



ARTIGO ORIGINAL

Cintia Lika Inada Takehana^{1*}
Selma Toyoko Ohashi²
Mário Augusto Gonçalves Jardim³
João Ubiratan Moreira dos Santos⁴

¹Secretaria de Estado de Meio Ambiente - Pará - SEMA, Travessa Lomas Valentinas, 2717, Marco, 66095-770, Belém, PA, Brasil

²Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Av. Tancredo Neves, s/n, Terra Firme, 66077-530, Belém, PA, Brasil

³Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, CP 399, 66077-530, Belém, PA, Brasil

⁴Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Av. Tancredo Neves, 2501, Montese, 66077-901, Belém, PA, Brasil

****Este artigo faz parte da Dissertação de Mestrado do 1º autor, aprovada no Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.**

Autor Correspondente:

*E-mail: kamisamanoko@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Atividade floral
Morfologia floral
Polinizadores
Visitantes florais

KEYWORDS

Floral activity
Floral morphology
Pollinators
Flower visitors

Biologia floral e visitantes florais de *Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl. (Anacardiaceae) no município de Bragança, Pará**

Flower biology and flower visitors of Anacardium giganteum W. Hancock ex. Engl. (Anacardiaceae) in Bragança, Pará state

RESUMO: As informações sobre a biologia e a ecologia da espécie *Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl são necessárias à ampliação do conhecimento sobre a estrutura populacional, ao uso da espécie como um recurso genético, ao desenvolvimento de estratégias para a conservação genética e para o manejo da espécie em áreas naturais. Foi avaliada a biologia floral de *A. giganteum*, através da descrição morfológica das flores, da atividade floral e do comportamento dos visitantes florais. Registrou-se visitantes por espécie para verificar possíveis polinizadores e calculou-se a sua frequência e abundância. A espécie apresentou variações no número de estames férteis e de pétalas. A antese foi diurna, com alteração na posição do pistilo e estame, e na cor das flores, onde esta não é efeito da polinização. A flor hermafrodita durou cerca de 72 h, e a masculina cerca de 24 h. Obteve-se 2.876 visitas e em média 230,40 visitas por inflorescência por árvore, sendo 28 espécies de 13 famílias distribuídas em 4 ordens; entre estas, as abelhas foram as prováveis polinizadoras de cajuáçu. Infere-se que a mudança de coloração das flores está relacionada com a sua longevidade ou como mecanismo de atração aos polinizadores. A morfologia das flores permite verificar uma possível relação entre os tipos e tamanho dos visitantes florais. A antese floral e a atividade dos visitantes florais são processos concomitantes e concentram-se no período da manhã, de 6-12 h, não havendo visitantes florais noturnos.

ABSTRACT: Information on the biology and ecology of *Anacardium giganteum* are needed for knowledge expansion about population structure, genetic improvement of commercial species, development of strategies for genetic conservation, and management of the species in natural areas. The floral biology of *A. giganteum*, was evaluated through flower morphology, floral activity, and floral visitors' behavior. In order to identify pollinators, we registered the species of visitors and calculated their frequency and abundance. The species showed variations in the number of fertile stamens and petals. Anthesis was diurnal; changes in stigma and stamen position were observed, as well as in flower color, where this was not caused by pollination. Hermaphrodite and male flowers lasted approximately 72 and 24 h, respectively. We recorded 2.876 visits, with mean of 230.40 visits per inflorescence per tree: 28 species of 13 families distributed in four orders; among those, bees were the most likely cajuáçu pollinators. It is possible to infer that the change of flower color is related to its longevity or to a means of attracting pollinators. Flower morphology shows a possible relation between the types and the size of floral visitors. The anthesis and the activity of floral visitors were concurrent processes that occurred mainly during the morning, from 6:00 AM to 12:00 PM, with no nocturnal floral visitors.

Recebido: 13/01/2013
Aceito: 15/03/2013

1 Introdução

A biologia floral baseia-se no estudo de todas as manifestações de vida da flor, da interação entre as flores e seus polinizadores, as quais definem a ecologia da polinização, sendo esta informação necessária para o melhor conhecimento sobre o sistema reprodutivo das plantas (FAEGRI; PIJL, 1979).

Os aspectos referentes à biologia e morfologia floral das plantas podem interferir diretamente no seu modo de polinização (SOUSA; PIGOZZO; VIANA, 2010) e na reprodução sexual. Como exemplo pode-se citar as angiospermas que apresentam hermafroditismo em grande maioria das espécies, porém, algumas possuem mecanismos que reduzem ou evitam a autopolinização, aumentando a possibilidade de manifestar a polinização cruzada (FERRÃO, 1995).

As árvores tropicais em geral apresentam sistema de polinização cruzada e síndrome de zoofilia, que seriam controlados por fatores como a presença, a competição e a natureza do prêmio floral para os polinizadores (PIRES-O'BRIEN; O'BRIEN, 1995) e outros visitantes florais que vêm em busca de recursos, sendo que, alguns agem e atuam como polinizadores efetivos e a maioria são apenas pilhadores oportunistas de néctar e pólen (INOUE, 1980).

A família Anacardiaceae é considerada bem diversificada; consiste de 74 gêneros e cerca de 600 espécies (MITCHELL; MORI, 1987). Destas espécies, existem poucos estudos realizados sobre biologia floral, podendo citar os de Lenzi e Orth (2004), Lenza e Oliveira (2005), Fernandes, Venturieri e Jardim (2012), Nadia, Machado e Lopes (2007a), Cesário e Gaglianone (2008), Malerbo-Souza e Halak (2009) e Sousa, Pigozzo e Viana (2010).

As informações sobre a biologia e a ecologia das espécies silvestres do gênero *Anacardium* L. ainda são consideradas escassas e necessárias para a ampliação do conhecimento sobre essa variabilidade, pois são importantes para o melhoramento genético da espécie comercial *A. occidentale* L., para o desenvolvimento de estratégias para a conservação genética e para o manejo adequado da espécie nos ambientes naturais.

