



# Biologia reprodutiva de *Ipomoea eriocalyx* (Convolvulaceae): espécie com distribuição restrita às regiões do Leste do Brasil<sup>1</sup>

*Reproductive biology of Ipomoea eriocalyx (Convolvulaceae): a species restricted to eastern Brazil*

Jocelene Regina Lima da Paz<sup>2,4</sup> & Camila Magalhães Pigozzo<sup>3</sup>

## Resumo

*Ipomoea eriocalyx* Meisn. é uma espécie nativa, de distribuição restrita a alguns estados do Nordeste e Sudeste, sendo limitada aos domínios fitogeográficos da Caatinga e Mata Atlântica. O presente estudo objetivou investigar aspectos da floração, biologia floral e o mecanismo de polinização de *I. eriocalyx*, em um remanescente urbano de Mata Atlântica, em Salvador (BA), visando registrar, também, dados ecológicos. A floração e frutificação de *I. eriocalyx* foram contínuas ao longo do ano. As flores são conspícuas, de formato infundibiliforme, apresentam antese diurna, e oferecem pólen, e possivelmente néctar como recurso floral. Apesar das características melitófilas, as flores também são atrativas a outros visitantes florais, tais como borboletas, moscas e besouro. *Ipomoea eriocalyx* é autocompatível, e adicionalmente, apresenta as abelhas [*Ceratina (Crewella)* spp. e *Melitoma segmentaria*] como polinizadores principais, fatos que podem favorecer o seu estabelecimento em ambientes antropizados.

**Palavras-chave:** Apoidea, flores efêmeras, melitofília, planta ruderal, trepadeira.

## Abstract

*Ipomoea eriocalyx* Meisn. is a native Brazilian species, with distribution restricted to states in the northeastern and southeastern regions, limited to Caatinga and Atlantic Forest phytogeographic domains. This study aimed to investigate aspects of flowering, floral biology and the pollination mechanism of *I. eriocalyx* in an urban remnant of Atlantic Forest, Bahia, including ecological data. Flowering and fruiting of *I. eriocalyx* were continuous throughout the year. Flowers are showy, infundibiliform, with diurnal anthesis, and offer pollen and possibly nectar as floral resources. Although they present melittophilous features, the flowers are also attractive to other flower visitors, such as butterflies, flies and beetles. *Ipomoea eriocalyx* is self-compatible and has bees [*Ceratina (Crewella)* spp. *Melitoma segmentaria*] as the main pollinators, a fact that could favor its establishment in anthropogenic environments.

**Key words:** Apoidea, ephemeral flowers, melittophily, ruderal plant, vine.

## Introdução

A família Convolvulaceae inclui 55 gêneros e 1.650 espécies essencialmente tropicais, ocorrendo desde desertos e restingas até florestas tropicais, comumente encontradas na borda da mata (Souza & Lorenzi 2008; Bianchini & Rosário 2009). No Brasil, ocorrem 18 gêneros e cerca de 300 espécies (Souza & Lorenzi 2008), das quais 15 espécies são classificadas como raras (Bianchini & Rosário 2009), com destaque para *Ipomoea eriocalyx*

Meisn. Sendo nativa e endêmica do Brasil, *I. eriocalyx* apresenta distribuição restrita a alguns estados das Regiões Nordeste (Bahia, Alagoas e Sergipe) e Sudeste (Minas Gerais e Rio de Janeiro) do país (Simão-Bianchini 1998), limitada aos domínios fitogeográficos da Caatinga e Mata Atlântica (Bianchini & Ferreira 2010).

A raridade de uma espécie é definida quando seus representantes estão limitados a uma pequena área (ocorrência restrita), quando ocorrem sob

<sup>1</sup> Parte da monografia da primeira autora.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Depto. Ciências Biológicas, Lab. Entomologia, Av. Universitária s/n, Cidade Universitária, 44031-460, Feira de Santana, BA, Brasil.

<sup>3</sup> Centro Universitário Jorge Amado (Unijorge), Av. Luiz Viana Filho, Paralela, 41745-130, Salvador, BA, Brasil.

<sup>4</sup> Autor para correspondência: joicelene.lima@yahoo.com.br

condições específicas (ocupação restrita) e/ou quando são escassos ao longo de sua distribuição (baixa densidade) (Rabinowitz 1981 *apud* Rapini *et al.* 2009). O estado da Bahia destaca-se como o segundo do Brasil que mais apresenta plantas raras (ca. 484 spp.), sendo que, grande parte destes endemismos florísticos está associada às floras dos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço, às diversas fitofisionomias da Caatinga presentes neste estado e às Florestas Úmidas da Mata Atlântica (Rapini *et al.* 2009).

Estima-se que quase 3% das espécies de plantas de todo mundo estão restritas à Mata Atlântica, as quais cerca de 8.000 são endêmicas (Myers *et al.* 2000) e/ou apresentam distribuição restrita. Por isto, essas espécies estão mais ameaçadas, seja pelo desmatamento, conversão das reservas para outros usos do solo, alta densidade populacional próxima aos remanescentes de Mata Atlântica, dentre outras ameaças. Sendo mais suscetíveis a distúrbios antrópicos, eventos estocásticos naturais e mais vulneráveis à extinção, plantas de distribuição restrita precisam de proteção e ações conservacionistas imediatas (Callamander *et al.* 2005).

Apesar da vulnerabilidade, pouco se conhece da funcionalidade destas espécies menos comuns e/ou raras nos principais processos biológicos ecossistêmicos, especialmente no que se refere à polinização. Assim, este estudo objetivou investigar aspectos da fenologia reprodutiva, biologia floral e o mecanismo de polinização de *Ipomoea eriocalyx*, em um remanescente urbano de Mata Atlântica, em Salvador (BA), visando contribuir com informações sobre a sua biologia e dados ecológicos.

## Material e Métodos

A coleta de dados e observações em campo foi realizada em um remanescente urbano de Mata Atlântica do 19º Batalhão de Caçadores Pirajá (BC), localizado no município de Salvador, Bahia, Nordeste do Brasil. O fragmento abrange uma área de 240 ha, sob guarda e jurisdição do Exército Brasileiro, com acessibilidade restrita às atividades militares (Macedo *et al.* 2007). O clima da região é tropical quente e úmido, com a temperatura média anual de 25,3°C (Macedo *et al.* 2007) e a pluviosidade anual de 2.098,7 mm (Defesa Civil 2011). A fisionomia da vegetação original é típica de Mata Atlântica primária e mata secundária sob influência antrópica.

