos de 1km de distância de um plantio de cajueiro para um grande fragmento vegetal e em duas áreas a mais de 2,5 km do grande fragmento, de 2011 a 2013, no município de Horizonte, Ceará.....	37
Figura 4: Principais abelhas sociais e não sociais coletadas em <i>pan traps</i> em cinco áreas diferentes de 2011 a 2012 em áreas de cultivos de cajueiro em florescimento no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	42
Figura 5: Similaridade entre as áreas de coleta para as espécies de abelhas no município de Horizonte, Ceará, Brasil, no período de julho de 2011 a junho de 2013.....	43
Figura 6: Número total de espécies de abelhas (a), abundância total de abelhas (b) e número de espécies de abelhas não sociais (c) em diferentes distâncias de um pequeno fragmento vegetal no município de Horizonte, Ceará, Brasil. Letras iguais não diferiram estatisticamente.....	45
Figura 7: Índices de diversidade de Shannon (H') de fragmento vegetal e seis diferentes distâncias dele em áreas de cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) no período de florescimento, entre 2011 e 2013, no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	48
Figura 8: Abundância dos principais gêneros sociais e não sociais coletadas nas <i>pan traps</i> azul, amarela e branca de 2011 a 2013 em áreas de cultivos de cajueiro no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	63
Figura 9: Principais espécies de abelhas sociais e não sociais coletadas em <i>pan traps</i> no início, no meio e no fim da floração de 2011 e 2012 em áreas de cultivo de cajueiro no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diversidade de abelhas coletadas em <i>pan traps</i> no município de Horizonte, Ceará, Brasil, de 2011 a 2013.....	34
Tabela 2: Espécies de abelhas coletadas por meio de <i>pan traps</i> em cinco áreas de cultivo de cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) no município de Horizonte, Ceará, Brasil, de 2011 a 2013.....	39
Tabela 3: Espécies de abelhas coletadas em <i>pan traps</i> dentro de fragmento vegetal nativo circundando plantio comercial de cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) e a distâncias variadas dentro do cultivo, entre 2011 e 2013, no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	46
Tabela 4: Abelhas coletadas em <i>pan traps</i> , no município de Horizonte, Ceará, Brasil.....	61

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nas últimas décadas, a intensificação da agricultura provocou grandes alterações ambientais, como a conversão de matas nativas em grandes áreas de cultivo homogêneas com uma única espécie e poucas áreas nativas e diversificadas, contribuindo para a fragmentação dos habitat naturais. Essa fragmentação diminui as atividades de polinizadores, com isso, diminuindo também a produção de frutos e sementes.

A manutenção da diversidade das plantas silvestres e a produtividade de plantas agrícolas dependem da polinização realizada por animais. A maioria das culturas agrícolas depende de abelhas para realizar a polinização e até mesmo as que não dependem dos polinizadores se beneficiam com a sua presença, aumentando a produtividade de frutos.

No entanto, a riqueza e a abundância de abelhas nas áreas de cultivo dependem da conservação de habitats naturais próximos dessas. Para alguns cultivos, como por exemplo, o café, a proximidade a fragmentos vegetais pode aumentar a frequência e a diversidade dos polinizadores e aumentar a eficiência da polinização.

Pesquisas realizadas em várias partes do mundo e no Brasil, com plantas nativas e cultivadas, relacionam a diminuição na produção de frutos à perda de polinizadores, que está associada à redução da vegetação nativa e ao aumento da distância das áreas com cultivos dos fragmentos vegetais que fornecem os polinizadores.

Entre essas plantas cultivadas, o cajueiro é uma das mais importantes no Nordeste brasileiro. Ele utiliza os serviços de polinização realizados pelas abelhas para aumentar a produção de frutos. Mas pouco se sabe sobre a dinâmica dos polinizadores do cajueiro. Enquanto isso, a produtividade dos cajueiros está entre as mais baixas do mundo e provavelmente por causa do baixo índice de polinização nos pomares.

Existe a necessidade de monitorar as áreas com cajueiro para identificar os possíveis polinizadores nativos e os impactos que eles sofrem m função do sistema de cultivo. Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar o efeito da proximidade de fragmentos vegetais maiores e menores na riqueza de espécies e na abundância de abelhas potenciais polinizadoras do cajueiro no Nordeste brasileiro.

CAPÍTULO 1

Referencial Teórico

MONITORAMENTO DE ABELHAS EM PLANTIOS DE CAJUEIROS PRÓXIMOS A FRAGMENTOS VEGETAIS.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Fragmentação de habitat e o efeito na diversidade de polinizadores

O planeta Terra abriga uma grande quantidade de espécies animais e vegetais e essa biodiversidade está ameaçada pela destruição das matas para ocupação humana, agricultura e pecuária (KLEIN *et al.*, 2002; BAWA *et al.*, 2004; TYLIANAKIS *et al.*, 2005; PERFECTO e VANDERMEER, 2008). Essa destruição causa perda de habitat e é apontada como a principal ameaça aos polinizadores de culturas agrícolas (SOUZA, 2010).

Os polinizadores são um dos principais componentes da biodiversidade mundial porque garantem a polinização, responsável pelo sucesso reprodutivo da maioria das plantas cultivadas e nativas (POTTS, 2010). Os efeitos negativos provocados principalmente pela ação do homem têm influenciado o declínio de populações de polinizadores (GOULSON *et al.*, 2008; CAMERON *et al.*, 2011). Vários grupos de insetos são exaltados por realizar a polinização das plantas, porém as abelhas são os polinizadores mais ricos e abundantes (MICHENER, 2007).

Os efeitos da perda de habitat e consequente fragmentação de ecossistemas em remanescentes cada vez menores são modificações físicas, como por exemplo, isolamento, mudanças microclimáticas e efeito de borda, e modificações biológicas, como extinções e a perda de polinizadores importantes em várias partes do mundo (LAURANCE *et al.*, 2007; BENTON *et al.*, 2003).

A fragmentação dos habitats altera a diversidade e a abundância de várias espécies de polinizadores, por remover as fontes de alimento, resina e os locais para nidificação, afetando o comportamento de forrageamento, rompendo as interações planta-polinizador e alterando a estabilidade do ecossistema (ELTZ *et al.*, 2003; HARRIS e JOHNSON, 2004; LENTINI *et al.*, 2012).

Algumas espécies de abelhas consideradas de grande riqueza que são polinizadoras de várias culturas estão sendo utilizadas para avaliar os efeitos da fragmentação vegetal e da redução de habitat, sendo, por isso, importante o conhecimento das alterações ecológicas que as populações sofrem para identificar como o declínio dos polinizadores vem ocorrendo.

1.2 Práticas amigáveis aos polinizadores

O desenvolvimento de práticas agrícolas ecologicamente favoráveis, caracterizado pelos sistemas agroecológicos, tem promovido uma matriz de alta qualidade para a biodiversidade, mantendo, assim, uma maior semelhança com os habitats naturais e facilitando a dispersão das espécies e a manutenção da riqueza biológica (FERREIRA, 2008). Além disso, há cada vez mais o reconhecimento de que a manutenção da fauna pode trazer benefícios importantes para as áreas agrícolas em termos de controle biológico de pragas e polinização das culturas (ALTIERI, 1999; FERREIRA, 2008). O emprego de práticas amigáveis aos polinizadores é uma alternativa na redução dos riscos às espécies nativas e perda de produtividade (MAIA *et al.*, 2012).

Para conservar os agentes polinizadores podem-se adotar práticas amigáveis aos polinizadores como: o controle do uso de pesticidas nas culturas, a análise do fluxo gênico nas culturas transgênicas e da proposição de protocolos de biossegurança, a conservação dos polinizadores, a preparação da terra a fim de manter ninhos das abelhas sociais e solitárias que ocorrem no solo, o manejo da paisagem agrícola de modo a manter suas bordas com vegetação nativa, ou cercas vivas que possam oferecer recursos aos polinizadores e ao manejo integrado de pragas e a diminuição do uso dos herbicidas nas culturas agrícolas (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

1.3 Exemplos de culturas estudadas que sofrem impacto com a fragmentação

Alguns estudos mostram uma relação positiva significativa entre os serviços de polinização e a proximidade dos fragmentos (DEMARCO e COELHO, 2004; KREMEN *et al.* 2004, KLEIN *et al.* 2007). As populações das abelhas nativas que polinizam plantas cultivadas são mais abundantes e mais diversas próximas a ambientes naturais (KLEIN *et al.* 2002, RICKETTS *et al.* 2004, KREMEN *et al.* 2004). Entretanto, outros estudos apontam o efeito contrário ou a pouca influência na taxa de visitas dos polinizadores dos cultivos em uma paisagem intensivamente modificada pelo homem (WINFREE *et al.* 2011, CHACOFF *et al.*, 2008).

Chacoff e Aizen (2006) verificou para a cultura *Citrus paradisi*, que a frequência de visitantes nas flores desta espécie diminuiu com o aumento da distância de fragmentos e a fauna de visitantes perdeu em diversidade. O número de indivíduos de *Apis mellifera*, espécie mais abundante, também sofreu redução a distâncias superiores a 500 metros da borda dos fragmentos.

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) é um exemplo de como se pode ter benefícios na polinização em cultivos agrícolas e ter a conservação da mata nativa próxima. Apesar da alta porcentagem de áreas antropizadas na região do Triângulo Mineiro, mais de 50%, as áreas naturais remanescentes ainda parecem ser suficientes para manter as populações dos polinizadores do maracujá-amarelo (CAVALCANTE e JOLY, 2002). As pequenas áreas naturais mantidas nas propriedades devem ajudar a manter os recursos necessários para as abelhas. Essas informações indicam que a manutenção desta rede de interações entre as espécies e a consequente conectância do ambiente é importante para a manutenção de um ecossistema em equilíbrio (MEMMOT *et al.* 2004).

No que se refere à qualidade dos habitats adjacentes, Priess *et al.*, (2007) desenvolveram modelos para analisar o efeito de diferentes cenários de uso da paisagem na polinização e produção de café em sistemas agroflorestais na Indonésia. Segundo esses autores, em apenas 375 metros de distância da borda dos fragmentos, 50% do benefício da polinização é perdido, com consequente perda média na produção de 12%. Eles assumem ainda que os fragmentos suportem uma fração significativa da diversidade de polinizadores e que o efeito da área dos fragmentos é menor que o da distância de isolamento. Dependendo da magnitude e do local da conversão da floresta, espera-se um declínio contínuo da polinização com uma redução de produção acima de 18% nos próximos 20 anos. Os valores ecológico e econômico podem ser preservados se os fragmentos de floresta forem mantidos na paisagem.

Roubik (2002) observou que em muitos países a produtividade do café diminuiu por causa da remoção das matas nativas e com isso os habitats naturais dos polinizadores. Estudos próximos a fragmentos de mata nativa produzem mais, tem maior produtividade e qualidade dos frutos.

Quando o café é cultivado no sistema agroflorestal, ao lado de uma grande diversidade florística, é ideal para as abelhas, que são os seus principais polinizadores. As matas floristicamente ricas abrigam alta diversidade de abelhas, tem importante fonte de recursos alimentares para elas, como néctar, pólen, óleos e resinas e também são fontes de locais para nidificação, preservando a riqueza de espécies (PERFECTO *et al.* 2005).

O algodão cultivado no sistema agroecológico é atrativo para diversas espécies de visitantes florais e aumenta a abundância e a riqueza de espécies de abelhas nas flores dessa cultura. Essa visita depende da conservação no entorno dos plantios (MASCENAS, 2011). A abundância de visitantes florais do algodoeiro é influenciada pela mata nativa vizinha ao redor da cultura e do manejo da aplicação de defensivos agrícolas. Onde as aplicações foram mais espaçadas, a abundância foi maior que no local sem mata nativa e com aplicação constante (SILVA, 2007).

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie nativa da vegetação costeira do Brasil e importante economicamente para a região Nordeste por sua produção de castanha, óleo e pseudofruto (FREITAS, *et al.*, 2014). A cajucultura é uma atividade agrícola que apresenta aumento na produção quando os polinizadores estão presentes em sua área de cultivo (SANTOS, *et al.*, 2007). Estudos mostram que a flor do cajueiro é polinizada por abelhas e é uma importante fonte de recursos alimentares para elas (FREITAS e PAXTON, 2002; FREITAS *et al.*, 2002; OLIVEIRA e COSTA, 2005; HOLANDA-NETO, 2010).

Segundo Flores *et al.* (2012), a abundância de visitantes florais contribui com o seu sucesso reprodutivo. A presença e a conservação de habitat naturais próximos aos cajueirais apresenta efeito sobre a riqueza e a abundância dos visitantes florais, demonstrando uma relação positiva com a produção de frutos dessa cultura (FREITAS, *et al.*, 2014). Quanto mais heterogêneos forem os fragmentos próximos aos cultivos de cajueiro, maior é a diversidade de espécies de insetos e, conseqüentemente, maior a diversidade de visitantes florais e possíveis polinizadores para as áreas de cultivos próximas aos fragmentos (FLORES *et al.*, 2012).

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture Ecosystems e Environment**, n. 74, p. 19-31, 1999.
- BAWA, K.S., KRESS, W.J., NADKARNI, N.M., SHARACHCHANDRA, L., RAVEN, P.H., JANZEN, D.H., LUGO, A.E., ASHTON, P.S.; LOVEJOY, T.E. Tropical ecosystems into the 21st century. **Science**, 306, 227–228. 2004.
- BENTON, T. G.; VICKERY, J. A.; WILSON, J. D. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? **Trends in Ecology and Evolution**. n. 18 p. 182– 188. 2003.
- CAMERON, S.A.; LOZIER, J.D.; STRANGE, J.P.; KOCH, J.B.; CORDES, N.; SOLTER, L.F. GRISWOLD, T.L. Patterns of widespread decline in North American Bumble Bees. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, n. 108, 662-667. 2011.
- CAVALCANTI, R. B. JOLY, C. A. **Biodiversity and Conservation Priorities in the Cerrado Region**. In: Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. (editores). The Cerrados of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna, p. 351-367. Columbia University Press, New York. 2002.
- CHACOFF, N.P.; AIZEN, M.A. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest. **J. Appl. Ecol.**, n. 43, p. 18–27. 2006
- CHACOFF, N.P., AIZEN, M.A. ASCHERO, V. Proximity to forest edge does not affect crop production despite pollen limitation. **Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.**, n. 275, p. 907–913. 2008.
- DEMARCO, P.; COELHO, F. M. 2004. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, n. 13, p. 1245-1255.
- ELTZ, T.; BRUHL, C.A.; IMIYABIR, Z.; LINSÉNMAIR, E.K. Nesting and nest trees of stingless bees (*Apidae: Meliponini*) in lowland Dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. **Forest Ecology and Management**, n. 172, p. 301-313. 2003.
- FERREIRA, F. M. C. **A polinização como um serviço do ecossistema: uma estratégia econômica para a conservação**. 97f. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.
- FLORES, M. A.; PACHECO FILHO, A. J. S.; WESTERCAMP, C.; FREITAS, B. M. A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. **Iheringia.Sér. Bot.** Porto Alegre, v. 67, n. 2, p. 189-197. 2012.
- FREITAS, B. M., PAXTON, R. J., HOLANDA-NETO, J. P., 2002. Identifying pollinators among an array of flower visitors, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brazil.

