

Diversidade de visitantes florais e biologia reprodutiva do Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) em fragmento de mata e área urbana

Diversity of flower visitors and breeding system of the strawberry guava (Psidium cattleianum Sabine) in urban and fragmented areas

Camila Cristina Ferreira da Costa¹

Rogério Antônio Krupek²

Ana Carolina de Deus Bueno Krawczyk²

RESUMO

A perda de habitat causa um declínio nas populações de plantas e animais, afetando suas interações, como a polinização. Em áreas urbanas, a deficiência de polinizadores é a principal causa para redução do sucesso reprodutivo nas plantas. A presença de fragmentos de mata pode auxiliar na conservação de visitantes florais, auxiliando na produção de sementes. Para testar essa hipótese, foram feitos testes reprodutivos e coletas ativas dos visitantes florais em árvores de araçá em área urbana e fragmento de mata. Os visitantes mais abundantes em ambas as áreas foram as abelhas. Os valores de abundância das abelhas não variaram entre si mais que o acaso, porém a diversidade foi maior na área com fragmento. A produção de frutos por autopolinização supera a de polinização natural, devido, provavelmente, ao fato de que muitos dos visitantes florais atuam como pilhadores de pólen, o que diminui a quantidade deste que é disponível para a polinização. Apesar da maior diversidade de visitantes na área de fragmento de mata, da autocompatibilidade e do comportamento de pilhador dos visitantes, esses fatores não influenciam no sucesso reprodutivo da espécie estudada.

Palavras-chave: Antropização. Autocompatibilidade. Pilhadores de pólen. Sucesso reprodutivo.

¹ Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia. Centro Politécnico, Jardim das Américas, 81531-980, Curitiba, PR, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: C.C.F. COSTA. E-mail: <dacosta_camila@yahoo.com.br>.

² Universidade Estadual do Paraná, Departamento de Biologia. União da Vitória, Paraná, Brasil.

Este trabalho é parte da Monografia intitulada "Análise comparativa de polinizadores, teste e sucesso reprodutivo de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) em duas áreas com diferentes graus de antropização". Universidade Estadual do Paraná, 2012.

ABSTRACT

Habitat loss causes a decline in plant and animal populations, negatively affecting plant-pollinator interactions, such as pollination. In urban areas pollinator deficit is the main cause of plants' low reproductive success. The presence of forest fragments in urban areas may help to preserve floral visitors, increasing seed production. This hypothesis was tested by conducting reproduction tests of strawberry guava trees in an urban area and at a forest fragment within an urban area and by actively collecting its floral visitors. Bees were the most abundant flower visitors in both areas. Bees' abundance was strictly casual, but diversity was higher in areas with fragment. Fruit production by selfing exceeds that of natural pollination probably because many floral visitors act as pollen thieves, decreasing the amount of pollen available for pollination. Despite the greater diversity of visitors in the forest fragment area, self-compatibility, and the robbing behavior of visitors, these factors do not influence the reproductive success of the study species.

Keywords: Anthropization. Self-compatibility. Pollen-robber. Reproductive success.

INTRODUÇÃO

A fragmentação e a perda de habitats reduzem a biodiversidade das populações de insetos (Klein *et al.*, 2008; Steffan-Dewenter & Tschardt, 1999) e alteram a composição de espécies (Gibb & Hochuli, 2002). Esses fatores modificam os padrões dos processos ecológicos, podendo afetar negativamente as interações tróficas, como a polinização (Klein *et al.*, 2008; Steffan-Dewenter & Tschardt, 1999).

A expansão das áreas urbanas é uma das principais atividades humanas responsáveis pela perda da flora e fauna (McKinney, 2008), porém esse ambiente ainda pode oferecer recursos para sobrevivência de muitos insetos (Aleixo *et al.*, 2013; Zanette *et al.*, 2005). Alguns estudos apontam que mesmo pequenos fragmentos de mata podem promover uma maior riqueza de espécies, aumentando a estabilidade na polinização e na produção de frutos (Gibb & Hochuli, 2002; Klein *et al.*, 2007).