Os indivíduos de *Ipomoea eriocalyx* encontravam-se dispersos na borda da mata, em dois pontos amostrais distintos que apresentavam indivíduos floridos. Sendo uma trepadeira, utilizava como suporte hospedeiros com em até cinco metros do solo. Assim, em virtude do hábito trepador da espécie, e pela dificuldade de individualização das plantas, foi considerada toda a área com a presença de indivíduos da espécie para todas as observações deste estudo (fenologia, testes de polinização e coleta de visitantes florais).

Os dados da floração (flores abertas) e frutificação (frutos maduros) de *Ipomoea eriocalyx* foram registrados mensalmente nos dois pontos amostrais, no período entre dezembro de 2007 a dezembro de 2008. A intensidade das fenofases (floração e frutificação) foi inferida a nível populacional em virtude do hábito trepador da espécie, seguindo a classificação de Fournier (1974), considerando toda a área com a presença de flores e frutos da espécie. Para a estimativa da duração das fenofases utilizou-se as categorias de Newstrom *et al.* (1994).

Para a observação da morfologia floral, flores (n = 5) foram fixadas em álcool para análise posterior em laboratório. O diâmetro e o comprimento da corola, bem como a disposição e o tamanho das estruturas reprodutivas, foram mensuradas com paquímetro em cinco flores frescas. O tamanho das flores obedeceu às categorias de Machado & Lopes (2004). A forma floral foi definida seguindo Lorenzi & Gonçalves (2007). A cor, o odor, o tipo de recurso e a sua localização nas flores foram determinados após a abertura e em até 1 hora depois de abertas. A presença de pigmentos que refletem o ultravioleta foi detectada em flores frescas (n = 3) duas horas após a abertura, que foram expostas ao vapor de hidróxido de amônio (PA), durante 30 minutos (Scogin *et al.* 1977). Para a verificação da presença de osmóforos, três flores foram imersas em vermelho neutro (1%) durante 10 min. no campo (Dafni *et al.* 2005). Todos os procedimentos foram realizados em flores frescas no campo.

A disponibilidade do pólen, abertura e fechamento das flores foram registradas ao longo de toda a duração das flores. A receptividade estigmática foi testada com a imersão de estigmas em peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (Dafni *et al.* 2005), desde a fase de botão em pré-antese e durante toda a vida da flor (cerca de 8 horas), a cada 1 hora em três pistilos florais (n = 27). A viabilidade polínica foi testada (n = 45 flores) a partir da imersão das anteras em vermelho neutro (1%), desde a fase de botão em

pré-antese e a cada 1 hora (n = 5 flores) da duração das flores. A partir disso, os grãos de pólen foram depositados em lâminas, e posteriormente analisadas sob microscopia óptica (Dafni *et al.* 2005).

Para a verificação do sistema reprodutivo botões foram ensacados com tecido voile. Foram realizados os tratamentos: autopolinização espontânea (n = 23), autopolinização manual (n = 21), polinização cruzada manual (n = 5) e em condições naturais (controle, n = 19), em botões/flores oriundas de três pontos de amostragem distintos. Os tratamentos realizados foram acompanhados até a formação dos frutos. O sucesso dos experimentos foi estimado pela proporção frutos formados/botões ou flores tratados.

As coletas e observações dos visitantes florais foram realizadas a partir de idas mensais pontuais (pelo menos três vezes ao mês) entre dezembro de 2007 a abril de 2008. As coletas foram executadas por um coletor, através do método de coleta ativa, com o auxílio de rede entomológica. A cada hora, de 5:30 h às 13:00 h (fechamento das flores), foi realizado o monitoramento de visitantes em flores, perfazendo assim cerca de 533 horas observação. A constância das espécies foi calculada por meio da fórmula  $C = n^\circ$  de meses em que determinada espécie foi coletada /  $n^\circ$  total de meses de coleta x 100, e categorizadas em w = constante ( $C > 50\%$ ), y = acessória ( $25\% \leq C \leq 50\%$ ) e z = ocasional ( $C < 25\%$ ) (adaptado de Thomazini & Thomazini 2002).

O comportamento dos visitantes foi definido por meio de observações visuais diretas, vídeos e fotografias. Para a determinação dos polinizadores potenciais, as espécies de visitantes mais frequentes, constantes e que contactavam as partes férteis das flores tiveram a carga polínica corpórea analisada. Para tal, foram confeccionadas cinco lâminas semipermanentes, para cada espécie de visitante floral que exibisse contato às estruturas reprodutivas florais, posteriormente depositadas na Coleção Didática do Laboratório de Botânica da Unijorge. Os polinizadores foram aferidos com base nos critérios de abundância, constância, comportamento de coleta, contato das estruturas reprodutivas e análise da carga polínica.

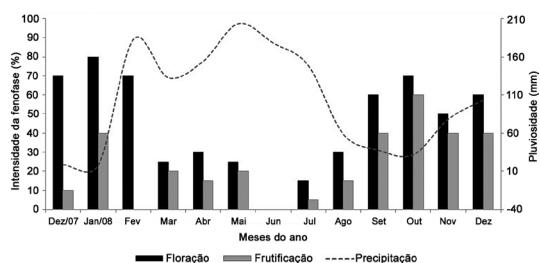
Os visitantes encontram-se depositados na Coleção Entomológica Prof. Johann Becker do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZFS/UEFS) e na coleção de referência do Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS) da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Os espécimes botânicos testemunhos estão depositados nos Herbários: Radam Brasil, do Jardim Botânico de Salvador

(JBSSA) (HRB 55.469); da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS 159.594); e no Instituto de Botânica de São Paulo (SP 420.330).