In: Kevan, P., Imperatriz Fonseca, V.L. (Eds.), **Pollinating Bees**. Ministry of Environment, Brasília, p. 229–244.

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

FREITAS, B. M., PACHECO FILHO, A. J. S., ANDRADE, P. B., LEMOS, C. Q., ROCHA, E. E. M., PEREIRA, N. O., BEZERRA, A. D. M., NOGUEIRA, D. S., ALENCAR, R. L., ROCHA, R. F., MENDONÇA, K. S. Forest remnants enhance wild pollinator visits to cashew flowers and mitigate pollination deficit in NE Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, 12(4), 2014, pp 22-30.

GOULSON, D.; LYE, G.C.; DARVILL, B. Decline and conservation of bumblebees. **Annual Review of Entomology**, n. 53, p. 191-208. 2008.

HARRIS, F.L. JOHNSON, S.D. The consequences of habitat fragmentation for plant-pollinator mutualisms. **Journal of Tropical Insect Science**, n. 24, v. 1, p. 29-43. 2004.

HOLANDA-NETO J. P, FREITAS B. M., BUENO D, M., ARAÚJO Z. B. Low seed/nut productivity in cashew (*Anacardium occidentale*): effects of self-incompatibility and honeybee (*Apis mellifera*) behaviour. **Journal of Horticultural Science**. 77: 226-231. 2002

HOLANDA NETO, J. P.; O uso de microssatélite no estudo do requerimento de polinização do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) Em áreas silvestres e pomares comerciais. **Anais do IX Encontro sobre Abelhas**, Ribeirão Preto - SP, Brasil. 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. 2004. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicosaosocossistemas_polinizadores_vera.pdf>. Acesso em: 09/10/2012.

KLEIN, A.M., STEFFAN-DEWENTER, I., BUCHORI, D.; TSCHARNTKE, T. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. **Conservation Biology**, n. 16, p. 1003–1014. 2002.

KLEIN, A.M.; VASSIÈRE, B.E.; CANEJ.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C. e TSCHARNTKE, T. 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, C., N. W. WILLIAMS, R. L. BUGG, J. P. FAY, R. W. THORP. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. **Ecology Letters**. n. 7, p. 1109–1119. 2004.

LAURANCE, W.F. Have we overstated the tropical biodiversity crisis? **Trends in Ecology and Evolution**, n. 22, v. 2, p. 65-70. 2007.

LENTINI, P. E.; MARTIN, T. G.; GIBBONS, P.; FISCHER, J.; CUNNINGHAM, S. A. Supporting wild pollinators in a temperate agricultural landscape: Maintaining

mosaics of natural features and production. **Biological Conservation**, Essex, Inglaterra, GB, v. 149, p. 84-92, 2012.

MAIA, A. C. N.; OLIVEIRA, J. A.; LIMA, P. V. P. S.; KHAN, A. S.; FREITAS, B. M. Adoção de práticas amigáveis aos polinizadores na cajucultura Nordestina. **50º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Vitória, 2012.

MASCENAS, V. M. **Abelhas visitantes florais, potenciais polinizadores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em cultivo agroecológico**. Dissertação (Mestrado). 101 f. 2011.

MEMMOTT, J., N. M. WASER, M. V. PRICE. Tolerance of Pollination Networks to Species Extinctions. **Proc. Roy. Soc. Lond. Ser. B-Biol. Sci.** 271:2605–2611. 2004.

MICHENER, C.D. **The Bees of the World**. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 953p. 2007.

OLIVEIRA, V. H.; COSTA, V. S. O. **Manual de produção integrada do caju**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 355 p, 2005.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; MAS, A.; SOTO-PINTO, L.; Biodiversity, yield and shade coffee certification. **Ecological Economics**, n. 54, p. 435-446. 2005.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: a new conservation paradigm. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1134, 173-200. 2008.

PRIESS, J. A., MIMLER, M., KLEIN, A. M., TSCHARNTKE, T.; STEFFAN-DEWENTER, I., Linking deforestation scenarios to pollination services and economic returns in coffee agroforestry systems. **Ecological Application**, n. 17, p. 407-417 p. 2007.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, NL, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

RICKETTS, T.H.; DAILY, G.C.; EHRLICH, P.R. e MICHENER, C.D. Economy value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the United States of America**, n. 101, v. 34, p. 12597-12582, 2004.

ROUBIK, D. W., 2002. Tropical agriculture: The value of bees to the coffee harvest. **Nature**, n. 417, p. 708.

SANTOS, S. K. D.; GOMES, L. P.; SOUZA, L. E. C.; WALDSCMIDT, A. M. 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. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil**, 2007.

SILVA, E. M. S. **Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, Estado do Ceará e seus efeitos na qualidade da fibra e da semente**. 118 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOUZA, M. M. **Vespas sociais (*Hymenoptera: Vespidae*) indicadoras do grau de conservação de florestas ripárias**. 2010. 65f. il. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2010.

TYLIANAKIS, J.M., KLEIN, A.M.; TSCHARNTKE, T. Spatiotemporal variation in the diversity of hymenoptera across a tropical habitat gradient. **Ecology**, 86, 3296–3302. 2005.

WINFREE, R.; GROSS, B. J.; KREMEN, C. Valuing pollination services to agriculture. **Ecological Economics**, 2011. doi:10.1016/j.ecolecon.2011.08.001.

CAPÍTULO 2

A influência da distância de fragmentos vegetais na riqueza e na abundância de abelhas em cultivos de cajueiros (*Anacardium occidentale* L.)

A influência da distância de fragmentos vegetais na riqueza e na abundância de abelhas em cultivos de cajueiros (*Anacardium occidentale* L.)

RESUMO

O objetivo deste trabalho é verificar, por meio do uso de armadilhas coloridas do tipo *pan traps* o efeito da proximidade de fragmentos vegetais maiores e menores na riqueza de espécies e na abundância de abelhas encontradas em áreas de cajucultura no Estado do Ceará. O trabalho foi conduzido no período de julho de 2011 a junho de 2013, no município de Horizonte, Ceará. Os resultados mostraram a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos capturados nas *pan traps* variaram em função da distância e da presença do grande e do pequeno fragmento vegetal, do ano e das áreas monitoradas. As médias dos valores de riqueza total das áreas sem pequeno fragmento de vegetação foram maiores que as com esses fragmentos. As áreas situadas a menos de 1 Km do grande fragmento de vegetação apresentaram mais indivíduos. Neste trabalho, a área A, que é próxima de um pequeno fragmento de vegetação, apresentou riqueza total de abelhas maior que a B, mesmo esta estando mais perto do grande fragmento de vegetação e foram as mais similares em abundância de abelhas. A riqueza de abelhas não sociais dentro do fragmento foi maior que nas distâncias de 80 m, 160 m e 240 m do pequeno fragmento de vegetação. O método dos *pan traps* não possibilita determinar os visitantes florais ou suas efetividades como polinizadores, mas propicia conhecer as espécies de polinizadores potenciais que frequentam uma área agrícola e como variam em riqueza e abundância no cultivo. A riqueza e abundância de potenciais polinizadores do cajueiro dependem da proximidade (< 1km) de grandes fragmentos de vegetação (>100ha) que funcionem como ‘reservatórios’ dessas espécies para as áreas de cultivo. Há um gradiente decrescente na diversidade de abelhas a partir da vegetação nativa ao redor de plantios de cajueiro em direção ao interior do cultivo, o que pode levar a implicações na polinização da cultura. Práticas amigáveis aos polinizadores devem ser implementadas visando mitigar esse efeito, tornando o ambiente agrícola mais atrativo para os polinizadores do cajueiro.

Palavras-chave: abundância de abelhas, *Apis mellifera*, *pan traps*, riqueza de espécies, *Trigona spinipes*.

ABSTRACT

The objective of this study is to verify, through the use of colored traps pan traps type the effect of proximity of larger plant debris and smaller in species richness and abundance of bees found in areas of cashew cultivation in the state of Ceará. The work was carried out from July 2011 to June 2013, in the city of Horizonte, Ceará. The results showed the species richness and abundance of individuals caught in pan traps varied depending on the distance and the presence of large and small vegetable fragment of the year and monitored areas. The mean total wealth values of the areas without small fragment of vegetation were higher than those with these fragments. The areas located within 1 km of the large fragment of vegetation had more individuals. In this work, the area A, which is close to a small fragment of vegetation, had total wealth of most bees to B, even this being closer to the large fragment of vegetation and were more similar in plenty of bees. The wealth of nonsocial bees within the fragment was higher than at distances of 80 m, 160 m from me 240 small piece of vegetation. The method of pan traps not possible to determine the floral visitors or their effectiveness as pollinators, but provides know the species of potential pollinators attending an agricultural area and how they vary in richness and abundance in cultivation. The richness and abundance of potential pollinators cashew depend on proximity (<1 km) of large vegetation fragments (> 100 ha) operating as 'reservoirs' of these species to the area under cultivation. There is a decreasing gradient in the diversity of bees from the native vegetation around cashew plantations inward cultivation, which can lead to implications for the pollination of culture. Friendly practices to pollinators should be implemented to mitigate this effect, making it more attractive environment for agricultural pollinator's cashew.

Key words: *Apis mellifera*, Bee abundance, *pan traps*, species richness, *Trigona spinipes*.

1 INTRODUÇÃO

A perda de habitat e conseqüentemente fragmentação causam mudanças nas paisagens e são citados como as maiores ameaças à biodiversidade, juntamente com a intensificação da agricultura, as mudanças climáticas e espécies invasoras (KIM, *et al.*, 2006). Esses fatores ameaçam também a produtividade, a diversidade e a estabilidade da produção de alimentos, pois pode diminuir também a população de polinizadores (HOLZCHUCH *et al.*, 2010).

No entanto, áreas agrícolas também podem atuar como habitat e manter a biodiversidade de algumas espécies de polinizadores (RICKETTS *et al.*, 2004; LUCKY e DAILY, 2003). Entre os polinizadores, as abelhas são os mais importantes, pois polinizam a maioria das culturas agrícolas, contribuindo para a produção agrícola (KLEIN *et al.*, 2007; CRUZ e CAMPOS, 2009; BONFIM *et al.*, 2012; CRUZ, 2013; NUNES-SILVA *et al.*, 2013). Mesmo para as abelhas mais generalistas, a proximidade a fragmentos vegetais pode ser necessária como fontes de nidificação e recursos alimentares (CHACOFF e AIZEN, 2006).

A taxa de visitação dos polinizadores às flores de plantas agrícolas diminui com o aumento da distância dos seus habitats, o que indica prejuízo à produtividade das culturas com destruição de áreas nativas próximas aos cultivos (KLEIN *et al.*, 2007; RICKETTS *et al.*, 2008; CAVALHEIRO *et al.*, 2010; GARIBALDI *et al.*, 2011). Isso acontece porque essas áreas de vegetação nativa servem como fontes de polinizadores para áreas agrícolas.

A cajucultura, uma atividade importante para economia nacional, é uma atividade beneficiada com o cultivo próximo aos fragmentos vegetais (HOLANDA-NETO, 2008; PINHO, 2009). Apesar disso, a produtividade dos pomares comerciais no Brasil oscila de ano para ano, preocupando produtores e estudiosos da área e está entre as mais baixas do mundo (FREITAS *et al.* 2014).

Esta atividade agrícola apresenta aumentos na produção quando os insetos polinizadores estão presentes em sua área de cultivo (SANTOS *et al.*, 2007). Estudos mostram que a flor do cajueiro é polinizada por abelhas e constitui uma importante fonte de recursos alimentares para elas (FREITAS e PAXTON, 1998; FREITAS *et al.*, 2002; OLIVEIRA e COSTA, 2005; HOLANDA-NETO, 2010). Desta forma, práticas de manejo da paisagem agrícola devem ser estudadas para preservar áreas nativas e manter populações de abelhas polinizadoras, beneficiando as culturas de interesse econômico.

Uma das formas usadas para o monitoramento das espécies de polinizadores em áreas vegetais e agrícola é o uso de armadilhas coloridas também chamadas de *pan traps*. Como abelhas e outros insetos visitantes florais são atraídos pelas cores encontradas nas flores mais comuns (KIRK, 1984) e pelas recompensas florais (pólen e néctar), pratos dessas mesmas cores contendo água e sabão, e refletindo a luz ultravioleta são utilizados para monitorar a ocorrência desses insetos nas áreas a serem estudadas (LEONG E THORP, 1999). Este método captura vários grupos de insetos, conforme as cores usadas, mas atualmente não existem trabalhos utilizando *pan traps* para estimar riqueza e abundância relativa de abelhas em habitats como o do cultivo de cajueiros e seus entornos.

Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar, por meio do uso de armadilhas coloridas do tipo *pan traps* o efeito da proximidade de fragmentos vegetais maiores e menores na riqueza de espécies e na abundância de abelhas encontradas em áreas de cajucultura no Estado do Ceará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de julho de 2011 a junho de 2013, no município de Horizonte (4°05'09" S e 38°39'05" W), região metropolitana de Fortaleza, a 40,1 km da capital cearense. O município apresenta variação de temperatura anual de 19°C a 29°C. Possui clima Tropical quente subúmido e Tropical quente semiárido brando com chuvas de janeiro a maio e pluviometria média anual de 780mm. A vegetação predominante do município é o cerrado e o complexo vegetacional da zona litorânea (IPECE, 2013).

Três propriedades particulares foram selecionadas (Sítio Primavera, áreas A e C, Sítio Canavieiras, áreas B e D e Fazenda São Francisco, área E) onde era cultivado o cajueiro anão precoce da variedade CCP76, implantado há 10 anos com sistema de cultivo de sequeiro (Figura 1). A distância entre a propriedade São Francisco e a Canavieiras é de 2 km e desta para a Primavera é de 3 km. Da São Francisco para a Primeira é de 4 km. Essas áreas se encontram a diferentes distâncias de um grande fragmento vegetal (GFV) e de dois pequenos fragmentos vegetais (PFV) (Figura 2).

Figura 1: Dados das áreas monitoradas com *pan trap* no município de Horizonte, Ceará, Brasil.

