

# Visitação de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de quatro espécies simpátricas de *Tillandsia* (Bromeliaceae: Tillandsioideae), Ilha Grande, Rio de Janeiro

*Visitation of bees (Hymenoptera: Apoidea) in the flowers of four sympatric species of Tillandsia (Bromeliaceae: Tillandsioideae), Ilha Grande, Rio de Janeiro*

Leila Nunes Morgado

Carlos Frederico Duarte Rocha

## Resumo

Os indivíduos de Apoidea possuem uma estreita relação com as Angiospermas, podendo ser baseada na troca de recompensas como a colheita de néctar, pólen, óleos e fragrâncias. Neste artigo visamos estudar aspectos da ecologia floral de quatro espécies simpátricas de bromélias *Tillandsia* L. que ocorrem na Ilha Grande (RJ). Realizamos amostragens com marcações para cada indivíduo de *Tillandsia* estudado na Vila Dois Rios, monitorados mensalmente durante o período de dezembro de 2003 a dezembro de 2005. *Tillandsia stricta* e *T. tenuifolia* apresentaram sobreposição do período de floração e similaridade na composição dos visitantes florais. A visitação por abelhas foi frequente, o que é indicativo de constituírem polinizadores efetivos para essas bromélias. *Tillandsia geminiflora* e *T. gardneri* tiveram sobreposição na floração, apresentando maior frequência de beija-flores em suas flores, mas com a presença efetiva dos lepidópteros e das abelhas. A temperatura e umidade relativa do ar influenciaram significativamente o comportamento de forrageamento dos visitantes florais dessas plantas. Concluímos que é importante a presença das abelhas na visitação das flores dessas bromélias, sendo consideradas visitantes florais legítimas para este grupo de plantas.

## Palavras-chave

Apidae. Bromélia. Mata Atlântica. Polinização. Visitantes Florais.

## Abstract

*Apoidea* have a close relationship with Angiosperms, and may be based on the exchange of rewards such as the harvest of nectar, pollen, oils and fragrances. In this article we aimed to study aspects of the floral ecology of four sympatric species of *Tillandsia* L. bromeliads occurring on Ilha Grande (RJ). We conducted tagged sampling for each *Tillandsia* individual studied in Vila Dois Rios, monitored monthly during the period from December 2003 to December 2005. *Tillandsia stricta* and *T. tenuifolia* showed overlap of flowering period and similarity in the composition of floral visitors. Visitation by bees was frequent, indicating that they are effective pollinators for these bromeliads. *Tillandsia geminiflora* and *T. gardneri* had an overlap in flowering, presenting a higher frequency of hummingbirds in their flowers, but with the effective presence of lepidopterans and bees. The temperature and relative humidity significantly influenced the foraging behavior of the floral visitors of these plants. We conclude that bees are important in visiting the flowers of these bromeliads and are considered legitimate floral visitors.

## Keywords

Apidae. Atlantic Forest. Bromeliad. Pollination. Floral Visitors.

## 1. Introdução

Nas florestas, principalmente nas tropicais, as abelhas possuem um papel significativo na polinização da maioria das angiospermas. Esses hymenópteros são consideravelmente relevantes nos ecossistemas, principalmente aquelas espécies que atuam no aumento da biodiversidade promovendo a polinização cruzada das flores de várias espécies botânicas (Edwards; Wratten, 1981).

De forma geral, os estudos que abordam temas sobre a ecologia da polinização de Bromeliaceae indicaram que os beija-flores são os principais polinizadores da maioria das espécies dessa família (Alves *et al.*, 2000; Siqueira-Filho; Machado, 2001; Varassin, 2001; Araújo *et al.*, 2004), e que alguns grupos de abelhas podem atuar como polinizadores efetivos (Fischer, 1994; Almeida *et al.*, 2004; Nunes-Freitas; Rocha, 2011) ou polinizadores eventuais ou pilhadores (Siqueira-Filho; Machado 2001; Rocha-Pessôa, 2004).

A síndrome de entomofilia em Bromeliaceae foi considerada incomum por Martinelli (1994). Entretanto, há estudos que sugerem a polinização de bromélias por insetos (Benzing, 1980; Gardner, 1986; Varadarajan; Brown, 1988; Fischer, 1994; Almeida *et al.*, 2004; Nunes-Freitas; Rocha, 2011). Um estudo na Ilha Grande sobre taxas de visitação em flores de quatro espécies de Bromeliaceae mostrou que a taxa de visitação foi maior por insetos em duas das espécies: *Tillandsia stricta* (66%) e em *Aechmea gracilis* (96,7%) (Alves *et al.*, 2000).

Existem várias espécies de Apoidea que utilizam a estratégia de forrageamento "trap-line", isto é, percorrem longas distâncias em uma rota estabelecida, visitando diferentes flores da mesma espécie ou de espécies diferentes (Janzen, 1968). Nunes-Freitas; Rocha (2011) caracterizaram *Canistropsis microps* L. (Bromeliaceae) como melitófila, com a visitação de grupos de abelhas que realizaram esse comportamento. Morgado; Rocha (2016) identificaram oito espécies de abelhas que coletaram efetivamente o pólen de *T. stricta* e *T. tenuifolia* com elevado potencial de dispersão polínica, principalmente as espécies *Bombus morio* Sweederus e *Trigona spinipes* Fabricius, com 100% de grãos de pólen aderidos nas estruturas corporais.

Na Ilha Grande, quatro Tillandsioideae – *Tillandsia gardneri* Lindley, *Tillandsia geminiflora* Brongniart, *Tillandsia stricta* Solander, *Tillandsia tenuifolia* Linnaeus – ocorrem em simpatria. Como essas espécies diferem em alguns aspectos na fenologia reprodutiva como o período de floração (Morgado, 2006), seria esperado que diferissem também nos seus principais visitantes florais.

Assim, o presente estudo objetivou: i) conhecer a guilda de abelhas (Apoidea) visitantes florais de quatro espécies de *Tillandsia* na Ilha Grande; ii) estimar as respectivas porcentagens de visitação dos vetores florais de cada espécie de bromélia; iii) avaliar a similaridade entre visitantes florais no uso de recursos florais das espécies de bromélias estudadas; e, iv) determinar quais espécies de abelhas seriam polinizadoras destas quatro espécies de bromélias.

## 2. Material e métodos

O estudo foi realizado em seis sítios de observação na Vila Dois Rios (Figura 1), Ilha Grande (23°11' S e 44°12' W), no período da floração de quatro espécies de *Tillandsia* (*T. gardneri*, *T. geminiflora*, *T. stricta* e *T. tenuifolia*) (Figura 2) entre 2003 a 2005. A seleção dos sítios de observação foi feita baseada na quantidade de indivíduos ( $\geq 5$ ) de cada espécie de *Tillandsia* estudada.

**Figura 1 - Vila Dois Rios, Ilha Grande – Rio de Janeiro**



Foto: Leila Nunes Morgado

**Figura 2**



**Legenda:** (A) *Tillandsia gardneri*; (B) *Tillandsia geminiflora*; (C) *Tillandsia stricta*; (D) *Tillandsia tenuifolia* (Bromeliaceae: Tillandsioideae)

**Fotos:** Leila Nunes Morgado

As atividades dos visitantes florais foram registradas por meio da observação focal (Dafni, 1992), desde a antese das flores até o fechamento das mesmas, com 30 minutos de observação seguidos de 15 minutos de intervalo, no período entre 6h e 17h45, totalizando 80 horas de observação para *T. stricta* e *T. geminiflora* e 88 horas para *T. tenuifolia* e *T. gardneri*. Durante esse período, registramos cada visita de uma espécie de abelha potencial polinizadora, sendo anotado o horário, a frequência de visitação, o número de flores visitadas por horário na planta focal e o comportamento de forrageamento, bem como a área de contato do corpo das abelhas com os órgãos reprodutivos da flor. Embora o foco do estudo fossem abelhas (Apoidea), também registramos as visitas de outros agentes polinizadores, procedendo sempre que possível à sua identificação.

Os beija-flores foram descritos morfologicamente no campo e identificados por comparação conforme sugestões de Souza (1998) e pela equipe do Laboratório de Aves do Departamento de Ecologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Os lepidópteros foram coletados um dia após o término das observações e identificados no Setor de Entomologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). As abelhas foram identificadas pelo Dr. Rui Carlos Peruquetti no Laboratório de Abelhas da Universidade Federal de Viçosa (MG).

Os indivíduos que, ao pousarem nas flores, introduziram o aparelho bucal no interior da corola em busca de néctar ou pólen contactando os órgãos reprodutivos da flor, foram considerados visitantes florais legítimos, enquanto aqueles que coletavam os recursos florais sem o contato com as anteras e o estigma como visitantes florais pilhadores.