## Resultados e Discussão

A floração e a frutificação de *Ipomoea eriocalyx* ocorreram durante todo o ano de maneira contínua (*sensu* Newstrom *et al.* 1994), com exceção do mês de junho de 2008 (Fig. 1). A maior intensidade da floração foi registrada de dezembro de 2007 a fevereiro de 2008, e entre setembro de 2008 e dezembro de 2008, coincidindo com os meses menos chuvosos. O pico de frutificação foi observado de setembro a dezembro de 2008 (Fig. 1). Apesar de ser uma espécie muito comum no estado da Bahia, não foram encontrados registros fenológicos publicados desta espécie. Em estudos de taxonomia da família Simão-Bianchini (1998) reporta que *Ipomoea eriocalyx* provavelmente floresça quase o ano todo, exceto agosto e setembro, pois na Bahia apesar da floração concentrar-se em outubro e novembro, pode ser encontrada florida ao longo do ano em outros estados, como Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Adicionalmente, em ambientes de Mata Atlântica também não há muitos estudos de acompanhamento de floração de espécies de *Ipomoea*, uma vez que a maioria destes está concentrada em outros ambientes, tal como o Semiárido (Piedade 1998; Paz *et al.* 2013), Restinga (Santos & Arroda 1995) e ambientes antropizados (Machado & Sazima 1987; Pinheiro &



**Figura 1** – Intensidade das fenofases reprodutivas em nível populacional em *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae) e precipitação pluviométrica entre dezembro de 2007 e dezembro de 2008, em um remanescente de Mata Atlântica, Salvador (BA), Brasil. (■ = floração; ■ = frutificação; --- precipitação).

**Figure 1** – Intensity of reproductive phenophases population level *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae) and rainfall from December 2007 and December 2008, in a remnant of Atlantic Forest, Salvador (BA), Brazil (■ = flowering; ■ = fruiting; --- precipitation).

Schlundwein 1998; Maimoni-Rodella & Yanagizawa 2007). Nestes estudos muitas espécies do gênero apresentam floração praticamente contínua ao longo do ano (Maimoni-Rodella & Yanagizawa 2007; Paz *et al.* 2013), assim como observado em *Ipomoea eriocalyx*. Mas, existem espécies de *Ipomoea* com a floração limitada somente a alguns meses do ano (Machado & Sazima 1987; Santos & Arroda 1995, Piedade 1998, Pinheiro & Schlundwein 1998), geralmente associada à precipitação pluviométrica.

A produção contínua de flores de *Ipomoea eriocalyx* ao longo do ano pode contribuir para a atração e manutenção da guilda de visitantes e polinizadores locais, a partir da disponibilidade praticamente contínua de recursos florais, assim como reportado para *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy) D.F. Austin (Paz *et al.* 2013). Ademais, a presença de frutos durante quase todo o ano pode aumentar as chances de dispersão e, especialmente a colonização de novas áreas, uma vez que a espécie estudada possui hábito ruderal, assim como o descrito para a maioria das espécies do gênero *Ipomoea* (Souza *et al.* 2003; Correia & Durigan 2004; Timossi & Durigan 2006; Silva *et al.* 2008). As espécies de *Ipomoea* são comumente encontradas em locais antropizados e/ou perturbados, ou até mesmo em bordas de fragmentos.

*Ipomoea eriocalyx* apresenta flores reunidas em cimeiras, exibindo de quatro a quinze botões florais em diferentes estádios de desenvolvimento (Fig. 2a). Há abertura de duas a cinco flores por dia, por inflorescência, assim como mencionado

em outros estudos com flores de *Ipomoea* (Piedade 1998; Paz *et al.* 2013). As flores são gamopétalas, do tipo infundibiliforme, inodoras, de coloração lilás (Fig. 2b) e oferecem pólen, e provavelmente néctar em virtude do comportamento dos visitantes, como recursos florais. Com dimensões florais de  $50,0 \pm 0,5$  mm de diâmetro,  $40,0 \pm 1,0$  mm de comprimento e  $9,0 \pm 1,1$  mm de abertura do tubo floral, as flores foram classificadas como muito grandes. O tamanho das flores da espécie estudada pode facilitar o acesso de diferentes grupos de visitantes tais como abelhas, borboletas e moscas, aos recursos florais ofertados (Paz & Pigozzo, no prelo).

Na corola, constatou-se a presença de pigmentos que refletem potencialmente o ultravioleta, indicado a partir da formação de manchas azuladas ao longo das pétalas. Não há a presença de alterações morfológicas perceptíveis ao olho humano durante o período em que as flores ficam disponíveis aos polinizadores, a não ser o murchamento da corola. Além disso, na região interna das pétalas que forma o tubo floral, observou-se a presença de osmóforos, apesar destes serem inodoros ao olfato humano. Assim, estes atrativos florais em flores de *Ipomoea eriocalyx*, provavelmente podem estar associados à atração de polinizadores sensíveis a este espectro visual e ao odor, respectivamente (Proctor *et al.* 1996), como as abelhas por exemplo, os principais visitantes das flores em estudo. Todavia, apesar dos atrativos UV e odor, as flores de *Ipomoea eriocalyx* também atraíram visitantes além das abelhas, o que sugere



**Figura 2** – a-b. *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae) – a. botões florais em diversos estágios de desenvolvimento; b. em destaque a corola gamopétala, de coloração lilás.

**Figure 2** – a-b. *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae) – a. floral buttons in different developmental stages; b. in the spotlight gamopetalous corolla, in color and lilac.

que outros fatores possam estar relacionados, como a disponibilidade e qualidade do recurso floral, por exemplo (Paz *et al.* 2013).

Com flores bissexuadas, *Ipomoea eriocalyx* exibe um conjunto de cinco estames epipétalos lilases. Os estames são heterodínamos, com o comprimento variando entre  $18 \pm 1,3$  mm. As anteras exibem coloração lilás, do tipo bitecas e com deiscência longitudinal. Apesar de estames heterodínamos serem uma das características em *Ipomoea*, estes pode contatar o estigma das flores, havendo a ausência de separação espacial das estruturas férteis. Quanto ao gineceu, a altura do estigma ( $20 \pm 0,6$  mm de comprimento) de cor branca e bi-lobado. O ovário das flores de *Ipomoea eriocalyx* é ínfero e apresenta-se circundado por um nectário discóide, formando a câmara nectarífera, que pode influenciar no modo de coleta do visitante a depender do tipo de aparelho bucal. A relação entre câmara nectarífera e visitantes foi abordada em um estudo com *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. & Schult., realizado por Kiill & Ranga (2003), onde os autores mencionam que a altura desta estrutura associada à quantidade de néctar atuam como fatores limitantes ao acesso do néctar por insetos de língua curta, como as abelhas visitantes no estudo.

