



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

ABELHAS VISITANTES FLORAIS, POTENCIAIS POLINIZADORAS DO
ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) EM CULTIVO AGROECOLÓGICO.

VALDENIO MENDES MASCENA
Tecnólogo em Recursos Hídricos/ Irrigação

FORTALEZA – CE

2011

VALDENIO MENDES MASCENA
Tecnólogo em Recursos Hídricos/ Irrigação

ABELHAS VISITANTES FLORAIS, POTENCIAIS POLINIZADORAS DO
ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) EM CULTIVO AGROECOLÓGICO.

Orientador: Prof. Ph D. Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA – CE

2011

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade. A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Valdenio Mendes Mascena

Dissertação aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA:

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

Prof. Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino
Universidade Federal do Ceará

Dra. Raquel Andrea Pick
Universidade Federal do Ceará – UFC/PNPD/PPGERN

M358a Mascena, Valdenio Mendes
Abelhas visitantes florais, potenciais polinizadoras do algodoeiro
(*Gossypium hirsutum* L.) em cultivo agroecológico / Valdenio Mendes
Mascena. – 2011.
101 f. : il. color., enc.

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas
Área de concentração: Abelhas e Polinização
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências Agrárias. Depto. de Zootecnia, Fortaleza, 2011.

1. Fertilização de plantas 2. Abelha 3. Algodoeiro – Polinização por
inseto 4. Algodão I. Freitas, Breno Magalhães (Orient.) II. Universidade
Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia III. Título

CDD 636.08

Com muito carinho **Dedico**

Ao Deus Criador pelo milagre da vida.

Aos meus pais Maria Mendes e Raimundo Mascena pelo esforço em educar seus filhos.

A minha irmã Aldenia Mendes e cunhado Cicero Almeida por todo o apoio que me concederam.

A minha irmã Valdenia Mendes e sobrinha Sofia Mendes pela amizade e amor.

A minha esposa Luana Alves pela certeza de que mesmo na impossibilidade de sua presença física ao meu lado, nunca me deixará sozinho.

Ao amigo João Felix e toda a sua família pela confiança e ajuda.

As amigas abelhas que tornaram esse trabalho possível intenso e gratificante.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal do Ceará, que através do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, possibilitou a realização da presente dissertação.

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida.

A ONG. Centro de Pesquisa e Assessoria ESPLAR pelo apoio na escolhas das áreas estudadas.

Ao amigo produtor João Felix e toda a sua família por ter me acolhido e apoiado durante a coleta de dados em seus cultivos, mas principalmente pelo ensinamento de que não devemos pensar no eu, mas em nós.

Ao meu orientador Professor Breno Magalhães Freitas, pela paciência, orientação, incentivo, amizade, confiança e conhecimentos transmitidos no decorrer do curso.

Ao Professor Társio Thiago Lopes Alves que me apresentou o mundo da pesquisa acadêmica e que se tornou um eterno mestre e amigo.

Ao companheiro Sérgio Pinheiro por toda a ajuda prestada durante a coleta de dados.

A Dr. Raquel Pick pelas valiosas sugestões e contribuições a esta pesquisa.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino pelo auxílio na melhoria deste trabalho.

Aos professores Dra. Favízia de Oliveira Freitas da Universidade Federal da Bahia - BA e Dr. Fernando Zanella, da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba - PB, pela identificação das abelhas.

A todos os colegas do Grupo de Pesquisa em Abelhas, em especial a Abreu Neto, Michele oliveira, Rômulo Rizzardo, Patrícia Andrade, Isac Bomfim, Mikail Olinda, Marcelo Milfont, Marcelo Casimiro, Epifânia Rocha e Davi Silva pela amizade e incentivo.

Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação reflexão.

Paulo Freire

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELA.....	XI
RESUMO GERAL.....	XIII
ABSTRACT	XIV
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
CAPÍTULO I.....	3
Referencial Teórico	3
1 - REFERENCIAL TEÓRICO	4
1.1 - O serviço ecossistêmico prestado pelas abelhas	4
1.2 - A biodiversidade de abelhas nos agroecossistemas	6
1.3 - O declínio dos polinizadores	7
1.4 - O Cultivo agroecológico e as abelhas	8
1.5 - A Cultura do algodão	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO II.....	23
Diversidade e abundância de abelhas visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico no município de Choró – CE.....	23
RESUMO	24
1 - INTRODUÇÃO	26
2 - MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1- Área experimental	27
2.1.1 - Localização.....	27
2.1.2 – Características edafoclimática da região	28
2.1.3 - Estado de conservação do entorno das áreas.....	28
2.1.4 - Implantação da cultura	30

2.2 - Coleta dos visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA – 7MH) em cultivo agroecológico.....	31
2.3 - Análise dos dados.....	31
2.3.1 - Estimativa da diversidade.....	31
2.3.2 - Equabilidade.....	32
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.1 - Abelhas coletadas com rede entomológica em visita as flores do algodoeiro	33
3.2 - Abelhas coletadas com uso de armadilhas <i>pan traps</i> em cultivos agroecológicos do algodão	39
3.3 - Índices de riqueza, diversidade e abundância de abelhas visitantes florais do algodão...41	
4 - CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPÍTULO III	51
Frequência e comportamento de forrageio de abelhas visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico no município de Choró, CE.	51
RESUMO	52
1 - INTRODUÇÃO	54
2 - MATERIAL E MÉTODOS	55
2.1 - Área experimental	55
2.2 - Frequência e comportamento de pastejo de abelhas visitantes florais do algodoeiro.....	55
2.3 - Análise dos dados.....	55
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
3.1 - Frequência de abelhas visitantes florais do algodoeiro.....	56
3.2 – Comportamento de forrageio de abelhas nas flores do algodoeiro	61
4 - CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

CAPÍTULO IV	75
Biologia floral e requerimentos de polinização do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) cv. CNPA - 7MH em cultivo agroecológico no município de Choró, CE.	75
RESUMO	76
1 - INTRODUÇÃO	78
2 - MATERIAIS E METODOS	79
2.1 - Área experimental	79
2.2 - Biologia Floral	79
2.3 - Requerimento de Polinização.....	79
2.4 - Análises dos dados	80
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
3.1 - Biologia floral do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) cv. CNPA - 7MH.....	81
3.2 - Requerimento de polinização algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico	84
4 - CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1- Mapas do Brasil, estado Ceará e município de Choró, destacando as áreas de cultivo agroecológico de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> cv CNPA -7MH). Choró, CE.	27
Figura 2 - Borda oeste do plantio agroecológico de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA – 7MH) da área I com vegetação rala e em descanso há três anos. Choró, CE.	28
Figura 3 - Árvores de nim indiano (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss) no plantio agroecológico de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA – 7MH) da área I. Choró, CE.	29
Figura 4 – Borda oeste do plantio agroecológico de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA – 7MH) da área II com vegetação nunca trabalhada. Choró, CE.	29
Figura 5 – Borda sul do plantio agroecológico de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA – 7MH) da área II em descanso há sete anos. Choró, CE.	29
Figura 6 - Linhas de plantio agroecológico de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA – 7MH) em curva de nível na área I. Choró, CE.	30
Figura 7 – Leira de resto cultural entre as linhas do plantio agroecológico de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA – 7MH) da área I. Choró, CE.	30
Figura 8 – Número de indivíduos e de espécies de abelhas por família, coletados visitando as flores do algodoeiro em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.	34
Figura 9 - Abundância das abelhas visitantes florais do algodoeiro em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.	35
Figura 10 – Gráfico da frequência média ao longo do dia de visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico na área I. Choró, CE.	59
Figura 11 – Gráfico da frequência média ao longo do dia de visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico na área II. Choró, CE.	59
Figura 12 – <i>Apis mellifera</i> pousada em folha do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico para descartar o pólen aderido ao corpo durante visita às flores. Choró, CE.	62
Figura 13- <i>Lithurgus humberi</i> coletando pólen do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.	63
Figura 14- Escopa ventral de <i>Lithurgus huberi</i> com pólen do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.	63

- Figura 15** - Machos de *Lithurgus huberi* em posição de guarda sobre o estigma da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE 64
- Figura 16** - Casal de *Lithurgus huberi* copulando na flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE. 65
- Figura 17** - Casal de *Lithurgus huberi* copulando na bráctea da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE. 65
- Figura 18** – Indivíduo de Halictidae coletando pólen do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE. 66
- Figura 19** – Indivíduo de Halictidae coletando néctar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE. 67
- Figura 20** – Indivíduo de Halictidae expondo a probóscide após coleta de néctar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE. 67
- Figura 21** – Ciclo da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), em cultivo agroecológico. Choró, CE. **A** - Botão floral fechado às 5h; **B** - Botão floral iniciando a antese às 6h; **C** - Flor com pequena abertura suficiente a entra de visitantes às 7h; **D** – Flor completamente aberta às 8h; **E** - Flor com cor rósea às 14h. **F** - Flor murcha às 17h. 81
- Figura – 22** Anteras da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), em cultivo agroecológico, iniciando a deiscência às cinco horas. Choró, CE. 82
- Figura 23** – Grande liberação de pólen da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), em cultivo agroecológico às nove horas. Choró, CE. 82
- Figura 24** – Teste do peróxido de hidrogênio na flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), em cultivo agroecológico. Choró, CE. **A** – administração do peróxido no estigma. **B** – detalha da formação de bolhas no estigma. 83

LISTA DE TABELA

	Pág.
Tabela 1- Espécies de abelhas visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) coletadas com rede entomológica em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.	33
Tabela 2 – Espécies de abelhas capturadas com armadilhas <i>pan traps</i> em duas áreas de cultivo agroecológico do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> cv CNPA - 7MH). Choró – CE.	39
Tabela 3 - Número de indivíduos coletados em função da cor da <i>pan trap</i> : Amarela (Am), Azul (Az) e Branca (Br), em duas áreas de cultivo agroecológico do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> cv CNPA -7MH). Choró – CE.	40
Tabela 4 - Número de indivíduos coletados por localização das <i>pan traps</i> , em duas áreas de cultivo agroecológico do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> cv CNPA -7MH). Choró – CE.	40
Tabela 5 - Índices de riqueza, diversidade e abundância de abelhas visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA -7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.	42
Tabela 6 - Frequência média de abelhas visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) ao longo do dia em cultivo agroecológico da área I. Choró, CE.	56
Tabela 7 - Frequência média de abelhas visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) ao longo do dia em cultivo agroecológico da área II. Choró, CE.	56
Tabela 8 - Frequência média de atividade de <i>Apis mellifera</i> ao longo do dia, visitando flores do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.	57
Tabela 9 - Frequência média de atividade de <i>Lithurgus huberi</i> ao longo do dia, visitando flores do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.	57
Tabela 10 - Frequências médias de atividade dos indivíduos de Halictidae ao longo do dia, visitando flores do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.	57
Tabela 11 - Frequências médias de atividade dos indivíduos da Tribo Ceratinini ao longo do dia, visitando flores do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.	58

Tabela 12 – Resultados dos testes de polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cv. CNPA - 7MH, em cultivo agroecológico. Choró, CE. 84

RESUMO GERAL

O presente trabalho foi realizado no mês de Julho de 2010 no município de Choró – CE, objetivando estudar as abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH), em dois plantios agroecológicos. Para tanto, avaliaram-se a diversidade destes insetos nas duas áreas, suas frequências, comportamentos de forrageio e potencial polinizador da cultura, bem como estudaram-se a biologia floral e os requerimentos de polinização da cultivar CNPA – 7MH. Vinte e três espécies de abelhas visitaram as flores do algodoeiro, mas *Apis mellifera* L. não foi coletada. Entre as 22 espécies coletadas, onze foram comuns às duas áreas, quatro exclusivamente na área I e sete apenas na área II. Na área I as famílias mais representadas em quantidade de espécies foram Apidae e Halictidae, com 46,67% cada uma. A menos representada foi Megachilidae, com 6,67% das espécies. Na área II, Halictidae foi a mais representada, com 66,67% das espécies, seguida de Apidae, com 27,78%, sendo Megachilidae a menos representada com 5,56%. Quanto ao número de indivíduos, a família mais abundante na área I foi Apidea com 48,00% dos indivíduos, seguida de Megachilidae com 32,00% e Halictidae com 20,00%. Na área II, Apidea também foi a mais abundante, com 39,62% dos espécimes, seguida por Halictidae com 35,85% e Megachilidae com 24,53%. Os índices de diversidade (Shannon-Weaver) de abelhas visitantes florais do algodoeiro apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as áreas. As observações de frequência e comportamento de forrageio mostraram que apenas *A. mellifera* L., *Lithurgus huberi* Ducke e espécies de Halictidae e Ceratinini quando agrupadas apresentaram atividade expressiva. Os resultados mostraram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) para as frequências de visitação entre as abelhas e entre as áreas ao longo do dia. As observações da biologia floral da cultivar mostraram que a antese das flores acontecia a partir das 7:00h e os estigmas se mostravam receptivos no momento da antese e durante toda a manhã. No que se refere aos requerimentos de polinização observou-se que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) para os tratamentos, com a polinização livre e a cruzada manual não diferindo entre si, mas ambas vingando significativamente mais frutos que a autopolinização manual e a polinização restrita. Concluiu-se que a expressiva riqueza de abelhas visitantes florais do algodoeiro nas áreas estudadas foi influenciada pelo sistema de cultivo agroecológico e conservação dos entornos dos plantios e que apesar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) ser uma espécie autógama, de autopolinização espontânea e capaz de produzir colheitas economicamente viáveis independentemente de agentes polinizadores bióticos, estes são capazes de promover polinização cruzada e contribuir para incrementos na polinização desta cultura. Além disso, o cultivo de algodão agroecológico mostrou-se importante para *Lithurgus huberi* como fonte de alimento, mas também como local de descanso, abrigo e acasalamento, sendo necessário investigar os impactos negativos de cultivos tradicionais de algodão sobre as populações dessa e de outras espécies de abelhas solitárias.

Palavras chaves: Algodão, polinização, visitantes florais.

ABSTRACT

This study was conducted in July 2010 in the town of Choró- CE, to evaluate the bees visiting the flowers of cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) in two agroecological crops. To do so, assessed the diversity of insects in two areas, their frequency, foraging behavior and potential pollinators of the culture, and studied the floral biology and pollination requirements of the specie CNPA - 7mH. Twenty-three species of bees visited the flowers of cotton, but *Apis mellifera* L. was not collected. Among the 22 species collected, eleven were common to both areas, only four in Area I and Area II in only seven. In area I the most represented families in number of species were Apidae and Halictidae, with 46.67% each. The least represented was Megachilidae, with 6.67% of the species. In Area II, Halictidae were the most represented, with 66.67% of the species, followed by Apidae, with 27.78%, and Megachilidae the least represented with 5.56%. Regarding the number of individuals, the most abundant family in the area I was APID with 48.00% of the subjects, followed by Megachilidae Halictidae with 32.00% and 20.00%. In Area II, APID was also the most abundant, with 39.62% of the specimens, followed by the Halictidae with 35.85% and Megachilidae with 24.53%. Diversity indices (Shannon-Weaver) of bees visiting the flowers of the cotton plant showed significant difference ($p < 0.05$) among the areas. The observations of frequency and foraging behavior showed that only *A. mellifera* L., *Lithurgus huberi* Ducke and species of Halictidae Ceratinini when grouped and presented expressive activity. The results showed statistical differences ($p < 0.05$) for the frequency of visitation among the bees and among the areas throughout the day. Observations of floral biology of the specie have shown that the anthesis flowers occurred from 7:00 pm and the stigmas were receptive at the time of anthesis and throughout the morning. Concerning to the requirements of pollination it was observed that there were significant differences ($p < 0.05$) for the treatments, with free pollination and manual cross they did not differ from each other, but both avenging significantly more fruit than the manual self-pollination and restricted pollination. It was concluded that the expressive richness of bees visiting the flowers of the cotton areas was influenced by the agro-ecological cropping system and conservation of areas surrounding the plantations and that although the plantations of cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) is an autogamous species, spontaneous self-pollination is able to produce economically viable crops regardless of biotic pollinators, they are able to promote cross-pollination and contribute to increases the pollination of this crop. In addition, the cultivation of agroecological cotton proved being important for *Lithurgus huberi* as a food source but also as a place of rest, shelter and mating, being necessary to investigate the negative impacts of traditional crops of cotton on populations of this and other solitary bee species.

Keywords: Cotton, pollination, flower visitors.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A polinização, processo de transferência dos grãos de pólen das anteras para o estigma, é importante não somente para a reprodução das plantas, mas também, para a produção de alimentos e a manutenção da rede de interações entre animais e plantas, constituindo um serviço ecossistêmico básico. A maioria das plantas cultivadas de interesse econômico, para frutos, sementes, fibras e demais produtos, é dependente quase que exclusivamente da polinização por insetos, entre os quais, se destacam as abelhas como o principal táxon de polinizadores.

Mesmo culturas que apresentam autopolinização, podem se beneficiar pela polinização cruzada realizada por insetos, contribuindo para aumentar a produtividade, como por exemplo, a canola (*Brassica napus*, Brassicaceae), girassol (*Helianthus annuus*, Asteraceae) e soja (*Glycine max*, Fabaceae) (Klein et al., 2007). Outro bom exemplo deste caso é o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), que embora seja uma cultura autofértil e capaz de se autopolinizar, as abelhas são seus principais agentes polinizadores, responsáveis por sua polinização cruzada, podendo maximizar a produção da cultura e aumentar a qualidade da fibra.

Todavia, o tamanho e o ambiente em volta das áreas cultivadas com algodoeiro, assim como a intensidade da utilização de pesticidas na cultura e vizinhanças são fatores determinantes sobre a fauna de abelha encontrada visitando as flores, podendo interferir negativamente na abundância e diversidade das mesmas quando não apresentarem condições favoráveis a sua manutenção (FREE, 1976; MCGREGOR, 1976; ERICKSON, 1983; SILVEIRA, 2003; SILVA, 2007; CARDOSO et al., 2007; MARTINS et al., 2008; PIRES et al., 2008). Nesse caso, o cultivo agroecológico poderia ser uma alternativa para evitar os efeitos danosos dos pesticidas sobre os polinizadores potenciais do algodoeiro.

Atualmente, o Nordeste brasileiro vem se restabelecendo como grande produtor de algodão. Segundo estimativas da CONAB (2011), na safra 2010/2011 foram plantados 439,7 mil hectares da cultura na região, o que deverá render 1.664.600 toneladas de algodão em caroço. A retomada da produção do algodão no Nordeste tem se dado principalmente com o fortalecimento de núcleos de agricultores familiares produtores de algodão branco e colorido em sistema orgânico ou agroecológico, que escoam sua produção mediante contrato de venda a preço justo, apoiados na gestão associativa (CARTAXO et al., 2008).

Economicamente a cultura apresenta grande importância, gerando lucro não apenas pela fibra empregada na indústria têxtil, mas também pela utilização na fabricação de

óleo para alimentação humana, na produção do farelo de algodão para ração animal e mais recentemente com a instalação do parque Brasileiro de produção do biodiesel, o caroço do algodão passa a também ser utilizado como matéria prima na produção de bicomcombustível (MALERBO & COUTO, 1990; BIONDI et al., 2011).

Diante do exposto, tonar-se imperativo a necessidade de pesquisas que avaliem práticas de cultivo menos agressiva aos polinizadores e que possam identificar novas espécies que realizem a polinização dessa cultura, alavancando ainda mais a sua produção de forma sustentável. Portanto, o presente trabalho se propõe a investigar as abelhas visitantes florais do algodoeiro e os potenciais polinizadores da cultura sob condições de cultivo agroecológico no semi-árido nordestino.

CAPÍTULO I
Referencial Teórico

1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 - O serviço ecossistêmico prestado pelas abelhas

Para sua sobrevivência, o homem necessita de vários recursos e processos chaves providos pelo ecossistema, dentre eles pode-se citar: a formação do solo, a reciclagem dos nutrientes, a provisão de alimentos, a dispersão de sementes, o controle de pragas, a regulação climática e a polinização dos cultivos. A vida no planeta Terra está intensamente relacionada à contínua capacidade de provisão desses serviços ecossistêmicos e a demanda humana pelos mesmos vem crescendo rapidamente. A competência do ecossistema em fornecê-los vem sendo limitada e até ultrapassada em muitos casos, e cada vez mais ameaçada pelo próprio homem (DAILY, 1997; COSTANZA et al., 1997; DeGROOT et al., 2002; MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

A polinização é considerada um processo ecológico chave para a manutenção da diversidade. Conceitualmente trata-se da transferência dos grãos de pólen, (gametas masculinas), das anteras das flores onde são produzidos para o estigma, (receptor feminino). Contudo, como não podem se deslocar em busca de parceiros sexuais, na maioria das vezes os vegetais necessitam de um agente externo intermediário para realizá-la. Estes podem ser o vento, a água, a gravidade e os seres vivos (CORBET, et al, 1991; FREITAS, 1995; MALERBO-SOUZA, et al., 2008).

Este processo é essencial para a reprodução cruzada dos vegetais superiores, sendo necessário a germinação do pólen e conseqüente fecundação dos óvulos que originam as sementes, assegurando uma próxima geração. Constituindo-se importante conquista evolutiva, ao ter possibilitado novas combinações genéticas, impedindo a homozigose e proporcionando, as resistências necessárias para transpor as condições ambientais adversas. Contribuiu ainda para maior produção de frutos e sementes, tornando-se indiretamente, responsável pela existência de outras guildas de seres vivos que dependem dos recursos vegetais, tais como herbívoros, predadores de sementes e polinizadores (FREITAS, 1995; KEVAN & VIANA, 2003; KREMEN, 2004; KREMEN, 2005; KREMEN & OSTFELD, 2005; BEGON, 2006; LOSEY & VAUGHAN, 2006, POTTS et al., 2006, KLEIN et al., 2007; KREMEN et al., 2007).

