



**Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/Zoologia**

Jean Miguel Alves dos Santos

**Visitantes florais e polinização de *Tecoma stans* (Bignoniaceae): efeito da
pilhagem de néctar na eficácia reprodutiva**

João Pessoa, 2016



**Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/ Zoologia**

Jean Miguel Alves dos Santos

**Visitantes florais e polinização de *Tecoma stans* (Bignoniaceae): efeito da
pilhagem de néctar na eficácia reprodutiva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/Zoologia, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Dr. Celso Feitosa Martins

João Pessoa, 2016

S237v Santos, Jean Miguel Alves dos.
Visitantes florais e polinização de *Tecoma stans*
(Bignoniaceae): efeito da pilhagem de néctar na eficácia
reprodutiva / Jean Miguel Alves dos Santos.- João Pessoa,
2016.
51f. : il.
Orientador: Celso Feitosa Martins
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN
1. Zoologia. 2. Polinizadores. 3. Sucesso reprodutivo.
4. Biologia floral. 5. Sistema reprodutivo.

UFPB/BC

CDU: 59(043)

Banca examinadora

Dr. Celso Feitosa Martins (Orientador/UFPB)

Dr. Antônio José Creão Duarte (Membro interno/UFPB)

Dr. Clemens Schlindwein (Membro externo/UFMG)

Dra. Reislá Silva de Oliveira (Suplente/ UFOP)

Agradecimentos

Agradeço ao PPGCB/UFPB pelo apoio estrutural para que o projeto fosse realizado.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Celso Feitosa Martins pela orientação e apoio no desenvolvimento deste estudo.

A Renata Marinho Cruz (co-orientadora não oficial) por ajudar sempre que possível.

Ao Sr. José Adolfo Carniato, por permitir que este estudo fosse realizado no Sítio Olho D'água. E agradecer ao Ivanildo Pereira de Lima (Nildo), funcionário do sítio, pela atenção e cuidados em me receber, e por manter os indivíduos de *Tecoma stans*.

Agradeço aos meus pais, Rosilvado Aves dos Santos e Jacinta de Fátima Dias dos Santos, que sempre apoiaram e cuidaram de mim, acordando cedo para fazer o café da manhã e por me levar diversas vezes para os locais de pesquisa.

Agradeço a todos do Laboratório de Entomologia, Laboratório de Aracnologia e a turma de mestrado 2014.1 por compartilhar conhecimentos e vivências dentro e fora do ambiente acadêmico.

Agradeço aos professores do PPGCB/Zoologia da UFPB pela contribuição e atenção durante todo o curso.

RESUMO

As abelhas são as principais polinizadoras de espécies vegetais do sistema agrícola e da maioria dos ambientes terrestres, interagindo com plantas nativas e exóticas. As plantas exóticas geralmente são encontradas em áreas urbanas como *Tecoma stans*, espécie nativa da região sul dos Estados Unidos e norte da América Central, introduzida no Brasil para ornamentação. Por apresentar flores com corolas tubulares longas, é comum a realização de aberturas/orifícios por certas espécies de abelhas que possibilitam o acesso aos recursos florais de *T. stans*. Todavia, como não entram na flor, essas abelhas realizam visitas ilegítimas, pois não contatam as estruturas reprodutivas das flores, e realizam a pilhagem dos recursos florais sem efetuar a polinização das mesmas. Alguns estudos foram publicados sobre a interação das abelhas com essa planta, principalmente, na região sul e sudeste do Brasil. Entretanto, não foram realizados estudos sobre o comportamento de pilhagem nessa espécie. Estudos demonstram que a pilhagem de pólen e néctar pode favorecer, ser neutra ou diminuir o sucesso reprodutivo de outras espécies vegetais. O objetivo desta pesquisa foi estudar a apifauna visitante de *Tecoma stans* em duas áreas com características diferentes, enfatizando o comportamento de pilhagem e suas consequências. O estudo foi realizado no *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa - PB, e no Sítio Olho D'água, Alhandra - PB, durante outubro de 2014 e novembro de 2015. Todos os testes de polinização manual resultaram na formação de frutos enquanto a polinização espontânea não gerou frutos, confirmando que *Tecoma stans* possui o sistema reprodutivo autocompatível, porém necessita de agentes polinizadores para a transferência dos grãos de pólen. Após a antese, as flores duram dois dias e oferecem pólen para seus visitantes, com média de $4.064,9 \pm 543,9$ grãos/antera; e néctar, com produção média de $14,4 \pm 7,3 \mu\text{l}/\text{dia}$, com concentração média de açúcar de $21,3 \pm 3,8\%$ e $0,47 \pm 0,3 \text{mg}$ de açúcar/ μl . Foram registradas 24 espécies de abelhas visitantes florais na UFPB e 21 espécies no Sítio Olho D'água. As abelhas iniciaram o forrageio por volta das 5:00h até às 17:30h. As visitas e os visitantes foram mais constantes na UFPB que no Sítio Olho D'água que apresentou maior variação durante os dias. O número de visitas e o número de visitantes foram significativamente maiores na UFPB. Ocorreu um pico de visitantes às 8:00h (média de $9,3 \pm 8,3$ visitantes/planta/dia) na UFPB. Enquanto no Sítio Olho D'água ocorreu um pico médio de visitantes às 8:00h e outro às 12:00h (média de $5,6 \pm 2,4$ visitantes/plantas/dia e $4,9 \pm 2,7$ visitantes/planta/dia, respectivamente). As abelhas mais abundantes foram *Trigona spinipes*, *T. fuscipennis*, *Partamona littoralis*, *Plebeia flavocincta* e *Xylocopa* spp. na UFPB e *Melipona scutellaris* e *Augochlora* spp. no Sítio Olho D'água. *Eulaema nigrita*, *E. athleticana*, *Centris analis*, *C. fuscata*, *C. tarsata*, *C. aenea*, *Euglossa carolina*, *Melipona scutellaris* e *Melitoma segmentaria* foram consideradas polinizadoras efetivas; e *Apis mellifera*, *Augochlora* sp., *Ceratina chloris*, *C. maculifrons*, *Nannotrigona punctata*, *Partamona littoralis*, *Plebeia flavocincta*, *Trigona spinipes* e *T. fuscipennis* foram classificadas como polinizadoras ocasionais. As espécies de *Xylocopa*, *Pseudaugochlora* e *Trigona spinipes* foram pilhadoras primárias de néctar. *Trigona spinipes* e *Trigona fuscipennis* foram pilhadoras primárias de pólen. Em experimentos nos quais as flores receberam uma barreira para evitar a pilhagem de néctar, o sucesso reprodutivo da polinização livre em flores com e sem barreira foram baixos e semelhantes nas duas áreas, sugerindo que a pilhagem de néctar não influenciou na produção de frutos, refutando a hipótese proposta. Porém, em testes posteriores o Sucesso Reprodutivo e a Eficácia Reprodutiva nas flores sem barreira foi maior, sugerindo que a pilhagem de néctar favorece a polinização. Essa diferença nos resultados pode estar relacionada a diferentes períodos de realização dos testes, assim como a diferenças na abundância e composição de polinizadores em cada área. Os resultados mostraram que a pilhagem de néctar pode afetar a produção de frutos, porém são necessários experimentos mais conclusivos.

Palavras-chave: polinizadores, Sucesso Reprodutivo, Biologia floral, sistema reprodutivo

ABSTRACT

Floral visitors and pollination of *Tecoma stans* (Bignoniaceae): effect of nectar robbing in reproductive efficacy

Bees are the main pollinators of plant species of agricultural system and most terrestrial environments, interacting with native and exotic plants. Exotic plants are usually found in urban areas, like *Tecoma stans*, an introduced ornamental species in Brazil, native from the southern United States and northern Central America. In flowers with long tubular corolla as *T. stans* it is common to certain species of bees make openings/holes that enable access to the floral resources. However, as they do not enter the flower, these bees perform illegitimate visits, because they do not contact the reproductive structures of flowers, and thus rob the floral resources without pollinate the flowers. However, no studies on the robbing behavior in this species has been done. Studies show that the robbing behavior of pollen and nectar can benefit, be neutral or decrease the reproductive success of other plant species. Some studies have been published on the interaction of bees with this plant, mainly in the region south and southeast of Brazil. The objective of this research was to study the bee species assemblage that visit the flowers of *Tecoma stans* in two areas with different characteristics emphasizing the robbing behavior and its consequences. The study was carried out at the *Campus I* of the Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa - PB, and the Sítio Olho D'água, Alhambra - PB, during October 2014 and November 2015. All the manual pollination tests resulted in fruit yield while spontaneous self-pollination did not yield fruits, confirming that *Tecoma stans* is auto-compatible, but needs pollinators to transfer the pollen grains. After floral anthesis, the flowers last for two days and provide pollen for its visitors, an average of 4064.9 ± 543.9 grains/anther; and nectar, mean production of $14.4 \pm 7.3 \mu\text{l/day}$, with an average concentration of sugar of $21.3 \pm 3.8\%$ and $0.47 \pm 0.3 \text{mg}$ of sugar/ μl . 24 species of bees were recorded in UFPB and 21 species at the Sítio Olho D'água. The bees started foraging around 5:00h till 17:30h. Visits and visitors were more constant in UFPB than at the Sítio Olho D'água that showed greater variation during the day. The number of visits and visitors were significantly higher in UFPB. Peak of visitors occurred in the flowers at 8:00h (average of 9.3 ± 8.3 visitors/plant/day in UFPB. While at the Sítio Olho D'água there was a mean peak of visitors at 8:00h and 12:00h, average of 5.6 ± 2.4 visitors/plant/day and 4.9 ± 2.7 visitors/plant/day, respectively. The most abundant bee species were *Trigona spinipes*, *T. fuscipennis*, *Partamona littoralis*, *Plebeia flavocincta* and *Xylocopa* spp. in UFPB, and *M. scutellaris* and *Augochlora* spp. in Sítio Olho D'água. *Eulaema nigrita*, *E. atleticana*, *Centris analis*, *C. fuscata*, *C. tarsata*, *C. aenea*, *Euglossa carolina*, *M. scutellaris* and *Melitoma segmentaria* were considered effective pollinators. *Apis mellifera*, *Augochlora* sp., *Ceratina chloris*, *C. maculifrons*, *Nannotrigona punctata*, *Partamona littoralis*, *Plebeia flavocincta*, *Trigona spinipes* and *T. fuscipennis* were classified as occasional pollinators. Females of *Xylocopa* spp., *Pseudaugochlora* spp. and *Trigona spinipes* were primary nectar robbers. *Trigona spinipes* and *Trigona fuscipennis* were primary pollen robbers. In experiments in which the flowers received a barrier to prevent nectar robbing, the Reproductive Success of open-pollination with and without barrier were low and similar in both areas, suggesting that the nectar robbing did not influenced the production of fruits, refuting the hypothesis proposed. However, in later tests the Reproductive Success and Reproductive Efficacy in flowers was higher without barrier suggesting that the nectar robbing favored pollination supporting the hypothesis tested. This difference in results may be related to different periods of carrying out the tests, as well as differences in the abundance and pollinator composition in each area. Although some results showed that nectar robbing can affect negatively the fruit production of *T. stans*, we still need more conclusive experiments.

Keywords: pollinators, Reproductive Success, floral biology, reproductive system

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Vista aérea do *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba – Brasil; Pontos de coleta: Ponto amarelo: Restaurante Universitário (distância da borda da mata: 508m); Ponto vermelho: Central de Aulas (distância da borda da mata: 331m) e Ponto laranja: Centro de Educação (distância da borda da mata: 217m.) 12
- Figura 2:** Vista aérea do Sítio Olho D'água, Alhandra, Paraíba – Brasil; Pontos de coleta-ponto vermelho e ponto amarelo. (Imagem do Google Earth). 13
- Figura 3:** (A) Inflorescência racemosa de *Tecoma stans*; (B) Lacínio floral; (C) Estruturas reprodutivas: quatro estames e estilete floral; (D) Disco nectarífero (seta amarela); (E) estaminoide em forma de “S” (seta vermelha); (F) estilete floral com o estigma aberto; (G) óvulos; (H) Frutos maduros com comprimento entre 8 cm e 22 cm; (I) Sementes aladas. 14
- Figura 4:** Crescimento do botão floral, a partir de um cm de comprimento, de *Tecoma stans* (n=41), no Sítio Olho D'água, Alhandra, Paraíba, Brasil. A antese ocorre no quarto dia. A linha central representa o valor da média, a caixa representa a amplitude, as barras representam os valores máximos e mínimos e os círculos pretos representam os pontos *outliers*. 15
- Figura 5:** Barreira física, envolvendo o cálice e parte da corola, para evitar a pilhagem de néctar. 17
- Figura 6:** Produção de néctar no *Campus I* da UFPB (A) e Sítio Olho D'água, Alhandra (B), PB, Brasil, nas flores de *Tecoma stans* (N=60) durante os dias de antese. Os pontos representam o valor da média e as barras o desvio padrão. 22
- Figura 7:** Concentração de açúcar no *Campus I* da UFPB (A) e Sítio Olho D'água(B), Alhandra, PB, Brasil, nas flores de *Tecoma stans* (N=60) durante os dias de antese. Os pontos representam o valor da média e as barras o desvio padrão. 23
- Figura 8:** Quantidade de açúcar no *Campus I* da UFPB (A) e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, PB, Brasil, nas flores de *Tecoma stans* (N=60) durante os dias de antese. Os pontos representam o valor da média e as barras o desvio padrão. 24
- Figura 9:** Número de visitas/planta no *Campus I* da UFPB (A), João Pessoa e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, Paraíba, Brasil. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude. 25
- Figura 10:** Número de visitantes/planta/dia no *Campus I* da UFPB (A), João Pessoa e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, Paraíba, Brasil. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude. 27
- Figura 11:** Espécies mais abundantes na estimativa do número de visitas/dia em 10 flores/planta no *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude. 28
- Figura 12:** Espécies mais abundantes na estimativa do número de visitas/dia em 10 flores/planta no Sítio Olho D'água, Alhandra – PB. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude. 28
- Figura 13:** Espécies de visitantes mais abundantes por dia no *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude. 29
- Figura 14:** Espécies de visitantes mais abundantes por dia no Sítio Olho D'água, Alhandra – PB. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude. 29

- Figura 15:** Número e tipo de visitas recebidas em 10 flores/planta no *Campus* I da UFPB (A), João Pessoa e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, Paraíba, Brasil. VL – néctar = Visita legítima para coleta de néctar; VL- pólen = Visita legítima para coleta de pólen; Pilhagem = Visita ilegítima para coleta de néctar. 30
- Figura 16:** (A) *Xylocopa suspecta* realizando visita ilegítima em uma flor de *Tecoma stans*; (B) Fenda longitudinal na corola causada por abelhas do gênero *Xylocopa*; (C) Orifício causado por *Pseudaugochlora* spp.; (D) *Trigona fuscipennis* coletando néctar pelo orifício no cálice; (E) Orifício no cálice feito por *Trigona spinipes*; (F) *Melipona scutellaris* realizando visita ilegítima, usando orifício realizado por uma *Xylocopa*. 32
- Figura 17:** (A) *Eulaema nigrita* realizando visita legítima e (B) *Eulaema atleticana* realizando visita legítima nas flores de *Tecoma stans* no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba. 33
- Figura 18:** (A) *Ceratina maculifrons* e (B) *Trigona* sp. Coletando pólen ns flores de *Tecma stans* no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba. 33
- Figura 19:** (A) Orifício na corola feito por uma abelha do gênero *Trigona* para retirar o pólen; (B) *Trigona fuscipennis* retirando pólen pelo orifício nos botões florais de *Tecoma stans* no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba. 34
- Figura 20:** (A) Ninho de *Xylocopa cearensis* no tronco de *Tecoma stans*; (B) Diptera (mosca) coletando néctar por abertura feita por *Xylocopa*; (C) formiga coletando néctar por abertura feita por *Xylocopa*; (D) Ninho de formiga no troco de *Tecoma stans*; (E) Lepidoptera coletando néctar; (F) Aranha usando o tubo da corola para capturar alimento. 35
- Figura 21:** (A) Hemiptera perfurando o cálice para retirar néctar; (B) Besouro da subfamília Melolonthinae coletando néctar; (C) Besouro no tubo da corola da flor de *Tecoma stans*; (D) membracídeos do gênero *Bolbonota*. (E) Gafanhoto comendo o botão; (F) *Iridopelma hirsutum* usando flor como abrigo. 36
- Figura 22:** (A) flor fechada devido à presença de lagarta de microlepidóptera; (B) Lúmen da flor contendo fezes de lagarta; (C) Pupa; (D) fase adulta do microlepidóptera. 37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Testes de polinização e Eficácia Reprodutiva no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB e no Sítio Olho D'água, Alhandra – PB. (N = número total de flores; NFru = número de frutos, NSem = número de sementes, SR = Sucesso Reprodutivo em %). 20
- Tabela 2:** Sucesso Reprodutivo e Eficácia Reprodutiva no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB e no Sítio Olho D'água, Alhandra – PB. (N = número total de flores; NFru = número de frutos, NSem = número de sementes, SR = Sucesso Reprodutivo em %). 21
- Tabela 3:** Espécies de abelhas que visitaram as flores de *Tecoma stans* no Campus I da UFPB, João Pessoa, PB e no Sítio Olho D'água, Alhandra, PB; recurso coletado (pólen e/ou néctar); Tipo de visita VL = visita legítima, VI = visita ilegítima; PE = Polinizador efetivo, PO = Polinizador ocasional, Ph = Pilhador de néctar e * pilhador de néctar e pólen. 26
- Tabela 4:** Número total de indivíduos observados conforme cada tipo de visita no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba. VL – néctar = Visita legítima para coleta de néctar; VL- pólen = Visita legítima para coleta de pólen; Pilhagem = Visita ilegítima para coleta de néctar. 30
- Tabela 5:** Número total de indivíduos observados realizando cada tipo de visita no Sítio Olho D'água, Alhandra. VL – néctar = Visita legítima para coleta de néctar; VL- pólen = Visita legítima para coleta de pólen; Pilhagem = Visita ilegítima para coleta de néctar. 31