A antese das flores de *Ipomoea eriocalyx* é diurna, com abertura floral às 5:00 h e o fechamento das flores entre 12:00 h e 13:00 h, totalizando a longevidade floral em oito horas. Durante o processo de abertura das flores, observa-se o descontorcimento da corola, até a total expansão das pétalas, em cerca de uma hora. Na senescência floral, as bordas das pétalas murcham, em direção ao centro da flor até o fechamento da entrada do tubo floral, como tipicamente é observado em representantes da família Convolvulaceae (Maimoni-Rodella *et al.* 1982; Piedade 1998; Paz & Oliveira 2008; Paz *et al.* 2013). A brevidade floral em *Ipomoea* (< 12 horas) é bem relatada na literatura (Pinheiro & Schlindwein 1998; Kiill & Ranga 2003; Maimoni-Rodella & Yanagizawa 2007), com pouquíssimas espécies do gênero exibindo flores com duração superior a 12 horas (Galletto & Bernardello 2004; Mc Mullen 2009; Paz *et al.* 2013). Características como antese diurna, flores conspícuas com presença de pigmentos que potencialmente refletem UV, plataforma de pouso, pólen e a possível presença de néctar como recursos florais sugerem a melitofilia, síndrome de polinização em que as abelhas seriam as polinizadoras (Faegri & Van der Pijl 1979). Embora haja aqui registro de outros visitantes florais em flores de *Ipomoea eriocalyx*.

No momento da abertura das flores, os grãos de pólen de *Ipomoea eriocalyx* estão disponíveis aos visitantes florais, assim como já observado por outros autores em outras espécies do mesmo gênero (Maimoni-Rodella 1991; Maimoni-Rodella & Rodella 1992; Paz *et al.* 2013). O estigma esteve receptivo (variando entre 98% e 99%) desde a fase de botão em pré-antese e durante toda a abertura da flor, sem distinção ao longo das horas. Os grãos de pólen também estiveram viáveis (variando entre 99% e 100%), desde a fase de botão em pré-antese até a senescência floral. Os resultados de ocorrência simultânea da viabilidade das estruturas reprodutivas sugerem a ausência de separação temporal no amadurecimento das estruturas florais, possibilitando a polinização desde a fase de pré-antese até a senescência floral, assim como relatado para outras *Ipomoea* (Paz & Oliveira 2008; Paz *et al.* 2013).

Os resultados da biologia reprodutiva indicam que *Ipomoea eriocalyx* é uma espécie autocompatível, com altas taxas de formação de frutos em todos os tratamentos realizados (Tab. 1). Na espécie em estudo, a ocorrência da autopolinização espontânea pode ser favorecida pela proximidade das estruturas reprodutivas, assim como relatado para *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem & Schult. (Kiill & Ranga 2003), e complementarmente pela ausência da separação temporal no amadurecimento das partes férteis das flores. Na literatura, para o gênero *Ipomoea* há relatos de espécies autocompatíveis (Parra-Tabla & Bullock 1998; Piedade 1998; Kowyama *et al.* 2000; Kiill & Ranga 2003; Maimoni-Rodella & Yanagizawa 2007), assim como a espécie em estudo. Também há a existência de espécies autoincompatíveis, em proporções menores (Ennos 1981; Machado & Sazima 1987; Galletto *et al.* 2002; Paz *et al.* 2013).

**Tabela 1** - Resultados dos experimentos de biologia reprodutiva realizados em flores *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae), em um remanescente urbano de Mata Atlântica, Salvador (BA), Brasil.

**Table 1** - Results of experiments reproductive biology conducted in flowers *Ipomoea eriocalyx* Meisn (Convolvulaceae), in an urban remnant urban of Atlantic Forest, Salvador (BA), Brazil.

Tratamento	Flores (n)	Frutos (n)	Sucesso (%)
Autopolinização espontânea	23	18	78,3
Autopolinização manual	21	14	66,7
Polinização cruzada manual	05	04	80,0
Condições natural/Controle	19	17	89,5

Outro aspecto interessante em relação à biologia reprodutiva da espécie em estudo refere-se à independência em relação aos vetores de pólen para formar frutos e sementes, o que favorece o estabelecimento de *Ipomoea eriocalyx* em locais antropizados e/ou na ausência dos polinizadores, bem como a colonização de novas áreas (Williamson & Fitter 1996). Adicionalmente, a formação rápida de frutos da espécie estudada em cerca de doze dias, também favorece a dispersão de sementes na colonização de novas áreas (Williamson & Fitter 1996). Apesar disso, as altas taxas de sucesso na produção de frutos (Tab. 1) nos tratamentos de polinização cruzada e em condições naturais podem conferir vantagens à espécie, como uma maior variabilidade genética, em virtude da troca de fluxo gênico entre plantas alógamas, o que não ocorre na autopolinização.

Atributos como a independência de polinizadores, altas taxas de frutificação e amadurecimento rápido dos frutos pode facilitar a permanência de *Ipomoea eriocalyx* no ambiente (Williamson & Fitter 1996).

No que se refere aos visitantes florais, *Ipomoea eriocalyx* foi visitada por 65 indivíduos distribuídos em 24 espécies (Tab. 2). As abelhas foram os principais insetos visitantes, correspondendo a 67,7% do total e riqueza de 11 espécies. Borboletas (20% e 9 espécies), moscas (9,2% e 2 espécies) e besouros (1,5% e 1 espécie) também visitaram as flores (Tab. 2). Dentre a guilda de visitantes florais, apenas cinco espécies foram constantes durante o período amostrado, sendo somente abelhas. As espécies de abelhas *Ceratina (Crewella)* sp. 2 sp. n. (n = 11) e *Melitoma segmentaria* (n = 11) destacaram-se pela abundância e constância nas flores (Tab. 2).

**Tabela 2** – Visitantes florais de *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae), em um remanescente urbano de Mata Atlântica, Salvador (BA), Brasil. [N = número de indivíduos coletados; Fr = frequência relativa; Po = pólen; Ne = néctar; w = constante (C > 50%); y = acessória (25% ≤ C ≤ 50%); z = ocasional (C < 25%).]