O cajuazeiro é uma espécie florestal amazônica que se destaca pelo tronco reto, com altura variando de 25 a 30 metros, podendo alcançar até 50 metros, pela sua copa frondosa e pela produção do pseudofruto de coloração vermelha intensa (CAVALCANTE, 1996; EMBRAPA, 2004; MITCHELL; MORI, 1987).

Neste contexto, este estudo teve como objetivo descrever a morfologia e a atividade floral, e identificar e registrar o comportamento dos visitantes florais de *Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl. (cajuazeiro).

2 Material e Métodos

A área de estudo localiza-se na comunidade de Benjamin Constant (01° 11' 22" S e 46° 40' 41" W), município de Bragança, o qual pertence à região fisiográfica do Salgado Paraense, microrregião Bragantina e mesorregião Nordeste Paraense, e caracteriza-se por apresentar temperatura média de 26,35 °C e um período sazonal bem definido, com época de chuva nos meses de janeiro a julho e período seco de agosto a dezembro.

O período do estudo foi de dezembro de 2008 a fevereiro de 2009, o qual compreende o pico de atividade de floração e frutificação. Foram selecionadas cinco árvores adultas em condições saudáveis e instaladas torres de observações de 8 a 12 metros de altura para registro de dados sobre a morfologia floral, índices de sexualidade, atividade floral (horário de abertura, duração da antese, modificações sofridas ao longo da antese) e visitantes florais de cajuazeiro nativos ocorrentes em quintais agroflorestais da região.

Foram confeccionadas exsicatas de cajuazeiro e destinadas ao Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG) para comprovação da identificação botânica da espécie.

A morfologia da inflorescência e flor foi avaliada através da coleta de material fresco fixado em álcool 70%, bem como a elaboração da ilustração esquemática desses órgãos. A mensuração de suas dimensões foi realizada com o auxílio de paquímetro. Os dados obtidos foram submetidos à análise descritiva. Os Índices de sexualidade I e II foram calculados conforme Sousa et al. (2007).

A determinação do horário de antese, mudança de cor e odor, foi obtida através da marcação de 30 botões florais em fase de pré-antese, por meio de observação e por percepção nasal, em três dias não consecutivos, num período de 0-18 h, num intervalo de duas horas.

Para verificar a influência da polinização na mudança de coloração da flor foram marcados 30 botões em pré-antese em cinco inflorescências, os quais foram emasculados com pinça e isolados com sacos de organza, e acompanhados visualmente até o término do processo de abertura floral.

Para a avaliação da receptividade estigmática realizou-se inicialmente, o teste de receptividade com o uso de peróxido de hidrogênio a 3%, onde a formação de bolhas na superfície do estigma indica receptividade do estigma. Posteriormente, essa receptividade foi inferida através da alteração de cor das flores e das taxas de visitantes florais nos horários observados.

A ocorrência de visitantes florais foi registrada através de câmera fotográfica, observações diretas durante o período de 6-18 h, num intervalo de uma hora e coleta de insetos com auxílio de rede entomológica e câmara mortífera contendo acetato de etila. Os visitantes florais foram identificados no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

A avaliação dos visitantes florais no período noturno foi considerada como observação complementar para verificar se acontecem visitas noturnas, com observação de 5 min a cada hora, sendo no período de 21 h as 5 h.

A avaliação do comportamento dos visitantes foi realizada de acordo com Inouye (1980) sendo: 1- polinizadores efetivos (visita legítima e contato com as estruturas reprodutivas (estigma e/ou antera das flores); 2 - polinizadores ocasionais (visita legítima, mas nem sempre ocorrendo o contato com os órgãos reprodutivos); 3 - pilhadores (coleta de recurso floral sem ocorrer o contato com os órgãos reprodutivos).

Após a identificação dos visitantes florais, foram calculadas a frequência de ocorrência e a abundância, em que:

Frequência é igual ao número de observações em que ocorreram as visitas da espécie, dividido pelo número total de observações multiplicado por cem.

Abundância é igual ao número de indivíduos da espécie dividido pelo número total de indivíduos de todas as espécies.

3 Resultados e Discussão

Quanto a morfologia floral, o cajuauçu apresenta flores hermafroditas e masculinas, odoríferas e nectaríferas dispostas em inflorescência do tipo panícula e com diferentes fases de desenvolvimento (Figura 1A).

A presença de flores masculinas (Figura 1E) e flores hermafroditas (Figura 1D) dispostas na mesma panícula, caracteriza o sistema sexual do cajuauçu como do tipo andromonoico. O mesmo ocorre em outras espécies da família Anacardiaceae, como em *Schinus terebinthifolius* Raddi (LENZI; ORTH, 2004), *Spondias tuberosa* Arruda (NADIA; MACHADO; LOPES, 2007b), *Mangifera indica* L. (SIQUEIRA et al., 2008).

As flores hermafroditas e masculinas apresentam sépalas ovadas, pubescentes e as pétalas são campanuladas. A flor hermafrodita é caracterizada pela presença de um pistilo no gineceu com um estigma, um estilete, ovário súpero, unilocular, androceu funcional, normalmente constituído de um estame fértil maior e de vários estaminoides (Figura 1B, D). A flor masculina apresenta a mesma morfologia da flor hermafrodita, porém, o gineceu é bem reduzido e não funcional (Figura 1C, E). De acordo com Ferrão (1995), todas as flores têm o conjunto de órgãos femininos, o que dificulta a distinção entre elas.

A biometria das inflorescências e flores de cajuauçu (Tabela 1) condiz com o descrito por Mitchell e Mori (1987), Cavalcante (1996) e Embrapa (2004).