A polinização das culturas agrícolas realizadas pelos animais nativos é um exemplo de serviço chave proporcionado pelo ecossistema, e sua ausência afetaria negativamente a reprodução sexuada e a diversidade genética das plantas, além de

comprometer a produção agrícola e conseqüentemente a de alimentos e outros produtos relacionados como óleos e fibras vegetais (BUCHMANN & NABHAN, 1996; KLEIN et al., 2007). Das 250.000 espécies de angiospermas estimadas, aproximadamente 90% são polinizadas por animais (COSTANZA et al., 1997, NABHAN & BUCHMANN, 1997; KEARNS et al., 1998; KEVAN & IMPERATRIZ-FONSECA, 2002). Recentemente, Klein et al., (2007) estudaram dados de 200 países e concluíram que a produção de frutas, vegetais e sementes de 86 das culturas globais mais importantes dependem da polinização por animais, enquanto que apenas 28 não dependem.

Devido à eficiência e disponibilidade dos insetos na natureza, a entomofilia tornou-se a forma de polinização mais importante. A maioria das plantas cultivadas de interesse econômico, para frutos, sementes, fibras e demais produtos, é dependente quase que exclusivamente da polinização por insetos. Dentre o grupo dos insetos as abelhas são consideradas como os principais agentes polinizadores, estima-se que das espécies vegetais cultivadas no mundo aproximadamente 75% são polinizadas por elas (McGREGOR, 1976; NABHAN & BUCHMANN, 1997; FAO, 2004; RICKETTS et al., 2008).

A eficiência polinizadora das abelhas esta relacionada a adaptações morfológicas para coleta de pólen adquiridas durante um longo período de co-evolução com os vegetais, a dependência em visitar grande quantidade de flores para obter este recurso que é usado na alimentação das suas crias, a fidelidade às espécies vegetais e a rapidez na coleta. Enquanto as demais espécies de polinizadores só visitam as flores para suprirem as necessidades alimentares imediatas (FREE, 1993; SHIPP et al., 1994; SOMMEIJER, 2010).

Tendo em vista toda essa eficiência algumas espécies de abelhas passaram a ser manejadas pelo homem para realizarem a polinização de culturas agrícolas: *Apis mellifera*, nas mais diversas culturas (DELAPLANE & MAYER, 2000); as mamangavas (especialmente *Bombus terrestris*) nos cultivos de solanáceas, e na polinização de trevos (*Trifolium spp*) (O'TOOLE, 1993; BOSCH & KEMP, 2002); espécies do gênero *Osmia*, em plantações de maçã e outras frutíferas (BOSCH & KEMP, 2002); *Megachile rotundata* na polinização da alfafa (RICHARDS, 2001), *Nomia melanderi* e *Rhopitoides canus*, utilizadas na polinização da alfafa (ROUBIK, 1989). Contudo, se o ecossistema fosse capaz de oferecer a biodiversidade de polinizadores necessários à polinização eficiente das culturas, os agricultores teriam um serviço gratuito sem a necessidade de gastos para realização artificial desse serviço ou com a introdução de espécies manejadas (DAILY, 1997).

1.2 - A biodiversidade de abelhas nos agroecossistemas

A biodiversidade é constituída pelo número de espécies de uma determinada área, incluindo a diversidade genética e ecológica (ALTIERI et al., 2003). Muitos dos alimentos e da manutenção das populações mundiais dependem da gestão sustentável de vários recursos biológicos que são importantes para a agricultura. A biodiversidade agrícola ou agrobiodiversidade é um subgrupo da biodiversidade, resultado da interação entre o ambiente, os recursos genéticos, os sistemas de gestão e as práticas utilizadas pelas populações, resultando em diferentes formas de utilização da terra e água para a produção (FAO, 2011a). Sendo o resultado dos processos de seleção natural e da seleção realizada pelos agricultores, criadores de gado e pescadores ao longo de milênios. A agrobiodiversidade conglopera a variedade e a diversificação dos animais, plantas e microorganismos utilizados diretamente (alimentação, forragem, fibra, combustível e fins terapêuticos) ou indiretamente (microorganismos terrestres, predadores, polinizadores) na agricultura e alimentação (FAO, 2011b).

Segundo Altieri et al. (2003), sempre que ações levam à simplificação biológica, serviços ecológicos são perdidos e os custos econômicos e ambientais resultantes são altos. De fato, a partir da década de cinquenta, a humanidade em busca de maiores produtividades iniciou um processo de modernização agrícola que proporcionou profundas alterações nas dinâmicas da agrobiodiversidade. O agroecossistema passou a ser cada vez mais simplificado, com baixos índices de biodiversidade e baixa eficiência energética, tornando-se mais susceptível ao ataque de pragas e doenças, e extremamente dependente dos agroquímicos para sustentar sua produtividade.

As práticas agrícolas modernas limitam os recursos florais, que seriam fontes de alimentação alternativas para as abelhas no período em que as culturas não estão florescendo, reduzem os substratos de nidificação, ou mesmo as matam diretamente. Por isso mesmo com todo o desenvolvimento das técnicas de cultivo a polinização insuficiente pode constituir um fator limitante na produção agrícola (COUTO, 1998; FREITAS, 1998; FAO, 2004; WINFREE et al., 2007; AIZEN et al., 2008, 2009).

Com o aumento no tamanho das áreas de monoculturas e a intensificação de práticas de exploração agrícola como o revolvimento do solo, remoção dos restos de vegetação e uso intensivo de agroquímicos, as últimas décadas registraram a diminuição no número e na diversidade das abelhas presente nos agroecossistemas. O que conseqüente levou

a déficits de polinização das culturas agrícolas e mostrou a importância dos polinizadores e de seus serviços (COUTO, 1998; FREITAS, 1998; KEARNS et al., 1998; ROUBIK, 2001).

1.3 - O declínio dos polinizadores

Dentre as várias causas responsáveis pelo declínio de polinizadores nas áreas agrícolas, destacam-se as alterações nas paisagens circundantes aos cultivos e o uso abusivo de pesticidas (FREITAS et al., 2009). A fragmentação e a degradação dos habitats naturais ou semi-naturais próximos aos cultivos são prejudiciais para a comunidade de abelhas, à medida que provocam a perda ou dissociação dos recursos alimentares e de nidificação (CANE, 2001; KREMEN et al., 2002, KREMEN, 2004; STEFAN-DEWENTER et al., 2002, POTTS et al., 2005; LARSEN et al., 2005; CANE et al., 2006; KREMEN et al., 2007).

A abundância e a riqueza local das espécies de abelhas estão diretamente relacionadas à diversidade de recursos alimentares e a existência de locais adequados para nidificação. A redução desses substratos promove tanto o desaparecimento local de certas espécies, como força a adaptação de outras espécies a nidificar em substrato não usual (TSCHARNTKE et al., 1998; CANE, 2001; SEELEY, 2006, KREMEN et al., 2007, RICKETTS et al., 2008). Ricketts et al. (2008) realizou uma avaliação do impacto da paisagem circundante aos cultivos na polinização agrícola apontando um declínio nas taxas de visita dos polinizadores com o aumento da distância dos seus habitats, demonstrando uma relação negativa entre a destruição de áreas naturais próximas aos agroecossistema e os serviços de polinização.

Outro fator relacionado ao manejo não sustentável dos agroecossistemas, considerado como dos mais danosos às abelhas é o uso dos pesticidas. Os herbicidas reduzem os locais de nidificação e o número de flores silvestres, fornecidos por plantas consideradas daninhas, que serviriam de estações de refúgio e alimentação alternativa para os polinizadores, no período em que a cultura não estivesse em floração. Alguns fungicidas apresentam ação repelente, reduzindo o número de visita às flores das culturas agrícolas. Os inseticidas por sua vez quando em contato com as abelhas ou as matam diretamente ou causam mudanças no comportamento, provocando a desorientação e diminuição da atividade de polinização (GRANT, 1982; SOLOMON, 1989; FREE, 1993; OSBORNE et al., 1991; FREITAS et al., 2009).

O declínio na disponibilidade dos polinizadores pode causar um déficit de polinização, os grãos de pólen não seriam transportados adequadamente, reduzindo o número de frutos, sua qualidade e também o número de sementes (KALINGANIRE et al., 2001; DeMARCO & COELHO, 2004). Mesmo em ecossistemas naturais, déficits de polinização se tornaram comuns, devido fatores ecológicos contemporâneos como a presença de outras espécies florindo no local, reduções na população da espécie da planta, perda de polinizadores, maior disponibilidade dos outros recursos (que deixam de ser limitantes), ausência de inimigos naturais (que podem ser limitantes), fragmentação do habitat e a introdução de outras espécies de plantas ou de polinizadores, dentre outros. Logo, se entende que esse declínio tem sido causado principalmente pelo uso não-sustentável dos ecossistemas (AIZEN & FEINSINGER, 1994; KEVAN, 1999; KNIGHT et al., 2005).

Aizen et al. (2009) demonstraram que a agricultura de países tropicais, em especial na região Neotropical, necessita cada vez mais de polinizadores, e que o declínio destes agentes vai trazer como resultado, um aumento na área plantada para compensar o decréscimo na produtividade. O problema maior é que conhecemos pouco sobre a criação e multiplicação de polinizadores nativos, para permitir o uso agrícola, sendo esta uma prioridade para novos estudos (AIZEN & HARDER, 2009).

1.4 - O Cultivo agroecológico e as abelhas

A agricultura moderna é caracterizada pela busca constante do incremento produtivo por meio da utilização da mecanização, irrigação, adubação química e aplicação de pesticidas, aliadas ao melhoramento dos genótipos vegetais (ZILLI et al., 2003). Contudo, os aparentes sucessos desse modelo agrícola vêm minando suas próprias bases de sustentação. Para obter resultados ascendentes, o modelo agrícola dominante exauriu os recursos naturais dos quais depende provocando impactos alarmantes e a degradação excessiva dos agroecossistemas (GLIESSMAN, 2001).

Muitas dessas características associadas à agricultura moderna fazem dos agroecossistemas habitat pobres para abelhas nativas e outros polinizadores uma vez que não fornecem todos os recursos necessários para sua sobrevivência, como locais para nidificação e recursos alimentares (COUTO, 1998; FREITAS, 1998; KREMEN et al., 2002; FAO, 2004; WINFREE et al., 2007; AIZEN et al., 2009). Avaliando essa situação, Gaglianone et al. (2010), alertam que para garantir os serviços de polinizadores em agroecossistemas, é

importante identificar práticas que minimizem os efeitos das alterações ambientais sobre as fontes alimentares e os locais de nidificação dos polinizadores, como a conservação de habitats naturais próximas às lavouras. Contudo, apenas a conservação de fragmentos próximos aos cultivos podem não ser o suficiente para a manutenção do serviço ecossistêmico da polinização. Nesta perspectiva, evidencia-se a necessidade de avaliação de novas técnicas de produção agrícolas, buscando mitigar impactos negativos nos agroecossistemas, a exemplo das práticas agroecológicas.

Segundo (LEFF, 2002), a agroecologia surgiu da interação entre os produtores, pesquisadores e professores mais comprometidos com a busca de estratégias sustentáveis de produção. As unidades fundamentais nos estudos agroecológicos são os agroecossistemas, nos quais ocorrem, as transformações energéticas, os ciclos minerais, os processos biológicos e as relações sócio-econômicas, todos analisados em seu conjunto. Sob o ponto de vista da pesquisa, os objetivos não são a maximização da produção numa atividade particular, mas a otimização do agroecossistema como um todo. Este enfoque vem se consolidado a partir da utilização de práticas culturais que minimizam a dependência pelos produtos químicos, buscam a conservação da agrobiodiversidade e enfatizam as interações ecológicas entre os componentes biológicos, proporcionando, mecanismos para que os sistemas apresentem sua própria manutenção e sustentabilidade (ALTIERI, 1989; ALTIERI, 2003).

Assim por apresentar em seus princípios a utilização de práticas menos danosas a agrobiodiversidade é preciso que os sistemas de cultivo agroecológicos sejam avaliados como proposta para conservação e manutenção das abelhas nativas nos agroecossistemas. No Brasil os sistemas de cultivo agroecológicos vêm se fortalecendo principalmente entre núcleos de agricultores familiares da Região Nordeste, com ênfase para os produtores de algodão nos estados da Paraíba e Ceará (CARTAXO et al., 2008).

1.5 - A Cultura do algodão

O algodoeiro é uma dicotiledônea, de ciclo anual, pertencente à ordem Malvales, família Malvaceae, tribo Hisbiscea, gênero *Gossypium* (LAGIÈRE, 1969, RICHETTI & MELO-FILHO, 2001). Existem identificadas cinquenta espécies do gênero *Gossypium*, distribuídas nos continentes: Ásia, África, Austrália e América. Seis dessas espécies são alotetraplóides ($2n=4x=52$) e quarenta e quatro diplóides ($2n=2x=26$), ressaltando-se que apenas quatro são cultivadas por apresentarem fibras com valor comercial, dentre as quais

duas diplóides (*G. arboreum* e *G. herbaceum*) e duas alotetraplóides (*G. hirsutum* e *G. barbadense*) (FREIRE, 2000).

A espécie *G. hirsutum*, com centro de origem no México e Guatemala, originou a maioria das variedades de algodão cultivadas no mundo, e juntamente com *G. barbadense*, com centro de origem no Peru e na Bolívia, constituem as espécies mais importantes de algodão (STEPHENS, 1967; PERCIVAL & KOHEL, 1990). No Brasil, são encontradas três espécies alotetraploides, *G. barbadense* (variedades barbadense e brasiliense), *G. mustelinum* e o *G. hirsutum* (variedades latifolium e Marie gallante) (FREIRE, 2000).

A espécie *Gossypium barbadense* ocorre em praticamente todo o território brasileiro, sendo ausente ou encontrada em menor quantidade em áreas de cerrado, devido á baixa precipitação (FREIRE, 2000; HILBECK et al., 2006). A variedade brasiliense, originária da bacia Amazônica (STEPHENS, 1973), é conhecida no Brasil como rim-de-boi por apresentar sementes fortemente coladas entre si, lembrando um rim (FREIRE, 2000; BARROSO & FREIRE, 2003). A variedade barbadense possui centro de origem no norte da Colômbia e sul do Equador, e apresenta sementes descoladas (STEPHENS, 1973; BARROSO & FREIRE, 2003).

O algodoeiro *Gossypium mustelinum* é uma espécie nativa do Nordeste brasileiro, sendo endêmica nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia, mas não é cultivada comercialmente, e devido ao seu tamanho populacional restrito, esta ameaçada de extinção (FREIRE, 2000; HILBECK et al., 2006; BARROSSO & FREIRE, 2003). O *Gossypium hirsutum* é atualmente, a única espécie cultivada no país para fins econômicos (JOHNSTON et al., 2006), sendo a variedade latifolium cultivada em larga escala, principalmente no domínio do Cerrado (FREIRE, 1998; FONTES et al., 2006).

As culturas dos algodoeiros herbáceos (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium Hatch.) e arbóreo (*G. hirsutum* L. var. Marie - galante) há cerca de 30 anos, foram de grande importância para o Nordeste brasileiro, do ponto de vista econômico e social. A região chegou a ter mais de um milhão de hectares plantados com o algodoeiro anual e mais de dois milhões e meio com os perenes. Sendo cultivadas principalmente por pequenos e médios produtores, empregando milhares de pessoas no campo e nas indústrias de beneficiamento. Em meados da década de 80, principalmente devido ao surgimento do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) as áreas de cultivo apresentaram significativa redução o que ocasionou aumento nos custos de produção inviabilizando o cultivo pelos pequenos agricultores (BELTRÃO & CARTAXO, 2006).

A partir dos anos 90, os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e parte do Cerrado baiano alicerçados na “modernização” do sistema de produção baseado na monocultura e no grande aporte de insumos externos (mecanização, adubos minerais, sementes melhoradas, agrotóxicos, etc.), fizeram da região centro-oeste o palco do renascimento e expansão da cotonicultura brasileira (BELTRÃO & CARDOSO, 2004). Contudo, para garantir esse retorno econômico do cultivo, foi necessário vencer as pragas, doenças e vegetais competidores. Para tanto os produtores passaram a realizar intensivas aplicações de agroquímicos. Alguns pesquisadores relatam que na região, são feitas de 12 a 20 pulverizações com praguicidas e até quatro com herbicidas durante o ciclo produtivo (MIRANDA, 2005; TOMQUELSKI, 2005; MONTEIRO, 2008). O que levou o algodoeiro a se tornar uma das maiores monoculturas brasileiras e a ocupar o quinto lugar na lista dos cultivos que mais recebem aplicação de agroquímicos (SINDAG, 2010).

Atualmente, o Nordeste brasileiro vem se restabelecendo como grande produtor da cultura, segundo estimativas da CONAB (2011), na safra 2010/2011 foram plantados 439,7 mil hectares da cultura na região, o que deverá render 1.664.600 toneladas de algodão em caroço. Segundo Cartaxo, et al., (2008) a retomada da produção do algodão no Nordeste se deu principalmente com o fortalecimento de núcleos de agricultores familiares produtores de algodão branco e colorido em sistema orgânico ou agroecológico, que escoam sua produção mediante contrato de venda a preço justo, apoiados na gestão associativa.

Economicamente a cultura ressurgiu no Brasil e na Região Nordeste com grande estímulo, aproveitando a ênfase do mercado de produtos ecológicos e gerando lucro não apenas pela fibra empregada na indústria têxtil, mas também pela sua semente utilizada na fabricação de óleo para alimentação humana, na produção do farelo de algodão para ração animal e mais recentemente com a instalação do parque Brasileiro de produção do biodiesel, o caroço do algodão passa a também ser utilizado como matéria prima na produção de biocombustível (MALERBO & COUTO, 1990; BIONDI et al., 2011).

Embora seja uma cultura auto-fértil e auto-polinizável, o algodão (*Gossypium hirsutum*), tem as abelhas como principais agentes polinizadores e responsáveis por sua fecundação cruzada, podendo maximizar a produção da cultura e aumentar a qualidade da fibra (McGREGOR, 1976; FREE, 1993; SILVEIRA, 2003; SILVA, 2007; CARDOSO et al., 2007; MARTINS et al., 2008; PIRES et al., 2008). No entanto, a pesada carga de defensivos agrícolas usada atualmente no cultivo do algodão, além de extremamente nociva aos polinizadores potenciais da cultura, não permite que se possa investigar a diversidade de visitantes florais, seu potencial polinizador e seu papel no incremento da produtividade e/ou

melhoria da fibra produzida. Sendo assim, é importante a avaliação da presença desses insetos em sistemas de cultivo menos agressivos, como os de produção agroecológica utilizados pelos agricultores do Nordeste brasileiro, para que seja possível identificar novas espécies que realizem a polinização dessa cultura, alavancando mais ainda a sua produção de forma sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, R. et al. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. **Ecology Letters**, v.9, p. 968-980. 2006.
- AIZEN, M. A. & FEINSINGER, P. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine "Chaco Serrano." **Ecological Applications**, v. 4, p.378-392. 1994.
- AIZEN, M. A. & HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, 19: 915-918. 2009.
- AIZEN, M. A. et al. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long term trends in crop production. **Annals of Botany**, v.103, p.1579-1588. 2009.
- AIZEN, M. et al. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. **Current Biology**, v.18, n.20, p.1572-1575. 2008.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 237 p.
- ALTIERI, M. A; SILVA, N. E & NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. p.226
- ANTONINI, A. et al. Insetos. In RAMBALDI, D. M. & OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF. 2003. p. 239-273.
- BARROSO, P. A. V. & FREIRE, E. C. A. **Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas: fluxo gênico em algodão no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA. 2003.
- BEGON, M; TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. **Blackwell Science**, Oxford. 2006.
- BELTRÃO, N. E. M & CARTAXO, W. V. O retorno do algodão no semi-árido brasileiro: fibra, alimento e energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., Varginha, MG, 2006. **Anais...** Lavras: Imprensa universitária UFLA, 2006. 1 CD-ROM.

BELTRÃO, N. E. M. & CARDOSO, D. G. Aspectos gerais da cotonicultura brasileira: tipificação de produtos e tamanho de propriedades. **Bahia Agricola**, v.6, n.2, p. 7-10. 2004.

BIANCHI, F. J. J. A.; BOOIJ, C. J. H. & TSCHARNTKE, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. **Proceedings of the Royal Society B. Biological Science**, v.273, p.1715-1727. 2006.

BIONDI, A; MONTEIRO, M. & GLASS. O Brasil dos agrocombustível: Palmáceas, Milho e Pimão-manso. Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis, ONG. Repórter Brasil, p.50, 2008. Disponível em: < www.agrocombustiveis.org.br>. Acesso em: 15 de janeiro de 2011.

BUCHMANN, S. L & NABHAN, G. P. **The forgotten pollinators**. Washington, DC: Island Press, 1996. 262 p.

BOSCH, J. & KEMP, W. P. Developing and stablishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia spp* (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. **Bulletin of Entomological Research**, v. 92: 3-16. 2002.

CANE, J. H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, v.5, n.1. 2001. Disponível em <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3>> Acesso em 11 de janeiro de 2011.

CANE, J. H. et al. Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. **Ecological Applications**, v.16, p.632–644. 2006.

CARDOSO, C. F. et al. Principais polinizadores *Gossypium hirsutum* cv. Delta Opal (Malvacea), em uma localidade do distrito federal, Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. n, 212, 2007. 43 p.