**Table 2** - Floral visitors of *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae) in an urban remnant urban of Atlantic Forest, Salvador (BA), Brazil. [N = number of number of individuals collected; Fr = relative frequency; Po = pollen; Ne = nectar; w = constant (C > 50%); y = accessory (C ≥ 25% ≤ 50%); z = occasional (C < 25%).]

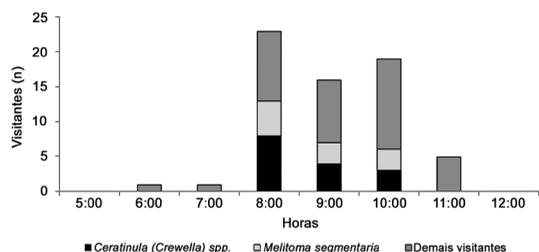
INSETOS VISITANTES	N	Fr (%)	Recurso	Constância (C)	Contata as estruturas férteis
<b>COLEOPTERA</b>					
Coleoptera sp. 1	1	1,5	Ne	z	Não
<b>DIPTERA</b>					
Diptera sp. 1	6	9,2	Ne	y	Não
Diptera sp. 2	1	1,5	Ne	z	Não
<b>LEPIDOPTERA</b>					
<b>Hesperoidea</b>					
<b>Hesperiidae</b>					
Hesperiidae sp. 1	3	4,6	Ne	w	Não
Hesperiidae sp. 2	2	3,1	Ne	y	Não
Hesperiidae sp. 3	2	3,1	Ne	z	Não
Hesperiidae sp. 4	1	1,5	Ne	z	Não
Hesperinae sp. 1	1	1,5	Ne	z	Não
<i>Nyctelius nyctelius</i> (Latreille 1824)	1	1,5	Ne	z	Não
<i>Panochina</i> sp.	1	1,5	Ne	z	Não
<b>Papilionoidea</b>					
<b>Nymphalidae</b>					
<i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer, 1779)	1	1,5	Ne	z	Não

INSETOS VISITANTES	N	Fr (%)	Recurso	Constância (C)	Contata as estruturas férteis
<b>Pieridae</b>					
<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)	1	1,5	Ne	z	Não
<b>HYMENOPTERA</b>					
<b>Apidae</b>					
Meliponini					
<i>Plebeia</i> sp.	5	7,7	Ne	w	Não
<i>Trigona braueri</i> Friese, 1900	1	1,5	Ne	z	Não
<i>Trigona fuscipennis</i> Friese, 1900	2	3,1	Ne	z	Não
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	3	4,6	Ne	z	Não
Emphorini					
<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	11	16,9	Po/Ne	w	Sim
Euglossini					
<i>Euglossa</i> sp.	1	1,5	Po/Ne	z	Não
Xylocopini					
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 1 sp. n.	1	1,5	Po/Ne	z	Sim
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 2 sp. n.	11	16,9	Po/Ne	w	Sim
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 3 sp. n.	3	4,6	Po/Ne	y	Sim
<b>Halictidae</b>					
Halictidae sp.	5	7,7	Po/Ne	w	Ocasionalmente
Augochlorini					
<i>Augochlora</i> sp. 1	1	1,5	Po/Ne	z	Ocasionalmente

As flores de *Ipomoea eriocalyx* receberam visitas das 6:00 às 11:59 h (Fig. 3), ou seja, praticamente durante toda a antese floral, sem uma clara distinção entre os grupos de visitantes. A maioria das visitas (89,2%) foram concentradas no intervalo entre 8:00 às 10:59 h, onde os visitantes mais abundantes e constantes [as abelhas *Ceratina (Crewella)* spp. e *Melitoma segmentaria*] também foram as espécies mais representativas neste intervalo, em detrimento dos demais visitantes (Fig. 3). A observação do comportamento de forrageio e a presença de visitantes ativos ao longo da antese floral pode sugerir disponibilidade de recursos florais durante o período em que a flor permanece disponível aos visitantes.

Quanto ao comportamento de visita, apenas algumas abelhas coletavam pólen (Tab. 2). Destas *Ceratina (Crewella)* spp. e *Melitoma segmentaria*

em coleta de pólen adentravam no tubo floral, manipulavam as anteras com as pernas anteriores, e algumas vezes chegavam a girar no momento da coleta, contatando as estruturas reprodutivas florais. No momento da saída destas abelhas das flores de *Ipomoea eriocalyx* era visível a presença de pólen na região ventral do tórax. Ao passo que espécies da família Halictidae (Tab. 2) no momento da coleta não realizavam muitos movimentos com no momento de manipulação das anteras, mas eventualmente poderiam contatar as estruturas férteis das flores em questão, podendo ser considerados polinizadores ocasionais. Piedade (1998) em seus estudos com diversas flores de Convolvulaceae no Sertão de Pernambuco, incluindo *Ipomoea* spp., também relata comportamento de coleta semelhante em abelhas, com muitos movimentos e manuseio das anteras, sendo o comportamento um dos principais



**Figura 3** – Atividade diária dos visitantes florais em *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae), entre os meses de Dezembro e Abril de 2008, em um remanescente urbano de Mata Atlântica, Salvador (BA), Brasil.

**Figure 3** – Daily activity of floral visitors in *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae), from the months of December and April 2008, in an urban remnant of Atlantic Forest, Salvador (BA), Brazil.

requisitos para a definição dos polinizadores das espécies envolvidas.

Na coleta de néctar, as borboletas pousavam na corola e inseriam a probóscide diretamente na câmara nectarífera (Fig. 4a,b), provavelmente para coleta de néctar, sem contato às estruturas férteis das flores. As moscas (Fig. 4c) e besouro também provavelmente coletavam néctar sem contatar as estruturas florais, uma vez que pousavam na flor e dirigiam-se ao interior do tubo floral acessando o nectário na base da flor (Tab. 2). Todas as abelhas provavelmente coletavam néctar, mas somente *Melitoma segmentaria* e *Ceratina (Crewella) spp.* ao adentrar no tubo floral em direção ao nectário exibiam a região dorsal, e eventualmente a ventral, com grãos de pólen aderidos na região do tórax. As demais abelhas (Tab. 2), especialmente as de porte pequeno, como *Trigona spp.* e *Plebeia sp.*, não exibiam comportamento de contato com anteras ou estames ou presença de grãos de pólen aderidos ao corpo.