As flores apresentam, no geral, cinco sépalas, cinco pétalas, um estame e sete estaminoides com algumas variações e com base no número de pétalas e sépalas a flor é classificada como pentâmera (Tabela 1). As variações quanto ao número de pétalas e de estames férteis (Tabela 1), foram verificadas

também por Ferrão (1995), nas flores de *A. occidentale* e neste caso a flor é considerada oligostêmone.

A diferenciação observada no tamanho dos estames e estaminoides nas flores de cajuauçu, caracteriza a heterostomia (Tabela 1), sendo que, conforme Mitchell e Mori (1987), os estaminoides não proporcionam produção de pólen, isto é, infértil.

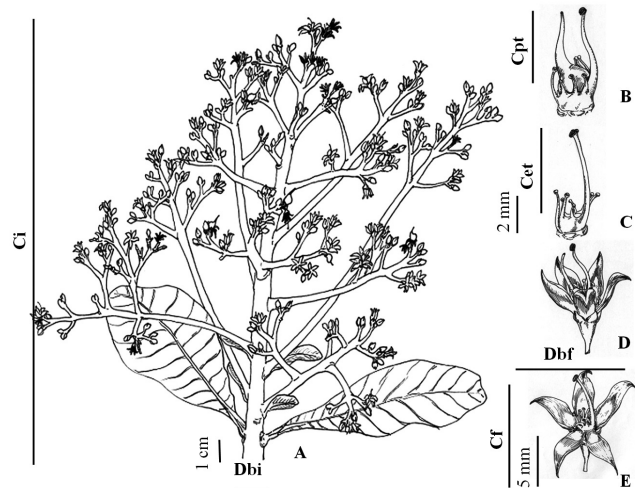


Figura 1. Ilustração da inflorescência e flores de cajuauçu. Inflorescência com botões florais e flores em diferentes estágios (A); órgãos reprodutivos da flor hermafrodita, constituída de pistilo, estame e estaminoides (B); da flor masculina, constituída de estame e estaminoides (C) após a remoção das pétalas e sépalas das flores; flor hermafrodita (D) e masculina (E), com pontos de medição das variáveis, onde: Ci: Comprimento da inflorescência; Dbi: Diâmetro da base da inflorescência; Cf: Comprimento da flor; Dbf: Diâmetro da borda floral; Cpt: Comprimento do pistilo; Cet: Comprimento do estame.

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis relacionadas às flores e inflorescências de cajuauçu, Bragança, Pará.

Variáveis	n	$\bar{X} \pm \sigma$	Li-Ls
Comprimento da inflorescência (mm)	49	190,84±33,61	138,80-335,0
Diâmetro base inflorescência (mm)	49	8,16±1,08	6,73-13,55
Número ramificações/inflorescência (mm)	22	16,09±2,71	9-21
Comprimento flor (mm)	40	8,43±0,58	7,29-9,53
Diâmetro da borda floral (mm)	40	9,97±0,81	8,49-12,09
Comprimento do pistilo (mm)	40	3,97±0,41	3,14-4,68
Comprimento estame (mm)	40	4,28±0,31	3,60-4,91
Número de pétalas	40	5,13±0,41	5-7
Número de sépalas	40	5±0	5-5
Número de estames	40	1,13±0,41	1-3
Número de estaminoides	40	7,51±1,34	4-10
Nº flores masculinas/ inflorescência/dia	130	46,56±17,91	15 a 94
Nº flores hermafroditas/ inflorescência/dia	130	24,38±13,65	9 a 73
Nº total de botões/inflorescência	130	338,74±177,49	104 a 861
Nº total de flores abertas/inflorescência	130	70,95±13,65	31 a 167
Índice de sexualidade I	130	2,22±1,05	0,32 a 5,36
Índice de sexualidade II	130	0,33±0,12	0,16 a 0,75

Índice de sexualidade I: relação entre o número de flores masculinas/número de flores hermafroditas; Índice de sexualidade II: relação entre o número de flores hermafroditas/número total de flores abertas por dia.

O índice de sexualidade I indicou maior produção de flores masculinas em relação às flores hermafroditas (Tabela 1). Em termos percentuais ocorreu uma proporção de 65,63% de flores masculinas para 34,37% de flores hermafroditas por panícula ao dia. Esse comportamento foi similar ao de *A. occidentale* avaliados por Sousa et al. (2007), porém encontrando uma porcentagem de flores hermafroditas por panícula bem menor, tanto para o cajueiro anão precoce (3,9%; n=201,9 flores) quanto para o cajueiro comum (7,9%; n= 173,8 flores).

O índice de sexualidade II foi menor que 1, com variação de 0,16 a 0,75 por inflorescência (Tabela 1), indicando que a produção de flores hermafroditas em relação ao total de flores abertas na panícula é baixa.

Outras espécies da família Anacardiaceae também apresentam tendência a produzir maior quantidade de flores masculinas em comparação às hermafroditas. Nas observações realizadas por Nadia, Machado e Lopes (2007b) sobre as inflorescências de *Spondias tuberosa*, encontraram, em média, 155 flores ($\pm 46,89$), sendo 40% delas hermafroditas e 60% masculinas. Sendo que Sousa, Pigozzo e Viana (2010) observaram diferença significativa na predominância de flores estaminadas (209 ± 108) na base da inflorescência em relação à

quantidade de flores monoclinas ($158 \pm 78,8$) ($t=3,075$; $p<0,05$; $gl= 70$).

Em *A. occidentale* foi calculada a relação de 6 para 1 entre as flores masculinas e hermafroditas (FERRÃO, 1995). Já na espécie *Mangifera indica* a proporção é de 2:1 (SIQUEIRA et al., 2008). Sendo que Sousa et al. (2007), ao comparar o índice de sexualidade II entre o cajueiro comum e o anão precoce, verificou que uma maior proporção entre as flores hermafroditas e o total de flores abertas infere uma maior produção de frutos por panícula.

