

Diversidade e redes de interação entre abelhas e plantas em áreas de várzea na Floresta Nacional (Flona) de Três Barras – Santa Catarina, Brasil

Diversity and interaction networks between bees and plants in floodplains areas in the National Forest (Flona) of Três Barras – Santa Catarina, Brazil

Patricia Bachniuk **KLOC**¹; Thiago Merighi Vieira da **SILVA**²; Daniela Roberta **HOLDEFER**¹; Favízia Freitas de **OLIVEIRA**³ & Franciélli Cristiane **WOITOWICZ-GRUCHOWSKI**^{3, 4}

RESUMO

A polinização é um serviço ecossistêmico de extrema importância no ambiente natural, garantindo muitos benefícios à biodiversidade e à manutenção dos ecossistemas. O presente trabalho teve como objetivo investigar a diversidade da apifauna e delinear as redes de interações entre espécies de plantas e abelhas em áreas de várzea, na Floresta Nacional de Três Barras (SC, Brasil). Foram selecionadas três áreas de várzeas para a amostragem de abelhas nas flores, cada uma com seis parcelas de 1 ha. As coletas ocorreram durante a primavera e o verão de 2016 e 2017. Coletaram-se 1.656 abelhas, distribuídas em 99 espécies. Apidae foi a família mais abundante e Halictidae a família mais rica em espécies. As espécies mais abundantes foram *Apis mellifera scutellata*, *Melipona (Eomelipona) marginata*, *Plebeia emerina*, *Trigona spinipes*, *Rhophitulus flavitarsis*, *Tetraglossula* sp., *Scaptotrigona bipunctata*, *Bombus (Thoracobombus) pauloensis*. As interações entre as espécies de abelhas e plantas apresentaram um padrão generalista; a rede mostrou-se significativamente aninhada e modular. A comunidade de abelhas nos campos de várzea evidenciou alta riqueza de espécies em comparação a outros levantamentos na Região Sul do Brasil, especialmente se considerarmos que a área de estudo é um ambiente mais restrito. As espécies mais abundantes foram as eussociais, as quais são diversificadas nas florestas neotropicais, com destaque para *Apis mellifera scutellata*, uma espécie exótica, bastante populosa e generalista.

Palavras-chave: abelhas eussociais; aninhamento; Anthophila; *Apis mellifera scutellata*; Meliponini.

ABSTRACT

Pollination is an extremely important ecosystem service in the natural environment, ensuring many benefits to biodiversity and ecosystem maintenance. The present work aimed to investigate the diversity of bee species and to delineate the networks interactions between species of plants and bees in floodplain areas, in the National Forest of Tres Barras (SC, Brazil). Three floodplain areas were selected for the sampling of bees in the flowers, each of them with six plots of 1 ha. Samplings were performed during spring and summer of 2016 and 2017. A total of 1.656 bees was collected, distributed in 99 species. Apidae was the most abundant family and Halictidae, the species richest family. The most abundant species were *Apis mellifera scutellata*, *Melipona (Eomelipona) marginata*, *Plebeia emerina*, *Trigona spinipes*, *Rhophitulus flavitarsis*, *Tetraglossula* sp., *Scaptotrigona bipunctata*, *Bombus (Thoracobombus) pauloensis*. The interactions between bees and plants presented a general pattern, the network was significantly nested and modular. The community of bees in floodplain fields presented a high species richness compared to other surveys in the Brazilian Southern region, especially if one considers that the study area is a more restricted environment. The most abundant species were eusocial, which are diversified in Neotropical forests, especially *Apis mellifera scutellata*, an exotic species, quite populous and generalist.

Keywords: Anthophila; *Apis mellifera scutellata*; eusocial bees; Meliponini; nestedness.

Recebido em: 2 jan. 2019

Aceito em: 25 abr. 2019

¹ Universidade Estadual do Paraná (Unespar), União da Vitória, PR, Brasil.

² Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil.

³ Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Biologia, R. Barão de Jeremoabo, n. 668 – CEP 40170-115, Salvador, BA, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: franciellicgw@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A polinização é um serviço ecossistêmico essencial para a manutenção da biodiversidade, pois garante a reprodução das plantas para formação de frutos e sementes e a promoção do fluxo gênico, que propicia a diversidade genética vegetal e, conseqüentemente, a resistência das diferentes espécies a doenças e mudanças climáticas (RAMALHO & BATISTA, 2005; RICKETTS *et al.*, 2008), garantindo assim a produção de alimentos, a qual é expressa e viabilizada pela manutenção das redes de interações entre animais e plantas. Em outras palavras, o processo de polinização é um dos fenômenos biológicos que garantem a segurança alimentar humana em nível global, sendo considerada um serviço ecossistêmico básico (MACENA, 2011) e com alto valor agregado para a produtividade global, visto que contribui direta ou indiretamente para o bem-estar humano (POTTS *et al.*, 2017).

Dessa forma, a atuação dos polinizadores como componentes importantes da biodiversidade torna-se um dos exemplos de serviços ecossistêmicos mais simples para demonstrar a importância e o valor da conservação da diversidade biológica (ALVES-DOS-SANTOS, 2010), uma vez que muito do que consumimos como alimentos ou usamos para fabricação de ração animal, biocombustíveis, tecidos e fibras, remédios de origem vegetal, entre outros, é diretamente dependente de polinização em mesmo grau. Entre os polinizadores, as abelhas destacam-se nos ecossistemas naturais, sobretudo por sua grande diversidade, ampla distribuição geográfica e interações estreitas com as plantas com flores, representando um grupo-chave para a manutenção dos ecossistemas (KEARNS *et al.*, 1998; SCHLINDWEIN, 2000). As relações abelhas-plantas baseiam-se em um sistema de dependência recíproca, em que as plantas fornecem o alimento, principalmente pólen e néctar, e atraem polinizadores potenciais que forrageiam em busca desses recursos energéticos (KEVAN & IMPERATRIZ-FONSECA, 2006), recebendo em troca o benefício da transferência de pólen (PROCTOR *et al.*, 1996).

Nos últimos anos constatou-se que as populações de polinizadores estão em declínio, ameaçadas pelas alterações antrópicas causadas aos ecossistemas naturais (ALLEN-WARDELL *et al.*, 1998; BIESMEIJER *et al.*, 2006). Em função disso, o serviço ambiental e as muitas interações promovidas por ele também estão igualmente ameaçados, trazendo conseqüências para a biodiversidade e a estabilidade da comunidade de plantas e outros animais associados, inclusive o homem (ALLEN-WARDELL *et al.*, 1998).

A fragmentação florestal causa a diminuição e o isolamento das populações de plantas e animais, afetando a dinâmica florestal, isso porque, em fragmentos, as populações locais se tornam reduzidas não apenas em número de indivíduos, mas acabam perdendo também variabilidade genética, o que configura seu declínio e a perda de biodiversidade (VIANA *et al.*, 1992). Os campos de várzea são ambientes frágeis, com origem e funcionamento ligados à deposição de sedimentos geologicamente recentes, os quais estão sujeitos a inundações durante um determinado período de cada ano, em conseqüência dos regimes de marés e de águas pluviais (IEPA, 2000). Do ponto de vista ecológico, são denominados áreas de transição, apresentando características de ambiente de terra firme e de ambiente fluvial, além das suas próprias particularidades (SCHÖNGART *et al.*, 2004). Essas mesmas condições propiciam também a formação de solos com bons níveis de nutrientes, com riqueza de espécies de plantas e animais (SCHÖNGART *et al.*, 2004). São escassos os estudos sobre interações biológicas e exploração sustentável em ambientes de campos de várzea, justificando a importância de conhecer os organismos que habitam tais locais.

Para melhor compreensão das interações entre os animais e as plantas, as pesquisas sobre redes de interações têm sido utilizadas como ferramentas importantes para visualização macro das relações locais, haja vista apresentarem uma grande abrangência da estrutura, dinâmica e eficácia das relações mutualísticas, com destaque para as plantas e seus polinizadores, favorecendo a compreensão de sua complexidade (BASCOMPTE & JORDANO, 2007). A análise das redes de interações é uma importante ferramenta para a compreensão da estrutura dessas interações e a respeito do impacto antrópico sobre elas (MEMMOTT *et al.*, 2004).

