

# Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em mata de araucária em Santa Catarina

## *Diversity of bees (Hymenoptera: Apoidea) in araucaria forest in Santa Catarina*

Francine Tschoeke **LIEBL**<sup>1</sup>; Enderlei **DEC**<sup>2</sup> & Denise M. D. da S. **MOUGA**<sup>3, 4</sup>

### RESUMO

Visando conhecer a apifauna existente em floresta ombrófila mista, realizou-se estudo em duas áreas de mata de araucária em Mafra (SC), de setembro de 2016 a agosto de 2017. Foi amostrado um total de 1.304 indivíduos de 56 táxons, 32 gêneros e cinco subfamílias. Índices de diversidade e equabilidade foram calculados. As plantas visitadas somam 48 espécies de 16 famílias. Asteraceae foi visitada com mais frequência (41,7% dos táxons). Abelhas dos táxons Meliponini, Ceratinini e Halictinae foram prevalentes. A sequência de predominância de subfamílias quanto à diversidade (Apinae seguida de Halictinae) seguiu o padrão transicional entre porções subtropicais e temperadas da região neotropical, com pequeno número de espécies abundantes e alta proporção de *singletons*, assim como variação sazonal. *Apis mellifera* correspondeu, em abundância, a 36,34%. A variação dos índices revelou diferença entre as duas áreas em relação à abundância, dominância e riqueza das espécies, evidenciando influência da antropização e sucessão ecológica. A diversidade e a abundância de abelhas estão diminuídas em comparação a estudos anteriores em ambientes próximos ou similares.

**Palavras-chave:** apifauna; biodiversidade; floresta ombrófila mista; levantamento.

### ABSTRACT

Aiming to know the existing apifauna in araucaria forest, a study was carried out in two araucaria forest areas in Mafra (SC), from September 2016 to August 2017. A total of 1304 individuals were sampled from 56 taxa, 32 genera and five subfamilies. Diversity and equability indices were calculated. The plants visited consisted of 48 species of 16 families. Asteraceae was visited more frequently (41.7% of the taxa). Bees of the taxa Meliponini, Ceratinini and Halictinae were prevalent. The sequence of diversity subfamilies followed the transitional pattern between subtropical and temperate portions of the neotropical region. The diversity of species (Apinae followed by Halictinae) is typical of environments in southern Brazil, with a small number of abundant species and a high proportion of singletons as well as seasonal variation. *Apis mellifera* corresponded in abundance to 36.34%. The variation of the indices revealed a difference between the two areas in relation to abundance, dominance and species richness, evidencing the influence of anthropization and ecological succession. The diversity and abundance of bees are diminished compared to previous studies in close or similar environments.

**Keywords:** apifauna; araucaria forest; biodiversity; survey.

Recebido em: 20 fev. 2019  
Aceito em: 27 fev. 2019

<sup>1</sup> Laboratório de Abelhas (Label), Universidade da Região de Joinville (Univille), Joinville, SC, Brasil.

<sup>2</sup> Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Ciências Biológicas, Univille, Rua Paulo Malschitzki, n. 10, Zona Industrial – CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil.

<sup>4</sup> Autor para correspondência: dmouga@terra.com.br.

## INTRODUÇÃO

A mata atlântica, assim como as suas fitofisionomias, vem sofrendo com intervenções antrópicas ao longo dos últimos dois séculos, tais como a retirada da cobertura vegetal e as queimadas, para utilização da área para agricultura, pastagem, extração madeireira e ocupação humana, o que causou a destruição da maior parte desse bioma. Atualmente é considerada um dos 25 *hotspots* de biodiversidade do mundo (WWF, 2017), no entanto possui um elevado grau de degradação, sendo, portanto, um ecossistema prioritário para conservação (LAGOS & MULLER, 2007). Além disso, possui diferentes formações vegetacionais, como a floresta ombrófila densa, a floresta estacional decidual e a floresta ombrófila mista (FOM) (VIBRANS *et al.*, 2012).

A FOM, também conhecida como mata de araucária, é um tipo de vegetação do planalto meridional, onde ocorre com maior frequência (MEDEIROS, 2002; IBGE, 2012). Originalmente ocupava 200.000 km<sup>2</sup>, estando presente em 49,8% do território do estado do Paraná, em 30% de Santa Catarina e em 25% do Rio Grande do Sul. Sua ocorrência está restrita a elevações entre 400 e 1.000 metros acima do nível do mar (CAMPOS & SILVEIRA FILHO, 2010). As áreas de FOM têm alta diversidade vegetal e animal, porém há poucos estudos sobre a sua fauna, principalmente de invertebrados. A FOM está atualmente muito ameaçada em função de sua utilização, entre outros propósitos, para agricultura (SANQUETTA & MATTEI, 2006).