Sumário

1. Introdução.....	9
2. Objetivo.....	11
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3 Metodologia.....	12
3.1 Área de estudo.....	12
3.2 Biologia floral e sistema reprodutivo.....	13
3.3 Visitantes florais.....	18
3.4 Análise estatística.....	19
4 Resultados.....	20
4.1 Biologia floral e sistema reprodutivo.....	20
4.2 Visitantes floras.....	24
4.3 Outras interações.....	35
5 Discussão.....	38
Referências.....	43

1. Introdução

Os insetos estão intimamente relacionados com as plantas, principalmente as angiospermas, apresentando interações recíprocas através do tempo evolutivo, denominadas de coevolução (Gullan & Cranston, 2012). Os insetos podem exercer controle sobre as populações de angiospermas, através da herbivoria, inclusive tornando-se pragas, ou auxiliar na reprodução das mesmas por meio da polinização. A polinização é o transporte dos grãos de pólen das anteras para o estigma das flores, constituindo um processo secundário da coleta de recursos como néctar, pólen, essência, resina e outros materiais (Schoonhove *et al.*, 2005; Gullan & Cranston, 2012; Matthews & Matthews, 2010). Os principais *taxa* de insetos que frequentam flores são os besouros (Coleoptera), moscas e mosquitos (Diptera), vespas, abelhas e formigas (Hymenoptera), trips (Thysanoptera) e borboletas e mariposas (Lepidoptera). Dentre esses, as abelhas são consideradas o grupo mais importante de insetos polinizadores (Schoonhove *et al.*, 2005; Gullan & Cranston, 2012), sendo fundamentais para a produção agrícola e manutenção de muitos ecossistemas terrestres (Neff & Simpson, 1993; FAO 2004).

A interação do ser humano com os ecossistemas naturais tem tido um efeito destabilizador, que perturba o equilíbrio dinâmico, através da fragmentação dos ambientes naturais para o desenvolvimento de atividades agrícolas, industriais e urbanas (Michener, 2007). No Brasil, o processo de fragmentação das florestais iniciou-se no período da colonização, com a extração de madeira, como o pau-brasil, comércio e construção de vilas e que aumentou com os ciclos econômicos no país, como o da cana-de-açúcar e, a mais atuais, as atividades agropecuárias (MMA, 2003). Esse desenvolvimento econômico acentuou o desmatamento da Mata Atlântica, devido à atração populacional, que foi desmatando e fragmentado as florestas, que foram utilizadas para a geração de energia e implantação da infraestrutura urbana, que aumenta com o passar dos anos. (MMA, 2003; IBAMA).

Um exemplo disso é o declínio populacional de polinizadores, principalmente das abelhas, já evidenciado em diversos estudos (Biesmeijer *et al.*, 2006; Kearns & Inouye, 1997; Kevan & Phillips, 2001; Klein *et al.*, 2007; Ricketts *et al.*, 2008). Nas áreas com vegetação nativa é possível encontrar uma variedade de sítios de nidificação e recursos alimentares para as abelhas. A remoção dessas áreas para a construção de cidades e cultivo de monoculturas, que geralmente florescem por um curto período, leva a redução na abundância e diversidade de polinizadores (Dias *et al.*, 1999; Kremen *et al.*, 2002). Em alguns casos, a presença de vegetação nativa próxima às áreas agrícolas pode apresentar uma floração contínua ou complementar à monocultura fornecendo recursos para os polinizadores. Quando não há áreas

com vegetação nativa, muitas vezes são usadas espécies exóticas para solucionar o problema da falta de recursos para os polinizadores. Muitas dessas espécies podem se tornar invasoras de ambiente, ameaçando o ecossistema, habitats e espécies nativas. (Freitas, 2010; Gillott, 2005; MMA, 2006; Michener, 2007).

As plantas exóticas são geralmente cultivadas em áreas urbanas, em jardins ou quintais das residências, apresentando diversas funções, desde a produção de frutos, uso medicinal, sombreamento e ornamentação, devido à beleza das flores. Desempenham um importante papel podendo formar um corredor biológico que conecta fragmentos florestais próximos e fornecendo recursos para os polinizadores. (Alves *et al.*, 2010; Neto *et al.*, 2012). Atualmente estima-se que 80% da população mora em centros urbanos com áreas arborizadas e áreas conservadas, como parques e jardins, que são planejadas para tentar manter o equilíbrio dos recursos ambientais (Campanili & Schaffer, 2010).

A família Bignoniaceae possui distribuição pantropical e inclui aproximadamente 120 gêneros e 800 espécies, no Brasil, ocorrem 32 gêneros e cerca de 350 espécies, muitas com grande potencial ornamental e comumente cultivadas, como Tulipa -africana (*Spathodea campanulata*), os ipês (gênero *Tabebuia*, mas também *Sparattosperma*, *Tecoma* e *Cybistax* (Souza & Lorenzi, 2008). É comum as espécies desta família apresentarem características atrativas para as abelhas, consideradas como polinizadoras, ou pilhadoras de néctar e pólen (Gentry, 1974).

Tecoma stans (L.) Juss. Ex Kunth (1819) pertence à família Bignoniaceae, espécie originária do México e sul dos Estados Unidos. Apresenta porte arbóreo ou arbustivo, podendo chegar até 12 metros de altura. Foi introduzida no Brasil como ornamental, o primeiro registro é de 1871, na cidade de Santos, São Paulo. *T. stans* popularmente é conhecida como Ipê-mirim, Ipezinho ou Amarelinho. Hoje, *T. stans* é considerada uma praga agrícola podendo ocupar dezenas de hectares de pastagens. Como o custo é alto para erradicar as plantas e a reinfestação é frequente, as áreas são abandonadas e o problema se torna cada vez mais grave (Kranz & Passini, 1997).

Alguns estudos estão relacionados ao controle da planta, por ser invasora de terrenos, como Kranz & Passini (1997), Vitorino *et al.* (2001) e Silva *et al.* (2008), que descrevem características gerais da planta e sua distribuição, principalmente, no Brasil. Em relação aos visitantes florais de *Tecoma stans*, foram publicadas algumas pesquisas, Dutra & Machado (2001), Silva *et al.* (2007), Santos (2013) e Wojcik (2011), sendo que os dois primeiros foram feitos no Sul e Sudeste do país, o terceiro no Nordeste e o ultimo em três cidades da Costa Rica

A pilhagem de recursos é realizada através de aberturas feitas por espécies de abelhas na base da corola, fenômeno bastante comum em flores tubulares (Maloof & Inouye, 2000; Irwin & Brody, 1999). Os pilhadores de néctar influenciam na reprodução da planta, de forma direta, podendo proporcionar a polinização, ou indiretamente, influenciando no comportamento do visitante-polinizador, por exemplo, beija-flores que evitam as flores pilhadas, diminuindo a polinização, e no caso dos insetos, que mudam os padrões de forrageio, influenciando na taxa de polinização por geitonogamia (Maloof & Inouye, 2000). A pilhagem parece ser um fenômeno comum podendo ter implicações evolutivas e em alguns casos ser considerada como mutualismo (Maloof & Inouye, 2000).

Apesar de *Tecoma stans* ser uma espécie introduzida no Brasil desde o século XIX, pouco se conhece sobre a interação entre suas flores e os visitantes florais nativos, principalmente na região nordeste do país. Nesse sentido, o presente estudo visa observar os visitantes florais e seu comportamento comparando áreas urbanas e rurais; e testar a hipótese de que a pilhagem de néctar promove um aumento do número de flores visitadas favorecendo maior taxa de polinização.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Estudar a apifauna visitante e a polinização de *Tecoma stans* em áreas urbanas e rurais, enfatizando o comportamento de pilhagem de néctar e suas consequências.

2.2. Objetivos Específicos

- Inventariar as espécies de abelhas visitantes florais e os recursos florais de *T. stans* utilizados;
- Registrar a frequência de visitantes e o número de visitas ao longo dos horários de visitação;
- Analisar o comportamento dos visitantes durante a coleta de recursos, verificando se as visitas são legítimas ou ilegítimas e classificá-los como polinizadores ocasionais, polinizadores efetivos, pilhadores primários e pilhadores secundários;
- Medir o volume de néctar e sua concentração de açúcar ao longo da antese;
- Realizar testes de polinização para verificar o sistema reprodutivo de *T. stans*;
- Verificar a porcentagem de flores pilhadas e não pilhadas por inflorescências por planta e verificar o Sucesso Reprodutivo e a Eficácia Reprodutiva de flores pilhadas e não pilhadas.

3. Metodologia

3.1. Áreas de estudo

O estudo foi desenvolvido em duas áreas, uma urbana e outra rural. A área urbana foi na Universidade Federal da Paraíba, *Campus I* (Figura 1), localizada no município de João Pessoa, Paraíba, sexta cidade mais populosa do Nordeste, com 1.253.929 habitantes (IBGE, 2015). A região situa-se entre 37 a 74 m de altitude em relação ao nível do mar. O clima da região de acordo com as divisões climáticas de Köppen, é tropical úmido-quente (As'), com média de precipitação pluviométrica de 1.800 mm por ano e com temperatura média anual de 26 °C (Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 2013). O *Campus I* da UFPB possui uma área total de 108,017 ha, sendo 44,870 ha compostos por fragmentos de Mata Atlântica (Silva, 2011). Existem também fragmentos ao redor do *Campus*, incluindo a Mata do Buraquinho com 515 ha, cuja borda dista 508 m (ponto amarelo, Restaurante Universitário), 331m (ponto vermelho, Central de Aulas) e 217 m (ponto laranja, Centro de Educação) dos locais de coleta; e o ponto central da mata fica em média a 1,57 Km dos três locais.



Figura 1: Vista aérea do *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, ao lado da Mata do Buraquinho, Paraíba – Brasil; Pontos de coleta: Ponto amarelo: Restaurante Universitário (distância da borda da mata: 508m); Ponto vermelho: Central de Aulas (distância da borda da mata: 331m) e Ponto laranja: Centro de Educação (distância da borda da mata: 217m.) (imagem Google Earth, 2015).

A área rural foi o Sítio Olho D'Água (Figura 2), localizado no município de Alhandra, Paraíba, com população estimada em 19.238 habitantes (IBGE, 2015). A área dista aproximadamente 36,5 Km da cidade de João Pessoa. Apresenta altitude entre 50 a 100 m em relação ao nível do mar. O clima é do tipo Tropical chuvoso com verão seco, com média de precipitação pluviométrica anual de 1.634,2 mm (MME, 2005). O Sítio Olho D'água localiza-se no antigo assentamento Tapuiú, aproximadamente quatro Km do centro do Município de Alhandra. O sítio é uma propriedade particular, com área de quatro ha, onde se realiza agricultura orgânica, tendo como principais culturas o abacaxi, inhame e manga. O sítio possui uma pequena área com vegetação nativa de Mata Atlântica em processo de replantio e as propriedades do entorno realizam agricultura tradicional com uso de agrotóxicos.



Figura 2: Vista aérea do Sítio Olho D'água, Alhandra, Paraíba – Brasil; Pontos de coleta-ponto vermelho e ponto amarelo. (Imagem do Google Earth).

3.2. Biologia floral e sistema reprodutivo

As plantas nas duas áreas apresentaram indivíduos de tamanhos variados, alguns com porte arbustivo, com pouco mais de um metro, e outros com porte arbóreo com aproximadamente cinco metros de altura. As folhas se dividem em folíolos, com borda serrilhada, e as inflorescências são do tipo racemosa nos ramos terminais (Figura 3A).

As flores possuem o cálice de cor verde, gamossépalo, apresentam nectários extraflorais na superfície do cálice, as pétalas são gamopétalas de cor amarela com cinco lacínios livre (Figura 3B), apresenta guias de néctar de cor vermelha no tubo da corola, distribuídas na parte ventral. As flores são monoicas, com quatro estames didínamos com a base conectada com a corola; possuem tecas bífidas basifixas, e um estaminódio em forma de

“S” (Figura 3E); os filetes e o estaminóidio possuem tricomas, possivelmente glandulares (Figura 3C); o ovário supero, o disco nectarífero ginobásico (Figura 3D); e o gineceu apresenta estigma bilobado (Figura 3F), que é sensível ao toque. A média do número de óvulos por flor foi de 58 ± 10 (N= 30) (Figura 3G). O fruto é uma cápsula deiscente, com tamanho variado entre 10 a 22cm, quando madura apresenta a cor marrom (Figura 3H) e as sementes são aladas (Figura 3I).

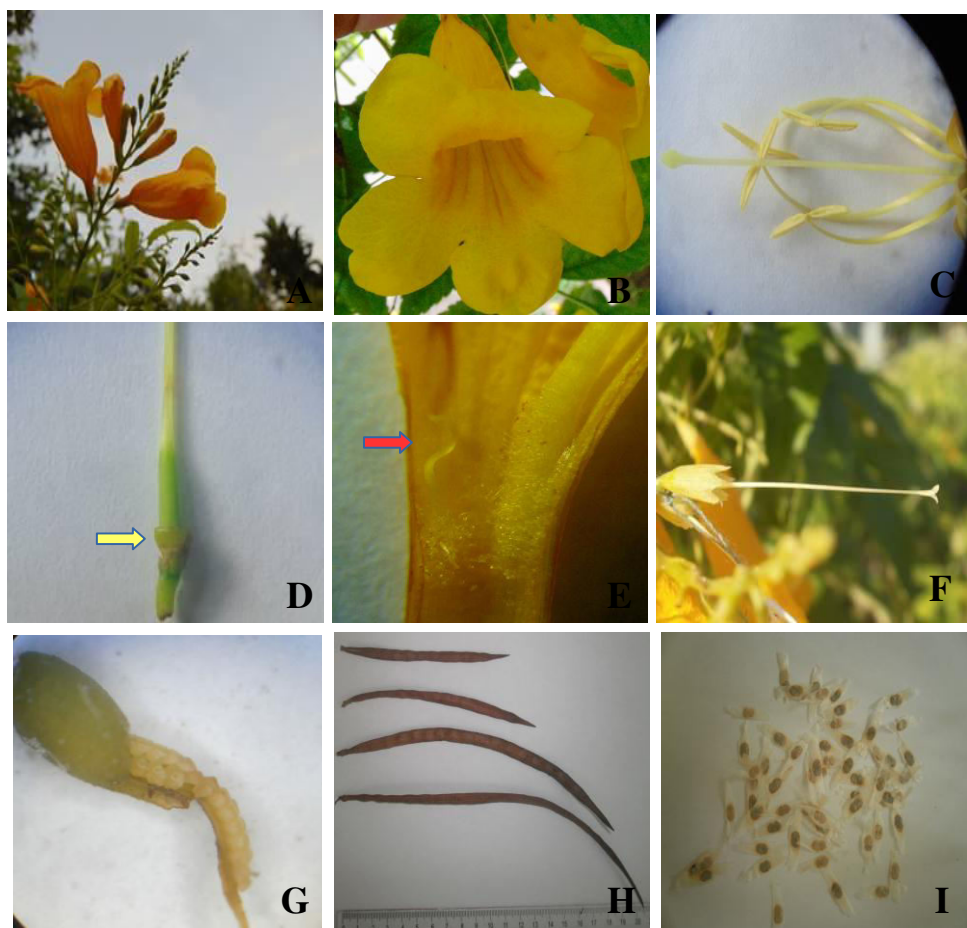


Figura 3: (A) Inflorescência racemosa de *Tecoma stans*; (B) Lacínio floral; (C) Estruturas reprodutivas: quatro estames e estilete floral; (D) Disco nectarífero (seta amarela); (E) estaminoide em forma de “S” (seta vermelha); (F) estilete floral com o estigma aberto; (G) óvulos; (H) Frutos maduros com comprimento entre 8 cm e 22 cm; (I) Sementes aladas.