CARTAXO, V, W. et al. Potencialidades da produção do algodão pela agricultura familiar do Nordeste. **Documentos**, EMBRAPA – Algodão. n, 202, p.30, 2008.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Séries históricas relativas às safras 1976/77 a 2009/2010 de área plantada, produtividade e produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em 25 de abril de 2011.

CORBET, S. A; WILLIAMS, I. H. & OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v.72, p. 47–59. 1991.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's services and natural capital. **Nature**, n. 387, p. 253-260.1997.

COUTO, R. H. N. Manejo de colméias de abelhas africanizadas para polinização. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, Salvador, 1998. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. 830p. p.129-133.

CRONIN, J. T. & REEVE, J. D. Host-parasitoid spatial ecology: a plea for a landscape-level synthesis. **Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences**, v. 272, p.2225-2235. 2005.

DAILY, G. C. **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington D.C: Island Press, 1997. 412 p.

DeGROOT, R. S; WILSON, M. A & BOUMANS, R. M. J; A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v.41, 393-408. 2002.

DeMARCO. P. J. R. & COELHO. F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v.13, p.1244-1254, 2004.

DELAPLANE, K. S. & MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. NEW YORK, NY: CABI Publishing, 2000. p. 364.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Mulheres utilizadoras, preservadoras e gestoras da agrobiodiversidade. 1999. Disponível em: <www.fao.org/FOCUS/E/Women/Biodiv-e.htm>. Acesso: Acesso em 6 de janeiro de 2011a.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO; Interação do gênero, da agrobiodiversidade e dos conhecimentos locais ao serviço da segurança alimentar. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/009/y5956p/Y5956P07.htm>>. Acesso em 6 de janeiro de 2011b.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: B. M. FREITAS & PORTELA J. O. B. (eds.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE: 2004. 285p. p. 19-25.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. Londres – Reino Unido: Academic Press, 1993. 684 p.

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

FREITAS, B. M. Avaliação da eficiência de polinizadores potenciais. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, Salvador, 1998. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. 830p. p. 105-107. 1998.

FREITAS, B. M. Changes with time in the germinability of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains found on different body areas of its pollinator bees. **Revista Brasileira de Biologia**. v.57, n.2, p. 289-294. 1997.

FREITAS, B. M. et al. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v.40, p. 332-346, 2009.

FREITAS, B. M. & PAXTON, B. M. A comparison of two pollinators: the introduced honeybee *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.

FREIRE, E. C. et al. Relações taxonômicas entre os algodoeiros mocó e *Gossypium mustelinum* do Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n.10, p.1555 - 1561,1998.

FREIRE, C. E. **Distribuição, coleta, uso e preservação das espécies silvestres de algodão no Brasil**. Documento 78. Campina Grande, PB: Embrapa – Algodão, 2000. 25 p.

FONTES, E. M. G. et al. The cotton agricultural context in Brazil In: HILBECK, A; ANDOW, D; FONTES, E; KAPUSCINKI, A. R; SCHEI, P. (Ed.). **Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2006. p. 21 – 66.

FUCHS, E, J; LOBO, J. A. & QUESADA, M. Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**, v. 1, p.149–157. 2003.

GAGLIANONE, M. C. et al. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região Sudeste do Brasil. **Revista Oecologia Australis**. v.14, n.1, p. 152-164, 2010.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. Porto Alegre: Editora da Universidade - UFRGS, 2 ed, 2001, 653 p.

GRANT, W. F. Chromosome aberrations as says in *Allium*. **Mutation Research**, v. 99, p. 273-291, 1982.

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

HILBECK, A; ANDOW, D. & FONTES, E. **Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms: A Case Study of Bt Cotton in Brazil**. CABI. p. 373. 2006.

JOHNSTON, J. A. et al. Assessing gene flow from Bt cotton in Brazil and its possible consequences. In: HILBECK, A; ANDOW, D; FONTES, E; KAPUSCINKI, A. R; SCHEI, P. (Ed.). **Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2006. p. 261 – 299.

KALINGANIRE, A. et al. Pollination and fruit-set of *Grevillea robusta* in western Kenya. **Oecologia Australis**, v. 26, p. 637-648, 2001.

KEARNS, C. A; INOUE, D. W & WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant- pollinator interactions. **Annual. Reviews. of Ecology, Evolution, and Systematics**, n. 29, p. 83-112, 1998.

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

KEVAN, P. G. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating bees: The conservation link between agriculture and nature**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 336p. 2002.

KEVAN, P. G. & VIANA, B. F. The global decline of pollination services. **Biodiversity**, v.4, n.4, p. 1-8, 2003.

KLEIN, A. M. et al. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London, Serie B**, n. 274, p. 303-313, 2007.

KNIGHT, T. et al. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** n.36, p.467-497, 2005.

KREMEN, C; WILLIAMS, N. M. & THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.**, v. 99, p. 16812-16816, 2002.

KREMEN, C. Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits? In: FREITAS, B. M; PEREIRA, J. O. P. (Eds.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária UFC, 2004. p. 115-124.

KREMEN. C. et al. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, n.10, p. 299–314, 2007.

LAGIÉRE, R. **El Algodon**. Barcelona, Ed. Blume, 1969.

LARSEN, T. H; WILLIAMS, N. W. & KREMEN, C. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology Letters**, v.8, p. 538-547, 2005.

LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre - RS, v.3, n.1, p; 36-51. 2002.

LOSEY, J. E. & VAUGHAN. M. The economic value of ecological services provided by insects. **BioScience**, v. 56, p. 311–323. 2006.

MALERBO, D. T. S. & COUTO, R. H. N. Abelhas no algodão. **Revista Brasileira de Apicultura**, n.38, p.24-26,1990.

MALERBO-SOUZA, D. T; TOLEDO, V. A. A. & PINTO, A. S. **Ecologia da polinização**. Piracicaba, CP 2, 32p. 2008.

MARTINS, C. F., et al. Visitantes florais e polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.12, n.3, p.107-117. 2008.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington D.C: Agricultural research service United States Department of Agriculture, 1976. 411 p.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Pres, 2005. 100p.

MIRANDA, J. E. Controle de lagartas do algodoeiro com o uso de inseticidas biológicos em lavouras irrigadas e sue efeito sobre a produtividade. Campina Grande: Embrapa Algodão, **Comunicado Técnico**, 2005.

MONTEIRO, A. F. M. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em sistemas de cultivo de algodoeiro no Distrito Federal. 2008. 86f. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília. 2008.

MORGADO, L. N. et al. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras- MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p. 1167- 1177. 2002.

MURAWSKI, D. A. & HAMRICK, J. L. The effect of the density of flowering individuals on the mating systems of nine tropical tree species. **Heredity**, v. 67, p.167-174. 1991.

NABHAN, G. P & BUCHMANN, S. L. Services provided by pollinators. In: G. C. DAILY (ed.). **Nature's service: Societal dependence on natural ecosystems**. Washington, D.C: Island. p.133-150. 1997.

OSBORNE, J. L; WILLIAMS, I. H. & CORBET, S. A. Bees, pollination and habitat change in the European Community. **Bee World**, v. 72, p. 99-116, 1991.

O'TOOLE, C. Diversity of native bees and agroecosystems. In: LASALLE, J. & GAULD, I. D. (eds.). **Hymenoptera and Biodiversity**. CAB International, Wallingford. 1993. p.169-196.

PERCIVAL, A. E. & KOHEL, R. J. Distribution, collection and evolution of *Gossypium*, In: BRADY, N. C. (Ed.). **Advances in Agronomy**. Madison, 1990. v.44 p. 225 - 256,

PIRES, V. C. et al. Abelhas Visitantes florais de *Gossypium barbadense* (Malvaceae) no Distrito Federal e sua importância na análise do risco de fluxo gênico dos algodoeiros geneticamente modificados do Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. n, 243, 2008. 34 p.

POTTS. S. G, et al. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. **Biol. Conser**, n.129, p.519 – 529, 2006.

RICHETTI, A. & MELO-FILHO, G. A. Aspectos sócios econômicos do Algodoeiro. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste (Dourados, MS). **Algodão: tecnologia de produção**. Campina Grande, 2001. p. 13-34.

RICHARDS, A. J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany**, v. 88, p.165-172. 2001.

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

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

RICKETTS, T. H. et al. Landscape effects on crop pollinations services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v.11, p.499-515. 2008.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University, 1989. 514 p.

ROUBIK. D. W. Ups and downs in pollinator populations: When is there a decline? **Conservation Ecology**, v. 5, n.1, 2001. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art2>> Acesso em: 6 de janeiro de 2011.

ROUBIK, D. W. & DEGEN, B. Effects of animal pollination on pollen dispersal, selfing, and effective population size of tropical trees: a simulation study. **Biotropica**, v. 36, p.165-179. 2004.

SEELEY, D. T. **Ecologia da abelha: um estudo de adaptação na vida social**. Porto Alegre: Paixão editora. 2006. p.256.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA – SINDAG. **O setor de defensivos agrícolas no Brasil**. Disponível em: <http://www.sindag.com.br/dados_mercado.php>, p. 1-4. 2010. Acesso em: 11 de fevereiro de 2011.

SHIPP, J. L; WHITEFIELD, G. H. & PAPADOPOULOS, A. P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Science Horticultural**. V. 57, p. 29 – 39, 1994.

SILVEIRA, F. A. As abelhas e o algodão Bt – Uma avaliação preliminar. 2003. In: PIRES, C. S. S; FONTES, E. M. G; SUJII, E.R. (eds.). **Impacto Ecológico de Plantas Geneticamente Modificadas. O Algodão Resistente a Insetos como Estudo de Caso**. Brasília: Brasil: EMBRAPA, p. 195-215. 2003.

SILVA, M. S. Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará, e seus efeitos na qualidade da fibra e semente. 2007. 101 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOLOMON, M. G & HOOKER, K. J. M. Chemical repellents for reducing pesticide hazard to honeybees in apple orchards. **Journal Apicultural Research**, v. 28, p. 223-227, 1989.

SOMMEIJER, M. J. **Objectives and Scope of the standing commission for pollination and bee flora**. Disponível em: <www.bio.uu.nl/>. Acesso em: 06 de dezembro. 2010.

STEPHENS, S. G. Evolution under domestication of the new world cottons (*Gossypium* spp.). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.19, n.1, p.118-134,1967.

STEPHENS, S. G. Geographical distribution of cultivated cottons relative to probable centers of domestication in the new world. In: ADRIAN, M. Srb, **Genes, enzymes and populations**. New York: p. 239 - 254. 1973.

STEFFAN-DEWENTER, I. et al. Scale-dependent effects of landscape structure on three pollinator guilds. **Ecology**, v.83, p.1421–1432. 2002

SUNDRIYAL. M. & SUNDRIYAL. R.C. Wild edible plants of the Sikkim Himalaya: nutritive values of selected species. **Economic botany**, 58: 286 – 299. 2004.

TOMQUELSKI, G. V. Atividade de indutores de resistência a pragas e doenças na cultura do algodão. 2005. 65f. **Dissertação**. (Mestrado) – Faculdade de Engenharia - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2005.

TSCHARNTKE, T. A. GATHMANN. I. & STEFFAN-DEWENTER. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p.708-719. 1998.

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

WASER, N. M. et al. generalization in pollination systems, and why it matters? **Ecology**, v.77, p. 1043-1060. 1996.

WINFREE, R. et al. Native bees provide insurance against ongoing honeybee losses. **Ecology Letters**, v.10, p.1105-1113. 2007.

ZILLI, J. E. et al. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Caderno de Ciência & Tecnologia**, v.20, p.319-411, 2003.

CAPÍTULO II

Diversidade e abundância de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico no município de Choró – CE.

RESUMO

Este trabalho foi realizado em julho de 2010 durante os oito dias de floração do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) e visou estudar a diversidade e abundância de abelhas visitantes florais em dois plantios agroecológicos no município de Choró – CE. As abelhas foram coletadas com rede entomológica em transectos entre as fileiras dos plantios e pelo uso de armadilhas tipo pan traps em três pontos diferentes do plantio, (bordas leste e oeste e centro). Para estimar a diversidade de espécies de abelhas visitantes das flores do algodoeiro, utilizou-se o índice de Shannon-Weaver (H'), e para equabilidade o de Pielou (J'). Vinte e duas espécies de abelhas foram coletadas visitando as flores do algodoeiro, 11 comuns às duas áreas, 4 exclusivamente na área I e 7 apenas na área II. Na área I as famílias mais representadas em quantidade de espécies foram Apidae e Halictidae 46,67% cada uma. A menos representada foi Megachilidae, com 6,67% das espécies. Na área II, Halictidae foi a mais representada, com 66,67% das espécies, seguida de Apidae, com 27,78%, sendo Megachilidae a menos representada com 5,56%. Quanto ao número de indivíduos, a família mais abundante na área I foi Apidae com 48,00% dos indivíduos, seguida de Megachilidae com 32,00% e Halictidae com 20,00%. Semelhantemente, na área II, Apidae também foi a mais abundante, com 39,62% dos espécimes coletados, seguida, por Halictidae com 35,85% e Megachilidae com 24,53%. Os índices de diversidade (Shannon-Weaver) de abelhas visitantes florais do algodoeiro apresentaram diferença significativa ($p < 0.05$) entre as áreas. Concluiu-se que o sistema de cultivo agroecológico do algodoeiro se mostra atrativo para uma diversidade de visitantes florais, propiciando uma expressiva riqueza de espécies de abelhas nas flores desta cultura e que os níveis de conservação no entorno dos plantios de algodão agroecológico podem influenciar na diversidade e abundância de visitantes florais da cultura. Além disso, foi possível concluir também que a utilização das armadilhas pan traps não é um metodologia eficiente para captura de abelhas visitantes florais do algodoeiro, todavia pode ser importante instrumento no monitoramento da diversidade de abelhas presentes em áreas agrícolas.

Palavras – chave: Malvacea, Apoidea, pan trap.

ABSTRACT

This work was conducted in July 2010 during the eight days of flowering of cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) and aimed to study the diversity and abundance of bees visiting the flowers in two agroecological plantations in the municipality of Choró - CE. Bees were collected with insect net in transects between the rows of crops and the use of pan traps at three different points of planting, (east and west edges and center). To estimate the diversity of bee species of flower visitors in cotton, we used the Shannon-Weaner index (H'), and the Pielou's evenness (J'). Twenty-two species of bees visiting the flowers were collected in cotton, 11 common to both areas, only 4 in Area I and Area II in only 7. In area I the most represented the families in number of species were Apidae and Halictidae 46.67% each. The least represented was Megachilidae, with 6.67% of the species. In Area II, Halictidae was the most represented, with 66.67% of the species, followed by Apidae, with 27.78%, and Megachilidae the least represented with 5.56%. Concerning to the number of individuals, the most abundant family in the area I was APID with 48.00% of the subjects, followed by Megachilidae Halictidae with 32.00% and 20.00%. Similarly, in Region II, APID was also the most abundant, with 39.62% of specimens collected, followed by the Halictidae and Megachilidae with 35.85% to 24.53%. Diversity indices (Shannon-Weaver) of bees visiting the flowers of the cotton plant showed significant difference ($p < 0.05$) among areas. It was concluded that the system of agro-ecological farming cotton proves itself attractive to a diversity of floral visitors, providing a significant richness of species of bees in the flowers of this culture and that the levels of conservation in the surroundings of the Agroecological cotton plantings may influence the diversity and abundance of floral visitors of culture. Moreover, it was also possible to conclude that the use of traps is not a pan traps efficient methodology for capturing bees visiting the flowers of the cotton plant, but can be an important tool in monitoring the diversity of bees present in agricultural areas.

Keywords - Keywords: Malvaceae, Apoidea, pan trap.

1 - INTRODUÇÃO

A dinâmica populacional dos visitantes florais relaciona-se diretamente com a quantidade e qualidade dos recursos disponíveis no agroecossistema, dependendo da dinâmica temporal da floração, grau de flores e da presença de outros visitantes na comunidade (AUGSPURGER, 1983; NEWSTROM et al., 1993, 1994; WILLIANS et al., 1999). Dentre as características do algodoeiro importantes na relação com os insetos visitantes florais, deve-se mencionar tamanho e formato da flor, presença de nectários florais e extraflorais e a abundante produção de pólen (PENNA, 1982; SOUSA, 2010).

Várias espécies de insetos da ordem Hymenoptera são relatadas como os mais abundantes visitantes florais do algodoeiro, e as abelhas formam o grupo que mais se destaca. As famílias Adrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae são relacionadas entre os visitantes florais e/ou polinizadores do algodoeiro (MECGREGO, 1976; FREE, 1993; PIRES et al., 2005; SILVA, 2007; CARDOSO et al., 2007; PIRES et al., 2008).

No Brasil, *Apis mellifera* é considerada a visitante floral mais abundante do algodoeiro e principal polinizadora (SANCHEZ JUNIOR & MALERBO-SOUZA, 2004; PIRES et al., 2006; SILVA, 2007; MARTINS et al., 2008), embora diferentes grupos de abelhas visitantes florais do algodoeiro sejam citados em várias regiões e localidades do país (SANCHEZ JUNIOR & MALERBO-SOUZA, 2004; PIRES et al., 2005, 2006; SILVA, 2007; MARTINS et al., 2008). Apesar disso, a identificação e o potencial polinizador dessas outras espécies de abelhas permanecem, na maioria dos casos, desconhecidos. O tamanho e o ambiente em volta das áreas cultivadas com algodoeiro, assim como o uso de pesticidas na cultura e vizinhanças, têm interferido negativamente na abundância, diversidade e comportamento dos visitantes florais do algodoeiro e, conseqüentemente, no conhecimento destes (SILVEIRA, 2003; PIRES et al., 2006, SILVA, 2007), evidenciando impactos sobre as abelhas. Sendo assim, tornam-se indispensáveis novas pesquisas em cultivos que utilizem práticas menos danosas às abelhas, para que seja possível identificar e estudar as espécies potencialmente eficientes na polinização do algodoeiro. Dessa forma o objetivo deste trabalho foi estudar a diversidade e abundância de abelhas visitantes florais em dois plantios agroecológicos do algodão no município de Choró – CE.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Área experimental

2.1.1 - Localização

O presente estudo foi realizado em julho de 2010 em duas áreas de cultivo agroecológico de algodão (*Gossypium hirsutum* cv CNPA -7MH), localizadas no Município de Choró – CE. A primeira (área I) media 0,9ha e situava-se nas coordenadas geográficas 4° 43' 4.8"(S) e 039° 11' 19.1" (W). A segunda área (área II), com 1ha e coordenadas 4°43'05.3"(S) e 39°11'28.4" (W) distava 122,5 m ao Oeste da área I (Figura 1).

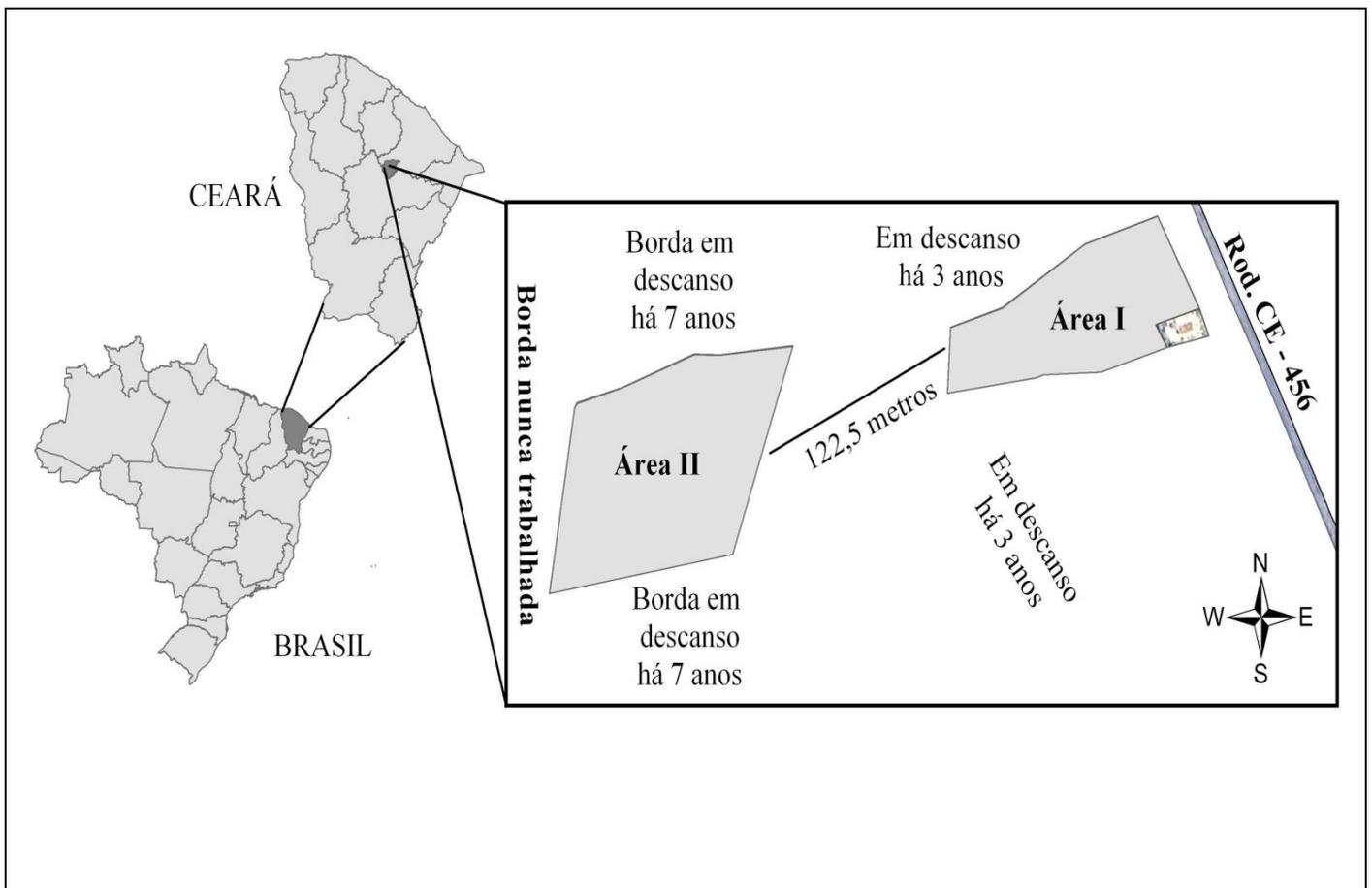


Figura 1- Mapas do Brasil, estado Ceará e município de Choró, destacando as áreas de cultivo agroecológico de algodão (*Gossypium hirsutum* cv CNPA -7MH). Choró, CE.