Em relação à atividade floral, as alterações nas características florais observadas no período de 6 a 18 h foram classificadas em quatro fases: fase I. Fase de botão floral (Figura 2A, B); fase II. Flor em início de antese (Figura 2C); fase III. Flor com antese completa (Figura 2D); fase IV. Flor pós-antese (Figura 2E).

Em cada fase ocorreram mudanças nas características da flor quanto à cor da corola, da base das pétalas, da sépala, do pistilo, estame e estaminoides; além da posição do pistilo e da antera e presença ou ausência de odor (Tabela 2).

Desta maneira, o processo de antese floral inicia-se às 0 h, no qual a abertura dos botões florais e a presença do



Figura 2. Botão floral em corte longitudinal para visualização da posição do pistilo e do estame (A) e Botão floral inteiro (B) de cajuazeiro; flor hermafrodita em processo de antese (C); flor totalmente aberta (D) e flor após 24 h de observação, com aproximação do pistilo e do estame e fechamento das pétalas (E).

Tabela 2. Características florais de *Anacardium giganteum* de acordo com o desenvolvimento floral.

Características florais	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV
Cor corola	branco com linhas róseas no ápice	branco com linhas róseas no ápice	Branco à róseo	Vermelho intenso
Cor base pétalas	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho intenso
Cor sépala	Verde	Verde	Verde	Verde
Cor pistilo	Róseo claro	Róseo claro	Róseo	Vermelho a marrom escuro
Cor antera	Róseo claro	Róseo claro	Róseo	Vermelho a marrom escuro
Cor estaminoides	Róseo claro	Róseo claro	Róseo	Vermelho a marrom escuro
Posição corola	Fechada	em abertura (oposta ao pistilo e ao estame)	Aberta (oposta ao pistilo e ao estame)	Fechando para a posição anterior
Posição cálice	Sem alteração	Sem alteração	Sem alteração	Sem alteração
Posição pistilo	Oposto e próximo ao estame	Oposto e distanciando do estame, paralelo à pétala	Oposto e paralelo ao estame/antera	Paralelo, aproxima-se do estame
Posição estame	Oposto e próximo ao pistilo	Oposto e ereto, antera distanciando-se do pistilo	Oposto e ereto	Oposto e ereto
Odor	Ausência de odor	Odor fraco	Presença de odor	Odor fraco

odor são quase que imperceptíveis. Nesta fase, o ápice do pistilo encontra-se envolvido com o ápice da pétala, a qual se apresenta curvada para a parte interna de encontro com as anteras do estame maior, pois a sua posição é do lado oposto ao estame maior, que cresce e permite a exposição das anteras pelo ápice do botão floral, no qual as pétalas se desprendem e abrem gradualmente pela parte superior. Este processo variou de 1-3 h, classificado de estágio I (Tabela 2).

No intervalo entre 2 h e 6 h da manhã, as flores caracterizaram-se pelo final do estágio I e início do II, ainda em processo de abertura e sem evidência significativa na mudança de suas cores; podendo observar o distanciamento gradual dos órgãos reprodutores nas flores hermafroditas, com a presença de pétalas em fase de abertura e o odor ainda fraco (Tabela 2).

A separação temporal do órgão masculino em relação ao feminino na flor de cajuáçu representa a dicogamia na espécie. De acordo com Bawa (1979) esse processo funciona como um mecanismo que maximiza a fecundação cruzada.

Nos horários entre 6 h e 12 h, as flores encontram-se em abertura completa, e os órgãos reprodutores estão distantes e opostos um do outro, livres do envolvimento do ápice das pétalas; e o odor torna-se mais perceptível, ocorrendo a mudança de cor nas pétalas e nos órgãos reprodutores para o tom róseo, caracterizando-se, portanto, pelo final do estágio II e entrada e permanência do estágio III (Tabela 2).

Entre 12 h e 18 h, as flores já se encontram em plena abertura e algumas iniciando o fechamento da corola, os órgãos reprodutores se aproximam e suas cores alteraram da cor róseo a vermelho intenso; caracterizando-se o final do estágio III e entrada no IV (Tabela 2). Nas flores hermafroditas, após 24 h, o pistilo e a antera se aproximaram novamente, acompanhadas do fechamento das pétalas (Figura 2E) e a coloração torna-se mais escura. A duração das flores varia de 48-72 h para flores não fecundadas e 24 h para flores masculinas, apresentando fácil abscisão.

A estrutura das flores de cajuáçu com corola totalmente aberta (Figura 1D) facilita o acesso aos diferentes visitantes florais, como verificado em *Schinus terebinthifolius* por Cesário e Gaglianone (2008); além da sua morfologia floral simples, que indica a utilização de seus recursos por um amplo espectro de visitantes.

A mudança de cor foi considerada por Fernandes et al. (2012) como um fenômeno relativamente comum entre as angiospermas e que ocorre enquanto a flor ainda é jovem. Em citações anteriores este processo em cajuáçu foi relacionado ao efeito da polinização (EMBRAPA, 2004), porém, neste estudo, as flores de cajuáçu emasculadas e isoladas em sacos de organza, a fim de excluir o efeito da polinização, a mudança de cor ocorreu em todas as flores masculinas e hermafroditas, indicando ser um fator fisiológico da planta.

No contexto da interação entre a planta e seus polinizadores, cores diferentes podem indicar que as flores estão produzindo néctar, onde há pólen e quais estigmas estão receptivos.

A alteração da cor é associada também a diferentes fases da flor, como verificada em *M. indica*, onde as flores recém-abertas apresentam corola de cor creme e anteras de cor violeta, quando seu estigma encontra-se receptivo (SIQUEIRA et al., 2008). Esse processo foi observado também nas flores de *Byrsonima* e estas ficam abertas e vistosas por até 48 horas;

sendo um importante mecanismo de atração das abelhas (MENDES; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2011).