As flores abrem, principalmente, no período da manhã, mas pode ocorrer antese ao longo de todo o dia. As flores apresentam um crescimento rápido, botões com o tamanho médio de $1 \pm 0,1$ cm demoram três dias para chegar na fase de pré-antese com tamanho médio de $3,5 \pm 0,8$ cm. No primeiro dia de antese o tamanho médio da flor é de $5,1 \pm 0,6$ cm, e as flores apresentam o amarelo da corola bem chamativo. No segundo dia as flores começam a apresentar sinais de senescência, a flor começa a murchar e os lacínios ficam levemente esbranquiçados e o tamanho médio das flores é de $4,9 \pm 0,2$ cm. Nesse dia pode ocorrer a abscisão apenas da corola ou de toda a estrutura floral (Figura 4).

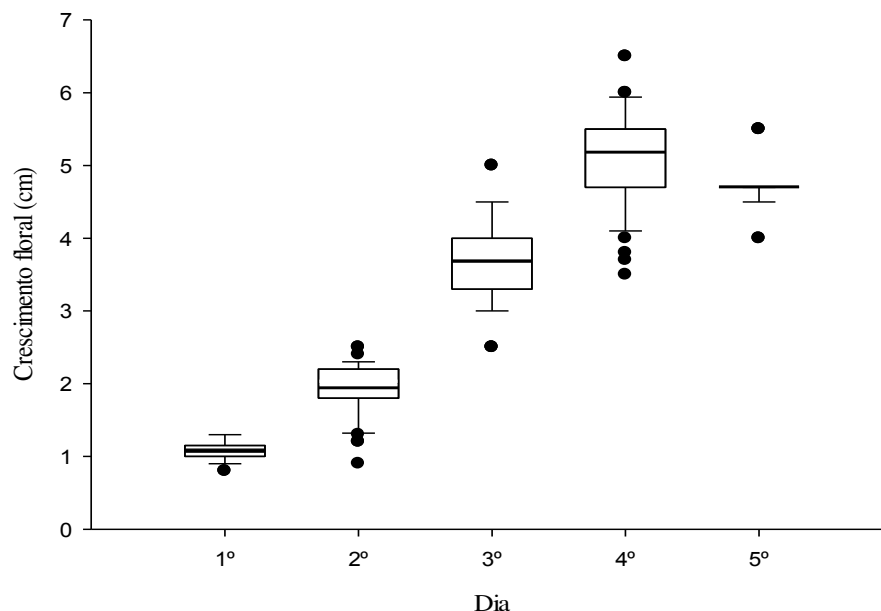


Figura 4: Crescimento do botão floral, a partir de um cm de comprimento, de *Tecoma stans* (n=41), no Sítio Olho D'água, Alhandra, Paraíba, Brasil. A antese ocorre no quarto dia. A linha central representa o valor da média, a caixa representa a amplitude, as barras representam os valores máximos e mínimos e os círculos pretos representam os pontos *outliers*.

Para verificação do volume, concentração e quantidade de açúcar, quinze flores de três plantas, cinco flores por planta, foram previamente ensacadas para evitar que o néctar fosse retirado pelas abelhas. As medições de néctar nas flores foram realizadas a cada duas horas nas mesmas flores, durante os dois dias da antese. O néctar foi retirado com o auxílio de uma microseringa de 25µl (Hamilton®, NV, USA) e a concentração de açúcar foi verificada com um refratômetro manual (0 – 90% Brix; Modelo RT-280). Essa metodologia foi repetida quatro vezes em cada área, nos meses de outubro e dezembro 2014 na área urbana e outubro e novembro de 2014 na área rural, totalizando 60 flores por área. Para verificar a quantidade de açúcar no néctar (mg) foram usados os valores de volume (µl) e concentração (%) conforme Kearns e Inouye (1993).

$$QA = \frac{\text{Volume de néctar} \times \text{Concentração de açúcar}}{100}$$

Para verificar o número de óvulos, foram levados 30 botões ao laboratório cujo ovário foi retirado e cortado longitudinalmente com um bisturi. Os óvulos foram contabilizados com o auxílio de um estereomicroscópio.

Para verificar a antese foram marcados 41 botões com tamanho de 1cm que foram medidos com o auxílio de paquímetro até a senescência da corola.

Para avaliar a porcentagem de flores que apresentavam danos de pilhagem, de néctar ou de pólen, foram examinadas 702 flores, 500 na área urbana e 202 na área rural, no mês de maio de 2015.

Para quantificar a pilhagem de pólen, foram coletados 30 botões, quinze botões que apresentavam pilhagem de pólen e quinze botões sem pilhagem de pólen. Foram retiradas duas anteras, uma antera grande e uma antera pequena, de cada botão das amostras. As anteras foram maceradas individualmente em uma lâmina de vidro contendo papel milimetrado por baixo para auxiliar na contagem. Os grãos de pólen foram corados com fucsina e contados com o auxílio de um estereomicroscópio.

Para verificar o sistema reprodutivo foi realizado teste de autopolinização espontânea, os botões são ensacados para evitar o contato com os polinizadores durante a antese, e observados até senescência ou a formação de frutos; autopolinização manual, após a antese os grãos de pólen são transferidos para o estigma da mesma flor; Geitonogamia, ocorre a transferência manual dos grãos de pólen entre flores diferentes da mesma planta; e polinização cruzada manual, transferência manual dos grãos de pólen e feito entre flores de plantas diferentes. Para cada um dos testes foram ensacados 10 botões florais em três plantas, totalizando 30 botões por teste. Os experimentos ocorreram durante o mês de abril de 2015 na área urbana e no mês de maio de 2015 na área rural. Todos os testes utilizando polinização manual foram realizados aproximadamente ou depois das 9:00h, horário em que os estigmas se abriam. Após os testes as flores permaneceram ensacadas até a senescência ou início da formação do fruto, de modo que não foi possível a ocorrência de nenhum tipo de pilhagem nessas flores. Estas flores foram acompanhadas até a formação dos frutos, cerca de 20 a 30 dias, e posteriormente coletadas e o número de sementes produzidas contabilizadas.

Para verificar o efeito da pilhagem de néctar na produção de frutos e no sucesso reprodutivo, foram marcadas 300 flores que apresentavam marcas de pilhagem de néctar e 300 botões sem pilhagem foram marcados e protegidos na base com barreiras físicas, feitas com papel A4 e fita adesiva, para evitar a pilhagem de néctar (Figura 5). Foram selecionadas apenas flores que não apresentavam orifícios de pilhagem de pólen. As flores foram acompanhadas até a formação dos frutos e posteriormente coletadas e o número de sementes produzidas contabilizadas. O experimento foi realizado nos meses de abril, maio e setembro de 2015 na área urbana e na área rural nos meses de maio e agosto de 2015.



Figura 5: Barreira física, envolvendo o cálice e parte da corola, para evitar a pilhagem de néctar.

Para verificar o Sucesso Reprodutivo (SR) o número de sementes produzidas dividido pelo produto dos números de flores e número de óvulos por flor este multiplicado por 100, conforme o algoritmo abaixo.

$$SR = \frac{\text{Nº de sementes}}{\text{Nº de flores} \times \text{Nº de óvulos por flor}} \times 100$$

Para testar a existência de déficit de polinização, foi calculada a eficácia reprodutiva (ER) (Zapata & Arroyo, 1978), que é estimada usando a razão entre o sucesso reprodutivo da polinização livre (SR livre) e o sucesso reprodutivo da polinização livre mais polinização cruzada manual complementar (SR cruzada complementar). O valor de ER varia entre 0 e 1, quanto mais próximo de 0 há um déficit na polinização, e quanto mais próximo de 1 ocorre uma maior taxa na polinização natural.

$$ER = \frac{\text{SR livre}}{\text{SR cruzada complementar}}$$

Para o teste de Eficácia Reprodutiva foram realizados os seguintes experimentos: Polinização Livre sem barreira (N=10), Polinização Livre com Barreira (N=10), Polinização Livre com polinização cruzada manual complementar sem barreira (N=10), Polinização Livre com polinização cruzada manual complementar com Barreira (N=10) Para homogeneizar e evitar efeitos individuais, os quatro tipos de teste foram realizados em três plantas, totalizando 30 flores por teste. Foram selecionadas apenas flores que apresentavam orifícios de pilhagem de néctar. As flores foram acompanhadas até a formação dos frutos e o número de sementes produzidas contabilizadas.

3.3. Visitantes florais

Para verificar a quantidade de visitas recebidas por flor ao longo do dia e o comportamento de forrageio das abelhas, foram marcadas 10 flores em três plantas. Cada grupo de 10 flores foi observado durante 5 minutos a cada hora e foi contabilizado o número de visitas recebidas por flor e a espécie visitante. Para quantificar a abundância de visitantes foram contadas as abelhas presentes em todas as flores de cada uma das três plantas durante cinco minutos/hora por planta. As observações da quantidade de visitas recebidas por flor e da abundância de visitantes foram efetuadas de 5:00h às 17h:30min durante cinco dias consecutivos, no mês de outubro de 2014, no Sítio Olho D'água e cinco dias não consecutivos na UFPB (três dias em outubro de 2014 e dois dias em setembro de 2015), totalizando 65 horas de observação nas duas áreas. Em cada dia de observação foram utilizadas três plantas diferentes.

No início do estudo foram coletados exemplares das espécies visitantes, sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila e levados para o Laboratório de Entomologia da UFPB. Em laboratório os exemplares foram identificados com auxílio de chaves de identificação e espécimes da coleção de referência e depois depositados na coleção da instituição. Posteriormente, exemplares já identificados foram utilizados no campo para facilitar a identificação das espécies de abelhas nas flores. Espécies muito semelhantes foram identificadas e agrupadas em nível de gênero no campo.

As abelhas foram classificadas de acordo com o tipo de visita durante a coleta de recurso: Visita Legítima (VL), quando as abelhas que entravam no tubo da corola para retirar o néctar e/ou pólen, ocorrendo ou não a polinização; Visita Ilegítima (VI) quando as abelhas danificavam o cálice ou a corola para retirar néctar, dentro desta categoria às abelhas foram classificadas como pilhadoras primárias, abelhas capazes de danificar o tecido floral (cálice ou corola) para coletar o recurso; e pilhadoras secundárias, abelhas que não tem capacidade de danificar o tecido floral, mas coletavam o recurso utilizando as aberturas realizadas pelas pilhadoras primárias. As espécies de abelhas ainda foram classificadas como Polinizadoras Efetivas (PE) quando sempre tocavam as estruturas reprodutivas no momento da visita legítima, e Polinizadoras Ocasionais (PO), abelhas que ocasionalmente tocavam as estruturas reprodutivas no momento da coleta de néctar ou pólen.

3.4. Análise Estatística

Para comparar o Sucesso Reprodutivo e a Eficácia Reprodutiva obtidos nos experimentos de polinização foi utilizado o teste exato de Fisher. Para comparar o número de visitas e de visitantes ao longo do dia foi utilizado o teste de Wilcoxon. As análises foram realizadas com o software BioEstat versão 5.3 e um nível de significância de $\alpha=0,05$ foi adotado.

4. Resultado

4.1. Biologia floral e sistema reprodutivo

Através dos testes de polinização verificou-se que *T. stans* apresentou o sistema reprodutivo autocompatível, porém necessita de agentes polinizadores para o transporte de pólen. Nota-se que, nas duas áreas, a espécie produziu frutos e sementes em todos os testes, exceto no teste de autopolinização espontânea (Tabela 1). Os testes de autopolinização manual e polinização cruzada manual foram os que apresentaram significativamente os maiores valores de Sucesso Reprodutivo. Observa-se também que houve uma baixa formação de frutos e sementes nos testes de polinização livre, com e sem barreira, e consequentemente um baixo Sucesso Reprodutivo, nas duas áreas. Esse resultado sugere que houve um déficit de polinizadores no período de realização desse experimento. Além disso, observa-se que os valores do Sucesso Reprodutivo para polinização livre com e sem barreira, foram significativamente semelhantes entre si em cada área; embora tenham sido significativamente maiores no Sítio Olho D'água, comparados com a UFPB.

Tabela 1: Testes de polinização no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB e no Sítio Olho D'água, Alhandra – PB. (N = número total de flores; NFru = número de frutos, NSem = número de sementes, SR = Sucesso Reprodutivo em %).

	UFPB, João Pessoa, PB				Sítio Olho D'Água, Alhandra, PB			
	N	NFru	NSem	SR (%)	N	NFru	NSem	SR (%)
Autopolinização espontânea	30	0	0	0aa	30	0	0	0aa
Autopolinização manual	30	15	709	40,7ba	30	16	634	36,4ba
Geitonogamia	30	8	285	16,3ca	30	11	486	27,9bb
Polinização cruzada manual	30	16	573	32,9da	30	13	578	33,2ba
Polinização livre	300	9	458	2,3ea	300	40	1730	9,9cb
Polinização livre c/ barreira	300	7	416	2,1ea	300	45	1939	11,1cb

A primeira letra na coluna SR compara os testes realizados na mesma área (colunas), e a segunda letra compara os testes realizados nas duas áreas (linhas). Letras diferentes significam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

É importante notar que os testes de polinização apresentados na Tabela 1, exceto a polinização livre sem barreira, equivalem aos testes em que as flores foram protegidas com uma barreira para evitar a pilhagem de néctar. Isso porque as flores foram ensacadas antes e depois da realização dos cruzamentos. Desse modo, foram realizados outros testes de polinização, visando comparar o Sucesso Reprodutivo e a Eficácia Reprodutiva em flores com e sem barreira, ou seja, com e sem pilhagem de néctar (Tabela 2). Verificou-se que, na UFPB, as flores do teste de polinização livre sujeitas à pilhagem, apresentaram significativamente um

maior Sucesso Reprodutivo comparadas com as flores com barreira. Desse modo, na UFPB, a Eficácia Reprodutiva foi significativamente maior nas flores sem barreira comparadas com as flores com barreira (0,83 e 0,25 respectivamente). Por outro lado, no Sítio Olho D'Água, as flores no teste de polinização livre sujeitas à pilhagem, apresentaram um Sucesso Reprodutivo semelhante às flores com barreira. Observa-se também que não houve diferença significativa para os testes de polinização livre, polinização livre acrescida de polinização cruzada manual complementar, e polinização livre com barreira entre as duas áreas. Entretanto, no teste de polinização livre mais polinização cruzada manual complementar com barreira o Sucesso Reprodutivo foi muito baixo, devido a algum fator desconhecido, tornando sem sentido o cálculo da Eficácia Reprodutiva, que resultaria em um valor acima de um (2,38).

Tabela 2: Sucesso Reprodutivo e Eficácia Reprodutiva no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB e no Sítio Olho D'água, Alhandra – PB. (N= número total de flores; NFru= número de frutos, NSem= número de sementes, SR= Sucesso Reprodutivo em %).