Além disso, esses estudos revelam informações importantes sobre espécies-chave no processo de conservação das redes, evidenciando aquelas que servem de suporte ou lastro para o sistema

local (MELLO *et al.*, 2011). As interações em uma comunidade podem ser analisadas por meio da teoria de redes, que permite a quantificação e a comparação estatística dos padrões de redes entre comunidades (BASCOMPTE & JORDANO, 2007). Assim, para o estudo de comunidades, é preciso compreender como as espécies se relacionam e se mantêm em uma comunidade.

As redes de interação entre plantas e polinizadores proveem elementos e instrumentos elaborados para avaliar os sistemas complexos nas comunidades. Para complementação, em termos de estudos mais atuais, a ecologia de rede (focando nas interações) e a ecologia de comunidade (concentrando-se nas espécies) auxiliam no conhecimento sobre os aspectos ecológicos e evolutivos das interações entre as plantas e seus visitantes florais, independentemente do local em que possam estar presentes (BASCOMPTE & JORDANO, 2007). Assim, para melhor perceber o funcionamento das redes de interações entre flores e visitantes, as teias ditróficas, que analisam dois níveis tróficos – um do recurso e outro do consumidor –, vêm sendo empregadas (LEWINSOHN *et al.*, 2006), evidenciando, além da estrutura da interação, os possíveis processos implícitos no seu funcionamento.

Considerando a importância ecológica das abelhas e as plantas nativas associadas, e tendo em vista a crescente perda da biodiversidade, o inventário de abelhas e de suas interações com as plantas constitui o primeiro passo para definir estratégias de conservação desses polinizadores e os recursos biológicos associados (KEVAN & BAKER, 1983; IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010). Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo investigar as interações entre espécies de plantas e abelhas nativas em campos de várzea na Floresta Nacional (Flona) de Três Barras (SC), uma vez que esse tipo de ambiente tem sido o menos estudado no Brasil, o que torna os dados aqui expostos pioneiros e extremamente importantes para o conhecimento das redes de interações entre plantas-abelhas (polinizadores) para o estado catarinense.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na Flona de Três Barras (SC), uma unidade de conservação federal, do grupo de uso sustentável, dirigida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), criada pela Portaria n.º 560 de 25 de outubro de 1968. Situa-se no Planalto Norte Catarinense, em região de floresta ombrófila mista (26°13'12.81"S e 50°18'16.76"W), com altitude variando entre 730 e 800 metros. O clima da região é classificado como Cfb, que segundo Köppen (1948) é um clima quente e temperado com pluviosidade expressiva ao longo do ano, sem estação seca, com verão fresco e geadas. A temperatura média é de 17.1°C; a precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 a 1.670 mm.

A Flona de Três Barras está localizada no bioma mata atlântica, o qual ocupa uma área de 1.110.185 km², englobando cerca de 13% do território nacional. A Flona de Três Barras ocupa uma área de 4.459 ha. A cobertura vegetal é constituída por fragmentos de floresta ombrófila mista montana (mata de araucária), matas ciliares, campos de várzeas e reflorestamento de *Pinus* spp., *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, *Eucalyptus* spp. e *Ilex paraguariensis* St. Hil.

Os campos de várzea (onde foram feitas as coletas de abelhas), as áreas de florestas com araucária e as de mata ciliar constituem cerca de 50% do território da Flona. Os campos de várzea distinguem-se por alguns fatores característicos, entre os quais a presença de solos hidromórficos, que impedem o desenvolvimento de espécies arbóreas de grande porte. Sendo assim, a comunidade vegetal tem um aspecto bem homogêneo, constituído por gramíneas e ciperáceas intercaladas com espécies semiarbóreas (MARQUES, 2007) (figura 1).

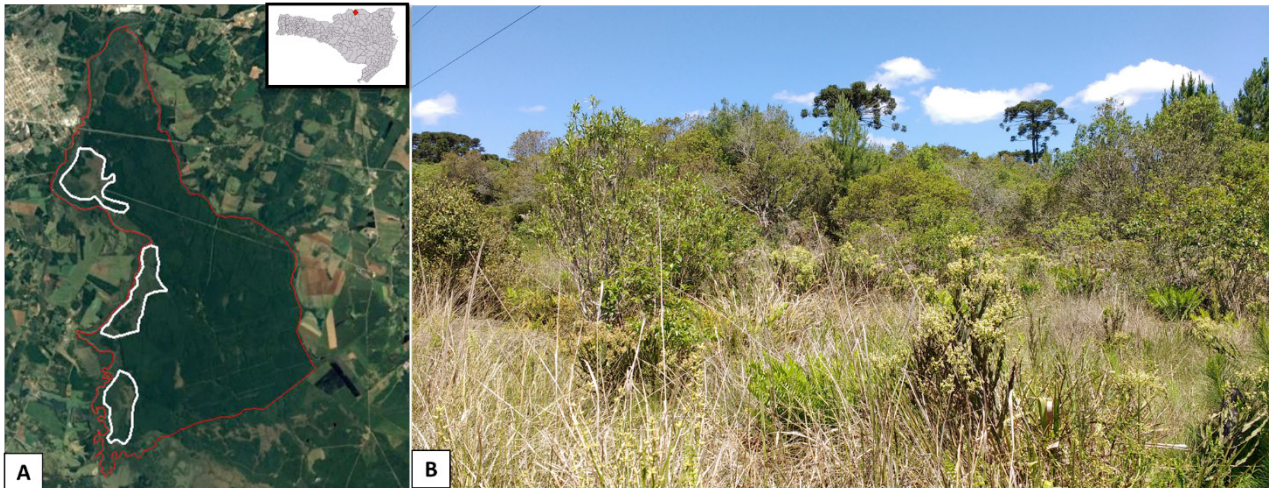


Figura 1 – A) Imagem de satélite da Flona de Três Barras (SC) delimitada em vermelho e as áreas de campos de várzea destacadas em branco. B) Imagem de uma das áreas de amostragem das abelhas: campos de várzea A.

COLETA DOS INDIVÍDUOS

Selecionaram-se três áreas de campos de várzea, determinadas como A, B e C, cada uma com seis parcelas de 1 ha (500 m de comprimento x 20 m de largura), para a amostragem de abelhas nas flores. As abelhas foram amostradas entre 9 e 16h30, em intervalos de 30 minutos a cada hora, a fim de reduzir efeitos de possíveis variações diárias na atividade desses insetos. Em cada planta, durante 5 minutos, observaram-se as abelhas nas flores, e posteriormente foram capturadas todas aquelas que estavam coletando algum recurso floral. As informações referentes aos recursos florais coletados pelas abelhas (pólen e/ou néctar) foram registradas. A amostragem foi concentrada no período de maior atividade das abelhas na região de estudo (primavera e verão), nos anos de 2016 e 2017, totalizando um esforço amostral de 288 horas de coleta.

As coletas ocorreram com auxílio de rede entomológica. Após coletadas, as abelhas foram acondicionadas em microtubos de 1,5 ml, devidamente etiquetados com informações sobre a planta visitada, o ponto amostral e a data de coleta. Depois as abelhas foram montadas em alfinetes entomológicos e devidamente etiquetadas, sendo identificadas ao nível de gênero e morfoespécies, com auxílio de literatura específica, sendo então encaminhadas para a especialista Prof. Dra. Favízia Freitas de Oliveira, para identificação das espécies. Os vouchers encontram-se depositados na coleção entomológica de referência do Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (Biosis) do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), em Salvador, Bahia. Amostras das plantas visitadas pelas abelhas foram coletadas e depois enviadas ao Museu Botânico do Paraná, para identificação das espécies.

ANÁLISE DE DADOS

Para avaliar a estrutura da comunidade, calcularam-se os índices de diversidade de espécies de abelhas, por meio do índice de Shannon-Wiener (H'). Para testar a homogeneidade e uniformidade da comunidade numericamente, foi calculado o índice da equitabilidade de Pielou (J'). Para encontrar a riqueza de espécies, recorreu-se ao índice de Margalef (D_{mg}) (KREBS, 1989; MAGURRAN, 2004; RASMUSSEN, 2009). Tais índices foram comparados com outros trabalhos realizados em ambientes semelhantes ou próximos ao local de estudo.

A fim de avaliar a eficiência da amostragem de abelhas nas flores, a curva do coletor foi plotada, utilizando-se a acumulação de espécies durante todo o período de coleta (72 amostragens), por intermédio do software PAST 3.18 (HAMMER *et al.*, 2001). Também se usou esse software para analisar os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), de riqueza de Margalef (D_{mg}) e equitabilidade de Pielou (J').