Deste modo, as flores de cajuáçu nos estádios II a III, caracterizadas de cor branca a róseo, indicam que possivelmente pode estar havendo maior produção de néctar, e no estágio IV, as flores vermelho intenso indicam que a produção de néctar pode estar reduzida, porém mantém um papel de atrativo floral aos insetos visitantes (Tabela 2).

A disponibilidade de grande número de flores nas panículas e a mudança de cor das flores que ocorre nas pétalas, que é a maior ou a mais visível de suas estruturas, atribui, simultaneamente, a atratividade visual e olfativa facilmente detectada à distância pelos visitantes florais que são fortemente atraídos para a planta (SIQUEIRA et al., 2008).

A respeito do horário de abertura floral, espécies da mesma família apresentaram antese diurna, como sugerido por Lenza e Oliveira (2005), em que boa parte das flores em plantas de ambos os sexos de *Tapirira guianensis* Aubl., apresentaram antese pelo período da manhã (6 h); bem como no estudo de Lenzi e Orth (2004) sobre *S. terebinthifolius*, no qual a antese ocorreu entre 5 h e 5:30 h.

Quanto aos visitantes florais, no período de maior pico de atividade de floração, foram registrados um total de 2.876 visitas em todas as observações realizadas, sendo que ocorreram, em média, 230,40 visitas por inflorescência/árvore, durante 12 h (entre 6 e 18 h) de observação. Dos insetos visitantes, foram identificadas 28 espécies pertencentes a 13 famílias, distribuídas em 4 ordens (Tabela 3).

Durante o período noturno, foram constatados vagalumes, pequenas aranhas (menores que 1 cm) e mariposas; porém, estas não tiveram contato com os órgãos reprodutivos das flores de cajuáçu, descartando a possibilidade de polinizadores noturnos.

Em se tratando de abundância por espécie, os indivíduos foram classificados como abundantes a raros. Mais abundante nas inflorescências de cajuáçu foi a formiga do gênero *Camponotus* (32,3%), seguidas de raras (>10%): a mosca *Oxysarcodexia avuncula* Lopes e abelha *Trigona spinipes* Fabricius (9,42%), besouro (Chrysomelidae) (8,10%) e mosca do gênero *Oxysarcodexia* (7,48%) (Tabela 3).

Os visitantes florais observados nas flores de cajuáçu foram, a maioria, comuns de outras espécies da família Anacardiaceae, como em *S. terebinthifolius* (LENZI; ORTH, 2004) e em *T. guianensis* (LENZA; OLIVEIRA, 2005), em que se destacaram as moscas, abelhas, vespas e formigas.

As abelhas do gênero *Apis*, apesar de não terem sido abundantes (4,87%), foram frequentes em todas as 5 árvores observadas, além disso, do total de espécies estudadas, somente *A. mellifera* foi sugerida como provável polinizador efetivo. O tamanho da flor e a disposição da corola de cajuáçu indicam compatibilidade em relação ao tamanho das abelhas. As corbículas presentes nas patas posteriores das abelhas facilitam a aderência dos pólenes, colaborando na eficiência do processo de polinização. O aparelho bucal das abelhas é do tipo lambedor, sendo constituído por duas mandíbulas e língua ou probóscide, as quais são utilizadas para coletarem néctar das flores.

Outras 14 espécies (50%) contataram ocasionalmente o corpo nos órgãos reprodutivos da flor e as demais 13 espécies

Tabela 3. Visitantes florais de cajuazeiro distribuídos em Ordem, Família e Espécie, tamanho aproximado, número de indivíduos por espécie, registrados nas árvores amostradas, classificação quanto ao comportamento, frequência de ocorrência e abundância relativa.

ORDEM/Família/Espécie	Tamanho (mm)	Número de indivíduos	Classificação	Fo (%)	Abr (%)
HYMENOPTERA					
Apidae					
<i>Partamona</i> sp.	7	60	Po	100 (MF)	2,09 (R)
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1973)	8	271	Po	100 (MF)	9,42 (R)
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	12	140	Pe	100 (MF)	4,87 (R)
NI	3,2	18	Po	80 (MF)	0,63 (R)
Vespidae					
<i>Chartergus chartarius</i> (Olivier, 1791)	9	52	Po	100 (MF)	1,81 (R)
<i>Polybia dimidiata</i> (Olivier, 1791)	22	46	Po	100 (MF)	1,60 (R)
<i>Polybia rejecta</i> (Fabricius, 1798)	12	24	Po	100 (MF)	0,83 (R)
NI	25	1	Po	20 (PF)	0,03 (R)
NI	13	6	Po	20 (PF)	0,21 (R)
NI	10	24	Po	100 (MF)	0,83 (R)
NI	12	26	Po	100 (MF)	0,90 (R)
Formicidae					
<i>Camponotus</i> sp.	6	929	Pi	80 (MF)	32,30 (A)
DIPTERA					
Syrphidae					
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	14	22	Pi	100 (MF)	0,76 (R)
NI	-	8	Pi	40 (F)	0,28 (R)
Sarcophagidae					
<i>Oxysarcodexia avuncula</i> (Lopes, 1933)	8	271	Po	100 (MF)	9,42 (R)
<i>Oxysarcodexia</i> sp.	13	186	Po	100 (MF)	6,47 (R)
<i>Oxysarcodexia</i> sp.	8	215	Po	100 (MF)	7,48 (R)
Muscidae					
NI	6	97	Pi	100 (MF)	3,37 (R)
NI	4	14	Pi	40 (F)	0,49 (R)
Dolichopodidae					
NI	9	22	Pi	60 (F)	0,76 (R)
Tephritidae					
<i>Anastrepha</i> sp.	9	31	Pi	80 (MF)	1,08
COLEOPTERA					
Chrysomelidae					
NI	6	165	Pi	60 (F)	5,74 (R)
Nitidulidae					
NI (besouro pequeno)	2,9	233	Pi	100 (MF)	8,10 (R)
LEPIDOPTERA					
Pieridae					
NI	19	6	Pi	100 (MF)	0,21 (R)
NI	15	4	Pi	60 (F)	0,14 (R)
Lycaenidae					
NI	15	2	Pi	20 (PF)	0,07 (R)
NI	12	2	Pi	40 (F)	0,07 (R)
Nymphalidae					
NI	21	1	Po	20 (PF)	0,03 (R)
Total		2876			100,00

Onde: Pe= Polinizador efetivo; Po= Polinizador ocasional; Pi= Pilhador; Fo= Frequência de ocorrência expressa em porcentagem; Abr (%)= Abundância relativa expressa em porcentagem, em que: A= abundante e R= raro; NI= Espécie não identificada.