	UFPB, João Pessoa, PB				Sítio Olho D'Água, Alhandra, PB			
	N	NFru	NSem	SR(%)	N	NFru	NSem	SR(%)
Polinização livre	30	7	339	19,5aa	30	4	175	10,1aa
Polinização livre + cruzada manual complementar	30	9	405	23,3aa	30	9	448	25,7ba
Polinização livre c/ barreira	30	2	140	8,0ba	30	3	155	8,9ca
Polinização livre + cruzada manual complementar c/ barreira	30	11	540	31,0ca	30	1	65	3,7cb
	Eficácia Reprodutiva sem barreira			0,83da	Eficácia Reprodutiva sem barreira			0,39-b
	Eficácia Reprodutiva com barreira			0,25e-	Eficácia Reprodutiva com barreira			-

A primeira letra na coluna SR compara os testes realizados na mesma área (colunas), e a segunda letra compara os testes realizados nas duas áreas (linhas). Letras diferentes significam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

As flores de *Tecoma stans* produziram néctar durante todo o dia, durante os dois dias de antese. A produção de néctar em média foi de aproximadamente $5,5 \pm 2,1 \mu\text{l}$ na primeira medição, às 5:00h, devido as flores terem passado a noite ensacadas. O volume médio de secreção de néctar durante o dia, excetuando o acúmulo noturno, foi de $0,47 \pm 0,3 \mu\text{l/h}$. A quantidade produzida foi diminuindo no período da tarde nos dois dias de medição. O padrão de secreção foi semelhante nas duas áreas, com produção de $14,4 \pm 7,3 \mu\text{l/dia}$ (Figuras 6A e 6B), e não houve diferença significativa entre o volume e a concentração de néctar entre as

duas áreas de estudo ($T=45$, $p=0,637$; e $T=28$, $p=0,124$, respectivamente).

A concentração de açúcar presente no néctar foi em média de $20,7 \pm 5,1\%$ na UFPB e de $22 \pm 2,6\%$ no Sítio Olho D'água (Figuras 7A e 7B). A quantidade de açúcar presente no néctar na primeira medição foi de $1,1 \pm 0,5$ mg/ μ l e nos horários seguintes a média foi de $0,47 \pm 0,3$ mg/ μ l, para as duas áreas (Figuras 8A e 8B). Do mesmo modo, não houve diferença significativa entre a concentração de açúcar no néctar entre as duas áreas de estudo ($T=33$, $p=0,220$).

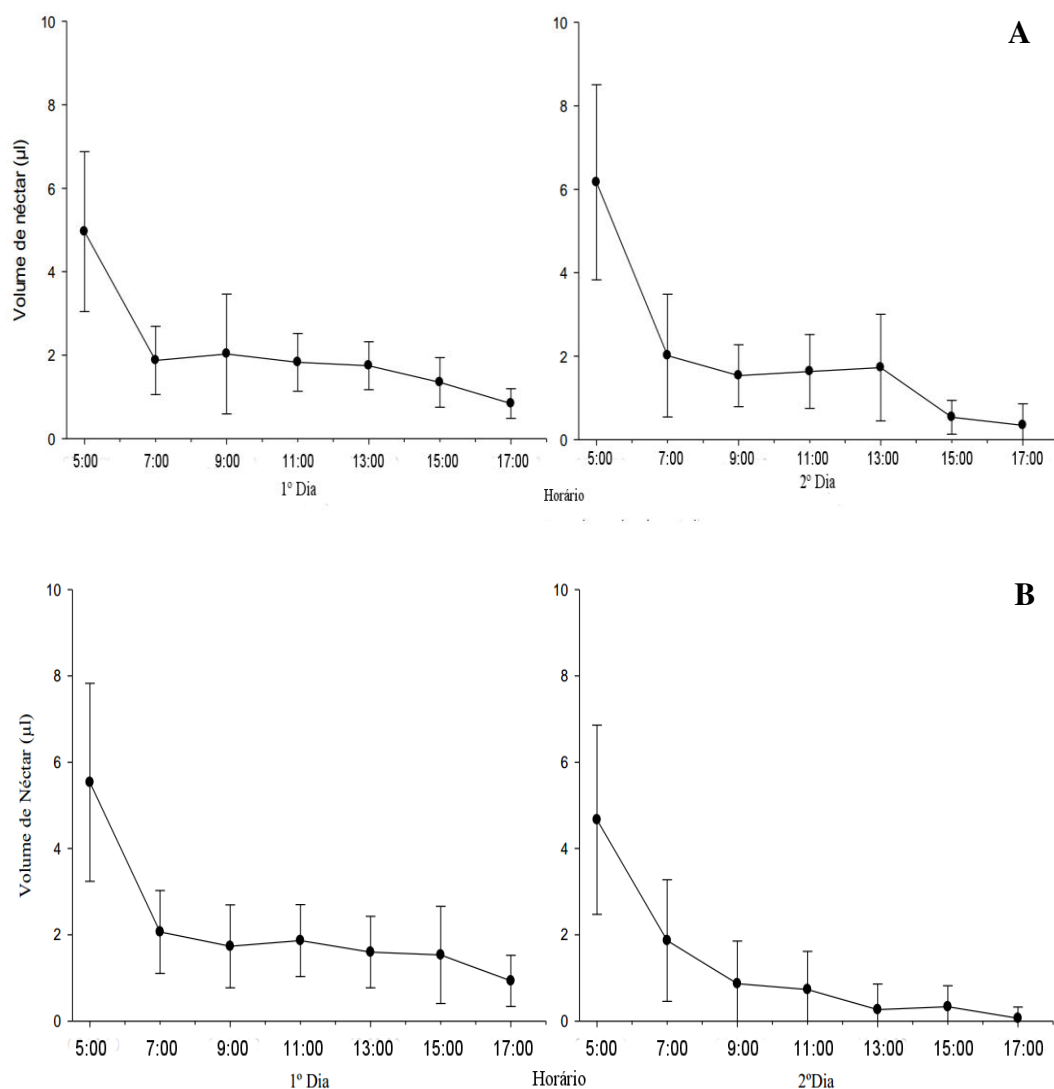


Figura 6: Produção de néctar no *Campus I* da UFPB (A) e Sítio Olho D'água, Alhandra (B), PB, Brasil, nas flores de *Tecoma stans* (N=60) durante os dias de antese. Os pontos representam o valor da média e as barras o desvio padrão.

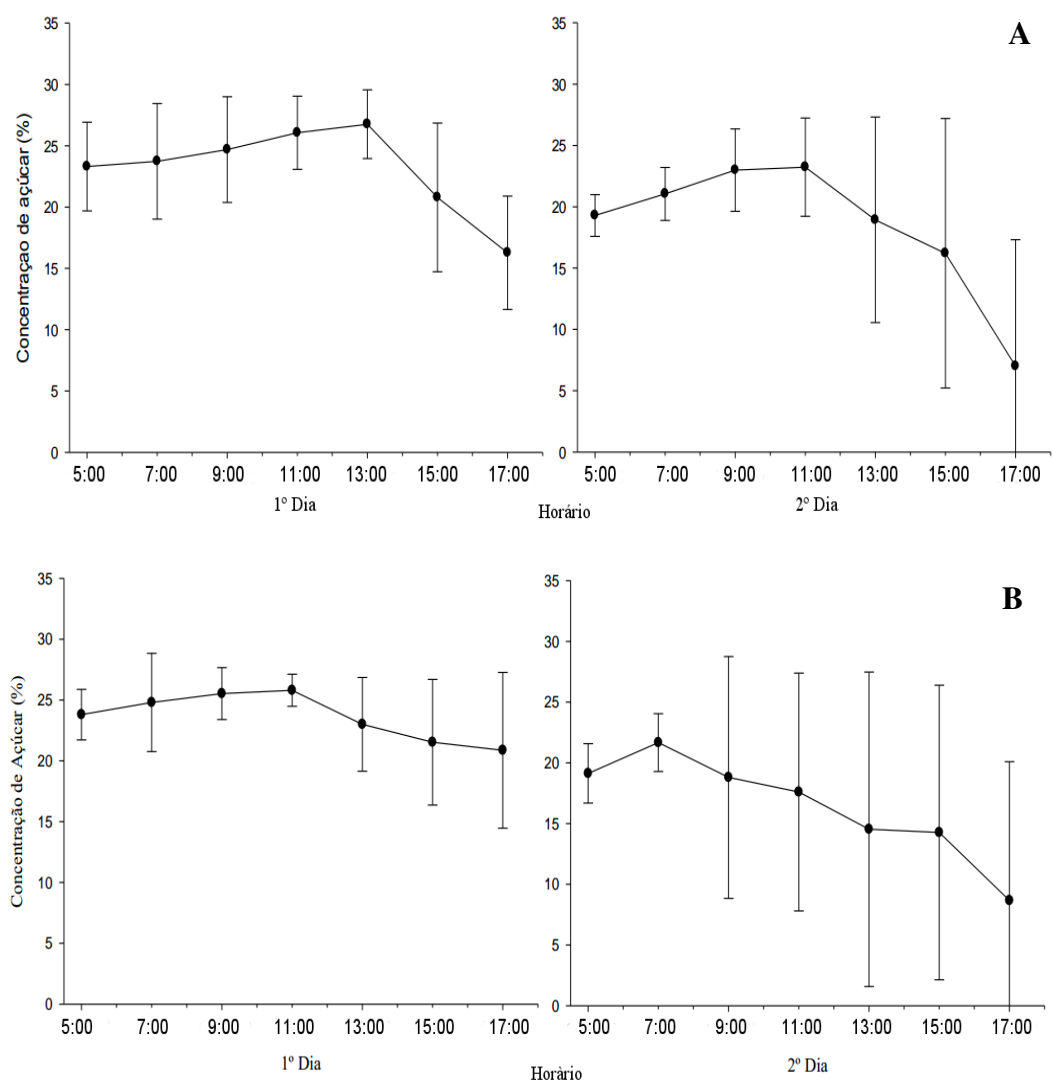


Figura 7: Concentração de açúcar no *Campus I* da UFPB (A) e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, PB, Brasil, nas flores de *Tecoma stans* (N=60) durante os dias de antese. Os pontos representam o valor da média e as barras o desvio padrão.

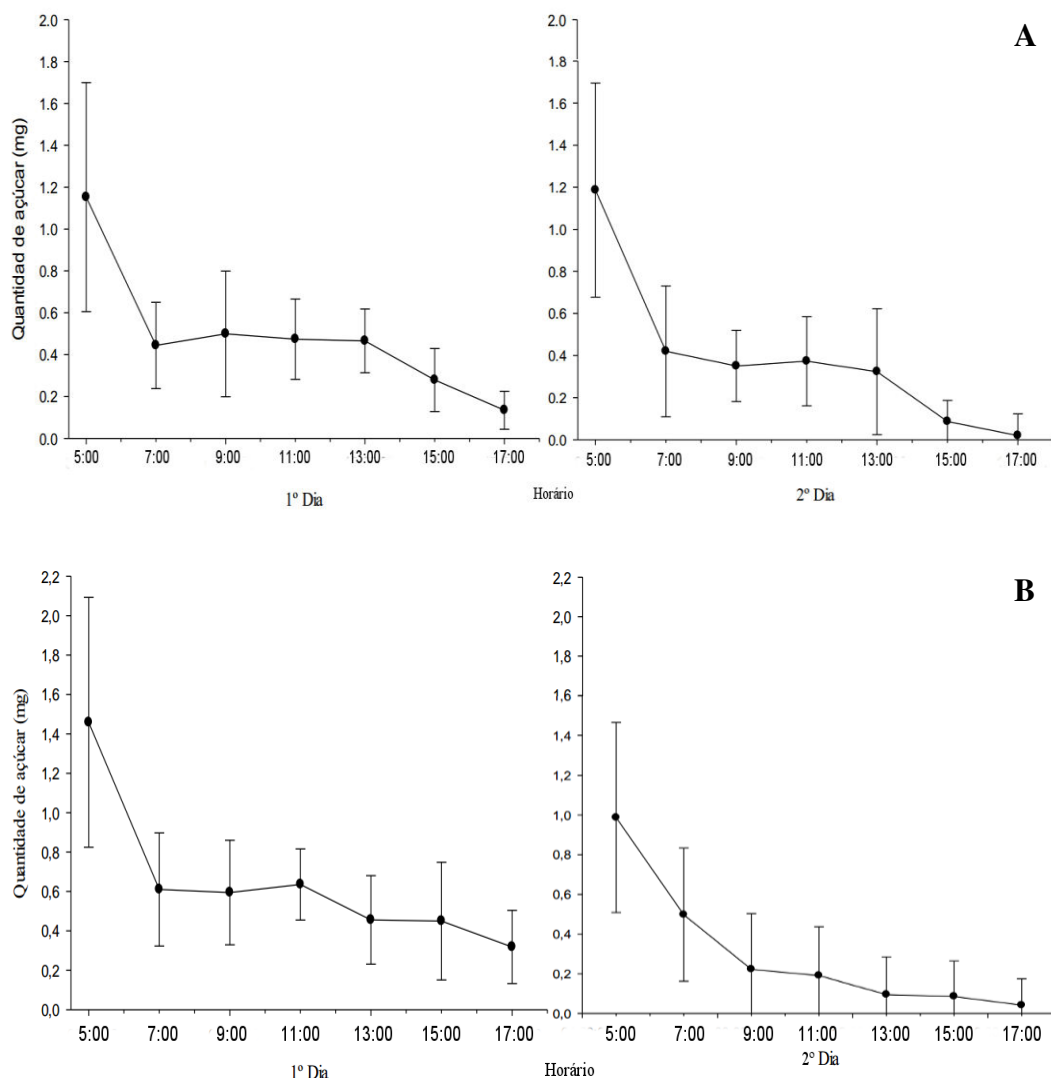


Figura 8: Quantidade de açúcar no *Campus I* da UFPB (A) e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, PB, Brasil, nas flores de *Tecoma stans* (N=60) durante os dias de antese. Os pontos representam o valor da média e as barras o desvio padrão.

4.2. Visitantes florais

Foram registradas 24 espécies de abelhas na UFPB e 21 espécies no Sítio Olho D'água. Espécies como *Augochlora* sp., *Centris analis*, *C. fuscata*, *Ceratina chloris*, *C. maculifrons*, *Euglossa carolina*, *Eulaema nigrita*, *Melipona scutellaris*, *Pseudaugochlora graminea*, *Pseudaugochlora pandora*, *Trigona spinipes*, *Xylocopa frontalis* e *X. grisescens* foram comuns às duas áreas (Tabela 3).

Os primeiros visitantes apareceram aproximadamente às 5:00h e sua abundância foi diminuindo no decorrer do dia. As visitas e os visitantes foram mais constantes na UFPB que no Sítio Olho D'água com maior variação durante os dias (Figuras 9 e 10). O número de visitas e o número de visitantes foram significativamente maiores na UFPB ($T=9$, $p<0,01$;

T=0, $p<0,001$, respectivamente). O número de visitas na UFPB teve um pico às 11:00h com média de $6,4\pm9,7$ visitas/planta/dia (Figuras 9A). E ocorreu um grande número de visitantes nas flores às 8:00h (média de $9,3\pm8,3$ visitantes/planta/dia (Figura 10A). Enquanto na área rural teve um pico às 8:00h com média de $5,6\pm3,6$ visitas/planta/dia e dois picos com a mesmas médias semelhantes $4,6\pm3,4$ e $4,6\pm3$, às 12:00h e 13:00h, respectivamente (Figuras 9B). Os visitantes tiveram pico médio às 8:00h e às 12:00h, com média de $5,6\pm2,4$ visitantes/plantas/dia e $4,9\pm2,7$ visitantes/planta/dia, respectivamente (Figura 10B).

