

Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) em área de mata atlântica em Joinville, Santa Catarina

Bee species diversity (Hymenoptera: Apidae) in a rain forest area at Joinville, Santa Catarina

Enderlei Dec¹

Denise Monique Dubet da Silva Mouga²

Universidade de São Paulo
Pós-Graduação em Entomologia
Av. Bandeirantes, n. 3.900 – Monte Alegre
CEP 14040-900 – Ribeirão Preto, SP, Brasil
Autor para correspondência: enderlei@hotmail.com

RESUMO

Realizou-se um levantamento da apifauna do Parque Ecológico Prefeito Rolf Colin, utilizando pratos-armadilha, iscas aromáticas e redes entomológicas, de janeiro a dezembro de 2012. Foram amostradas 557 abelhas de 49 espécies, sendo 85 nos pratos-armadilha, 71 com iscas aromáticas, 223 com redes entomológicas e 178 apenas registradas. Capturaram-se as subfamílias Apinae (68,22% de abundância), Halictinae (29,44%) e Megachilinae (2,34%), com 18, 24 e seis espécies, respectivamente. Para Euglossina, o eugenol atraiu todas as espécies coletadas, vanilina apenas duas, eucaliptol uma e as demais nenhuma (cinamato de metila, salicilato de metila e acetato de benzila). Foram coletadas 23 espécies de plantas visitadas, sendo as mais procuradas *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski, *Inga marginata* Willd. e *Calathea communis* Wand & S. Vieira. As abelhas interagiram com *Euterpe edulis* Martius, *Geonoma gamiova* Barb. Rodr. e *Begonia campos-portoana* Brade, espécies ameaçadas ou endêmicas, esta última visitada por *Ariphanarthra palpalis* Moure, 1951 e *Augochlorodes vachali* Gonçalves & Melo, 2008. *Eulaema* (*Apeulaema*) *cingulata* Fabricius, 1804 e *Megachile* (*Trichurochile*) *cachoeirensis* Schrottky, 1920 representam novos registros para Santa Catarina. Os índices de diversidade e equabilidade mostram melhor distribuição e homogeneidade das espécies nas estações quentes e similaridade maior com ambientes de floresta ombrófila densa baixa e submontana.

Palavras-chave: Apifauna; estudo de comunidades; Parque Ecológico Rolf Colin; sul do Brasil.

ABSTRACT

Aiming to know the bee species assembly, a survey was carried out at Rolf Colin Ecologic Park, using pan traps (pt), aromatic baits (ab) and entomological nets (en), from January to December 2012. We sampled 49 species and 557 individuals (85 pt, 71 ab, 223 en, 178 only registered). Subfamilies of Apidae sampled were, in order of abundance: Apinae (68.22 %), Halictinae (29.44 %) and Megachilinae (2.34 %) (18, 24 and 6 species, respectively). Euglossina trap baits with eugenol attracted all species collected, vanillin two, eucalyptol one and the others, none (methyl cinnamate, methyl salicylate and benzyl acetate). We sampled 23 species of plants visited by bees. The most visited were *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski, *Inga marginata* Willd and *Calathea communis* Wand & S. Vieira. Bees interacted with *Euterpe edulis* Martius, *Geonoma gamiova* Barb. Rodr. and *Begonia campos-portoana* Brade, threatened or endemic species, the latter visited by *Ariphanarthra palpalis* Moure, 1951 and *Augochlorodes vachali* Gill & Melo, 2008. *Eulaema* (*Apeulaema*) *cingulata* Fabricius, 1804 and *Megachile* (*Trichurochile*) *cachoeirensis* Schrottky 1920 represent new records for SC. Indices of diversity and evenness showed better distribution and homogeneity of species in warm season. Similarity with lowland and submontane dense rain forest environments was higher.

Keywords: Apifauna; communities study; Rolf Colin Ecological Park; southern Brazil.

Recebido: 26 fev. 2014

Aceito: 2 jun. 2014

¹ Pós-Graduação em Entomologia, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

² Universidade da Região de Joinville (Univille), Joinville, SC, Brasil.

INTRODUÇÃO

Atualmente restam poucos remanescentes florestais da mata atlântica em relação à sua extensão original. Por essa razão, esse bioma, um dos 34 *hotspots* de biodiversidade do mundo, é considerado um dos mais ameaçados do planeta (GONÇALVES, 2002). Em Santa Catarina (SC), por onde se estende a fração meridional da mata atlântica, observa-se na parte nordeste do estado uma vegetação primária bastante exuberante. Como no restante do litoral catarinense, ocorre uma forte pressão antrópica sobre os ecossistemas associados a tal formação vegetal, notadamente a decorrente da especulação imobiliária e da expansão do tecido urbano, pressão sensivelmente superior àquela relativa à expansão de atividades agropecuárias, não podendo ser subestimada quando da adoção de políticas públicas voltadas para a conservação da mata atlântica (MEDEIROS, 2002).

As abelhas, pela polinização que ensinam, prestam um serviço ambiental valioso, contribuindo para a manutenção da biodiversidade (KEVAN, 1999), serviço considerado de extrema importância para a manutenção dos seres vivos e benefício para a sociedade (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.* 2012). A fragmentação das florestas, no entanto, pode reduzir o número desses agentes, afetando toda a biota (TONHASCA JR., 2005).