Áreas	Tamanho do cajueiral	Distâncias do cajueiral para o GFV	Tamanho do fragmento próximo	Nº de <i>pan traps</i> por área
A (Sítio Primavera)	7,8 ha	>2,5 km	5 ha (PFV)	105
B (Sítio Canavieiras)	14,9 ha	<1 km	5 ha (PFV)	105
C (Sítio Primavera)	18,8 ha	>2,5 km	105 ha (GFV)	15
D (Sítio Canavieiras)	9,4 ha	<1 km	105 ha (GFV)	15
E (Fazenda São Francisco)	17,7 ha	<1 km	105 ha (GFV)	15

Figura 2: Localização das cinco áreas experimentais no município de Horizonte, Ceará, Brasil.



O Sítio Primavera possui área total de 40 ha. Está localizado ao lado de um pequeno fragmento vegetal (PFV) de aproximadamente 5 ha e é a área mais distante da zona urbana das três propriedades. Foi dividido em duas áreas experimentais, sendo a área (A) com um PFV próximo ao plantio de cajueiro, e a (C) sem fragmento ao lado.

O Sítio Canaveira, com 30 ha, também foi dividido em duas áreas experimentais, sendo uma com um PFV próximo ao plantio de cajueiro, (B) e a outra sem esse fragmento ao lado, (D) e próxima ao grande fragmento vegetal (GFV) com 105 ha. O sítio Canaveiras está sob maior influência da ação humana pela proximidade de uma estrada, muitas casas e outros sítios ao redor.

A Fazenda São Francisco, possui uma área total de 30 ha e esta propriedade também sofre forte influência antrópica. Possui um açude que serve de fonte de água para as abelhas e a área selecionada para o experimento foi uma sem PFV.

Portanto, as propriedades Primavera e Canaveiras foram divididas em duas áreas cada uma, totalizando cinco com a terceira área (São Francisco). As áreas (A) e (B) possuem um PFV com 5 ha na borda de cada área e as outras não. Dessas cinco áreas, três estão a

menos de 1 km de um GFV com 105 ha (B, D e E) e duas estão a mais de 2,5 km do GFV (A e C).

A coleta das abelhas, possíveis polinizadores da cultura do cajueiro, foi feita através de armadilhas coloridas do tipo *pan traps*, que são pratos de plástico coloridos com capacidade de 225 ml, 10 cm de diâmetro e 3 cm de altura, usados para coleta amostragem de insetos.

As cores utilizadas nas armadilhas para atrair os insetos foram branca, azul e amarela, que são as cores mais atraentes para as abelhas. Para capturar as abelhas, colocamos água com algumas gotas de detergente dentro das *pan traps* para quebrar a tensão superficial da água e o material coletado afundar ao cair na água. As *pan traps* foram instaladas dentro dos fragmentos e entre as linhas de cajueiro. Essas armadilhas ficaram a 1,5 m do solo, presas por parafusos em um suporte de cano de PVC e com espaçamento de 3 m de distância entre eles, de acordo com LeBuhn *et al.* (2003).

Determinamos uma linha como ponto zero dentro do fragmento, outra na borda do fragmento e mais cinco entre os cajueiros, todas paralelas com 40 m de distância uma da outra, totalizando 240 metros de distância do fragmento. Estas distâncias foram escolhidas devido à maioria das propriedades possuírem menos de 50 ha.

Cada uma dessas sete linhas paralelas foi chamada de transecto. Em cada um dos transectos foram instalados 15 *pan traps* dispostas em cinco trios. Cada *pan trap* estava 3 metros uma da outra, formando um triângulo e a distância de um trio para o outro foi de 10 metros.

Ao todo foram sete linhas com 15 *pan trap* cada, com 105 *pan traps*, para cada uma das duas áreas com o pequeno fragmento vegetal (PFV), A e B. Nas outras três áreas sem PFV foi escolhida uma linha no centro do plantio e montada apenas uma linha com 15 *pan trap*.

As armadilhas foram instaladas nas cinco áreas no período de um dia, totalizando 255 unidades. Após 24 horas recolhemos as mesmas e o seu conteúdo armazenado em potes de plástico, um para cada *pan trap*, devidamente identificados.

Os insetos foram retirados dos potes, montados em alfinetes entomológicos, colocados em estufa a 50°C para secagem e organizados em caixas para a identificação das espécies pela equipe de taxonomistas da professora Dra. Favízia Freitas de Oliveira da Universidade Federal da Bahia.

A florada do cajueiro foi analisada em três fases da floração, no início (julho e agosto), meio (setembro e outubro) e fim (novembro e dezembro), nos dois anos. As coletas foram realizadas a cada 15 dias, no período de floração do cajueiro (julho a dezembro), durante dois anos, de julho de 2011 a julho de 2013, em todas as cinco áreas, num total de 36 coletas.

As abelhas foram separadas em dois grupos: sociais e não sociais. O número de espécies de abelhas diferentes capturadas nas *pan traps* foi anotado e também analisada a riqueza total, que é a soma das abelhas sociais e não sociais, e a riqueza de espécies de abelhas sociais e de não sociais. Foi calculada a abundância total de abelhas, de sociais e de não sociais em todos os locais, do GFV e do PFV, nos dois anos de estudo, no início, no meio e no fim da florada do cajueiro para todos os indivíduos de todas as espécies.

O modelo misto aditivo generalizado foi usado para testar a riqueza e abundância total, de abelhas sociais e de não sociais nas cinco áreas e nos dois anos. Foi feita uma transformação Box Cox (BOX e COX, 1964) para a análise dos dados usando o programa estatístico R.

2.1. Análises de diversidade de espécies de abelhas

Para análise da diversidade de espécies de abelhas presentes em cada área utilizou-se o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') usando o logaritmo neperiano (MAGURRAN, 2011). Este índice permite a caracterização da diversidade. Quanto maior o seu valor, maior será a diversidade da amostra, sendo esse valor calculado pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Em que:

H' = Índice de diversidade

p_i = A abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade.

2.2. Equabilidade de Pielou (J')

Para estimar a uniformidade ou homogeneidade na distribuição dos indivíduos por espécies em cada área, utilizou-se o índice de equabilidade de Pielou (J') (MAGURRAN, 2011). Este índice varia entre 0 e 1, quando o valor é próximo de um, indica que existe uma distribuição equilibrada na abundância de indivíduos das espécies. Quando é próximo de zero, indica que a abundância das espécies não é equilibrada, sendo a comunidade dominada por um reduzido número de espécies. Este índice é calculado pela fórmula:

$$J' = H' / \ln S$$

Em que:

H' = Índice de Shannon-Weaver

S = O número de espécies.

2.3. Índice de dominância de Simpson (D)

O índice de dominância de Simpson mede como a abundância total está distribuída entre as espécies da comunidade (MAGURRAN, 2011). O valor estimado de D varia de zero a um. Para valores próximos a um, a dominância é considerada maior e significa que uma ou poucas espécies possuem o maior número de indivíduos da comunidade.

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

Em que:

D = índice de dominância de Simpson

n_i = número de indivíduos do táxon i

n = número total de indivíduos amostrados.

2.4. Análise de Clusters

A análise de Cluster foi utilizada para verificar o quão similar foram as áreas estudadas. Para isso, utilizou-se o coeficiente de Bray-Curtis que é adequado para dados de abundância (BRAY e CURTIS, 1957). Também foi calculada a correlação cofenética para medir o grau de ajuste entre a matriz de similaridade original e a matriz resultante da simplificação proporcionada pelo método de agrupamento. Valores próximos à unidade indicam boa representação, significando que a análise é confiável. Para os dados utilizados o valor foi de 0,8892.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O total de indivíduos coletados foi 1078, perfazendo 66 espécies de abelhas registradas. A espécie *Apis mellifera* e as espécies de meliponíneos foram consideradas abelhas sociais e as outras, incluindo o gênero *Bombus*, foram chamadas de não sociais. A grande maioria dos indivíduos amostrados era de abelhas não sociais (81%), totalizando 58 espécies de abelhas e 35 gêneros em cinco famílias (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae) (Tabela 1).

Tabela 1: Diversidade de abelhas coletadas em *pan traps* no município de Horizonte, Ceará, Brasil, de 2011 a 2013.

Família	Abelhas	Grau de sociabilidade	Abundância	Frequência relativa nas <i>pan traps</i> (%)
Andrenidae	<i>Callonychium</i> sp.	Não social	5	0,46
Apidae	<i>Melitoma</i> aff. <i>Segmentaria</i>	Não social	186	17,25
Apidae	<i>Melitomella griseascens</i>	Não social	92	8,53
Apidae	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 2	Não social	93	8,63
Apidae	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 1	Não social	90	8,35
Apidae	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 3	Não social	19	1,76
Apidae	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 4	Não social	12	1,11
Apidae	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 5	Não social	49	4,55
Apidae	<i>Euglossa</i> sp.	Não social	40	3,71
Apidae	<i>Melitoma</i> sp. N. Oliveira & Engel (no prelo)	Não social	10	0,93
Apidae	<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i>	Não social	10	0,93
Apidae	<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i>	Não social	9	0,83
Apidae	<i>Ancyloscelis apiformes</i>	Não social	9	0,83
Apidae	<i>Leopodus lacertinus</i>	Não social	5	0,46
Apidae	<i>Melitoma ipomoearum</i>	Não social	4	0,37
Apidae	<i>Centris (Centris) aenea</i>	Não social	4	0,37
Apidae	<i>Ptilothrix</i> sp.	Não social	4	0,37
Apidae	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) griseascens</i>	Não social	3	0,28
Apidae	<i>Ceratina</i> sp.1	Não social	3	0,28
Apidae	<i>Paratetrapedia</i> sp.	Não social	2	0,19
Apidae	<i>Exomalocis analis</i>	Não social	2	0,19
Apidae	<i>Eulaema (Apeulaema) nigrata</i>	Não social	2	0,19
Apidae	<i>Centris (Ptilotopus) aff. Sponsa</i>	Não social	2	0,19
Apidae	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>	Não social	2	0,19
Apidae	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i>	Não social	2	0,19
Apidae	<i>Mesocheira bicolor</i>	Não social	1	0,09
Apidae	<i>Epicharis (Epicharana) flava</i>	Não social	1	0,09

Continuação da Tabela 1.

Família	Abelhas	Grau de sociabilidade	Abundância	Frequência relativa nas <i>pan traps</i> (%)
Apidae	<i>Centris (Trachina) fuscata</i>	Não social	1	0,09
Apidae	<i>Centris (Heterocentris) analis</i>	Não social	1	0,09
Apidae	<i>Centris (Centris) caxienses</i>	Não social	1	0,09
Apidae	<i>Xylocopa</i> sp.1	Não social	1	0,09
Apidae	<i>Xylocopa</i> sp.2	Não social	1	0,09
Apidae	<i>Bombus brevivillus</i>	Não social	1	0,09
Apidae	<i>Eufrisea</i> sp.	Não social	1	0,09
Apidae	<i>Mesoplia</i> sp.	Não social	4	0,37
Apidae	<i>Trigona fuscipennis</i>	Social	4	0,37
Apidae	<i>Melipona subnitida</i>	Social	4	0,37
Apidae	<i>Trigona spinipes</i>	Social	116	10,76
Apidae	<i>Scaptotrigona</i> sp. 1	Social	23	2,13
Apidae	<i>Partamona</i> sp.	Social	7	0,65
Apidae	<i>Scaptotrigona</i> sp. 2	Social	4	0,37
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Social	49	4,55
Apidae	<i>Plebeia</i> sp.	Social	3	0,28
Colletidae	<i>Hylaeus</i> sp.	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Halictidae</i> sp.	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp. 2	Não social	36	3,34
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp. 3	Não social	17	1,58
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp. 4	Não social	15	1,39
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp. 1	Não social	10	0,93
Halictidae	<i>Megalopta</i> sp. 1	Não social	10	0,93
Halictidae	<i>Dialictus</i> sp. 1	Não social	6	0,56
Halictidae	<i>Dialictus</i> sp. 2	Não social	2	0,19
Halictidae	<i>Thectochlora</i> sp.	Não social	2	0,19
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp. 6	Não social	2	0,19
Halictidae	<i>Pseudoalgochlora</i> sp. 1	Não social	2	0,19
Halictidae	<i>Thectochlora alaris</i>	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp. 5	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Augochlorella</i> sp. 2	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Augochlorella</i> sp. 3	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Pseudoalgochlora</i> sp. 2	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Pseudoalgochlora</i> sp. 3	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Megalopta</i> sp. 2	Não social	1	0,09
Halictidae	<i>Augochlorella</i> sp. 1	Não social	4	0,37
Megachilidae	<i>Lithurgus huberi</i>	Não social	79	7,33
Megachilidae	<i>Megachile</i> sp.	Não social	1	0,09
Total de espécies	66		1078	100

As abelhas sociais coletadas somaram oito espécies (19,48%), pertencentes a seis gêneros, todas da família Apidae (81,3%) (Tabela 1). A espécie não social *Melitoma* aff. *segmentaria* (17,25%) e a social *Trigona spinipes* (10,76%) foram as mais abundantes. Da família Halictidae (10,67%), as mais abundantes foram as abelhas do gênero *Augochlora* (7,5%).

A literatura sobre visitantes florais do cajueiro é escassa, e feita por meio de capturas com redes entomológicas ou observações visuais dos insetos nas flores da cultura. Usando essas metodologias, foram observadas 3 espécies de *Apis* visitando as flores do cajueiro na Índia: *Apis cerana indica*, *A. florea* e *A. dorsata*, assim como abelhas do gênero *Trigona* e *Bombus* (BHATTACHARYA, 2004). No Brasil, as abelhas registradas visitando as flores do cajueiro com mais frequência são as sociais *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Scaptotrigona* sp. e as não sociais do gênero *Centris*, como *Centris tarsata* (PAULINO, 1993; BHATTACHARYA, 2004; HOLANDA-NETO, 2010; FLORES *et al.*, 2012; ROCHA, 2013).

A abelha não social *Centris tarsata*, tem sido considerada como um polinizador mais eficiente do que a espécie exótica *Apis mellifera* no cajueiro, embora não seja um visitante frequente de suas flores em plantios comerciais (FREITAS, 1995; FREITAS *et al.*, 2006; HOLANDA-NETO, 2008, 2010). Segundo Freitas e Pereira (2004), o principal motivo para a ausência de uma população de *Centris* bem estabelecida nos cultivos de cajueiro é a falta de fontes de óleo usadas para alimentar a sua prole. Dentro do fragmento estudado, encontramos uma espécie vegetal cujas flores secretam óleo, o muricizeiro (*Byrsonima crassifolia*), mas mesmo assim a abundância de *Centris* foi baixa nas coletas em relação às outras espécies, talvez porque a ocorrência dessa planta era esporádica e restrita ao fragmento, enquanto que a maioria dos *pan traps* estava dentro dos plantios, e/ou porque os *pan traps* não são eficientes em atrair e capturar essas abelhas na situação estudada.