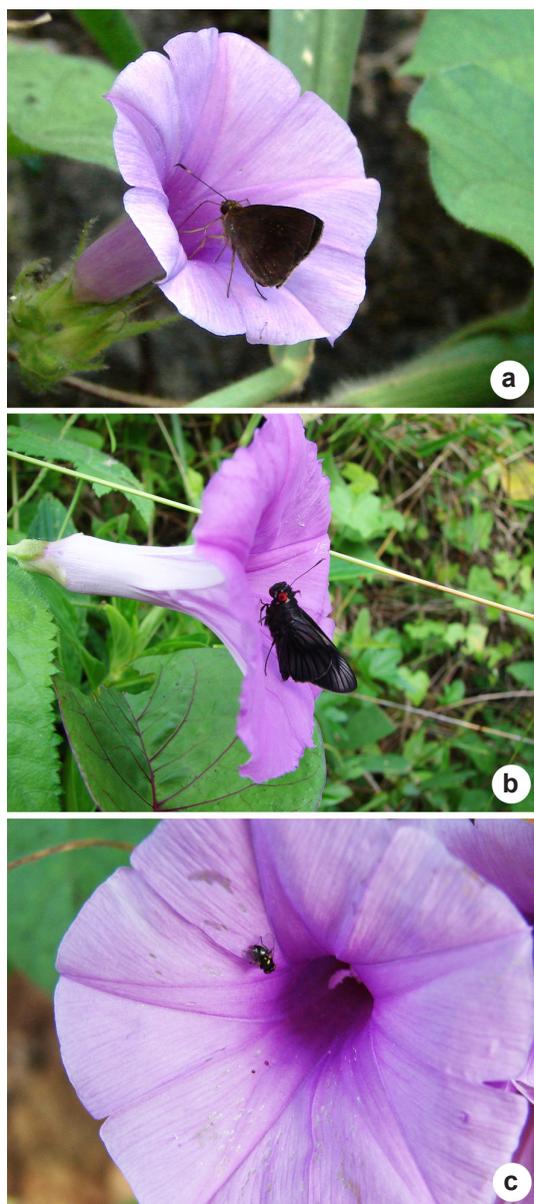
As análises da carga polínica presente no corpo dos visitantes florais que contatavam as estruturas reprodutivas foram abundantes e constantes sugerem que as abelhas apresentam forrageamento em poucas espécies de plantas, podendo ser consideradas abelhas oligolécticas. No presente estudo, *Ceratina (Crewella) spp.* (n = 5) exibiu riqueza de quatro morfótipos polínicos distintos, sendo que o pólen de *Ipomoea eriocalyx* esteve presente em 72,3% das lâminas analisadas. Nestas espécies de abelhas a maior parte do pólen presente no corpo estava depositada na região ventral do tórax. Enquanto que, nos espécimes de *Melitoma segmentaria* (n = 5) o morfotipo polínico de *Ipomoea eriocalyx* foi o único presente nas lâminas

analisadas, com a maior parte da deposição polínica sendo encontrada na região dorsal e ventral do tórax das abelhas. Justamente os locais de contato com as estruturas reprodutivas das flores no momento da visita. Com base no comportamento, frequência e constância de visitas observadas e contato às estruturas férteis, apenas *Ceratina (Crewella) spp.* e *Melitoma segmentaria* foram consideradas polinizadores potenciais desta Convolvulaceae.

As características melitófilas das flores de *Ipomoea eriocalyx* não limitaram a guilda visitante apenas às abelhas. A diversidade de grupos visitantes encontrada nas flores de *Ipomoea eriocalyx* pode ser justificada pela morfologia floral pouco restritiva e pelo tamanho muito grande das flores, possibilitando o acesso aos recursos de maneira diferenciada entre os grupos de insetos, de diversos tamanhos e maneira diferenciada de coleta. Na literatura, várias flores de *Ipomoea* também são classificadas como melitófilas, e apesar de serem muito atrativas às abelhas, da mesma forma apresentam outros grupos de insetos como visitantes (Ennos 1981; Piedade 1998; Kiill & Ranga 2003; Maimoni-Rodella & Yanagizawa 2007; Paz & Oliveira 2008; Pick & Schlindwein 2011; Paz *et al.* 2013), mas somente as abelhas foram aqui consideradas polinizadores.

As espécies potenciais polinizadoras de *Ipomoea eriocalyx*, *Ceratina (Crewella) spp.* e *Melitoma segmentaria*, são abelhas visitantes muito comuns em flores de *Ipomoea*. Abelhas *Ceratina sp.* são mencionadas como visitantes, e polinizadores efetivos de convolvuláceas (Fidalgo 1997). Ainda que, na maioria dos casos, essas abelhas exibam pouca frequência em relação aos demais visitantes, estas apresentam capacidade de contato com as estruturas reprodutivas das flores, sendo considerados polinizadores ocasionais de muitas espécies (Maimoni-Rodella *et al.* 1982; Machado & Sazima 1987; Maimoni-Rodella & Rodella 1992; Fidalgo 1997; Pinheiro & Schlindwein 1998; Paz *et al.* 2013). As abelhas Halictidae, que neste estudo foram consideradas polinizadores ocasionais, também exibem papel importante na polinização de outras espécies do gênero, sejam como polinizadores potenciais (Pacheco Filho *et al.*; 2011 Paz *et al.* 2013) ou ocasionais (Fidalgo 1997),

Indivíduos de *Melitoma segmentaria* destacam-se como um dos visitantes mais importantes em outros estudos com Convolvulaceae. Comumente apresentam frequência de visitas superior a 60%, podendo chegar a 90% em relação



**Figura 4** – a-c. Visitantes florais de *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae), pilhadores de néctar – a. *Nyctelius nyctelius* (Latreile 1824) coletando néctar; b. Hesperíidae sp. 1 chegando às flores para acessar o nectário; c. Diptera sp. 1 adentrando no interior do tubo floral para acessar o néctar na base da flor.