As abelhas (superfamília Apoidea) desempenham um importante papel na flora nativa e desenvolvem relações interespecíficas relevantes no grupo ao qual pertencem, já que são essenciais na reprodução das plantas para que ocorra a manutenção da variabilidade genética (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004), evitando a extinção da flora e o declínio de animais que se alimentam de determinados frutos e sementes (GEMMILL *et al.*, 2006) e auxiliando na conservação da diversidade biológica.

Estudos sobre a diversidade de abelhas em FOM foram realizados no Paraná por Laroca (1974), Bortoli & Laroca (1990), Bazílio (1997), Jamhour & Laroca (2004), Dias (2010); no Rio Grande do Sul por Wittmann & Hoffmann (1990) e Wilms & Wiechers (1997); e em Santa Catarina por Orth (1983), Ortolan & Laroca (1996), Krug & Alves-dos-Santos (2008) e Mougá *et al.* (2014; 2016). Embora haja conhecimento sobre a apifauna em FOM, ainda se apresenta fragmentado e com lacunas, já que muitos grupos taxonômicos de grande importância e diversidade são pouco conhecidos, seja por coletas limitadas, seja por falta de trabalho taxonômico ou dificuldades em elucidar sua estrutura com métodos e ferramentas convencionais. Em função do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar a diversidade das espécies de abelhas que existem em FOM em Mafra (SC).