Relativamente poucos levantamentos de abelhas foram feitos em áreas de floresta ombrófila densa (FOD) em comparação com ambientes de vegetação aberta (GONÇALVES; BRANDÃO 2008). Em Santa Catarina, os trabalhos realizados até o momento envolvendo coletas em áreas de interior e/ou borda de FOD incluem Mougá (2004), Essinger (2005), Cascaes (2008), Mougá e Noble (2009), Mougá e Krug (2010) e Mougá *et al.* (2012). O objetivo deste trabalho foi fazer um inventário da apifauna em FOD submontana e seus recursos tróficos em Joinville (SC).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo desenvolveu-se na unidade de conservação (UC) Parque Ecológico (PEc) Prefeito Rolf Colin, situada no município de Joinville, SC (26°28'84.90" S, 48°84'52.15" W), com área de 16,3 km², altitude aproximada de 140 metros. O clima predominante é do tipo (Cfa) subtropical mesotérmico úmido sem estação seca (KÖPPEN, 1948), com precipitações ao longo de todo o ano e temperatura média anual de 22,5°C³. A UC apresenta cobertura vegetal de FOD submontana (figura 1), está implantada em área que cobre as encostas da serra do mar e a planície quaternária, abrangendo as nascentes do Rio Piraí, e se encontra bem preservada, havendo roçamento esporádico em algumas áreas circunvizinhas às construções e em bordas da floresta. Efetuaram-se as coletas tanto no interior quanto na borda da floresta. As abelhas foram coletadas ativamente com redes entomológicas, armadilhas de Moericke (1955), modificadas para bandejas plásticas (Ø 15 cm, profundidade 3 cm), também denominadas “prato-armadilha” (16 unidades, sendo quatro para cada cor: branco, azul, amarelo e rosa), dispostas em áreas na borda da floresta (figura 2), e com iscas aromáticas, uma para cada composto utilizado (eugenol, cineol, vanilina, acetato de benzila, cinamato de metila e salicilato de metila), distando aproximadamente 5 metros entre elas e 1,5 metro do solo. A cada coleta, as armadilhas eram expostas no mesmo local, dentro do transecto percorrido no interior da floresta (figura 3). As coletas aconteceram nas áreas florestadas e nas áreas abertas da UC, entre janeiro e dezembro de 2012, quinzenalmente, das 8h às 18h. No total houve 24 coletas, chegando a 240 horas de esforço-captura (um coletor). As plantas visitadas pelas abelhas em busca de recursos foram recolhidas.

³ Dados comunicados pela Estação Meteorológica da Univille para o ano 2011.

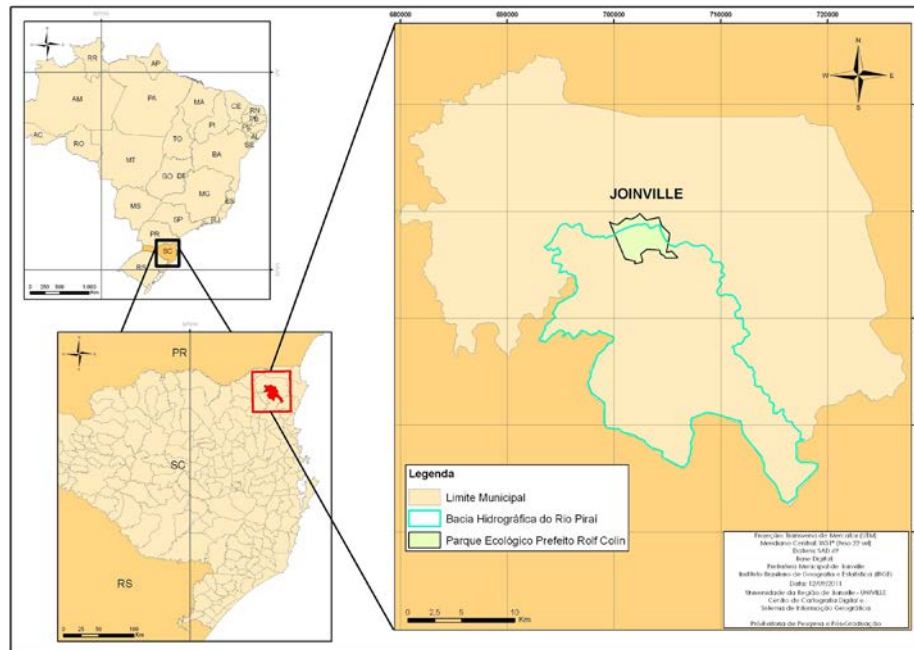


Figura 1 – Parque Ecológico Prefeito Rolf Colin, município de Joinville, SC. Fonte: Centro de Cartografia Digital e Sistema de Informação Geográfica da Univille.



Figura 2 – Armadilhas de Moericke dispostas na borda da floresta, oferecidas em diferentes cores.



Figura 3 – Iscas armadilhas feitas com garrafas PET para a captura de abelhas Euglossina (nos círculos em vermelho).

Anotaram-se o horário, o local e o número que cada abelha capturada recebeu e das plantas visitadas. A espécie de abelha exótica *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 foi registrada em campo e quantificada por estimativa visual. Após a coleta, todos os indivíduos de Apidae foram sacrificados, acondicionados, transferidos ao Laboratório de Abelhas da Univille (Label), preparados e identificados, assim como as plantas visitadas. Os espécimes encontram-se depositados na Coleção de Referência de Apidae (Crabeu) e no Herbário do Label. Abelhas e plantas foram caracterizadas qualitativa e quantitativamente, em número de indivíduos (abundância) e número de espécies (riqueza). Construiu-se a curva de acumulação de espécies (COLWELL; CODDINGTON, 1994), e calcularam-se (programa Excel) os índices de diversidade de Shannon-Wiener (KREBS, 1978), de equabilidade (PIELOU, 1977), de Sorensen (KREBS, 1989) e os estimadores de riqueza não paramétricos *jackknife 1* e *jackknife 2* (PALMER, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostraram-se 557 espécimes, dos quais foram coletados 378, distribuídos entre três das cinco subfamílias presentes no Brasil, totalizando 48 espécies nativas (tabela 1) e a exótica *Apis mellifera*. A subfamília Apinae foi a mais abundante (68,22% dos indivíduos amostrados – 18 espécies), seguida de Halictinae (29,44% – 24) e Megachilinae (2,34% – 6). A espécie de abelha sem ferrão *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 foi a mais abundante (113 indivíduos amostrados), seguida de *Dialictus* spp. (85) e *Eufriesea violacea* Blanchard, 1840 (42). Não foram encontrados exemplares de Colletinae e Andreninae, grupos típicos de mata de araucária ou ambientes secos, respectivamente, de acordo com Silveira *et al.* (2002), possivelmente pelo fato de a área de estudo se constituir em interior de ambiente de floresta úmido.

