

# Influência dos Fatores Ambientais e da Quantidade de Néctar na Atividade de Forrageio de Abelhas em Flores de *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. (Bignoniaceae)

Keila Nogueira da Silva<sup>1</sup>, João Cloves Stanzani Dutra<sup>1</sup>, Mateus Nucci<sup>2</sup> & Leandro Pereira Polatto<sup>1</sup>✉

1. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Ivinhema, Curso de Ciências Biológicas, e-mail: [keylla.roschette@hotmail.com](mailto:keylla.roschette@hotmail.com), [jstanzani@uol.com.br](mailto:jstanzani@uol.com.br), [ppolatto@gmail.com](mailto:ppolatto@gmail.com) (Autor para correspondência✉). 2. Faculdade de Ponta Porã, e-mail: [bionucci@bol.com.br](mailto:bionucci@bol.com.br).

## EntomoBrasilis 6 (3): 193-201 (2013)

**Resumo.** Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência diária dos fatores ambientais e da quantidade de néctar na frequência de forrageio de abelhas em flores de *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. Para isso, foi demarcada uma área focal e registrada a atividade de forrageio das abelhas em um intervalo de 30 minutos para cada hora, das 6:00 às 17:30 h, nas flores da referida espécie vegetal durante quatro dias não consecutivos. Também foi avaliada a produção acumulativa de néctar e o seu consumo pelos visitantes no decorrer do dia. Dados referentes à temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e velocidade do vento foram anotados no início de cada hora. Para verificar se as frequências de forrageios das espécies de abelhas estavam correlacionadas com os fatores abióticos, foram realizados testes de correlação de Pearson. Dentre as espécies registradas, *Oxaea flavescens* Klug apresentou o maior número de forrageios. O número de forrageio no decorrer do dia não se manteve uniforme, o que faz acreditar que a atividade de forrageio das abelhas sofreu interferência dos fatores ambientais e da quantidade de néctar presente nas flores de *A. bracteatum*. Os polinizadores efetivos foram responsáveis por 51,6% do total de visitas por flor em *A. bracteatum*, enquanto os pilhadores de recursos perfizeram 33,1% e os furtadores de recursos realizaram somente 15,3% do total de visitas por flor. Houve ainda, forrageios de formigas e moscas. As formigas sugavam néctar extrafloral, possivelmente conferindo proteção contra pilhagem de néctar. Já as moscas pousavam na corola, mas não extraíram néctar nem pólen.

**Palavras-chave:** Abelha; Furto/Pilhagem de néctar; Mamangavas; Polinizadores.

## Influence in the Environmental Factors and the Amount of Nectar in the Foraging Activity of Bees on Flowers *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. (Bignoniaceae)

**Abstract.** This study aimed to evaluate the daily influence of environmental factors and the amount of nectar in the foraging frequency of bees on flowers *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. For this, a focal area was demarcated and registered foraging activity of bees in a 30-minute break for every hour from 6:00 a.m. to 5:30 p.m., in the flowers of this plant species during four non-consecutive days. Also was analyzed the nectar production and its consumption by visitors throughout the day. Data relating to temperature, relative humidity, luminosity, and wind speed were recorded at the beginning of each hour. To check if the frequencies of foraging the bee species were correlated with abiotic factors, tests of Pearson correlation were performed. Among the species recorded, *Oxaea flavescens* Klug had the highest number of foraging. The number of foraging during the day did not remain uniform, which makes to believe that foraging activity of bees suffered interference from environmental factors and the amount of nectar present in flowers of *A. bracteatum*. The effective pollinators were responsible for 51.6% of total visits per flower in *A. bracteatum*, while the robber's resources totaled 33.1%, and only 15.3% of all visits were made by thieves' resource. There was also foraging of ants and flies. Nectar present around the flower was sucked by ants, possibly conferring protection against robbery nectar. There were flies landing on the corolla of the flowers, but nectar and pollen were not collected.

**Keywords:** Bumblebees; Bee; Pollinators; Theft/Robbery nectar.

A flexibilidade comportamental apresentada pelas abelhas, a qual determina o sucesso ou não em forragear e a intensidade de visitas às flores, é dependente de fatores intrínsecos e extrínsecos (ROUBIK 1989). Alguns dos fatores intrínsecos incluem a informação sensorial recebida durante o forrageio, a memória, o conhecimento prévio e a necessidade fisiológica (WADDINGTON 1983). Por sua vez, os fatores extrínsecos incluem os parâmetros físicos (especialmente as condições dos fatores ambientais) e os bióticos (cor, formato e densidade floral; distribuição dos recursos no ambiente; e competição por recursos florais) (ROUBIK 1989).

A competição e as condições dos fatores ambientais são as variáveis preponderantes na regulação da intensidade de forrageios realizados pelas abelhas, enquanto os outros fatores exercem

especialmente função atrativa em forragear ou não as flores. A competição e as condições dos fatores ambientais são apoiadas na teoria do forrageio ótimo (CODY 1974; PYKE *et al.* 1977), a qual prediz que um animal forrageará utilizando estratégias para maximizar sua eficiência em obter recursos. O forrageio ótimo será aquele em que as abelhas obtêm seus recursos em elevada quantidade e qualidade, com baixo custo energético (EICKWORT & GINSBERG 1980).

Quanto à competição, de acordo com a teoria de MACARTHUR & LEVINS (1967), a regulação da diversidade e abundância de abelhas, em forrageamento, seria estabelecida pela diversidade e abundância de plantas que oferecem pólen, néctar e/ou óleo. Além disso, há a tendência que a atividade máxima de forrageio situe no período da manhã em flores melitófila (isto é, polinizadas

por abelhas) (ROUBIK 1989; FIDALGO & KLEINERT 2007), devido à maior quantidade de recursos (pólen, néctar e/ou óleo) estocados nas flores no referido período.

Adicionalmente, a abundância, intensidade e duração da floração de cada espécie vegetal também moldam a atividade de forrageio das abelhas (LIMA 2003). Contudo, em ambiente naturalmente estável, as interações entre as espécies de abelhas tendem a estar em equilíbrio, ou seja, as abelhas utilizariam os recursos florais de forma equitativa (WILMS et al. 1996).