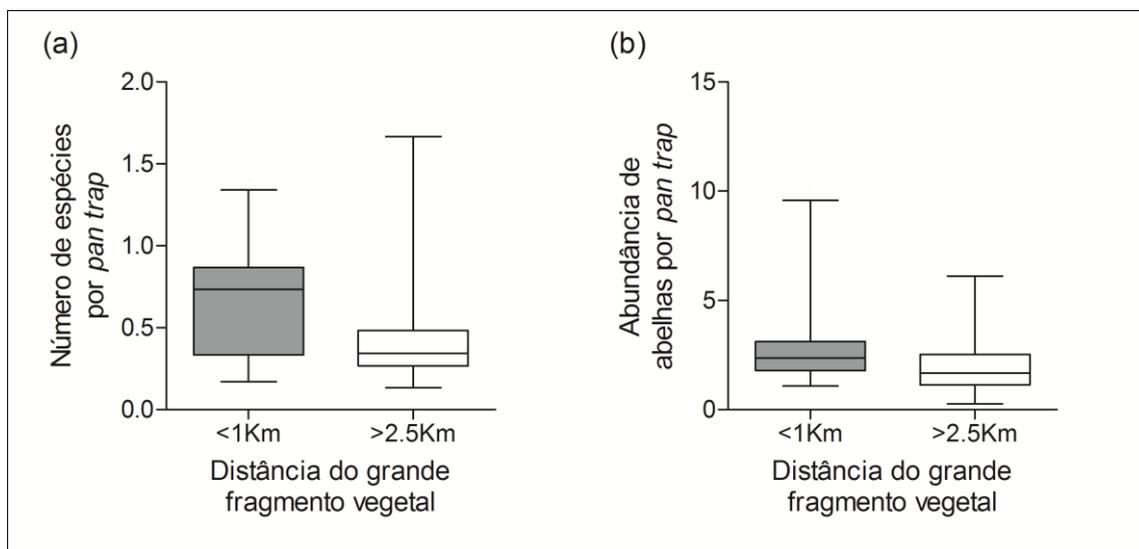
Apesar dos estudos citados acima mostrarem os visitantes do cajueiro, nenhum deles foi feito usando *pan traps* para capturar abelhas para monitorar a região de cultivo como neste experimento. A riqueza de espécies e a abundância de indivíduos capturados nas *pan traps* variaram em função da distância e da presença do grande e do pequeno fragmento vegetal, do ano e das áreas monitoradas.

3.1 Efeito da distância do grande fragmento na riqueza de espécies e abundância de abelhas

A riqueza de espécies de abelhas variou em função dos dois ambientes (perto, a menos de 1 km e longe, a mais de 2,5 km do cultivo de cajueiro). As médias dos valores de riqueza total das áreas sem PFV (Pequeno Fragmento de Vegetação) foram maiores que as com esses fragmentos (Figura 2).

A abundância total de abelhas variou com a distância do GFV (Grande Fragmento de Vegetação) e da área. As áreas situadas a menos de 1 Km do GFV apresentaram mais indivíduos (Figura 2). Isso prova também que a manutenção de fragmentos vegetais conserva habitats naturais, que é de grande importância no fornecimento de possíveis polinizadores para esta cultura (FREITAS *et al.*, 2014).

Figura 3: Número de espécies de abelhas (a) e abundância média de abelhas (b) capturadas por *pan traps* em três áreas a menos de 1km de distância de um plantio de cajueiro para um grande fragmento vegetal e em duas áreas a mais de 2,5 km do grande fragmento, de 2011 a 2013, no município de Horizonte, Ceará, Brasil.



A riqueza de espécies de abelhas foi maior nas áreas localizadas a menos de 1 km do GFV, o que sugere que o fragmento pode estar servindo como local de nidificação para abelhas (MALERBO-SOUZA e HALAK, 2012) visitantes das áreas de cultivo do cajueiro. Por outro lado, esse ambiente de vegetação nativa também deve possuir outras fontes de recursos, como óleos, néctar e pólen utilizados por várias espécies de abelhas (KREMEN *et al.*, 2007). No caso do cajueiro, abelhas não sociais do gênero *Centris* identificadas neste estudo e importantes para essa cultura, provavelmente encontram nesses fragmentos, esses

recursos, principalmente quando o cajueiro não está no período de floração (FREITAS e PEREIRA 2004).

Esses resultados mostram que a fauna de abelhas encontrada nas áreas deste estudo, provavelmente não foi resultante dos fragmentos pequenos, mas sim do grande fragmento de fragmento. Isso aconteceu porque das três áreas sem um PFV, duas estão próximas do GFV. Como o cajueiro depende da polinização por abelhas para a produção de frutos, a riqueza e a abundância de visitantes florais nos cajueirais podem contribuir para o seu sucesso reprodutivo, confirmando uma relação positiva com a presença de polinizadores e consequentemente com a produção de frutos do cajueiro (FLORES *et al.*, 2012).

3.2 Efeito das áreas na diversidade de espécies e abundância de abelhas

A riqueza de espécies no total e as de abelhas não sociais variou com as áreas estudadas. A área A apresentou a maior riqueza de espécies de abelhas que a B. As áreas C, D e E foram mais ricas que as áreas A e a B, e a área E foi mais rica que a D. Neste trabalho, a área A, que é próxima de um PFV, apresentou riqueza total de abelhas maior que a B, mesmo esta estando mais perto do GFV (Tabela 2).

A área E provavelmente foi mais rica no total de abelhas porque era a mais perto do GFV e a mais próxima de um açude, que supria as necessidades de água do cultivo e de toda a propriedade e por isso pode atrair mais abelhas tanto sociais quanto não sociais. As áreas mais próximas do GFV (B, D e E) tiveram a maior média de número total de abelhas, em relação às áreas mais distantes, A e C. As médias de abundância total e de número de abelhas não sociais foram maiores nas áreas D e E e elas foram maiores significativamente que na C. Os dados de abundância de abelhas são muito importantes para a polinização. Nas áreas mais distantes do GFV, os recursos florais do cajueiro não foram suficientes para atrair as abelhas como foram nas áreas mais próximas deste fragmento, provavelmente por estarem situados além do raio de voo da maioria das espécies, que geralmente não ultrapassa 1km (ROUBIK, 1989).

Em relação às abelhas não sociais, a riqueza na área D, foi significativamente maior que as áreas A, B e C, e abelhas do gênero *Ceratina*, *Melitoma*, *Trigona* e as espécies *Melitomella grisescens* e *Lithurgus huberi* foram capturadas em todas as áreas (Tabela 2).

A área B apresentou o maior valor de índice de Shannon (H'), de equabilidade de Pielou (J') e menor dominância (D), mostrando que a diversidade é maior e as espécies são igualmente abundantes nessa área (Tabela 2). O índice de dominância foi maior na área E, significando desuniformidade das abundâncias no número de abelhas nas espécies, com dominância de *Melitoma* aff. *Segmentaria*.

Tabela 2: Espécies de abelhas coletadas por meio de *pan traps* em cinco áreas de cultivo de cajueiro (*Anacardium occidentale*) no município de Horizonte, Ceará, Brasil, de 2011 a 2013.

Abelhas	A	B	C	D	E
<i>Melitoma</i> aff. <i>Segmentaria</i>	58	41	9	30	48
<i>Trigona spinipes</i>	58	40	3	9	6
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 2	66	19	2	2	4
<i>Melitomella grisescens</i>	27	44	1	11	9
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 1	73	15		1	1
<i>Lithurgus huberi</i>	40	25	1	10	3
<i>Apis mellifera</i>	19	27	1	2	
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 5	15	31		2	1
<i>Euglossa</i> sp.	22	12	4	1	1
<i>Augochlora</i> sp. 2	30	6			
<i>Scaptotrigona</i> sp. 1	5	13		1	4
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 3	5	11		3	
<i>Augochlora</i> sp. 3	15	2			
<i>Augochlora</i> sp. 4	12	3			
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 4	9	2	1		
<i>Melitoma</i> sp. N. Oliveira & Engel (no prelo)	5	5			
<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i>	3	4	2	1	
<i>Augochlora</i> sp. 1	7	3			
<i>Megalopta</i> sp. 1	8				2
<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i>	4	5			
<i>Ancyloscelis apiformes</i>	2	4	1	2	
<i>Partamona</i> sp.	2	5			
<i>Dialictus</i> sp. 1	1	4		1	
<i>Leopodus lacertinus</i>	3	1		1	
<i>Callonychium</i> sp.		2		2	1
<i>Trigona Fuscipennis</i>	4				
<i>Scaptotrigona</i> sp. 2	1	1	1	1	
<i>Melipona subnitida</i>	3	1			
<i>Melitoma ipomoearum</i>		4			
<i>Centris (Centris) aenea</i>		2	1	1	

Continuação da Tabela 2

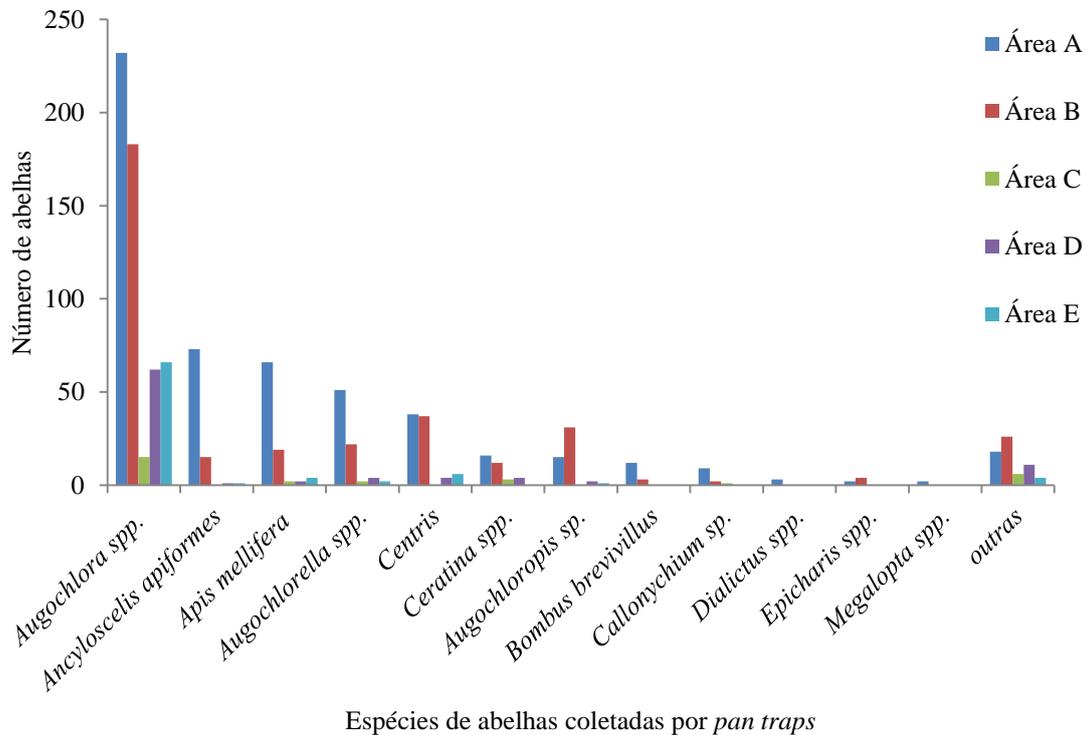
Abelhas	A	B	C	D	E
<i>Mesoplia</i> sp.	2	2			
<i>Augochlorella</i> sp. 1	1	3			
<i>Ptilothrix</i> sp.	1	1			2
<i>Plebeia</i> sp.	3				
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i>	1	2			
<i>Ceratina</i> sp. 1		3			
<i>Paratetrapedia</i> sp.	1	1			
<i>Exomalocis analis</i>	1		1		
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i>			2		
<i>Centris (Ptilotopus) aff. sponsa</i>	1	1			
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>	1	1			
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i>	1	1			
<i>Dialictus</i> sp. 2	1			1	
<i>Thectochlora</i> sp.		1		1	
<i>Augochlora</i> sp. 6	1	1			
<i>Pseudoalgochlora</i> sp. 1	2				
<i>Mesocheira bicolor</i>	1				
<i>Megachile</i> sp.	1				
<i>Epicharis (Epicharana) flava</i>				1	
<i>Centris (Trachina) fuscata</i>		1			
<i>Centris (Heterocentris) analis</i>	1				
<i>Centris (Centris) caxienseis</i>				1	
<i>Xylocopa</i> sp. 1	1				
<i>Xylocopa</i> sp. 2	1				
<i>Bombus brevivillus</i>				1	
<i>Eufrisea</i> sp.	1				
<i>Halictidae</i> sp.	1				
<i>Thectochlora alaris</i>	1				
<i>Augochlora</i> sp. 5	1				
<i>Augochlorella</i> sp. 2		1			
<i>Augochlorella</i> sp. 3	1				
<i>Pseudoalgochlora</i> sp. 2					1
<i>Pseudoalgochlora</i> sp. 3				1	
<i>Augochloropis</i> sp.	1				
<i>Megalopta</i> sp. 2			1		
<i>Chalcididae</i> sp.		1			
<i>Hylaeus</i> sp.	1				
S'	53	43	15	15	14
H'	3,009	3,045	2.377	2,423	1,679
J'	0,7578	0,8996	0,8777	0,7563	0,6363
D	0,0734	0,0681	0,1322	0,1577	0,3431

A área A foi a mais abundante e rica no total de abelhas e de abelhas não sociais. Mesmo sendo a área mais distante do grande fragmento vegetal, mas ela possui um PFV e talvez esse fragmento tenha sido suficiente para manter e fornecer para a área A uma quantidade maior e mais diversa de abelhas. O PFV próximo à área A sofria menos influência humana, pois ficava mais afastada de estradas e casas que a área B, que era cercada por casas e pessoas e animais de grande porte atravessavam a área de fragmento. O fragmento da área A também se mostrava mais heterogêneo que o da B, e quanto mais heterogêneos forem os fragmentos, maior será a riqueza de espécies de abelhas (STEFFAN-DEWENTER e TSCHARNTKE, 1999). Isso também se aplica a cultivos de cajueiro, levando a uma maior a riqueza de visitantes florais e possíveis polinizadores da flor do cajueiro (FLORES *et al.*, 2012).

A área D foi a mais abundante, mesmo sem possuir um PFV, mas estava próximo ao GFV. Nem a abundância nem a riqueza foram diferentes estatisticamente entre as áreas C, D e E. As áreas mais próximas do GFV foram as mais ricas e abundantes.

No entanto, Trewavas (2001) mostra que mesmo pequenos, os fragmentos vegetais isolados podem ajudar a manter a riqueza e abundância de abelhas para a conservação das paisagens agrícolas. A riqueza de espécies nas margens dos fragmentos pode ser maior que no interior dos fragmentos, então quanto mais borda, mais áreas marginais e maior a riqueza de abelhas pode ser.