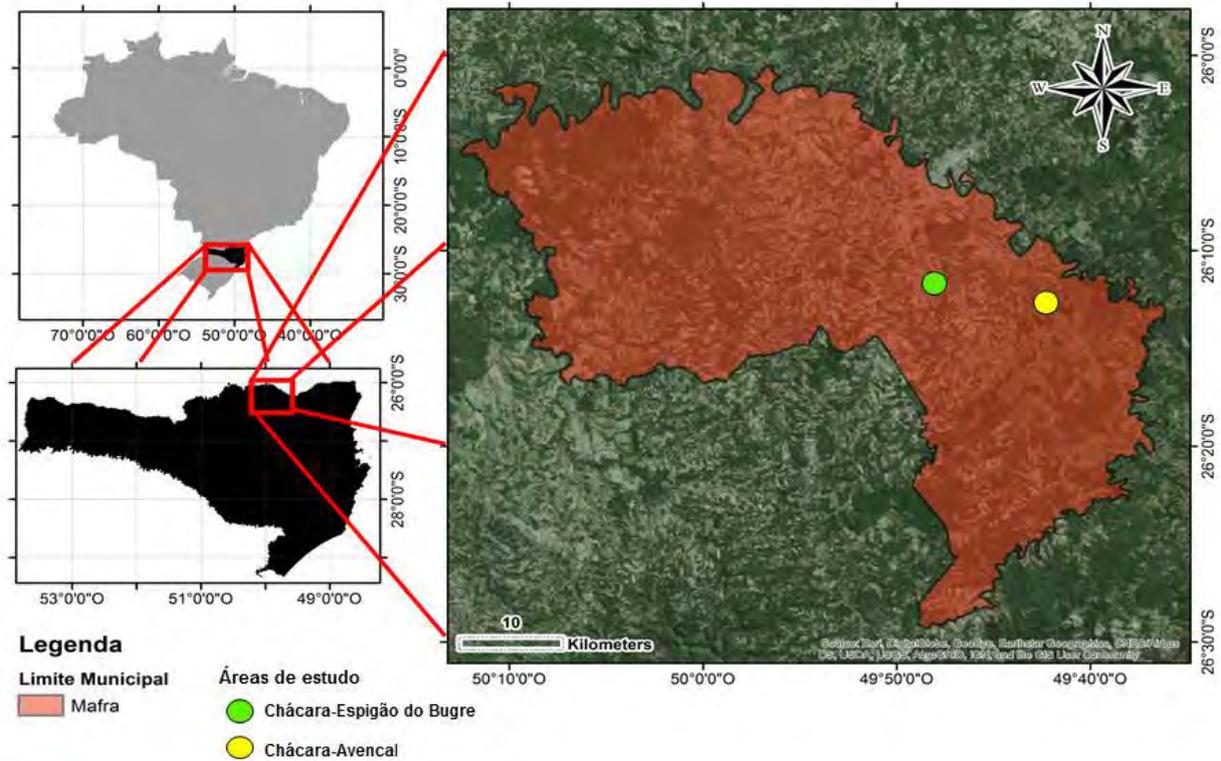
## METODOLOGIA

### ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi realizado em duas áreas (1 e 2), localizadas no município de Mafra (26°06'41"S e 49°48'19"W), em Santa Catarina (PREFEITURA DE MAFRA, 2016). O clima é temperado, com média anual entre 15°C e 25°C (PREFEITURA DE MAFRA, 2016), com verões leves e invernos mais acentuados, com temperaturas entre 6°C e 8°C e numerosas geadas fortes. As chuvas são bem distribuídas durante o ano, não havendo estação seca, sendo elevada a média anual de precipitação (de 1.250 mm a 1.500 mm). A umidade relativa do ar está em torno de 85% (IBGE, 2017). O solo caracteriza-se principalmente por cambriossolos, argissolos e neossolos (SDR, 2003). A altitude média é de 793 m. A vegetação do município é classificada como FOM, onde predomina a espécie pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze 1898), além de outras espécies arbóreas, tais como imbuia (*Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso, Lauraceae), sapopema (*Sloanea retusa* Uittien, Elaeocarpaceae), bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth., Fabaceae) e erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae) (IBGE, 2012).

A área 1 (Chácara Espigão do Bugre) localiza-se na Estrada de Vila Ruthes, no Campo da Lança (coordenadas 26°11'29.80"S e 49°49'34.67"O) (figura 1), em área rural. Caracteriza-se por possuir uma vegetação nativa de FOM, rodeada por monoculturas de soja, milho e feijão (figura 2).

A área 2 (Chácara Avencal) localiza-se em Avencal do Meio, distrito de Rio Preto do Sul, confrontando-se o terreno todo com o Rio Negrinho e com a Rodovia BR 280, nas coordenadas 26°12'44.79"S e 49°42'33.22"O (figura 1). A área sofreu intervenção antrópica com queimada no início de 2016. Desde então, passa por processo de sucessão ecológica secundária. É rodeada por vegetação nativa de FOM (figura 2). A distância entre as duas áreas estudadas é de aproximadamente 11,85 km.



**Figura 1** – Localização das áreas de estudo: área 1) Chácara Espigão do Bugre (ponto verde); área 2) Chácara Avençal (ponto amarelo).



**Figura 2** – Imagem das áreas de estudo mostrando as delimitações em amarelo e os locais de estudo.

## AMOSTRAGENS DE ABELHAS E PLANTAS

Para a coleta das abelhas, utilizaram-se duas metodologias: redes entomológicas e pratos armadilha. Nas duas áreas, as abelhas foram amostradas ao longo de transectos previamente determinados, de aproximadamente 3 km (SAKAGAMI *et al.*, 1967). Os transectos incluíam trilhas, estradas abandonadas e acessos diversos. O período de observação e de amostragem foi de sete horas, no horário das 9 às 16 horas (horário de maior insolação), em dias com condições climáticas favoráveis. As abelhas coletadas em rede entomológica foram preparadas para conservação e armazenadas com etiquetas contendo local, horário e planta visitada. Os espécimes de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 foram apenas registrados em campo. Realizaram-se amostragens no período de setembro de 2016 a agosto de 2017, em dois dias consecutivos, quinzenalmente, totalizando 22 coletas para cada uma das áreas. Ressalta-se que no mês de julho de 2017 não foi possível fazer coletas, por causa das geadas fortes e contínuas, além das chuvas.

Em cada coleta utilizaram-se 16 pratos armadilha (4,5 cm de altura e cerca de 10 cm de diâmetro) em cada local, preenchidos com água e detergente, sendo quatro para cada cor: branco, azul, amarelo e rosa. Os pratos foram colocados sobre o solo, em áreas relativamente abertas próximas à vegetação, uma vez por mês em cada área, e distribuídos com cerca de 2 m de distância entre eles e com as cores intercaladas. No final de cada coleta, os pratos eram revisados para ver se tinha havido atração de abelhas. As abelhas no prato eram colocadas em frascos com etiquetas contendo os dados de campo para a sua identificação e encaminhadas ao Laboratório de Abelhas da Univille (Label).