Cinco indivíduos em floração de *T. stricta* e de *T. tenuifolia*, com três a quatro botões em pré-antese foram utilizados para medir o volume do néctar (em  $\mu\text{L}$ ) e a concentração de açúcares (em %). Cada indivíduo de bromélia foi marcado e isolado por um saco de filó para impedir o acesso dos visitantes florais e em cada novo dia de registro da produção nectarífera, outras plantas foram marcadas e ensacadas. O volume do néctar foi medido durante o período de antese da flor, em horários sucessivos e com intervalos de duas horas, usando uma microseringa graduada (25  $\mu\text{L}$ ). A concentração de açúcares do néctar foi medida no campo usando um refratômetro de bolso.

Registramos as frequências de visitação (absoluta e relativa) e riqueza de espécies (S). A similaridade de visitantes florais entre as quatro espécies de *Tillandsia* foi calculada através do Índice de Morisita ( $C\lambda$ ), que varia de zero (nenhuma similaridade) a 1,0 (completa similaridade). Durante o estudo registramos a temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a umidade relativa do ar (UR%) para a análise do efeito das variáveis ambientais sobre as taxas de visitação nas quatro espécies de *Tillandsia*, por meio de regressão múltipla.

### 3. Resultados

A composição taxonômica do grupo de abelhas que visitaram as quatro espécies de *Tillandsia* foi de oito espécies, pertencentes a sete gêneros e duas famílias. A família Apidae foi a mais representativa deste grupo de insetos, buscando nas flores o néctar e o pólen. Abelhas do gênero *Dialictus* (Halictidae) estiveram presentes apenas nas flores de *T. tenuifolia*, enquanto *Geotrigona* sp. e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier visitaram somente as flores de *T. stricta*. Além das abelhas, os beija-flores e os lepidópteros também visitaram as flores das *Tillandsia* estudadas, com uma maior riqueza de espécies de lepidópteros ( $S = 7$ ). *Tillandsia geminiflora* foi a bromélia, entre as estudadas, que agregou a maior riqueza de espécies de beija-flores, enquanto *T. tenuifolia* foi a bromélia que teve um maior número de espécies de lepidópteros em visitação (Tabela 1).

**Tabela 1 - Frequências dos visitantes florais de *Tillandsia stricta*, *Tillandsia tenuifolia*, *Tillandsia geminiflora* e *Tillandsia gardneri* (Bromeliaceae: Tillandsioideae) na Ilha Grande, Rio de Janeiro**

Visitantes florais	<i>Tillandsia stricta</i>	<i>Tillandsia tenuifolia</i>	<i>Tillandsia geminiflora</i>	<i>Tillandsia gardneri</i>	Total
Beija-flores (S=4)	43 (13%)	42 (13%)	73 (30%)	76 (31,7%)	234
<i>Thalurania glaucopsis</i> Gmelin (Apodiformes: Trochilidae)	39	37	54	60	190
<i>Amazilia fimbriata</i> Gmelin (Apodiformes: Trochilidae)	0	4	12	16	32
<i>Polytmus guainumbi</i> Pallas (Apodiformes: Trochilidae)	0	0	7	0	7
Morfotipo 1	4	1	0	0	5
Lepidópteros (S=7)	105 (31%)	102 (31%)	77 (31%)	88 (36,7%)	372
<i>Heliconius ethilla</i> Godart (Lepidoptera: Nymphalidae)	0	0	68	83	151
<i>Eurema elathea</i> Cramer (Lepidoptera: Pieridae)	74	11	9	0	94
<i>Mechanitis polymnia</i> Linnaeus (Lepidoptera: Nymphalidae)	0	59	0	0	59
<i>Pyrisitia nise</i> (Cramer) (Lepidoptera: Pieridae)	25	28	0	0	53
<i>Junonia evarete</i> Cramer (Lepidoptera: Nymphalidae)	6	0	0	0	6
<i>Oleria aquata</i> Weymer (Lepidoptera: Nymphalidae)	0	0	0	5	5
Morfotipo 2	0	4	0	0	4
Abelhas (S=8)	191 (56%)	181 (56%)	95 (39%)	76 (31,6%)	543
<i>Bombus pauloensis</i> Friese (Hymenoptera: Apidae)	54	36	25	23	138
<i>Bombus morio</i> Swederus (Hymenoptera: Apidae)	18	28	19	20	85
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius (Hymenoptera: Apidae)	77	75	49	32	233
<i>Cephalotrigona capitata</i> Smith (Hymenoptera: Apidae)	17	9	0	0	26
<i>Paratrigona lineata</i> Lepeletier (Hymenoptera: Apidae)	11	10	2	1	24
<i>Dialictus</i> sp. (Hymenoptera: Halictidae)	0	17	0	0	17
<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier (Hymenoptera: Apidae)	14	0	0	0	14
<i>Geotrigona</i> sp. (Hymenoptera: Apidae)	0	6	0	0	6

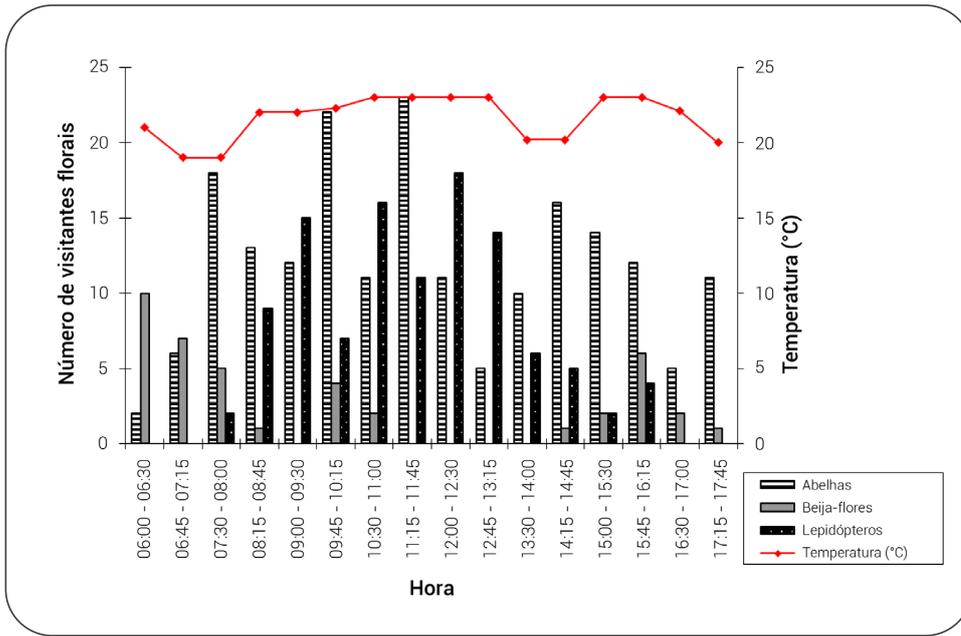
**Legenda:** (%) = Porcentual total de visitantes florais, (S) = riqueza de espécies

**Fonte:** Elaborada por Leila Nunes Morgado

*Tillandsia stricta* – esta bromélia foi visitada por sete espécies de abelhas, *B. atratus*, *B. morio*, *T. spinipes*, *Geotrigona* sp., *M. quadrifasciata*, *C. capitata* e *P. lineata*, totalizando 191 visitas (Tabela 1). A atividade de visitação dessas abelhas variou ao longo do dia, com uma maior concentração da atividade de forrageamento na parte da manhã, entre 7h30 e 11h45, com a elevação gradual da temperatura do ar e o declínio gradual da umidade relativa, ocorrendo picos de visitas às 7h30, às 9h45 e às 11h45 (Figuras 3 e 4).

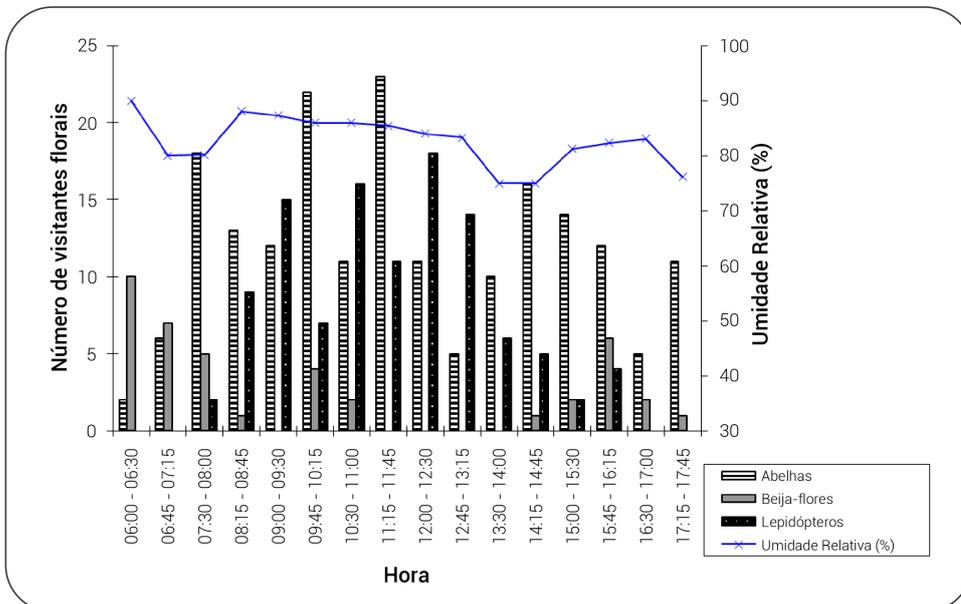
As abelhas não foram os únicos organismos a visitarem as flores de *T. stricta*. Esta bromélia também teve como visitantes florais duas espécies de beija-flores (*T. glaucopsis* e morfotipo 1), totalizando 43 visitas e três espécies de lepidópteros (*E. elathea*, *P. nise* e *J. evarete*), totalizando 105 visitas. A atividade de forrageamento dos beija-flores não foi contínua, mas pontual, concentrada no início da manhã entre 6h e 10h30, e no período da tarde, entre 14h15 e 17h15, com registros de temperatura do ar mais baixos e a umidade relativa mais elevada. O período de observação de maior atividade de visitação foi às 6h, às 6h45 e às 15h45. Os lepidópteros foram ativos nessa planta ao longo do período diurno, iniciando suas atividades às 7h30 e encerrando às 15h45. Os horários de maior concentração das atividades de visitas foram entre 10h30 e 12h, quando ocorreram em geral valores de temperatura do ar mais elevados e baixa umidade relativa (Gráficos 1 e 2).