A frequência de ocorrência (FO) e a dominância das espécies (D) foram calculadas de acordo com Palma (1975): $FO = (\text{número de amostras com a espécie } i \div \text{número total de amostras}) \times 100$ e $D = (\text{abundância da espécie } i \div \text{abundância total}) \times 100$. Se $FO \geq 50\%$, a espécie é classificada como primária; se $50\% \geq FO \geq 25\%$, a espécie é classificada como secundária; se $FO \leq 25\%$, a espécie é classificada como acidental; se $D > 5\%$, a espécie é classificada como dominante; se $2,5\% < D < 5\%$, a espécie é classificada como acessória; se $D < 2,5\%$, a espécie é classificada como acidental. Portanto, foi possível avaliar as espécies em três classes: espécies comuns, raras e intermediárias. Os cálculos foram efetuados manualmente em planilha Excel (versão 2010).

Para analisar a estrutura das redes de interações, organizaram-se matrizes com os dados das plantas e das abelhas, com base em observações nas flores. Calcularam-se as principais métricas de redes: conectância, grau médio para plantas e abelhas, aninhamento, especialização e modularidade.

A conectância (C), que afere a dimensão das conexões analisadas, é a razão entre o número de interações observadas (E) e o número de interações prováveis, o qual é dado pelo produto do número de espécies de plantas (P) e de animais (A) da rede: $C = E/A.P$. A conectância mede o quão ligadas as espécies estão dentro da comunidade (PIGOZZO & VIANA, 2010).

O grau médio (K) foi determinado para as abelhas e as plantas e reflete o número médio de conexões observadas para as espécies de plantas e de abelhas (BLÜTHGEN *et al.*, 2008).

O grau de aninhamento, uma medida da assimetria das interações em uma rede, foi medido pelo NODF (Nestedness Metric Based on Overlap and Decreasing Fill) (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2008).

Calculou-se a especialização da comunidade pela matriz ponderada, pelo índice H2'; o valor da especialização pode variar de 0 (extrema generalização) a 1 (extrema especialização) (BLÜTHGEN *et al.*, 2008). A modularidade (M) quantifica a presença de subconjuntos de espécies que interagem mais fortemente entre si, formando compartimentos (módulos) na rede (MELLO *et al.*, 2011).

As interações abelhas-plantas foram representadas por grafos bipartidos, e todas as métricas foram calculadas pela função "networklevel" do pacote bipartite do software R 3.4.1 (R Core Team, 2018).

RESULTADOS

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE ABELHAS NAS ÁREAS DE VÁRZEA

Durante o período de estudo, coletaram-se 1.656 abelhas, distribuídas em cinco famílias, 29 gêneros e 99 espécies. As espécies eussociais foram as mais representativas (53%). De uma forma geral, as espécies mais abundantes foram *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (19%), *Melipona (Eomelipona) marginata* Lepeletier, 1836 (14,3%), *Plebeia emerina* (Friese, 1900) (8,6%), *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (6,2%), *Rhophitulus flavitarsis* (Schlindwein & Moure, 1998) (4%), *Tetraglossula* sp. (3,9%), *Scaptotrigona bipunctata* (Lepeletier, 1836) (3,9%) e *Bombus (Thoracobombus) pauloensis* Friese, 1913 (3,2%). Das 99 espécies coletadas, 30 foram representadas por apenas um indivíduo (*singletons*) e três por dois indivíduos (*doubletons*), perfazendo 33,3% do total de espécies. As demais espécies foram representadas por três ou mais indivíduos (apêndice A).

As cinco famílias de abelhas que ocorrem no Brasil foram registradas no presente levantamento, com diferentes níveis de abundância e riqueza: Apidae, com 1.055 abelhas (63,7%) e 28 espécies; Halictidae, com 387 abelhas (23,3%) e 47 espécies; Megachilidae, com 37 abelhas (2,2%) e 13 espécies; Andrenidae, com 98 abelhas (5,9%) e cinco espécies; e Colletidae, com 79 abelhas (4,7%) e seis espécies (figuras 2 e 3). A curva do coletor mostra a acumulação de espécies até a 72.^a coleta, não apresentando estabilização para o número de amostras (figura 4).

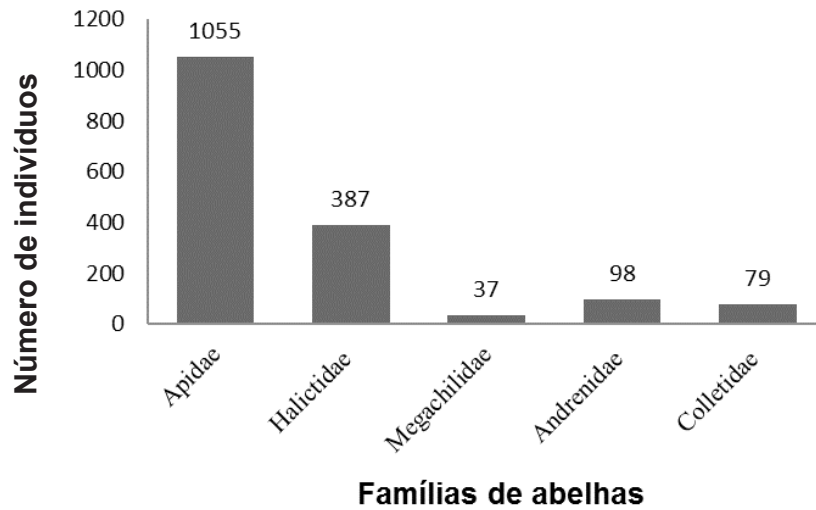


Figura 2 – Número de indivíduos em cada uma das famílias de abelhas amostradas na Flona de Três Barras (SC).

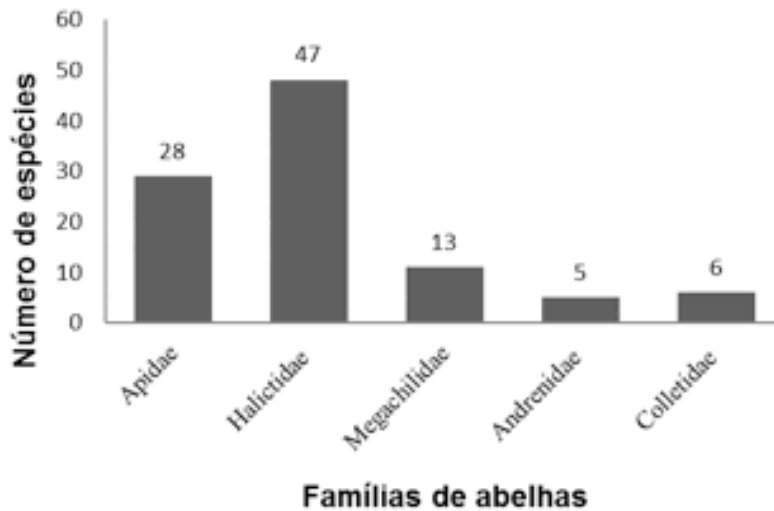


Figura 3 – Número de espécies em cada uma das famílias de abelhas amostradas na Flona de Três Barras (SC).

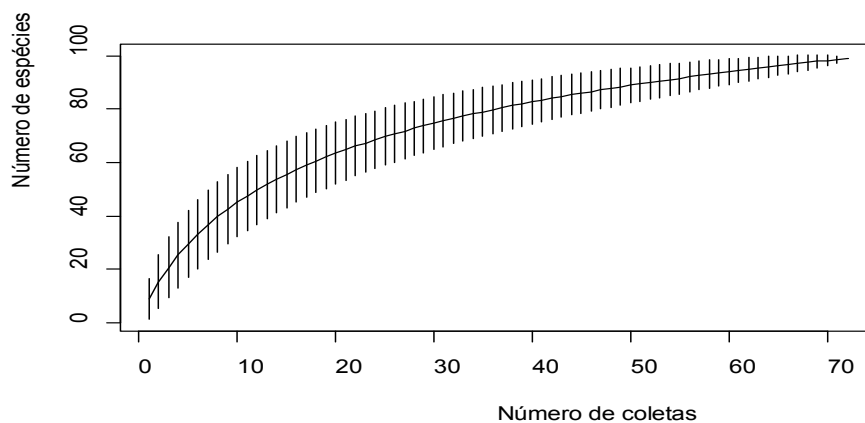


Figura 4 – Curva de acumulação de espécies de abelhas em áreas de várzea na Flona de Três Barras (SC) amostradas entre a primavera e o verão, nos anos de 2016 e 2017.