**Figure 4** – a-c. Floral visitors of *Ipomoea eriocalyx* Meisn. (Convolvulaceae), nectar robbers – a. *Nyctelius nyctelius* (Latreile 1824) collecting néctar; b. Hesperíidae sp. 1 coming to flowers to access the nectary; c. Diptera sp. 1 moving into inside the tube floral nectar to access the base of the flower.

aos demais visitantes (Maimoni-Rodella *et al.* 1982; Maimoni-Rodella & Rodella 1992; Fidalgo 1997; Pinheiro & Schlindwein 1998; Zanella 2000; Pick & Schlindwein 2011; Paz *et al.* 2013). Além disso, essas abelhas apresentam grande eficiência na polinização das plantas envolvidas, com o comportamento de coleta de recursos florais bastante semelhantes ao observado em *Ipomoea eriocalyx*. Espécies de abelhas da tribo Emphorini, onde se inclui *Melitoma segmentaria*, são consideradas abelhas oligoléticas, de alta fidelidade floral (Zanella 2000). Destacam-se pela alta frequência de forrageamento associadas às espécies da família Convolvulaceae, sendo mais comumente associadas às flores do gênero *Ipomoea*, sendo consideradas oligoléticas para este gênero (Zanella 2000).

Abelhas oligoléticas limitam o seu espectro de fontes de forrageamento a um grupo de espécies vegetais relacionadas filogeneticamente (e.g., família, gênero, secção) mesmo quando há outras fontes de recursos disponíveis (Frankie *et al.* 1983). Nesse caso pode haver implicações de ordem morfológica e comportamentais, por exemplo, a esses visitantes florais em relação ao grupo vegetal correlacionado. O que pode favorecer o manuseio de recursos florais com mais eficiência destas abelhas oligoléticas, em detrimento dos outros visitantes não especializados (poliléticos), que podem apresentar dificuldade na exploração dos recursos florais, por exemplo (Frankie *et al.* 1983). Adicionalmente, alguns autores também sugerem que a utilização de flores de *Ipomoea* para outros fins observados, além do forrageamento (como abrigo, descanso e cópula) por esses grupos de abelhas Emphorini poderia reforçar esta associação entre os pares envolvidos (Fidalgo 1997; Zanella 2000). Entretanto, para melhor conhecimento das interações entre as abelhas oligoléticas Emphorini, especialmente *M. segmentaria* em flores de *Ipomoea*, é necessário o desenvolvimento de outros estudos, uma vez que, dentro da perspectiva da polinização, abelhas e plantas relacionadas podem apresentar uma estreita relação ecológica inclusive de dependência, sobretudo de plantas autoincompatíveis, apesar de não ser esse o caso de *Ipomoea eriocalyx*.

Tendo em vista a morfologia floral pouco limitante e a relativa facilidade ao acesso dos recursos florais, as flores de *Ipomoea eriocalyx* foram bastante atrativas a diversos grupos de insetos. Apesar da diversidade de visitantes, sugerem-se como polinizadores potenciais mais de uma espécie

de abelha [*Ceratina (Crewella)* spp. e *Melitoma segmentaria*], que exibiam comportamento de contato, constância e abundância adequados à polinização. Ademais, o florescimento e presença de furtos continuamente, associada à capacidade de autopolinização da espécie parecem vantajosos para plantas trepadeiras, ocorrentes frequentemente em ambientes alterados, cuja fauna visitante também pode ser alterada, incerta ou ainda ocasional.

### Agradecimentos

As autoras agradecem aos membros do 19º BC, a autorização do acesso à área de estudo. Ao MSc. Erivaldo Pereira Queiroz (JBSSA-BA), a identificação inicial e à Prof. Drª. Rosângela Simão Bianchini (IBT-SP), a confirmação da espécie botânica. À Profª. Drª. Favízia F. Oliveira (UFBA-BA) e ao MSc. Thiago Mahlmann V. L. Muniz (INPA-AM), a identificação das abelhas. À mestrandam Tamara Zacca B. Taumaturgo (UFPR-PR), a identificação e morfotipificação dos lepidópteros. À Unijorge, representada pelo Prof. Dr. Edinaldo Luz das Neves, os empréstimos de equipamentos e materiais de campo e laboratório. À Mayanne Jesus Oliveira (UFBA-BA), a ajuda e colaboração em todas as etapas deste estudo, e aos demais colegas, a colaboração e ajuda no campo e em laboratório. À Camilla Reis, as fotografias. Aos pareceristas anônimos, as valiosas contribuições ao manuscrito.

### Referências

- Bianchini, R.S. & Rosário, A.S. 2009. Convolvulaceae. *In.*: Giulietti, A.M.; Rapini, A.; Andrade, M.J.G.; Queiroz, L.P. & Silva, J.M.C. (orgs.). Plantas raras do Brasil. Conservação Internacional, Belo Horizonte. Pp. 147-149.
- Bianchini, R.S. & Ferreira, P.P.A. 2010. Convolvulaceae. *In.*: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB007037>>. Acesso em 13 Set 2011.
- Callamander, M.W.; Schatz, G.E. & Lowry II, P.P. 2005. IUCN - Red List and the global strategy for plant conservation: taxonomist must act now. *Taxon* 54: 1047-1050.
- Correia, N.M. & Durigan, J.C. 2004. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. *Planta Daninha* 22: 11-17.
- Dafni, A.; Kevan, P.G. & Husband, B.C. (eds.). 2005. Practical pollination biology. Enviroquest, Cambridge. 590p.
- Defesa Civil de Salvador. 2011. Disponível em <[http://www.defesacivil.salvador.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=43&Itemid=54](http://www.defesacivil.salvador.ba.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=54)>. Acesso em 8 Set 2011.
- Ennos, R.A. 1981. Quantitative studies of the mating system in two sympatric species of *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Genetica* 57: 93-98.
- Faegri, K. & Van der Pijl, L. 1979. The principles of pollination ecology. 3<sup>rd</sup> ed. Pergamon Press, Oxford. 244p.
- Fidalgo, A.O. 1997. Ecologia floral de duas espécies invasoras de *Ipomoea* (Convolvulaceae). Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 84p.
- Fournier, L.A. 1974. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. *Turrialba* 24: 422-423.
- Frankie, G.W.; Haber, W.A.; Opler, P.A. & Bawa, K.S. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. *In.*: Jones, C.E. & Little, R.J. (eds.). Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold, Nova York. Pp. 411-447.
- Galetto, L.; Fioni, A. & Calviño, A. 2002. Éxito reproductivo y calidad de los frutos en poblaciones del extremo sur de la distribución de *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae). *Darwiniana* 40: 25-32.
- Galetto, L. & Bernardello, G. 2004. Floral nectaries, nectar production dynamics and chemical composition in six *Ipomoea* species (Convolvulaceae) in relation to pollinators. *Annals of Botany* 94: 269-280.
- Kiill, L.H.P. & Ranga, N.T. 2003. Ecologia da polinização de *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. & Schult. (Convolvulaceae) na região semi-árida de Pernambuco. *Acta Botanica Brasílica* 17: 355-362.
- Kowyama, Y.; Tsuchiya, T. & Kakeda, K. 2000. Sporophytic self-incompatibility in *Ipomoea trifida*, a close relative of sweet potato. *Annals of Botany* 85: 191-196.
- Lorenzi, H. & Gonçalves, A.G. 2007. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 446p.
- Macedo, T.S.; Fernandes, L.L.; Silva, D.F.; Varjão, A.S.; Neves, A.S. & Pigozzo, C.M. 2007. Comparação florística entre um fragmento de Mata Atlântica e ambientes associados (Restinga e Manguezal) na cidade de Salvador, Bahia. *Revista Virtual Candombá* 3: 138-148.
- Machado, I.C.S. & Sazima, M. 1987. Estudo comparativo da biologia floral em duas espécies invasoras: *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit* (Convolvulaceae). *Revista Brasileira de Biologia* 47: 425-436.
- Machado, I.C.S. & Lopes, A.V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Annals of Botany* 94: 365-376.
- Maimoni-Rodella, R.C.S.; Rodella, R.A.; Amaral Junior, A. & Yanagizawa, Y. 1982. Polinização em