**Gráfico 1 - Número de visitantes florais de *Tillandsia stricta* e os correspondentes valores de temperatura do ar (°C) registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

**Gráfico 2 - Número de visitantes florais de *Tillandsia stricta* e correspondentes valores de umidade relativa (%) registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**

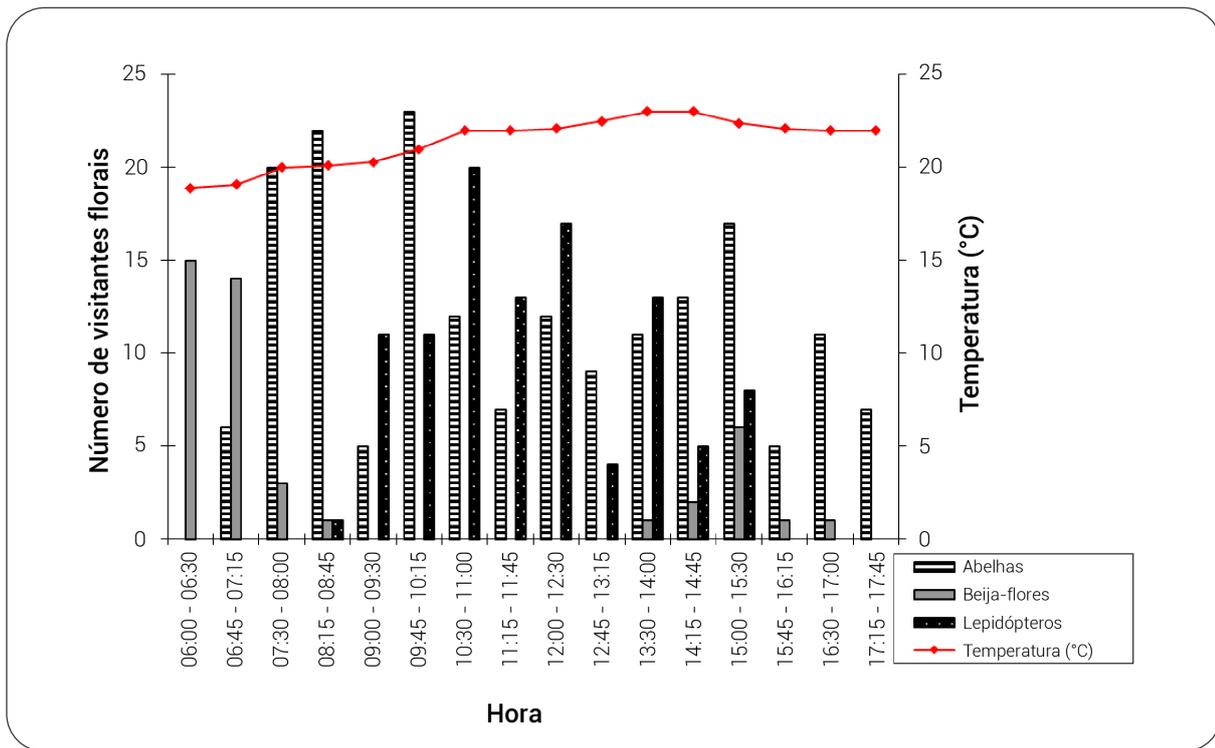


Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

*Tillandsia tenuifolia* – esta bromélia foi visitada no período de floração por seis espécies de abelha (*B. atratus*, *B. morio*, *T. spinipes*, *C. capitata*, *P. lineata* e *Dialictus sp.*), totalizando 181 visitas (Tabela 1). As abelhas estiveram presentes nas flores ao longo do dia, com uma maior concentração da atividade de forrageamento na parte da manhã, entre 7h30 e 9h45, que correspondeu a uma elevação gradual da temperatura do ar e um declínio gradual da umidade relativa, ocorrendo picos de visitas na parte da manhã (7h30; 8h15; 9h45) e no período da tarde, às 15h (Gráficos 3 e 4).

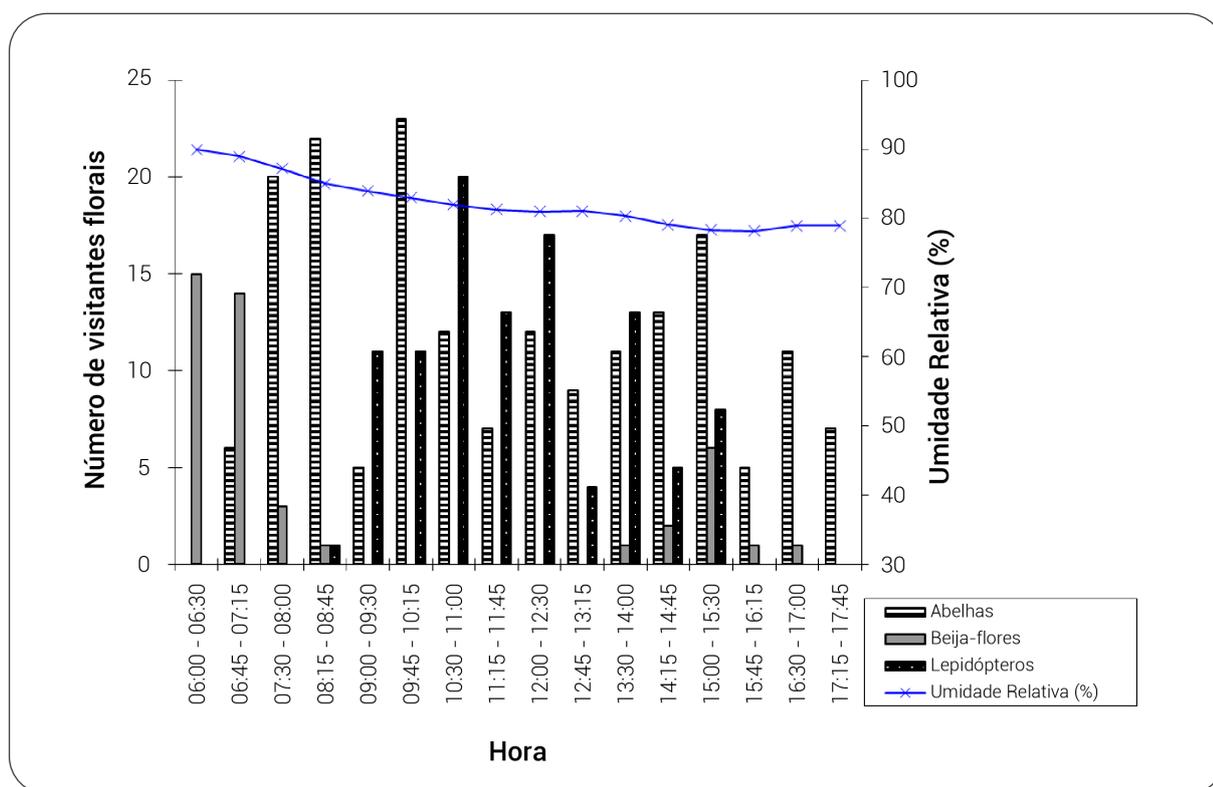
Os demais visitantes das flores de *T. tenuifolia* foram de três espécies de beija-flores (*T. glaucopsis*, *A. fimbriata* e morfotipo 1), totalizando 42 visitas e quatro espécies de lepidópteros (*E. elathea*, *M. polymnia*, *P. nise* e morfotipo 2) totalizando 102 visitas (Tabela 1). A atividade de forrageamento dos beija-flores não foi contínua, com concentração do número de visitantes no início da manhã entre 6h e 08h15, e no período da tarde entre 13h30 e 16h30, com registros, de forma geral, em períodos de temperatura do ar mais baixos e umidade relativa do ar mais elevada. O período de observação com maior atividade de visitação foi às 6h, às 6h:45 e às 15h (Gráficos 3 e 4). Os lepidópteros concentraram as suas atividades de forrageamento entre 8h15 e 15h, quando foram registradas temperaturas do ar mais elevadas e a umidade relativa mais baixa (Gráficos 3 e 4), com aumento na taxa de visitação às 10h30 e às 12h.