2.1.2 – Características edafoclimática da região

O clima predominante na região é Bsh tropical quente semi-árido, de acordo com a classificação de Köppen, com temperaturas variando de 26 a 28°C, predominando duas estações: uma chuvosa de curta duração, que abrange os meses de fevereiro a junho, e outra seca dos meses de julho a janeiro. A precipitação pluviométrica média anual é de 992 mm e a vegetação dominante é a caatinga arbustiva densa e a floresta caducifólia espinhosa. O relevo é caracterizado por depressão sertaneja e maciço residuais, com classe de solo variando entre: litólica, podzólico vermelho – amarelo, bruno não cálcico, planossolo e solódico (IPECE, 2011).

2.1.3 - Estado de conservação do entorno das áreas

A extremidade leste da área I fazia limite com a CE - 456 e as bordas norte, sul e oeste eram formadas por áreas em descanso há três anos, apresentando vegetação arbustiva e rala (Figura 2). Entre as linhas de plantio existiam várias árvores de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) com aproximadamente três anos de idade (Figura 3). A segunda área apresentava ótimo estado de conservação: a borda oeste era constituída por um fragmento de caatinga nunca trabalhado (Figura 4), as bordas norte e sul estavam em descanso há sete anos (Figura 5) e a borda leste correspondia à borda oeste da área I em descanso há três anos (Figura 2).

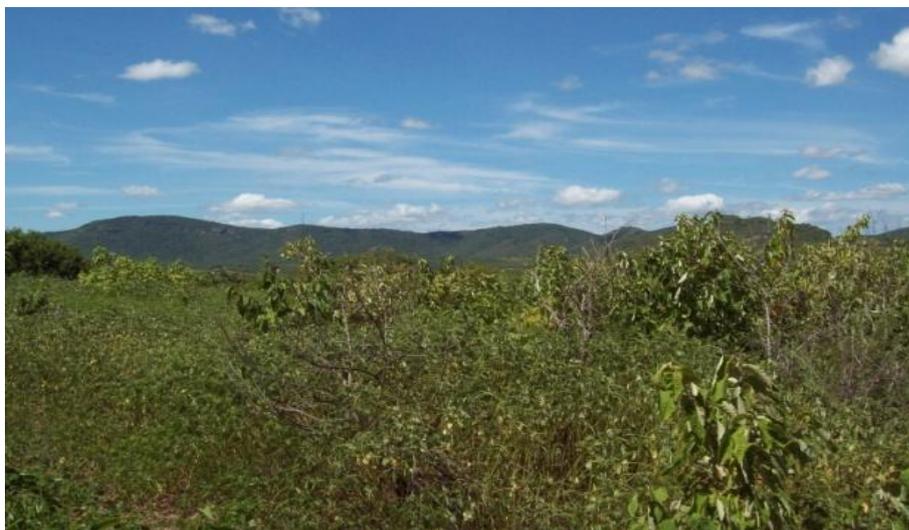


Figura 2 - Borda oeste do plantio agroecológico de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH) da área I com vegetação rala e em descanso há três anos. Choró, CE.



Figura 3 - Árvores de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) no plantio agroecológico de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH) da área I. Choró, CE.



Figura 4 – Borda oeste do plantio agroecológico de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH) da área II com vegetação nunca trabalhada. Choró, CE.



Figura 5 – Borda sul do plantio agroecológico de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH) da área II em descanso há sete anos. Choró, CE.

2.1.4 - Implantação da cultura

Os plantios foram realizados em sistema de consórcio entre milho (*Zea mays* L.) feijão (*Vigna unguiculata* L.) e a cultivar de algodão CNPA – 7MH, que é derivada do cruzamento entre *Gossypium hirsutum* L. var. Marie galante e *G. hirsutum* L. var. Latifolium. As áreas foram capinadas manualmente, aradas a tração animal e plantadas em curva de nível (Figura 6) seguindo os espaçamentos de 90 cm entre linhas e 25 cm entre plantas, na seqüência de três linhas de algodão, duas de milho e três de feijão. Os restos culturais do ciclo produtivo anterior e da capina manual foram dispostos em leiras (Figura 7) para serem incorporados ao solo, após decomposição, não sendo utilizado fogo ou agroquímico durante o cultivo.



Figura 6 - Linhas de plantio agroecológico de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH) em curva de nível na área I. Choró, CE.



Figura 7 – Leira de resto cultural entre as linhas do plantio agroecológico de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH) da área I. Choró, CE.

2.2 - Coleta dos visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH) em cultivo agroecológico

O esforço amostral foi concentrado nas espécies nativas, e por isso optou-se por não coletar *Apis mellifera* L., contudo várias destas abelhas foram vistas em visita as flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA – 7MH). Dois métodos foram utilizados para realizar as coletas: 1) o primeiro consistia na captura dos insetos com rede entomológica enquanto visitavam as flores da cultura, em transectos entre as fileiras do plantio, com duração de 15 minutos, em seis horários das 7:00h às 17:00h, durante oito dias seguidos, intercalando-se o início das caminhadas, para cada horário entre as áreas, visando diminuir possíveis efeitos na amostragem. Após a captura os insetos eram sacrificados em câmara mortífera com acetato de etila; 2) O segundo método de captura consistiu no uso de armadilhas tipo *pan traps*, pequenos recipientes plásticos de três cores diferentes: branco, azul e amarelo, pintados internamente com tinta capaz de refletir a luz ultravioleta e assim exercer atração as abelhas, durante oito dias consecutivos. Em cada *pan trap* era adicionado água e algumas gotas de detergente, para quebrar a tensão superficial do líquido. Estas armadilhas permaneciam expostas das 5:00h às 18:00h. em conjunto de três, no centro do plantio, no meio da borda sul e no meio da borda leste, distantes entre si por aproximadamente 50m.

As abelhas coletadas foram conservadas em álcool etílico a concentração de 70% até serem montadas em alfinetes entomológicos e secas em estufa no laboratório de Abelhas da Universidade Federal do Ceará. Posteriormente, foram enviadas para identificação pelos professores Dra. Favízia de Oliveira Freitas da Universidade Federal da Bahia - BA, e Dr. Fernando Zanella, da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba - PB.

2.3 - Análise dos dados

2.3.1 - Estimativa da diversidade

Para estimar a diversidade das espécies de abelhas coletadas visitando as flores do algodoeiro em cada área, utilizou-se o índice de diversidade de Shannon-Weaner (H'), que considera a proporção de indivíduos em relação ao total da amostra e a riqueza de espécies (SHANNON & WEANER, 1949; ZAR, 1996; BEGON et al., 2007). Posteriormente os índices foram comparados pelo teste t a o nível de significância de 5%.

O índice de diversidade de Shannon-Weaner (H') é dado pela fórmula:

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

Onde:

H' = Índice de Diversidade.

n_i = O número dos indivíduos em cada espécie; a abundância de cada espécie.

S = O número de espécies. Chamado também de riqueza.

N = O número total de todos os indivíduos:

P_i = A abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade: $PI = n_i/N$.

2.3.2 - Equabilidade

Para estimar a uniformidade de distribuição da abundância, utilizou-se o índice de equabilidade de Pielou (J') que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies (PIELOU, 1975; MAGURRAN, 2003).

Este índice é dado pela fórmula:

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

Onde:

H' = Índice de Shannon-Weaver.

S = O número de espécies.

Para todas as análises de diversidade e dominância foi utilizado o programa computacional PAST.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Abelhas coletadas com rede entomológica em visita as flores do algodoeiro

Com ajuda da rede entomológica foram coletadas 22 espécies de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), 11 comuns às duas áreas, 4 exclusivamente na área I e 7 apenas na área II. Totalizando 50 indivíduos na área I, pertencentes a 15 espécies, 8 gêneros, 7 tribos e 3 famílias e 53 indivíduos de 18 espécies, 7 gêneros, 7 tribos e 3 famílias na área II (Tabela 1).

Tabela 1- Espécies de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) coletadas com rede entomológica em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.

Táxon	Nº de indivíduos	
	Área I	Área II
APIDAE		
Emphorini		
<i>Melitomella murihirta</i> (Cockerell, 1912)	2	3
<i>Ptilothrix plumata</i> (Smith, 1853)	1	
Eucerini		
<i>Melissoptila</i> sp.	1	4
Exomalopsini		
<i>Exomalopsis analis</i> (Spinola, 1853)	1	3
Meliponini		
<i>Melipona subnitida</i> (Ducke, 1910)	3	
Ceratinini		
<i>Ceratina Crewella</i> sp. 1	14	9
<i>Ceratina Crewella</i> sp. 2	2	2
HALICTIDAE		
Augochlorini		
<i>Augochlora</i> sp. 1	3	4
<i>Augochlora</i> sp. 2		1
<i>Augochlora</i> sp. 3		1
<i>Augochlora</i> sp. 4	2	2
<i>Augochlora</i> sp. 5	1	2
<i>Augochlora</i> sp. 6	1	2
<i>Augochlora</i> sp. 7		2
<i>Augochlora</i> sp. 8	1	
<i>Augochlora</i> sp. 9		1
<i>Augochlora</i> sp. 10		1
<i>Augochlora</i> sp. 11	1	
<i>Augochlora</i> sp. 12	1	1
<i>Augochlora</i> sp. 13		1
Halictini		
<i>Dialictus af. opacus</i> (Moure, 1940)		1
MEGACHILIDAE		
Lithurgini		
<i>Lithurgus huberi</i> (Ducke, 1907)	16	13
Total	50	53

As espécies coletadas visitando as flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) exclusivamente na área I foram: *Ptilothrix plumata* (Smith, 1853), *Melipona subnitida* (Ducke, 1910), *Augochlora* sp. 8 e 12. Enquanto as que foram encontradas apenas na área II foram: *Dialictus af. opacus* (Moure, 1940), *Augochlora* sp.2, 3, 7, 9, 10 e 13.

As famílias mais representadas em quantidade de espécies na área I foram Apidae e Halictidae com sete espécies (46,67%) cada uma, e a menos representada foi Megachilidae com uma espécie (6,67%). Na área II Halictidae foi a mais representada, com doze espécies (66,67%), seguida por Apidae, com cinco (27,78%), sendo Megachilidae a menos representada, com uma espécie (5,56%). Quanto ao número de indivíduos coletados, Apidae foi a mais abundante na área I com vinte e quatro indivíduos (48,00%), seguida por Megachilidae com dezesseis (32,00%) e Halictidae com dez (20,00%). Semelhantemente na área II, Apidae foi a mais abundante, apresentando vinte e um espécimes (39,62%), seguida por Halictidae com dezenove (35,85%) e Megachilidae com treze (24,53%) (Figura 8).

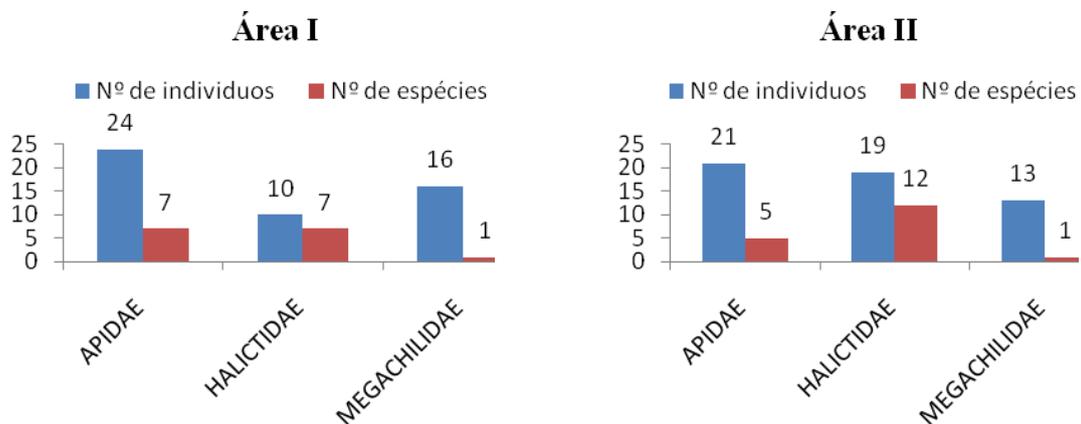


Figura 8 – Número de indivíduos e de espécies de abelhas por família, coletados visitando flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.

Para confecção do gráfico de abundância das espécies de abelhas visitantes florais do algodoeiro (Figura 9), os espécimes de *Augochlora* spp. e *Ceratina Crewella* spp. foram reunidos devido a menor quantidade de indivíduos por espécie. A espécie mais abundante coletada visitando o algodoeiro na área I, foi *Lithurgus huberi*, seguida por as espécies de *Ceratina Crewella* spp. e *Augochlora* spp.. Na área II as espécies de *Augochlora* spp. foram mais abundantes, seguida por *Lithurgus huberi* e as espécies de *Ceratina Crewella* spp. (Figura 9).

Das vinte e duas espécies coletadas visitando o algodoeiro 68,18% apresentaram um único indivíduo, o que pode estar relacionado à realização da coleta na estação seca e a situação pluviométrica atípica ocorrida durante o ano, que registrou precipitação acumulada de apenas 607 mm, sendo a média histórica para a região superior a 900 mm (IPECE, 2011). A baixa pluviosidade observada pode ter gerado escassez de recursos florais e conseqüente diminuição na abundância das espécies (MARTINS, 1994; AGUIAR et al., 1997; ZANELLA & MARTINS, 2003).

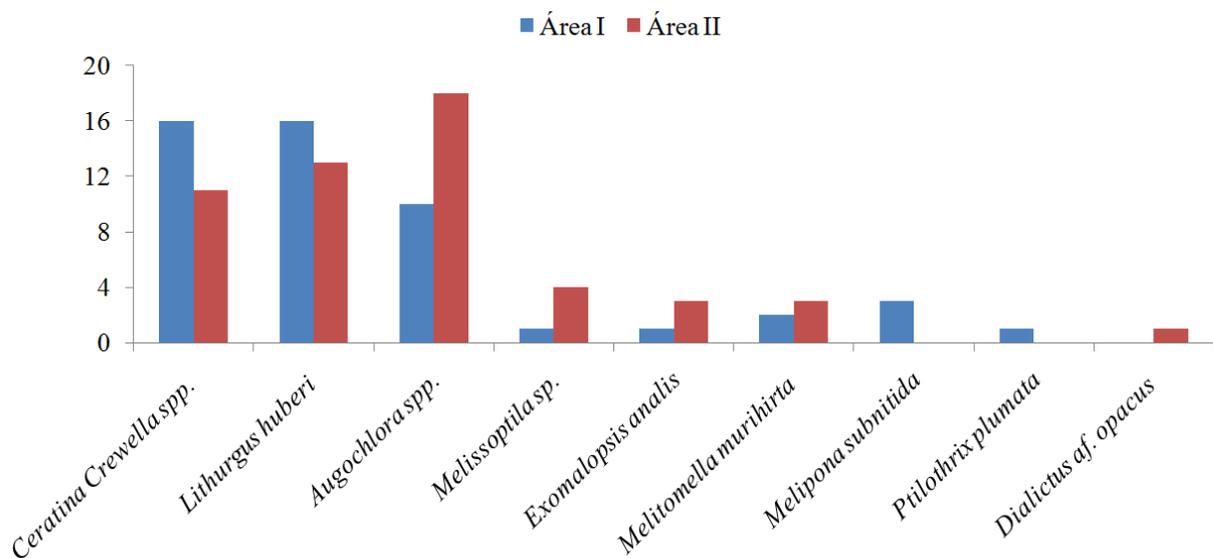


Figura 9 - Abundância das abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.

Exceto pela jandaíra (*Melipona subnitida*), todas as abelhas coletadas são citadas como visitantes florais do algodoeiro em estudos realizados em diferentes regiões do país (PIRES et al., 2005; PIRES et al., 2006; CARDOSO et al., 2007; SILVA, 2007; PIRES et al., 2008). Contudo, não há semelhança entre as faunas de abelhas visitantes florais do algodoeiro coletada no presente trabalho e aquelas relatadas na literatura, o que ocorre mesmo quando comparadas com as espécies observadas visitando a cultura no único estudo realizado no Ceará (SILVA, 2007). No estudo de Silva (2007), observaram-se menor riqueza de abelhas e espécies não encontradas na presente investigação, como *Melissoptila unicolornis*, *Psaenythia* sp. *Anthrenoides* sp. e duas espécies de *Ancyloscelis* sp., enquanto que não há registros da ocorrência de *Melitomella murihirta*, *Ptilothrix plumata*, *Exomalopsis analis*, *Dialictus cf. opacus* e *Lithurgus huberi*, assim como do gênero *Augochlora* sp. e *Ceratina Crewella* sp., encontrados neste trabalho.

Essas diferenças existentes entre a fauna relatada por Silva (2007), e o presente trabalho podem estar relacionadas às variações nos tratos culturais e conservação do entorno

dos plantios. Enquanto, o atual estudo foi conduzido em plantios agroecológicos, que não recebiam aplicação de pesticida, não passavam por queimadas e apresentavam a vegetação do entorno bem conservada. As áreas estudadas por Silva (2007) recebiam pulverizações periódicas de pesticidas e apresentavam bordas muito antropizadas, condições desfavoráveis para abelhas. Além dos tratos culturais variados as diferenças entre as faunas constatadas nos demais trabalhos (PIRES et al., 2005; PIRES et al., 2006; CARDOSO et al., 2007; PIRES et al., 2008), e a aqui relatada, podem estar relacionadas, as variações entre os domínios ecológicos, paisagens circundantes e clima onde foram realizados os estudos (BOAVENTURA, 1998; MARTINS, 2002; RAW et al., 2002, SILVEIRA, 2003; SILVEIRA & CAMPOS, 1995).

Das vinte e duas espécies de abelhas coletadas visitando as flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) apenas *Melipona subnitida* não apresenta comportamento solitário. Segundo Cruz et al. (2004), esta espécie era amplamente encontrada na região Nordeste, mas atualmente é menos freqüente e com populações desequilibradas em virtude do extrativismo predatório e do desmatamento. Com base no exposto e visto que essa espécie foi encontrada apenas na área I, supõe-se que os espécimes coletados visitando as flores do algodoeiro provinham de um meliponário, recém instalado ao lado cultivado.

A grande expressividade de espécies de abelhas com hábitos solitário visitando as flores do algodoeiro nas áreas estudadas, podem estar relacionadas à preferência por nidificarem no solo e em madeira macia ou em decomposição (SILVEIRA et al., 2002; MICHENER, 2007), tendo sido favorecidas pela conservação da vegetação no entorno dos plantios.

Mesmo sem a coleta de *A. mellifera*, a família Apidea foi a que mais apresentou indivíduos coletados visitando as flores do algodoeiro nas duas áreas (Tabela 1), o que não difere de outros trabalhos já realizados. Contudo, considerando o número de espécies observou-se a expressividade de Halictidae, principalmente do gênero *Augochlora* sp. (Figura 8), sendo que das sete espécies coletadas exclusivamente na área II, seis eram deste gênero.

Embora, as abelhas *Augochlora* sejam consideradas generalistas quanto à coleta de recursos florais (AGUIAR, 2003; ZANELLA, 2003), várias espécies do gênero são citadas visitando flores dos algodoeiros *G. hirsutum* var. Maria galante, *G. barbandense*, *G. mustelinum* e *G. hirsutum* cv. Delta Opal (PIRES et al., 2005; CARDOSO et al., 2007; MARTINS et al., 2008; PIRES et al., 2008). Segundo Pires et al. (2008), dentre várias abelhas amostradas visitando flores de *G. barbandense* no Distrito Federal, as mais abundantes foram *Augochlora thalia* e *Augochlora esox*, o que levou os pesquisadores a sugerirem que mais

pesquisas deveriam ser realizadas para melhor avaliar o potencial de espécies deste gênero na polinização do algodoeiro.

A expressividade de *Augochlora* spp. na área II pode estar relacionada à conservação da vegetação no entorno do plantio, visto que essas abelhas apresentam o comportamento de construir seus ninhos em madeira em decomposição (SILVEIRA et al., 2002; MICHENER, 2007), material facilmente encontrado na mata do entorno da área II. De fato, coletas de abelhas realizadas por Aizen & Feinsinger (1994) em áreas de floresta subtropical seca, fragmentos florestais e cultivos agrícolas na Argentina, apresentaram maior expressividade do gênero *Augochlora* nas florestas e fragmentos florestais, onde havia melhores condições para nidificação, enquanto que nas áreas agrícolas o gênero não foi encontrado.

Apenas um indivíduo de *Dialictus* cf. *opacus* foi coletado visitante de flores do algodoeiro, sendo este na área II. Não há na literatura registros desta espécie visitando flores do algodoeiro (*G. hirsutum*) ou relatos relacionando sua nidificação a áreas de vegetação conservada, portanto não é possível afirmar que sua presença na área II, seja resultado da melhor conservação do entorno do plantio.