A comunidade de abelhas estudada evidenciou índice de diversidade de Shannon (H') de 3,352, índice de riqueza de Margalef de 14,05 e equitabilidade de Pielou de 0,720. A diversidade foi comparada com outros inventários realizados em regiões próximas ao local de estudo (tabela 1). De acordo com a frequência de ocorrência (FO) e dominância (D), duas espécies de abelhas foram consideradas comuns (*A. m. scutellata* e *M. marginata*) e seis consideradas intermediárias (*P. emerina*, *T. spinipes*, *S. bipunctata*, *B. pauloensis*, *Tetraglossula* sp.1 e *R. flavitarsis*). Além disso, 91 espécies foram enquadradas como raras (apêndice A).

Tabela 1 – Análise comparativa da diversidade (índice de Shannon-Wiener) de espécies de abelhas com outros estudos realizados em floresta ombrófila mista, no estado de Santa Catarina.

Localidade	Espécies de abelhas	Diversidade	Esforço amostral	Vegetação	Autores
Floresta Nacional de Três Barras (SC)	99	3,35	288 horas	Floresta ombrófila mista – várzea	* Presente estudo
Caçador (SC)	142	3,25	–	Floresta ombrófila mista	Orth (1983)
Lages (SC)	127	4,1	–	Floresta ombrófila mista	Ortolan & Laroca (1996)
Porto União (SC)	130	2,25	156 horas	Floresta ombrófila mista montana	Krug & Alves-dos-Santos (2008)
Mafra (SC)	93	2,65	360 horas	Floresta ombrófila mista	Mouga et al. (2016)
Chácara Espigão do Bugre – Mafra (SC)	44	2,18	154 horas	Floresta ombrófila mista	Liebl et al. (2019)
Chácara Avencal – Mafra (SC)	32	2,56	154 horas	Floresta ombrófila mista	Liebl et al. (2019)

REDES DE INTERAÇÃO ABELHAS-PLANTAS

Foram observadas 99 espécies de abelhas interagindo com 29 espécies de plantas nas áreas de várzea (figura 5). Das 2.871 interações possíveis entre as plantas e as abelhas, registraram-se 366, ou seja, 12,74% das interações esperadas.

Com relação às interações vistas, 21% concentraram-se no grupo de quatro espécies de abelhas eussociais: *A. m. scutellata* (18%) interagiram com 23 espécies de plantas; *M. marginata* (14%), com 21 espécies de plantas; *P. emerina* (8,6%) e *T. spinipes* (3,3%), com 16 espécies de plantas. Em relação às espécies de plantas, 47% das interações concentraram-se em seis espécies principais: *Ludwigia sericea* (Cambess.) H. Hara (Onagraceae) foi visitada por 44 espécies de abelhas (12%); *Lessingianthus glabratus* (Less.) H. Rob. (Asteraceae), por 28 espécies de abelhas (7,6%); *Clethra scabra* Pers. (Clethraceae), *Croton cf. heterodoxus* Baill. (Euphorbiaceae), *Emmeorrhiza umbellata* (Spreng.) K.Schum (Rubiaceae) e *Hypericum rigidum* A.St.-Hil. (Hypericaceae), por 25 espécies de abelhas cada uma (6,8%) (apêndice B).

Analisando as métricas das redes de interações, verifica-se que as plantas apresentaram maior valor de grau médio ($k=12,62$); para as abelhas, o grau médio (k) foi de 3,85.

No tocante à especialização da rede ($H2'$), o valor foi de 0,321, a conectância (C) de 0,132, o aninhamento (NODF) de 33,23 e a modularidade (M) de 0,33 (tabela 2).

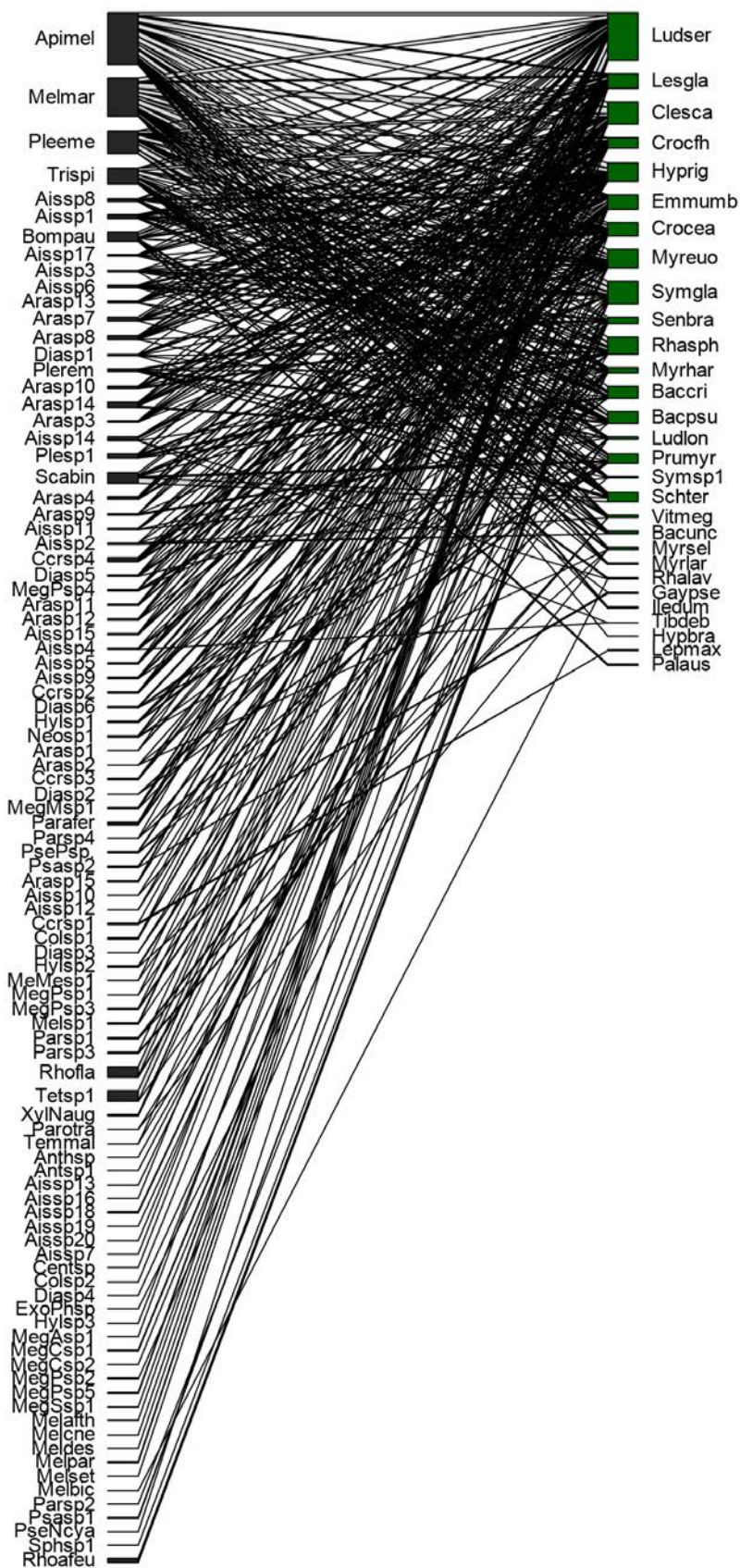


Figura 5 – Rede de interação entre abelhas e plantas em áreas de várzea na Flona de Três Barras. No lado direito estão as espécies de plantas, e no lado esquerdo as espécies de abelhas (vide apêndices A e B para lista de siglas).

Tabela 2 – Métricas das redes de interações abelhas-plantas amostradas nas áreas de várzea na Flona de Três Barras, entre a primavera e o verão, nos anos de 2016 e 2017.