As abelhas também são capazes de se ajustarem para a coleta de recursos em resposta às condições climáticas (HOFSTEDE & SOMMEIJER 2006). A maioria das espécies de abelhas aumenta a atividade de forrageio nos períodos em que a temperatura e a intensidade luminosa estejam elevadas, e tanto a umidade relativa do ar, quanto a velocidade do vento estejam baixas (SOMMEIJER et al. 1983; HILÁRIO et al. 2000; KASPER et al. 2008). Contudo, cada espécie está adaptada a condições climáticas específicas (CORBET et al. 1993), que muitas vezes resulta no uso dos mesmos recursos florais de forma partilhada (WILMS et al. 1996).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência diária dos fatores ambientais e da quantidade de néctar na frequência de forrageio de abelhas em flores de *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. (Bignoniaceae). A espécie vegetal em estudo se enquadra na síndrome de melitofilia, cujas flores estão adaptadas à polinização por abelhas de grande porte corporal, comumente denominadas por mamangavas (ALMEIDA-SOARES et al. 2010). Ainda de acordo com esses autores, as flores também apresentam nectários extraflorais atrativos às formigas.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Área de estudo.** A pesquisa foi desenvolvida dentro de um fragmento de floresta secundária, localizado às margens da rodovia MS-395, aproximadamente a dois quilômetros do perímetro urbano do Município de Ivinhema, Mato Grosso do Sul. Na região ocupada pelo fragmento florestal, havia algumas partes ocupadas por atividade agropecuária, mas a maior área era constituída por manchas de Cerradão ou Mata Atlântica, ambos em diversas fases de desenvolvimento (POLATTO 2012). A área limitada para o estudo situava-se a 22°16'21,24" de latitude sul e 53°48'21,40" de longitude oeste.

De acordo com a classificação de ZAVATTINI (1992), a região apresenta clima subtropical, variando de úmido a subúmido. As normais climatológicas (médias do período de 1973 a 1990) obtidas para a região de Ivinhema indicam precipitação média anual de 1.612,5 mm, umidade relativa do ar anual em torno de 80,5% e temperatura média de 22°C (INMET, 2011).

**Espécie vegetal estudada.** A floração de *A. bracteatum* ocorre comumente entre março e julho, em época de transição entre os períodos chuvosos e de seca (YANAGIZAWA & MAIMONI-RODELLA 2007; ALMEIDA-SOARES et al. 2010).

As flores apresentam formato floral do tipo goela (Figura 1) (FAEGRI & VAN DER PIJL 1979) e disponibilizam pólen e principalmente néctar às abelhas (ALMEIDA-SOARES et al. 2010). A disposição espacial das anteras e estigma, ambos localizados na região interna e superior da corola, otimiza a polinização por abelhas grandes (ALMEIDA-SOARES et al. 2010) (Figura 1). Ainda segundo estes autores, durante os forrageios às flores, as abelhas de grande tamanho corporal promovem a polinização nototribica. Esse tipo de polinização é caracterizado pela fixação do pólen na região dorsal do tórax e do abdome das abelhas durante a coleta de néctar por visita legítima, e em visitas subsequentes essa mesma região corporal frequentemente contata o estigma das flores (Figura 1).

**Amostragem da atividade das abelhas.** A atividade de forrageio das abelhas nas flores de *A. bracteatum* foi registrada em

uma área de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m), denominada por área focal. Nessa área focal tinham três indivíduos da espécie vegetal estudada, que se encontravam floridos durante o desenvolvimento do estudo. Embora as flores dessa espécie vegetal durem apenas um dia, os indivíduos comumente permanecem em floração por um longo período (ALMEIDA-SOARES et al. 2010).

As abelhas foram registradas nas flores por quatro dias não consecutivos, abrangendo-se os meses de maio a agosto de 2012. Em cada dia de registro das abelhas na área focal anotou-se a quantidade de flores no início e no meio do dia, bem como, o número de forrageios em um intervalo de 30 minutos para cada hora, das 6:00 às 17:30 h. Cada forrageio foi definido pela presença da abelha dentro da área focal, independentemente do número de flores visitadas antes dela deixar o local. Simultaneamente, foi registrado o número de flores visitadas dentro da área focal em cada forrageio. Dados referentes à temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e velocidade do vento foram anotados no início de cada hora.

Alguns exemplares de cada espécie de abelha foram coletados ou registrados por meio de fotografias e filmes. Os espécimes coletados foram sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila e armazenados em frascos de 30 mL. Posteriormente eles foram identificados por auxílio de literatura especializada (SILVEIRA et al. 2002; MICHENER 2007) ou por comparação com outros espécimes. A classificação das abelhas foi baseada no catálogo de MOURE et al. (2012).

Para estimar o número de visitas por flor que cada espécie de abelha realizou no decorrer do dia (*Nº de visitas da abelha por flor*) foi utilizada a equação proposta por POLATTO & ALVES JR. (2008), apresentada a seguir:

$$N^{\circ} \text{ de visitas da abelha por flor} = \frac{N^{\circ} \text{ de forrageios} \times N^{\circ} \text{ de visitas}}{N^{\circ} \text{ de flores}}$$

Onde: *Nº de forrageios* representou o número de forrageios ocorridos na área focal, pela mesma espécie de abelha (*nº* de registros de forrageios no intervalo de 30 minutos, multiplicado por 2, ampliando o período para uma hora e abrangendo, assim, todo o período forrageador do dia); *Nº de visitas* foi o número médio de flores visitadas em cada forrageio realizado pela mesma abelha; *Nº de flores* correspondeu o número de flores que estavam atrativas às abelhas na área focal (contagem das flores na área focal, realizada no início e no meio do dia).

Ao aplicar a equação a todas as espécies de abelhas visitantes, foi obtido o número médio de visitas ocorrido por flor em cada dia de registro.