Entre as abundâncias dos indivíduos de *Lithurgus huberi* nas duas áreas não houve grande diferença. Essa abelha nidifica em madeira em decomposição e está presente em vários estados brasileiros ocorrendo do Rio Grande do Sul ao Pará, contudo, não é nativa e teria sido introduzida, acidentalmente, através de ninhos escavados na madeira de embarcações vindas das regiões indo-australiana (SILVEIRA et al., 2000; MOURE, 2011). Embora exótica, ela já foi relatada como visitando flores do algodoeiro na Paraíba, Bahia e Distrito Federal, sendo considerada como potencial polinizadora em função do seu comportamento nas flores (PIRES et al., 2005; 2006, 2008; CARDOSO et al., 2007).

As duas espécies de *Ceratina* *Crewella* coletadas visitando as flores do algodoeiro apresentaram abundâncias semelhantes nos dois plantios. Segundo Pires et al. (2006), *Ceratina* *Crewella* cf. *gossypii* teve grande representatividade em coletas de abelhas visitantes florais de *G. hirsutum* L. em Rondonópolis-MT e uma espécie não identificada de *Ceratina* sp. foi muito abundante nas flores de *G. barbadense* e *G. mustelinum* na Paraíba.

Onze indivíduos de *Melissoptila* sp. foram capturados visitando as flores do algodoeiro, nove na área I e dois na área II. Pesquisas anteriores relataram a preferência de algumas espécies desse gênero pelo pastejo em plantas da família Malvaceae e por nidificarem em áreas de vegetação rala (CAMARGO & MAZUCATO, 1984, SILVEIRA et al., 1993; MORATO & CAMPOS, 2000), o que justificaria sua maior ocorrência na área I,

que possuía bordas com vegetação mais aberta. No Ceará a espécie *Melissoptila unicolornis* foi relatada visitando flores do algodoeiro BRS 187 8H (SILVA, 2007).

Apenas cinco indivíduos de *Melitomella murihirta* foram coletados no presente estudo, sendo dois na área I e três na área II, não sendo possível inferir sobre alguma relação quanto a sua distribuição nos plantios. Esta espécie é endêmica do Nordeste brasileiro (MOURE, 2011) e há apenas um registro de três indivíduos visitando flores do algodoeiro *G. hirsutum* var. Maria Gallante (PIRES et al., 2005). Todavia, existem relatos da preferência da espécie pelo pastejo em plantas de Convolvulaceae (ZANELLA & MARTINS, 2003; SCHLINDWEIN, 2004; SCHLINDWEIN et al., 2009) o que poderia explicar a pouca ocorrência delas visitando flores do algodão.

A maioria dos indivíduos de *Exomalopsis analis*, três deles, foi coletada na área II, enquanto na área I foi coletado apenas um espécime. Como o número de indivíduos coletados foi baixo, não é possível tirar conclusões sobre possíveis efeitos das áreas. Segundo Cardoso et al. (2007), esta espécie foi observada coletando néctar das flores do algodoeiro *G. hirsutum* cv. Delta Opal, no Distrito Federal, apresentando pólen aderido ao corpo, mas descartada como polinizadora da cultura devido seu pequeno porte não permitir tocar nos estigmas das flores.

Foi coletado um único indivíduo de *Ptilothrix plumata* visitando as flores do algodoeiro na área I esta espécie pertence ao grupo Emphorini, tribo reconhecida por nidificar preferencialmente no solo e em áreas de vegetação aberta (ALVES-DOS-SANTOS, 1999, 2000; SILVEIRA et al., 2002), contudo pela pouca ocorrência não se pode concluir que sua presença na área I esteja ligada e menor cobertura do solo no entorno do plantio. A literatura sugere que esta espécie é oligolética em Malvaceae (SCHLINDWEIN & MARTINS, 2000; SCHLINDWEIN, 2004). Segundo Schlindwein et al. (2009), em pesquisa conduzida na Paraíba, fêmeas desta abelha visitaram exclusivamente flores de *Pavonia cancellata* (Malvaceae) e seus ninhos continham apenas pólen desta planta. Pires et al. (2006), relataram a visita de *Ptilothrix plumata* às flores do algodão (*Gossypium* spp.) e Cardoso et al. (2007), constataram machos da espécie utilizando flores de *G. hirsutum* cv. Delta Opal no Distrito Federal para se alimentar de néctar, descansar e/ou aguardar a chegada de fêmeas para acasalarem. Não há estudos sobre seu potencial como polinizadora do algodão.

3.2 - Abelhas coletadas com uso de armadilhas *pan traps* em cultivos agroecológicos do algodão

A utilização das *pan traps* propiciou a coleta de 70 indivíduos na área I pertencentes a 6 espécies, 6 gêneros, 4 tribos e 3 famílias de abelhas e 98 indivíduos de 4 espécies, 4 gêneros, 3 tribos e 2 famílias na área II (Tabela 2).

Dentre as espécies de abelhas coletadas com as *pan trap*, apenas *Augochlora* sp. 11, *Melitomella murihirta* e *Melissoptila* sp. foram vistas visitando as flores do algodão, o que leva a inferir que a utilização dessas armadilhas para coleta de visitantes florais do algodoeiro na área de estudo não foi eficiente, mas é importante para avaliar a diversidade local.

Tabela 2 – Espécies de abelhas capturadas com armadilhas *pan traps* em duas áreas de cultivo agroecológico do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA -7MH). Choró – CE.

Táxon	Nº de indivíduos	
	Área I	Área II
ADRENIDAE		
Caliopisini		
<i>Acamptopoeum</i> sp.	1	
<i>Callonychium brasiliense</i> (Ducke, 1907)	55	93
APIDAE		
Emphorini		
<i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)	3	2
<i>Melitomella murihirta</i> (Cockerell, 1912)	1	1
Eucerini		
<i>Melissoptila</i> sp.	9	2
HALICTIDAE		
Augochlorini		
<i>Augochlora</i> sp. 11	1	
Total	70	98

Quanto à atratividade das abelhas pela cores das *pan traps*, observou-se que as espécies, *Acamptopoeum* sp., *Augochlora* sp. 11 e *Melitomella murihirta* foram capturadas sempre em *pan traps* de cor amarela, contudo, como foram pouco abundantes não é possível afirmar conclusivamente a existência de uma relação de atratividade entre essa cor e as espécies em questão. A espécie *Melissoptila* sp. foi coletada em *pan traps* das três cores, mas também em poucas quantidades. No caso de *Callonychium brasiliense* observou-se que o amarelo se mostrou mais expressivo, atraindo 70,91% (39) do total de indivíduos na área I e 69,89% (65) na área II. A cor branca foi a menos atrativa, atraindo 9,09% (11) do total de espécimes na área I e 23,66% (22) na área II (Tabela 3).

Tabela 3 - Número de indivíduos coletados em função da cor da *pan trap*: Amarela (Am), Azul (Az) e Branca (Br), em duas áreas de cultivo agroecológico do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA -7MH). Choró – CE.

Espécie	Área I			Área II		
	Am	Az	Br	Am	Az	Br
<i>Acamptopoeum</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Callonychium brasiliense</i>	39	11	5	65	22	6
<i>Ancyloscelis apiformis</i>	0	3	0	2	1	0
<i>Melitomella murihirta</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Melissoptila</i> sp.	3	4	2	1	1	0
<i>Augochlora</i> sp. 11	1	0	0	0	0	0

Semelhante ao que aconteceu com as observações sobre a atratividade das cores, devido a pequena quantidade de indivíduos coletados das espécies *Acamptopoeum* sp., *Augochlora* sp. 11, *Melitomella murihirta*, *Melissoptila* sp. não foi possível realizar conclusões sobre o comportamento destas quanto à localização das *pan traps*.

A espécie *Callonychium brasiliense* se mostrou mais abundante no centro das duas áreas com 78,18% (43) indivíduos capturados na área I e 44,90% (41) na área II. Na área I, a borda sul (CE – 456) apresentou abundância nula e a borda leste (correspondente a uma mata de caatinga rala), apresentou abundância de 21,82% (12). Na área II a borda sul do plantio (correspondia à mesma mata de caatinga fronteira a borda leste da área I) apresentou maior abundância de indivíduos quando comparado a borda leste (mata de caatinga fechada) (Tabela 4). A maior expressividade desta espécie no centro do cultivo e nas bordas próximo a matas mais abertas deve estar relacionada à possível preferência pelo forrageio em plantas arbustivas e vegetações ralas (SCHLINDWEIN, 2003).

Tabela 4 - Número de indivíduos coletados por localização das *pan traps*, em duas áreas de cultivo agroecológico do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA -7MH). Choró – CE.

Espécies	Área I			Área II		
	Leste	Centro	Sul	Sul	Centro	Leste
<i>Acamptopoeum</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Callonychium brasiliense</i>	12	43	0	34	41	18
<i>Ancyloscelis apiformis</i>	0	3	0	0	1	1
<i>Melitomella murihirta</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Melissoptila</i> sp.	1	5	3	0	0	2
<i>Augochlora</i> sp. 11	0	1	0	0	0	0

A espécie mais abundante coletada com as *pan traps* foi *Callonychium brasiliense*, uma abelha endêmica do Nordeste Brasileiro (SILVEIRA et al., 2002; MOURE, 2011). Segundo Schlindwein (2003), essa abelha demonstra uma preferência por forragear em plantas herbáceas e áreas de vegetação rala. Pires et al. (2006) já observaram a espécie

visitando flores de *G. hirsutum* var. Marie galante na Paraíba. Embora, não se tenha bases concretas para afirmar que essas abelhas sejam oligoléticas, essa seria uma explicação para o fato de tantos indivíduos presentes na mesma área, não terem sido atraídos pela floração do algodoeiro.

Na literatura foi achado apenas um registro de *Acamptopoeum prinii* visitando as flores do algodoeiro *G. hirsutum* cv. Delta Oplal, no Distrito Federal (CARDOSO et al., 2007). Segundo Schlindwein (2003), a espécie parece ser polilética, ocorrendo em vegetação de caatinga, em várzea ruderais e em mata atlântica de altitude, visitando plantas herbáceas e arbustivas. Contudo, pela pequena representatividade das coletas já realizadas e a falta de trabalhos mais sistematizados sobre a espécie, não se pode fazer considerações mais aprofundadas a respeito desta abelha como visitantes floral do algodão.

A quantidade de indivíduos de *A. apiformis* coletada foi pequena e muito semelhante nas duas áreas. Silva (2007) relata ter observado duas espécies pertencentes ao gênero *Ancyloscelis* sp. coletando pólen da variedade *G. hirsutum* cv. BRS 187 8H no Ceará, já Pires et al. (2006), coletaram *Ancyloscelis apiformis* visitando flores de *G. barbadense*, *G. hirsutum* var. Marie galante e *G. mustelinum* na Paraíba e mais recentemente, Pires et al. (2008), constataram vários indivíduos da espécie coletando néctar das flores de *G. barbandense* no Distrito Federal. Contudo, alguns autores consideram a espécie oligolética em plantas de Convolvulaceae (SCHLINDWEIN, 1998; ALVES-DOS-SANTOS 1999; STEINER et al., 2010), o que explicaria não terem sido vistas nas flores do algodoeiro.

3.3 - Índices de riqueza, diversidade e abundância de abelhas visitantes florais do algodão

Para calcula os índices de diversidade (Shannon-Weaver) de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.cv CNPA -7MH) em cultivos agroecológicos presente nas duas áreas não foram considerados os espécimes coletados de jandaíra (*Melipona subnitida*), visto que esta espécie não era presente naturalmente nas áreas e havia sido introduzida há pouco tempo apenas na área I.

Embora a duas áreas estudadas fossem próximas a comparação entre seus índices de diversidade mostrou diferença estatísticas ($p < 0.05$), sendo a área II mais expressiva, esta área apresentou ainda melhor índice de equabilidade, demonstrando maior uniformidade na distribuição das espécies (Tabela - 5).

Tabela 5 - Índices de riqueza, diversidade e abundância de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA -7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.

Área	Riqueza (S)	Diversidade de Shannon (H')	Equabilidade (J')
I	15	1,87b	0,73
II	18	2,42a	0,87

Possivelmente, essa diferença entre os índices de diversidade das áreas esteja relacionada ao estado de conservação da vegetação no entorno dos plantios. Vários estudos tem demonstrado que a riqueza local das espécies de abelhas visitantes florais nos cultivos agrícolas e, conseqüentemente, a polinização das culturas estão relacionadas à existência e proximidade de habitats naturais que apresentem diversidade de fontes alimentares e substratos adequados a manutenção e nidificação das abelhas (CANE, 2001; RICKETTS et al. 2006; KREMEN et al. 2007). Como as bordas da área II eram formadas por matas nunca trabalhadas ou pouco antropizadas, provavelmente ela proporcionava melhores condições para nidificação e manutenção das abelhas no seu entorno, o que pode justificar a maior diversidade de abelhas visitantes florais do algodoeiro. Na área I, no entanto, com entorno formado por uma rodovia estadual e uma vegetação rala, bastante alterada em relação à formação vegetal original, certamente não apresentava condições favoráveis a nidificação e manutenção desses insetos, refletindo em uma menor diversidade e abundância de visitantes florais na cultura do algodoeiro.

Esses resultados sugerem que mesmo em cultivos que apresentem práticas agrícolas menos danosas aos visitantes florais, pode haver declínio na diversidade de abelhas em conseqüência da conservação do entorno das áreas. Isso se mostrou verdadeiro para o cultivo orgânico do algodoeiro, da mesma forma que para cultivos orgânicos de melancia (*Citrullus lanatus* L.) (Kremen et al., 2002).

4 - CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

O sistema de cultivo agroecológico do algodoeiro se mostra atrativo para uma diversidade de visitantes florais, propiciando uma expressiva riqueza de espécies de abelhas nas flores desta cultura.

Os níveis de conservação no entorno dos plantios de algodão agroecológico podem influenciar na diversidade e abundância de visitantes florais da cultura.

A utilização das armadilhas pan traps não é um metodologia eficiente para captura de abelhas visitantes florais do algodoeiro, todavia pode ser importante instrumento no monitoramento da diversidade de abelhas presentes em áreas agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR C. M. L. & MARTINS, C. F. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. **Iheringia série. Zoologia**, v.83, p.151-163. 1997.
- AGUIAR, C. M. L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.20, p.457-467. 2003.
- AGUIAR. L. M. C. & ZANELLA. V. C. F. Estrutura da Comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma Área na Margem do Domínio da Caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**. v.34, n.1, p. 15-24. 2005.
- AIZEN, M. A & FEINSINGER, P. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine "Chaco Serrano." **Ecological Applications**, v. 4, p.378-392. 1994.
- ALVES – DOS – SANTOS, I. Aspectos morfológicos e comportamentais dos machos de *Ancyloscelis Latreille* (Anthophoridae, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**. v.16 (Supl. 2), p. 37 - 43, 1999.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. Notes on bees of the tribe Emphorini, In: M. M. G. BITONDI & K. HARTFELDER (eds.), IV Encontro sobre Abelhas. 4., Ribeirão Preto, 2000. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2000. 786p. p. 211-215. 2000.
- AUGSPURGER, C. K. Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. **Biotropica**, n.15, p.257-267. 1983.
- BATALHA-FILHO. H. et al. Inventário da fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de caatinga da região de jequié, BA. **Biosciences Journal**. Uberlândia, v. 23, Supplement 1, p. 24-29, 2007.
- BEGON, M; TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed. 2007. 752p.

BOAVENTURA, M. C. Sazonalidade e estrutura de uma comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) numa área de Cerrado do Jardim Botânico de Brasília, Distrito Federal. 1998. 97f. **Tese (Mestrado)** – Universidade Federal de Brasília, Brasília – DF, 1998.

CANE, J. H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, v.5, n.1. 2001. Disponível em <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3>> Acesso em 11 de janeiro de 2011.

CAMARGO, J. M. F. & M. MAZUCATO. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Dusenía**, Curitiba: v.14, p. 55-87. 1984.

CARDOSO, C. F. et al. Principais polinizadores *Gossypium hirsutum* cv. Delta Opal (Malvaceae), em uma localidade do distrito federal, Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. n, 212, 2007. 43 p.

CRUZ, D. de O. et al. Adaptação e comportamento de pastejo da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em ambiente protegido. **Acta Scientiarum**, v.26, p. 293-298. 2004.

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

FREITAS, B. M. Avaliação da eficiência de polinizadores potenciais. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, Salvador, 1998. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. 830p. p. 105-107. 1998.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. **Perfil básico municipal, Choró. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará**, 2010. 16p. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/perfil-basico-municipal-2010>. Acesso em 06 de Janeiro de 2011.

KREMEN, C; WILLIAMS, N. M. & THORP, R.W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, n.99, p.16812–16816. 2002

KREMEN, C; WILLIAMS, N. M. & THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.**, v. 99, p. 16812-16816, 2002.

KREMEN, C. et al. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, n.10, p. 299–314, 2007.

LOUVEIRA, V. A. et al. Polinização na cultura do algodoeiro: frequência e diversidade dos insetos. In: Congresso Brasileiro de Apicultura, 14., Campo Grande, MS, 2002. **Anais...** Campo Grande, MS: CBA: UFMS: FAAMS, p. 28. 2002.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Science, Oxford. 2003.
MARTINS, C. F. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da Caatinga e do Cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**. v.9, n.2, p.225-257. 1994.

MARTINS, C. F. Diversity of the bee fauna of the Brazilian Caatinga. In: KEVAN, P. G. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (eds.). **Pollinating bees. The conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p.131-134.

MARTINS, C. F., et al. Visitantes florais e polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.12, n.3, p.107-117. 2008.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2.ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 2007. 953p.

MILET-PINHEIRO. P. & SCHLINDWEIN. C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas em uma área do Agreste pernambucano, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.52, n.4, p. 625 – 636. 2008.

MOFFETT, J. O. et al. Honey bees and the production of hibrid cotton seed. **American Bee Journal**, Fairtax, v.119, n.5, p.492- 493. 1979.

MOFFETT, J. O. et al. Bees of potential value as pollinators in the production of hibrid cotton seed on the high plains of Texas. In: Beltwide Cotton Production Research Conference, Memphis, 1.,1980. **Proceedings**. Memphis: National Cotton Council of América, 1980. p.268-270.

MORATO. E. F & CAMPOS. O. A. L. Partição de recursos florais de espécies de *Sida Linnaeus* e *Malvastrum càromandelianum* (Linnaeus) Garcke (Malvaceae) entre *Cephalurgus anomalus* Moure & Oliveira (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae) e *Melissoptila cnecomala* (Moure) (Hymenoptera, Apidae, Eucerini). **Revista Brasileira de Zoologia**. Curitiba,v.17, n.3), p. 705 -727. 2000.

MOURE, J. S; URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Versão online version. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 07 de abril de 2011.

NEWSTROM, L. E. et al. Diversity of long-term flowering patterns. In: MCDADE, L. A; BAWA, K. S; HESPENHEIDE, H. A; HARTSHORN, G. S. (eds.) **La Selva: ecology and natural history of a lowland tropical rainforest**. Chicago, University of Chicago. p.142-160.1993.

NEWSTROM, L. E. et al. A New classification for plant phenology based on flowering pattern in low land tropical trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v.26, n.2, p.141-159.1994.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodoeiro anual. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 92, p. 10-13, 1982.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley & Sons. 1975. 165p.

PIRES, C. et al. Fauna de abelhas em espécies cultivadas e não cultivadas de algodão (*Gossypium* spp.) no centro oeste e nordeste do Brasil. In. V Congresso brasileiro de Algodão. 5., Salvador, 2005. **Anais...** Salvador: EMPRAPA – Algodão. 756p. p.115 -121.

PIRES, C. S. et al. Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp), em diferentes regiões do Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, n.148, 2006. p. 38.

PIRES, V. C. et al. Abelhas Visitantes florais de *Gossypium barbadense* (Malvaceae) no Distrito Federal e sua importância na análise do risco de fluxo gênico dos algodoeiros geneticamente modificados do Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. n, 243, 2008. 34 p.

RAW, A; BOAVENTURA, M. C. & FREITAS, G. S. The diversity of a bee fauna: the species of the cerrados of Central Brazil. In: KEVAN, P. G. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (eds.). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 255 -256.

RICKETTS, T. H; WILLIAMS, N. M. & MAYFIELD, M. M. Connectivity and ecosystem services: crop pollination in agricultural landscapes. In: **Connectivity for Conservation** (eds Sanjayan, M. & Crooks, K.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 255–289. (2006).

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

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

SCHLINDWEIN, C. Frequent oligolecty charactering a diverse bee-plant community in a xerophytic bushland of subtropical Brazil. **Studies on neotropical fauna and environment**, v.33, p.46 – 59 1998.

SCHLINDWEIN, C. & MARTINS, C. F. Competition between the oligolectic bee *Ptilothrix plumata* (Anthophoridae) and the flower closing beetle *Pristimerus calcaratus* (Curculionidae) for floral resources of *Pavonia cancellata* (Malvaceae), **Plant Systematics and Evolution**, v.224. p.183-194. 2000.

SCHLINDWEIN, C. Panurginae (Hymenoptera, Andrenidae) Northeastern Brazil. In: ALVES-DOS-SANTOS, I., In: MELO, G. A. R. & ALVES-DOS-SANTOS, I. **Apoidea Neotropica: Número especial em Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma, Ed. UNESCO, 2003. p. 231 – 240.

SCHLINDWEIN, C. Are oligolectic bees always the most effective pollinators? In: FREITAS, B. M. & PEREIRA, J. O., (eds) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p.231–240.