Tabela 1 – Espécies de abelhas coletadas no PEc Prefeito Rolf Colin, Joinville (SC), entre janeiro e dezembro de 2012. Os números referem-se à quantidade de indivíduos amostrados. Legenda: RE = rede entomológica; PA = prato-armadilha; IA = isca aromática.

Espécie	RE	PA	IA	TOTAL
APINAE				
<i>Bombus (Fervidobombus) brasiliensis</i> Lepeletier, 1836	13			13
<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> Swederus, 1787	8			8
<i>Eufriesea violacea</i> Blanchard, 1840			42	42
<i>Euglossa (Glossura) annectans</i> Dressler, 1982			24	24

continua...

Continuação da tabela 1

Espécie	RE	PA	IA	TOTAL
<i>Euglossa (Glossura) iopoecila</i> Dressler, 1982			1	1
<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> Fabricius, 1804			1	1
<i>Partamona helleri</i> Friese, 1900	2			2
<i>Plebeia droryana</i> Friese, 1900	30			30
<i>Plebeia remota</i> Holmberg, 1903	12			12
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	49			49
<i>Lophopedia pygmaea</i> Schrottky, 1902	1			1
<i>Paratetrapedia fervida</i> Smith, 1879	3			3
<i>Paratetrapedia volatilis</i> Smith, 1879	1			1
<i>Ceratina (Ceratinula) sp. 01</i>	1			1
<i>Ceratina (Ceratinula) sp. 02</i>	1			1
<i>Ceratina (Crewella) sp. 01</i>	5	1		6
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) brasiliatorum</i> Linnaeus, 1767	5			5
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> Olivier, 1789	1			1
HALICTINAE				
<i>Ariphanarthra palpalis</i> Moure, 1951	4		2	6
<i>Augochlora sp. 01</i>	9			9
<i>Augochlora sp. 02</i>	7			7
<i>Augochlora sp. 03</i>	2	1		3
<i>Augochlora sp. 04</i>	5			5
<i>Augochlora sp. 05</i>	5			5
<i>Augochlora sp. 06</i>	8			8
<i>Augochlora sp. 07</i>	4			4
<i>Augochlora sp. 10</i>	3			3
<i>Augochlora sp. 11</i>	4			4
<i>Augochlorella ephyra</i> Schrottky, 1910	1			1
<i>Augochlorella cf. stenothoracica</i> Coelho, 2004	2			2
<i>Augochlorodes vachali</i> Gonçalves & Melo, 2008	2			2
<i>Augochloropsis sp. 02</i>	3			3
<i>Augochloropsis sp. 03</i>	1			1
<i>Augochloropsis sp. 06</i>	1			1
<i>Augochloropsis sp. 08</i>	2			2
<i>Augochloropsis sp. 13</i>	1			1
<i>Augochloropsis sp. 14</i>	1			1
<i>Dialictus spp.</i>	3	82		85
<i>Neocorynura aenigma</i> (Gribodo, 1894)	1		1	2
<i>Neocorynura oiospermi</i> (Schrottky, 1909)	4			4
<i>Pseudaugochlora indistincta</i> Almeida, 2008	2			2
<i>Ptilocleptis cf. eickwort</i> Michener, 1978	2	1		3
MEGACHILINAE				
<i>Anthodiotes megachiloides</i> Holmberg, 1903	1			1
<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853	1			1
<i>Megachile (Moureapis) pleuralis</i> Vachal, 1909	1			1
<i>Megachile (Pseudocentron) nudiventris</i> Smith, 1853	8			8
<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 01</i>	1			1
<i>Megachile (Trichurochile) cachoeirensis</i> Schrottky, 1920	1			1
Total	223	85	71	378

As abelhas foram coletadas em 23 espécies botânicas da UC, incluindo plantas do sub-bosque e rasteiras da área (tabela 2). As famílias mais visitadas foram Asteraceae, Fabaceae e Maranthaceae. A espécie botânica mais procurada foi *Sphagneticola trilobata* (Asteraceae), atraindo 17 espécies de abelhas, sendo o gênero *Augochlora* responsável por 56% das visitas. Essa espécie botânica encontrava-se presente na borda da floresta e foi a de maior representatividade para as coletas com rede entomológica (46% das abelhas capturadas com tal técnica). No interior da floresta, a vegetação herbácea é formada em grande parte por *Calathea communis* (Maranthaceae), planta muito visitada por *Bombus brasiliensis* e responsável por 17,4% do total das plantas forrageadas por abelhas.

Tabela 2 – Espécies botânicas visitadas por abelhas, coletadas no PEc Prefeito Rolf Colin, Joinville (SC), entre janeiro e dezembro de 2012.