Trabalhos de biologia reprodutiva de plantas nativas ou exóticas em ambientes urbanos são importantes, visto que podem auxiliar em planos de manejo de áreas urbanas (Alves *et al.*, 2010), onde estão presentes muitas espécies de abelhas nativas e exóticas (Zanette *et al.*, 2005). Além disso, podem

avaliar o potencial adaptativo de uma espécie presente em área urbanizada ou o processo de naturalização de uma espécie exótica (Figueiredo *et al.*, 2008).

O gênero *Psidium* é composto aproximadamente por 130 espécies, maioria delas distribuídas da Amazônia até o Sul do México (Reitz & Klein, 1997). Entre as espécies mais conhecidas estão a goiabeira (*Psidium guajava* L.) e o araçá (*Psidium cattleianum* Sabine). O araçá é uma planta arbórea perenifolia, nativa da Floresta Atlântica, embora seja encontrada também em matas ciliares, campos sujos e arbustivos do planalto meridional, não ocorre no interior de florestas primárias sombreadas (Lorenzi, 2000).

Este trabalho teve como objetivo compreender a interferência de um pequeno fragmento de mata nativa na diversidade de visitantes florais e sua interferência no sucesso reprodutivo de uma espécie nativa, o araçá.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado em duas áreas localizadas em cidades vizinhas: União da

Vitória (PR) e Porto União (SC). A altitude média da região é de 752 metros; o clima é do tipo subtropical úmido segundo a classificação de Köppen; a precipitação média anual é de 1.700 mm. A área estabelecida na cidade de União da Vitória constitui-se de uma área urbana localizada no bairro São Braz. Nessa área, os espécimes (nativos e/ou plantados) se encontram em locais públicos (vias públicas) e em contato direto com a população residente. A área pertencente ao município de Porto União fica localizada no Parque Municipal Monge João Maria, que possui um fragmento de mata ombrófila mista que abrange aproximadamente 50 hectares (Figura 1).

Em cada uma das áreas de estudo, foram selecionados três indivíduos adultos de *P. cattleianum* com altura e Diâmetro da Altura do Peito (DAP) aproximadamente similares. Para cada um dos indivíduos escolhidos, foram coletados exemplares de ramos para a identificação. Posteriormente, foram depositados no Herbário da Universidade Estadual do Paraná (Unespar) - *Campus* de União da Vitória.

Espécie estudada

P. cattleianum é uma planta arbórea medindo cerca de 3-6 metros de altura, com copa rala e irregular. Seu fruste é tortuoso com casca lisa e descamante. A madeira é compacta, resistente e com grande durabilidade em lugares secos, ela é usada para produção de cabo de ferramentas, esteios e peças que necessitem de durabilidade (Lorenzi, 2000).

Fruto baga globulosa, glabra e em uma extremidade encontra-se o cálice. Sua polpa é suculenta e adocicada, com várias sementes ósseas. Podem-se encontrar os frutos em duas variedades, vermelhos ou amarelos (Lorenzi, 2000). Porém, no trabalho de Rocha *et al.* (2008) levantou-se a hipótese de que não se tratam apenas de variedades, mas sim de táxons distintos. Por segurança neste estudo apenas se utilizou espécimes de frutos vermelhos.

A partir de observações em campo as flores foram descritas como actinomorfas, com o perianto



Figura 1. Área com fragmento de mata, Parque Municipal Monge João Maria, Porto União, SC.
Fonte: Google Earth, 2015.

formado por cinco pétalas ovais brancas e sépalas fusionadas, as quais se dividem na antese da flor. As flores são hermafroditas. O androceu é formado por inúmeros estames, os filetes próximos das pétalas são maiores que os próximos do carpelo, mas nenhum ultrapassa o seu tamanho. As anteras são rimosas. O pólen é amarelo e abundante. De acordo com Fidalgo & Kleinert (2009) o gineceu é formado por um carpelo seco, de cor verde, e com estigma subcapitado e trilobado, o qual é receptivo durante todo o dia da antese. Não há néctar. As flores possuem odor adocicado e os osmóforos ficam localizados nas anteras.