SCHLINDWEIN, C. & MARTINS, C. F. Nest construction and brood cell provisioning in the ground nesting bee *Ptilothrix plumata* (Apidae, Emphorini) In. VI Econtro sobre abelhas. 6., Ribeirão Preto, 2004. **Anais...** Ribeirão Preto: FUNPEC Editora. 2004, 816p. p. 86 – 92.

SCHLINDWEIN, C; PICK R. A. & MARTINS, C. F. Evaluation of oligolecty in the Brazilian bee *Ptilothrix plumata* (Hymenoptera, Apidae, Emphorini). **Apidologie**, 40. p.106–116. 2009.

SCHLINDWEIN, C & PICK, R. A. Pollen partitioning of three species of Convolvulacea among oligolectic bees in the Caatinga of Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, 2011. DOI10.1007/s00606-011-0432-4

SHANNON, C. E. & WEANER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press. 1949. 117 p.

SIDHU, A. S. & SINGH, S. Studies on agents of cross pollination in cotton. **Indian Cotton Growing Rev.**, v. 15, n.4, p. 341-353, 1961.

SILVA, M. S. Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará, e seus efeitos na qualidade da fibra e semente. 2007. 101 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVEIRA, F. A. et al. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Zona da Mata de Minas Gerais. II. Diversidade, abundância e fontes de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. **Revista brasileira de Entomologia**. v.37 n.3. p. 595-610. 1993.

SILVEIRA, F. A. & CAMPOS, M. J. A. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**. São Paulo, v. 39, n. 2, p. 371-401. 1995.

SILVEIRA F. A; MELO G. A. R. & ALMEIDA E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fundação Araucária. 2002. p. 253.

SILVEIRA, F. A. As abelhas e o algodão Bt – Uma avaliação preliminar. 2003. In: PIRES, C. S. S; FONTES, E. M. G; SUJII, E.R. (eds.). **Impacto Ecológico de Plantas Geneticamente Modificadas. O Algodão Resistente a Insetos como Estudo de Caso**. Brasília: Brasil: EMBRAPA, p. 195-215. 2003.

SOUSA, L. B. O algodoeiro: alguns aspectos importantes da cultura. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.4, p. 19 – 26. 2010.

STEINER. J. et al. Bees and melittophilous plants of secondary atlantic forest habitats at Santa Catarina Island, Southern Brazil. **Oecologia Australis**. v.14, n.1, p. 16-39, 2010.

WILLIAMS, R. J. et al. Reproductive phenology of wood species in a North Australian Tropical Savanna. **Biotropica**, v.31, n.4, p.626-636. 1999.

ZANELLA. C. V. F. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**. 31. p. 579–592. 2000.

ZANELLA, V. C. F. Abelhas da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte, RN): aportes ao conhecimento da diversidade, abundância e distribuição espacial das espécies na caatinga. In: MELO, G. A. R. & ALVES-DOS-SANTOS, I. **Apoidea Neotropica: Número especial em Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma: Editora UNESC, 2003. p.231–240.

ZANELLA, F. C. V. & MARTINS, C. F. Abelhas da Caatinga: Biogeografia, Ecologia e Conservação. In: LEAL, I. R; TABARELLI M & SILVA, J. M. C, (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p.75-134.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. IN: MCELROY, W. D. & SWANSON, C. P. (eds.). **Prentice-Hall INC**. 3th ed. New Jersey, USA: Englewood Cliffs. 1996. 662p.

CAPÍTULO III

Freqüência e comportamento de forrageio de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico no município de Choró, CE.

RESUMO

Este trabalho objetivou estudar frequência e comportamento de forrageio de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em dois plantios agroecológico em Choró – CE. Os dados foram coletados em transectos percorridos entre as fileiras dos plantios, durante oito dias consecutivos, quando foi observado o comportamento de forrageio das abelhas nas flores do algodoeiro. A análise estatística das frequências foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis. Além de *Apis mellifera* L. outras 22 espécies diferentes de abelhas foram observadas visitando as flores do algodoeiro. Contudo, apenas *A. mellifera*, *Lithurgus humberii* (Ducke, 1907) e as espécies quando reunidas de Halictidae e Ceratinini apresentaram atividade expressiva. Os resultados mostraram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) para as frequências de visitação entre as abelhas e entre as áreas ao longo do dia. As visitas de *A. mellifera* foram mais expressivas na área I de borda menos conservada, já as demais abelhas foram mais frequentes na área II, de margens menos impactadas. Foi observado que *A. mellifera* coletou apenas néctar e tocou nos estigmas florais em 19% das visitas, *Lithurgus humberii* coletou néctar e pólen, e em 53% das visitas tocou nos estigmas, sendo ainda observadas copulando nas flores. Os indivíduos de Halictidae coletavam néctar e pólen, tocando nos estigmas em 35% das visitas. Pela baixa frequência não foi possível determinar o comportamento de pastejo dos indivíduos de Ceratinini. Concluiu-se que: as espécies *Apis mellifera*, *Lithurgus huberi* e membros da família Halictidae são potenciais polinizadores do algodoeiro em cultivo agroecológico no estado do Ceará; O cultivo de algodão agroecológico é importante para *Lithurgus huberi* como fonte de alimento, mas também como local de descanso, abrigo e acasalamento; Os diferentes níveis de conservação do entorno dos cultivos estudados influenciaram a frequência de atividade das abelhas visitantes florais do algodoeiro sob cultivo agroecológico; Existe a necessidade de pesquisas para identificar espécies polinizadoras e práticas amigáveis que colaborem com sua manutenção nas áreas de cultivo do algodoeiro.

Palavras – chave: polinização, visitantes florais, comportamento de pastejo.

ABSTRACT

This study investigated the frequency and foraging behavior of bees visiting the flowers of cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) in two agroecological plantations in Choró - CE. Data were collected in transects covered between the rows of crops, for eight consecutive days, when we observed the foraging behavior of bees on the flowers of cotton. Statistical analysis of frequencies was performed by Kruskal-Wallis. Besides *Apis mellifera* L. 22 other species of bees were observed visiting the flowers of the cotton plant. However, only *A. mellifera*, *Lithurgus huberi* (Ducke, 1907) and species of Halictidae and when combined Ceratinini presented expressive activity. The results showed statistical differences ($p < 0.05$) for the frequency of visitation between bees and between areas throughout the day. The visits of *A. mellifera* were more significant in the area I, with edge less retained, the other bees were more common in area II, with the least impacted margins. It was observed that *A. mellifera* collected only nectar and floral stigmas and touched in 19% of visits, *Lithurgus huberi* collected nectar and pollen, and in 53% of visits touched the stigmas, being still observed copulating in the flowers. Individuals of Halictidae were collecting nectar and pollen, touching the stigmas in 35% of visits. Because of the low frequency it was not possible to determine the grazing behavior of individuals Ceratinini. It was concluded that: the species *Apis mellifera*, *Lithurgus huberi* Halictidae and family members are potential pollinators of cotton agro-ecological farming in the state of Ceará; agroecological cotton cultivation is important for *Lithurgus huberi* as a food source but also as a place of rest, shelter and mating; The different levels of conservation of the environment of the crops studied influenced the frequency of activity of bees visiting the flowers of cotton plants under agro-ecological farming; There is a need for research to identify species pollinator friendly practices and to collaborate with its maintenance in the areas cultivation of cotton.

Keywords - Keywords: pollination, floral visitors, grazing behavior.

1 - INTRODUÇÃO

A eficiência polinizadora de uma espécie de visitante floral é determinada por fatores inerentes à planta visitada e ao potencial polinizador. Alguns desses fatores relacionados à espécie vegetal, tais como a estrutura e morfologia da flor; volume, concentração do néctar; liberação, viabilidade e longevidade do pólen; autocompatibilidade ou incompatibilidade do pólen; período de receptividade do estigma e vida útil dos óvulos, são relativamente fixos em função da variedade ou cultivar e sofrem uma influência menor do meio externo. Outros fatores são ligados a espécie de visitante floral, determinados pela abundância, frequência e comportamento de forrageio, que determinarão a atração pelas flores, fidelidade à cultura, visita a flor no momento da receptividade do estigma e comportamentos adequados a deposição de pólen nos estigmas (FREE, 1993; FREITAS & PAXTON, 1996; FREITAS, 1997).

As abelhas, principalmente *Apis mellifera*, tem sido consideradas os principais polinizadores do algodoeiro, responsáveis por sua polinização e fecundação cruzada, maximizando produção e qualidade de fibra (McGREGOR, 1976; FREE, 1993; SILVA, 2007; CARDOSO et al., 2007; MARTINS et al., 2008; PIRES et al., 2006). No entanto, estudos realizados com essa cultura no Brasil tem se concentrado no fluxo gênico entre cultivares provocado pelo transporte de pólen por diferentes espécies de abelhas e a identificação de visitante florais da cultura, sem levar em consideração a frequência e comportamento de forrageio dos visitantes florais (SANCHEZ & MALERBO-SOUZA, 2004, CARDOSO et al., 2007; SILVA, 2007; MARTINS et al., 2008; PIRES et al., 2006). Além disso, esses estudos geralmente foram conduzidos em cultivos tradicionais, sob uso de pesticidas na cultura ou nas proximidades o que pode interferir na diversidade, abundância e comportamento das abelhas, não tendo permitido investigações do real potencial dessas espécies de abelhas e outras não relatadas na polinização do algodoeiro.

Diante do exposto, observa-se a necessidade e importância de novas pesquisas que procurem avaliar a presença e comportamento de abelhas visitantes florais do algodoeiro cultivado em sistemas menos agressivos, como os de produção agroecológica utilizados pelos agricultores do Nordeste brasileiro, para que seja possível identificar novas espécies potenciais polinizadoras dessa cultura, alavancando sua produção de forma sustentável. Sendo o objetivo deste trabalho o estudar a frequência e comportamento de forrageio de abelhas visitantes florais do algodoeiro em plantios agroecológico no município Choró – CE.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Área experimental

O local, período e a cultivar estudada são os mesmos descritos no capítulo dois deste trabalho.

2.2 - Frequência e comportamento de pastejo de abelhas visitantes florais do algodoeiro

Para observação da frequência de abelhas visitantes florais do algodoeiro, foram realizados transetos em ziguezague, entre as fileiras do plantio, com duração de 15 minutos, em seis horários das 7:00h às 17:00h, durante oito dias seguidos, intercalando-se o início das caminhadas, para cada horário entre as áreas, visando diminuir possíveis efeitos na amostragem. Durante a observação das abelhas foram realizadas anotações e tiradas fotografias sobre o comportamento de pastejo como: recursos florais coletados (pólen e/ou néctar), transporte de pólen aderido ao corpo, contato com anteras e/ou estigma, entrada e saída das flores, entre outras.

2.3 - Análise dos dados

Os dados de frequências dos visitantes florais não atendem às pressuposições da análise de variância por apresentarem uma alta variância, sendo analisados através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, a 5% de significância. Para tanto se utilizou o programa computacional past.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Frequência de abelhas visitantes florais do algodoeiro

Além de *Apis mellifera* L., outras 22 espécies de abelhas foram observadas visitando as flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico nas duas áreas, conforme listadas no capítulo II desta dissertação (Tabela 1). Contudo, apenas *A. mellifera*, *Lithurgus huberi* (Ducke, 1907) e as espécies quando reunidas de Halictidae e Ceratinini apresentaram atividade expressiva. A análise estatística das frequências média desses visitantes evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os horários de observação e as áreas ao longo do dia (Tabela 6 e 7).

Tabela 6 - Frequência média de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) ao longo do dia em cultivo agroecológico da área I. Choró, CE.

	7h	9h	11h	13h	15h	17h
<i>A. mellifera</i>	0,25 ± 0,16	14,88±1,79a	17,25±2,55a	14,88±1,29a	5,38±1,05a	0,50±0,38a
<i>L. huberi</i>	0,00	5,38±2,48b	5,38±1,98b	4,38±1,80b	3,13±0,81a	0,38±0,26a
<i>Halictidae</i>	0,00	0,75±0,41c	1,88±0,99c	1,00±0,68c	0,25±0,16b	0,00
<i>Ceratinini</i>	0,00	0,13±0,12c	1,13±0,74c	0,75±0,49c	0,00	0,00

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Tabela 7 - Frequência média de abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) ao longo do dia em cultivo agroecológico da área II. Choró, CE.

	7h	9h	11h	13h	15h	17h
<i>A. mellifera</i>	0,50±0,38a	1,38±0,38b	3,13±0,81c	2,25±0,84b	0,25±0,16b	0,25±0,16a
<i>L. huberi</i>	1,13±0,61a	7,50±2,03a	6,50±1,29bc	7,63±1,33a	7,25±1,15a	0,50±0,33a
<i>Halictidae</i>	0,25±0,16a	5,75±1,37a	13,88±3,54a	6,75±1,32a	4,38±0,86a	0,13±0,12a
<i>Ceratinini</i>	0,00	1,75±0,95b	3,63±1,27c	1,88±0,91b	0,50±0,37b	0,00

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Na área I as frequências médias de atividade de *A. mellifera* foram superiores aos demais visitantes em todos os horários de observação, havendo semelhanças estatísticas ($p > 0,05$) apenas com as de *Lithurgus huberi* as quinze e dezessete horas. Não existiu diferença significativa ($p > 0,05$) entre a atividade dos indivíduos de Halictidae e Ceratinini (Tabela 6).

Entretanto, na área II Halictidae e *L. huberi* apresentaram frequência médias mais expressivas e muito parecidas diferindo ($p < 0,05$) apenas às onze horas, enquanto *A. mellifera* apresentou pequena atividade e semelhante à Ceratinini (Tabela 7).

Quando comparados os dados referentes ao pastejo de *A. mellifera* nas flores do algodoeiro, observou-se que tanto na área I quanto na II à atividade não diferiu das nove às treze horas. Contudo, ao serem analisadas as médias entre as áreas, constatou-se que, com exceção das freqüências de atividade apresentadas nos horários de sete e dezessete horas, as demais diferiram ($p < 0,05$), sendo a área I sempre mais expressiva (Tabela 8).

Tabela 8 - Freqüência média de atividade de *Apis mellifera* ao longo do dia, visitando flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.

Área	7h ¹	9h	11h	13h	15h	17h
I	0,25±0,16Ac	14,88±1,79Aa	17,25±2,55Aa	14,88±1,29Aa	5,38±1,05Ab	0,50±0,38Ac
II	0,50±0,38Abc	1,38±0,38Bab	3,13±0,81Ba	2,25±0,84Ba	0,25±0,16Bc	0,25±0,16Ac

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

As freqüências médias de atividade de *Lithurgus huberi* pastejando nas flores do algodoeiro diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre as áreas apenas para o horário das quinze horas e tanto na área I quanto na II não houve diferença entre a atividade das nove às quinze horas (Tabela 9).

Tabela 9 - Freqüência média de atividade de *Lithurgus huberi* ao longo do dia, visitando flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.

Área	7h	9h	11h	13h	15h	17h
I	0,00	5,38±2,48Aa	5,38±1,98Aa	4,38±1,80Aa	3,13±0,81Ba	0,38±0,26Bb
II	1,13±0,61b	7,50±2,03Aa	6,50±1,29Aa	7,63±1,33Aa	7,25±1,15Aa	0,50±0,33Bb

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Pela pouca abundância por espécie e dificuldade de identificação a campo dos indivíduos de Halictidae, estes foram reunidos para serem analisadas em conjunto. Ao serem comparadas às freqüências médias ao longo do dia desta família entre as áreas, foram constatadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para todos os horários de observação, com a área II sendo sempre mais expressiva. A análise dos dados da área I, não mostrou diferenças ($p > 0,05$) entre as freqüências médias de atividade. Na área II a freqüência média da família no horário das onze horas foi superior aos demais, mas semelhante aos das nove e treze horas (Tabela 10).

Tabela 10 - Freqüências médias de atividade dos indivíduos de Halictidae ao longo do dia, visitando flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.

Área	7h	9h	11h	13h	15h	17h
I	0,00	0,75±0,41Ba	1,88±0,99Ba	1,00±0,68Ba	0,25±0,16Ba	0,00
II	0,25±0,16c	5,75±1,37Aab	13,88±3,54Aa	6,75±1,32Aab	4,38±0,86Ab	0,13±0,12c

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Semelhante a Halictidae pela pouca abundância por espécie e dificuldade de identificação a campo dos indivíduos de Ceratinini, estes foram reunidos para serem analisados em conjunto. A frequência destas abelhas foi semelhante nas duas áreas, havendo diferença significativa ($p < 0,05$), apenas no horário das nove horas. Na área I a atividade das onze horas foi a mais expressiva, não sendo, porém diferente ($p < 0,05$) da apresentada às treze horas. Na área II a única média diferente ($p < 0,05$) das demais foi a observada às quinze horas (Tabela 11).

Tabela 11 - Frequências médias de atividade dos indivíduos da Tribo Ceratinini ao longo do dia, visitando flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em duas áreas de cultivo agroecológico. Choró, CE.

Área	7h	9h	11h	13h	15h	17h
I	0,00	0,13±0,12Bb	1,13±0,74Aa	0,75±0,49Aa	0,00	0,00
II	0,00	1,75±0,95Aab	3,63±1,27Aa	1,88±0,91Aab	0,50±0,37b	0,00

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Observou-se que nas duas áreas o pico de atividade de *A. mellifera*, Halictidae e Ceratinini coincidiu às onze horas, momento em que *Lithurgus huberi* diminuía o forrageamento. Constatou-se ainda que enquanto na área I a frequência de *A. mellifera* foi mais expressiva que as de *Lithurgus huberi*, Halictidae e Ceratinini, na área II há uma inversão sendo estas mais expressivas do que *A. mellifera* (Figuras 10 e 11).

A frequência de *A. mellifera* forrageando foi semelhante nas duas áreas. Ela visitou as flores do algodoeiro durante todo dia, começando o forrageamento às sete horas, às nove horas aumentava a frequência, chegando ao pico as onze e a partir das treze horas diminuía a atividade. Contudo, na área II às quinze horas à presença de *Apis* era praticamente nula, o que na área I só o ocorreu às dezessete horas, quando as flores fechavam (Figuras 10 e 11)

O pastejo de *Lithurgus huberi* iniciou na área I às nove horas, alcançando o pico da atividade no mesmo horário, passando a cair nos horários seguintes e praticamente cessando às dezessete horas. Na área II, o início do pastejo ocorreu às sete horas, alcançando o primeiro pico no horário das nove horas, as onze a atividade diminuiu, alcançando novo pico às treze horas, passando a diminuir nos horários seguintes (Figuras 10 e 11).

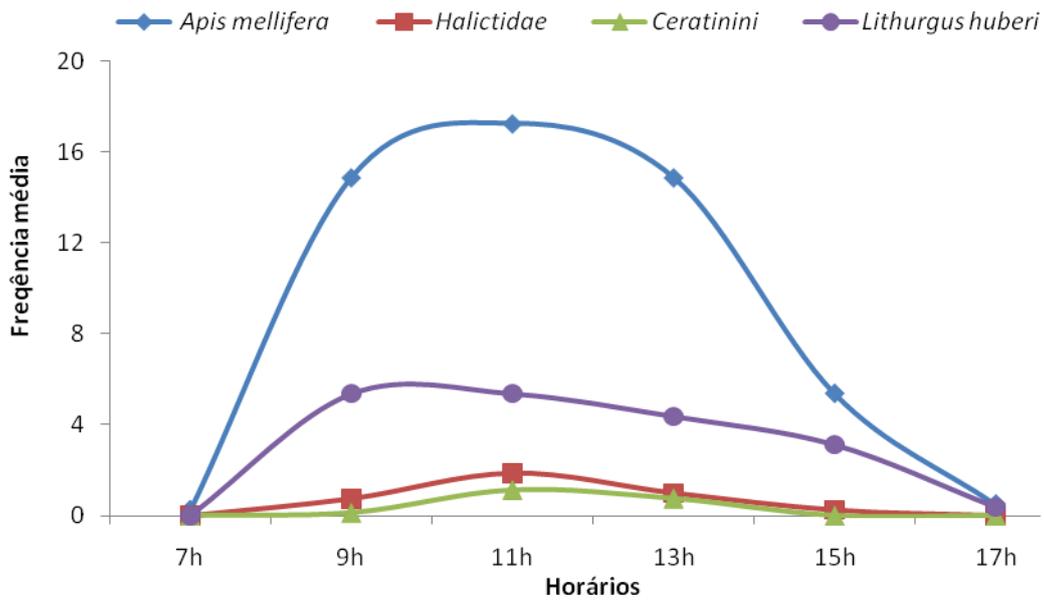


Figura 10 – Frequência média de visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), ao longo do dia em cultivo agroecológico na área I. Choró, CE.