(46,43%) exploraram os recursos florais sem atingir esses órgãos reprodutivos.

Os insetos visitantes apresentaram em média $11,15 \pm 5,88$ mm de comprimento, variando de 2,9 até 25 mm. Tendo em vista o tamanho das flores de cajuáçu, pode-se inferir que o tamanho dos insetos polinizadores seja compatível ao favorecerem o contato do corpo do inseto nos órgãos reprodutivos da flor.

Outros aspectos morfológicos da flor como a corola aberta, pode ser uma indicação de que a sua estrutura facilita o acesso aos diferentes visitantes como observado em *S. terebinthifolius* por Cesário e Gaglianone (2008).

Para Pinheiro e Sazima (2007), num estudo de seis espécies arbóreas de Leguminosae, no Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo, para algumas espécies, a condição principal para garantir a polinização é a compatibilidade entre o tamanho do gineceu e dos estames destinados à polinização com o tamanho do corpo do visitante. Esta relação predominou sobre o comportamento das abelhas nas flores, sendo considerado o fator principal para que ocorra a polinização.

A abordagem das abelhas e vespas nas flores ocorreu, em maioria, de forma frontal, em que abraçam as flores com os dois pares de pernas anteriores, e as posteriores utilizaram para apoiar nas pétalas, desta forma, contactavam a parte ventral do tórax e abdômen no estame principal e no estigma através de movimentações constantes, dessa forma, as abelhas coletavam néctar e pólen e as vespas somente néctar.

As abelhas são visitantes florais eficientes, a sua visita floral é motivada pela oferta de alimento na forma de néctar e/ou pólen, por diversas espécies vegetais, em troca do benefício da polinização (VITALI-VEIGA; DUTRA; MACHADO, 1999). Na floresta, elas são responsáveis pela polinização de 60 a 80% das espécies de plantas; o restante (40 a 20%) é realizado por borboletas, mariposas, moscas, vespas, formigas, besouros, pássaros, morcegos e outros animais que buscam nas flores alimento na forma de néctar (BAWA, 1990).

Nas flores de cajuáçu, ocorreram sete espécies de vespas, sendo todas consideradas polinizadoras ocasionais. A maioria apresentou tamanho compatível com a flor, exceto a espécie *Polybia dimidiata* Olivier e uma espécie não identificada, que variou de 22 a 25 mm de comprimento, excedendo o tamanho das flores, dificultando, dessa maneira, o contato do corpo nos órgãos reprodutivos.

Algumas espécies de vespas do gênero *Polybia* podem ser consideradas como principais polinizadores ou ocasionais. *P. ignobilis* Haliday representou o principal polinizador de duas espécies: *S. tuberosa* (Anacardiaceae) e *Ziziphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae), ocorrentes em uma área de Caatinga, no município de Boa Vista, Paraíba (NADIA; MACHADO; LOPES, 2007a). Já no estudo dos visitantes florais de *Lagerstroemia speciosa* L. (Lythraceae), a *Polybia paulista* Ihering foi considerada como polinizadora ocasional, juntamente com mais duas outras espécies de vespas. Elas apresentaram uma frequência de distribuição constante através do dia, sendo observadas retirando pelos da corola e coletando néctar (VITALI-VEIGA; DUTRA; MACHADO, 1999).

As espécies de borboletas representaram três famílias: Pieridae (n=2), Lycaenidae (n=2) e Nymphaelidae (n=1). Elas apresentaram abundância relativa muito baixa e a forma

de abordagem nas flores ocorreu de forma lateral, abordando a flor ou o botão floral próximo a ela, para a realização da coleta do néctar através do aparelho bucal do tipo espirotromba ou sugador maxilar, com exceção da espécie da família Nymphaelidae, que aborda a flor de forma frontal, encostando ocasionalmente o corpo nas partes reprodutivas na flor, sem ocasionar a vibração; sendo, portanto, classificada como polinizador ocasional. São em geral borboletas de tamanho pequeno, variando de 12 a 21 mm de comprimento. Através do tipo de comportamento observado, estas espécies não identificadas foram na maioria classificadas como pilhadoras.

Os visitantes florais de cajuáçu ocorreram em todos os intervalos, entre 6 e 18 h, sendo que o número de visitas variou entre os intervalos. As ordens Hymenoptera e Diptera obtiveram maior número de visitação entre 12 e 18 h; enquanto as demais ordens apresentaram maiores atividades no período entre 6 e 12 h. Para as famílias Apidae e Formicidae (Hymenoptera), as visitações ocorreram durante todo o período de observação (Tabela 4). Desta maneira, a maior concentração de polinizadores ocorre na parte da manhã.

O comportamento dos visitantes e os picos de atividades concentrados no período da manhã, ocasião em que as flores apresentam coloração branca a róseo, (abertura floral recente) podem representar maior produção de recursos alimentares nesse período em cajuáçu.

A espécie *T. guianensis*, estudada por Fernandes, Venturieri e Jardim (2012), em Belém, Pará, possui produção de néctar elevada no período da manhã. Esta observação corrobora também com o estudo de Souza, Lenzi e Orth (2004), em que verificaram que as abelhas e as vespas costumam apresentar maiores picos de atividade durante o período da manhã, reduzindo gradativamente no período da tarde.