**Gráfico 3 - Número de visitantes florais de *Tillandsia tenuifolia* e correspondentes valores de temperatura do ar (°C) registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

**Gráfico 4 - Número de visitantes florais de *Tillandsia tenuifolia* e correspondentes valores de umidade relativa (%) registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**

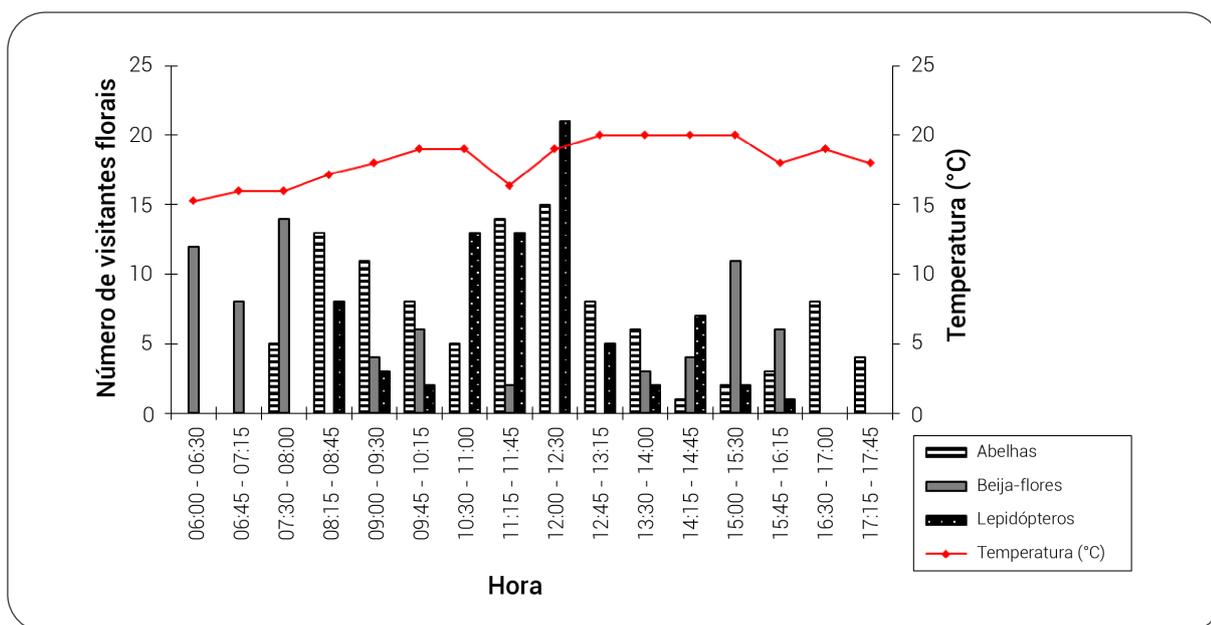


Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

*Tillandsia geminiflora* – esta bromélia foi visitada no seu período de floração por um número maior de abelhas (n = 95 visitas), distribuídas em quatro espécies (*B. atratus*, *B. morio*, *T. spinipes* e *P. lineata*), seguida por duas espécies de lepidópteros (*H. ethilla* e *E. elathea*, n = 77 visitas) e por três espécies de beija-flores (*T. glaucopis*, *A. fimbriata* e *P. guainumbi*, n = 73 visitas) (Tabela 1). As abelhas estiveram presentes nas flores ao longo do dia com uma menor frequência em comparação com *T. stricta* e *T. tenuifolia*, concentrando-se no período entre 7h30 e 17h15. Os momentos de maior taxa de visitação ocorreram na parte da manhã (8h15; 9h; 11h15) e às 12h, período concomitante com a elevação gradual da temperatura do ar e um declínio gradual da umidade relativa do ar (Gráficos 5 e 6).

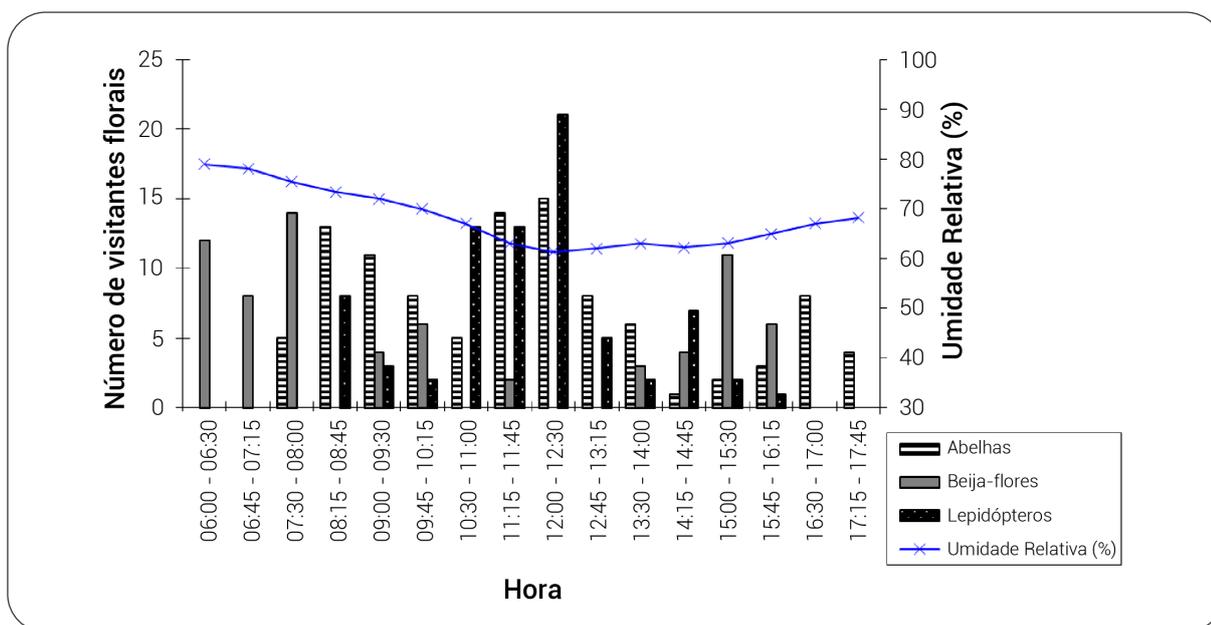
Os beija-flores estiveram presentes ao longo do dia com uma redução na frequência de visitação nos horários que registraram temperaturas mais elevadas. Os picos de visitação ocorreram na parte da manhã, às 6h e às 7h30, e na parte da tarde, às 15h. Os lepidópteros tiveram uma concentração de visitação entre 8h15 e 15h45, com aumento na intensidade de forrageamento às 12h, período em que a temperatura do ar foi mais elevada e a umidade relativa do ar mais baixa (Gráficos 5 e 6).

**Gráfico 5 - Número de visitantes florais de *Tillandsia geminiflora* e correspondentes valores de temperatura do ar (°C) registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

**Gráfico 6 - Número de visitantes florais de *Tillandsia geminiflora* e correspondentes valores de umidade relativa (%) registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**