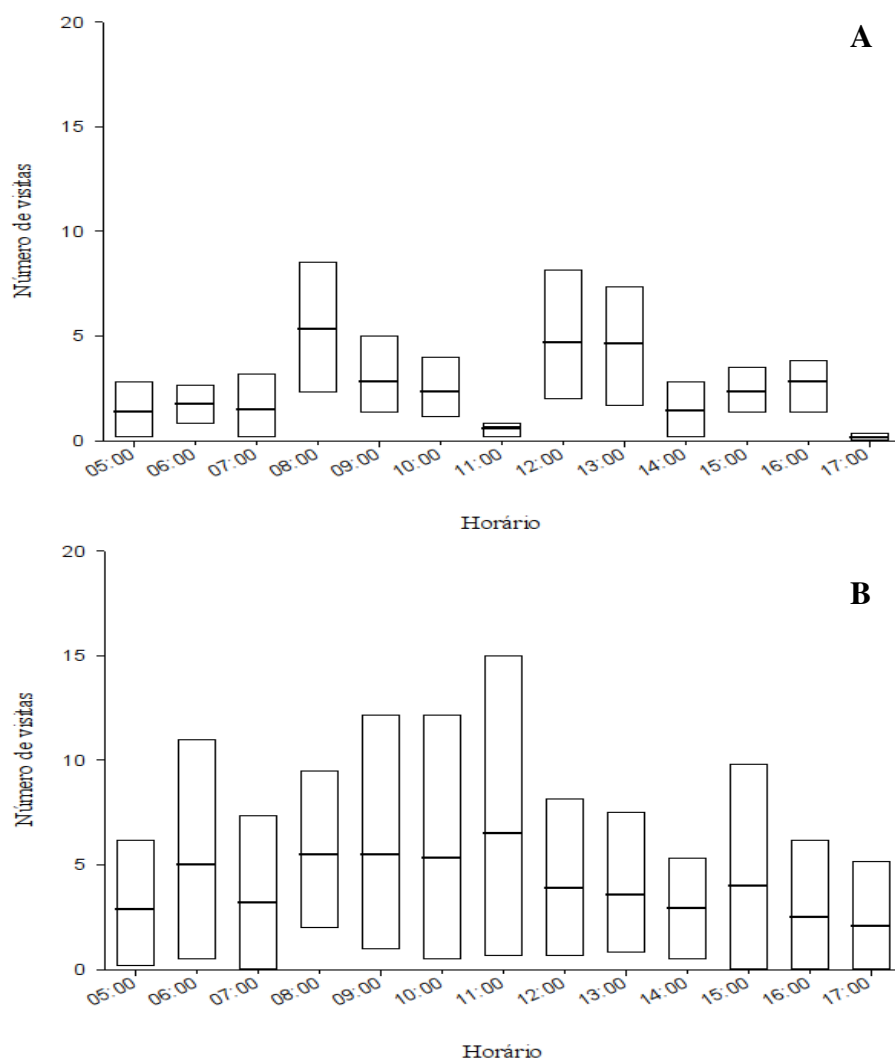


Figura 9: Número de visitas/planta no *Campus I* da UFPB (A), João Pessoa e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, Paraíba, Brasil. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude.

Tabela 3: Espécies de abelhas que visitaram as flores de *Tecoma stans* no Campus I da UFPB, João Pessoa, PB e no Sítio Olho D'água, Alhandra, PB; recurso coletado (pólen e/ou néctar); Tipo de visita VL = visita legítima, VI = visita ilegítima; PE = Polinizador efetivo, PO = Polinizador ocasional, Ph = Pilhador de néctar; Php = pilhador pólen.

	UFPB	S. Olho	Néctar	Pólen	Visita	Classificação	
<i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)					VL	PO	-
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758					VL/VI	PO	Ph
<i>Augochlora</i> sp.					VL	PO	-
<i>Centris analis</i> (Fabricius, 1804)					VL	PE	-
<i>Centris fuscata</i> Lepeletier, 1841					VL	PE	-
<i>Centris tarsata</i> Smith, 1874					VL	PE	-
<i>Centris aenea</i> Lepeletier, 1841					VL	PE	-
<i>Ceratina chloris</i> (Fabricius, 1804)					VL	PO	-
<i>Ceratina maculifrons</i> Smith, 1854					VL	PO	Php
<i>Ceratina</i> sp.					VL	-	-
<i>Epicharis bicolor</i> Smith, 1854					VL	-	-
<i>Euglossa carolina</i> Nemésio, 2009					VL	PE	-
<i>Eulaema atleticana</i> Nemésio, 2009					VL	PE	-
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841					VL	PE	-
<i>Melipona scutellaris</i> Latreille, 1811					VL	PE	-
<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)					VL	PE	-
<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius, 1804)					VL	PE	-
<i>Mesoplia rufipes</i> (Perty, 1833)					VL	PE	-
<i>Nannotrigona punctata</i> (Smith, 1854)					VL/VI	PO	Ph
<i>Partamona littoralis</i> Pedro & Camargo, 2003					VL/VI	PO	Ph
<i>Plebeia flavocincta</i> (Cockerell, 1912)					VL/VI	PO	Ph/Php
<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)					VI	-	Ph
<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)					VI	-	Ph
<i>Scaptotrigona</i> sp.					VL	-	-
<i>Trigona fuscipennis</i> Friese, 1900					VL/VI	PO	Ph/Php
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)					VL/VI	PO	Ph/Php
<i>Trigonisca</i> sp.					VL	-	-
<i>Xylocopa cearensis</i> Ducke, 1910					VI	-	Ph
<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)					VI	-	Ph
<i>Xylocopa grisescens</i> Lepeletier, 1841					VI	-	Ph
<i>Xylocopa ordinaria</i> Smith, 1874					VI	-	Ph
<i>Xylocopa suspecta</i> Moure & Camargo, 1988					VI	-	Ph

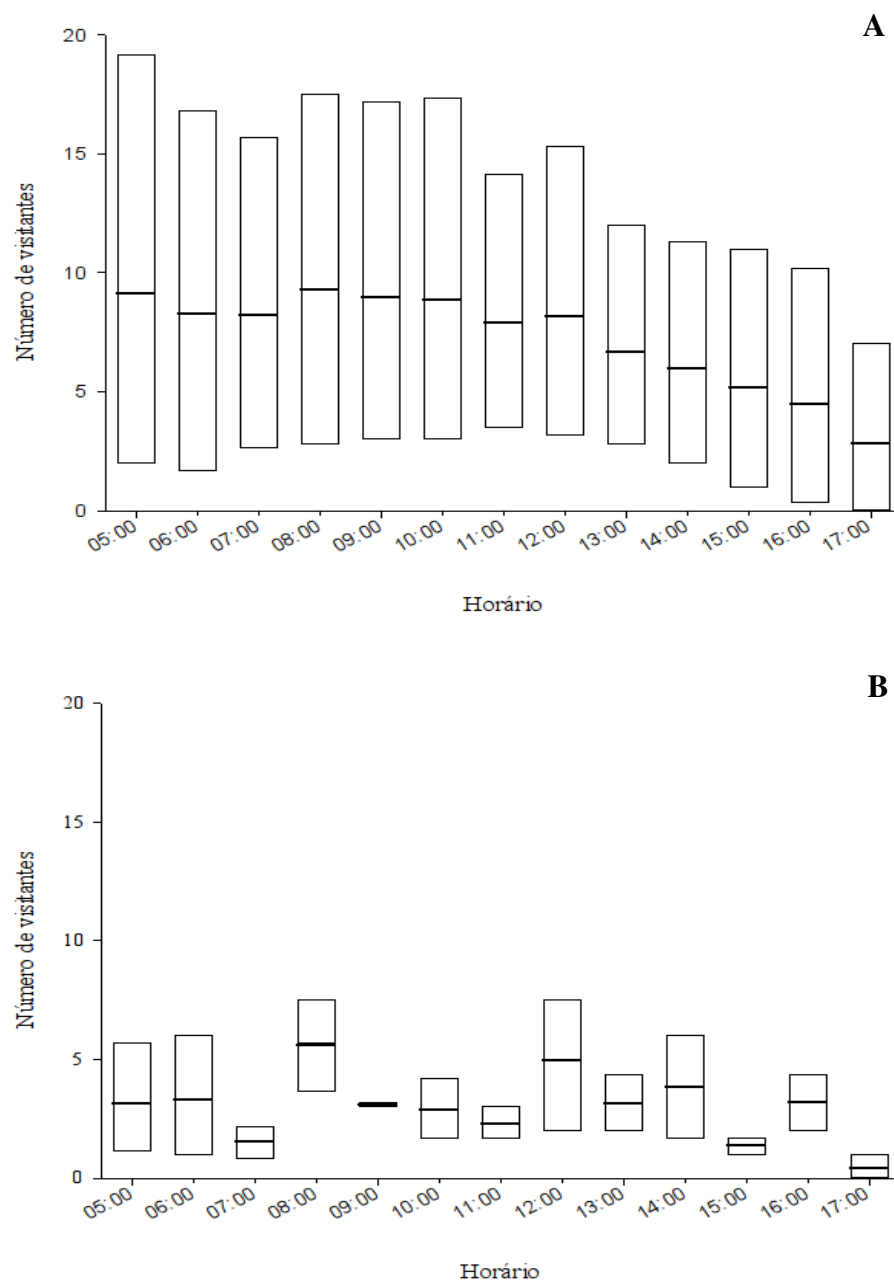


Figura 10: Número de visitantes/planta/dia no *Campus I* da UFPB (A), João Pessoa e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, Paraíba, Brasil. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude.

Trigona spinipes foi a espécie com mais visitas registradas na UFPB, média de $16,7 \pm 37,2$ visitas/planta/dia, seguida por *Plebeia flavocincta*, ($10,7 \pm 13,3$ visitas/planta/dia), *Partamona littoralis* ($9,3 \pm 11,6$ visitas/planta/dia), *Nannotrigona punctata* ($5,5 \pm 10,1$ vistas/planta/dia) e *Xylocopa* spp. ($4,7 \pm 10,2$ vistas/planta/dia) (Figura 11). No Sítio Olho D'água, *Melipona scutellaris* e *Centris fuscata* foram as espécies mais registradas nos dias de observação com a média de $19 \pm 5,8$ visitas/planta/dia e $4,7 \pm 1,1$ visitas/planta/dia, respectivamente (Figura 12).

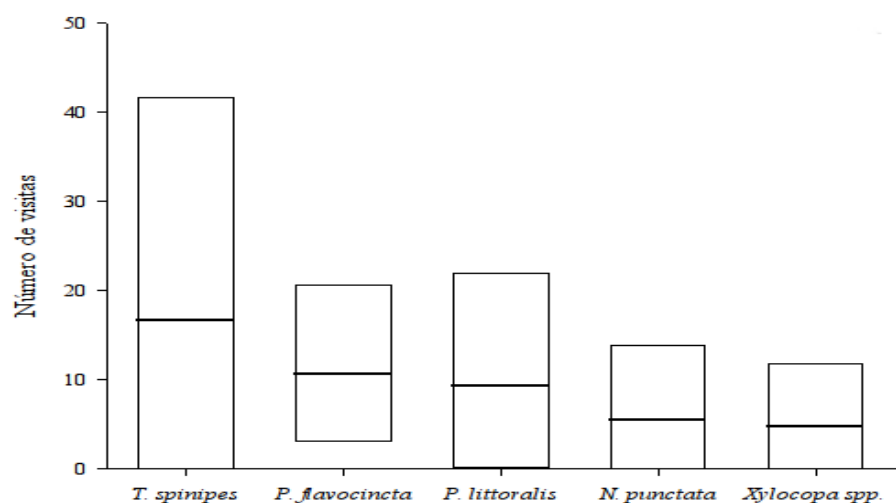


Figura 11: Espécies mais abundantes na estimativa do número de visitas/dia em 10 flores/planta no Campus I da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude.

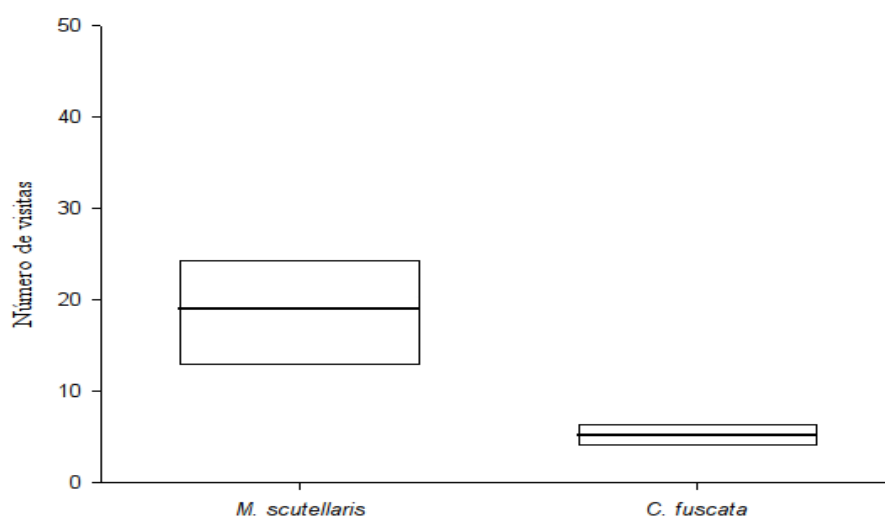


Figura 12: Espécies mais abundantes na estimativa do número de visitas/dia em 10 flores/planta no Sítio Olho D'água, Alhandra – PB. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude.

As espécies de visitantes mais abundantes nas flores de *Tecoma stans* foram *Trigona spinipes* com média de $27,5 \pm 9,7$ visitantes/planta/dia, *Trigona fuscipennis* ($18,8 \pm 9,7$ visitantes/planta/dia), *Partamona littoralis* ($17,9 \pm 9,7$ visitantes/planta/dia), *Plebeia flavocincta* ($10,1 \pm 9,7$ visitantes/planta/dia) e *Xylocopa* spp. ($6,7 \pm 9,7$ visitantes/planta/dia), na UFPB (Figura 13). No Sítio Olho D'água, duas espécies foram mais frequentes *Melipona scutellaris* e *Augochlora* sp., com média de $25,1 \pm 9,7$ visitantes/planta/dia e $2,7 \pm 9,7$ visitantes/planta/dia, respectivamente (Figura 14).

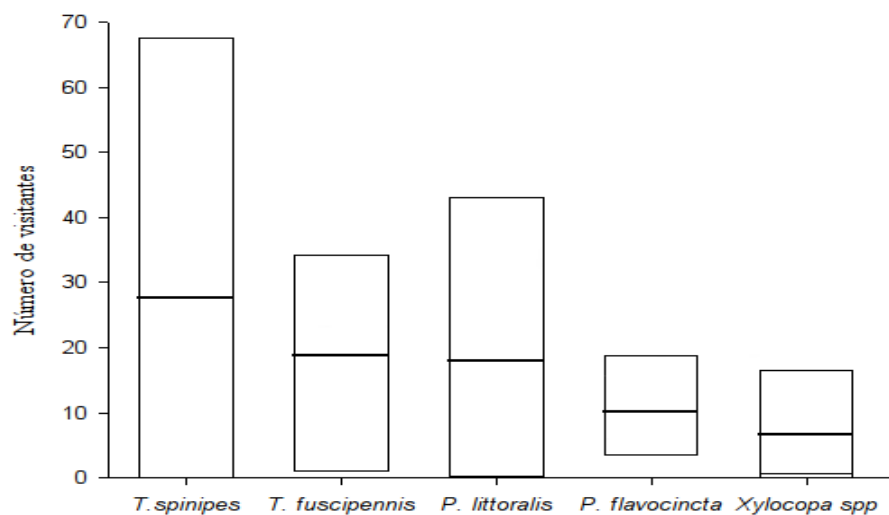


Figura 13: Espécies de visitantes mais abundantes por dia no *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude.

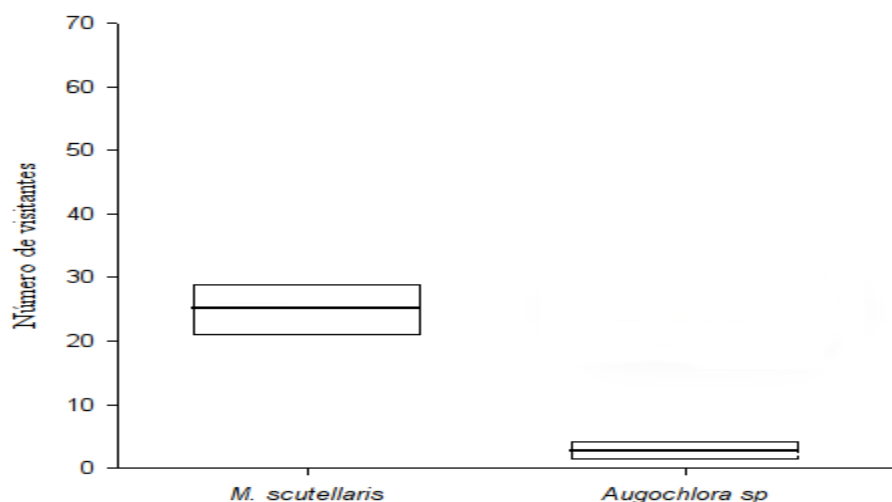


Figura 14: Espécies de visitantes mais abundantes por dia no Sítio Olho D'água, Alhandra – PB. Linha central representa o valor da média e a caixa representa o valor da amplitude.