Métricas de rede	Valores
Espécies de abelhas (a)	99
Espécies de plantas (p)	29
Grau médio das abelhas (ka)	3,85
Grau médio das plantas (kp)	12,62
Tamanho da matriz (M)	2871
Número total de interações registradas (K)	366
Conectância (C)	0,132
Aninhamento (NODF)	33,23
Especialização da rede (H2')	0,321
Modularidade (M)	0,33

DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE ABELHAS NAS ÁREAS DE VÁRZEA

A apifauna amostrada nos campos de várzea da Flona de Três Barras incluiu as cinco famílias de abelhas que ocorrem no Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2002). A abundância em cada uma das famílias de abelhas, em ordem decrescente, foi semelhante à encontrada em outros inventários realizados no estado de Santa Catarina: Apidae > Halictidae > Megachilidae > Andrenidae > Colletidae (ORTH, 1983; ORTOLAN & LAROCA, 1996; CASCAES, 2008; KRUG & ALVES-DOS-SANTOS, 2008; KRUG, 2010; BUENO, 2011; DEC & MOUGA, 2014; PATRICIO, 2014; MOUGA *et al.*, 2015; MOUGA *et al.*, 2016; LIEBL *et al.*, 2019). Assim como nos inventários supracitados, o presente estudo aponta as famílias Apidae e Halictidae como as mais abundantes e ricas, respectivamente. Segundo Steiner *et al.* (2006), podem-se classificar as famílias de abelhas na Região Sul do Brasil, em termos de abundância e riqueza de espécies, em dois grandes grupos: um deles representado pela família Apidae, concentrado na zona litoral, sob influência da mata atlântica e com predominância em número de espécies; o outro representado pela família Halictidae, concentrado nas regiões interiores de Santa Catarina. Andrenidae e Colletidae constituem pequenos grupos em abundância (MOUGA *et al.*, 2016).

A comunidade de abelhas estudada evidenciou valor de riqueza de espécies próximo ao de outros levantamentos efetuados em floresta ombrófila mista no estado de Santa Catarina (ORTH, 1983; ORTOLAN & LAROCA, 1996; KRUG & ALVES-DOS-SANTOS, 2008; MOUGA *et al.*, 2016; LIEBL *et al.*, 2019), mostrando a composição de apifauna típica de ambientes do sul do Brasil, ou seja, com pequeno número de espécies abundantes e alta proporção de espécies representadas por poucos indivíduos (*singletons*) (LIEBL *et al.*, 2019).

A grande diversidade de espécies de abelhas observada no ambiente de várzea na Flona de Três Barras torna-se relevante, visto que tais áreas apresentam menor quantidade de espécies vegetais quando comparadas com outros ambientes da mata atlântica, sendo grande parte das plantas de várzea de hábito arbustivo ou herbáceo, esparsamente distribuídas. Nos campos de várzea da Flona de Três Barras há ambientes alagados e algumas dessas áreas estão isoladas por cultivo de *Pinus* no entorno.

Mesmo com essas características, as áreas de várzea podem representar um importante espaço para o forrageamento de espécies de abelhas que têm preferência por ambientes mais abertos, oferecendo condições favoráveis para seu estabelecimento. Também favorecem a presença de abelhas ao fornecer áreas para nidificação, proteção, descanso e alimentação (ROUBIK, 2006), possibilitando diversas formas de exploração dos recursos e um incremento na diversidade de espécies (TEWS *et al.*, 2004).

A composição florística local e a disponibilidade de recursos também constituem fatores importantes na variação da riqueza e da composição de espécies de abelhas. Das espécies vegetais amostradas no presente trabalho nas áreas de várzea, 82% delas apresentam florada em massa (WOITOWICZ, 2019), o que favorece a visitação por espécies adaptadas a esse tipo de floradas, a exemplo das espécies de abelhas da tribo Meliponini, como observado aqui. As abelhas nativas sem ferrão aparecem de modo geral associadas a florações em massa, registradas sobretudo em espécies arbóreas da mata atlântica (RAMALHO, 2004; RAMALHO & BATISTA, 2005) e, provavelmente, exercem forte influência sobre o sucesso reprodutivo dessas árvores, desempenhando papel relevante na regeneração natural da floresta (RAMALHO, 2004). Tal associação com árvores que exibem floração em massa é frequente, pois os indivíduos da tribo Meliponini possuem adaptações para exploração de recursos concentrados no espaço e no tempo, como grandes colônias perenes, comunicação de fontes florais e estocagem de excedentes de pólen e néctar para uso futuro (MICHENER, 2000; RAMALHO, 2004).

As espécies mais abundantes na presente pesquisa foram as eussociais. Estas são diversificadas nas florestas neotropicais, sendo numericamente dominantes nas comunidades de visitantes florais nos trópicos brasileiros. O fato reflete a grande abundância dos Apidae corbiculados nesse ecossistema, como observado em diferentes estudos disponíveis na literatura especializada (BARBOLA & LAROCA, 1993; ORTOLAN & LAROCA, 1996; KRUG, 2007), com destaque para *A. m. scutellata*, espécie exótica, bastante populosa e generalista, que demanda grande quantidade de recursos florais, uma vez que sua colmeia é a maior em número de indivíduos em comparação às outras espécies das abelhas sociais (MICHENER, 2000). As abelhas eussociais, juntamente com *A. m. scutellata*, são responsáveis por 30 a 50% de todas as interações planta-polinizador registradas em formações vegetais no Brasil, afirmação baseada em amostragens extensivas nas flores entomófilas (BIESMEIJER *et al.*, 2005).

REDE DE INTERAÇÃO ABELHAS-PLANTAS

As interações entre as espécies de abelhas e de plantas aqui amostradas apresentaram um padrão generalista, em que um grande número de espécies de abelhas interage com várias espécies de plantas. Esse padrão representa uma rede coesa e pode conferir uma maior robustez à perda de espécies, com rotas alternativas para o sistema responder às perturbações (BASCOMPTE *et al.*, 2003).

A comparação entre estudos relacionados a redes de interação (CASCAES, 2008; KRUG & ALVES-DOS-SANTOS, 2008; KRUG, 2010; BUENO, 2011; MOUGA *et al.*, 2012; DEC & MOUGA, 2014; FRANCO, 2015; MOUGA *et al.*, 2015; SORREQUE, 2016) mostra que o número de espécies de abelhas e plantas tem um valor médio entre os autores citados, podendo se refletir nos valores das métricas de redes. Os valores de aninhamento, conectância e $H2'$ do presente estudo foram maiores do que a maioria daqueles encontrados nos trabalhos supracitados. O grau médio para abelhas foi maior que o de outras pesquisas (PIGOZZO & VIANA, 2010; MOUGA *et al.*, 2012); já o grau (k) das plantas foi consideravelmente mais baixo em comparação com outros estudos de redes (MOUGA *et al.*, 2012; SORREQUE, 2016).

As interações concentraram-se em espécies de abelhas generalistas (*A. m. scutellata*, *M. marginata*, *P. emerina* e *T. spinipes*) e em espécies de plantas com floração em massa (*L. sericea*, *L. glabratus*, *C. scabra*, *H. rigidum*). A ligação das redes de interações indica que a maioria das plantas e animais generalistas interage entre si. *A. m. scutellata* e *T. spinipes* aparecem como espécies importantes na estruturação das redes, gerando uma massa carregada de interações que ocupa toda a comunidade. Tal massa, agrupada à distribuição heterogênea do número de interações por espécie, proporciona rotas alternativas de respostas às perturbações ambientais e confere maior estabilidade ao ambiente (BASCOMPTE *et al.*, 2003; BASTOLLA *et al.*, 2009). Dessa forma, o grupo de generalistas abundantes representa um componente estável para a evolução de espécies mais especialistas, e é muito rara a presença de interações altamente especialistas, as quais são muito frágeis, por causa das altas dependências mútuas (BASCOMPTE & JORDANO, 2006).

É consenso que ambientes naturais garantem refúgio para espécies ameaçadas. No caso das abelhas, a interação que existe entre elas e as espécies botânicas visitadas assegura a manutenção

dos ecossistemas onde habitam, por meio do processo de polinização, tornando esses insetos excelentes agentes bioindicadores de qualidade de hábitat, o que requer práticas para a conservação dos recursos naturais como parte integradora da regeneração e da preservação de tais ambientes (MOUGA & KRUG, 2010), principalmente em áreas de várzea, que são muito frágeis.