Família	Espécie
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Martius <i>Geonoma gamiova</i> Barb. Rodr.
Asteraceae	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski <i>Vernonanthura tweedieana</i> (Baker) H. Rob.
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.
Begoniaceae	<i>Begonia campos-portoana</i> Brade <i>Begonia convolvulacea</i> (Klotzsch) A. DC.
Bromeliaceae	<i>Vriesea incurvata</i> Gaudich.
Commelinaceae	<i>Dichorisandra thyrsiflora</i> J.C. Mikan
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd. <i>Senna multijuga</i> subsp. <i>lindleyana</i> (Gardr) H.S. Irwin & Barneby
Lamiaceae	<i>Ocimum carnosum</i> (Spreng.) Link & Otto ex Benth.
Linderniaceae	<i>Torenia fournieri</i> Linden ex E. Fourn.
Maranthaceae	<i>Calathea communis</i> Wand. & S. Vieira
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.
Rosaceae	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.
Rubiaceae	<i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.
Saxifragaceae	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig

As espécies *Plebeia droryana* (Friese, 1900), *Neocorynura aenigma* (Gribodo, 1894), *Paratetrapedia fervida* (Smith, 1879), *Lophopedia pygmaea* (Schrottky, 1902), *Augochloropsis* sp. 02 e *Augochloropsis* sp. 03 foram recolhidas em *Euterpe edulis* Martius e *Geonoma gamiova* Barb. Rodr., plantas abundantes na região das coletas, porém listadas como espécies ameaçadas de extinção. As espécies *Ariphanarthra palpalis* Moure, 1951 e *Ptilocleptis* cf. *eickwort* Michener, 1978, amostradas neste estudo, são apresentadas por Gonçalves e Brandão (2008) como não encontradas em outros domínios da mata atlântica que não fosse floresta ombrófila densa. Juntamente com *A. palpalis*, coletou-se a espécie *Augochlorodes vachali* Gonçalves e Melo, 2008 em flores de *Begonia campos-portoana* Brade, espécie vegetal característica e exclusiva das encostas da serra do mar, endêmica no norte de Santa Catarina (SMITH; SMITH, 1971), que cresce entre as fendas das rochas que permeiam as trilhas no interior da floresta. Também se capturaram espécimes de *A. palpalis* em flores de *Calathea communis* e *Impatiens walleriana*, esta última em áreas abertas de borda de floresta. Verificou-se uma nova ocorrência de Megachilinae para Santa Catarina, a espécie *Megachile*

(*Trichurochile*) *cachoeirensis* Schrottky, 1920, até o presente momento com distribuição descrita apenas para o estado do Espírito Santo (MOURE *et al.*, 2012), coletada em flor de *Vernonia tweediana* (Asteraceae). Observou-se a espécie introduzida *Apis mellifera* em secreções de cochonilhas (meses de janeiro e maio) e em flores de *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski (mês de novembro).

Com a utilização dos pratos-armadilha, recolheram-se 85 indivíduos, sendo a subfamília Halictinae a mais atraída por essa metodologia, especialmente o gênero *Dialictus* (97,6% dos espécimes coletados com tal método). Entre as cores empregadas, os pratos amarelos retiveram 57,5% das abelhas amostradas com essa técnica, dos gêneros *Dialictus*, *Augochlora*, *Ceratina* e *Ptilocleptis*, seguidos dos pratos de cor azul (15,5%), branco (14,6%) e rosa (12,4%), estes apenas com o gênero *Dialictus*. A presença de Halictinae na tabela 1 em prato-armadilha pode ser eventualmente explicada pelo fato de tal metodologia atrair fortemente indivíduos dessa subfamília (KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008). *Ptilocleptis eickwort*, mencionada como espécie restrita a Santa Catarina (MOURE *et al.* 2012), foi coletada no presente estudo por varredura em flores, rede entomológica e pratos-armadilha. Nos levantamentos realizados no Brasil, apenas recentemente os pratos-armadilha têm sido empregados com bons resultados (KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008). Segundo Pinheiro-Machado e Silveira (2006), entretanto, não devem ser utilizados como única técnica de coleta, pois tendem a ser restritos para certos grupos, fato confirmado neste trabalho para o gênero *Dialictus*, do qual se coletaram com rede entomológica apenas três indivíduos na espécie botânica *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.

Com as iscas aromáticas, foram capturados 68 indivíduos de Euglossina, pertencentes a quatro espécies. A captura ocorreu nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e novembro. As espécies mais abundantes foram *Eufriesea violacea* Blanchard, 1840 e *Euglossa annectans* Dressler, 1982, totalizando, juntas, 97% dos indivíduos desse táxon. *Eufriesea violacea* (42 indivíduos machos amostrados) foi coletada apenas no mês de novembro com as essências atrativas. Segundo Dressler (1982), esse gênero é formado por abelhas sazonais, que estão em plena atividade apenas dois meses por ano. Resultados semelhantes quanto ao período de coleta para *E. violacea* são apresentados por Rebêlo e Garófalo (1997) e Sofia e Suzuki (2004).

Os trabalhos elaborados por Essinger (2005) com Euglossina, em mata atlântica do sul de Santa Catarina, e por Steiner *et al.* (2010), na ilha de Santa Catarina, apontam seis espécies para as localidades estudadas; destas, porém, apenas *E. violacea* foi registrada neste trabalho. Entretanto na presente pesquisa encontrou-se a espécie *Eulaema* (Ap.) *cingulata*, táxon ainda não assinalado em estudos anteriores para Santa Catarina. Em dois espécimes de *E. violacea* constatou-se a presença de polinários aderidos na região dorsal do tórax, caracterizando serem visitantes florais de plantas da família Orchidaceae. As abelhas desse grupo apresentam comportamentos e relações específicos com muitas orquídeas (DARRAULT *et al.*, 2006), sendo consideradas importantes polinizadoras de espécies vegetais de ambientes tropicais (TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 1998) e bons indicadores de qualidade ambiental (PERUQUETTI *et al.*, 1999). O composto aromático que atraiu o maior número de espécies de Euglossina foi o eugenol (100%), permitindo também a captura de um indivíduo de Halictinae (*Neocorynura aenigma*), enquanto a vanilina trouxe o maior número de indivíduos de Euglossina (57,1%), além de dois representantes de *Ariphanartra palpalis*. O composto 1,8 cineol causou a aproximação de somente dois espécimes de *E. violacea*, e as demais essências não se mostraram atrativas em nenhum momento. Peruquetti *et al.* (1999), em estudos com abelhas Euglossina na mata atlântica de Viçosa, Minas Gerais, obtiveram resultados semelhantes em relação à atratividade das essências.