Figura 4: Principais abelhas sociais e não sociais coletadas em *pan traps* em cinco áreas diferentes de 2011 a 2012 em áreas de cultivos de cajueiro em florescimento no município de Horizonte, Ceará, Brasil.

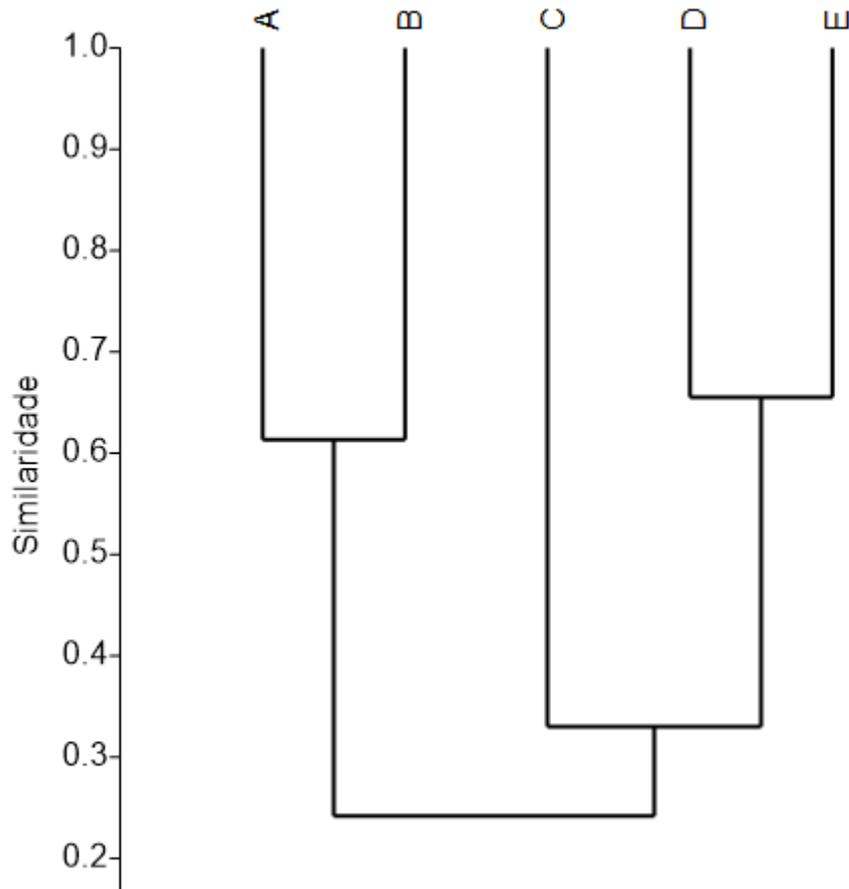


3.3 Similaridade entre as áreas

As áreas A e B foram as mais similares em abundância de abelhas (Figura 4). A maior similaridade foi entre as duas áreas com um pequeno fragmento vegetal próximo ao cultivo do cajueiro. Essas duas áreas apresentam 35 espécies em comum. As áreas D e E também foram semelhantes, possivelmente pelo fato de estarem próximas e com o grande fragmento vegetal a menos de um quilômetro de distância.

A área C estava a mais de 4 km do GFV, não estava próximo a nenhum fragmento e foi uma das áreas que mais foi afetada por uma praga que destruiu as inflorescências. Esta distância do GFV dificulta a chegada das abelhas no interior do plantio e a praga pode ter diminuído a atratividade às flores dos cajueiros, ambas as causas podendo ter influenciado na menor abundância de abelhas apresentada nessa área.

Figura 5: Similaridade entre as áreas de coleta para as espécies de abelhas no município de Horizonte, Ceará, Brasil, no período de julho de 2011 a junho de 2013.



3.4 Efeito da distância dos pequenos fragmentos vegetal (PFV)

A riqueza e a abundância de abelhas coletadas por *pan traps* nas áreas circundadas por um pequeno fragmento vegetal (áreas A e B) foram analisadas durante o florescimento no cultivo do cajueiro e nas áreas de fragmento próximas. Observamos que dentro do fragmento vegetal as médias de riqueza e a abundância foram superiores que na área de cultivo, demonstrando a importância dessa vegetação que funciona como corredor ecológico, locais de nidificação e fontes alternativas de recursos mantendo a população de abelhas no período sem flores nos cajueiros (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004). Nas áreas de borda desses fragmentos, não houve diferença significativa, mas seus valores foram menores. Até 120 m do pequeno fragmento vegetal (PFV), a riqueza e a abundância de abelhas não diferiram daquela

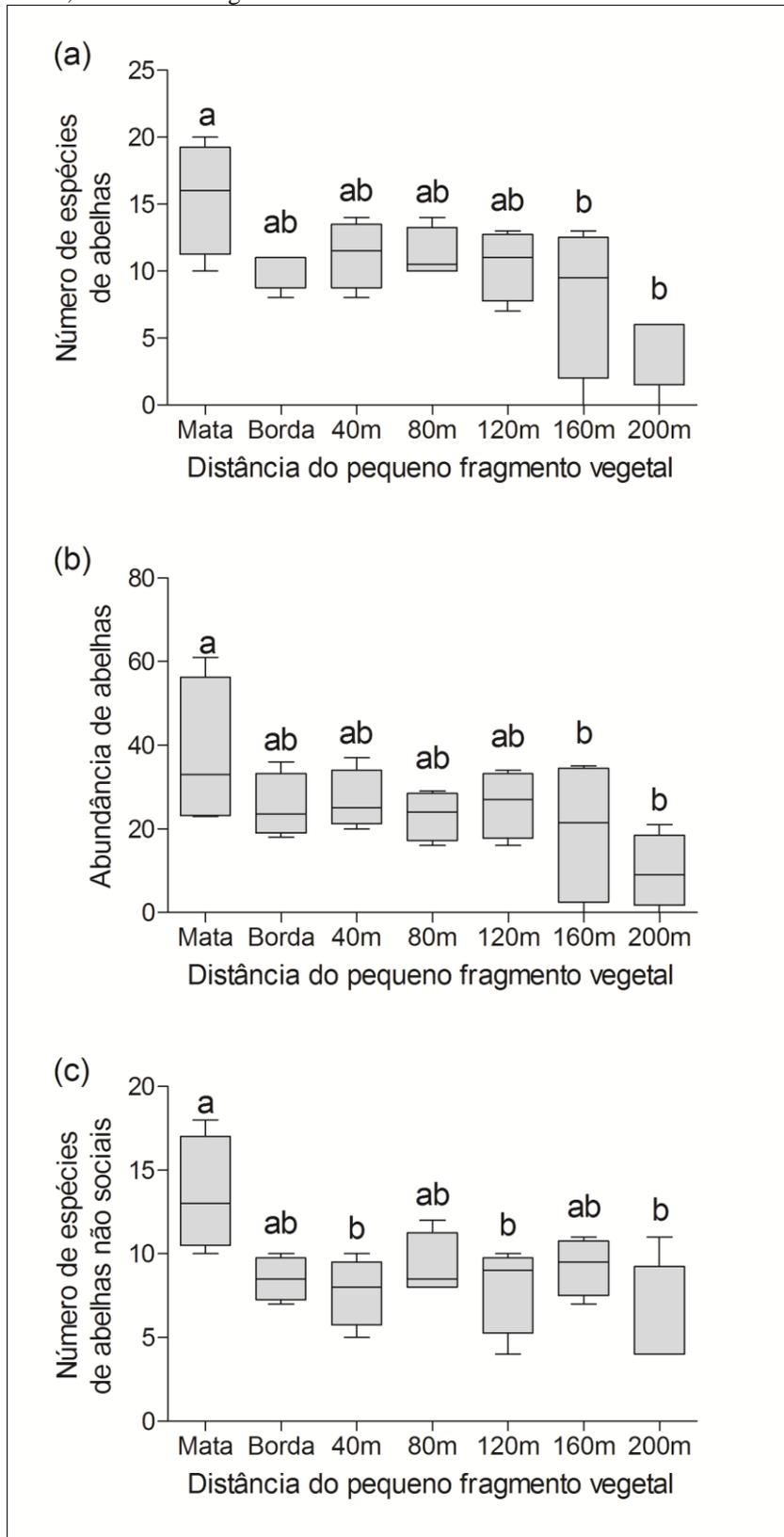
do fragmento, mas depois dessa distância, a 200 e a 240 m do PFV houve diferença significativa, de forma que tanto a riqueza quanto a abundância total foram maiores dentro do fragmento que nessas duas distâncias mais afastadas do fragmento (Figura 5).

A riqueza de abelhas não sociais dentro do fragmento foi maior que nas distâncias de 80 m, 160 m e 240 m do PFV (Figura 5c). O número de espécies no fragmento foi significativamente maior e a quantidade de indivíduos capturados também. A partir da primeira distância, a 40 m do fragmento, já houve diferença significativa entre a riqueza de não sociais no fragmento e na área de cultivo (Figura 5c). Apesar dos valores a 80 m e 160 m dentro do cultivo não diferirem daqueles do fragmento, a riqueza de não sociais foi mais baixa que no fragmento. As duas últimas distâncias marcadas, a 200 e a 240 metros do fragmento, não foram diferentes no total de abelhas e no número de espécies. Quanto maior a distância do fragmento, menor é a quantidade de indivíduos e o número de espécies.

Esses resultados sugerem que plantios de grandes áreas de monocultura de cajueiro devem apresentar menor riqueza de espécies e abundância de polinizadores na maior parte de suas áreas quando comparados a áreas menores, com plantios consorciados e circundados por vegetação nativa, garantindo condições mais favoráveis para esses polinizadores como também observado em outros cultivos (STEFFAN-DEWENTER *et al.*, 2003; KREMEN *et al.*, 2004, 2007).

Nesse estudo, as áreas de bordas dos fragmentos mostraram-se sítios importantes para espécies de abelhas do gênero *Ceratina* e *Trigona spinipes*, potenciais polinizadores do cajueiro, possivelmente porque são espécies que necessitam as condições ecológicas de alimentação, reprodução e/ou nidificação encontradas nesse ambiente de transição entre os fragmentos de vegetação nativa e a cultura agrícola.

Figura 6: Número total de espécies de abelhas (a), abundância total de abelhas (b) e número de espécies de abelhas não sociais (c) em diferentes distâncias de um pequeno fragmento vegetal no município de Horizonte, Ceará, Brasil. Letras iguais não diferiram estatisticamente.



As espécies mais abundantes dentro dos fragmentos foram as não sociais: *Ceratina (Crewella)* sp.1 (19,2%) e *Augochlora* sp.2 (13,4%), sendo três do gênero *Ceratina* (28,8%), quatro *Augochlora* (32,6%), *Euglossa* sp. (9,6%), *Lithurgus huberi* (6,7%), *Melitoma* aff. *segmentaria* (5,7%), *Melitomella grisescens* (3,8%). As abelhas sociais (1,8%) foram representadas por apenas dois indivíduos de duas espécies diferentes (Tabela 3).

Tabela 3: Espécies de abelhas coletadas em *pan traps* dentro de fragmento vegetal nativo circundando plantio comercial de cajueiro (*Anacardium occidentale*) e a distâncias variadas dentro do cultivo, entre 2011 e 2013, no município de Horizonte, Ceará, Brasil.

Abelhas	Fragmento	Borda	40m	80m	120m	160m	200m
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.1	20	10	8	8	8	15	
<i>Augochlora</i> sp. 2	14	5	1		4	2	
<i>Euglossa</i> sp.	10	4	4	7	4	3	3
<i>Augochlora</i> sp. 3	9	2					
<i>Augochlora</i> sp. 4	8	2					
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.2	7	7	9	2	13	21	5
<i>Lithurgus huberi</i>	7	6	5	2	3	8	2
<i>Melitoma</i> aff. <i>segmentaria</i>	6	9	4	2	8	5	7
<i>Melitomella grisescens</i>	4	3	3	2	4	2	2
<i>Augochlora</i> sp. 1	3		3				
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.5	3	3		2	4	3	
<i>Megalopta</i> sp.	3		1				
<i>Leopodus lacertinus</i>	2						
<i>Augochlora</i> sp. 5	1						
<i>Augochlora</i> sp. 6	1						
<i>Augochlorella</i> sp.	1						
<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854	1		1		1		
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.4	1	1		1	1	4	
<i>Mesoplia</i> sp.	1			1			
<i>Scaptotrigona</i> sp.1	1		2	1	1		
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	1	3	15	10	6	4	14
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i> Lepeletier, 1841	1						
<i>Ancyloscelis apiformes</i>		1			1		
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758		2	2	3	5	3	3
<i>Centris (Centris) aenea</i>				1			
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874			1				
<i>Centris (Ptilotopus) aff. sponsa</i> Smith, 1854						1	
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.3		1		1		2	1
<i>Dialictus</i> sp.					1		
<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i>		1				1	
<i>Exomalocis analis</i>				1			
<i>Hylaeus</i> sp.				1			
<i>Megachile</i> sp.			1				

Continuação da Tabela 3

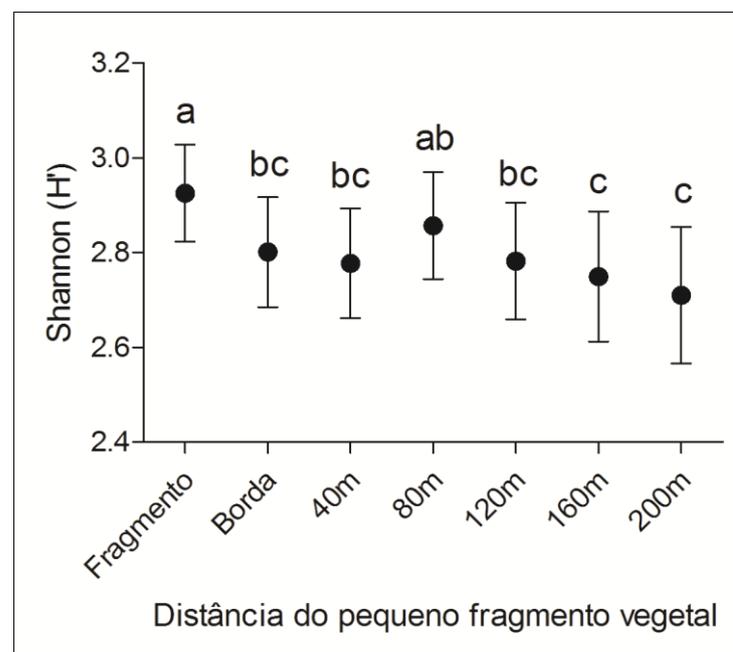
Abelhas	Fragmento	Borda	40m	80m	120m	160m	200m
<i>Melipona subnitida</i> Ducke, 1910					1		2
<i>Melitoma</i> sp. N. Oliveira & Engel (no prelo)			1		1		
<i>Paratetrapedia</i> sp.		1					
<i>Partamona</i> sp.			1	1			
<i>Pseudoalgochloa</i> sp.			2				
<i>Scaptotrigona</i> sp.2			1				
<i>Trigona fuscipennis</i>		1		1			1
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> Ducke, 1910				1			
<i>Xylocopa</i> sp.							1
S'	32	22	23	30	21	20	22
H'	3,011	2,752	2,68	2,916	2,644	2,575	2,538
J'	0,868	0,890	0,854	0,857	0,868	0,859	0,821
D	0,065	0,076	0,086	0,075	0,086	0,102	0,119

Várias espécies de abelhas amostradas mostraram-se raras nesse levantamento (29 espécies de não sociais), porque foram observadas apenas uma ou duas vezes durante o período deste estudo. No entanto, é importante ressaltar o método das *pan traps* não representa necessariamente os visitantes florais e suas frequências às flores das culturas, mas apenas aponta as espécies presentes na área e sua relativa abundância. Dessa forma, espécies pouco representadas nas *pan traps* podem frequentar as flores em números maiores, ou não, e mesmo que individualmente estes insetos coletados em pequeno número contribuam pouco para a polinização do cajueiro, a soma total de seus serviços pode ser significativa (SCHEMSKE e HORVITZ, 1984; CAVALCANTE *et al.* 2012). O importante é que o método dos *pan traps* possibilitou saber que essas espécies polinizadoras potenciais da cultura ocorrem na área e como variam em riqueza e abundância no cultivo.