Visitantes florais

As observações focais e a captura dos insetos visitantes florais foram realizadas uma vez por semana em cada área, durante 40 dias (período de floração), totalizando seis coletas por área. Cada indivíduo de *P. cattleianum* foi observado por 80 minutos por dia, em sessões de 20 minutos, das 9 às 18 horas no horário de verão. A cada coleta, a ordem das observações variava para que se pudesse observar cada indivíduo em diversos horários do dia até o fim do estudo.

Os visitantes florais de *P. cattleianum* foram coletados diretamente das flores com auxílio de rede entomológica (do tipo puçá) com alcance de 1,20 m e escada de 3,30 m. Foram coletados apenas os visitantes que tocaram as partes reprodutivas das flores. Os insetos capturados foram armazenados em frascos limpos devidamente etiquetados e posteriormente levados ao laboratório, onde foram montados com alfinetes entomológicos, portando etiquetas com seus respectivos dados (local, coletor, data). Todo o material foi depositado na Coleção Entomológica da Unespar - *Campus* União da Vitória.

Para analisar a diversidade α , foi utilizado o número total de espécies (S), índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e o equitabilidade de Pielou (J). Além disso, para comparar as diferenças entre as abundâncias nas diferentes áreas, utilizou-se o

teste t Student ($p \leq 0,05$). Foi apenas utilizada a abundância das abelhas para as análises.

Para testar a normalidade dos conjuntos de dados obtidos em ambas as áreas, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk ($p \geq 0,005$). Os dados não se encontravam conforme os pressupostos de normalidade e homogeneidade, portanto foram logaritmizados. Todos os cálculos foram realizados no *software* R, versão 2.13.0 (R Development Core Team, 2013).

Biologia reprodutiva

Para o estudo da biologia reprodutiva, utilizaram-se seis indivíduos (três em cada área, todos com a mesma quantidade de tratamentos). Os botões em pré-antese submetidos aos testes foram isolados com sacos de tecido do tipo organza. Foram realizados os seguintes testes: 1) Autopolinização manual ($n=50$): botões em pré-antese foram emasculados e com auxílio de um pincel foram manualmente polinizados com seu próprio pólen; 2) Autopolinização espontânea ($n=50$): botões foram apenas ensacados; 3) Apomixia ($n=50$): efetuou-se a retirada de todas as partes florais, deixando apenas o ovário da flor; 4) Polinização natural ($n=360$): flores marcadas e mantidas sob condições naturais. Todos foram acompanhados até a maturação dos frutos ou abscisão das flores. A biologia reprodutiva foi estimada pela razão fruto maduro/flor.

RESULTADOS

Visitantes florais

Foram coletados 113 espécimes de insetos distribuídos entre quatro ordens de insetos: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera e Hymenoptera (Tabela 1). Na área com fragmento, foi coletado um total de 72 indivíduos, e, na área urbana, 41; não foi coletado nenhum lepidóptero. A ordem mais

representativa nas duas áreas foi Hymenoptera, com destaque para as abelhas.

O valor da abundância das abelhas na área com fragmento de mata foi mais alto que na área urbana (Tabela 2). Contudo, essa diferença entre os ambientes não se mostrou estatisticamente significativa ($p=0,354$). Nos índices utilizados para análise de diversidade α , todos os resultados da área com fragmento se mostraram maiores quando comparados com a área urbana (Tabela 3). A composição de abelhas foi semelhante nas duas áreas, com exceção do gênero *Hyleaus*, que foi coletada apenas na área com fragmento.