As abelhas foram preparadas e identificadas conforme a literatura (MICHENER *et al.*, 1994; SILVEIRA *et al.*, 2002), empregando-se a classificação de Melo & Gonçalves (2005). A apifauna amostrada foi caracterizada qualitativa (táxons identificados) e quantitativa (número de indivíduos, espécies, gêneros e famílias). A ausência de chaves dicotômicas para alguns grupos de abelhas impediu a identificação até o nível específico; estas permaneceram como morfoespécies (SILVEIRA *et al.*, 2006), seguindo descrições morfológicas da CRABEU (coleção de abelhas do Label).

As plantas sobre as quais se capturaram as abelhas foram registradas, fotografadas, coletadas, preparadas para conservação e identificadas mediante literatura especializada e colaboração de especialistas (Herbário Joinvillea). Todo o material coletado se encontra depositado no Label. Registraram-se, com termo higrômetro, os dados de temperatura e umidade relativa do ar, para acompanhamento.

Para avaliar a estrutura da comunidade, foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (SW) e de dominância de Simpson (D) (KREBS, 1989), de equabilidade de Pielou (J) (PIELOU, 1977) e de similaridade de Soeresen (So) (MAGURRAN, 2005), por meio do programa Primer 6.0 (2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ABELHAS

Amostrou-se, nas duas áreas reunidas, um total de 1.304 indivíduos de abelhas, pertencentes a 56 táxons e 32 gêneros, das cinco subfamílias de Apidae presentes no Brasil, a saber, Colletinae, Andreninae, Halictinae, Megachilinae e Apinae (tabelas 1 e 2); Colletinae ocorreu somente na área 2.

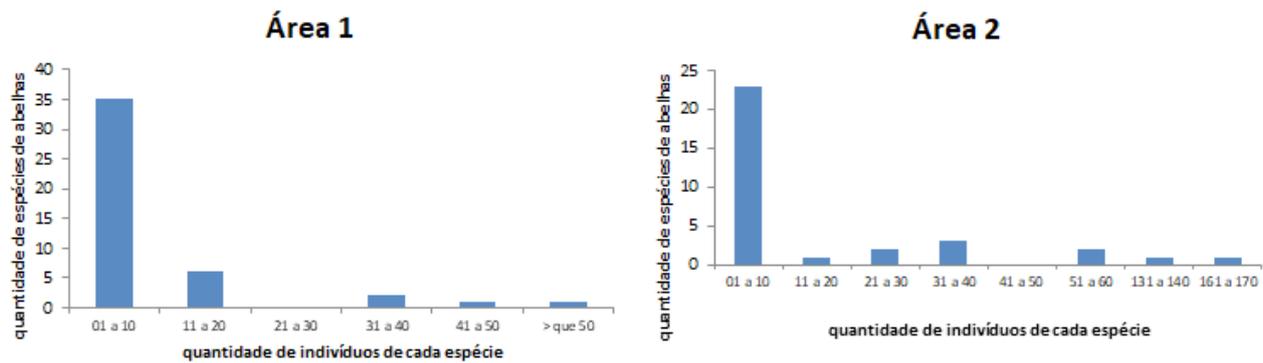
**Tabela 1** – Lista dos táxons de abelhas, abundância de indivíduos coletados e meses de amostragem na área 1 (Espigão do Bugre – E.B.), de setembro de 2016 a agosto de 2017.