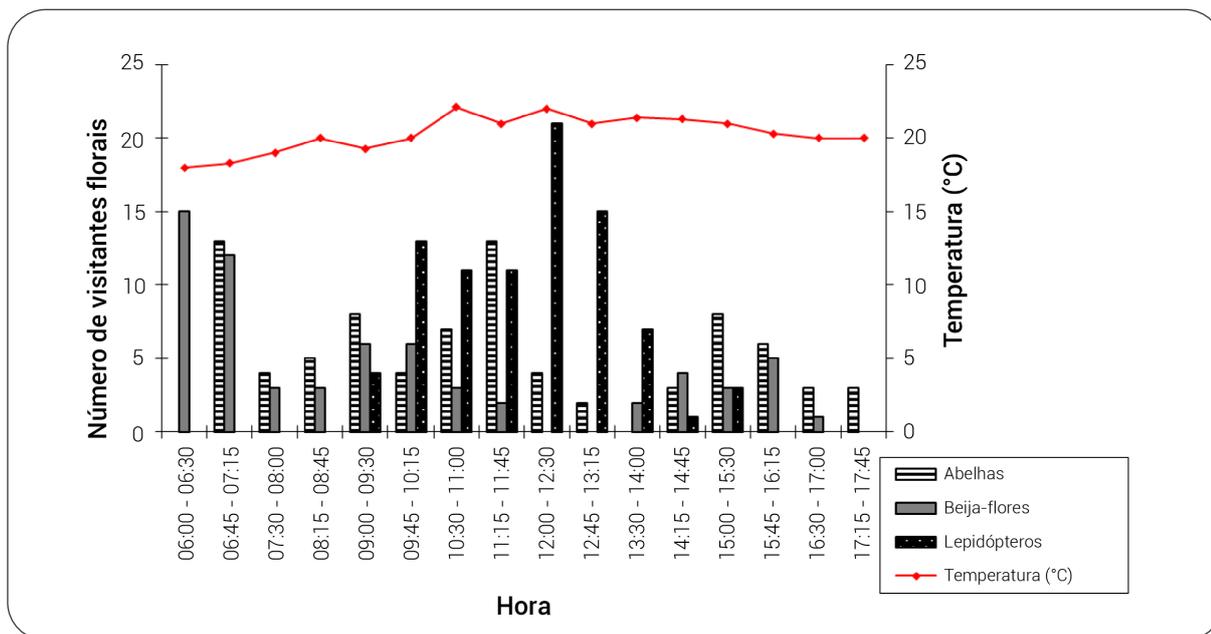


Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

*Tillandsia gardneri* – os lepidópteros foram os mais frequentes na visitação das flores dessa bromélia (n = 88 visitas), com duas espécies (*H. ethilla* e *O. aquata*), seguidos por duas espécies de beija-flor (*T. glaucopsis* e *A. fimbriata*) totalizando 76 visitas, e as abelhas com quatro espécies (*B. morio*, *B. atratus*, *T. spinipes* e *P. lineata*) totalizando 76 visitas (Tabela 1).

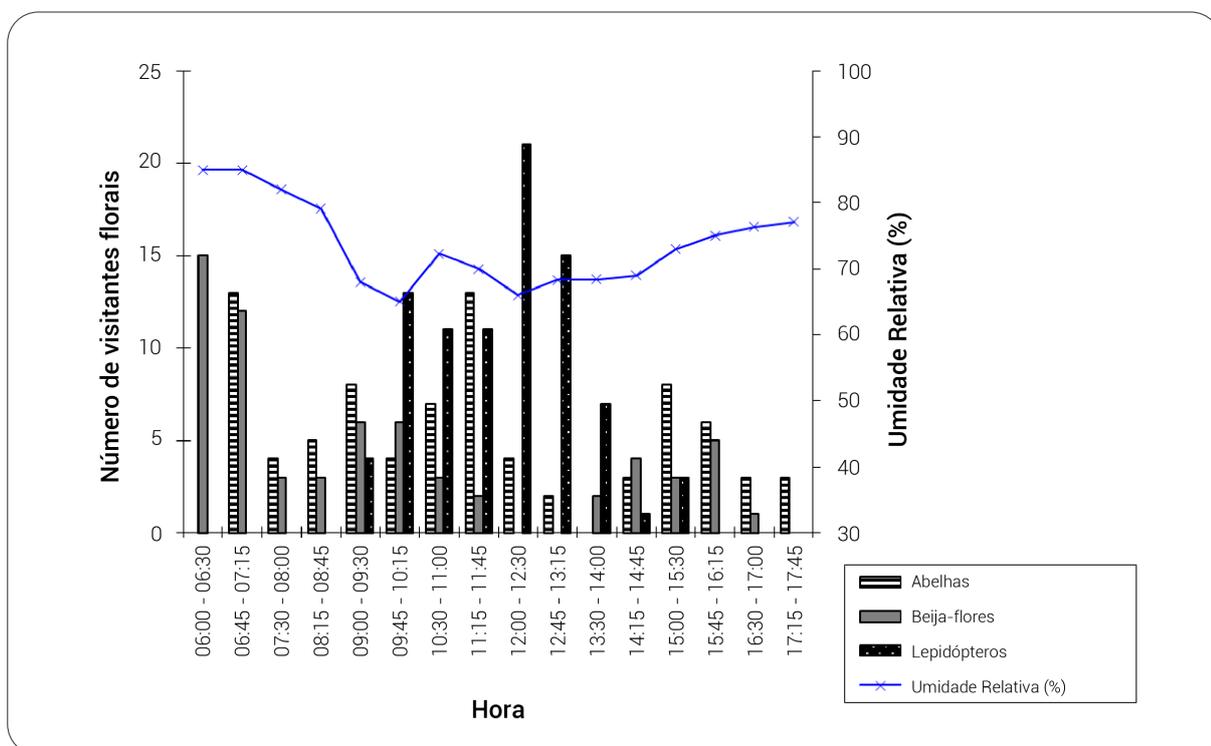
Os beija-flores foram frequentes ao longo do dia com picos de visitação entre 6h e 6h45. A maior concentração de visitação aconteceu em horários com valores comparativamente mais baixos de temperatura do ar e umidade relativa do ar mais elevada. Os lepidópteros forragearam nas horas mais quentes do dia e com umidade relativa do ar mais baixa, com pico de visitas às 12h. As abelhas estiveram frequentes ao longo do dia, iniciando o forrageamento às 6h45, com picos de atividade às 6h45 e às 11h15 (Gráficos 7 e 8).

**Gráfico 7 - Número de visitantes florais de *Tillandsia gardneri* e correspondentes valores de temperatura do ar (°C) registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

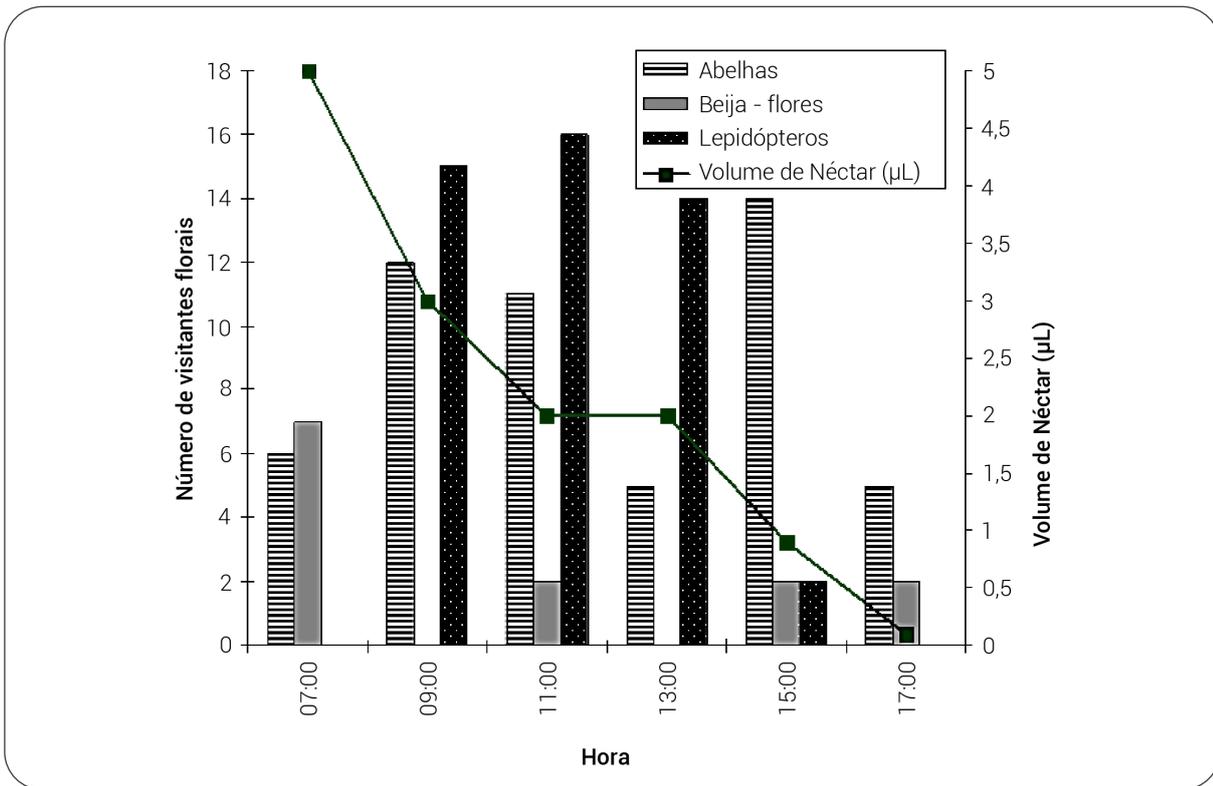
**Gráfico 8 - Número de visitantes florais de *Tillandsia gardneri* e correspondentes valores de umidade relativa (%) registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