O comportamento de forrageio das abelhas, e também de outros visitantes florais, foi descrito resumidamente, com base na terminologia de INOUE (1980). Neste caso, procurou-se apenas agrupar os visitantes quanto ao tipo de visita, se legítima ou ilegítima, e dentre as espécies que realizaram a visita legítima quais mostraram aptidão para polinizar efetivamente as flores. Visitantes florais que realizaram perfurações na fase externa da corola da flor na altura do nectário foram classificados como pilhadores, por realizarem a visita ilegítima (não adentrando pela abertura principal da flor para coletar o recurso). Por outro lado, os visitantes que coletaram recursos florais utilizando a abertura natural das flores, ou seja, por visita legítima, foram classificados como furtadores de recursos (aqueles que coletavam os recursos florais, mas não contatavam o estigma e/ou as anteras) ou polinizadores efetivos (os que tocavam simultaneamente em ambos os órgãos reprodutivos: anteras e estigma).

**Quantidade de néctar.** Além dos fatores ambientais, a atividade das abelhas no decorrer do dia pode ser influenciada pelo volume de néctar nas flores de *A. bracteatum*. Para determinar isso, foi avaliada a produção acumulativa de néctar e o seu consumo pelos visitantes por meio da extração do néctar de flores protegidas dos



Figura 1. Flores de *A. bracteatum* e seu polinizador efetivo. A – Os órgãos reprodutivos, constituídos por 4 anteras (seta estreita) e 1 estigma (seta larga), localizam-se na porção interna superior da corola, próximo aos lobos e sem separação espacial e diferença temporal entre ambos. B – As setas indicam as localizações de diversas glândulas secretoras de néctar na região externa da flor (grânulos de coloração mais escura que o restante das sépalas), denominadas de nectários extraflorais. C – Inflorescência; percebe-se o formato tipo goela de suas flores, com uma grande abertura natural na região apical que se afunila até tornar-se estreita em sua base. D – *Bombus* sp., uma mamangava, repleta de pólen em sua região dorsal após visitar algumas flores.

visitantes e de flores livres, respectivamente. As flores protegidas foram envolvidas com sacos de papel impermeável para impedir a sucção do néctar pelos visitantes florais. O volume de néctar foi medido com auxílio de micropipetas calibradas introduzidas na corola das flores selecionadas até atingir a região do nectário, em três períodos do dia: no início da manhã, ao meio-dia e no final da tarde ( $n \approx 10$  flores para cada período/ tratamento).

A intensidade de floração de *A. bracteatum* também foi avaliada, determinando se o dia de registro das abelhas foi realizado em época de floração intensa (elevada quantidade de flores produzidas pelas plantas de *A. bracteatum* dentro do fragmento florestal estudado) ou em época de floração esparsa (pequena quantidade de flores).

**Análise estatística.** Para verificar se as frequências de forrageios das abelhas estavam distribuídas homoganeamente entre os dias e durante o decorrer do dia, foi aplicado o teste do Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ), com nível de significância de 0,05. Para isso, aplicou o referido teste entre os números médios de visitas ocorridos por flor para os quatro dias de registros dos forrageios das abelhas. O mesmo teste foi aplicado entre os números de forrageios ocorridos em cada hora de registro das abelhas.

Também foi aplicado o teste de correlação de Pearson ( $r$ ), com

nível de significância de 0,05; para verificar se as frequências de forrageios das espécies de abelhas estavam correlacionadas com os fatores abióticos (temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e velocidade do vento). KAPS & LAMBERSON (2004) afirmam que o teste de correlação é utilizado para avaliar a magnitude e a direção (positiva ou negativa) da associação entre duas variáveis. Para a aplicação do teste, obtiveram-se os números médios de forrageio de cada espécie de abelha e dos fatores ambientais, ambos em cada hora de registro, dentre as quatro repetições.

O programa BioEstat 5.0 foi utilizado para calcular os testes do Qui-Quadrado e de correlação de Pearson, em conformidade com o manual de AYRES *et al.* (2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Diversidade e comportamento dos visitantes florais.

Foram registrados 301 forrageios às flores de *A. bracteatum* durante os quatro dias de pesquisa em campo, representando uma média ( $\pm$  desvio-padrão) de  $75,25 \pm 45,13$  forrageios por dia. As abelhas foram os únicos visitantes florais a coletarem pólen e néctar presente no nectário principal. Apinae foi a subfamília predominante, com 55,8% do total de forrageios registrados, seguida por Andreninae (39,8%) e Halictinae (4,3%). Dentre as espécies registradas, *Oxaea flavescens* Klug apresentou o maior

número de forrageios (Tabela 1).

O resultado da aplicação da equação de POLATTO & ALVES JR. (2008), mostrou uma média de  $7 \pm 6,9$  visitas por flor, dentre todas as abelhas visitantes. Porém, é nítido que o número de visitas por flor foi diferente entre os dias de observação ( $\chi^2 = 19,78$ ;  $p = 0,0002$ ) (Figura 2). Quanto à distribuição dos forrageios no decorrer do dia, dentre todas as abelhas (Tabela 1), o teste do Qui-Quadrado novamente indicou diferença significativa entre os horários ( $\chi^2 = 84,73$ ;  $p < 0,0001$ ).

Assim, dois fatores primordiais podem estar relacionados com as diferenças encontradas entre os dias de registro e também entre os horários das atividades de forrageios das abelhas, como segue: (1) influência dos fatores ambientais, propiciando o aumento da atividade de voo das abelhas em determinados dias e em horários específicos; (2) quantidade e qualidade do néctar, que poderia estar variando entre os dias de observação, e também entre os horários do dia. Ambos os fatores são discutidos adiante.

Em relação ao comportamento desenvolvido pelas abelhas, os polinizadores efetivos, representados por *Bombus* spp. (Figura 3A), foram responsáveis por 51,6% do total de visitas por flor em *A. bracteatum*. Os furtadores de recursos realizaram somente 15,3% do total de visitas por flor. Enquanto isso, os pilhadores de recursos (Figura 3B) foram responsáveis por 33,1% do total das visitas por flor. A Figura 4 mostra a taxa de visitas por flor para cada abelha visitante.

Também foram avistadas formigas e moscas nas flores de *A. bracteatum* (Figura 5), mas não foi quantificado o número de forrageios desenvolvido por elas. As moscas pousavam nos lobos da corola e entravam apenas parcialmente na abertura natural das flores. Porém, não foram constatadas moscas adentrando profundamente na abertura natural da flor para coletar néctar. Elas também não coletaram pólen. As moscas se afugentavam, levantando voo e deixando a flor, quando havia aproximação de abelhas.