O recurso mais coletado pelas abelhas das duas áreas foi o néctar. Na UFPB, foram registradas 791 visitas para coletar recursos nas flores, das quais 19,6% foram por meio de visitas legítimas para coleta de néctar, 71% visitas ilegítimas para coletar de néctar e 9,4% visitas legítimas para coleta de pólen (Figura 15A e Tabela 4). No Sítio Olho D'água, foram registradas 494 visitas, sendo 92,5% visitas legítimas para coleta de néctar, 3,8% visitas ilegítimas para coleta de néctar e 3,6% visitas legítimas para coleta de pólen (Figura 15B e Tabela 5).

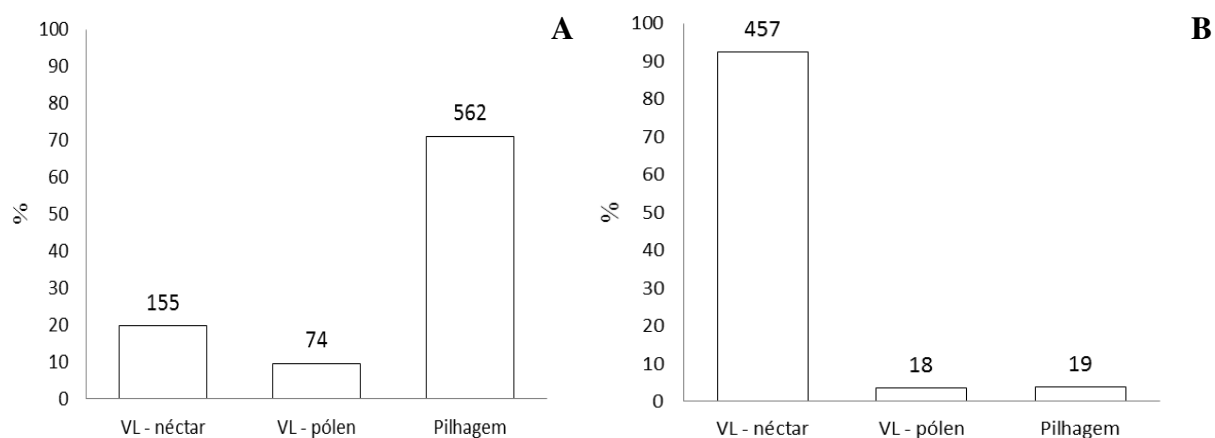


Figura 15: Número e tipo de visitas recebidas em 10 flores/planta no *Campus I* da UFPB (A), João Pessoa e Sítio Olho D'água (B), Alhandra, Paraíba, Brasil. VL – néctar = Visita legítima para coleta de néctar; VL- pólen = Visita legítima para coleta de pólen; Pilhagem = Visita ilegítima para coleta de néctar.

Tabela 4: Número total de indivíduos observados conforme cada tipo de visita no *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba. VL – néctar = Visita legítima para coleta de néctar; VL- pólen = Visita legítima para coleta de pólen; Pilhagem = Visita ilegítima para coleta de néctar.

UFPB			
Espécies	VL - néctar	VL- Pólen	Pilhagem
<i>Augochlora</i> spp.	1	0	0
<i>Centris analis</i>	1	0	0
<i>Ceratina</i> spp.	14	5	0
<i>Eulaema nigrita</i>	14	0	0
<i>Melipona scutellaris</i>	3	0	0
<i>Nannotrigona punctata</i>	10	2	71
<i>Partamona littoralis</i>	49	9	82
<i>Trigona fuscipennis</i>	9	41	0
<i>Trigona spinipes</i>	0	11	239
<i>Xylocopa</i> spp.	0	0	71

Tabela 5: Número total de indivíduos observados realizando cada tipo de visita no Sítio Olho D'água, Alhandra. VL – néctar = Visita legítima para coleta de néctar; VL- pólen = Visita legítima para coleta de pólen; Pilhagem = Visita ilegítima para coleta de néctar.

Sítio Olho D'água			
Espécies	VL - néctar	VL- Pólen	Pilhagem
<i>Ancylloscelis</i> sp.	1	0	0
<i>Augochlora</i> spp.	21	6	0
<i>Centris analis</i>	10	0	0
<i>Centris fuscata</i>	66	0	0
<i>Centris tarsata</i>	13	0	0
<i>Ceratina</i> spp.	4	1	0
<i>Euglossa carolina</i>	23	0	0
<i>Melipona scutellaris</i>	285	0	0
<i>Melitoma segmentaria</i>	6	0	0
<i>Mesocheria bicolor</i>	1	0	0
<i>Mesoplia rufipes</i>	17	0	0
<i>Trigona spinipes</i>	1	11	0
<i>Xylocopa</i> spp.	0	0	19

Trigona spinipes foi a espécie que realizou maior número de pilhagens na UFPB, com 239 visitas ilegítimas para coletar néctar e 11 visitas legítimas para coleta de pólen. Abelhas do gênero *Xylocopa* foram registradas realizando 71 visitas ilegítimas nas observações padronizadas em 10 flores/planta. Porém, em 500 flores adicionalmente inspecionadas na área urbana, 94,2% apresentaram as marcas de pilhagem características feitas por espécies de *Xylocopa*; e na área rural, de 202 flores, 55,9 % apresentaram o dano causado pelas duas espécies do gênero, *X. frontalis* e *X. grisescens*, observadas na área.

Abelhas do gênero *Xylocopa*, do gênero *Pseudaugochlora* e *Trigona spinipes* possuem a capacidade de danificar o cálice e ou a corola, devido a essa capacidade essas espécies de abelhas foram classificadas como pilhadoras primárias. As *Xylocopa* fazem um orifício em forma de fenda na base da corola para ter acesso ao néctar (Figuras 16A e 16B). As abelhas da espécie *Trigona spinipes* abrem um orifício circular com a mandíbula, geralmente no cálice, para acessar o disco nectarífero (Figura 16D e 16E). Foi observado em laboratório que o orifício feito pelas *T. spinipes* não causam danos no ovário da flor. Abelhas do gênero *Pseudaugochlora* são capazes de realizar um pequeno furo na porção basal da corola na parte ventral da flor, bem próximo do cálice (Figura 16C).

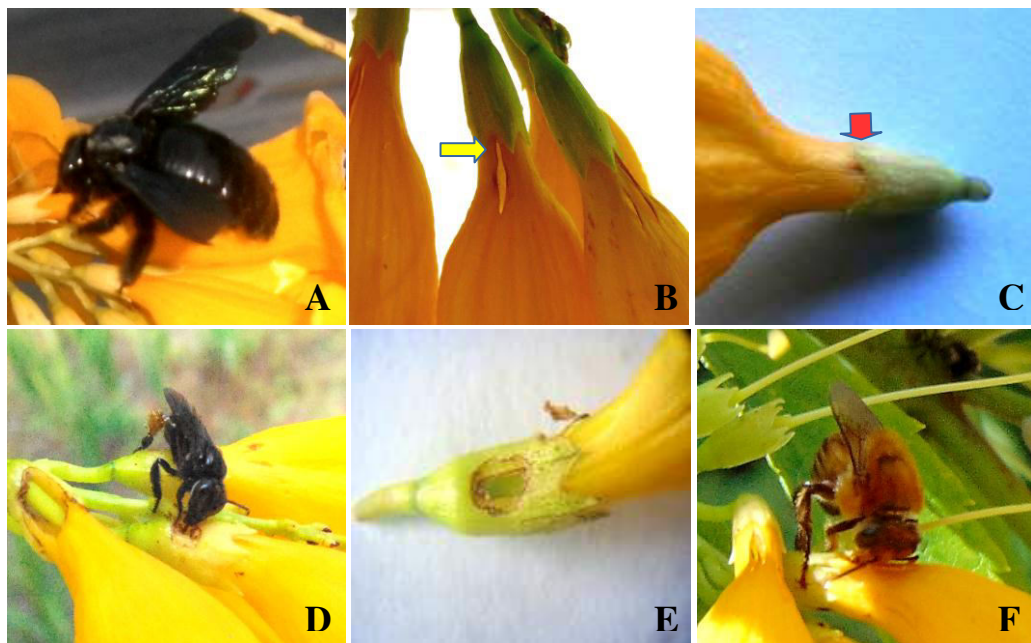


Figura 16: (A) *Xylocopa suspecta* realizando visita ilegítima em uma flor de *Tecoma stans*; (B) Fenda longitudinal na corola causada por abelhas do gênero *Xylocopa*; (C) Orifício causado por *Pseudaugochlora* spp.; (D) *Trigona fuscipennis* coletando néctar pelo orifício no cálice; (E) Orifício no cálice feito por *Trigona spinipes*; (F) *Melipona scutellaris* realizando visita ilegítima, usando orifício realizado por uma *Xylocopa*.

Os orifícios feitos por *Trigona spinipes* e espécies de *Xylocopa*, são utilizados por outras espécies de abelhas, como *Apis mellifera*, *Melipona scutellaris*, *Nannotrigona punctata*, *Partamona littoralis* e *Plebeia flavocincta* para retirar o néctar, sendo classificadas como pilhadoras secundárias.

Trigona spinipes foi classificada como potencial polinizador ocasional, quando realizava visita legítima para coletar pólen pois tocava nas estruturas reprodutivas. *Trigona fuscipennis*, *Partamona littoralis*, *Ceratina chloris* e *Ceratina maculifrons* também podem ser polinizadoras ocasionais, assim como *Trigona spinipes*, pois essas espécies também tocavam as estruturas reprodutivas no momento da coleta de pólen.

Na UFPB *Eulaema nigrita*, *E. athleticana* foram vistas poucas vezes visitando as flores de *Tecoma stans*, porém foram classificadas como polinizadoras efetivas, pois devido ao porte de médio-grande ao realizarem visitas legítimas para coletar néctar, tocavam com a região dorsal do tórax nas estruturas reprodutivas das flores (Figura 17).



Figura 17: (A) *Eulaema nigrita* realizando visita legítima e (B) *Eulaema athleticana* realizando visita legítima nas flores de *Tecoma stans* no Campus I da Universidade Federal da Paraíba.

No Sítio Olho D'água a maioria das vistas foram de forma legítima tanto para coletar néctar quanto pólen, exceto as duas espécies do gênero *Xylocopa* que sempre coletaram néctar realizando visitas ilegítimas. As espécies que foram mais registradas nas vistas *Melipona scutellaris* e *Centris fuscata* foram classificadas como polinizadoras efetivas, por tocarem com a parte dorsal do tórax as estruturas reprodutivas das flores. Outras espécies menos frequentes como *Centris analis*, *C. fuscata*, *C. tarsata*, *C. aenea*, *Euglossa carolina*, *Melipona scutellaris*, *Melitoma segmentaria*, *Mesocheira bicolor* e *Mesoplia rufipes* também foram classificadas como polinizadoras efetivas.

Assim como observado na área urbana, na área rural *Trigona spinipes*, *Ceratina chloris* e *Ceratina maculifrons* coletaram pólen realizando visitas legítimas e tocam nas anteras e estigma no momento da coleta forma classificadas como polinizadoras ocasionais (Figura 18). Espécies que ocorreram na área da UFPB como *Nannotrigona punctata*, *Partamona littoralis*, *Plebeia flavocincta* e *Trigona fuscipennis* também foram classificadas como polinizadoras ocasionais.

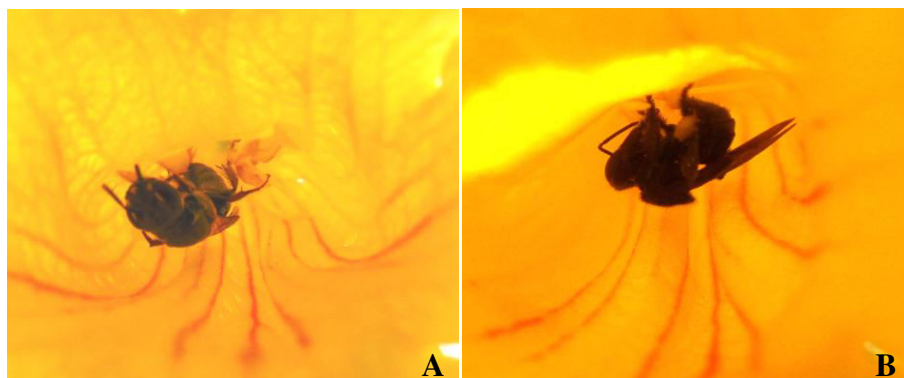


Figura 18: (A) *Ceratina maculifrons* e (B) *Trigona* sp. Coletando pólen nas flores de *Tecoma stans* no Campus I da Universidade Federal da Paraíba.

Trigona spinipes e *Trigona fuscipennis* foram observadas perfurando a parte superior ou média da corola na fase de botão floral, abrindo um orifício pelo qual entravam e forçavam a abertura das anteras para a coleta de pólen (Figura 19A e 19B). A pilhagem de pólen por *Trigona fuscipennis* foi observada poucas vezes e danificava mais a corola, pois o orifício era maior e não era circular como o da *T. spinipes*. Na UFPB, as mesmas 500 flores em que 94,2% apresentaram marcas de pilhagem de néctar por *Xylocopa*, 49,2% também apresentaram dano na corola para pilhagem de pólen característico de *Trigona spinipes*.

As anteras dos botões florais não pilhados apresentaram média de $4.064,9 \pm 543,9$ grãos de pólen (N=30). Por outro lado, as anteras dos botões florais pilhados possuíam mediana de $703,5 \pm 701,8$ grãos de pólen restantes (N= 30). Esse resultado foi obtido utilizando os botões da área urbana, onde foi mais comum esse comportamento de pilhagem pelas duas espécies de *Trigona* (*T. spinipes* e *T. fuscipennis*), durante todo o ano. Enquanto na área rural apenas no final do estudo (segundo semestre de 2015), foi observada pilhagem de pólen por *Trigona spinipes*. Não foi observado comportamento agressivo com outros visitantes, mas entre indivíduos de *T. spinipes*. Foi observado que raramente ocorriam danos as estruturas reprodutivas das flores, e quando presentes, eram só nos estames. Estes danos possivelmente foram causados por *Trigona fuscipennis*, que pilhavam botões muito pequenos, com menos de 1cm de comprimento.

Nannotrigona punctata e *Ceratina maculifrons* utilizaram o orifício de retirada do pólen para coletar este recurso, e espécies como *N. punctata*, *Plebeia flavocincta* e *Trigona fuscipennis* utilizavam o orifício do cálice para coletar néctar. Na área rural foi observado *Trigona spinipes* realizando apenas visitas legítimas para a coleta de néctar e de pólen. *Trigona fuscipennis* foi observada visitando apenas inflorescências de coqueiro e “ordenhando” ninfas de Membracídeos presentes nos galhos de *Tecoma stans* e em uma espécie de Fabaceae.

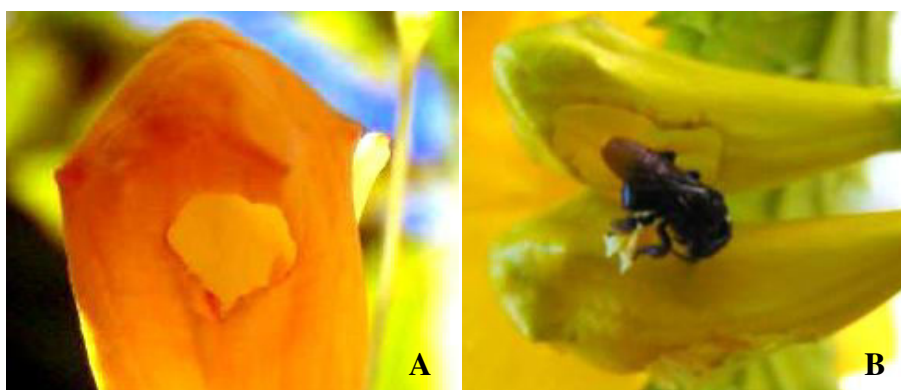


Figura 19: (A) Orifício na corola feito por uma abelha do gênero *Trigona* para retirar o pólen; (B) *Trigona fuscipennis* retirando pólen pelo orifício nos botões florais de *Tecoma stans* no Campus I da Universidade Federal da Paraíba.