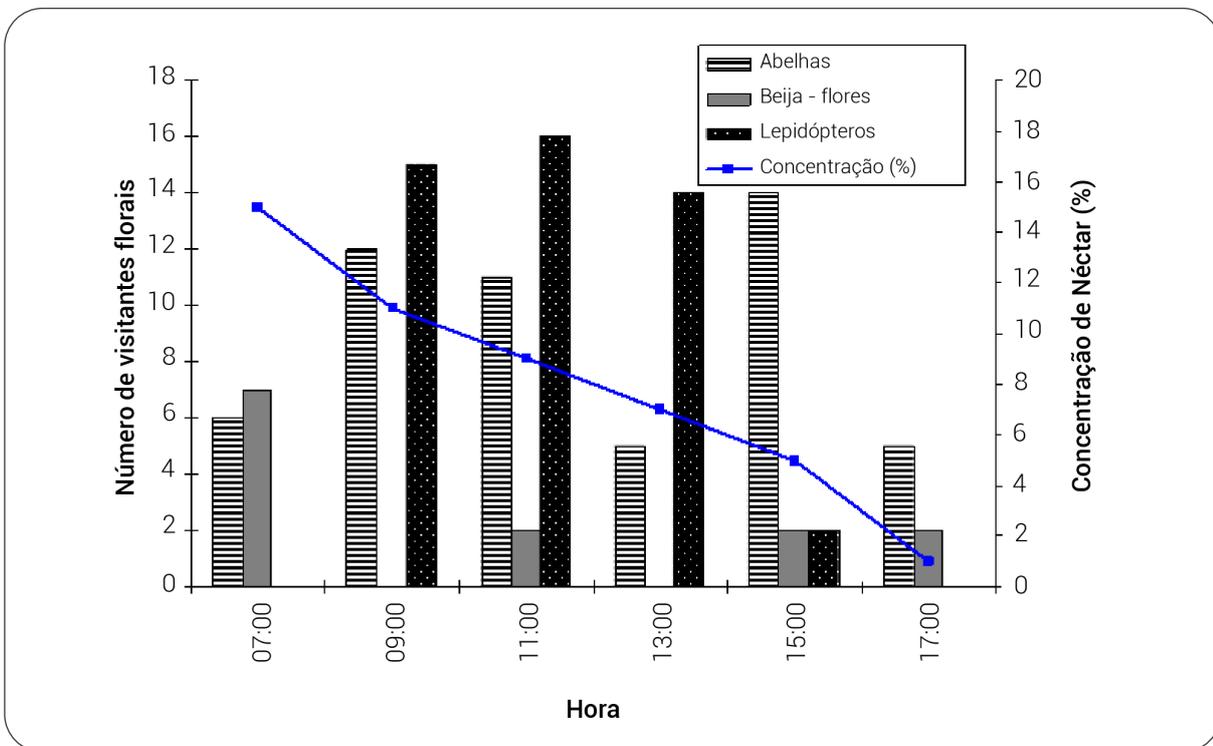
Em termos da dinâmica da secreção do néctar com os grupos de visitantes florais em *T. stricta* e *T. tenuifolia*, constatou-se que os beija-flores estiveram presentes em maior número no período em que o volume e a concentração de açúcares apresentavam os maiores picos. As abelhas estiveram presentes em menor número, em comparação com os beija-flores, enquanto os lepidópteros foram constantes em suas visitas no período de declínio da secreção do néctar nas flores (Gráficos 9, 10, 11, 12).

**Gráfico 9 - Número de visitantes florais e os valores médios do volume de néctar ( $\mu\text{L}$ ) de *Tillandsia stricta* registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



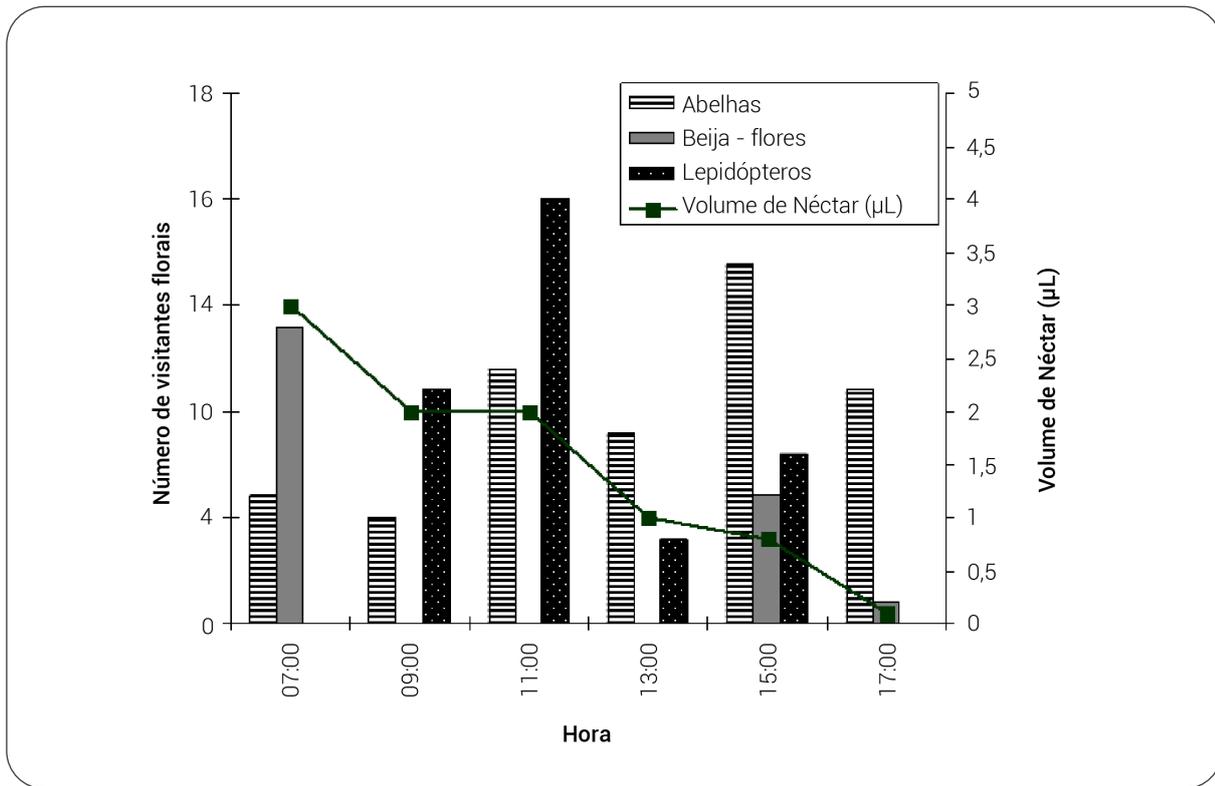
Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

**Gráfico 10 - Número de visitantes florais e os valores médios da concentração de néctar (%) de *Tillandsia stricta* registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



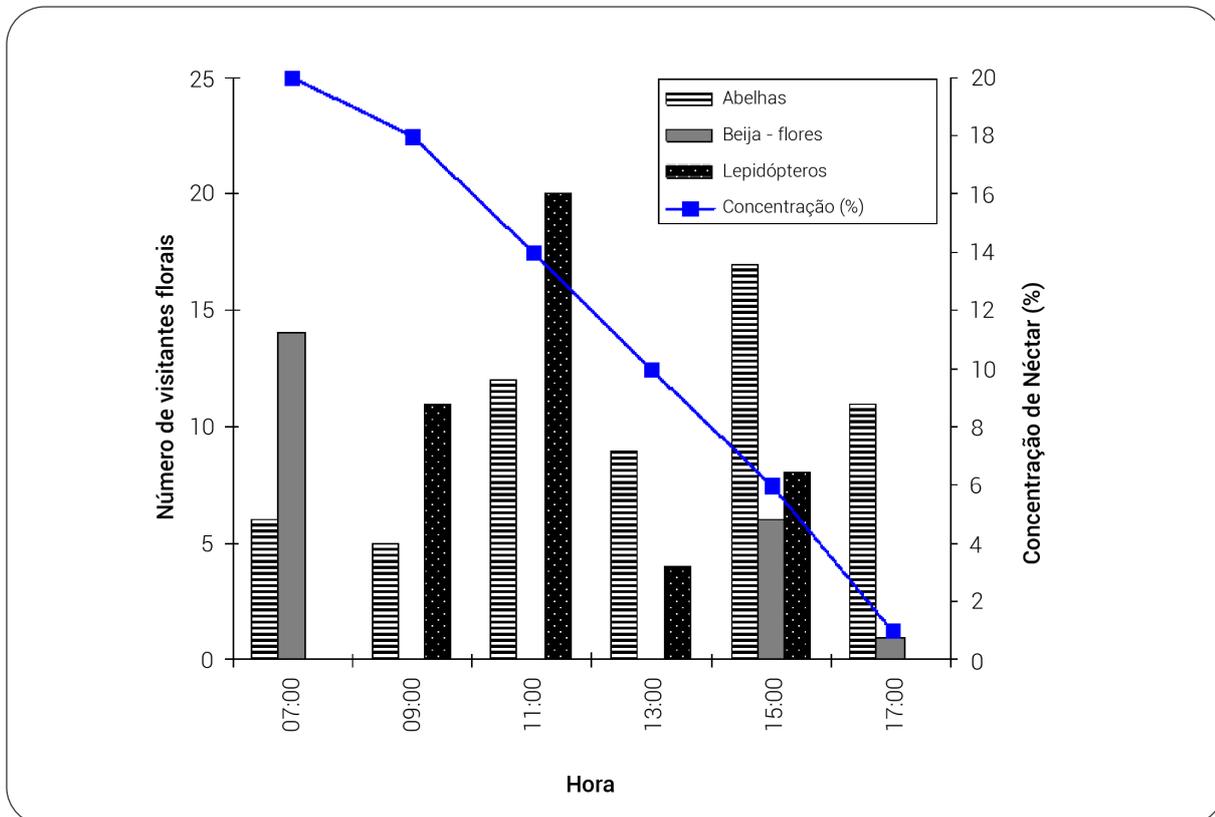
Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

**Gráfico 11 - Número de visitantes florais e os valores médios do volume de néctar ( $\mu\text{L}$ ) de *Tillandsia tenuifolia* registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

**Gráfico 12 - Número de visitantes florais e os valores médios da concentração de néctar (%) de *Tillandsia tenuifolia* registrados nos intervalos de observação ao longo do dia**



Fonte: Elaborado por Leila Nunes Morgado

As variáveis ambientais – temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (UR%) afetaram as atividades de forrageamento das abelhas ( $R^2 = 0,2295$ ;  $F = 9,0869$ ;  $p < 0,001$ ) e dos beija-flores ( $R^2 = 0,4332$ ;  $F = 23,3073$ ;  $p < 0,001$ ) nas quatro espécies de *Tillandsia*.