Tabela 1. Número de forrageios dos visitantes florais observados no decorrer do dia em uma área de 25 m<sup>2</sup>, contendo entre 9 e 36 flores de *A. bracteatum*. Classificação taxonômica baseada em MOURE et al. (2012).

Visitantes florais	Horário do registro*											Total
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
APINAE												
<i>Apis mellifera</i> L.	2	3	6	3	1	1	-	3	-	-	-	19
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius)	1	3	14	9	7	6	8	3	-	-	-	51
<i>Bombus</i> spp.	7	2	4	3	2	13	13	17	11	6	-	78
<i>Xylocopa</i> sp.	2	-	1	10	1	1	1	3	1	-	-	20
ANDRENINAE												
<i>Oxaea flavescens</i> Klug	6	12	3	19	16	10	18	20	14	2	-	120
HALICTINAE												
Morfotipos	1	1	1	3	-	2	4	1	-	-	-	13
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>29</b>	<b>47</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>301</b>

\*O número de forrageios indicado para cada hora representa a soma dos quatro dias de observação. Em cada dia de observação, os forrageios correspondem apenas os primeiros 30 minutos de cada hora correspondente.

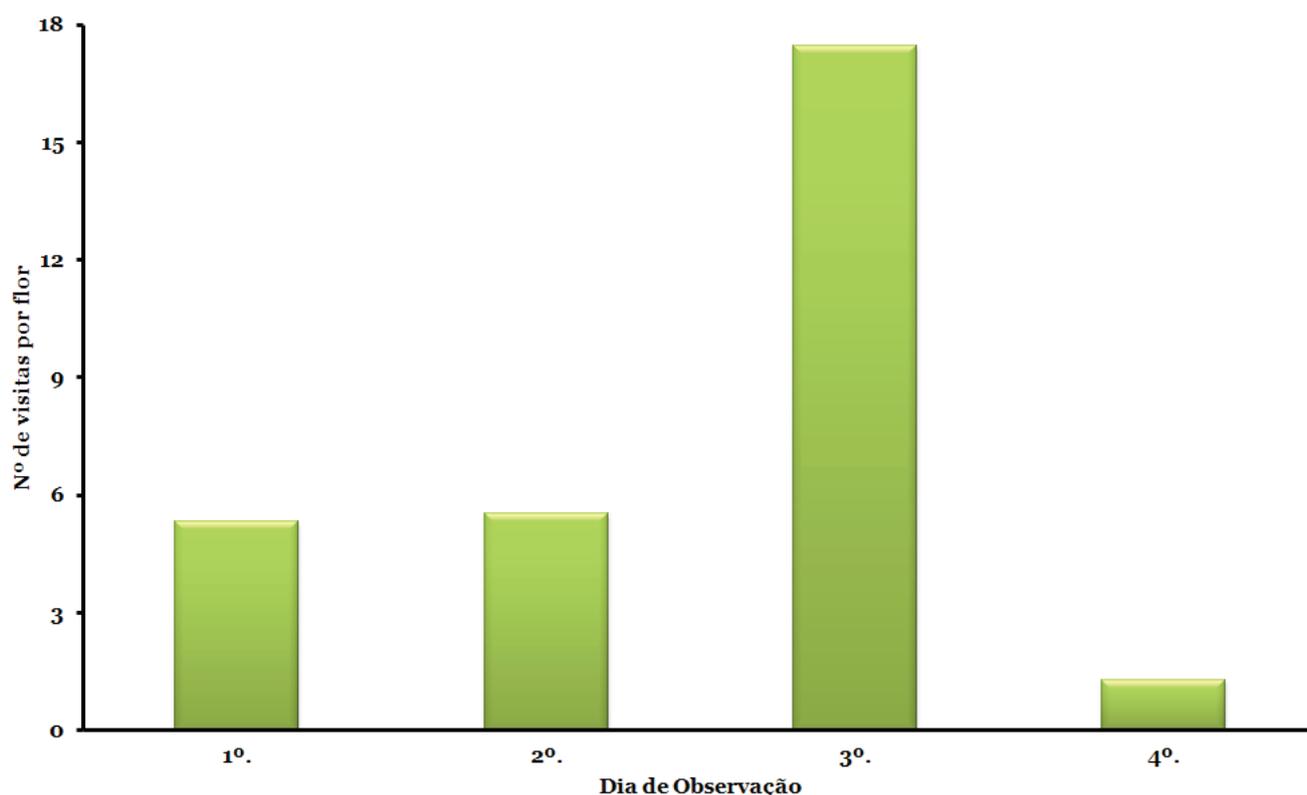


Figura 2. Número médio de visitas por flor de *A. bracteatum*, dentre todas as abelhas visitantes, registrado em cada dia de observação.



Figura 3. *Bombus* sp., um polinizador efetivo (A), e *O. flavescens*, um pilhador de néctar (B), em flores de *A. bracteatum*. Na ilustração A, a seta indica a região em que há pólen aderido ao corpo de *Bombus* sp. Em B, observa-se o visitante sugando néctar sem adentrar na abertura natural da flor; para isso, ele efetua uma perfuração na base da corola (a seta indica a língua da abelha através da corola).