A riqueza de espécies amostradas nos meses que compreendem a primavera e o verão representa 92,85% do total amostrado ao longo do ano, corroborando a hipótese de Alves-dos-Santos (2007) de ser possível realizar uma avaliação rápida da apifauna subtropical nos meses de maior intensidade solar.

A diversidade e a equabilidade foram calculadas para o período de 12 meses de coleta e analisadas mês a mês por meio dos índices de Shannon-Wiener (H') e de Pielou (J'), respectivamente (figuras 4 e 5). O índice de diversidade alcançado neste trabalho ($H' = 2,84$) apresentou resultado próximo ao obtido por Silva (2005), que encontrou $H' = 2,95$, 2,18 e 2,69 para as áreas de Cocal do Sul, Criciúma e Nova Veneza, respectivamente, e ao evidenciado por Cascaes (2008), de $H' = 2,97$, ambos aproximadamente a 350 km ao sul da área da presente investigação. Apesar de o PEc Prefeito Rolf Colin superar os resultados de diversidade (H') de Silva (2005) para as localidades de Criciúma e Nova Veneza, quando observado apenas o número de espécies coletadas, nota-se que em Criciúma foram capturadas 97 espécies, e em Nova Veneza, 81, números que representam quase

duas vezes o total amostrado aqui. Cascaes (2008), por sua vez, coletou cinco espécies a menos em relação ao total deste trabalho e obteve seu índice de diversidade superior. Isso se deve ao fato de o cálculo levar em consideração também a equabilidade, ou seja, a abundância de cada espécie, que acaba por influenciar o resultado da diversidade real do local. Schwartz Filho (1993) demonstra a supervalorização da abundância para o índice de Shannon-Wiener quando utiliza seus resultados calculando o H' para o total amostrado e, posteriormente, recalculando com a exclusão da espécie mais abundante, dessa vez obtendo o segundo índice de diversidade significativamente superior ao primeiro. Aqui, apesar do baixo número de espécies coletadas em comparação ao achado por Silva (2005), o índice de diversidade foi próximo ou superior, talvez porque, para muitas espécies, poucos indivíduos foram amostrados e, para poucas espécies, muitos indivíduos foram amostrados.

Quando analisados mensalmente, verifica-se que os índices de diversidade que resultaram em maiores valores se encontram na estação do verão (janeiro $H' = 2,15$, fevereiro $H' = 2,31$, março $H' = 2,16$), enquanto a menor diversidade foi amostrada nos meses de inverno (junho $H' = 0,60$, julho $H' = 0,63$, agosto $H' = 0,38$). No outono e no inverno, o interior da floresta permaneceu com temperaturas frias, pouca luminosidade e baixa oferta de flores, o que reduziu a diversidade de abelhas em atividade.

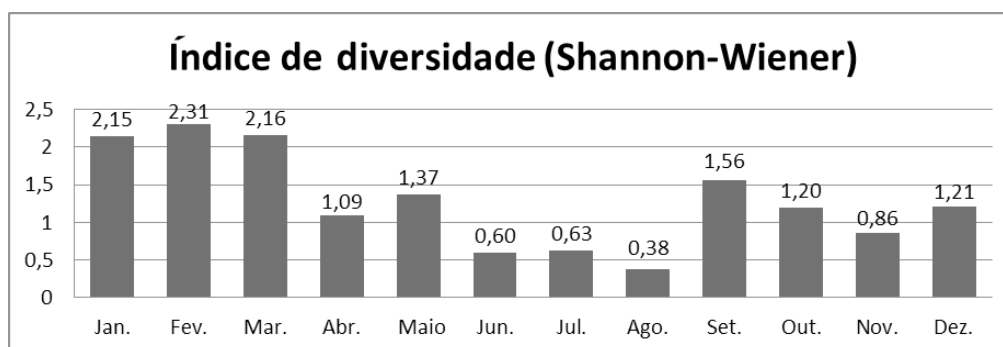


Figura 4 – Índice de diversidade para abelhas no PEc Prefeito Rolf Colin, período de janeiro a dezembro de 2012.

Em relação à equabilidade, o índice de Pielou obtido foi $J' = 0,73$, indicando não haver grande dominância de uma ou poucas espécies nas amostragens realizadas. Entretanto, do total de abelhas capturadas com as redes entomológicas, aquelas com comportamento eussocial representaram 5,98% no interior da floresta, enquanto 54,88% foram coletadas da borda para fora da floresta. As abelhas com comportamento solitário ou comunal, coletadas com a mesma técnica, representaram 16,20% no interior e 22,94% na borda ou fora da floresta. Observa-se que, no interior da floresta, as espécies eussociais não exerceram a atividade de forrageio com a mesma intensidade que em áreas abertas com vegetação herbácea e arbustiva; já abelhas comunais e solitárias estiveram mais bem distribuídas. Essa diferença na atividade de forrageio pode estar relacionada à homogeneidade do número de indivíduos e à distribuição das espécies na área estudada. Espécies e famílias de abelhas têm participações diferentes na comunidade, dependendo do nível de organização social (LAROCA, 1995).

Quando analisada mês a mês, nota-se que a equabilidade de Pielou variou de 0,1 (inverno) a 0,6 (verão). Isso provavelmente ocorre em função de, na primavera e no verão, o número de espécies amostradas de abelhas com comportamento solitário ou comunal ser superior em relação àquele obtido em estações frias, aumentando consequentemente o número de indivíduos desses táxons. As espécies eussociais apresentaram abundância relativamente constante ao longo do ano, diminuindo a possibilidade de dominância de uma ou poucas espécies na primavera e no verão. A variação dos valores do índice de Pielou não tem sido abordada em trabalhos de comunidades de abelhas, embora esteja possivelmente ligada a efeitos de interações interespecíficas.