As espécies *Trigona spinipes*, *Partamona* sp., *Apis* sp. e outra espécie não identificada, foram registradas com maior número de visitas no período entre 6 e 11 h, nas flores de cajuáçu (Tabela 4). Existem estudos em que *T. spinipes* é considerada praga de diversas culturas agrícolas, como a da graviola (BLEICHER; MELO, 2002) e manga (VIEIRA et al., 2007), podendo prejudicar a produção de frutos, até mesmo a quantidade e qualidade em alguns casos.

Embora existam definições deste gênero como insetos agressivos, Kiill e Ranga (2000) observaram que a espécie do gênero *Partamona* apresenta semelhança com a *Apis mellifera*, em relação ao comportamento de coleta do néctar da planta, no entanto, é considerada como pilhadora devido não contatar as partes do corpo nos órgãos reprodutivos das flores de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f.

Neste estudo, a abelha do gênero *Partamona* foi considerada como polinizador ocasional, em que seu tamanho (7 mm) favoreceu a abordagem das flores, tocando ocasionalmente a parte do corpo nos órgãos reprodutivos.

Os dípteros, ao pousarem sobre a flor de cajuáçu, coletavam néctar inserindo suas probóscides na base das pétalas, bem como realizavam movimentos sobre as flores e sobre a panícula, tocando esporadicamente os órgãos reprodutivos das flores.

A grande abundância de dípteros nas flores de cajuáçu pode ser um dos indicadores de antropização na área em estudo, considerando que foi realizado em quintais agroflorestais.

Tabela 4. Número de visitas realizadas ao longo dos picos de floração, no período entre 6 e 18 h, num intervalo de uma hora, em dias não consecutivos nas cinco plantas de cajuçu localizadas nos quintais agroflorestais, município de Bragança, Pa.

ORDEM/Família/Espécie	Horários de visitas (H)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HYMENOPTERA												
Apidae												
<i>Partamona</i> sp.	3	5	16	19	10	2	0	0	4	1	0	0
<i>Trigona spinipes</i>	2	21	32	33	33	26	24	19	28	18	23	12
<i>Apis</i> sp.	2	18	35	34	28	11	2	4	1	4	1	0
NI	0	1	6	6	4	1	0	0	0	0	0	0
Vespidae												
<i>Chartergus chartarius</i> (Olivier, 1791)	0	5	9	17	15	3	1	1	1	0	0	0
<i>Polybia dimidiata</i> (Olivier, 1791)	0	2	11	10	13	2	2	1	4	1	0	0
<i>Polybia rejecta</i> (Fabricius, 1798)	0	0	2	8	5	4	0	0	2	1	2	0
NI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NI	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0
NI	0	1	6	6	6	3	1	0	1	0	0	0
NI	0	1	5	8	8	2	0	1	1	0	0	0
Formicidae												
<i>Camponotus</i> sp.	15	59	107	124	109	82	85	74	67	96	59	52
DIPTERA												
Syrphidae												
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	0	1	3	5	7	1	0	0	3	1	1	0
NI	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Sarcophagidae												
<i>Oxysarcodexia avuncular</i> (Lopes, 1933)	22	34	30	30	23	19	19	10	23	20	23	17
<i>Oxysarcodexia</i> sp.	14	17	15	25	19	11	16	12	15	15	18	9
<i>Oxysarcodexia</i> sp.	9	13	21	28	28	12	13	18	18	25	16	14
Muscidae												
NI	0	5	8	17	27	7	5	6	9	6	5	2
NI	0	1	1	3	3	2	0	0	2	1	1	0
NI	0	1	1	3	3	2	0	0	2	0	3	2
Dolichopodidae												
NI	0	1	5	5	1	2	1	1	1	0	0	0
Tephritidae												
<i>Anastrepha</i> sp.	0	0	5	10	10	4	1	0	1	16	1	0
COLEOPTERA												
Chrysomelidae												
NI	0	33	45	60	27	0	0	0	0	0	0	0
Nitidulidae												
NI (besouro pequeno)	0	5	65	68	52	17	3	2	4	0	0	0
LEPIDOPTERA												
Pieridae												
NI	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NI	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Lycaenidae												
NI	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
NI	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Nymphalidae												
NI	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total/intervalo observado (2.875 visitas)	67	226	434	529	434	212	173	149	185	205	153	108

Segundo o estudo de Malerbo-Souza e Halak (2009), os dípteros foram os insetos significativamente mais frequentes nas flores de *M. indica*, ocorrendo num intervalo entre 7 e 18 h, sendo mais frequentes durante o dia.

Embora as formigas do gênero *Camponotus* (Formicidae) terem ocorrido em maior número, não apresentaram função de polinizador, pois são bem menores do que as flores e não contactam o corpo nas partes reprodutivas, as quais se localizam acima da base das pétalas, onde se encontra o néctar. A abundância dessas formigas sugere o hábito social destas, pois, em geral, foram observadas em grupo, as quais se locomovem constantemente sobre todas as partes da inflorescência, chegando até as flores, a fim de coletar néctar.

Em vegetação de área de cerrado, todas as formigas observadas em *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum. visitaram preferencialmente os nectários extraflorais. Das 22 espécies de formigas, o gênero *Camponotus* foi o mais abundante (SANTOS; DEL-CLARO, 2001).

4 Conclusões

A mudança de coloração das flores não é um efeito de polinização, porém, é uma característica que pode sugerir a sua longevidade e infere-se que seja um mecanismo de atração das flores aos polinizadores.

A presença de andromonoiccia, de dicogamia e a maior produção de flores masculinas em relação à hermafrodita caracterizam o sistema de reprodução por alogamia, que associado aos atrativos florais de oferta de néctar, grão de pólen, aroma agradável, mudança de coloração das flores, estrutura e tamanho da flor e quantidade de flores produzidas, reforçam ainda mais essa afirmação, porém, há necessidade de estudos mais aprofundados em relação à oferta desses atrativos.