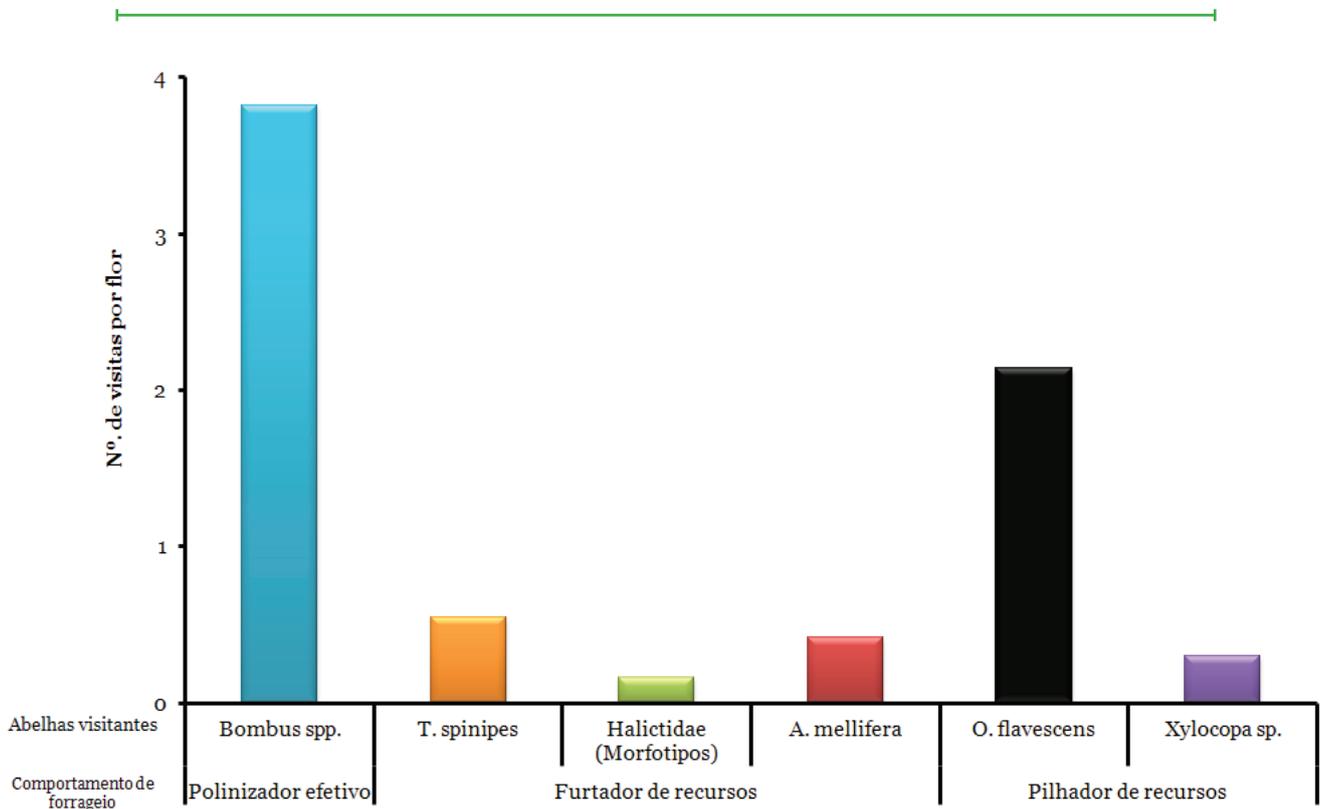


Figura 4. Número médio de visitas ocorridas por flor de *A. bracteatum*, para cada espécie ou táxon de abelhas e por comportamento de forrageio.

Por sua vez, as formigas coletavam néctar apenas de nectários extraflorais da referida espécie vegetal. Segundo DATILO *et al.* (2012), a maioria das pesquisas desenvolvidas sobre as interações entre formigas e flores mostrou haver um prejuízo potencial às plantas por alguns motivos, como: (1) a ausência de asas em formigas limita o transporte de pólen entre as plantas da mesma espécie, produzindo uma grande desvantagem para as plantas manterem um elevado fluxo gênico; (2) presença da glândula metapleurale na maioria das formigas, a qual está relacionada à produção de substâncias antifúngicas que afeta a capacidade de germinação do pólen quando em contato com a mesma.

No entanto, também já foi comprovada a importância benéfica

das formigas às flores, ao fornecer proteção contra a herbivoria (JANSEN 1966; ROSUMEK *et al.* 2009). Esse tipo de proteção evita danos ocasionados especialmente por outros insetos, como lagartas e percevejos.

Neste estudo é aventado um terceiro tipo de interação entre as formigas e flores: proteção contra a pilhagem de néctar, haja vista que em algumas visitas as abelhas pilhadoras foram impossibilitadas de coletar o néctar por perfuração da face externa da corola. Neste trabalho, constatou-se que as formigas ficaram estressadas e manifestaram postura defensiva quando as abelhas aproximavam para realizar a pilhagem de néctar (Figura 5). Assim, a defesa pelas formigas, embora não ocorresse

comumente, evitava que algumas pilhagens de *O. flavescens* fossem consumadas. A redução da pilhagem de néctar pode ser benéfica para a planta, uma vez que, a baixa quantidade de néctar poderia desestimular visitas subsequentes dos polinizadores efetivos, conforme observado por CARBONARI *et al.* (2009) em flores de *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae).

Não foi registrado comportamento defensivo das formigas quando as abelhas aproximavam para coletar recursos utilizando a abertura natural das flores. Por outro lado, para realizar a pilhagem o visitante utilizou a mesma região floral em que as formigas estavam forrageando.

**Influência dos fatores ambientais sobre a atividade de forrageio das abelhas.** Quando se observa os valores médios dos fatores ambientais para cada dia de registro das atividades de forrageio das abelhas, percebe-se que houve dispersão dos dados (Tabela 2). Pequenas alterações dos fatores ambientais, especialmente da temperatura e da luminosidade, possivelmente já seriam suficientes para modificar a frequência de forrageio das abelhas. Portanto, parecem que as variáveis ambientais foram responsáveis, pelo menos em parte, pela oscilação do número de visitas por flor entre os quatro dias de coleta.

O maior número de visitas por flor no terceiro dia de registro, por exemplo, pode ser devido à necessidade fisiológica das abelhas por mais alimento, pois em dias anteriores a temperatura e a luminosidade estavam baixas.

Com relação à influência dos fatores ambientais sobre a atividade de forrageio das abelhas no decorrer do dia, percebe-se que apenas *Trigona spinipes* (Fabricius) apresentou correlação significativa com a luminosidade, cujo valor obtido correspondeu a uma associação positiva (Tabela 3). Conforme observado em

outras pesquisas (e.g. ANTONINI *et al.* 2005; ALMEIDA-SOARES *et al.* 2010; POLATTO *et al.* 2012) também seria esperado que as demais espécies de abelhas apresentassem correlação significativamente positiva com este fator abiótico. Contudo, a intensidade luminosa parece ser uma variável limitante ao forrageio das abelhas especialmente no início e no final do dia (KLEINERT *et al.* 2009).