O índice de diversidade de Shannon (H') (Figura 6) e a equabilidade de Pielou (J') (Tabela 3) diminuíram e o índice de dominância (D') aumentou à medida que as *pan traps* dentro do cultivo do cajueiro se distanciavam do fragmento vegetal, mostrando que nesse ambiente as distâncias mais próximas dos fragmentos, mantêm uma maior diversidade de abelhas e de forma uniforme. Dentro do fragmento, a diversidade de espécies é maior que na maioria das distâncias a partir da borda, exceto daquela de 80 metros, que, no entanto, não diverge da maioria das demais distâncias a não ser a partir dos 200 m de distância (Figura 6). Isso mostra que há um gradiente de diversidade decrescente do fragmento vegetal em direção ao interior do cultivo, significativo já a partir da borda e que mais significativo ainda depois dos 200 m de distância, denunciando o ambiente agrícola da cajucultura como inóspito a

maioria das espécies de abelhas. A exceção observada aos 80 m possivelmente se deve a algum fator favorável às abelhas que possibilitou a nidificação de algumas espécies àquela altura, aumentando assim a diversidade de espécies novamente. Embora isso tenha mostrado não ser suficiente para compensar a queda abrupta de diversidade observada a partir dos 200m, a identificação dos fatores que levaram a essa elevação na diversidade aos 80m pode ser importante para o desenvolvimento de estratégias mitigantes para essa perda de diversidade no interior de áreas agrícolas, como um conjunto de práticas amigáveis aos polinizadores, uma vez que a literatura mostra que as abelhas diminuem a frequência de visitação às flores à medida que os cultivos se tornam mais distantes dos fragmentos (KLEIN *et al.*, 2007; RICKETTS *et al.*, 2008; FLORES *et al.*, 2012). Além disso, as abelhas apresentam um comportamento de sempre retornarem ao local de nidificação após o forrageamento, reforçando a importância da proximidade dos locais de nidificação das áreas dos campos agrícolas que dependem dos polinizadores (DELAPLANE e MAYER 2000; GATHMANN e TSCHARNKE 2002).

Figura 7: Índices de diversidade de Shannon (H') de fragmento vegetal e seis diferentes distâncias dele em áreas de cajueiro (*Anacardium occidentale*) no período de florescimento, entre 2011 e 2013, no município de Horizonte, Ceará, Brasil.



Alguns estudos mostram uma relação positiva significativa entre os serviços de polinização de cultivos e a proximidade dos fragmentos (KREMEN *et al.*, 2004; KLEIN *et al.*, 2007; FREITAS, *et al.*, 2014; FLORES, *et al.*, 2012). De Marco e Coelho (2004) verificaram que os cultivos de café próximos de fragmentos, a menos de 1 Km, produzem, em média, 14,6% a mais quando comparados a sistemas distantes desses fragmentos. Com isso, os polinizadores podem garantir o aumento da produtividade agrícola e aumentar a qualidade dos produtos obtidos (FERREIRA, 2008). A riqueza de abelhas não sociais diminuiu a partir de 750 metros de distância de um fragmento, na Alemanha (KREWENKA, 2011). Resultado semelhante foi encontrado na Argentina, onde houve redução do número de espécies de *Apis mellifera* a distâncias superiores a 500 metros da borda de um fragmento próximo ao cultivo de toranja (*Citrus paradisi*) (CHACOFF e AIZEN, 2006). Em nosso estudo, a riqueza diminuiu já a partir da borda do cultivo e acentuou-se mais ainda partir de 200m apenas, diferença causada talvez pelo método de amostragem (*pan traps* nesse estudo e coleta por rede nos outros) ou refletindo um sistema mais sensível envolvendo a cajucultura, populações de abelhas e vegetação nativas da região.

4 CONCLUSÃO

O método dos *pan traps* não possibilita determinar os visitantes florais ou suas efetividades como polinizadores, mas propicia conhecer as espécies de polinizadores potenciais que frequentam uma área agrícola e como variam em riqueza e abundância no cultivo.

A riqueza e abundância de potenciais polinizadores do cajueiro dependem da proximidade (< 1km) de grandes fragmentos de vegetação (>100ha) que funcionem como ‘fonte’ dessas espécies para as áreas de cultivo.

Há um gradiente decrescente na diversidade de abelhas a partir da vegetação nativa ao redor de plantios de cajueiro em direção ao interior do cultivo, o que pode levar a implicações na polinização da cultura. Práticas amigáveis aos polinizadores devem ser implementadas visando mitigar esse efeito, tornando o ambiente agrícola mais atrativo para os polinizadores do cajueiro.

REFERÊNCIAS

- BHATTACHARYA, A. Flower visitors and fruitset of *Anacardium occidentale*. **Annales Botanici Fennici**, v. 41, p. 385-392, 2004.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. Na Analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series B, n. 26 v. 2, p. 211-252. JSTOR. 1964.
- BRAY, J. R.; J. T. CURTIS. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. **Ecological Monographs**. n. 27, p. 325–349. 1957.
- CAVALCANTE, M. C; OLIVEIRA, F. F; MAUÉS, M. M.; FREITAS, B. M. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) trees in Central Amazon Rainforest. **Psyche. article**. 2012.
- CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. A., Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest. **Journal of Applied Ecology**, 43:18-27. 2006.
- CRUZ, D. O.; CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1-4, p.5-10, 2009.
- CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M. Diversidade de abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores de culturas oleaginosas no Nordeste do Brasil. **Ambiência (UNICENTRO)**, v. 9, p. 411-418, 2013.
- DELAPLANE, K. S.; MAYER, .D. F. Crop pollination by bees. **CABI Publishing**, Wallingford, UK. 2000.
- DE MARCO, P., F. M. COELHO. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodiversity and Conservation**. n. 13, p. 1245-1255. 2004.
- FERREIRA, F. M. C. **A polinização como um serviço do ecossistema: uma estratégia econômica para a conservação**. 97f. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.
- FLORES, M. A.; PACHECO FILHO, A. J. S.; WESTERCAMP, C.; FREITAS, B. M. A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. **Iheringia.Sér. Bot.** Porto Alegre, v. 67, n. 2, p. 189-197. 2012.
- FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 197 f. Tese (Doutorado) - University of Wales, Cardiff, Reino Unido. 1995.
- 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**.

In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA V. L. (eds). Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. Brasília: Ministry of Environment, p. 229-244. 2002.

FREITAS B.M., PEREIRA J.O.P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária UFC, Fortaleza. 2004.

FREITAS, A. V. L. *et al.* **Insetos como indicadores de conservação da paisagem**. Biologia da conservação: essências (CFD Rocha, HG Bergallo, M. Van Sluys & MAS Alves, eds.). Rima, São Carlos, p. 357-384, 2006.

FREITAS, B. M.; PACHECO FILHO, A. J. S.; ANDRADE, P. B.; LEMOS, C. Q.; ROCHA, E. E. M.; PEREIRA, N. O.; BEZERRA, A. D. M.; NOGUEIRA, D. S.; ALENCAR, R. L.; ROCHA, R. F.; MENDONCA, K. S. Forest remnants enhance wild pollinator visits to cashew flowers and mitigate pollination deficit in NE Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, v. 12, p. 22-30, 2014.

GATHMANN, A., TSCHARNTKE, T., Foraging ranges of solitary bees. **Journal of Animal Ecology**. 71, 757–764. 2002.

HOLANDA NETO, J. P.; SOUSA, R. M.; PAXTON, R.; FREITAS. B. M., ALVES, T. T. L.; ARAÚJO, C. A. Polinização e produtividade e do cajueiro *Anacardium occidentale* no Nordeste brasileiro. **Anais do VIII Encontro sobre Abelhas**, Ribeirão Preto - SP, Brasil. 2008.

HOLANDA NETO, J. P.; O uso de microssatélite no estudo do requerimento de polinização do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) Em áreas silvestres e pomares comerciais. **Anais do IX Encontro sobre Abelhas**, Ribeirão Preto - SP, Brasil. 2010.

HOLZSCHUH, A., STEFFAN-DEWENTER, I., TSCHARNTKE, T., How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? **Journal of Animal Ecology**. n. 79, p. 491–500. 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. São Paulo: USP, 2004.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil Básico Municipal 2013 – Horizonte**. Região Metropolitana de Fortaleza. 17p. Fortaleza, 2011.

KEARNS, C. A. *et al.* Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 83-112, 1998.

KIM, J., WILLIAMS, N., KREMEN, C., 2006. Effects of cultivation and proximity to natural habitat on ground-nesting native bees in California sunflower fields. *J. Kans. Entomol. Soc.* 79, 309–320.

KLEIN, A.M., VAISSIERE, B.E., CANE, J.H., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C., TSCHARNTKE, T., Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. L. (B)** 274, p. 303–313. 2007.

KIRK WDJ (1984) Ecologically selective colored traps. **Ecol Entomol.** 9, p. 35–41.

KREMEN, C., WILLIAMS, N.M., BUGG, R.L., FAY, J.P., THORP, R.W., The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. **Ecology Letters.** 7, 1109–1119. 2004.

KREMEN, C., WILLIAMS, N.M., AIZEN, M.A., GEMMILL-HERREN, B., LEBUHN, G., MINCKLEY, R., PACKER, L., POTTS, S.G., ROULSTON, T., STEFFAN-DEWENTER, I., VA´ZQUEZ, D.P., WINFREE, R., ADAMS, L., CRONE, E.E., GREENLEAF, S.S., KEITT, T.H., KLEIN, A.M., REGETZ, J., RICKETTS, T.H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters.** 10, 299–314. 2007.

KREWENKA, K. M.; HOLZSCHUH, A.; TSCHARNTKE, T.; DORMANN, C. F. Landscape elements as potential barriers and corridors for bees, wasps and parasitoids. **Biological Conservation.** n. 144 p. 1816–1825, 2011.

LEBUHN, G., T. GRISWOLD, R. MINCKLEY, S. DROEGE, T. ROULSTON, J. CANE, F. PARKER, S. BUCHMANN, V. TEPEDINO, N. WILLIAMS, C. KREMEN, AND O. J. MESSINGER. 2003. **A standardized method of monitoring Bee Populations. The Bee Inventory (BI) Plot.** Available from <http://online.sfsu.edu/beeplot/> Acesso em: julho de 2014.

LEONG, J. M.; THORP, R. W. Colour-coded sampling: the pan trap colour preferences of oligolectic and nonoligolectic bees associated with a vernal pool plant. **Ecological Entomology.** n. 24, p. 329 – 335. 1999.

Luck, G. W.; Daily, G. C. Tropical countryside bird assemblages: richness, composition, and foraging differ by landscape context. **Ecol Appl** 13: 235–47. 2003.

MALERBO-SOUZA, D. C.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.1–11, 2012.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica.** Curitiba, Editora da UFPR, 261 p. 2011.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; SILVA, C. I.; ROLDAO, Y.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. online, p. 1, 2013.

OLIVEIRA, V. H.; COSTA, V. S. O. **Manual de produção integrada do caju.** Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 355 p, 2005.

PAULINO, F. D. G. **Polinização em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no litoral de Pacajus – CE.** Dissertação (Mestrado em Entomologia) – USP – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1993.

PINHO, L. X.; **Aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) para alimentação humana.** Fortaleza. 85 f. 2009.

RICKETTS, T.H., 2004. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. **Conservation Biology**, 18, 1262–1271.

RICKETTS, T. H. *et al.* Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, p. 1–17, 2008.

ROCHA, E. E. M. **A influência do fragmento nativo na diversidade e abundância de abelhas polinizadoras de cajueiros (*Anacardium occidentale* L.) em plantios comerciais.** Dissertação (mestrado). 79 f. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2013.

ROUBIK, D. W.; ACKERMAN, J. D. Long-term ecology of euglossine orchid-bee (Apidae: Euglossini) in Panama. **Oecologia**, v. 73, p. 321-333, 1989.

ROUBIK, D. W. Tropical agriculture: The value of bees to the coffee harvest. **Nature**, v. 417, p. 708, 2002.

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. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

SCHEMSKE, D.W., HORVITZ, C.C. 1984. Variation among floral visitors in pollination ability: a precondition for mutualism specialization. **Science**. 225: 519–521.

STEFFAN-DEWENTER, I. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. **Conservation Biology**, v. 17, p. 1036-1044, 2003.

TREWAVAS, A. J. The Population/Biodiversity Paradox. Agricultural Efficiency to Save Wilderness. **Plant Physiology**, v. 125, p.174-179, 2001.

CAPÍTULO 3

A eficiência de *pan traps* no monitoramento de abelhas em cultivos de cajueiro no município de Horizonte, Ceará, Brasil.

A eficiência de *pan traps* no monitoramento de abelhas em cultivos de cajueiro no município de Horizonte, Ceará, Brasil.