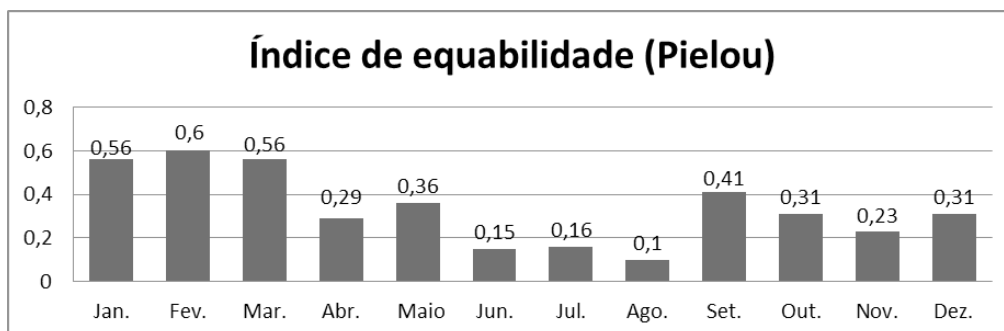


Figura 5 – Índice de equabilidade para abelhas no PEc Prefeito Rolf Colin, período de janeiro a dezembro de 2012.

Pelo gráfico da curva de acumulação (figura 6) é possível verificar que, entre os meses de outono e inverno, houve baixa adição de novas espécies coletadas, retornando a ascensão da curva na primavera. A inclusão de sete novas espécies, coletadas nas estações de primavera e verão, mostra que o ápice da curva, que indicaria o acúmulo total de espécies existentes na localidade, não foi atingido. Santos (2003) sugere que, enquanto as coletas permanecem, sempre há ascensão da curva, pois a captura total das espécies locais é praticamente impossível. Assim, aplicou-se o cálculo dos estimadores de riqueza não paramétricos a fim de verificar quão próximo do esperado os resultados obtidos se encontram.

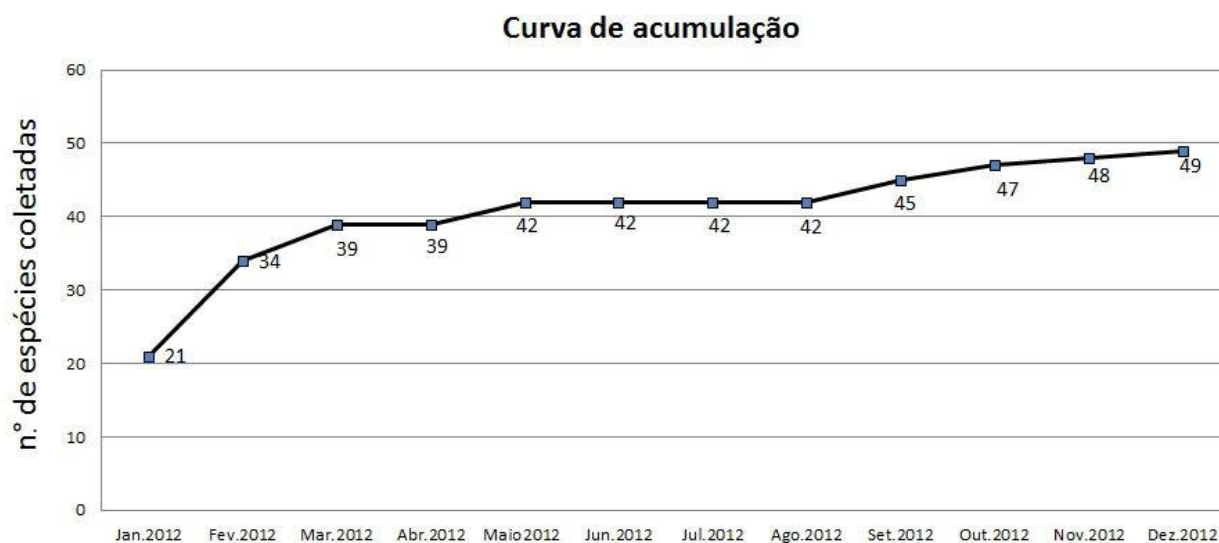


Figura 6 – Curva de acumulação de espécies de abelhas amostradas entre os meses de janeiro e dezembro de 2012, PEc Prefeito Rolf Colin.

A riqueza observada (total de 49 espécies) foi utilizada para o cálculo dos estimadores de riqueza *jackknife* 1 e 2, os quais indicaram valores de 57,62 e 66,75 espécies, respectivamente, para o local. Empregaram-se como parâmetros as espécies que apareceram apenas em uma coleta (*uniques*) ou duas (*duplicates*), o que impede que os resultados sejam afetados pelo número elevado de indivíduos de algumas espécies (COLWELL; CODDINGTON, 1994). O acúmulo atingido pela curva obtida representa 85,04% e 73,41% dos respectivos estimadores. Para alcançar maior diversidade de espécies, têm sido relatadas estratégias complementares: maior esforço de captura, horários amostrais diferenciados para a coleta de espécies crepusculares ou noturnas, oferta de ninhos artificiais, montagem de armadilhas de interceptação de voo (*malaise*) ou disponibilização de alimentos açucarados no sub-bosque (SILVEIRA *et al.*, 2002).