A temperatura, outro fator comumente importante na regulação da atividade de voo, não apresentou correlação significativa com as atividades de forrageamento das abelhas registradas neste trabalho (Tabela 3). Pesquisas de ANTONINI *et al.* (2005); ALMEIDA-SOARES *et al.* 2010 e POLATTO *et al.* (2012) relataram a interferência da temperatura sobre a atividade de algumas espécies de abelhas. Quando houver correlação significativa entre a temperatura e as atividades de forrageios das abelhas, a tendência é que haja uma associação positiva, isto é, os forrageios desenvolvidos pela maioria das espécies de abelhas são favorecidos pelo aumento da temperatura.

Constatou-se a ocorrência de correlação significativa negativa entre a atividade de coleta de *Bombus* spp. e a umidade relativa do ar (Tabela 3). As demais espécies não correlacionam significativamente com esta variável. Os valores ótimos de umidade relativa do ar para o forrageio situam-se entre 30 % e 70 % na maioria das espécies (HILÁRIO *et al.* 2001). No presente estudo, a umidade relativa do ar manteve-se dentro dos valores ideais de forrageio, embora entre 7:00 e 8:00 h fosse comumente mais elevado.

*T. spinipes* apresentou correlação significativa positiva com a velocidade do vento (Tabela 3). É interessante destacar que ventos fortes, geralmente superiores a 2 m/s, prejudicam a atividade de voo das abelhas (KLEINERT-GIOVANNINI 1982). A tendência esperada seria registrar correlação negativa entre as duas variáveis. KAPS



Figura 5. Visitantes que não coletaram néctar presente no nectário principal das flores de *A. bracteatum*. Ao fundo, observa-se uma formiga com postura defensiva, posicionada próxima à região utilizada pelos pilhadores para realizarem a perfuração corolar. À frente, visualiza-se uma mosca pousada sobre uma bráctea.

Tabela 2. Valores médios dos fatores ambientais em cada dia de registro das atividades de forrageio das abelhas em *A. bracteatum*.

Dias de registro	Luminosidade (Lux)	Temperatura (°C)	Umidade rel. do ar (%)	Veloc. do vento (m/s)
30/05/2012	20,627	25,72	61,18	0,26
08/06/2012	18,567	18,02	56,82	0,26
12/06/2012	21,250	24,03	61,09	0,12
07/08/2012	37,125	26,54	40,18	0,31
CV* (%)	35,12	16,33	18,18	34,44

\*Coeficiente de variação (medida de dispersão; comumente usada para comparar variáveis diferentes porque apresenta os desvios-padrões como porcentagens da média).

& LAMBERSON (2004) esclareceram que a correlação entre duas variáveis pode comportar-se de maneira inversa ao padrão teórico esperado. Os referidos autores citam que as correlações registradas de maneira inversa podem ser decorrentes do efeito da atuação mais intensa de outras variáveis, como por exemplo, a luminosidade e/ou a temperatura. Em outras palavras, nos horários que a velocidade do vento estava mais elevada, outras

variáveis estariam estimulando as abelhas para efetuarem mais forrageios de coleta de recursos. Assim, a velocidade do vento possivelmente não apresentou valores elevados que prejudicassem a atividade de forrageio de *T. spinipes*.

Por fim, exceto *Bombus* spp., as demais espécies de abelhas apresentaram correlação negativa com as horas subsequentes do

Tabela 3. Valores do teste de correlação de Pearson entre os fatores ambientais e as atividades de forrageio das abelhas em flores de *A. bracteatum*.

Espécies de abelhas	Luminosidade	Temperatura	Umidade rel. do ar	Velocidade do vento	Horas do dia
<i>Apis mellifera</i> L.	0,101	-0,288	0,582	0,141	-0,650*
<i>Xylocopa</i> sp.	0,222	0,221	0,064	0,448	-0,253
<i>Oxaea flavescens</i> Klug	0,571	0,529	-0,362	0,491	-0,138
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius)	0,613*	0,309	0,218	0,737**	-0,462
Halictidae (morfoespécies)	0,458	0,303	-0,114	0,529	-0,272
<i>Bombus</i> spp.	0,427	0,427	-0,719**	-0,068	0,514