As atividades de forrageamento dos lepidópteros estiveram significativamente relacionadas com a temperatura do ar e com a umidade relativa ( $R^2 = 0,2623$ ;  $F = 10,8469$ ;  $p < 0,001$ ), porém, essa análise mostrou que, após retirado o efeito das demais variáveis, apenas a temperatura do ar (°C) ( $p < 0,001$ ) explicou uma porção adicional da variação das atividades de forrageamento desses insetos. Com temperaturas mais elevadas foi observada uma maior atividade dos lepidópteros.

Quanto ao Índice de Morisita, registrou-se a maior similaridade de visitantes florais entre *T. geminiflora* e *T. gardneri* com  $C\lambda = 0,9822$  e entre *T. stricta* e *T. tenuifolia* com  $C\lambda = 0,7897$ . A similaridade entre os grupos de visitantes nas quatro espécies de *Tillandsia* variou de 53% a 98% (Tabela 2).

**Tabela 2 - Índice de similaridade ( $C\lambda$ ) de visitantes florais entre *Tillandsia stricta*, *Tillandsia tenuifolia*, *Tillandsia geminiflora* e *Tillandsia gardneri* (Bromeliaceae: Tillandsioideae) na Ilha Grande, Rio de Janeiro**

Índice de similaridade	<i>Tillandsia stricta</i>	<i>Tillandsia tenuifolia</i>	<i>Tillandsia geminiflora</i>
<i>Tillandsia stricta</i>	-	-	-
<i>Tillandsia tenuifolia</i>	0,7897	-	-
<i>Tillandsia geminiflora</i>	0,6424	0,6543	-
<i>Tillandsia gardneri</i>	0,5310	0,5682	0,9822

**Fonte:** Elaborada por Leila Nunes Morgado

As espécies de beija-flores visitantes das flores de *T. stricta*, *T. tenuifolia*, *T. geminiflora* e *T. gardneri* tiveram comportamento de visitantes florais legítimos, introduzindo o bico pela abertura da corola para a coleta de néctar, entrando em contato com os estames e o estigma na parte frontal da cabeça. Os lepidópteros apresentaram o mesmo comportamento de contato com os órgãos reprodutivos, com exceção de *O. aquata* em *T. gardneri* e morfotipo 2 em *T. tenuifolia*, os quais, além de apresentarem menor frequência em comparação com as outras espécies de lepidópteros, mostraram um comportamento de visitantes florais pilhadores.

As abelhas apresentaram o comportamento de visitantes florais legítimos, com exceção de *P. lineata* em *T. geminiflora* com 2% de frequência de visitas ( $n = 2$ ), e em *T. gardneri* com 1,3% de frequência de visitas ( $n = 1$ ), possuindo comportamento de visitante floral pilhador, não contactando as anteras e o estigma. No entanto, essa espécie de abelha em *T. stricta* e *T. tenuifolia* foi considerada visitante floral legítimo, mesmo com baixa frequência de visitação (*T. stricta*: 5,7% com 11 visitas; e *T. tenuifolia*: 5,5% com 10 visitas), por conseguir impregnar a parte ventral do seu corpo com grãos do pólen dessas duas bromélias e algumas vezes, contactar o estigma da flor.

#### 4. Discussão

Os dados indicaram que as quatro espécies de *Tillandsia* estudadas possuíam grupos de visitantes florais compostos por espécies de abelhas, beija-flores e lepidópteros, com diferenças na riqueza de espécies de visitantes e nas frequências de visitação. De fato, entre o grupo de abelhas, predominou o forrageamento sobre as flores de *T. stricta* e de *T. tenuifolia* com 56%, enquanto os beija-flores predominaram na visitação das flores de *T. gardneri* (31,7%) e de *T. geminiflora* (30%). *Tillandsia gardneri* foi predominantemente visitada por lepidópteros (36,7%) e com uma maior riqueza de espécies em

comparação com as demais espécies de *Tillandsia* estudadas. Isso provavelmente está relacionado com aspectos da síndrome de polinização desta planta, na qual a coloração branca das flores favoreceu uma maior reflexão de luz pelas suas pétalas, permitindo a localização, atração e visitas por esse grupo de insetos, um aspecto que tem sido sugerido na literatura (e.g. Faegri; Van Der Pijl, 1979; Silberbauer-Gottsberger; Gottsberger, 1988).

Os visitantes florais como abelhas, beija-flores e lepidópteros têm sido reportados como visitantes frequentes em algumas espécies de bromeliáceas como *Aechmea pectinata* (Bromelioideae) (Canela; Sazima, 2003) sendo, contudo, os beija-flores (*T. glaucopis* e *A. fimbriata*) os polinizadores efetivos dessa bromélia. Isso mostra que nem todos os visitantes florais constituem efetivos polinizadores de determinada planta. Estudos sobre a composição da guilda de visitantes florais de Bromeliaceae indicaram que a maioria dos polinizadores era composta por vertebrados: beija-flores e morcegos (Sazima *et al.*, 1989; Fischer, 1994; Araújo *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2000; Van Sluys; Stotz, 1995; Martinelli, 1994, 1997; Varassin, 2001; Van Sluys *et al.*, 2001). No entanto, a presença do grupo de insetos, principalmente das abelhas, foi observada na visitação das flores de algumas espécies de Bromeliaceae (Benzing, 1980; Gardner, 1986; Varadarajan; Brown, 1988; Wendt, 1999). Em alguns estudos, as abelhas têm sido indicadas como principais polinizadores de *Hohenbergia ridleyi* (Bromeliaceae) (Siqueira Filho, Machado, 1998), de *Canistropsis microps* (Bromeliaceae) (Nunes-Freitas, Rocha, 2011) e de *Tillandsia stricta* (Almeida *et al.*, 2004).

Os dados de nosso estudo mostraram que as abelhas *Geotrigona sp.* e *M. quadrifasciata* visitaram somente as flores de *T. stricta* e *Dialictus sp.*, apenas as flores de *T. tenuifolia*, sugerindo que aspectos da biologia floral dessas bromélias e seus polinizadores podem estar influenciando a suposta preferência de visitação desses insetos. Segundo Morgado (2006), a *T. tenuifolia* registrou a menor média do comprimento da corola (11,9 mm) em comparação com as demais *Tillandsia* estudadas, podendo ser um indicativo de que *Dialictus sp.* tenha visitado apenas as flores de *T. tenuifolia* devido ao tamanho do comprimento da corola, visto que este gênero de abelha possui uma glossa pequena (0,43 mm) (Morgado, 2006).

Nas flores de *T. stricta* e de *T. tenuifolia*, as abelhas *B. pauloensis*, *B. morio*, *T. spinipes*, *C. capitata* e *P. lineata* tiveram comportamento de visitantes florais legítimos, e o recurso utilizado pelas abelhas foi somente néctar, com exceção de *T. spinipes* que coletou pólen no final da tarde. Nas flores de *T. geminiflora* e de *T. gardneri*, somente *P. lineata* mostrou um comportamento de visitante floral pilhador, com baixa frequência de visitação floral nas duas espécies de bromélias.

As espécies de beija-flores visitantes das flores de *T. stricta*, *T. tenuifolia*, *T. geminiflora* e *T. gardneri* tiveram comportamento de visitantes florais legítimos com baixa frequência de visita em comparação com as abelhas e os lepidópteros. Tem sido sugerido na literatura que a frequência de visitação e o comportamento de exploração pelos vetores florais facilitam a distinção dos visitantes entre polinizador principal, ocasional e pilhador (Machado; Sazima, 1995; Sigrist; Sazima, 2002).