RESUMO

Este trabalho objetivou determinar a diversidade de abelhas, a riqueza de espécie e a abundância de abelhas coletadas em *pan traps* de três cores diferentes (azul, amarela e branca), no início, meio e fim do período de florescimento do cajueiro, durante dois anos no município de Horizonte, Ceará. As coletas de abelhas foram realizadas em cinco áreas, usando água com detergente para atrair as abelhas para as *pan traps* coloridas. Os resultados mostraram que independente da área em que estavam instaladas, a *pan trap* azul se destacou com maior representatividade, seguida da amarela e do branco. Entre as abelhas sociais, a maioria foi capturada nas *pan traps* amarelas e brancas. A diversidade e a riqueza de espécies coletadas nas *pan traps* brancas foi maior, em seguida foi na azul e na amarela. A cor azul apresentou a maior riqueza de espécie, mas com maior índice de dominância. O número de abelhas sociais e não sociais coletadas no meio do período da florescimento do cajueiro foi maior que no início e no fim da floração, provavelmente, porque os recursos florais foram menores, mas não diferiram estatisticamente. A abelha *Trigona spinipes* foi mais comum no início e no fim da floração, enquanto a *Apis mellifera* foi a mais abundante no meio deste período. Para as condições das áreas estudadas, os resultados das coletas de abelhas com *pan traps* evidenciaram a eficiência deste método para captura de espécies de Apidae, assim como espécies raras estatisticamente. Nosso estudo mostrou que a riqueza de espécies na *pan trap* de cor azul foi maior e essa cor atraiu e capturou mais abelhas principalmente não sociais.

Palavras-chaves: abelhas não sociais, abelhas sociais, armadilhas coloridas, fragmentos vegetais, *pan traps*.

ABSTRACT

This study aimed to determine the diversity of bees, species richness and the abundance of bees collected in pan traps in three different colors (blue, yellow and white), at the beginning, middle and end of the cashew flowering period for two years in the city of Horizonte, Ceará. The collections of bees were carried out in five areas, using detergent and water to attract bees to the pan colored traps. The results showed that regardless of the area in which they were installed, the pan blue trap stood out with the largest representation, followed by yellow and white. Among the social bees, most were captured in the pan yellow and white traps. The diversity and the richness of species collected in the pan white traps was higher than was in blue and yellow. The blue color was the richest of species, but with greater dominance index. The number of social and non-social bees caught in the middle of cashew flowering period was higher than at the beginning and end of flowering, probably because the floral resources were lower, but not statistically different. The *Trigona spinipes* bee was most common at the beginning and end of flowering, while *Apis mellifera* was the most abundant in the middle of this period. For the conditions studied areas, the results of the collections of bees and pan traps showed the efficacy of this method for capturing species Apidae, as well as statistically rare. Our study showed that species richness in the pan trap blue color and that color was most attracted and captured more bees especially not social.

Key words: colored traps, fragment vegetal, no social bees, *pan traps*, social bees.

1. INTRODUÇÃO

A maioria das plantas que são polinizadas por insetos apresentam flores de cores, formas, tamanhos e perfumes diferentes, assim como recompensas florais, como néctar, pólen e óleos, para atrair os polinizadores. As abelhas são os principais polinizadores da maioria das plantas com flores (KEARNS *et al.*, 1998; LUNDBERG e MOBERG, 2003).

O interesse mundial em relação às abelhas nativas e a preocupação com a perda de suas populações no mundo têm aumentando nos últimos anos (BIESMEIJER *et al.*, 2006), especialmente após a identificação da desordem do colapso das colônias de abelhas (VanENGELSDORP *et al.*, 2007). Essas perdas são atribuídas à fragmentação e destruição dos habitats, às doenças, aos pesticidas (THORP e SHEPPARD, 2005; BIESMEIJER *et al.*, 2006).

A falta de dados sobre os polinizadores no Brasil e no mundo e a flutuação desses polinizadores nas áreas de plantio de culturas economicamente importantes torna difícil a identificação das tendências e a investigação de como estão as abelhas nativas.

Essas constatações foi o que motivou, mais recentemente, o aumento do uso dos diferentes protocolos de amostragem de abelhas, dentre os quais, a utilização de armadilhas coloridas como as *pan traps*.

Como a cor é um dos atrativos mais importantes para as abelhas, as armadilhas coloridas tipo *pan traps* têm sido usadas com eficientes resultados para captura, amostragem e monitoramento, a fim de avaliar a riqueza de abelhas em diversos habitat (LEONG e THORP, 1999; STEPHEN e RAO, 2005).

Esse método de monitoramento é simples, de baixo custo, não necessita observador e fornece em pouco tempo o levantamento das espécies que são atraídas pelas diferentes cores das armadilhas. Vários estudos mostraram que as espécies de abelhas capturadas variam com as cores das *pan traps* (LEONG e THORP 1999; TOLER *et al.* 2005; STEPHEN E RAO 2005; LAUBERTIE *et al.* 2006; CHO *et al.*, 2011).

No presente estudo os objetivos foram identificar a cor de *pan traps* mais eficiente para o monitoramento das abelhas, avaliar a diversidade de abelhas durante o pico da floração do cajueiro e nos anos estudados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas mesmas propriedades, no mesmo período descrito no capítulo anterior, usando a mesma metodologia.

Usamos os modelos lineares generalizados para testar se as riquezas e as abundâncias das abelhas variaram de acordo com as distâncias do pequeno fragmento. Nesta análise, utilizamos seis variáveis resposta, a saber: (1) a riqueza e (2) a abundância de abelhas sociais, (3) a riqueza e (4) a abundância de abelhas não sociais, (5) a riqueza e (6) a abundância total de abelhas. Nós inserimos as variáveis: cores (azul, amarela e branca), período de floração (início: de agosto a setembro, meio: de setembro a novembro e fim: novembro e dezembro) e ano (2011 e 2012) em cada modelo. Fizemos uma transformação Box Cox (BOX e COX, 1964) das variáveis respostas para que os resíduos obtivessem distribuição normal. Utilizamos para a análise dos dados o programa estatístico R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de abelhas capturadas foi 1078 (212 indivíduos de espécies sociais e 898 de espécies não sociais), distribuídas em 38 gêneros e 67 espécies diferentes de abelhas nas duas áreas, nos dois anos, dentro do fragmento e nas seis distâncias delas. Dessas 66 espécies, 58 delas não são sociais e 8 são sociais (Tabela 1). Observamos que 22 espécies de abelhas não sociais foram pouco amostradas, com apenas um indivíduo. Os gêneros mais abundantes foram: *Ceratina* (23,8%), *Melitoma* (17,9%) e *Trigona* (10,7%). A espécie de abelha mais abundante nas coletas foi a não social *Melitoma segmentaria*, com 16,7% e das sociais foi a *Trigona spinipes* com 10,4% (Tabela 3).

As principais abelhas sociais capturadas foram: *Trigona spinipes*, *Apis mellifera* e *Scaptotrigona* sp.1. *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* foram as espécie mais abundante visualizadas nas flores dos cajueiros próximas às *pan traps*. A abelha *Apis mellifera* foi representada por 4,6% dos indivíduos coletados, apesar de ser a espécie mais abundante na região e visualmente, nas flores. Em Oregon, *Apis mellifera* foi praticamente ausente também nos resultados, mesmo sendo abundante nas proximidades das *pan traps* (STEPHEN e RAO, 2005).

A maioria das espécies sociais e não sociais foram consideradas raras nas áreas, sendo capturadas 22 espécies com apenas um indivíduo. A maioria das espécies (52) foi capturada apenas com menos de 1% do total cada uma nos dois anos, nas cinco áreas. A espécie social *Scaptotrigona* sp.1, por exemplo, apresentou 2% do total de abelhas. Isso aconteceu provavelmente porque ou as cores, ou o tamanho ou a forma das *pan traps* não foram atrativas suficiente para essas espécies raras, por isso, esse método de monitoramento não é eficiente para todas as espécies de abelhas.

Tabela 4: Abelhas coletadas em *pan traps*, no município de Horizonte, Ceará, Brasil.

Gênero	Abundância	Frequência relativa (%)	Grau de sociabilidade	Azul	Amarela	Branca
<i>Ceratina</i> spp.	266	25,50	Não social	193	11	62
<i>Melitoma</i> spp.	196	18,79	Não social	176	10	10
<i>Trigona</i> spp.	114	10,93	Social	59	17	38
<i>Melitomella</i>	89	8,53	Não social	85		4
<i>Augochlora</i> spp.	78	7,48	Não social	47	9	22
<i>Lithurgus</i> spp	74	7,09	Não social	65	3	6
<i>Apis</i>	48	4,60	Social	10	27	11
<i>Euglossa</i> sp.	32	3,07	Não social	30		2
<i>Scaptotrigona</i> spp.	27	2,59	Social	10	9	8
<i>Centris</i> spp.	21	2,01	Não social	17	2	2
<i>Megalopta</i> spp.	11	1,05	Não social	5	1	5
<i>Ancyloscelis</i>	9	0,86	Não social	3	2	4
<i>Epicharis</i> spp.	9	0,86	Não social	9		
<i>Partamona</i>	7	0,67	Social	2	1	4
<i>Dialictus</i> spp.	7	0,67	Não social	5		2
<i>Xylocopa</i> spp.	6	0,58	Não social	4	1	1
<i>Augochlorella</i> spp.	6	0,58	Não social	3	1	2
<i>Callonychium</i>	5	0,38	Não social	1	3	1
<i>Leopodus</i>	4	0,38	Não social	3		1
<i>Melipona</i>	4	0,38	Não social	2	1	1
<i>Mesoplia</i>	4	0,38	Não social	4		
<i>Ptilothrix</i>	4	0,38	Não social	3	1	
<i>Pseudoalgochlora</i> spp.	4	0,38	Não social	3		1
<i>Plebeia</i>	3	0,29	Social			3
<i>Thectochlora</i> spp.	3	0,29	Não social	2		1
<i>Exomalopcis</i>	2	0,19	Não social	1		1
<i>Eulaema</i>	2	0,19	Não social	2		
<i>Paratetrapedia</i>	2	0,19	Não social	1	1	
<i>Bombus</i>	1	0,10	Não social	1		
<i>Eufrisea</i>	1	0,10	Não social	1		
<i>Megachile</i>	1	0,10	Não social	1		
<i>Mesocheira</i>	1	0,10	Não social			1
<i>Hylaeus</i>	1	0,10	Não social	1		
<i>Augochloropsis</i>	1	0,10	Não social	1		
S'				59	26	40
H'				2,924	2,574	3,011
J'				0,717	0,79	0,816
D'				0,88	0,124	0,079

Cane *et al.* (2001) mostraram que as *pan traps* podem não refletir com precisão a fauna de polinizadores, pois, amostras das armadilhas utilizadas nessa pesquisa representaram mal a fauna de abelhas nativas que visitaram arbustos floridos na área estudada. De certo modo, também foi o que verificamos neste trabalho, haja vista a diferença na quantidade de abelhas *Apis mellifera* coletadas e observadas.

A técnica de monitoramento por *pan trap* é eficaz quando os resultados são complementados com a técnica de captura de abelhas nas flores com rede entomológica para caracterizar a fauna de abelhas local.

Muitas vezes as *pan traps* não capturam abelhas grandes, que são comuns em muitas áreas do mundo e captura abelhas pequenas raras em relação à frequência observada (TOLER *et al.*, 2005.; ROULSTON *et al.*, 2007; WILSON *et al.*, 2008). A eficiência das *pan traps* também pode variar de acordo com a disponibilidade de recursos florais, pois quanto maior a disponibilidade de recursos florais, menor a eficácia das *pan traps* (CANE *et al.*, 2000; MAYER, 2005; ROULSTON *et al.*, 2007; WILSON *et al.*, 2008).

3.2. Efeito das cores das *pan traps* na diversidade de espécies e abundância de abelhas

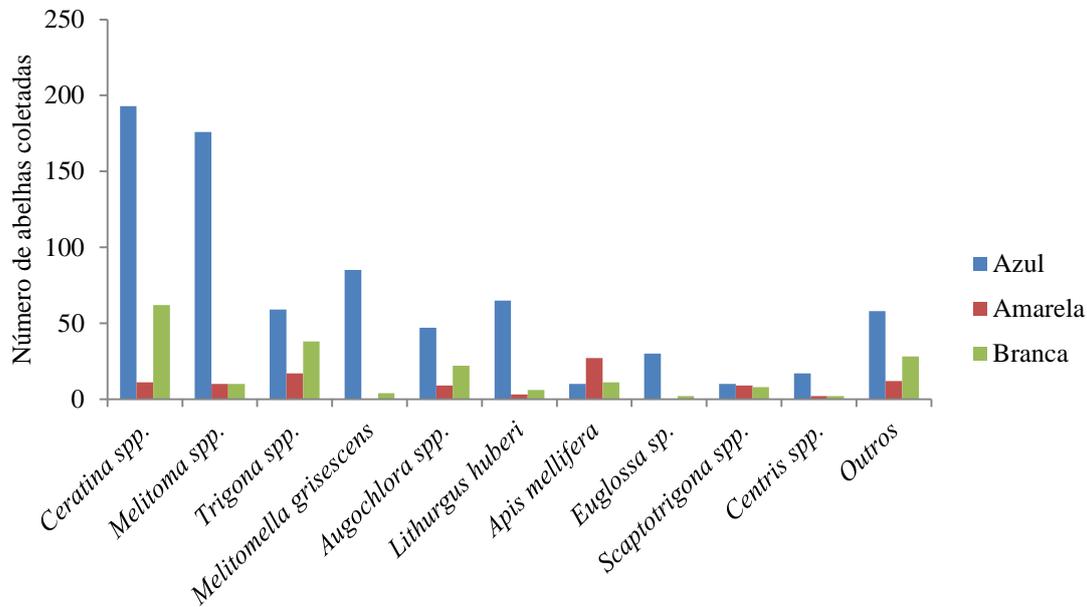
Com relação à atratividade das cores, independente da área em que estavam instaladas, a *pan trap* azul se destacou com maior representatividade (70,6%), seguida da amarela (17,5%) e do branco com apenas 9,2% dos indivíduos coletados. Entre as abelhas sociais, a maioria foi capturada nas *pan traps* amarelas e brancas (Tabela 3).

O índice de Shannon (H') encontrado para a cor branca foi o mais alto entre as três cores, ou seja, a diversidade e a riqueza de espécies coletadas nas *pan traps* brancas foi maior, seguida pela azul e amarela (Tabela 3). A cor azul apresentou a maior riqueza de espécie, mas com maior índice de dominância (D') (Tabela 3), como mostra a Figura 4, com dois gêneros dominantes (*Ceratina* e *Melitoma*). Já o índice de equabilidade de Pielou (J') foi maior na cor amarela que na azul, expressando menor uniformidade nas abundâncias das espécies de abelhas capturadas na *pan trap* de cor azul.

As espécies mais comuns entre as não sociais foram: *Melitoma* aff. *segmentaria* (Tabela 3), com 20,8% das abelhas que foram capturadas na azul, seguida da *Melitomella grisescens* com 10,8% e da *Ceratina* (*Crewella*) sp.2 com 8,3%. A abelha *Trigona spinipes* foi a mais abundante das três espécies de abelhas sociais na cor azul (Figura 4). A maioria das

abelhas sociais capturadas na cor amarela foram *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* com 27 e 17%, respectivamente.

Figura 8: Abundância dos principais gêneros sociais e não sociais coletadas nas *pan traps* azul, amarela e branca de 2011 a 2013 em áreas de cultivos de cajueiro no município de Horizonte, Ceará, Brasil.