\*significativo em nível de 0,05; \*\*significativo em nível de 0,01

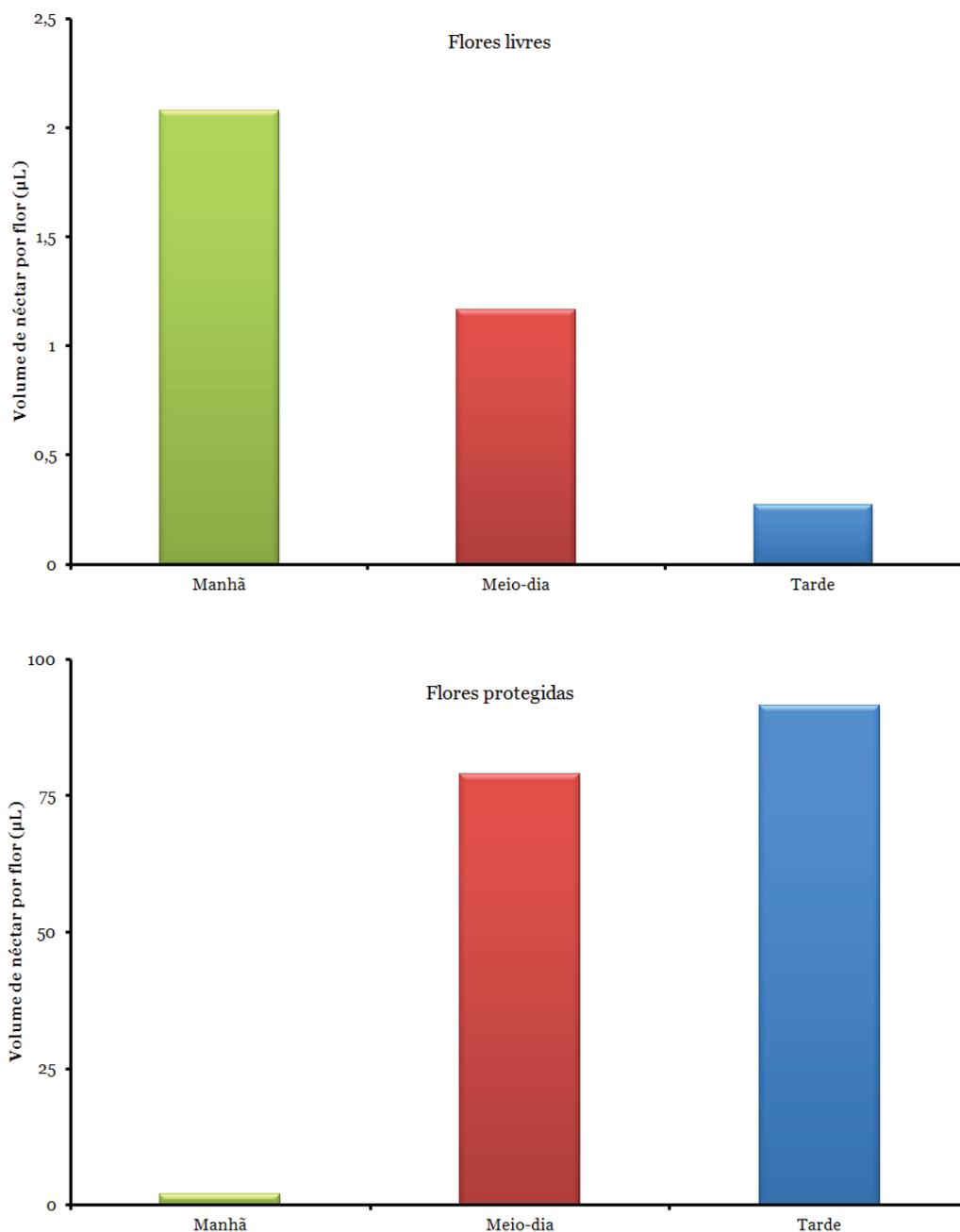


Figura 6. Volume médio de néctar em flores livres de *A. bracteatum* (flores que recebiam forrageios das abelhas) e em flores protegidas dos visitantes (flores ensacadas), em três fases de desenvolvimento: (1) no início da antese, durante o período da manhã (horário em que ainda não iniciou a atividade de forrageio das abelhas); (2) floridas, ao meio-dia; e (3) em senescência, no final da tarde.

dia, embora a maioria das correlações não tenha sido significativa (Tabela 3). Os recursos florais gradativamente vão se tornando limitados com o decorrer do dia, conforme são coletados pelos visitantes florais (ROUBIK 1989; SCHUSTER *et al.* 1993). Levando-se em conta essa importante relação, mesmo que os fatores abióticos sejam ideais no período da tarde, as abelhas não são estimuladas a manter uma elevada frequência de forrageios após nesse período, devido à escassez de recursos florais.

**Quantidade de néctar.** A quantidade de néctar presente nas flores de *A. bracteatum* manteve-se baixa durante todo o dia nas flores livres, isto é, naquelas que recebiam visitas das abelhas. Por outro lado, nas flores protegidas das visitas, a quantidade de néctar atingiu patamar muito mais elevado no final da tarde (Figura 6).

A pouca interferência das variáveis ambientais (temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e velocidade do vento) sobre as atividades de forrageio das abelhas no decorrer do dia pode ter sido influenciada pela quantidade de néctar disponível durante o dia. Como há secreção de néctar durante todo o dia (Figura 6), mesmo que as condições ambientais não estivessem perfeitamente ideais em determinados horários, as atividades de forrageio puderam persistir ao longo do dia, embora menos intensamente no final da tarde. Essa hipótese se torna válida porque parecia haver uma limitação de recursos florais no ambiente: durante os dias de registro das abelhas, poucas espécies vegetais estavam floridas no fragmento florestal.

Além das oscilações dos fatores ambientais, a quantidade de visitas ocorridas por flor entre os quatro dias de registro das abelhas também pode ter sido influenciada pela quantidade de flores de *A. bracteatum* no fragmento florestal. Nos três primeiros dias de registro, *A. bracteatum* apresentava floração intensa, enquanto no quarto dia a floração estava esparsa e em seu período final de floração. Portanto, o baixo número de visitas ocorridas por flor no quarto dia de registro pode ter sido consequência da pouca quantidade de flores disponíveis, desestimulando as visitas das abelhas.

Neste trabalho, parece que vários fatores influenciaram a frequência de forrageio das abelhas nos dias de registro e no decorrer do dia. A oscilação dos valores médios dos fatores ambientais e da quantidade de flores produzidas por *A. bracteatum* no fragmento florestal parece terem sido importantes na regulação da intensidade de forrageios realizados entre os quatro dias de registro. Por sua vez, as oscilações dos fatores ambientais e o volume de néctar disponível nas flores, ambos no decorrer do dia, possivelmente foram as variáveis interferentes na intensidade de forrageios realizados com o passar do dia.