Biologia reprodutiva

Os testes de autopolinização espontânea e manual produziram frutos que ultrapassaram os valores de polinização natural, diferentemente do que ocorreu com o teste de apomixia, em que nenhum fruto foi formado (Tabela 4). As frutificações obtidas pelos testes de polinização natural foram maiores na área com fragmento de mata.

Tabela 1. Abundância dos insetos visitantes florais presentes no araçá, em área urbana e com fragmento.

Visitantes florais	Fragmento	Urbana
Abelhas	54	30
Formigas	2	0
Vespas	1	1
Moscas (Sirfídeos)	10	2
Besouros	5	6
Borboletas	0	2

Tabela 2. Abundância das abelhas (nível de gênero), em área urbana e com fragmento.

Apidae (Hymenoptera)	Fragmento	Urbana
<i>Apis</i> (<i>Apis mellifera</i>)	16	12
<i>Augochloropsis</i>	4	1
<i>Bombus</i> (<i>Bombus</i> (<i>Fervidobombus</i>) <i>morio</i>)	2	3
<i>Centris</i>	1	1
<i>Hyleaus</i>	18	0
<i>Pebleia</i>	1	2
<i>Tetragonisca</i> (<i>Tetragonisca angustula</i>)	12	11

Nota: Os nomes entre parênteses "()" representam abelhas identificadas até espécie.

DISCUSSÃO

Visitantes florais

Os insetos são os principais polinizadores das florestas tropicais, principalmente as abelhas (Bawa, 1990); além disso, grande parte das culturas mais importantes do mundo é polinizada efetivamente por insetos nativos (Klein *et al.*, 2007). Para o Brasil, os visitantes frequentes de Myrtaceae são da ordem Hymenoptera, Coleoptera e Diptera (Proença & Gibbs, 1994; Silva & Pinheiro, 2007).

Os atributos florais do araçá direcionam para uma síndrome melitofila (Faegri & Van der Pijl, 1971), porém, além do conceito de síndrome direcionar para um grupo de polinizadores, as plantas podem ser visitadas por uma gama de visitantes florais generalistas (Ollerton *et al.*, 2009). A indisponibilidade de néctar na flor restringe a presença de polinizadores, que o usam exclusivamente como alimento, como as borboletas, mariposas e algumas moscas (Faegri & Van der Pijl, 1971). Com certeza, a presença das poucas borboletas ocorreu por acidente. O pólen não foi o único recurso coletado, os besouros também se alimentavam das pétalas.

Todos os índices de diversidade α apresentaram maior valor na área com fragmento, o que corrobora os resultados dos trabalhos de Steffan-Dewenter & Tscharrntke (1999), Boti (2001) e Klein *et al.* (2007, 2008). Segundo Klein *et al.* (2007), mesmo pequenos fragmentos podem ter uma maior riqueza e abundância de visitantes florais do que em áreas totalmente degradadas, pois áreas naturais fornecem uma maior abundância e riqueza de

espécies florais (maior disponibilidade de óleos, resinas, pólen e néctar) e maior quantidade de recursos para nidificação (produtos de origem vegetal, cavidades em rochas e madeira, etc.) (Murray *et al.*, 2009).

A exclusividade do gênero *Hyleaus* na área de fragmento pode ser explicada pelo seu hábito de nidificação: espécies desse gênero são solitárias e nidificam em cavidades preexistentes de madeira, que são mais disponíveis em área de mata (Morato & Campos, 2000). O conhecimento dos polinizadores é fundamental para as estratégias de conservação das espécies envolvidas, pois se sabe que as alterações no meio ambiente afetam as interações entre animais e plantas (Forup *et al.*, 2008), o que causa possivelmente efeito cascata sobre as populações e as espécies com as quais se relacionam direta ou indiretamente (Pimm *et al.*, 1991).

Biologia reprodutiva

Como esperado, os testes de apomixia não geraram nenhum fruto. A apomixia é um processo

Tabela 3. Valores dos índices utilizados para avaliar diversidade α . Número total de espécies (S), diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J) de abelhas coletadas no araçá em área urbana e com fragmento.