REFERÊNCIAS

- Allen-Wardell, G., P. Bernhardt, R. Bitner, A. Búrquez, S. Buchmann, J. Cane, P.A. Cox, V. Dalton, P. Feinsinger, M. Ingram, D. Inouye, C. E. Jone, K. Kennedy, P. Kevan, H. Koopowitz, R. Medellin, S. Medellin-Morales, G. B. Nabhan, B. Pavlik, V. Tepedino, P. Torchio & S. Walker. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*. 1998; 12: 8-17.
- Almeida-Neto, M., P.R. Guimarães, P.R. Guimarães Junior, R. D. Loyola & W. Ulrich. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos*, 2008; 117: 1-13.
- Alves-dos-Santos, I. Conservação dos polinizadores. *Oecologia Australis*. 2010; 14(1): 10-12.
- Barbola, I. F. & S. A. Laroca. Comunidade de Apoidea (Hymenoptera) da Reserva Passa Dois (Lapa, Paraná, Brasil): I. Diversidade, abundância relativa e atividade sazonal. *Acta Biológica Paranaense*. 1993; 22: 91-113.
- Bascompte, J. & P. Jordano. Plant–animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic*. 2007; 38: 567-593.
- Bascompte, J. & P. Jordano. The structure of plant-animal mutualistic networks. In: Pascual, M. & J. A. Dunne (eds.). *Food webs as complex adaptive networks: linking structure to dynamics*. Oxford: Oxford University Press; 2006. 386 p.
- Bascompte, J., P. Jordano, C. J. Melian & J. M. Olesen. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2003; 100: 9383-9387.
- Bastolla, U., M. A. Fortuna, A. Pascual-García, B. Luque & J. Bascompte. The architecture of mutualistic networks minimizes competition and increases biodiversity. *Nature*. 2009; 458: 1018-1021.
- Biesmeijer, J. C., E. J. Slaa, M. S. Castro, B. F. Viana, A. M. P. Kleinert & V. L. Imperatriz-Fonseca. Connectance of Brazilian social bee – food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. *Biota Neotropica*. 2005; 5(1) - BN02605012005.
- Biesmeijer, J. C., S. P. M. Roberts, M. Reemer, R. Ohlemüller, M. Edwards, T. Peeters, A. P. Schaffers, S. G. Potts, R. Kleukers, C. D. Thomas, J. Settele & W. E. Kunin. Parallel declines in pollinators and insect pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*. 2006; 313: 351-354.
- Blüthgen, N., J. Frund, D. P. Vazquez & F. Menzel. What do interaction network metrics tell us about specialization and biological traits? *Ecology*. 2008; 89: 3387-3399.
- Bueno, B. R. Interações entre abelhas (Hymenoptera, Apidae) e plantas em área de regeneração natural em floresta ombrófila densa montana, no sul de Santa Catarina [Trabalho de Conclusão de Curso]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2011.
- Cascaes, M. F. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e flores visitadas em um fragmento de mata atlântica, no município de Maracajá, Santa Catarina [Trabalho de Conclusão de Curso]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2008.
- Dec, E. & D. M. D. S. Mougá. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) em área de mata atlântica em Joinville, Santa Catarina. *Acta Biológica Catarinense*. 2014; 1(2): 15-27.
- Franco, E. L. Dinâmica da interação abelha-planta: efeito da sazonalidade nas redes ecológicas [Tese de Doutorado]. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; 2015.

Hammer, O., D. T. A. Harper & P. D. Ryan. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Eletrônica*. 2001; 4: 9.

Iepa – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. Zoneamento ecológico econômico da área sul do estado do Amapá – Atlas. Macapá: Iepa/GEA/AP; 2000.

Imperatriz-Fonseca, V. L. & P. Nunes-Silva. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*. 2010; 10: 59-62.

Kearns, C. A., D. W. Inouye & N. Waser. Endangered mutualisms: the conservation of plant–pollinator interactions. *Annual Review of Ecology Systematics*. 1998; 29: 83-112.
doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83>

Kevan, P. G. & H. G. Baker. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology*. 1983; 28: 407-453.

Kevan, P. G. & V. L. Imperatriz-Fonseca. Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. In: *Proceedings of the Workshop on the conservation and sustainable use pollinators in agriculture, with an emphasis on bees, held in São Paulo, Brazil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2006. 336 p.

Köppen, W. *Climatología*. Pánuco: Fondo de Cultura Económica; 1948.

Krebs, C. J. *Ecological methodology*. New York: Harper Collins Publishers; 1989. 654 p.

Krug, C. A comunidade de abelhas (Hymenoptera – Apiformes) da mata com araucária em Porto União – SC e abelhas visitantes florais da aboboreira (*Cucurbita* L.) em Santa Catarina, com notas sobre *Peponapis fervens* (Eucerini, Apidae) [Dissertação de Mestrado]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais; 2007.

Krug, C. A comunidade de abelhas (Hymenoptera – Apoidea) de duas áreas de interesse biológico e histórico em Santa Catarina [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.

Krug, C. & I. Alves-dos-Santos. 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.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2008000300005>

Lewinsohn, T., P. I. Prado, P. Jordano, J. Bascompte & J. M. Olesen. Structure in plant-animal interaction assemblages. *Oikos*. 2006; 113: 174-184.

Liebl, F. T., E. Dec & D. M. D. S. Mougá. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em mata de araucária em Santa Catarina. *Acta Biológica Catarinense*. 2019; 6(1): 20-37.

Macena, V. M. Abelhas visitantes florais, potenciais polinizadoras do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em cultivo agroecológico [Dissertação de Mestrado]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2011.

Magurran, A. E. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Science; 2004. 256 p.

Marques, A. C. O planejamento da paisagem da Floresta Nacional de Três Barras (Três Barras – SC): subsídios ao plano de manejo [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2007.

Mello, M. A. R., F. M. D. Marquitti, P. R. Guimarães, E. K. V. Kalko, P. Jordano & M. A. M. Aguiar. The modularity of seed dispersal: differences in structure and robustness between bat– and bird–fruit networks. *Oecologia*. 2011; 167: 131-140.

Memmott, J., N. M. Waser & M. V. Price. Tolerance of pollination networks to species extinctions. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Science*. 2004; 271: 2605-2611.

Michener, C. D. *The bees of the world*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press; 2000. 913 p.

Mougá, D. M. D. S., C. F. Noble, D. B. G. Bussmann & C. Krug. Bees and plants in a transition area between atlantic rain forest and araucaria forest in Southern Brazil. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*. 2012; 67: 313-327.

- Mouga, D. M. D. S & C. Krug. Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em floresta ombrófila densa montana em Santa Catarina. *Zoologia*. 2010; 27(1): 70-80.
- Mouga D. M. D. S, P. Nogueira-Neto, M. Warkentin, V. Feretti & E. Dec. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) e plantas associadas em área de mata atlântica em São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. *Acta Biológica Catarinense*. 2015; 2(1): 12-31.
- Mouga, D. M. D. S., P. Nogueira-Neto, M. Warkentin, V. Feretti & E. Dec. Bee diversity (Hymenoptera, Apoidea) in araucaria forest in southern Brazil. *Acta Biológica Catarinense*. 2016; 3(2): 149-154.
- Orth, A. I. Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com ênfase em polinizadores potenciais da macieira (*Pyrus malus* L.) (Rosaceae) [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1983. 120 p.
- Ortolan, S. M. de L. S. & S. Laroca. Melissocenótica em áreas de cultivo de macieira (*Pyrus malus* L.) em Lages (Santa Catarina), com notas comparativas e experimento de polinização com *Plebeia emerina* (Friese) (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biológica Paranaense*. 1996; 25: 1-113.
- Palma, S. Contribución al estudio de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaiso. Aspectos ecológicos. *Anais. II Simpósio Latino Americano sobre Oceanografia Biológica*. Dóriente, Venezuela; 1975. p. 119-133.
- Patricio, R. S. Abelhas e suas plantas visitadas em uma área de restinga no extremo sul de Santa Catarina [Trabalho de Conclusão de Curso]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2014.
- Pigozzo, C. M. & B. F. Viana. Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de caatinga. *Oecologia Australis*. 2010; 14(1): 100-114.
doi: 10.4257/oeco.2010.1401.04
- Potts, S. G., V. L. Imperatriz-Fonseca & H. T. Ngo (eds.). IPBES – The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Bonn: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; 2017. 552 p.
- Proctor, M., P. Yeo & A. Lack. The natural history of pollination. London: Harper Collins Publishers; 1996. 479 p.
- Ramalho, M. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Botanica Brasilica*. 2004; 18: 37-47.
- Ramalho, M. & M. A. Batista. Polinização na mata atlântica: perspectiva ecológica da fragmentação. In: Franke, C. R., P. L. B. Rocha, W. Klein & S. L. Gomes (orgs.). *Mata atlântica e biodiversidade*. Salvador: EDUFBA; 2005. p. 93-142.
- Rasmussen, C. Diversity and abundance of orchid bees (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) in a tropical rainforest succession. *Neotropical Entomology*. 2009; 38(1): 66-73.
- Ricketts, T., J. Regetz, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, A. Bogdanski, B. Gemmil-Herren, S. S. Greenleaf, A. M. Klein, M. M. Mayfield, L. A. Morandin, A. Ochieng & B. F. Viana. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters*. 2008; 11: 499-515.
- Roubik, D. W. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*. 2006; 37: 124-143.
- Schlindwein, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. *Anais. IV Encontro sobre Abelhas*. Ribeirão Preto, SP; 2000. p. 131-141.
- Schöngart, J., W. J. Junk, M. T. F. Piedade, J. M. Ayres, A. Hüttermann, M. Worbes. Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El-Niño-Southern Oscillation effect. *Global Change Biology*. 2004; 10: 683-692.
- Silveira, F. A., G. A. R. Melo & E. A. B. Almeida. *Abelhas brasileiras: sistemática e identificação*. Belo Horizonte: Fundação Araucária; 2002. 253 p.
- Sorreque, M. H. C. Interação entre abelhas e flora em remanescentes de cerrado nos municípios de Campo Mourão e Tuneiras do Oeste – Paraná [Trabalho de Conclusão de Curso]. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2016.