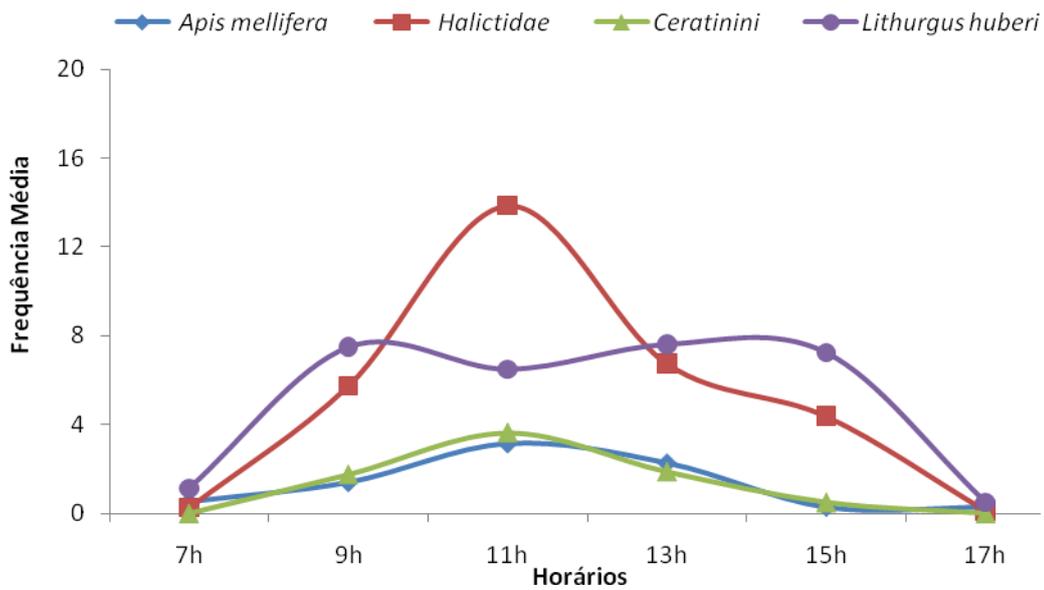


Figura 11 – Frequência média de visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), ao longo do dia em cultivo agroecológico na área II. Choró, CE.

Na área I os indivíduos de *Halictidae* iniciaram o pastejo às nove horas, alcançando o pico da atividade as onze e passando a diminuir nos horários seguintes. Na área II iniciaram o pastejo as sete, aumentaram a atividade as nove e alcançaram o pico as onze, passando a diminuir até as dezessete horas quando o pastejo tornava-se praticamente nulo (Figuras 10 e 11).

A atividade de pastejo dos indivíduos de Ceratinini foi relativamente pequena, e muito semelhante nas duas áreas, iniciou às nove horas, chegando ao pico as onze e tornando-se praticamente nula a partir das quinze horas (Figuras 10 e 11).

O comportamento apresentado por *A. mellifera* de maior atividade de forrageamento das nove às treze horas é diferente do descrito para outras culturas agrícolas como melão, goiaba, girassol, mamona e berinjela, para as quais a atividade desta abelha é mais expressiva nos primeiros horários da manhã, das cinco às nove horas (SOUSA, 2003; ALVES, 2006; ALVES & FREITAS, 2006; RIZZARDO, 2007; GUIMARÃES, 2007). Assim como também difere do observado por Silva (2007) nas flores do algodoeiro (*G. hirsutum* L. cv. BRS 187 8H), no estado do Ceará, que constatou o maior número de *A. mellifera* forrageando nas flores das sete às nove horas.

Contudo, esse padrão é semelhante ao descrito por Martins et al. (2008), que relataram o pico de atividade destas abelhas em flores do algodoeiro (*G. hirsutum* L. cv. BRS 187 8H), na Paraíba, ocorrendo nas bordas do plantio entre doze e treze horas e no centro de nove às dez horas e das doze às quatorze horas. Esse comportamento evidencia uma preferência pelo forrageio entre nove e treze horas, o que pode estar relacionado à maior quantidade e/ou concentração do néctar secretado nesses horários. Contudo, como a secreção desse recurso depende de vários fatores relacionados tanto as variedades de algodão, quanto ao clima são necessárias pesquisas mais detalhada, que identifiquem o padrão de secção do néctar pelo algodoeiro (*G. hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH).

Existem várias pesquisas e uma ampla discussão sobre efeitos negativos causados por *A. mellifera* à população de abelhas nativas sociais, assim como às solitárias, em virtude da competição por sítios de nidificação e recursos florais (ROUBIK et al., 1986; ROUBIK, 1989; ROUBIK & WOLDA, 2001; FREITAS & OLIVEIRA - FILHO, 2001; PINKUS-RENDON et al., 2005; FREITAS et al., 2007; FREITAS et al., 2009; MURRAY et al., 2009; STOUT & MORALES, 2009). Contudo, torna-se difícil afirmar que a inversão na expressividade da atividade de pastejo de *A. mellifera* entre as áreas estudadas seja resultado de competição com as demais abelhas, pois o pico de atividade de Halictidae e Ceratinini coincidiu com os de *Apis* tanto na área I quanto na II e não houve grandes variações nas médias da atividade de *Lithurgus huberi* entre as áreas.

Segundo Cane (2001), grupos diferente de abelhas respondem de forma variada ao mesmo regime de perturbação, por isso é preciso que se avalie a história natural, principalmente o seu comportamento de nidificação, antes de qualquer interpretação sobre sua presença em um área qualquer. Dessa forma como não existiam apiários nas proximidades

dos plantios e estes eram semelhantes em tamanho e condições de floração, a expressividade de *A. mellifera* na área I e a maior atividade das abelhas solitárias na área II, poderiam ser explicadas por suas diferentes respostas ao estado de conservação do entorno das áreas de cultivo.

A expressiva atividade das abelhas solitárias na área II poderia ser resultado de uma maior concentração de ninhos destas no fragmento de caatinga mais conservado presente no entorno da área II, visto que elas nidificam preferencialmente em habitats pouco antropizados. *Apis mellifera*, por sua vez, é conhecida por estar presente em praticamente qualquer habitat, mas por ter preferência de forragear em áreas mais abertas (ROUBIK & WOLDA, 2001; MINUSSI & ALVES-DOS-SANTOS, 2007, MICHENER, 2007) teria encontrado maior facilidade para o pastejo na área I de bordas com vegetação menos densa.

3.2 – Comportamento de forrageio de abelhas nas flores do algodoeiro

Os indivíduos de *A. mellifera* foram observados entrando e saindo das flores caminhando pelas pétalas. Coletaram sempre néctar dos nectários florais, enquanto desenvolviam um intenso movimento circular dentro da flor, introduzindo a probóscide entre a base interna das pétalas e pressionando seu corpo contra as anteras e, às vezes, o estigma, fazendo com que grande quantidade de pólen aderisse ao seu corpo e fosse transferido para o estigma. Sendo o estigma contatado em 19% do total de 100 visitas observadas.

Este comportamento é semelhante ao descrito por Silva (2007), e o percentual de vezes em que tocaram o estigma é similar à observada por Cardoso et al. (2007), que constataram indivíduos de *A. mellifera* tocando no estigma das flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em 20% das visitas. O fato destas abelhas não visitarem os nectários extraflorais já foi citado por outros estudos (SANCHEZ JUNIOR & MALERBO-SOUZA, 2004; CARDOSO et al., 2007; MARTINS et al., 2008), porém Free (1993), e McGregor (1976) detectaram uma preferência desta abelha pelo néctar dos nectários extraflorais, fato que atribuíram a uma maior concentração de açúcar.

Não foram observados indivíduo desta espécie coletando pólen do algodoeiro. Tão logo coletavam o néctar, saíam das flores e iniciavam a limpeza dos grãos de pólen aderidos ao corpo, em vôo sobre as flores ou pousadas nas folhas, o que levava vários minutos (Figura 12).



Figura 12 – *Apis mellifera* pousada em folha do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico para descartar o pólen aderido ao corpo durante visita às flores. Choró, CE.

Comportamento semelhante foi relatado por Silva (2007), Cardoso et al. (2007), e Martins et al. (2008), sendo raros os relatos desta abelha coletando pólen do algodoeiro (SANCHEZ JUNIOR & MALERBO-SOUZA, 2004; MARTINS et al., 2008). Segundo McGregor (1976), isso só acontece quando não existe outra fonte do recurso. Silva (2007) sugere que esta rejeição esteja ligada a características dos grãos como tamanho, presença de espinhos e viscosidade, pois *A. mellifera* não apresenta adaptações para coleta de pólen desse tipo.

Os indivíduos de *Lithurgus huberi* foram observados coletando néctar e pólen, entrando e saindo das flores caminhando pelas pétalas. Durante a coleta de pólen pressionavam o ventre nas anteras e o estigma, raspando os grãos de pólen das anteras com movimentos rápidos dos membros anteriores e depositando-os nas escopas abdominais (Figuras 13 e 14). Tocaram nos estigmas em 53% de vinte e três visitas observadas, resultado semelhante ao relatado por Pires et al. (2008), que observou esta abelha coletando pólen e néctar das flores de *G. barbadense* no Distrito Federal e tocando no estigma das flores em 50% das visitas.



Figura 13- *Lithurgus huberi* coletando pólen do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.



Figura 14- Escopa ventral de *Lithurgus huberi* com pólen do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.

Embora esta espécie não seja considerada coletora preferencial do pólen de Malváceas, constatou-se a presença de uma escopa na parte posterior do abdômen formada por pêlos grandes, plumosos e bem espaçados (Figura 14). Sendo esta uma característica das abelhas especialistas na coleta de grãos de pólen grandes, pegajosos e ricos em espículas como os dessa família vegetal (O'TOOLE & RAW, 1991)

Durante as observações sobre o comportamento de pastejo, constataram-se ainda machos de *Lithurgus huberi* usando flores do algodoeiro tanto para se alimentarem de néctar, como sítios de descanso e para marcar territórios, sendo vistos sobre o estigma em posição de

guarda, com as pernas anteriores levantadas e mandíbulas abertas (Figura 15) ou escondidos dentro da flor sem nenhum movimento.



Figura 15 - Machos de *Lithurgus huberi* em posição de guarda sobre o estigma da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.

Os machos também usaram as flores como locais de cópula. Quando a fêmea entrava na flor, o macho rapidamente a agarrava pelo dorso, o casal passava alguns segundos lutando em movimentos tensos, enquanto a fêmea resistia. Após a aceitação por parte desta, passavam e copular (Figura 16, 17) e alguns minutos depois se soltavam e saiam da flor.

Não há na literatura relatos de cópula de *L. huberi* em flores da cultura do algodão. Apenas Cardoso et al. (2007) realizando coletas da espécie visitando flores do algodoeiro (*G. hirsutum* cv. Delta Opal) no Distrito Federal constatou a presença exclusiva de machos, tendo relacionado o fato a possibilidade deles estarem patrulhando as flores.



Figura 16 - Casal de *Lithurgus huberi* copulando na flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.



Figura 17 - Casal de *Lithurgus huberi* copulando na bráctea da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.

Este comportamento de cópula em flores é freqüente em espécies de abelhas que apresentam baixas densidades de ninhos, sendo uma estratégia vantajosa, quando as fontes alimentares não são dispersas e o sucesso reprodutivo do macho dependerá da capacidade de escolher flores freqüentemente visitadas pelas fêmeas. Tal comportamento já foi relatado em *Callanthidium* (Megachilidae, Anthidiini), *Protomelitura turnerae* (Andrenidae, Protomeliturgini), *Cephalurgus anomalus* (Andrenidae, Panurginae) e *Ptilothrix fructifera* (Apidae, Emphorini) (EICKWORT & GINSBERG, 1980; SIMPSON & NEFF, 1981;

ROUBIK, 1989; WITTMANN et al., 1990; MORATO & CAMPOS, 2000; MEDEIROS & SCHLINDWEIN 2003; CARDOSO et al., 2007; OLIVEIRA & SCHLINDWEIN, 2010).

Em função do comportamento apresentado por *Lithurgus huberi* durante as visitas para coleta dos recursos florais e durante a cópula dentro das flores do algodoeiro agroecológico nas áreas estudadas, esta espécie foi considerada potencial polinizadora da cultura. PIRES et al. (2008) também relacionaram *L. huberi* como uma espécie polinizadora em potencial do algodoeiro.

Os indivíduos de Halictidae foram observados coletando néctar e pólen, eventualmente alguns pousaram no estigma e nas anteras, mas em sua maioria entraram e saíram das flores caminhando pelas pétalas. Durante a coleta de pólen desenvolviam movimentos rápidos sobre as anteras, raspando os grãos de pólen com os membros anteriores e lançando-os no corpo (Figura 18).



Figura 18 – Indivíduo de Halictidae coletando pólen do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.

Entre os indivíduos que coletavam néctar (Figura 19) observou-se que após saírem da base interna da flor, passavam alguns segundo nas pétalas expondo a probóscide repetidas vezes (Figura 20), possivelmente na tentativa de reduzir a umidade do néctar.



Figura 19 – Indivíduo de Halictidae coletando néctar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.



Figura 20 – Indivíduo de Halictidae expando a probóscide após coleta de néctar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico. Choró, CE.

Na maioria das visitas os indivíduos de Halictidae saíam das flores com grãos de pólen aderidos ao corpo, fosse pelo movimento entre as anteras ou por contato com os grãos soltos dentro da flor. Essas abelhas entraram em contato com os estigmas em 35% de vinte visitas observadas. Por esse comportamento, os indivíduos desta família foram considerados potenciais polinizadores da cultura.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cardoso et al. (2007), que constataram abelhas pertencentes a Halictidae coletando pólen em flores de *G. hirsutum* L. cv. Delta Opal, no Distrito Federal e tocando nos estigmas em 33% de seis visitas observadas e por Pires et al.

(2008), que relatam *Augochlora thalia* e *Augochlora esox* visitando flores de *G. barbadense* no Distrito Federal, tendo a primeira coletado principalmente pólen e tocado no estigma em 44% de doze visitas observadas, sendo considerada potencial polinizadora da cultura.

Pela pouca ocorrência de Ceratinini não foi possível detalhar seu comportamento de forrageamento. Contudo, Pires et al. (2008) observaram que a espécie *Ceratina* (*Crewella*) *cfr. asuncionis* foi a terceira mais freqüente visitando flores de *G. barbadense*, no Distrito Federal, coletando néctar na maioria das visitas e quase sempre saindo das flores carregando pólen, e por isso mesmo sendo considerada potencial polinizadora da cultura. Além disso, um ninho de abelhas deste gênero escavado em restos de cultura do próprio algodoeiro foi encontrado na área. Pelo exposto, fica evidente a necessidade de novas pesquisas com essa tribo, para identificar espécies polinizadoras e práticas amigáveis que colaborem com sua manutenção nas áreas de cultivo do algodoeiro.

4 - CONCLUSÕES

Concluiu-se que:

As espécies *Apis mellifera*, *Lithurgus huberi* e membros da família Halictidae são potenciais polinizadores do algodoeiro em cultivo agroecológico no estado do Ceará.

O cultivo de algodão agroecológico é importante para *Lithurgus huberi* como fonte de alimento, mas também como local de descanso, abrigo e acasalamento, sendo necessário investigar os impactos negativos de cultivos tradicionais de algodão sobre as populações dessa e de outras espécies de abelhas solitárias.

Os diferentes níveis de conservação do entorno dos cultivos estudados influenciaram a frequência de atividade das abelhas visitantes florais do algodoeiro sob cultivo agroecológico.

Existe a necessidade de pesquisas para identificar espécies polinizadoras e práticas amigáveis que colaborem com sua manutenção nas áreas de cultivo do algodoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZEN, M. A. & FEINSINGER, P. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine "Chaco Serrano." **Ecological Applications**, v. 4, p.378-392. 1994.

ALLEN-WARDELL, G. et al. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v.12, p. 8–17. 1998.

ALVES, J. E. Eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). 2000. 140 p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

ALVES, J. E. & FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.) **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.

ALVES, T. T. L. Biologia floral e produtividade de grãos de três híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função do comportamento de pastejo e eficiência polinizadora da abelha *Apis mellifera*. 2006. 79 f **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

ANDRADE, P. B. Potenciais polinizadores e requerimentos de polinização do gergelim (*Sesamum indicum*). 2008. 75 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

BROSI, B. J. et al. The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside. **Journal of Applied Ecology**. 45, p. 773 – 783. 2008.

CANE, J. H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, v.5, n.1. 2001. Disponível em <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3>> Acesso em 11 de janeiro de 2011.

CARDOSO, C. F. et al. Principais polinizadores *Gossypium hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae), em uma localidade do distrito federal, Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. n, 212, 2007. 43 p.

COUTO, R. H. N. Plantas e Abelhas, uma parceria em crise? In: Encontro sobre Abelhas, 5., 2002. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2002. p. 87 - 94.

EICKWORT G. C. & GINSBERG H. S. Foraging and mating in Apoidea. **Annual Review of Entomology**, v.25, p. 421–446. 1980.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: B. M. FREITAS & PORTELA J. O. B. (eds.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE: 2004. 285p. p. 19-25.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. Londres – Reino Unido: Academic Press, 1993. 684 p.

FREITAS, B. M. & PAXTON, B. M. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, p. 319 – 326, 1996.

FREITAS, B. M. Avaliação da eficiência de polinizadores potenciais. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, Salvador, 1998. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. 830p. p. 105-107. 1998.

FREITAS, B. M. & OLIVEIRA-FILHO, J. H. Criação Racional de mamangavas para polinização em Áreas agrícolas, BNB, Fortaleza. 2001. 96p.

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

FREITAS, B. M. et al. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v.40, p. 332-346, 2009.

GUIMARÃES, M. O. Polinização da berinjela (*Solanum melongena*), cultivares comprida roxa e branca: requerimentos de polinização, visitantes florais e qualidade fisiológica de sementes. 2007. 73 f. **Monografia** (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

KASSAB, A. L. **Algodão do artesanato indígena ao processo industrial**. São Paulo, Ed. São Paulo, 1986. 96p.

KEARNS, C. A; INOUE, D. W. & WASER, N. M. endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v.29, p. 83-112. 1998.

KLEIN, A. M. et al. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London**, Serie B, n. 274, p. 303-313, 2007.

KREMEN, C; WILLIAMS, N. M. & THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.**, v. 99, p. 16812-16816, 2002.

KREMEN, C., et al. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, n.10, p. 299–314, 2007.

MARTINS, C. F. et al. Visitantes florais e polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.12, n.3, p.107-117.2008.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington D.C: Agricultural research service United States Department of Agriculture, 1976. 411 p.

MEDEIROS, R. C. P. & SCHLINDWEIN, C. Territórios de machos, acasalamento, distribuição e relação com plantas em *Protomeliturga turnerae* (Ducke, 1907) (Hymenoptera, Andrenidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.4, p. 589-596. 2003.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2.ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 2007. 953p.

MINUSSI, C. L. & ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). **Bioscience. Journal**, Uberlândia, v. 23, Supplement 1, p. 58-62, 2007.

MORATO, E. F & CAMPOS, O. A. L. Partição de recursos florais de espécies de *Sida Linnaeus* e *Malvastrum cãromandelianum* (Linnaeus) Garcke (Malvaceae) entre *Cephalurgus anomalus* Moure & Oliveira (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae) e *Melissoptila cnecomala* (Moure) (Hymenoptera, Apidae, Eucerini). **Revista Brasileira de Zoologia**. Curitiba, v.17, n.3), p. 705 -727. 2000.

MURRAY, T. E. KUHLMANN, M. & POTTS, S. G. Conservation ecology of bees: populations species and communities, **Apidologie**, v.40, p. 211–236. 2009.

NABHAN, G. P & BUCHMANN, S. L. Services provided by pollinators. In: G. C. DAILY (ed.). *Nature's service: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington, D.C: Island. p.133-150. 1997.

OLIVEIRA, M. L. & CUNHA, J. A. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? *Acta Amazonica*, Manaus, v. 35, n. 3, p. 389-394, 2005.

OLIVEIRA, R. & SCHLINDWEIN, C. Experimental demonstration of alternative mating tactics of male *Ptilothrix fructifera* (Hymenoptera, Apidae). *Elsevier: Animal Behaviour*, v. 80, p.241-247. 2010.

O'TOOLE, C. & RAW, A. **Bees of the World**. London: Blandford. 1991. 192p.

PINKUS-RENDON, M. A; PARRA-TABLA, V. & MELÉNDEZ-RAMÍREZ, V. Floral resource use and inter-actions between *Apis mellifera* and native bees in cucurbit crops in Yucatán, México, *Canadian Entomologist*, v.137, p. 441–449. 2005.

PIRES, C. S. et al. Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp), em diferentes regiões do Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, n.148, 2006. p. 38.

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

RICKETTS, T. H. et al. Landscape effects on crop pollinations services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v.11, p.499-515. 2008.

RIZZARDO, R. A. G. O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura. 2007. 74 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

ROUBIK, D. W. & WOLDA, H. Do competing honey bees matter? Dynamics and abundance of native bees before and after honey bee invasion, **Population Ecology**, v.43, p.53–62. 2001.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University, 1989. 514 p.

ROUBIK, D. W. et al. Sporadic food competition with the African honey bee: projected impact on Neotropical social bees. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, Inglaterra, v. 2, p. 97-111, 1986.

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

SCHLINDWEIN. C. & OLIVEIRA. R. Experimental demonstration of alternative mating tactics of male *Ptilothrix fructifera* (Hymenoptera, Apidae). **Journal Elsevier** 80 p. 241- 247. 2010

SILVA, M. S. Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará, e seus efeitos na qualidade da fibra e semente. 2007. 101 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SIMPSON, B. B. & NEFF. L. J. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v,68, p.301-322. 1981.

SOUSA, R. M. Manejo de abelha mellifera (*Apis mellifera*) para polinização do meloeiro (*Cucumis melo*). 2003. 125 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

STOUT, J. C. & MORALES, C. L. Ecological impacts of invasive alien species on bees. **Apidologie**, v.40, p. 388–409. 2009.

WITTMANN, D. et al. Coevolved reproductive strategies in the oligolectic bee *Callonychium petuniae* (Apoidea, Andrenidae) and three purple flowered *Petunia* species (Solanaceae) in southern Brazil. **Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, v.28, p.157-165. 1990.