4.3. Outras interações

Na UFPB, *Xylocopa cearensis* além de coletar néctar também usou o tronco para nidificar (Figura 20A). Outros insetos coletaram néctar pelos orifícios feitos por *Xylocopa*, como moscas (Figura 20B) e formigas (Figura 20C). Além disso, formigas nidificaram nos troncos de *Tecoma stans* (Figura 20D), e lepidópteros visitaram as flores para coletarem néctar de forma legítima (Figura 20E). Aranhas usaram o tubo da corola para capturar os visitantes (Figura 20F).



Figura 20: (A) Ninho de *Xylocopa cearensis* no tronco de *Tecoma stans*; (B) Diptera (mosca) coletando néctar por abertura feita por *Xylocopa*; (C) formiga coletando néctar por abertura feita por *Xylocopa*; (D) Ninho de formiga no troco de *Tecoma stans*; (E) Lepidoptera coletando néctar; (F) Aranha usando o tubo da corola para capturar alimento.

No Sítio Olho D'água hemípteros provavelmente coletaram néctar perfurando o cálice (Figura 21A) e besouros alimentaram-se de néctar (Figura 21B) e pólen (Figura 21C) nas flores. Membracídeos do gênero *Bolbonota* sp. foram observados nos galhos de *Tecoma stans* (Figura 21D), e algumas vezes foi observado *Trigona fuscipennis* e formigas coletando a excreta açucarada produzidas por essa espécie. Alguns gafanhotos foram observados comendo os botões de *Tecoma stans* (Figura 21E) e aranhas usaram os botões como abrigo (Figura 21F).

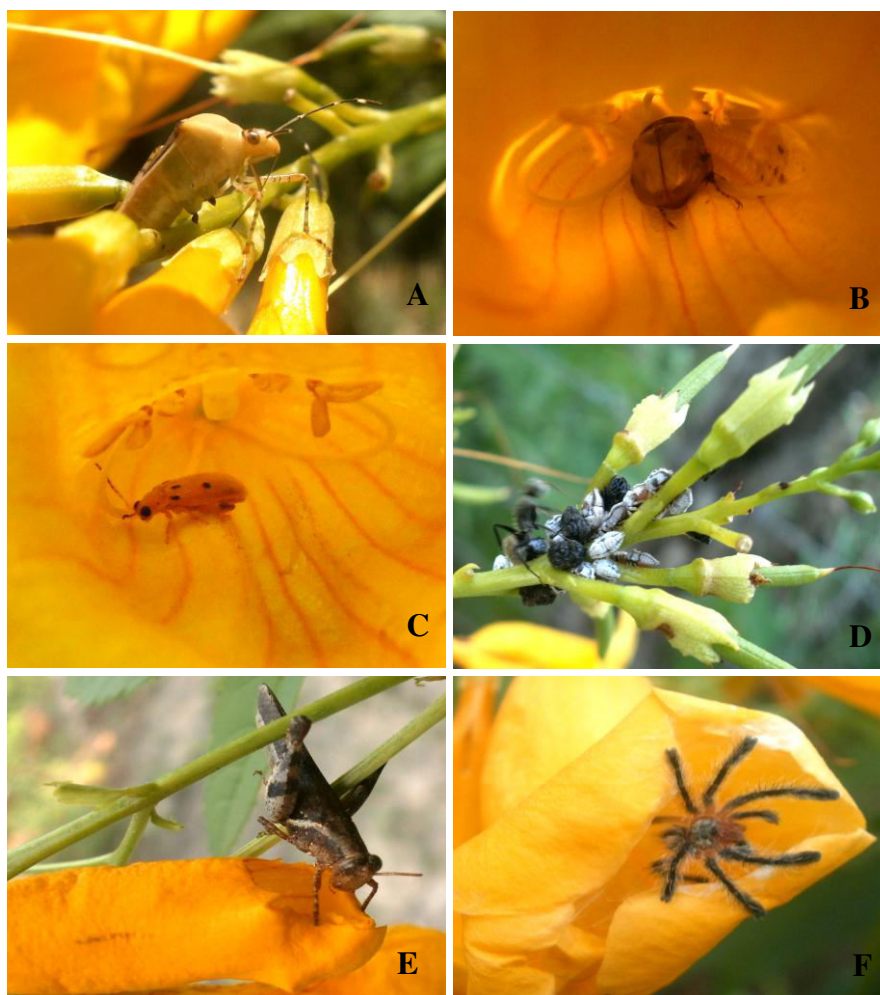


Figura 21: (A) Hemiptera perfurando o cálice para retirar néctar; (B) Besouro da subfamília Melolonthinae coletando néctar; (C) Besouro no tubo da corola da flor de *Tecoma stans*; (D) membracídeos do gênero *Bolbonota*. (E) Gafanhoto comendo o botão; (F) *Iridopelma hirsutum* usando flor como abrigo.

Microlepidópteros depositaram ovos nos botões de *T. stans* e as larvas que se desenvolveram, devido à produção de seda, não permitiam a abertura dos lacínios (Figura 22A) e depositaram as fezes na região das anteras (Figura 22B), provavelmente as lagartas se alimentavam de pólen e de néctar. A fase de pupa (Figura 22C) ocorria dentro das flores caídas até a emergência dos adultos (Figura 22D).



Figura 22: (A) flor fechada devido à presença de lagarta de microlepidóptero; (B) Lúmen da flor contendo fezes de lagarta; (C) Pupa; (D) fase adulta do microlepidóptero.

5. Discussão

O sistema reprodutivo de *Tecoma stans* é autocompatível, porém é necessária a ação de agentes polinizadores, corroborando os resultados de Dutra e Machado (2001). Nas duas áreas de estudo, a espécie produziu frutos e sementes em todos os testes, exceto no teste de autopolinização espontânea. Os testes de autopolinização manual e polinização cruzada manual foram os que apresentaram significativamente os maiores valores de Sucesso Reprodutivo.

Nos testes de polinização livre (com e sem barreira) os valores do sucesso reprodutivo foram muito baixos comparados com os valores dos testes de polinização manual, sugerindo déficit de polinizadores. Na UFPB, a porcentagem de frutos formados nos testes de polinização livre foi muito baixa (3% e 2,3%), demonstrando a possível falta de polinizadores na área. No Sítio Olho D'água, os resultados dos testes de polinização livre foram significativamente maiores (13,3% e 15%), valores próximos aos obtidos por Dutra e Machado (2001). A baixa porcentagem de frutos formados nos testes de polinização livre aparentemente é normal dentro da família Bignoniaceae, tanto em espécies autocompatíveis quanto autoincompatíveis (Barros, 2001; Correia *et al.*, 2005; Correia *et al.*, 2006; Polatto *et al.*, 2007; Milet-Pinheiro e Schlindwen, 2008; Almeida-Soares *et al.*, 2010; Acra *et al.*, 2015).

Os resultados obtidos no primeiro experimento, comparando os testes de polinização livre em flores com e sem barreira, para evitar a pilhagem de néctar, não mostraram diferenças significativas no Sucesso Reprodutivo, sugerindo que a pilhagem de néctar não influencia na produção de frutos, refutando a hipótese sugerida. Todavia, em um segundo experimento, flores sem barreira para evitar a pilhagem de néctar apresentaram significativamente maior Eficácia Reprodutiva, sugerindo que a pilhagem de néctar favorece a taxa de polinização.

O resultado da polinização livre mais polinização cruzada manual complementar obtido no Sítio Olho D'água foi anômalo e sem explicação plausível. É importante ressaltar que todos os tipos de testes foram realizados nas mesmas plantas, não sendo possível explicar porque *e.g.* na mesma planta o sucesso reprodutivo do teste polinização livre mais cruzada manual complementar foi tão diferente do resultado para polinização livre mais polinização cruzada manual complementar com barreira.

Além disso, os valores de Eficácia Reprodutiva próximos de 1 nas flores sem barreira para pilhagem, na UFPB, sugerem que não houve déficit de polinizadores na área nesse experimento. Enquanto no Sítio Olho D'água, o baixo valor de Eficácia Reprodutiva sugere falta de polinizadores. Essa diferença nos resultados pode ter ocorrido porque os testes de

polinização livre foram realizados em períodos diferentes, mas também devido a características das áreas, composição e riqueza de polinizadores, disponibilidade de recursos etc. Irwin *et al.* (2010) mencionam estudos mostrando que a quantidade de pilhagem pode variar espacial e temporalmente, geralmente devido a variações na abundância de pilhadores e/ou recursos alternativos competitivos de modo complexo.

O comportamento de pilhagem de néctar pode influenciar de forma negativa, neutra ou positiva na produção de frutos (Irwin *et al.* 2010, Maloof, 2001, Maloof & Inouye, 2000). Estudos demonstram que a pilhagem influencia de alguma maneira a produção de frutos e/ou sementes na planta ou na população. Burkle *et al.* (2007) no estudo de caso de duas espécies, *Delphinium nuttallianum* e *Linaria vulgaris*, notaram que na primeira espécie ocorreu diferença negativa significativa no número total de sementes produzidas entre flores pilhadas e não pilhadas na planta natural e em experimentos. Em *L. vulgaris* nos níveis naturais de pilhagem de néctar não ocorreu diferenças nas médias de reprodução nos três anos observação. Mas no último ano mostrou diferença no número de sementes por fruto, três vezes mais em flores pilhadas que nas não pilhadas. Em experimento, houve diferença significativa entre flores pilhadas (artificialmente) e flores não pilhadas (com colar), as flores não pilhadas produziram em média duas vezes mais sementes por fruto, porém, não ocorreu diferença na produção de frutos. Maloof (2001) mostrou que a pilhagem de néctar em *Corydalis caseana* não teve efeito significativo na produção de frutos e sementes e no comportamento de voo do polinizador, aumentado a distância do fluxo de pólen. Irwin & Brody (1999) em *Ipomopsis aggregata*, observaram que flores pilhadas recebiam menos pólen e consequentemente produziram menos sementes. Irwin (2003) observou que flores com menos pilhagem produziram mais frutos e menos sementes, o que aumentou a polinização cruzada e diminuiu a geitonogamia. Schlindwein *et al.*, 2014 testou o efeito da pilhagem de néctar em *Handroanthus impetiginosus*, as flores que receberam proteção contra pilhagem produziram mais frutos que as flores pilhadas. Rojas-Nossa *et al.*, (2015) observaram em *Lonicera esstruca* que a pilhagem não afetou a produção de frutos e sementes. Assim, a obtenção de dados contraditórios nestes estudos mostra a necessidade de repetição dos experimentos para a obtenção de dados mais conclusivos.

É interessante que o número de visitas e de visitantes foram significativamente maior na UFPB, o que pode ter ocorrido devido à UFPB estar inserida e próxima a fragmentos de Mata Atlântica preservados, como a Mata do Buraquinho, que oferecem locais para nidificação para muitas espécies de abelhas. Enquanto no Sítio Olho D'água o seu entorno apresenta áreas de cultivo, incluindo o uso de agrotóxicos nas plantações e, além disso, foi

observado que há poucos e pequenos fragmentos de mata, distantes da área. Alguns estudos, e.g. em cultivos de caju, maracujá, algodão e tomate mostraram que a proximidade dos cultivos com fragmentos de mata pode influenciar na diversidade, abundância e na frequência de visitas, aumentando a produção e qualidade da produção (Freitas *et al.*, 2014; Deprá *et al.*, 2011; Oliveira, 2013, EMBRAPA, 2013). Em adição, uma vez que não houve diferença na quantidade e qualidade do néctar nas plantas de *T. stans* entre as duas áreas de estudo, esses parâmetros não explicam a variação do número de visitas e visitantes, pois a atratividade das plantas seria semelhante nas duas áreas.

Além da maior riqueza e abundância de polinizadores, na UFPB a abundância de espécies pilhadoras de néctar (*Xylocopa* spp.) e de pólen (*Trigona spinipes* e *T. fuscipennis*) também foi maior. Mais de 50% (13) das espécies foram comuns às duas áreas. Entretanto, a maioria das espécies encontradas em comum entre as duas áreas foram espécies solitárias, com exceção de *Trigona spinipes* e *Melipona scutellaris*. As flores de *T. stans* atraíram uma diversidade de abelhas, tanto de espécies eusociais como solitárias, de diferentes tamanhos, semelhante ao observado em outros estudos (Dutra e Machado, 2001; Silva *et al.* 2007; Wojcik, 2011; Santos, 2013).

Na UFPB, as espécies mais abundantes como visitantes foram espécies eusociais de pequeno porte, como *Trigona spinipes*, *T. fuscipennis*, *Nannotrigona punctata* e *Partamona littoralis*, seguidas por espécies solitárias do gênero *Ceratina* e subsociais do gênero *Xylocopa*. As espécies de pequeno porte foram classificadas como polinizadoras ocasionais. Resultado semelhante aos Halictidae, *Exomalopsis* e Meliponini considerados polinizadores ocasionais de *Jacaranda copaia* (Maués *et al.*, 2008) e *Plebeia flavocincta*, *Plebeia* sp., *Paratrigona lineata* e *Trigona spinipes* que coletam pólen e tocavam ocasionalmente no estigma no momento da coleta em flores de *Jacaranda rugosa* (Milet-Pinheiro e Schlindwein, 2009). De modo geral, as abelhas de pequeno porte quando realizavam visitas legítimas para coletar pólen tocavam as estruturas reprodutivas, favorecendo de certo modo a polinização, porém, as abelhas de pequeno provavelmente aumentam a chance de autopolinização e a geitonogamia em *Tecoma stans*.

Abelhas de médio-grande porte, como *Eulaema nigrita*, *E. atleticana* e *Centris fuscata*, foram pouco abundantes na área, mas são polinizadoras efetivas, tocando com a parte dorsal do tórax nas anteras e no estigma ao entrarem e saírem das flores. Outros estudos consideram apenas abelhas desse porte como polinizadoras efetivas, tanto de *T. stans* como de outras espécies de Bignoniaceae (Dutra e Machado, 2001; Silva *et al.*, 2007; Milet-Pinheiro e Schlindwein, 2008; Schlindwein *et al.* 2014; Guimarães *et al.*, 2015). As flores são do tipo

Anemopaegma, que atrai uma grande diversidade de polinizadores e são polinizadas por abelhas de médio-grande porte (Gentry, 1974; Dutra e Machado, 2001; Silva *et al.*, 2007; Alcantara & Lohmann, 2010).

No Sítio Olho D'água as espécies mais frequentes foram *Melipona scutellaris*, *Centris fuscata* e *Augochlora* sp. Mas apenas *Melipona scutellaris* e *Centris fuscata* podem ser classificadas como polinizadoras efetivas pela sua frequência nas visitas e por tocarem a parte dorsal do tórax nas partes reprodutivas. *Augochlora* sp. foi considerada polinizadora ocasional por tocar as estruturas reprodutivas raramente ao coletar pólen. A maior abundância de *Melipona scutellaris* na área ocorreu devido à existência de um pequeno Meliponário com cerca de 10 colônias no entorno das plantas de *Tecoma stans*.

O comportamento de pilhador primário de néctar de *Trigona spinipes* e principalmente de abelhas do gênero *Xylocopa* já foram relatados em diversos estudos (Maués *et al.*, 2008; Milet-Pinheiro e Schlindwein, 2009; Alves *et al.*, 2010; Wojick, 2011; Dutra e Machado, 2001, Silva *et al.*, 2007; Barros, 2001; Guimarães *et al.*, 2015). É interessante ressaltar que os ovários das flores de *T. stans* (N=30) que foram pilhadas de néctar por *T. spinipes* foram observados em laboratório e não apresentaram danos, sugerindo que, caso ocorra polinização em flores pilhadas, o fruto pode se desenvolver normalmente. Neste estudo foi observado que abelhas do gênero *Pseudaugochlora* possivelmente fazem um pequeno furo na base da corola utilizando estruturas bucais semelhantes às encontradas nas abelhas do gênero *Xylocopa*.

O comportamento de pilhador primário de pólen de *Trigona spinipes* foi relatado em outros estudos (Oda & Oda, 2007; Milet-Pinheiro e Schlindwein, 2009; Barros, 2011; Zambon, 2015). Carvalho *et al.* (2007) observaram que *Trigona spinipes* danificava as estruturas reprodutivas das flores de *Anemopaegma laeve*. *Trigona spinipes*, a principal espécie pilhadora primária de pólen, não foi observada pilhando pólen no período de observação das visitas das abelhas no Sítio Olho D'água, mas posteriormente esse comportamento também foi observado nessa área. Nessa área, é feito o controle de ninhos de *Trigona spinipes*, devido aos danos causados pela espécie nos frutos de cultivos de abacaxi. De acordo com Hargreaves *et al.* (2009), o roubo de pólen pode influenciar de forma direta e indireta na reprodução da planta e no comportamento dos futuros visitantes, já que o pólen é um recurso limitado e não ocorre reposição do mesmo.