Steiner, J., B. Harter-Marques, A. Zillikens & E. P. Feja. Bees of Santa Catarina Island, Brazil – a first survey and checklist (Insect, Apoidea). Zootaxa. 2006; 1220: 1-18.

Tews, J., U. Brose, V. Grimm, R. K. Tielborge, M. C. Wichmann, M. Schwager & F. Jeltsch. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/ diversity: the importance of keystone structures. Journal of Biogeography. 2004; 31: 79-92.

Viana, V. M., A. J. A. Tabanez & J. L. A. Martinez. Restauração e manejo de fragmentos florestais. Anais. 2.º Congresso Nacional de Essências Nativas-Conservação da Biodiversidade. São Paulo: Instituto Florestal; 1992. p. 400-406.

Woitowicz, F. C. G. Influência das abelhas sociais Meliponini sobre a topologia das redes de interação flor-visitantes: teste experimental de campo [Tese de Doutorado]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2019.

APÊNDICE A

Relação de espécies/gêneros de abelhas amostradas nas áreas de várzeas na Flona de Três Barras, Santa Catarina, Brasil, indicando a abreviatura das abelhas descrita nas redes de interações, frequência de ocorrência (FO), dominância (D), grau médio (K) e especialização da população (d').

Espécies/Gêneros de abelhas	Abreviatura	Total	Frequência de ocorrência (FO)	Dominância (D)	Denominação	Grau (K)	d'
<i>Apidae</i>							
<i>Apis mellifera scutellata</i> Lepeletier, 1836	Apimel	317	90,28	19,14	Comum	23	0.12
<i>Melipona (Eomelipona) marginata</i> Lepeletier, 1836	Melmar	237	81,94	14,31	Comum	21	0.13
<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	Pleeme	143	37,50	8,64	Intermediário	16	0.31
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	Trispi	103	33,33	6,21	Intermediário	16	0.26
<i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836)	Scabin	65	16,67	3,92	Intermediário	6	0.46
<i>Bombus (Thoracobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	Bompau	53	33,33	3,20	Intermediário	10	0.35
<i>Melissoptila paraguayensis</i> (Brèthes, 1909)	Melpar	7	4,17	0,42	Raro	1	0.23
<i>Melissoptila</i> sp1	Melsp1	9	6,94	0,54	Raro	2	0.24
<i>Melissoptila aff. thoracica</i> (Smith, 1854)	Melafth	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)	Melcne	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Melissoptila aff. villosa</i> Urban, 1998	Melvil	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Melissoptila desiderata</i> (Holmberg, 1903)	Meldes	1	2,78	0,06	Raro	1	0.00
<i>Melissoptila setigera</i> Urban, 1998	Melset	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius, 1804)	Melbic	1	1,39	0,06	Raro	1	0.75
<i>Ceratina (Crewella) sp. 2</i>	CCrsp2	10	8,33	0,60	Raro	4	0.28
<i>Ceratina (Crewella) sp. 4</i>	CCrsp4	20	15,28	1,21	Raro	5	0.41
<i>Centris sp.</i>	Centsp	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)	Plerem	16	8,33	0,97	Raro	7	0.29
<i>Plebeia</i> sp1	Plesp1	25	12,50	1,51	Raro	6	0.21
<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp.</i>	ExoPhsp	1	1,39	0,06	Raro	1	0.40
<i>Paratetrapedia aff. fervida</i> (Smith, 1879)	Parafer	13	13,89	0,79	Raro	3	0.22
<i>Ceratina (Crewella) sp. 3</i>	CCrsp3	9	8,33	0,54	Raro	3	0.31
<i>Paratetrapedia sp. 1</i>	Parsp1	4	2,78	0,24	Raro	2	0.61
<i>Ceratina (Crewella) sp. 1</i>	CCrsp1	6	4,17	0,36	Raro	2	0.84
<i>Paratetrapedia sp. 3</i>	Parsp3	3	4,17	0,18	Raro	2	0.19

Continua...

Continuação da apêndice A

Espécies/Gêneros de abelhas	Abreviatura	Total	Frequência de ocorrência (FO)	Dominância (D)	Denominação	Grau (K)	d'
<i>Paratetrapedia</i> sp. 4	Parsp4	3	4,17	0,18	Raro	3	0.12
<i>Paratetrapedia</i> sp. 2	Parsp2	1	1,39	0,06	Raro	1	0.13
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) augusti</i> Lepeletier, 1841	XylNaug	3	4,17	0,18	Raro	2	0.08
Colletidae							
<i>Colletes</i> sp. 1	Colsp1	5	5,56	0,30	Raro	2	0.14
<i>Colletes</i> sp. 2	Colsp2	1	1,39	0,06	Raro	1	0.13
<i>Hylaeus</i> sp. 1	Hylsp1	6	6,94	0,36	Raro	5	0.19
<i>Hylaeus</i> sp. 2	Hylsp2	2	2,78	0,12	Raro	2	0.34
<i>Hylaeus</i> sp. 3	Hylsp3	1	1,39	0,06	Raro	1	0.13
<i>Tetraglossula</i> sp. 1	Tetsp1	64	29,17	3,86	Intermediário	2	0.50
Andrenidae							
<i>Rhopitulus flavitarsis</i> (Schlindwein & Moure, 1998)	Rhofla	67	19,44	4,05	Intermediário	2	0.43
<i>Psaenythia</i> sp. 2	Psasp2	7	4,17	0,42	Raro	2	0.23
<i>Rhopitulus aff. eustictus</i> (Schlindwein & Moure, 1998)	Rhoafeu	22	6,94	1,33	Raro	1	0.56
<i>Psaenythia</i> sp. 1	Psasp1	1	1,39	0,06	Raro	1	0.23
<i>Anthrenoides</i> sp. 1	Antsp1	1	1,39	0,06	Raro	1	0.23
Halictidae							
<i>Augochlora</i> sp. 1	Arasp1	3	4,17	0,18	Raro	3	0.13
<i>Augochlora</i> sp. 15	Arasp15	3	2,78	0,18	Raro	2	0.13
<i>Augochlora</i> sp. 2	Arasp2	3	4,17	0,18	Raro	4	0.27
<i>Augochloropsis</i> sp. 10	Aissp10	3	2,78	0,18	Raro	2	0.38
<i>Augochlora</i> sp. 12	Arasp12	5	6,94	0,30	Raro	4	0.08
<i>Augochloropsis</i> sp. 2	Aissp2	7	6,94	0,42	Raro	3	0.38
<i>Augochloropsis</i> sp. 4	Aissp4	5	5,56	0,30	Raro	4	0.28
<i>Augochloropsis</i> sp. 5	Aissp5	5	6,94	0,30	Raro	4	0.07
<i>Augochloropsis</i> sp. 13	Aissp13	1	1,39	0,06	Raro	1	0.20
<i>Augochloropsis</i> sp. 16	Aissp16	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Augochloropsis</i> sp. 18	Aissp18	1	1,39	0,06	Raro	1	0.20
<i>Augochloropsis</i> sp. 20	Aissp20	1	1,39	0,06	Raro	1	0.13
<i>Augochloropsis</i> sp. 7	Aissp7	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Augochlora</i> sp. 5	Arasp5	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Augochlora</i> sp. 6	Arasp6	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Augochlora</i> sp. 14	Arasp14	31	23,61	1,87	Raro	4	0.46
<i>Augochlora</i> sp. 7	Arasp7	31	22,22	1,87	Raro	7	0.22
<i>Augochlora</i> sp. 8	Arasp8	30	23,61	1,81	Raro	7	0.27
<i>Augochloropsis</i> sp. 14	Aissp14	27	12,50	1,63	Raro	6	0.46
<i>Augochloropsis</i> sp. 15	Aissp15	4	5,56	0,24	Raro	4	0.02
<i>Augochloropsis</i> sp. 19	Aissp19	4	2,78	0,24	Raro	1	0.38
<i>Augochloropsis</i> sp. 11	Aissp11	7	8,33	0,42	Raro	5	0.20
<i>Augochloropsis</i> sp. 9	Aissp9	7	9,72	0,42	Raro	1	0.21
<i>Augochlora</i> sp. 9	Arasp9	8	9,72	0,48	Raro	5	0.19
<i>Augochlora</i> sp. 13	Arasp13	9	8,33	0,54	Raro	7	0.09
<i>Augochloropsis</i> sp. 3	Aissp3	11	13,89	0,66	Raro	8	0.14