Sete espécies não foram coletadas na cor azul, como a *Plebeia sp.*, *Xylocopa sp.1* e *sp.2*, *Centris (Centris) caxienses*, *Thectochlora alaris*, *Pseudoalgochlora sp.2* e *Megalopta sp.2*.

Os resultados deste estudo mostraram que as *pan traps* azuis são mais eficientes na captura de abelhas. Trabalhos como os de Stephen e Rao (2005 e 2007), Campbell e Hanula (2007) e Krug e Alves-dos-Santos (2008) também obtiveram resultados semelhantes. Kevan (1978) mostrou que bumblebees preferem flores que refletem a luz azul, já Leong e Thorp (1999) observaram que algumas espécies de abelhas veem a cor branca como uma tonalidade azul-esverdeada. Portanto, a atração de vários grupos de Hymenoptera para ambas as armadilhas, branca e azul, pode ser porque estas espécies destes grupos não conseguem distinguir eficientemente essas duas cores.

Porém a maioria das espécies coletadas por Vrdoljak e Samways (2012) foram em *pan traps* amarelas e brancas. Para Kevan (1983), essas cores, amarela e branca, são de alta refletância e, por isso, são frequentemente utilizadas como padrões para as *pan traps* (MATTONI *et al.*, 2000; MISSA *et al.*, 2009). Uma explicação para isso é que as cores amarela e branca têm maior contraste na vegetação e são assim, mais facilmente visualizadas

pelas abelhas durante seus voos de forrageamento (GIURFA *et al.*, 1996; NE'EMAN e KEVAN 2001). Outra justificativa é dada por Laubertie *et al.* (2006) e Wertlen *et al.* (2008) quando afirmam que as abelhas podem detectar o amarelo a uma distância maior que a cor azul.

No caso da abelha *Apis mellifera*, neste trabalho, a cor amarela foi a que atraiu mais indivíduos desta espécie, embora tenha sido encontrada nas outras cores também. Já para Giurfa *et al.* (1995), Gumbert (2000) e Lunau e Maier (1995), as cores violeta e verde foram as preferidas dessa espécie e, para Menzel (1967) e Faegri e van de Pijl, (1980), o azul-violeta e o amarelo destacaram-se como mais atrativas para essa abelha. Por outro lado, Stephen e Rao (2005) observaram *Apis mellifera* em todas as cores.

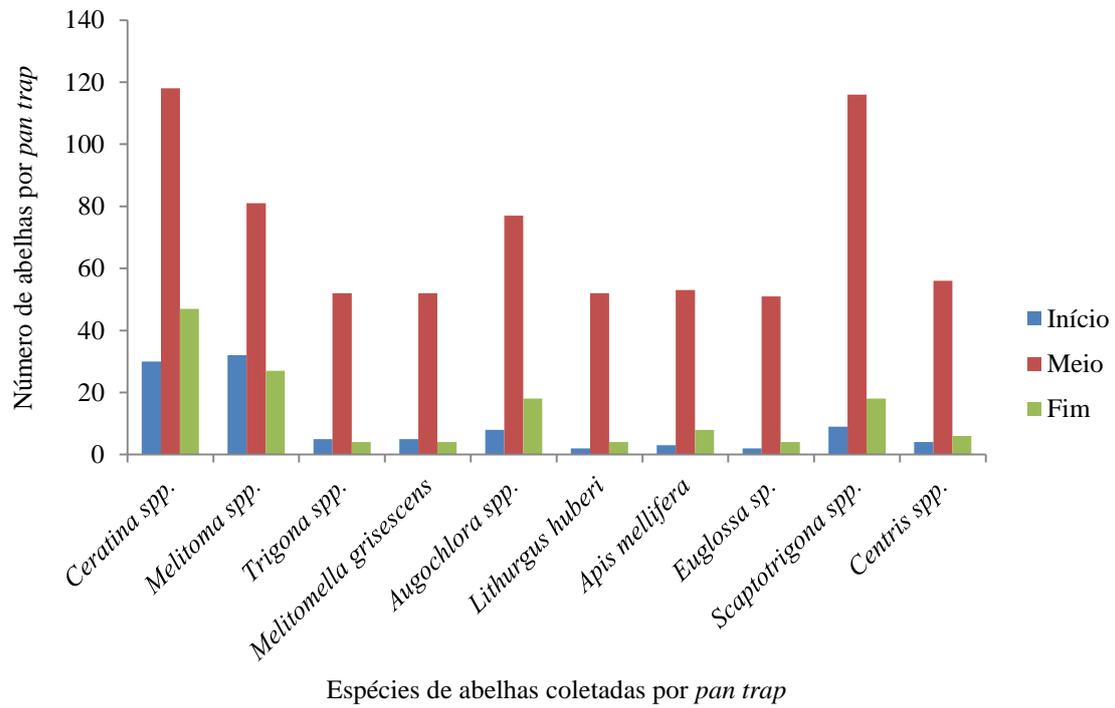
3.2. Período de floração

O número de abelhas sociais e não sociais coletadas no meio do período de florescimento do cajueiro foi maior que no início e no fim da floração, provavelmente, porque os recursos florais foram menores, nesses dois períodos, entretanto não houve diferença significativa na diversidade das abelhas entre os períodos de floração.

A *Trigona spinipes* foi mais comum no início e no fim da floração, enquanto a *Apis mellifera* foi a mais abundante no meio deste período (Figura 9).

A comparação entre o início, meio e fim da florada pode não ter apresentado diferença significativa estatisticamente por causa da diferença da altura das *pan traps* em relação às flores do cajueiro, ou pela possibilidade de ter flores mais atraentes para as abelhas que as *pan traps*. Outro motivo é que as cores das *pan traps* podem não ter atraído as espécies mais abundantes da região (CANE *et al.*, 2000). Quando os recursos florais são abundantes, as abelhas não viajam tão longe ou gastam tanto tempo à procura de recursos florais (BAUM e WALLEN, 2011). Portanto, as abelhas podem ser menos atraídas pelas *pan traps* quando os recursos florais são abundantes e é mais provável encontrar as abelhas nas *pan traps* quando os recursos florais são escassos (ROULSTON, 2007).

Figura 9: Principais espécies de abelhas sociais e não sociais coletadas em *pan traps* no início, no meio e no fim da floração de 2011 e 2012 em áreas de cultivo de cajueiro no município de Horizonte, Ceará, Brasil.



4. CONCLUSÃO

Para as condições das áreas estudadas, os resultados das coletas de abelhas com *pan traps* evidenciaram a eficiência deste método para a captura de espécies de abelhas da família Apidae, assim como espécies raras.

Nosso estudo mostrou que a riqueza de espécies na *pan trap* de cor azul foi maior e essa cor atraiu e capturou mais abelhas principalmente aquelas não sociais.

REFERÊNCIAS

- BIESMEIJER, J. C., S. P. M. ROBERTS, M. REEMER, R. OHLEMÜLLER, M. EDWARDS, T. PEETERS, A. P. SCHAFFERS, S. G. POTTS, R. KLEUKERS, C. D. THOMAS, J. SETTELE, W. E. KUNIN. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, 313(5785), p. 351–354. 2006.
- BAUM, K. A.; WALLEN, K. E. Potential Bias in *Pan trapping* as a Function of Floral Abundance. **Journal of the Kansas Entomological Society**. n. 84, p. 2, p. 155–159. 2011.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. Na Analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series B 26, n. 2, p. 211-252. JSTOR. 1964.
- CAMPBELL, J.W.; HANULA, J.L. Efficiency of Malaise traps and colored *pan traps* for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. **Journal of Insect Conservation**, n. 11, p. 399–408. 2007.
- CANE, J. H.; R. L. MINCKLEY; L. J. KERVIN. Sampling bees (Hymenoptera: Apiformes) for pollinator community studies: pitfalls of pan-trapping. **Journal of the Kansas Entomological Society**. n. 73, v. 4, p. 225–231. 2000.
- CANE, J. H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**. n. 5, v. 1. 2001.
- CHO, K., ECKEL, C.S., WALGENBACH, J.F., KENNEDY, G. G. Comparison of colored sticky traps for monitoring thrips populations (Thysanoptera; Thripidae) in staked tomato fields. **Journal of Entomology Science**. n. 30, p. 176–190. 2011.
- FAEGRI, K., L. VAN DER PIJL. **The Principles of Pollination Ecology**, 3rd ed. Pergamon Press, Oxford. 1980.
- GIURFA, M., J. NUNEZ, L. CHITTKA, R. MENZEL. Colour preferences of flower-naive honeybees. **Journal of Comparative Physiology A**. n. 177, p. 247–259. 1995.
- GUMBERT, A. Color choices by bumble bees (*Bombus terrestris*): innate preferences and generalization after learning. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. 48:36–43. 2000.
- KEARNS, C. A., D. W. INOUE, N. M. WASER. Endangered mutualisms: The conservation of plant pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics** 29:83–112. 1998.
- KEVAN, P. G. Floral Coloration, its colorimetric analysis and significance in anthecology. In **The pollination of flowers by insects**. A. J. Richards, ed. Academic Press, p. 51-78.
- KEVAN, P. G. **Floral Colours through the insect eye: What they are mean**. In: Jones, C. E.; Little, R. J. (eds.). **Handbook of Experimental Pollination Biology**. Scientific and Academic Editions. New York: Van Nostrand & Co. p. 3–25. 1983.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v.37, n.3, p.265-278, 2008.

LAUBERTIE, E.A.; WRATTEN, S.D.; SEDCOLE, J.R. The role of odour and visual cues in the pan-trap catching of hoverflies (Diptera: Syrphidae). **Annals of Applied Biology**. n. 148, p. 173-178. 2006.

LEONG, J. M. e THORP, R. W. Colour-coded sampling: the *pan trap* colour preferences of oligolectic and nonoligolectic bees associated with a vernal pool plant. **Ecological Entomology**. n. 24, p. 329-335. 1999

LUNAU, K.; E. J. MAIER. Innate colour preferences of flower visitors. **Journal of Comparative Physiology**. n. 177, p. 1–19. 1995.

LUNDBERG, J.; MOBERG. F. Mobile link organisms and ecosystem functioning: implications for ecosystem resilience and management. **Ecosystems**. n. 6, v. 1, p. 87–98. 2003.

MATTONI, R., T. LONGCORE, V. NOVOTNY. Arthropod monitoring for fine-scale habitat analysis: A case study of the El Segundo sand dunes. **Environmental Management** n. 25, p. 445–452. 2000.

MAYER, C. Does grazing influence bee diversity? In B. A. Huber, B. J. Sinclair, and K.-H. Lampe (eds.). **African Biodiversity: Molecules, Organisms, Ecosystems**, p. 173–179. Springer, New York. 443 p. 2005.

MENZEL, R. Untersuchungen zum Erlernen von Spektralfarben durch die Honigbienen (*Apis mellifica*). **Journal for Comparative Physiology**. n. 56, p. b22–62. 1967.

MISSA, O., BASSET, Y., ALONSO, A., MILLER, S.E., CURLETTI, G., DE MEYER, M., EARDLEY, C., MANSELL, M. W, WAGNER, T. Monitoring arthropods in a tropical landscape: relative effects of sampling methods and habitat types on trap catches. **Journal of Insect conservation**. n. 12, p. 130–118. 2009.

NE'EMAN, G., KEVAN, P. G. The effect of shape parameters on maximal detection distance of model targets by honeybee workers. **Journal Comp Physiol A**. n. 187, p. 653–660. 2001.

ROULSTON, T. H., S. A. SMITH, A. L. BREWSTER. A comparison of *pan trap* and intensive net sampling techniques for documenting a bee (Hymenoptera: Apiformes) fauna. **Journal of the Kansas Entomological Society**. n. 80, v. 2, p. 179–181. 2007.

STEPHEN, W. P.; RAO, S. Unscented Color Traps for Non-*Apis* Bees (Hymenoptera: Apiformes). **Journal of the Kansas Entomological Society**. n. 78, v. 4, p. 373–380. 2005.

THORP, R. W.; SHEPHERD, M. D. 2005. Profile: Subgenus *Bombus*. In Shepherd, M. D., D. M. Vaughan, and S. H. Black (eds.). Red List of Pollinator Insects of North America. CD-ROM. Version 1. Portland, OR. **The Xerces Society for Invertebrate Conservation**. 2005

TOLER, T. R.; EVANS, E. W.; TEPEDINO, V. J. Pan-trapping for bees (Hymenoptera: Apiformes) in Utah's West Desert: the importance of color diversity. **Pan-Pacific Entomologist**. n. 81, v. 3/4b, p. 103–113. 2005.

VANENGELSDORP, D., R. UNDERWOOD, D. CARON, J. HAYES, JR. An estimate of managed colony losses in the winter of 2006–2007: A report commissioned by the Apiary Inspectors of America. **American Bee Journal**. n. 147, v.7, p. 599–603. 2007.

VRDOLJAK, S. M.; SAMWAYS, M. J. Optimising coloured pan traps to survey flower visiting insects. *Journal of Insect Conservation*. V. 16, n. 3, p 345-354. 2012.

WERTLEN, A. M., NIGGEBRÜGGE, C., VOROBYEV, M., HEMPEL de IBARRA, N. Detection of patches of coloured discs by bees. **Journal Exp Biol**. n. 211, p. 2101–2104. 2008.

WILSON, J. S., T. GRISWOLD, O. J. MESSINGER. Sampling bee communities (Hymenoptera: Apiformes) in a desert landscape: are *pan traps* sufficient? **Journal of the Kansas Entomological Society**. n. 81, v. 3, p. 288–300. 2008.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo, apesar de ter demonstrados grande abundância e riqueza de espécies de abelhas dentro dos fragmentos vegetais, deixou evidente a necessidade de novos monitoramentos nas áreas com maior número de *pan traps* por área, mais áreas próximas e distantes dos fragmentos e mais distâncias dos fragmentos vegetais.

Dentre as espécies de abelhas monitoradas, a maioria foi de abelhas não sociais, que tem raio de voo menor que as das sociais e não dependem de uma área bem preservada.

A fragmentação das áreas nativas pode levar à redução da biodiversidade através da eliminação ou diminuição de populações, do desequilíbrio ecológico e da destruição ou degradação dos habitats.

Uma ação de manejo adequada para essas áreas seria o enriquecimento dos fragmentos com o plantio de espécies nativas arbóreas e arbustivas com o objetivo de aumentar a biodiversidade local, principalmente nas bordas. Apesar de não ter um registro das espécies vegetais que formavam os fragmentos, verificamos poucas espécies visitadas pelas abelhas. Existe a preocupação com a conservação das áreas naturais, manutenção da fauna e flora nativa. O maior desafio é equilibrar as necessidades humanas aos serviços ecossistêmicos, uma vez que ambos visam o bem estar humano.