Diversidade α	Fragmento	Urbana
Número total de espécies	7,00	6,00
Diversidade Shannon-Wiener (H')	1,53	1,38
Equitabilidade Pielou (J')	0,79	0,77

Tabela 4. Porcentagem do número de frutos maduros formados a partir dos testes de polinização natural (área urbana e área com fragmento), autopolinização manual, autopolinização espontânea e apomixia.

Tratamento	Indivíduos	Flores	Frutos
	n	n	%
Polinização natural			
Área com fragmento	3	180	60,5
Área urbana	3	180	49,9
Autopolinização manual	6	50	74,6
Autopolinização espontânea	6	50	75,5
Apomixia	6	50	0,0

reprodutivo de formação de semente sem fertilização, uma propagação clonal. Na natureza, plantas apomíticas são raras, ocorrendo em cerca de 15% das famílias das angiospermas. Das espécies apomíticas conhecidas, 75% estão nas famílias Poaceae, Asteraceae e Rosaceae (Dall'agnol & Schifino-Wittmann, 2005). A apomixia é responsável por garantir o sucesso reprodutivo em perturbações ecológicas, por isso é mais comum em plantas autoincompatíveis (Barret, 2008).

Houve a produção de frutos a partir de autopolinização (manual e espontânea), o que mostra que *P. catlleianum* é autocompatível. Em outro estudo, Fidalgo e Kleinert (2009) constataram que o araçá é xenogâmico facultativo. A autopolinização ocorre com outras espécies pertencentes à família Myrtaceae (Proença & Gibbs, 1994; Silva & Pinheiro, 2007) e em espécies do mesmo gênero, como *Psidium firmum* Berg (Proença & Gibbs, 1994) e *P. guajava* (Boti, 2001). Segundo Nic Lughadha & Proença (1996), os relatos de autocompatibilidade em Myrtoidea são muito mais numerosos quando comparados aos de autoincompatibilidade.

As formas para se evitar autopolinização vão desde a autoincompatibilidade genética até as características fisiológicas (dicogamia) e morfológicas (hercogamia e heteromorfia) da planta e da flor (Gonçalves & Lorenzi, 2011). As flores do araçá não apresentam nenhuma dessas características morfológicas, e, por isso, tanto as anteras rimosas como o pólen abundante favorecem a autopolinização. Não existem estudos sobre receptividade do estigma e viabilidade dos grãos de pólen do araçá, porém, na goiaba (*P. guajava*), a viabilidade do pólen

e a receptividade do estigma ocorrem simultaneamente, e 98% do pólen são viáveis depois da abertura da flor (Singh & Sehgal, 1968; Boti, 2001). Segundo Qu *et al.* (2007), plantas entomófilas podem ser autopolinizadas pela ação indireta do vento, processo que pode ocorrer pelo transporte direto do vento ou pela vibração dos estames que causa dispersão do pólen. Porém, para elucidar essas questões, em *P. cattleianum*, o ideal seria a realização de estudos mais detalhados de morfologia floral, viabilidade de estigma e pólen, observações focais das plantas e comportamento dos polinizadores.

Além de a autopolinização estar presente, ela superou os valores de polinização natural. Dos visitantes florais observados, muitos são pequenos quando comparados às flores e retiram o pólen das anteras sem tocar no estigma, apresentando comportamento de pilhadores. Fidalgo & Kleinert (2009) também observaram que muitos dos visitantes florais do araçá eram abelhas pequenas que apenas pilhavam o pólen das flores. Neste estudo, apenas *Bombus morio* Swederus e *Megachile* sp. foram considerados polinizadores. A presença de muitos pilhadores, além de não favorecer a polinização, pode reduzir a quantidade de pólen disponível. Segundo Ashman *et al.* (2004), a redução da quantidade ou da qualidade de pólen reduz o sucesso reprodutivo.