A comparação do local de estudo com demais localidades do sul do Brasil, onde foram feitos levantamentos de abelhas em ambientes de formação vegetal semelhante, ocorreu em nível de gêneros e espécies de abelhas quando possível (tabela 3). A área em estudo evidenciou uma apifauna similar à de trabalhos realizados a, aproximadamente, 170 e 350 km de distância (SILVA, 2005; CASCAES, 2008; STEINER *et al.*, 2010) que apresentam formação de FOD de terras baixas e submontana, assemelhadas às do local estudado. Segundo Heithaus (1979), ambientes próximos, mas com diferentes fitofisionomias, comportam faunas de abelhas bastante distintas, enquanto comunidades de plantas geograficamente distantes, porém fisionomicamente semelhantes, possuem melissofaunas similares. Ressalta-se que o resultado obtido pelo índice de Sorensen leva em consideração o número total de espécies de cada localidade, e portanto as diferentes quantidades de esforço amostral podem acarretar distorções nos resultados quando as localidades apresentam muitas espécies em comum mas uma delas tem um número muito maior de espécies coletadas em função de um maior esforço amostral (PINHEIRO-MACHADO; SILVEIRA, 2006). O fato de os trabalhos efetuados em áreas próximas apresentarem listas de espécies variando de 40 a mais de 280 táxons e o total do presente estudo chegar a 49 espécies pode acarretar uma influência relevante na similaridade dos pares. Entretanto considera-se que o índice de Sorensen mantém a sensibilidade em conjuntos de dados heterogêneos e dá menos peso a *outliers* (McCUNE; GRACE 2002).

Tabela 3 – Similaridade da apifauna amostrada neste estudo com outros realizados em áreas do sul do Brasil. Os autores mencionados estão nas referências. Legenda: FOD = floresta ombrófila densa; IS = índice de Sorensen; Qtde. = representa o número bruto total de gêneros/espécies encontradas pelo autor.

Ambiente	Autor	Local	Coordenadas geográficas	Altitude (m)	Distância aproximada (km)	Gêneros (IS / Qtde.)	Espécies (IS / Qtde.)
Restinga	Kamke, 2006	Palhoça, SC	27°50'S 48°37' W	3	176	0,43 / 25	0,13 / 33
FOD e restinga	Alves-dos-Santos, 1999	Litoral norte do RS	29°20'06"S 49°43'37"W	16	433	0,29 / 70	0,06 / 210
	Feja, 2003	Florianópolis, SC	27°22'-27°50'S 48°25'-48°35'W	3	177	0,29 / 54	0,17 / 56
	Zanella, 1991	Ilha do Mel, PR	25°32' 7"S 48°19' 52"W	4	131	0,43 / 44	0,16 / 61
	Steiner <i>et al.</i> , 2010	Florianópolis, SC	27°22'-27°50'S 48°25'-48°35'W	3	177	0,61 / 61	0,2 / 106
FOD de terras baixas	Laroca, 1974	Alexandra, PR	25°33'S 48°38'W	0-55	117	0,35 / 41	0,15 / 79
	Schwartz Filho e Laroca, 1999	Ilha das Cobras, PR	25°29'W 48°26'S	7,5	140	0,42 / 45	0,19 / 70
	Cascaes, 2008	Maracajá, SC	28°52'51"S 49°27'59"W	30	364	0,42 / 26	0,22 / 27
	Barbola, 2000	Morretes, PR	25°30'S 48°49'W	12	146	0,36 / 45	0,15 / 79
FOD submontana	Silva, 2005	Cocal do Sul, SC	28°36'6"S 49°19'35"W	80-180	346	0,48 / 41	0,22 / 47

CONCLUSÃO

A amostragem de espécies de abelhas nativas não assinaladas, assim como a verificação de ocorrência de plantas endêmicas e de interações destas com a apifauna, acrescenta conhecimento sobre a distribuição geográfica dos táxons e níveis de diversidade em Santa Catarina, além de servir como subsídio para elaborar futuras estratégias quanto ao uso das UCs como instrumentos relevantes para a preservação do meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Aos especialistas Osmar dos Santos Ribas, Juarez Cordeiro e Eraldo Barboza, do Museu Botânico da Cidade de Curitiba, a identificação das plantas; aos especialistas Gabriel Augusto Rodrigues de Melo e Danúncia Urban, da Universidade Federal do Paraná, a ajuda na identificação das abelhas; à Companhia de Saneamento Básico Águas de Joinville o acesso ao local das coletas; à Univille o apoio e a todos que contribuíram para o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

- Alves-dos-Santos I. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Entomologia*. 1999;43(3/4):191-223.
- Alves-dos-Santos I. Estudos sobre comunidades de abelhas no sul do Brasil e proposta para avaliação rápida da apifauna subtropical. *Brazilian Journal of Ecology*. 2007;11(1-2):53-65.
- Barbola IF. Biocenótica de Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita de floresta atlântica, Morretes, Paraná, Brasil, e aspectos da ecologia da polinização de *Stachytarpheta maximiliani* Scham. (Verbenaceae) [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2000.
- Cardoso Sobrinho G. Abelhas e vespas (Hymenoptera, Aculeata) em áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto em Siderópolis, SC [dissertação]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2004.
- Cascaes MF. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e flores visitadas em um fragmento de mata atlântica, no município de Maracajá, Santa Catarina [monografia]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2008.
- Colwell RK, Coddington JA. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*. 1994;345:101-118.
- Darrault RO, Medeiros P, Locatelli E, Lopes AV, Schlindwein C. Abelhas Euglossini (Hymenoptera Apidae) no centro de endemismo Pernambuco. In: Pôrto K, Almeida Cortez J, Tabarelli M (orgs.). *Diversidade biológica e conservação da floresta atlântica ao norte do rio São Francisco*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2006. p. 239-256.
- Dressler RL. Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematic*. 1982;13:373-394.
- Essinger LN. Euglossini (Apidae: Hymenoptera) no sul de Santa Catarina [dissertação]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2005.
- Feja EP. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha de Santa Catarina: um primeiro levantamento da riqueza, aspectos biológicos e relações com plantas melitófilas [monografia]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.
- Gonçalves MA. O colecionador de nascentes. In: Schaffer WB, Prochnow M. *A mata atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira*. Brasília: Apremavi; 2002. p. 129-133.
- Gonçalves RB, Brandão CRF. Diversity of bees (Hymenoptera, Apidae) along a latitudinal gradient in the Atlantic Forest. *Biota Neotropica*. 2008;8(4):51-61.
- Heithaus ER. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. *Ecology*. 1979;60(1):190-202.
- Hoffmann M. Estrutura e importância de uma comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) no Rio Grande do Sul, para a polinização de plantas cultivadas [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1990.

- Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Saraiva AM. Proposta de estratégia e ações para conservação e uso sustentável dos polinizadores no Brasil. In: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM. (orgs.). Polinizadores no Brasil – contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP; 2012. p. 463-476.
- Kamke R. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de restinga no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Palhoça, SC [monografia]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2006.
- Kevan PG. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1999;74:373-393.
- Köppen W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Económica; 1948. 479 p.
- Krebs CJ. Ecological methodology. New York: Harper Collins Publishers; 1989. 654 p.
- Krebs JK. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 2. ed. New York: Harper & Row; 1978. 678 p.
- Krug C, Alves-dos-Santos I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. *Neotropical Entomology*. 2008;37(3):265-278.
- Laroca S. Ecologia: princípios e métodos. Petrópolis: Vozes; 1995. 197 p.
- Laroca S. Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e primeiro-planalto paranaense [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1974.
- Lenzi M, Orth AI, Laroca S. Associação das abelhas silvestres (Hym., Apoidea) visitantes das flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), na Ilha de Santa Catarina (sul do Brasil). *Acta Biológica Paranaense*. 2003;32(1,2,3,4):107-127.
- McCune B, Grace JB. Analysis of ecological communities. Glenden Beach: MJM Publishers; 2002. 304 p.
- Medeiros JD. Mata atlântica em Santa Catarina. Situação atual e perspectivas futuras. In: Schaffer WB, Prochnow M. A mata atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília: Apremavi; 2002. p. 103-110.
- Minussi LC. Potencial de abelhas nativas polinizadoras para a agricultura intensiva no município de Santa Rosa do Sul/ RS [dissertação]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2003.
- Moericke V. Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. *Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie / Journal of Applied Entomology*. 1955;37:29-91.
- Mouga DMDS. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em mata atlântica na região nordeste do estado de Santa Catarina, Brasil [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2004.
- Mouga DMDS, Furtado Noble C, Goudard Bussmann DB, Krug C. Bees and plants in a transition area between atlantic rain forest and araucaria forest in Southern Brazil. *Revue d'Écologie (Terre Vie)*. 2012;67:313-327.
- Mouga DMDS, Krug C. Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em floresta ombrófila densa montana em Santa Catarina. *Zoologia*. 2010;27(1):70-80.
- Mouga DMDS, Noble CF. Interação de abelhas nativas com plantas em área de floresta de transição ombrófila densa para mista em Joinville, Santa Catarina. 3.º Congresso Latino-americano de Ecologia. Anais do 3.º Congresso Latino-americano de Ecologia; 2009; São Lourenço, MG.
- Moure JS, Urban D, Melo GAR. 2012. Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region. 2012 [acesso em 2013 September]. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue/>.
- Palmer MW. Estimating species richness: the second-order jackknife reconsidered. *Ecology*. 1991;72:1512-1513.

Peruquetti RC, Campos LAO, Coelho CDP, Abrantes CVM, Lisboa LCO. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de mata atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Revista Brasileira de Zoologia*. 1999;16(2):101-118.

Pielou EC. *Mathematical ecology*. New York: John Wiley; 1977. 385 p.

Pinheiro-Machado C, Silveira FA (coords.). Surveying and monitoring of pollinators in natural landscapes and in cultivated fields. In: Fonseca VLI, Saraiva AM, Jong DD (eds.). *Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices*. Ribeirão Preto: Holos; 2006. p. 25-37.

Rebêlo JMM, Garófalo CA. Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em matas semidecíduas do nordeste do estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*; 1997. p. 243-255.

Santos AJS. Estimativas de riqueza em espécies. In: Cullen Jr. L, Valdares-Padua C, Rudran R. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: UFPR/Fundação O Boticário; 2003. 652 p.

Schaffer WB, Prochnow M. *A mata atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira*. Brasília: Apremavi; 2002. 156 p.

Schwartz Filho DL. *A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos [dissertação]*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1993.

Schwartz Filho DL, Laroca S. *A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos*. *Acta Biológica Paranaense*. 1999;28:18-101.

Silva M. *Abelhas e plantas melíferas da zona rural dos municípios de Cocal do Sul, Criciúma e Nova Veneza, situados na região carbonífera no sul do estado de Santa Catarina [dissertação]*. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2005.

Silveira FA, Melo GAR, Almeida EAB. *Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação*. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira; 2002. 254 p.

Smith LB, Smith RC. *Flora ilustrada catarinense: begoniáceas*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues; 1971. 128 p.

Sofia SH, Suzuki KM. Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. *Neotropical Entomology*. 2004;33:693-702.

Steiner J, Zillikens A, Kamke R, Feja EP, Falkenberg DB. Bees and melittophilous plants of secondary atlantic forest habitats at Santa Catarina island, Southern Brazil. *Oecologia Australis*. 2010;14(1):16-39.

Tonhasca Jr. A. *Ecologia e história natural da mata atlântica*. Rio de Janeiro: Interciência; 2005. 197 p.

Torezan-Silingardi H, Del-Claro K. Behaviour of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae). *Revista Ciência e Cultura*. 1998;50(4):281-284.

Zanella FCV. *Estrutura da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha do Mel, planície litorânea paranaense, sul do Brasil, com notas comparativas [dissertação]*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1991.