## REFERÊNCIAS

- Almeida-Soares, S., L.P. Polatto, J.C.S Dutra & H.M. Torezan-Silingardi, 2010. Pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae): floral biology and visitors. *Neotropical Entomology*, 39: 941-948.
- Antonini, Y., H.G. Souza, C.M. Jacobi & F.B. Mury, 2005. Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology*, 34: 555-564.
- Ayres, M., M. Ayres-Jr., D.L. Ayres & A.A.S. Santos, 2007. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, MCT - CNPq, 364p.
- Carbonari, V., L.P. Polatto & V.V. Alves-Junior, 2009. Evaluation of the impact on *Pyrostegia venusta* (Bignoniaceae) flowers due to nectar robbery by *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Sociobiology*, 54: 373-382.
- Cody, M.L., 1974. Optimization in ecology. *Science*, 183: 1156-1164.
- Corbet, S.A., M. Fussell, R. Ake, A. Fraser, C. Gunson, A. Savage & K. Smith, 1993. Temperature and pollination activity of social bees. *Ecological Entomology*, 18: 17-30.
- Dattilo, W., R.L. Martins, V. Uhde, J.C. Noronha, F.C. Florêncio & T.J. Izzo, 2012. Floral resource partitioning by ants and bees in a jambolan *Syzygium jambolanum* (Myrtaceae) agroforestry system in Brazilian Meridional Amazon. *Agroforestry Systems*, 85: 105-111.
- Eickwort, G.C. & H.S. Ginsberg, 1980. Foraging and mating behavior in Apoidea. *Annual Review of Entomology*, 25: 421-446.
- Faegri, K. & L. van der Pijl, 1979. The principles of pollination ecology. 3rd ed. London, Pergamon Press, 244p.
- Fidalgo, A.O. & A.M.P. Kleinert, 2007. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepeletier (Apinae, Meliponini) in Ubatuba/SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67: 137-144.
- Hilário, S.D., V.L. Imperatriz-Fonseca & A.M.P. Kleinert, 2000. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia*, 60: 299-306.
- Hilário, S.D., V.L. Imperatriz-Fonseca & A.M.P. Kleinert, 2001. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia*, 61: 191-196.
- Hofstede F.E. & M.J. Sommeijer, 2006. Influence of environmental and colony factors on the initial commodity choice of foragers of the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera, Meliponini). *Insectes Sociaux*, 53: 258-264.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2011. Clima: normais climáticas. Apresenta mapas sobre os parâmetros médios das normais climáticas. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>. Acesso em 05/08/2012.
- Inouye, D.W., 1980. The terminology of floral larceny. *Ecology*, 61: 1251-1253.
- Janzen, D.H., 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution*, 20: 249-275.
- Kaps, M. & W.R. Lamberson, 2004. Biostatistics for animal science. Wallingford, CABI, 445p.
- Kasper, M.L., A.F. Reeson, D.A. Mackay & A.D. Austin, 2008. Environmental factors influencing daily foraging activity of *Vespula germanica* (Hymenoptera, Vespidae) in Mediterranean Australia. *Insectes Sociaux*, 55: 288-295.
- Kleinert-Giovannini, A., 1982. The influence of climatic factors on flight activity of *Plebeia emerina* (Hym., Apidae, Meliponinae) in winter. *Revista Brasileira de Entomologia*, 26: 1-13.
- Kleinert A., M. Ramalho, M. Cortopassi-Laurino & V.L. Imperatriz-Fonseca, 2009. Abelhas sociais (Bombini, Apini, Meliponini), p. 371-424. In: Panizzi A.R. & J.R.P. Parra (Eds.). *Bioecologia e nutrição de insetos*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 1164p.
- Lima, M., 2003. Flora apícola tem e muita! Um estudo sobre as plantas apícolas de Ouricuri - PE. Ouricuri, Caatinga, 63p.
- MacArthur, R.H. & R. Levins, 1967. The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. *American Naturalist*, 101: 337-385.
- Michener, C.D., 2007. The bees of the world. 2nd ed. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 953p.
- Moure, J.S., G.A.R. Melo & D. Urban, 2012. Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region - online version. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em 20/10/2012.
- Polatto, L.P., 2012. Estratégias de exploração dos recursos florais pelas abelhas (Hymenoptera: Apiformes) em uma comunidade vegetal em regeneração. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas: Zoologia) - Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. 165p.
- Polatto, L.P., J. Chaud-Netto, J.C.S. Dutra & V.V. Alves Junior, 2012. Exploitation of floral resources on *Sparattosperma leucanthum* (Bignoniaceae): foraging activity of the pollinators and the nectar and pollen thieves. *Acta Ethologica*,

- 15: 119-126.
- Polatto, L.P. & V.V. Alves Jr., 2008. Utilização dos recursos florais pelos visitantes em *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae), Neotropical Entomology, 37: 389-398.
- Pyke, G.H., H.R. Pulliam & E.L. Charnov, 1977. Optimal foraging: a selective review of theory and tests. Quarterly Review of Biology, 52: 137-53.
- Rosumek, F.B., F.A.O. Silveira, F.S. Neves, N.P.U. Barbosa, L. Diniz, Y. Oki, F. Pezzini, G.W. Fernandes & T. Cornelissem, 2009. Ants on plants: a meta-analysis of the role of ants as plant biotic defenses. Oecologia, 160: 537-549.
- Roubik, D.W., 1989. Ecology and natural history of tropical bees. New York, Cambridge University Press, 514p.
- Schuster, A., I. Noy-Meir, C.C. Heyn & A. Dafni, 1993. Pollination-dependent female reproductive success in a self-compatible outcrosser, *Asphodelus aestivus* Brot. New Phytologist, 123: 165-174.
- Silveira, F.A., G.A.R. Mello & E.A.B. Almeida, 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte, Ed. do autor, 253p.
- Sommeijer, M.J., G.A. Derooy, W. Punt & L.L.M. Bruijn, 1983. A comparative study of foraging behavior and pollen resource of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honey bees (Hym., Apinae) in Trinidad, West-Indies. Apidologie, 14: 205-224.
- Waddington, K.D., 1983. Foraging behavior of pollinators, p. 213-239. In: Real, L. (Ed.). Pollination biology. Orlando, Academic Press, 338p.
- Wilms, W., V.L. Imperatriz-Fonseca & W. Engels, 1996. Resource partitioning between highly eusocial bee and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic Rainforest. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 31: 137-151.
- Yanagizawa, Y.A.N.P. & R.C.S. Maimoni-Rodella, 2007. Floral visitors and reproductive strategies in five melittophilous species of Bignoniaceae in southeastern Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 50: 1043-1050.
- Zavattini, J.A., 1992. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. Geografia, 17: 65-91.

**Recebido em: 21/11/2012**

**Aceito em: 15/07/2013**

\*\*\*\*\*

#### Como citar este artigo:

Silva, K.N., J.C.S. Dutra, M. & L.P. Polatto, 2013. Influência dos Fatores Ambientais e da Quantidade de Néctar na Atividade de Forrageio de Abelhas em Flores de *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. (Bignoniaceae). EntomoBrasilis, 6(3): 193-201.

**Acessível em:** <http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/295>. doi:10.12741/ebrasilis.v6i3.295