Com relação ao número de frutos produzidos após o processo de polinização, a baixa diferença (10,6%) entre fragmento de mata e área urbana está de acordo com o esperado, considerando-se os altos valores de autopolinização encontrados para os indivíduos amostrados, o que demonstra que a espécie apresenta boa adaptação ao ambiente urbano. Esse fato não deve, entretanto, ser utilizado para justificar a não preservação de ambientes naturais ou remanescentes florestais. Embora o sistema de polinização autocompatível da espécie permita seu bom desenvolvimento reprodutivo em áreas urbanas, foi avaliada, neste estudo, apenas a produção de frutos, sem considerar sua qualidade e de suas sementes.

Além disso, as características do fruto de *P. cattleianum* - frutos carnosos e coloração atraente -,

bem como das Mirtáceas de modo geral estão tipicamente relacionadas ao sistema de dispersão zoocórico (Gressler *et al.*, 2006). Nesse sentido, associada a essa espécie, encontra-se uma série de organismos (várias espécies de aves e mamíferos) responsáveis pela dispersão de seus diásporos e consequentemente pela continuidade da espécie. Esses agentes dispersores são, portanto, essenciais para a preservação de populações de *P. cattleianum*. Essas considerações justificam a conservação de remanescentes florestais para a manutenção da diversidade genética e abundância populacional dessa espécie.

CONCLUSÃO

Como não houve um aumento significativo na produção de frutos do araçá entre a área urbana e o fragmento de mata, conclui-se que a planta aqui estudada é autocompatível autônoma, e muitos dos visitantes florais se comportam como pilhadores. Porém, a inexistência de diferenças no sucesso reprodutivo não dispensa a importância da manutenção dos remanescentes florestais, uma vez que a abundância e a diversidade de visitantes florais no araçá aumentaram significativamente. Além disso, fragmentos são importantes refúgios para os mais variados animais em áreas urbanas, que podem ser polinizadores e dispersores de sementes de uma variedade de plantas nativas e exóticas.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Laércio Peixoto do Amaral Neto pelas sugestões e pela correção do *abstract*. Também à Ms. Franciélli Cristiane Gruchowski Woitowicz e ao Dr. Bolívar Rafael Garcete Barrett pelo auxílio na identificação das abelhas.

REFERÊNCIAS

Aleixo, K.P.; Faria, L.B.; Garófalo, C.A.; Imperatriz Fonseca, V.L. & Silva, C.I. (2013). Pollen collected and foraging activities of *Frieseomelitta varia* (Lepelletier) (Hymenoptera: Apidae) in a urban landscape. *Sociobiology*, 60(3):266-6.