Continuação da apêndice A

Espécies/Gêneros de abelhas	Abreviatura	Total	Frequência de ocorrência (FO)	Dominância (D)	Denominação	Grau (K)	d'
<i>Augochlora</i> sp. 11	Arasp11	11	11,11	0,66	Raro	4	0.15
<i>Augochlora</i> sp. 10	Arasp10	15	15,28	0,91	Raro	6	0.15
<i>Augochloropsis</i> sp. 6	Aissp6	14	11,11	0,85	Raro	8	0.15
<i>Augochlora</i> sp. 3	Arasp3	13	12,50	0,79	Raro	6	0.18
<i>Augochloropsis</i> sp. 17	Aissp17	13	13,89	0,79	Raro	8	0.08
<i>Augochlora</i> sp. 4	Arasp4	21	18,06	1,27	Raro	5	0.25
<i>Augochloropsis</i> sp. 1	Aissp1	21	19,44	1,27	Raro	10	0.17
<i>Augochloropsis</i> sp. 8	Aissp8	20	15,28	1,20	Raro	9	0.18
<i>Augochloropsis</i> sp. 12	Aissp12	2	1,39	0,12	Raro	2	0.13
<i>Dialictus</i> sp. 1	Diasp1	13	12,50	0,79	Raro	7	0.17
<i>Dialictus</i> sp. 2	Diasp2	4	4,17	0,24	Raro	3	0.27
<i>Dialictus</i> sp. 3	Diasp3	3	2,78	0,18	Raro	2	0.20
<i>Dialictus</i> sp. 4	Diasp4	1	1,39	0,06	Raro	1	0.17
<i>Dialictus</i> sp. 5	Diasp5	7	9,72	0,42	Raro	5	0.10
<i>Dialictus</i> sp. 6	Diasp6	6	8,33	0,36	Raro	4	0.26
<i>Pseudagapostemon</i> (<i>Neagapostemon</i>) cyanomelas Cure, 1989	PseNcya	1	1,39	0,06	Raro	1	0.21
<i>Temnosoma malachisis</i> Friese, 1924	Temmal	2	2,78	0,12	Raro	2	0.09
<i>Pseudagapostemon</i> (<i>Pseudagapostemon</i>) sp.	Psesp	4	2,78	0,24	Raro	3	0.31
<i>Paroxystoglossa</i> sp.		1	1,39	0,06	Raro	1	0.61
<i>Neocorynura</i> sp.	Neosp1	4	5,56	0,24	Raro	4	0.13
<i>Paroxystoglossa transversa</i> Moure, 1943	Partra	1	2,78	0,06	Raro	1	0.44
Megachilidae							
<i>Megachile</i> (<i>Chrysosarus</i>) sp. 1	MegCsp1	4	2,78	0,24	Raro	1	0.41
<i>Megachile</i> (<i>Moureapis</i>) sp. 1	MegMsp1	3	4,17	0,18	Raro	3	0.20
<i>Megachile</i> (<i>Pseudocentron</i>) sp. 1	MegPsp1	3	4,17	0,18	Raro	2	0.39
<i>Megachile</i> (<i>Austromegachile</i>) sp. 1	MegAsp1	1	1,39	0,06	Raro	1	0.00
<i>Megachile</i> (<i>Schrottkyapis</i>) sp. 1	MegSsp1	1	1,39	0,06	Raro	1	0.21
<i>Megachile</i> (<i>Melanosarus</i>) sp. 1	MeMesp1	3	2,78	0,18	Raro	2	0.24
<i>Megachile</i> (<i>Chrysosarus</i>) sp. 2	MegCsp2	1	1,39	0,06	Raro	1	0.20
<i>Megachile</i> (<i>Pseudocentron</i>) sp. 2	MegPsp2	5	5,56	0,30	Raro	1	0.58
<i>Megachile</i> (<i>Pseudocentron</i>) sp. 3	MegPsp3	6	6,94	0,36	Raro	2	0.39
<i>Megachile</i> (<i>Pseudocentron</i>) sp. 4	MegPsp4	7	6,94	0,42	Raro	5	0.25
<i>Megachile</i> (<i>Pseudocentron</i>) sp. 5	MegPsp5	1	2,78	0,06	Raro	1	0.21
<i>Anthodioctes</i> sp.	Anthsp	1	1,39	0,06	Raro	1	0.35
<i>Sphecodes</i> sp.	Sphsp1	1	1,39	0,06	Raro	1	0.13
Total geral		1.656					

APÊNDICE B

Dados referentes às espécies de plantas visitadas por abelhas nas áreas de várzea na Flona de Três Barras, Santa Catarina, Brasil, indicando a abreviatura das plantas descrita nas redes de interações, valor da especialização da população (d') e valor do grau (K) para as plantas.

Espécies de plantas	Abreviatura	Especialização da população (d')	Grau (K)
<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H.Hara	Ludser	0.49	44
<i>Lessingianthus glabratus</i> (Less.) H.Rob.	Lesgla	0.40	28
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Clesca	0.25	25
<i>Croton cf. heterodoxus</i> Baill.	Crocfh	0.32	25
<i>Emmeorhiza umbellata</i> (Spreng.) K.Schum.	Emmumb	0.56	25
<i>Hypericum rigidum</i> A.St.-Hil.	Hyprig	0.20	25
<i>Croton ceanothifolius</i> Baill.	Crocea	0.24	24
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	Myreuo	0.16	18
<i>Symplocos glandulosomarginata</i> Hoehne	Symgla	0.19	17
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Rhasph	0.18	15
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Senbra	0.40	16
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg.) Kiaersk.	Myrhar	0.26	14
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	Baccri	0.21	12
<i>Baccharis pseudovillosa</i> Malag. & J.Vidal	Bacpsu	0.28	12
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Prumyr	0.29	10
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H.Hara	Ludlon	0.38	10
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Schter	0.32	8
<i>Symplocos</i> sp1	Symsp1	0.15	7
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Vitmeg	0.24	5
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	Myrsel	0.37	5
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Bacunc	0.21	3
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	Myrlar	0.07	3
<i>Rhabdocaulon lavanduloides</i> (Benth.) Epling	Rhalav	0.52	2
<i>Gaylussacia pseudogaultheria</i> Cham. & Schltld.	Gaypse	0.68	2
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Iledum	0.14	2
<i>Tibouchina debilis</i> Cogn.	Tibdeb	0.56	1
<i>Hypericum brasiliense</i> Choisy	Hypbra	0.98	1
<i>Leptostelma maximum</i> D.Don	Lepmax	0.96	1
<i>Palicourea australis</i> C.M.Taylor	Palaus	0.46	1