- Ipomoea cairica* (L.) Sweet. (Convolvulaceae). *Naturalia* 7: 167-172.
- Maimoni-Rodella, R.C.S. 1991. Biologia floral de *Ipomoea aristolochiaefolia* (H.B.K.) Don. (Convolvulaceae). *Turrialba* 41: 344-349.
- Maimoni-Rodella, R.C.S. & Rodella, R.A. 1992. Biologia floral de *Ipomoea acuminata* Roem. et Schult. (Convolvulaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 15: 129-133.
- Maimoni-Rodella, R.C.S. & Yanagizawa, Y. 2007. Floral biology and breeding system of three *Ipomoea* weeds. *Planta Daninha* 25: 35-42.
- McMullen, C.K. 2009. Pollination biology of a night-flowering Galápagos endemic *Ipomoea habeliana* (Convolvulaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 160: 11-20.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspot for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- Pacheco Filho, A.J.S.; Westerkamp, C. & Freitas, B.M. 2011. *Ipomoea bahiensis* pollinators: bees or butterflies? *Flora* 206: 662-667.
- Parra-Tabla, V. & Bullock, S.H. 1998. Factors limiting fecundity of the tropical tree *Ipomoea wolcottiana* (Convolvulaceae) in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology* 14: 615-627.
- Paz, J.R.L. & Oliveira, M.J. 2008. Ecologia da polinização de quatro espécies de trepadeiras de Convolvulaceae em fragmento de Mata Atlântica, 19º Batalhão de Caçadores, Cabula, Salvador, Bahia. Monografia de Graduação. Centro Universitário Jorge Amado, Salvador. 96p.
- Paz, J.R.L.; Gimenes, M.; Pigozzo, C.M. 2013. Floral biology of the morning glory *Ipomoea carnea* subsp. *fiatulososa* (Mart. ex Choisy) D.F. Austin (Convolvulaceae) in an anthropic area of the semiarid region of Brazil, with emphasis on diurnal and nocturnal pollination. *Flora* 208: 138-146.
- Pick, R.A. & Schlindwein, C. 2011. Pollen partitioning of three species of Convolvulaceae among oligolectic bees in the Caatinga of Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 293: 147-159.
- Piedade, L.H. 1998. Biologia da polinização e reprodutiva de sete espécies de Convolvulaceae na caatinga do sertão de Pernambuco. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 97p.
- Pinheiro, M. & Schlindwein, C. 1998. A câmara nectarífera de *Ipomoea cairica* (L.) Sweet (Convolvulaceae) e abelhas de glossa longa como polinizadores eficientes. *Iheringia Série Botânica* 51: 3-16.
- Proctor, M.; Yeo, P. & Lack, A. 1996. The natural history of pollination. Timber Press, London. 479p.
- Rapini, A.; Andrade, M.J.G.; Giulietti, A.M.; Queiroz, L.P. & Silva, J.M.C. 2009. Introdução: uma flora pouco conhecida e bastante ameaçada. In: Giulietti, A.M.; Rapini, A.; Andrade, M.J.G.; Queiroz, L.P. & Silva, J.M.C. (orgs.). *Plantas raras do Brasil. Conservação Internacional*, Belo Horizonte. Pp. 23-35.
- Santos, C.R. & Arroda, V.L.V. 1995. Floração, predação de flores e frutificação de *Ipomoea pes-caprae* e *I. imperatilis* (Convolvulaceae) na praia da Joaquina, SC. *Insula* 24: 15-36.
- Scogin, R.; Young, D.A. & Jones, C.E. 1977. Anthochlor pigments and pollination biology: II. The ultraviolet patterns of *Coreopsis gigantea* (Asteraceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 104: 155-159.
- Silva, A.M.A.; Coelho, I.D. & Medeiros, P.R. 2008. Levantamento florístico das plantas daninhas em um parque público de Campina Grande, Paraíba, Brasil. *Revista Biotemas* 21: 7-14.
- Simão-Bianchini, R. 1998. *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) no Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Souza, L.S.A.; Silva, J.F. & Souza, M.D.B. 2003. Composição florística de plantas daninhas em agrossistemas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e pupunheira (*Bactris gasipaes*). *Planta Daninha* 21: 249-255.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2008. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias brasileiras de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2ª ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 703p.
- Thomazini, M.J.; Thomazini, A.P.B.W. 2002. Diversidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC.). *Neotropical Entomology* 31: 27-34.
- Timossi, P.C. & Durigan, J.C. 2006. Manejo de convolvuláceas em dois cultivares de soja semeada diretamente sob palha residual de cana crua. *Planta Daninha* 24: 91-98.
- Williamson, M.H. & Fitter, A. 1996. The characters of successful invaders. *Biological Conservation* 78: 163-170.
- Zanella, F.C.V. 2000. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. *Apidologie* 31: 579-592.