- Alves, G.R.; Peruchi, A. & Agostini, K. (2010). Polinização em área urbana: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae). *Bioikos*, 24(1):31-41.
- Ashman, T.; Knight, T.M.; Steets, J.A.; Amarasekare, P.; Burd, M.; Campbell, D.R. *et al.* (2004). Pollen limitation of plant reproduction: Ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*, 85(9):2408-21.
- Barrett, S.C.H. (2008). Major evolutionary transitions in flowering plant reproduction: An overview. *International Journal of Plant Sciences*, 169(1):1-5.
- Bawa, K.S. (1990). Plants-pollinator interactions in tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21:399-422.
- Boti, J.B. (2001). *Polinização entomófila da goiabeira (Psidium guajava L., Myrtaceae): influência da distância de fragmentos florestais em Santa Teresa, Espírito Santo*. Dissertação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa.
- Dall'agnol, M. & Schifino-Wittmann, M.T. (2005). Apomixia, genética e melhoramento de plantas. *Revista brasileira de Agrociência*, 11(2):127-33.
- Faegri, K. & Van Der Pijl, L. (1971). *The principles of pollination ecology* (2nd ed.). New York: Pergamon Press.
- Fidalgo, A.O. & Kleinnert, A.M.P. (2009). Reproductive biology of six Brazilian Myrtaceae: Is there a syndrome associated with buzz-pollination? *New Zealand Journal of Botany*, 7(4):355-65.
- Figueiredo, R.A.; Oliveira, A.A.; Zacharias, M.A.; Barbosa, S.M.; Pereira, F.F.; Cazela, G.N. *et al.* (2008). Reproductive ecology of the exotic tree *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae) in Southeastern Brazil. *Revista Árvore*, 32(6):993-9.
- Forup, M.L.; Henson, K.S.E.; Craze, P.G. & Memmott, J. (2008). The restoration of ecological interactions: Plant-pollinator networks on ancient and restored heathlands. *Journal of Applied Ecology*, 45:742-52.
- Gibb, H. & Hochuli, D.F. (2002). Habitat fragmentation in an urban environment: Large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biological Conservation*, 106:91-100.
- Gonçalves, E.G. & Lorenzi, H. (2011). *Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares* (2^a ed.). São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- Gressler, E.; Pizo, M.A. & Morellato, P.C. (2006). Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(4):509-30.
- Klein, A.M.; Vaissie, B.E.; Cane, J.H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S.A.; Kremen, C. *et al.* (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings the Royal of Society*, 274:303-13.
- Klein, A.M.; Cunningham, S.A.; Bos, M. & Steffan-Dewenter, I. (2008). Advances in pollination ecology from tropical plantation crops. *Ecology*, 89(4):935-46.
- Lorenzi, H. (2000). *Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: árvores brasileiras* (4^a ed.). São Paulo: Nova Odessa.
- McKinney, M.L. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11:161-176.
- Morato, E.F. & Campos, L.A.O. (2000). Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(2):429-44.
- Murray, T.E.; Kuhlmann, M. & Potts, S.G. (2009). Conservation ecology of bees: Populations, species and communities. *Apidologie*, 40:211-36.
- Nic Lughadha, E. & Proença, C.E.B. (1996). A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 83:480-503.
- Ollerton, J.; Alarco, R.; Waser, N. M.; Price, M.V.; Watts, S.; Cranmer, L. *et al.* (2009). A global test of the pollination syndrome hypothesis. *Annals of Botany*, 103(9):1-10.
- Pimm, S.L.; Lawton, J.H. & Cohen, J.E. (1991). Food web patterns and their consequences. *Nature*, 350:669-74.
- Proença, C.E.B. & Gibbs, P.E. (1994). Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytologist*, 126:343-54.
- Qu, R.; Li, X.; Luo, Y.; Dong, M.; Xu, H.; Chen, X. *et al.* (2007). Wind-dragged corolla enhances self-pollination: A new mechanism of delayed self-pollination. *Annals of Botany*, 100(6):1155-64.
- R Development Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available from: <<http://www.R-project.org>>. (cited: 2 Apr. 2013).
- Reitz, R. & Klein, R. M. (1997). *Mirtáceas (Flora Ilustrada Catarinense)*. Itajaí: Herbário.
- Rocha, L.D.; Pressler, K.H.; Pegorini, F.; Farias, V. & Maranhão, L.T. (2008). Estudo anatômico comparativo da casca do caule do araçá-vermelho e araçá-amarelo, *Psidium cattleianum* Sabine, Myrtaceae. *Acta Botânica Brasileira*, 22(4):1114-22.
- Silva, A.L.G. & Pinheiro, M.C.B. (2007). Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta Botânica Brasileira*, 21(1):235-47.
- Singh, R. & Sehgal, O. P. (1968). Studies on the blossom-biology of *Psidium guajava* L. (guava) II. Pollen studies, stigmatal receptivity pollination and fruit-set. *Indian Journal of Horticulture*, 25(1-2):52-9.
- Steffan-Dewenter, I. & Tschardt, T. (1999). Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. *Oecologia*, 121:432-40.
- Zanette, L.R.S.; Martins, R.P. & Ribeiro, S.P. (2005). Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. *Landscape and Urban Planning*, 71(2-4):105-21.

Recebido: setembro 3, 2015

Versão final: março 8, 2016

Aprovado: março 22, 2016