A descrição morfológica das flores de cajuáçu permite verificar uma possível relação entre os tipos e o tamanho de visitantes florais, os quais são, em sua maioria, comuns entre outras espécies da família Anacardiaceae, podendo afirmar que é uma espécie generalista e entomófila devido à diversidade de insetos visitantes, sendo as abelhas, as polinizadoras efetivas.

A abertura total da flor e a atividade dos insetos visitantes florais são processos concomitantes e concentram-se no período da manhã, no intervalo entre 6 e 12 h, não havendo visitantes florais noturnos.

Referências

BAWA, K. S. Breeding systems of trees in a tropical wet forest. *New Zealand Journal of Botany*, v. 17, p. 521-524, 1979. <http://dx.doi.org/10.1080/0028825X.1979.10432567>

BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 21, p. 339-422, 1990. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.21.110190.002151>

BLEICHER, E.; MELO, O. M. S. Pragas. In: CARDOSO, J. E. (Ed.). *Graviola: fitossanidade*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v. 32, p. 22-39.

CAVALCANTE, P. B. *Frutas comestíveis da Amazônia*. 6. ed. Belem: Cnpq, Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. (Coleção Adolpho Ducke).

CESÁRIO, L. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. *Acta Botanica Brasilica*, v. 22, n. 3, p. 828-833, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062008000300018>

EMBRAPA. *Espécies arbóreas da Amazônia. Nº 3: Cajuáçu, Anacardium giganteum*. Embrapa, 2004. Disponível em: <www.dendro.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 13 nov. 2007.

FAEGRI, K.; PIJL, V. D. L. *The principles of pollination ecology*. 3. ed. Oxford: Pergamon, 1979. 244 p.

FERNANDES, M. M.; VENTURIERI, G. C.; JARDIM, M. A. G. Biologia, visitantes florais e potencial melífero de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), na Amazônia Oriental. *Revista Ciências Agrárias*, v. 55, n. 3, p. 167-175, 2012. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.058>

FERRÃO, J. E. M. *O cajueiro (Anacardium occidentale L.)*. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1995. 299 p.

INOUE, D. W. The terminology of floral larceny. *Ecology*, v. 61, n. 5, p. 1251-1253, 1980. <http://dx.doi.org/10.2307/1936841>

KIILL, L. H. P.; RANGA, N. T. Biologia floral e sistema de reprodução de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae). *Revista Brasileira Botânica*, v. 23, n. 1, p. 37-43, 2000.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. *Revista Brasileira Botânica*, v. 28, n. 1, p. 179-190, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042005000100015>

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, v. 17, n. 2, p. 67-89, 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Comportamento de forrageamento de abelhas e outros insetos nas panículas da mangueira (*Mangifera indica* L.) e produção de frutos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 31, n. 3, p. 335-341, 2009.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) em área de cerrado no nordeste do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n4/en/abstract?article=bn02511042011>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). *Memories New York Botanical Garden*, v. 42, p. 1-76, 1987.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Partilha de polinizadores e sucesso reprodutivo de *Spondias tuberosa* e *Ziziphus joazeiro*, espécies endêmicas da Caatinga. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 1, p. 357-359, 2007a.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. *Revista brasileira de Botânica*, v. 30, n. 1, p. 89-100, 2007b.

- PINHEIRO, M.; SAZIMA, M. Visitantes Florais e Polinizadores de Seis Espécies Arbóreas de Leguminosae Melitófilas na Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 1, p. 447-449, 2007.
- PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. *Aspectos evolutivos de fenologia reprodutiva das árvores tropicais*. Belém: FCAP, Serviço de documentação e informação, 1995. 25 p.
- SANTOS, J. C.; DEL-CLARO, K. Interações entre formigas, herbívoros e nectários extraflorais em *Tocoyena formosa* (Cham. & Schlechtd) K. Schum. (Rubiaceae) na vegetação do cerrado. *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 3, p. 77-92, 2001.
- SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. F.; LEMOS, I. B.; MONTEIRO, S. P.; FEITOZA, E. A. Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do Vale do Submédio do São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 2, p. 303-310, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200006>
- SOUSA, J. H.; PIGOZZO, C. M.; VIANA, B. F. Polinização de manga (*Mangifera indica* L. - Anacardiaceae) variedade Tommy atkins, no Vale do São Francisco, Bahia. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 1, p. 165-173, 2010. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.09>
- SOUSA, L. B.; FEITOSA, L. L.; GOMES, R. L. F.; LOPES, A. C. A.; SOARES, E. B.; SILVA, E. M. P. Aspectos de biologia floral de cajueiro anão precoce e comum. *Ciência Rural*, v. 37, n. 3, p. 882-885, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000300045>
- SOUZA, D. A. S.; LENZI, M.; ORTH, A. Contribuição à ecologia da polinização de *Tabebuia pulcherrina* (Bignoniaceae) em área de restinga, no sul de Santa Catarina. *Biotemas*, v. 17, n. 2, p. 47-66, 2004.
- VIEIRA, C. U.; RODOVALHO, C. M.; ALMEIDA, L. O.; SIQUIEROLI, A. C. S.; BONETTI, A. M. Interação entre *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Apidae) e *Aethalion reticulatum* Linnaeus, 1767 (Hemiptera: Aethalionidae) em *Mangifera indica* (Anacardiaceae). *Bioscience Journal*, v. 1, n. 23, p. 10-13, 2007.
- VITALI-VEIGA, M. J.; DUTRA, J. C. S.; MACHADO, V. L. L. Visitantes florais de *Lagerstroemia speciosa* Pers. (Lythraceae). *Revista brasileira de Zoologia*, v. 16, n. 2, p. 397-407, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81751999000200006>