A similaridade entre as guildas de visitantes das quatro espécies de *Tillandsia* variou de 53% a 98%, com uma maior similaridade encontrada entre *T. geminiflora* e de *T. gardneri* ( $C\lambda = 0,9822$ ), e entre *T. stricta* e *T. tenuifolia* ( $C\lambda = 0,7897$ ). As maiores similaridades podem, em grande parte, resultar da sobreposição das fenofases de floração desses pares de plantas e pelo fato de suas flores possuírem algumas características similares como a profundidade da corola, o número de grãos de pólen e o volume e a concentração do néctar (Morgado, 2006). Com os resultados da secreção do néctar nas flores de *T. stricta* e *T. tenuifolia* foi possível no presente estudo observar a relação entre a maior intensidade de atividade dos beija-flores nas flores e o período de maior produção de néctar.

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, influenciaram significativamente o comportamento de forrageamento dos visitantes florais dessas plantas. De forma similar, na mesma área da Mata Atlântica na Ilha Grande, onde o presente trabalho foi realizado, um estudo de polinização da bro-

mélia *Pitcairnia flammea* mostrou que fatores ambientais como temperatura do ar, umidade relativa do ar e o fotoperíodo afetavam de forma significativa a taxa de visitação de visitantes às flores da bromélia (Rocha-Pessôa, 2004).

Embora existam poucos estudos em bromeliáceas mostrando a taxa de visitação afetada por fatores abióticos, o fato de essas plantas possuírem um período reprodutivo não-contínuo ao longo do ano, mas restrito a meses de uma determinada estação reprodutiva, provavelmente resulta de um ajuste da planta para se reproduzir e se dispersar em períodos em que a temperatura e a umidade sejam favoráveis, enquanto, por sua vez, o fotoperíodo possa constituir um sinalizador da aproximação desses períodos (Morgado, 2006).

## 5. Conclusões

As abelhas constituíram importantes agentes polinizadores e com diferentes percentuais de visitação das flores das quatro espécies de *Tillandsia* estudadas e com comportamento de visitantes legítimos. Podem ser consideradas polinizadores efetivos dessas bromélias, o que permite sugerir a síndrome de melitofilia para esse grupo de plantas, que é citado em literaturas, por possuir padrão ornitófilo.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável da UERJ (CEADS) pelo suporte e logística ao trabalho de campo. Ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pela licença e permissão para desenvolvimento do estudo. Morgado, L.N. agradece ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução (IBRAG/UERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de doutoramento (141644/2002-8). CFDR recebeu auxílios à pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (302974/2015-6, 424473/2016-0 e 304375/2020-9) e do Programa Cientistas do Nosso Estado da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (E-26/202.920.2015, E-26/202.803/2018 e E-26/201.083/2022) e bolsa Prociência da UERJ.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA, E. M.; STORNI, A.; RITTER, P. D.; ALVES, M. A. S. Floral visitors of *Tillandsia stricta* Sol. (Bromeliaceae) at Restinga of Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil. **Vidalia**, Viçosa, MG, v. 2, n. 1, p. 30-35, 2004.

ALVES, M. A. S.; ROCHA, C. F. D.; VAN SLUYS, M.; BERGALLO, H. G. Guildas de beija-flores polinizadores de quatro espécies de Bromeliaceae de Mata Atlântica da Ilha Grande, RJ, Brasil: composição e taxas de visitação. In: ALVES, M. A. S.; SILVA, J. M. C.; VAN SLUYS, M.; BERGALLO, H.G.; ROCHA, C. F. D. **A Ornitologia no Brasil: pesquisa atual e perspectivas**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2000. p. 171-185.

ARAÚJO, A. C.; FISCHER, E.; SAZIMA, M. As Bromélias na Região do Rio Verde. In: MARQUES, O. A. V.; DULEBA, W. (org.) **Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna**. São Paulo: Holos, 2004. p.162-171.

BENZING, D. H. **The biology of bromeliads**. Califórnia: Mad River Press, 1980. 335 p.

CANELA, M. B. F.; SAZIMA, M. *Aechmea pectinata*: a hummingbird-dependent bromeliad with inconspicuous flowers from the Rainforest in South-Eastern Brazil. **Annals of Botany**, v. 92, n. 5, p.731-737, nov. 2003.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: University Press, 1992. 250 p.

- EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: UDUSP, 1981. 71 p.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244 p.
- FISCHER, E. A. **Polinização, fenologia e distribuição espacial de Bromeliaceae numa comunidade de Mata Atlântica, litoral Sul de São Paulo**. 1994. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1994.
- GARDNER, C. S. Inferences about pollination in *Tillandsia* (Bromeliaceae). **Selbyana**, v. 9, p. 76-87, 1986.
- JANZEN, D. H. Reproductive behavior in the Passifloraceae and some of its pollinators in Central America. **Behavior**, v. 32, p. 33-48, 1968.
- MACHADO, I. C.; SAZIMA, M. Biologia da reprodução e pilhagem por beija-flores, em *Ruellia asperula* Lindau (Acanthaceae) na caatinga, nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 18, p. 27-33, 1995.
- MARTINELLI, G. Biologia reprodutiva de Bromeliaceae na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R. (ed.). **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997. p. 213-250.
- MARTINELLI, G. **Reproductive biology of bromeliaceae in the Atlantic Rainforest of Southeastern Brazil**. 1994. 197 p. Tese (Doutorado em Filosofia) - University of St. Andrews, St. Andrews, 1994.
- MORGADO, L. N. **Biologia floral, fenologia reprodutiva e guilda de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes florais de quatro espécies de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae: Tillandsioideae) na Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2006. 143 p. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- MORGADO, L. N.; ROCHA, C. F. D. Diversity of wild bees and their mediated dispersal of pollen from the Genus *Tillandsia* (Bromeliaceae, Tillandsioideae) in an insular. **Area Athens Journal of Sciences**, v. 3, n. 4, p. 297-308, 2016. DOI: <https://doi.org/10.30958/ajs.3-4-3>. Disponível em: <https://www.athensjournals.gr/sciences/2016-3-4-3-Morgado.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2023.
- NUNES-FREITAS, A. F.; ROCHA, C. F. D. Reproductive phenology and flower visitors' guild of *Canistropsis microps* (Bromeliaceae) in an Atlantic Rainforest of southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 45, n.17-18, p.1021-1034, may 2011.
- ROCHA-PESSÔA, T. C. **Ecologia de *Pitcairnia flammea* Lindley (Bromeliaceae: Pitcairnioideae) em uma área insular de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro**. 2004. 69 p. (Dissertação) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- SAZIMA, I.; VOGEL, S.; SAZIMA M. Bat pollination of *Encholirium glaziovii*, a terrestrial bromeliad. **Plant Systematics Evolution**, v. 168, p. 167-179, sep. 1989.
- SIGRIST, M. R.; SAZIMA, M. *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurra (Acanthaceae): fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1, p. 35-42, mar. 2002.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. A polinização de plantas do cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, p. 651-663, 1988.
- SIQUEIRA-FILHO, J. A. S.; MACHADO, I. C. S. Biologia reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em remanescente da Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 15, n. 3, p. 427-443, dez. 2001.
- SOUZA, D. G. S. **Todas as aves do Brasil: guia de campo para identificação**. Feira de Santana, BA: Dall, 1998. 258 p.

VAN SLUYS, M.; CARDOZO, C. A.; MANGOLIN, R.; ROCHA, C. F. D. Taxas de visitação dos polinizadores a *Vriesea procera* (Bromeliaceae) na Ilha Grande, Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. **Bomélia**, v. 6, n. 1-4, p.19-24, 2001.

VAN SLUYS, M.; STOTZ, D. F. Padrões de visitação a *Vriesea neoglutinosa* por beija-flores no Espírito Santo, sudeste do Brasil. **Bomélia**, v. 2, p. 27-35, 1995.

VARADARAJAN, G. S.; BROWN, G. K. Morphological variation of some floral features of the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae) and their significance in pollination biology. **Botanical Gazette**, v. 149, n. 1, p. 82-91, 1988.

VARASSIN, I. G. **Estrutura espacial e temporal de uma comunidade de Bromeliaceae e seus polinizadores em floresta atlântica no sudeste do Brasil**. 2002. 96 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas, SP, 2002.

WENDT, T. **Hibridização e isolamento reprodutivo de *Pitcairnia* (Bromeliaceae)**. 1999. 147 p. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

## Sobre os autores

### Leila Nunes Morgado

Doutora em Ciências (Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ), mestre em Ciências (Agronomia/ Entomologia, Universidade de Lavras – UFLA) e graduada em Zootecnia (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ). Pesquisadora do Instituto de Investigação e Tecnologias Agrárias e do Ambiente (IITAA), Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente, Universidade dos Açores (UAC). <http://lattes.cnpq.br/8063055947215517>

### Carlos Frederico Duarte Rocha

Doutor e mestre em Ciências (Ecologia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP) e bacharel em Ciências Biológicas (Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ). Professor titular do Departamento de Ecologia (DECOL), pesquisador Nível IA do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e coordenador das pesquisas sobre ecologia de anfíbios, répteis e de Bromeliaceae no CEADS da Ilha Grande. <http://lattes.cnpq.br/5881616466982846>