CAPÍTULO IV

**Biologia floral e requerimentos de polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cv.
CNPA - 7MH em cultivo agroecológico no município de Choró, CE.**

RESUMO

Este trabalho objetivou estudar a biologia floral e requerimento de polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* cv. CNPA 7MH) em plantio agroecológico no município de Choró – CE, sendo realizadas observações sobre o ciclo floral, receptividade do estigma e liberação do pólen. As análises estatísticas dos requerimentos de polinização foram realizadas pelo teste de Kruskal-Wallis. Os resultados mostraram que a antese das flores acontecia às 7:00h e que todas estavam completamente abertas às 8:00h. Os estigmas se mostraram receptivos no momento da antese e durante toda a manhã. A liberação do pólen iniciou-se com a flor ainda fechada por volta das 5:00h. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os tratamentos de polinização. A polinização livre apresentou maior taxa percentual de frutificação (100,00%), mas foi estatisticamente igual à cruzada manual (93,33%), diferindo da auto-manual (80,00%) e da restrita (73,33%), que foram semelhantes. Concluiu-se que: O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) é uma espécie de polinização mista, podendo produzir frutos tanto a partir de autopolinização como de polinização cruzada; O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) é uma espécie autógama, de autopolinização espontânea e capaz de produzir colheitas economicamente viáveis independentemente de agentes polinizadores bióticos; Visitantes florais bióticos são capazes de promover polinização cruzada no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) e contribuir para incrementos na polinização desta cultura; Pode-se concluir ainda que a diversidade e abundância de abelhas visitantes florais presente no plantio agroecológico do algodoeiro foram suficientes para maximizar a polinização da cultura.

Palavras-chave: Algodão, Biologia floral, requerimento de polinização.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the floral biology and application of pollination of cotton (*Gossypium hirsutum* cv. 7MH CNPA) in agroecological planting in the town of Choró - CE, being carried out observations on the floral cycle, stigma receptivity and pollen release. Statistical analysis of the requirements of pollination were performed by Kruskal-Wallis. The results showed that anthesis of flowers occurred at 7:00 pm and all were completely open at 8:00 pm. Stigmas were receptive at the time of anthesis and throughout the morning. The release of pollen began with the flower still closed around 5:00 pm. There were significant differences ($p < 0.05$) for pollination. The open pollinated presented higher fruiting percentage rate (100.00%) but was statistically equal to the cross-manual (93.33%), differing from auto-manual (80.00%) and restricted (73.33%) which were similar. It was concluded that: The cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) is a kind of mixed pollination, and can produce fruit from both self-pollination and cross-pollination; Cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) is an autogamous species, spontaneous self-pollination and able to produce economically viable crops regardless of biotic pollinators, floral biotic visitors are able to promote cross-pollination in cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) and contribute to increases in pollination this culture, still can conclude that the diversity and abundance of bees visiting the flowers present in agroecological cotton planting was sufficient to maximize pollination of culture.

Keywords: Cotton, Floral biology, pollination requirement.

1 - INTRODUÇÃO

A eficiência de polinização pelos visitantes florais de qualquer cultura agrícola está relacionada à biologia floral da planta, pois cada espécie vegetal possui os seus próprios requerimentos de polinização, e as plantas apresentam os mais diversos tipos de flores e recursos para atrair os seus agentes polinizadores. Contudo, as várias seleções genéticas realizadas pelo homem na busca por novas variedades e incrementos de produtividade podem alterar características florais importantes na atração ou eficiência dos visitantes florais responsáveis pela polinização (FREITAS, 2000).

No caso do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), embora a flor seja auto-fértil e auto-polinizada, esta apresenta coloração variando do branco ao creme, tamanho relativamente grande em formato de sino e cinco conjuntos de nectários (um floral e quatro extraflorais), além de uma grande produção de pólen, que funcionando como uma unidade de atração para as abelhas visitantes florais, que por sua vez são consideradas as principais responsáveis pela polinização cruzada do algodoeiro (PENNA, 1982; BARROSO & FREIRE, 2003; SOUSA, 2010)

Todavia não existem trabalhos que avaliem a biologia e o requerimento de polinização do algodoeiro *G. hirsutum* cv. CNPA – 7MH, muito utilizado por produtores agroecológicos do semi-árido nordestino e que é derivado do cruzamento entre *Gossypium hirsutum* L. var. Marie galante e *G. hirsutum* L. var. Latifolium. Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivo estudar as características florais desta cultivar e seu requerimento de polinização, objetivando a utilização desses conhecimentos no apoio ao incremento produtivo da cultura através da polinização por abelhas.

2 - MATERIAIS E METODOS

2.1 - Área experimental

O local, período e a cultivar estudada são os mesmos descritos no capítulo dois deste trabalho. Os dados sobre biologia floral e temperatura e umidade do ar, foram coletados na área I e os testes de polinização na área II durante os oito dias em que a cultura apresentou-se em floração.

2.2 - Biologia Floral

Trinta botões florais foram ensacados e etiquetados aleatoriamente em pré-antese, com saco de filó. No dia seguinte, as flores foram observadas e fotografadas (com máquina Sony Alpha -12 megapixels, zoom 12x) das 5:00h até as 17:00h, anotando-se as observações sobre o ciclo floral: antese, longevidade, deiscência das anteras e receptividade dos estigmas.

Para testar a receptividade dos estigmas utilizou-se o teste com peróxido de hidrogênio (H_2O_2 –10 volumes) que leva à formação de borbulhas na superfície estigmática quando este está receptivo. Essas bolhas se formam pela liberação do oxigênio quando da quebra das moléculas de peróxido de hidrogênio realizada por enzimas presentes nos estigmas receptivos (DAFNI, 1992). Para realização desse teste 30 botões florais em pré-antese foram protegidos e no dia seguinte nos horários de 7:00h, 9:00h e 11:00h, dez flores recebiam duas gotas de peróxido de hidrogênio cada uma.

2.3 - Requerimento de Polinização

Para testar os requerimentos de polinização da variedade, foram aplicados quatro tratamentos, que são descritos abaixo:

T1: Polinização Livre ou Aberta – No dia anterior a antese, foram etiquetados 30 botões florais, que foram acompanhados, sem manipulação até a queda da flor ou frutificação.

T2: Polinização restrita – para a observação da autopolinização foram etiquetados e protegidos com sacos de papel 30 botões florais em pré-antese, permanecendo protegidos até a queda da flor ou frutificação.

T3: Autopolinização manual – foram etiquetados e protegidos com sacos de papel 30 botões florais em pré-antese. No dia seguinte as flores foram desensacadas, emasculadas e polinizadas manualmente com próprio pólen e novamente protegidas, permanecendo ensacadas até a queda da flor ou frutificação.

T4: Polinização cruzada manual - para esse tratamento foram etiquetados e protegidos com sacos de papel 30 botões florais em pré-antese. No dia seguinte, as flores foram desprotegidas, tiveram seus estames retirados antes de liberarem pólen, e foram polinizadas manualmente com pólen proveniente de outra planta, permanecendo protegidas até a queda da flor ou frutificação.

Como frutos vingados foram considerados aqueles que se mostraram formados após oito dias da polinização (SOUSA, 2010).

2.4 - Análises dos dados

Os dados referentes ao estudo do requerimento de polinização do algodoeiro não atendem as pressuposições da análise de variância, devido ao seu caráter binomial (vingou fruto = 1; não vingou fruto = 0), foram, portanto analisados através do teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 5% (HOLANDA-NETO, 1999, CRUZ, 2003; CAVALCANTE, 2008). Para tanto se utilizou o programa computacional past.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Biologia floral do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cv. CNPA - 7MH

Às cinco horas os botões florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) ainda estavam fechados, apresentando cor branco creme. Às seis horas, à temperatura de 27,3 °C e umidade relativa de 62,5% mostravam sinais de antese e por volta das sete horas apresentavam pequena abertura suficiente a entrada de visitantes. Às oito horas as flores estavam totalmente abertas e entre 13 e 14 horas iniciavam uma mudança para cor rósea, murchando entre as 15 e 17 horas. Ao final do dia estavam completamente fechadas, permanecendo murchas no dia seguinte e apresentando cor violeta. Por volta do terceiro dia as flores caíam (Figura 21).

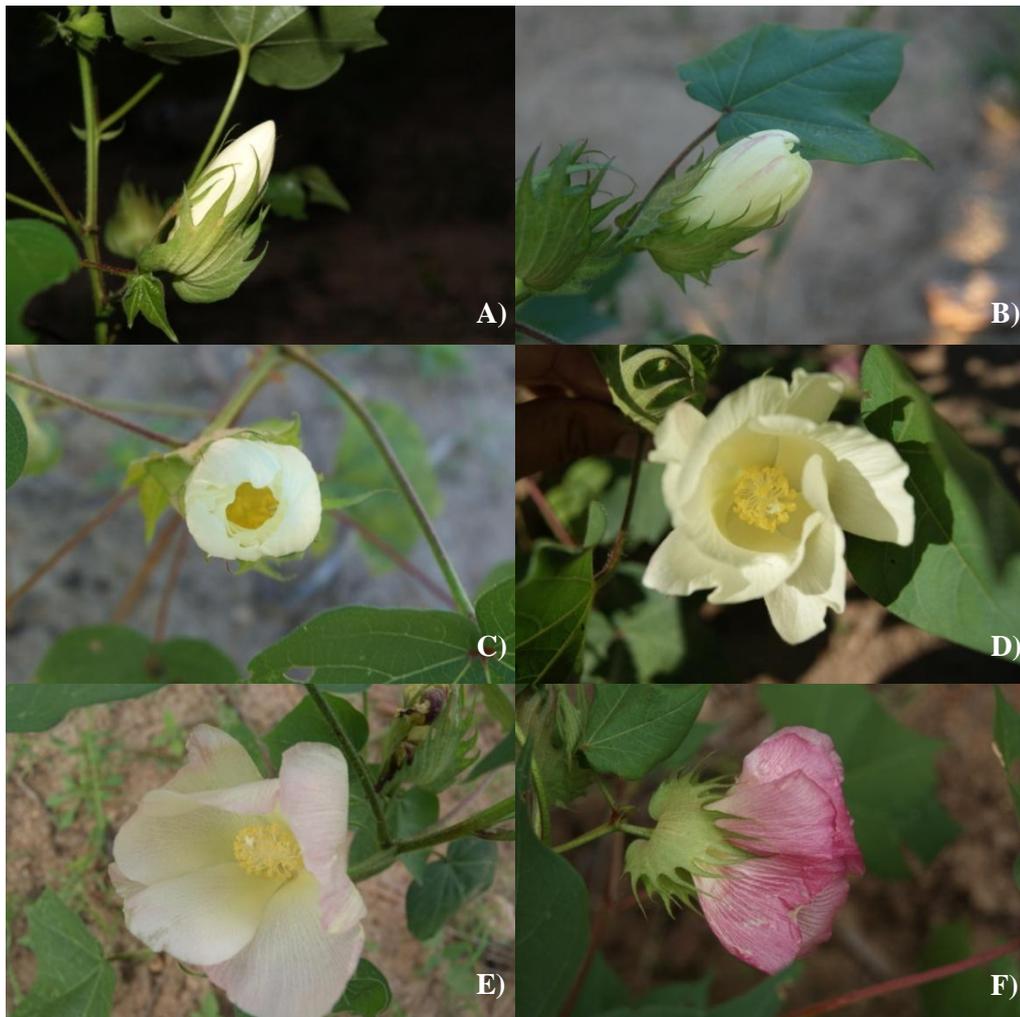


Figura 21 – Ciclo da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), em cultivo agroecológico. Choró, CE. **A** - Botão floral fechado às 5h; **B** - Botão floral iniciando a antese às 6h; **C** - Flor com pequena abertura suficiente a entrada de visitantes às 7h; **D** – Flor completamente aberta às 8h; **E** - Flor com cor rósea às 14h. **F** - Flor murcha às 17h.

A liberação do pólen iniciou-se com a flor do algodoeiro ainda fechada por volta das cinco horas, sendo a deiscência das anteras e aleatória, ocorrendo tanto nas anteras localizadas na base do estigma, quanto nas mais próximas ao ápice (Figura 22), começando com poucos grãos e evoluindo para grandes quantidades entre nove e dez horas (Figura 23).



Figura 22 – Anteras da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), em cultivo agroecológico, iniciando a deiscência às cinco horas. Choró, CE.



Figura 23 – Grande liberação de pólen da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), em cultivo agroecológico às nove horas. Choró, CE.

Através do teste do peróxido de hidrogênio, verificou-se a formação de borbulhas (Figura 24) no estigma, comprovado sua receptividade no momento da antese e durante toda a manhã das sete às onze horas.

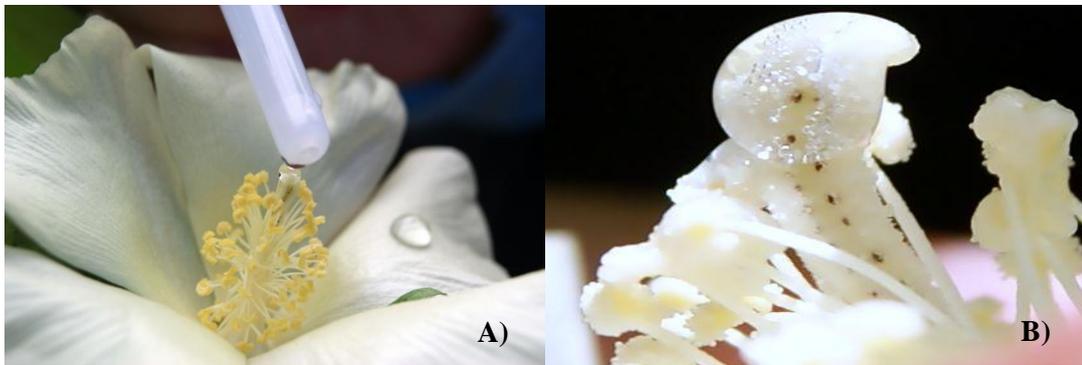


Figura 24 – Teste do peróxido de hidrogênio na flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH), em cultivo agroecológico. Choró, CE. **A** – administração do peróxido no estigma. **B** – detalha da formação de bolhas no estigma.

O horário de antese observado diverge do relatado por Sanchez Junior & Malerbo-Souza (2004), que observaram no município de Ribeirão Preto-SP as flores do algodoeiro var. IAC – 23 abrirem entre oito e nove horas e de Cardoso et al. (2006), que verificaram a antese dos botões florais de *G. hirsutum* var. BRS 187 8H ocorrendo em Brasília, a partir das cinco horas, apresentando 90% das flores abertas entre nove e dez horas, a temperatura de 25 °C e umidade relativa do ar de 69%. Já Martins et al. (2008), constataram o período de antese da variedade BRS 187 8H, na Paraíba iniciando entre cinco e seis horas, finalizando duas horas depois.

Trabalho realizado por Silva (2007) no Ceará com *G. hirsutum* var. BRS 187 8H, constatou a antese ocorrendo por volta das seis horas a temperatura de 23 °C e umidade relativa de 81%, com todas as flores estando abertas às sete horas. Essas diferenças entre os momentos de antese das flores do algodão devem estar relacionadas às diferentes variedades e as diferenças de fatores climáticos como temperatura e umidade relativa.

As observações relacionadas à mudança de cor das pétalas ao longo do dia e período transcorrido até a queda foram semelhantes as relatada por Silva (2007) e Martins et al. (2008). Na literatura não há um consenso sobre a mudança da cor da flor do algodoeiro. Segundo Penna (1982), elas mudam em função da exposição à luz solar, mas McGregor (1976) e Beltrão & Souza (1999), afirmam que a mudança acontece devido ao processo de fecundação.

A deiscência das anteras ocorreu de forma aleatória. Diferente do observado por Silva (2007) para *G. hirsutum* var. BRS 187 8H que relata ter observado uma antese sincronizada, iniciando a partir das anteras mais próximas a base do estigma e evoluindo longitudinalmente. Quanto a receptividade, o resultado encontrado é diferente do relatado por Martins et al. (2008) para a var. BRS 187 8H, que constaram pelo mesmo teste a receptividade do estigma iniciando duas horas depois da antese, mas é reforçado, pelos resultados de Silva (2007), que relatou a receptividade do estigma acontecendo desde o momento da abertura das flores as 6:00h até as 13:00h. também com a var. BRS 187 8H.

3. 2 - Requerimento de polinização algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) em cultivo agroecológico

A comparação dos resultados obtidos nos testes de polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 12). A polinização livre apresentou a maior taxa de vingamento, mas não diferiu significativamente da polinização cruzada manual (Tabela 12). Esses dois tratamentos, no entanto, vingaram significativamente ($p < 0,05$) mais frutos do que quando as flores foram autopolinizadas manualmente ou mantidas ensacadas durante todo o seu ciclo de vida. As flores dos tratamentos de autopolinização manual e polinização restrita não diferiram ($p > 0,05$) entre si (Tabela 12).

Tabela 12 – Resultados dos testes de polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cv. CNPA - 7MH, em cultivo agroecológico. Choró, CE.

Tratamentos	Flores protegidas	Frutos vingados	Taxa de frutificação (%)
Polinização Livre	30	30 ^a	100,00
Polinização cruzada manual	30	28 ^a	93,33
Autopolinização manual	30	24 ^b	80,00
Polinização restrita	30	22 ^b	73,33

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Os resultados obtidos nos testes mostram que algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) pode produzir frutos sobre as diversas formas de polinização testadas no presente estudo, concordando com os achados de Silva (2007), Sanchez Junior & Malerbo-Souza (2004) e Martins et al. (2008). A alta taxa de frutificação encontrada no tratamento de polinização restrita confirma que o algodão é uma espécie autógama, de autopolinização espontânea e capaz de produzir colheitas economicamente viáveis independentemente de

agentes polinizadores bióticos. O presente estudo também mostra que o vingamento de frutos sob autopolinização manual não diferiu daquele obtido sob polinização restrita, permitindo concluir que a flor consegue maximizar seus índices potenciais de autopolinização, não necessitando de agentes externos para atingir os níveis máximos de autopolinização. No entanto, o valor significativamente superior produzido no tratamento de polinização manual cruzada demonstra que o algodoeiro se beneficia deste tipo de polinização, sendo, portanto, uma espécie de polinização mista, estando de acordo com Martins et al. (2008). Finalmente, a taxa de vingamento de frutos sob polinização aberta semelhante aquela da polinização cruzada manual, e ambas sendo significativamente superiores a autopolinização manual e a polinização restrita, sugere que visitantes florais bióticos são capazes de promover polinização cruzada no algodoeiro e contribuir para incrementos na polinização desta cultura, resultado que contradiz os achados de Sanchez Junior & Malerbo-Souza (2004) em cultivo tradicional de algodão.

A significativa taxa de vingamento observada na polinização livre sugere ainda que a diversidade e abundância dos diferentes visitantes florais encontrados na área de cultivo agroecológico do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) foi suficiente para maximizar a produção da cultura. De fato, considerando os três únicos trabalhos conduzidos no Brasil sobre requerimento de polinização do algodoeiro, Martins et al. (2008) também em área sem uso de defensivo agrícola obteve resultado similares ao do presente estudo, enquanto que Silva (2007) em cultivos tradicionais do algodoeiro observou que a polinização livre não conseguiu maximizar a produção potencial da cultura, provavelmente por insuficiência de polinizadores. A exceção é o estudo de Sanchez Junior & Malerbo-Souza (2004), que também em cultivo tradicional de algodão conseguiram índices de polinização livre semelhantes aos de autopolinização manual e polinização manual cruzada, sugerindo que a cultura do algodão não é beneficiada pela ação de agentes polinizadores.

4 - CONCLUSÃO

Concluiu-se que:

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) é uma espécie de polinização mista, podendo produzir frutos tanto a partir de autopolinização como de polinização cruzada;

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) é uma espécie autógama, de autopolinização espontânea e capaz de produzir colheitas economicamente viáveis independentemente de agentes polinizadores bióticos;

Visitantes florais bióticos são capazes de promover polinização cruzada no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) e contribuir para incrementos na polinização desta cultura;

Pode-se concluir ainda que a diversidade e abundância de abelhas visitantes florais presente no plantio agroecológico do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. CNPA - 7MH) foram suficientes para maximizar a polinização da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, P. A. V. & FREIRE, E. C. Fluxo gênico em algodão no Brasil. Ed: PIRES, C. S. S; FONTES, E. M. G; SUJII, E. R. – Brasília In: **Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas: o algodão resistente a insetos como Estudo de caso**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003, 238p.

BELTRÃO, N. E, & SOUZA, J. G; Fitologia do algodão herbáceo (sistemática, organografia e anatomia) In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA. Comunicação para transferência de Tecnologia, 1999, v.1, cap.3, p.57-86.

CALVACANTE. M. C. Visitantes florais e polinização da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.&B.) em cultivo na Amazônia Central. 2008. 77.f **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. 2008.

CARDOSO, C. et al. Aspecto da biologia floral de *Gossypium hirsutum* latifolium (Malvaceae) In: VII ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2006, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2006, CD-ROM.

CRUZ, D. de O. Uso e eficiência da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) na polinização do pimentão (*Capiscum annum* L.) sob cultivo protegido. 2003. 60p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2003.

DAFNI, A. **Pollination Ecology: a practical approach**. Oxford: Oxford University Prees, 1992. 250p.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press,1993.

FREITAS, B. M. Polinização em fruteiras tropicais. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. 2000.

HOLANDA-NETO, J. P. O papel do comportamento de pastejo da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) e o tipo de polinização na produtividade do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). 1999. 60p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 1999.

MARTINS, C. F. et al. Visitantes florais e polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.12, n.3, p.107-117.2008.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington D.C: Agricultural research service United States Department of Agriculture, 1976. 411 p.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodoeiro anual. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 92, p. 10-13, 1982.

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

SILVA, M. S. Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará, e seus efeitos na qualidade da fibra e semente. 2007. 101 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOUSA, L. B. O algodoeiro: alguns aspectos importantes da cultura. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.4, p. 19 – 26. 2010.