As flores de *Tecoma stans* além de néctar e pólen, oferecem essência para abelhas como *Euglossa carolina*, apresentou comportamento de coleta de essência, esfregando em voo as pernas dianteiras nas pernas traseiras, comportamento que foi observado por Silva *et al.*, (2007); Santos (2013). Milet-Pinheiro e Schlindwein (2009). Dutra & Machado (2001)

encontrara osmóforos em várias partes da flor, como anteras, lobos do estigma, na borda superior do cálice e extremidades das pétalas. E segundo Silva *et al.*, (2007) detectou a presença de osmóforos nas pétalas, principalmente na região dos guias de néctar.

Tecoma stans além de abelhas atrai outros insetos e aranhas, que usam as flores e troncos para buscar alimento ou nidificar. Estudos demonstraram que há uma diversidade de organismos associados à planta, desde fungos, insetos (adultos e larvas), ácaros e aves (Kranz e Passini, 1997; Dutra e Machado, 2001; Simões *et al.*, 2009; Dhanya *et al.*, 2013; Acra *et al.*, 2015). Assim, apesar de ser uma espécie introduzida e considerada praga de pastagens no Sul do Brasil, a planta é bastante atrativa e importante para várias espécies de artrópodes, colaborando para a manutenção de populações presentes em áreas com diferentes características.

Referências

- ACRA, L.A., CARVALHO, S.M. & CERVI, A.C. 2012. **Biologia da polinização e da reprodução de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex. DC) mattos (Bignoniaceae Juss).** Revista Estudo de Biologia. v.38, p. 45-49. Editora PUCPR.
- ALCANTARA, S. & LOHMANN, L.G. 2010. **Evolution of Floral Morphology and Pollination System in Bignoniaceae (Bignoniaceae).** American Journal Botany. v. 97, nº5, p. 782-796.
- ALMEIDA-SOARES, S., POLATTO, L.P., DUTRA, J.C. & TOREZAN-SILINGARDI, H.M. 2010. **Pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae): Biology floral and visitors.** Neotropical Entomology, v.39, nº6, p.941-948.
- ALVES, G.R., PERUCHI, A. & AGOSTINI, K. 2010. **Polinização em áreas urbanas: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae).** Biokos, v.24, nº1, p.31-41. Campinas.
- ARANDA, R., CATIAN, G., BOGIANI, P.A. & INFORZATO, I. 2011. **Effect of nectar pillaging by native bees (Hymenoptera: Apidae) in the abscission of flowers *Bougainvillea spectabilis* Willd (Nyctaginaceae).** Acta Scientiarum. Biological Sciences, v.33, nº4, p. 399-405
- BARROS, M.G. 2001. **Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brazil cerrado vegetation.** Revista Brasileira de Botânica. v. 24, p. 255-256.
- BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS, S. P. M.; REEMER, M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A. P.; POTTS, S. G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J. & KUNI, W. E. 2006. **Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands.** Science, 313: 351-354.
- BURKLE, L.A., IRWIN, R.E. & NEWMAN D.A. 2007. **Predicting the effects of nectar robbing on plant reproction: implicationsof pollen limitation and plant mating system.** American Journal of Botany, v.94, n.12, p.1935-1943.
- CAMARGO, J.M.F. & PEDRO, S.R.M. 2003. **Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) – bionomia e biogeografia.** Revista Brasileira de Entomologia, v.47 nº3, p.311-372.
- CAMPANILI, M. & SCHAFFER, B. W. 2010. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental.** MMA/SBF – Brasília, p.96
- CARVALHO, A.T., SANTOS-ANDRADE, F.G. & SCLINDWEIN, C. 2007. **Baixo sucesso reprodutivo em *Anemopaegma laeve* (Bignoniaceae) no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre. v.5, nº1, p.102-104.
- CORREIA, M.C.R, PINHEIRO, M.C.B. & LIMA, H.A. 2006. **Biologia floral e polinização de *Anemopaegma chamberlaynii* Bur. & K. Schum. (Bignoniaceae).** Lundiana. v.7, nº1, p.39-46. Instituto de Ciências Biológicas – UFMG.

- CORREIA, M.C.R., PINHEIRO, M.C.B. & LIMA, H.A. 2005. **Biologia floral e polinização de *Arrabidaea conjugata* (Vell.) Mart. (Bignoniaceae).** Acta Botanica Brasilica, v.19, nº3, p.501-510
- CORREIA, M.C.R., PINHEIRO, M.C.B. & LIMA, H.A. 2006. **Biologia floral e polinização de *Anemopaegma chamberlaynii* Bur. & K. Schum. (Bignoniaceae).** Lundiana, v.7, nº1, p.39-46. Instituto de Ciências Biológicas – UFMG.
- DEPRÁ, M.S., DELAQUA, G.C.G & GAGLIANONE, M.C. 2011. **Influência da cobertura florestal sobre a riqueza e frequência de abelhas polinizadoras do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) em áreas de plantio no município de São José de Ubá, RJ.** (Resumo) Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza-CE. p.6
- DIAS, B. S. F.; RAW, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 1999. **International pollinators initiative: the São Paulo Declaration on Pollinators - Report on the Recommendations of the Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture with Emphasis on Bees.** Brazilian Ministry of the Environment (MMA), University of Sao Paulo, Brazilian Corporation for Agricultural Research (EMBRAPA).
- DUTRA, J.C.S. & MACHADO, V.L.L. 2001. **Entomofauna Visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), Durante seu Período de Floração.** Neotropical Entomology. v.30, nº1, p.43-53
- EMBRAPA, 2013. **Projeto de Polinizadores do algodoeiro no Brasil.** EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, Folder, p.8. Brasília – DF.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION). 2004. **Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response.** p. 19-25. In: Freitas, B. M. & Portela, J. O. B. (Eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária/UFC. 285p.
- FREITAS, B.M. 2010. **Polinização por abelhas na agricultura brasileira: empecilhos e perspectivas.** Congresso Iberolatinoamericano de Apicultura. Natal-RN, Brasil.
- FREITAS, B.M., FILHO, A.J.S.P., ANDRADE, P.B., LEMOS, C.Q., ROCHA, E.E.M., PEREIRA, N.O., BEZERRA, A.D.M., NOGUEIRA, D.V., ALENCAR, L.R., ROCHA, R.F. & MENDONÇA, K. S. 2014. **Forest remnants enhance wild pollinator visits to cashew flowers and mitigate pollination deficit in NE Brazil.** Journal of Pollination Ecology, v.12, nº4, p.22-30.
- GENTRY, A. H. 1974. **Flowering Phenology and Diversity in Tropical Bignoniaceae.** Biotropica. v. 6, nº 1, p. 64-68.
- GENTRY, A.H. 1974. **Flowering Phenology Bignoniaceae.** Biotropica v. 6 nº1 p. 64-68.
- GILLOTT, C. 2005. **Entomology.** 3a Edição. P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands, Springer.

- GUEDES, R. S., ZANELLA, F.C.V., MARTINS, C.F. & SCHLINDWEIN. **Défict de polinização da acerola no período seco no semiárido paraibano.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.32, nº2, p.465-471.
- GUIMARÃES, E., NOGUEIRA, A., NETTO, C.G.D. & MACHADO, S.R. 2015. **Pollination *Anemopaegma album* (Bignoniaceae) with focus on floral nectar as the mediator of interations with mutualistic and antagonistic bees.** The International Journal of Plant Reproductive Biology, v.7, nº 2, p.177-188.
- GULLAN, P.J. & CRANSTON. 2012. **Os insetos: um resumo de entomologia.** 4ª edição. São Paulo. Editora Roca. 480p.
- HARGREAVES, A.L.; HARDER, L.D. & JOHNSON, S. D. 2009. **Consumptive emasculation: the ecological and evolutionary consequences of pollen theft.** Biol. Rev. (2009), 84, pp. 259–276.
- HUMBOLDT, F. W. H. A., BONPLAND, A. J. A. & KUNTH, K. S., 1819 **Nova Genera et Species Plantarum.** 4ª edição. p.144
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS. **DESMATAMENTO – ÁREAS TEMÁTICAS** <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/desmatamento> (Acesso em: 8 de outubro de 2015).GALETTI, L. 1995. **Nectary structure and nectar characteristics in some Bignoniaceae.** Plant Systematic and Evolution. v. 196, p.99-121.Spring-Verlag.
- IRWIN, R.E. & BRODY, A.K. 1999. **Nectar-robbing Bumble bee reduce the fitness of *Ipomopsis aggregate* (Polemoniaceae).** Ecology. v.80, nº5, p.1703 – 1712
- IRWIN, R.E. & BRODY, A.K. 1999. **Nectar-robbing bumble bees reduce the fitness of *Ipomopsis aggregata* (polemoniaceae).** Ecology, v.80, nº5, p.1703-1712.
- IRWIN, R.E. 2003. **Impact of nectar robbing on estimates of pollen flow: conceptual predictions and empirical outcomes.** Ecology, v.84, nº2, p.485-495.
- IRWIN, R. E.; BRONSTEIN, J. L.; MANSON, J. S. & RICHARDSON, L. 2010 **Nectar Robbing: Ecological and Evolutionary Perspectives.** Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.: 41:271–92
- KEARNS, C. A. & INOUE, D. W. 1997. **Pollinators, flowering plants, and conservation biology.** BioScience. v.47, nº5: 297-307.
- KEVAN, P. G. & PHILLIPS, T. P. 2001. **The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences.** Conservation Ecology, v.5 nº1, p.8.
- KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C. & TSCHARNTKE, T. 2007. **Importance of pollinators in changing landscapes for world crops.** Proceedings of the Royal Society Biological Sciences. v.274, p.303-313.

- KRANZ, W.M. & PASSINI, T. 1997. **Amarelinho: biologia e controle**. Informe Pesquisa- Nº 121, ano XVII. Instituto Agrônomo do Paraná.
- KREMEN, C., WILLIAMS, N. M. & THORP, R. W. 2002. **Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. v.99, nº26,p.16812-16816.
- MALLOOF, J.E. & INOUE, D.W., 2000. **Are nectar robbers cheaters or mutualists?** Ecology v.81, nº10, p. 2651-2661.
- MALLOOF, J.E. 2001. **The effects of bumble bees nectar robber on plant reproductive success and polinator behavior**. American Journal of Botany, v.88, nº11, p.1960-1965.
- MATTHEWS, R.W & MATTHEWS, J.R. 2010. **Insect Behavior**. 2a edição, Editora Springer, New York – EUA.
- MICHENER, C.D. 2007. **The Bees of the World**. 2a edição. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- MILET-PINHEIRO, P. & SCHLINDWEIN, C. 2009. Pollination in *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae): euglossine pollinators, néctar robbers and low fruit set. Plant Biology. v.11 p. 131-141.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Alhandra, estado da Paraíba**. Organizado por: João de castro Mascarenha, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife, CPRM/PRODEM.NEFF, J. L. & SIMPSON, B. B. 1993. **Bees, pollination systems and plant diversity**. In: Lasalle, J. & Gauld, L.D. (Eds.). Hymenoptera and Biodiversity. CAB Internacional. 348p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2003. **Fragmentação de Ecossistemas. Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações das Políticas Públicas**. Centro de Informação e Documentação Luís Eduardo Magalhães – CID Ambiental, Esplanada do Ministério, Brasília – DF.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006. **Espécies Exóticas Invasoras: situação brasileira. Secretária de Biodiversidade e Florestas**. Centro de Informação e Documentação Luís Eduardo Magalhães – CID Ambiental, Esplanada do Ministério, Brasília – DF.
- NETO, G.G., GUARIM, V.L.M., OLIVEIRA, C.A. 2012. **Composição da vegetação urbana de cidades da Amazônia Mato-Grossenses, Brasil**. Amazônia: Cia. & Desenvolvimento. V.7, nº 14, p.137-155. Belém.
- ODA, F.H. & ODA, T.M. 2007. **Comportamento pilhador de *Trigona spinipes* Fab. (Hymenoptera: Apidae) em flores de *Schlumbergera truncata* (Haworth) Moran (cactaceae)**. Insula, Florianópolis, nº36, p.95-97.

- OLIVEIRA, B.S. 2013. **Frequência dos visitantes florais do Maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) e sua relação com a vegetação em uma propriedade localizada no município de Corumbataí do Sul – Paraná.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação de Engenharia Ambiental.
- POLATO, L.P., DUTRA, J.C.S. & JUNIOR, V.V.A. 2007. **Biologia reprodutiva de *Pyrostegia venuta* (Bignoniaceae) e comportamento de forrageamento dos visitantes florais predominantes.** Revista de Biologia Neotropical, v.4, nº1, p.46-57.
- ROJAS-NOSSA, S.V., SÁNCHEZ, J.M. & NAVARRO, L. 2015. **Effects nectar robbing on reproductive success of an pollinator-dependent plant.** Annals of Botany, p.1-7
- SANTOS, J.M.A. 2013. **Apifauna visitante de *Tecoma stans* (Bignoniaceae) em uma área urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil.** Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba. p.33
- SCHLINDWEIN, C., WESTERKAMP, C., CARVALHO, A.T. & MILET-PILHEIRO, P. 2014. **Visual signalling of nectar-offering flowers and specific morphological traits favour robust bee pollinators in the mass-flowering tree *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae).** Botanical Journal of the Linnean Society, v.176, p.396-407.
- SCHOONHOVE, L.M; VAN LOON, J.J.A. & DICKE, M., 2005. **Insect-plant Biology.** 2a edição. Oxford University Press, New York – EUA.
- SILVA, C.I.; AUGUSTO, S.C.; SOFIA, S.H. & MOSCHETA, I.S. 2007. **Diversidade de Abelhas em *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na Polinização e Produção de Frutos.** Neotropical Entomology. v.36, nº3, p.331-341.
- SILVA, C.S. 2011. **O Espaço Geográfico da Cidade Universitária Campus I na UFPB.** Monografia (Graduação em Geografia), Centro de Ciências Exatas e da Natureza – Universidade Federal da Paraíba. Dissertação, p.53
- SILVA, J.A., REIS, T.E.S. & REIS, L.C. 2008. **Análise da infestação do marelinho (*Tecoma stans*) na zona rural do município de Bandeirantes -PR.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina. v. 29, nº 1, p.83-92.
- SILVEIRA, S.A., MELO, G.A.R. & ALMEIDA, E.A.B. 2002. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** 1ª edição, Belo Horizonte, MG – Brasil. p.253
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2008. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.** 2ª ed. p. 704. Instituto Plantarum de Estudo da Flora Ltda. Nova Odessa, SP.
- UFSC - Centro Universitário de estudo e Pesquisas sobre Desastres. 2013. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012.** 2ª edição revisada e ampliada p. 105. Florianópolis, Santa Catarina.

- VITORINO, M.D., PEDROSA-MACEDO, J.H. & MENEZES JR., A.O. **Proposta de manejo para o Amarelinho – *Tecoma stans* (Bignoniaceae), causadora de invasão biológica no Sul do Brasil.** Resultado do projeto “Estudos de agentes para o controle de *Tecoma stans*” apresentado ao PROBIO/MMA.
- WOJCIK, V.A. 2011. **Bees (Hymenoptera: Apoidea) Utilizing *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (Bignoniaceae) in Urban Landscapes: A Comparison of Occurrence Patterns and Community Composition in Three Cities in Northwestern Costa Rica.** Journal of the Kansas Entomological Society. V84, nº3, p.197-208.
- WOOD, J.R.I. 2007. **A revision of *Tecoma* Juss. (Bignoniaceae) in Bolivia.** Botanical Journal of the Linnean Society. v. 156, p. 143-172.
- ZAMBON, V. 2015. **Biologia da polinização e eficácia de polinizadores em *Solanum melongena* L.(Solanaceae).** Universidade Federal de São Carlos, Dissertação (Mestrado), p.82.
- ZAPATA, T.R. & ARROYO, M.T.K. 1978. **Plant Reproductive Ecology of a Deciduous Tropical Forest in Venezuela.** Biotropica. v.10, nº3, p.221-230.