Subfamília	Espécies	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	A	Abundância
Andreninae	<i>Anthrenoides meridionalis</i> (Schrottky, 1906)	1											1
	<i>Anthrenoides</i> sp. Ducke, 1907	3	1	2								8	14
	<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884					1							1
	<i>Psaenythia</i> sp. Gerstaecker, 1868			1	5	3	1						10
	<i>Rhopitulus</i> sp. Ducke, 1907	2		1		1							4
Apinae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	6	4	1		2	80	63		11	36	128	331
	<i>Bombus</i> ( <i>Fervidobombus</i> ) <i>pauloensis</i> Friese, 1913						2	1					3
	<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp. Cockerell, 1903		5					1					6
	<i>Ceratina</i> sp. Latreille, 1802		3	4	4	2	1						14
	<i>Exomalopsis</i> ( <i>E.</i> ) <i>analís</i> Spinola, 1853			1									1
	<i>Melipona</i> ( <i>Eomelipona</i> ) <i>marginata</i> Lepeletier, 1836			1	1	1	2			1	4	2	12
	<i>Melipona</i> ( <i>M.</i> ) <i>quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	1					4	1				1	7
	<i>Melissoptila thoracica</i> (Smith, 1854)							1					1
	<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)		1										1
	<i>Paratetrapedia volatilis</i> (Smith, 1879)		2										2
	<i>Paratetrapedia</i> sp. Moure, 1941			2									2
	<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)				1	5	1	2					9
	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)											2	2
	<i>Thygater</i> ( <i>T.</i> ) <i>analís</i> (Lepeletier, 1841)	1											1
	<i>Thygater</i> sp. Holmberg, 1884								1				1
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)						1			1	3		5
	<i>Xylocopa</i> ( <i>Neoxylocopa</i> ) <i>augusti</i> Lepeletier, 1841						1						1
	<i>Xylocopa</i> ( <i>N.</i> ) <i>brasilianorum</i> (Linnaeus, 1767)								1				1
	Halictinae	<i>Augochlora</i> sp. Smith, 1853		1	5	6	5	5	3	4		1	1
<i>Augochlora</i> sp. 07				1									1
<i>Augochloropsis</i> sp. Cockerell, 1897		9	4	2	5	8	8	1	8	1	1	1	48
<i>Augochloropsis</i> sp. 01			1										1
<i>Augochloropsis</i> sp. 03				5	1	8	1	1					16
<i>Augochloropsis</i> sp. 05			3	2	1								6
<i>Augochloropsis</i> sp. 10		1		2		3	1						7
<i>Dialictus</i> sp. Robertson, 1902		2	3	6	4	4	3		6	2	1	3	34
<i>Neocorynura oiospermi</i> (Schrottky, 1909)		1		1	2	1	3	6					14
<i>Neocorynura</i> sp. Schrottky, 1910							4	4	1				9
<i>Paroxystoglossa</i> sp. Moure, 1941									1				1
<i>Rhinocorynura</i> sp. Schrottky, 1909						1							1
<i>Thectochlora</i> sp. Moure, 1940					1		1						2
Megachilinae	<i>Anthidium</i> sp. Fabricius, 1804		1										1
	<i>Hypanthidium divaricatum</i> (Smith, 1854)			2									2
	<i>Megachile</i> ( <i>Moureapis</i> ) <i>apicipennis</i> Schrottky, 1902							1					1
	<i>Megachile</i> ( <i>Moureapis</i> ) <i>maculata</i> Smith, 1853							2					2
	<i>Megachile</i> ( <i>Moureapis</i> ) <i>pleuralis</i> Vachal, 1909							1					1
	<i>Megachile</i> ( <i>Moureapis</i> ) sp. Raw, 2002		1		1		1	2					5
	<i>Megachile</i> sp. Latreille, 1802						1						1
	<i>Rhynostelis</i> sp. Moure & Urban, 1995		2										2
	Indeterminada		2		1	1	6		1	3	1	5	20
Total											151	636	

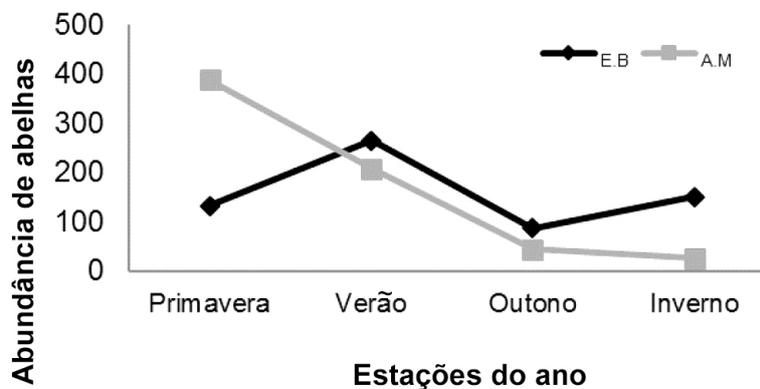
**Tabela 2** – Lista dos táxons de abelhas, abundância de indivíduos coletados e meses de amostragem na área 2 (Avencal do Meio – A.M.), de setembro de 2016 a agosto de 2017.

Subfamília	Espécies	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	A	Abundância
Andreninae	<i>Anthrenoides meridionalis</i> (Schrottky, 1906)	11	6	3	2		12						34
	<i>Anthrenoides rodrigoii</i> Urban, 2005			2									2
	<i>Anthrenoides</i> sp. Ducke, 1907	1	2				1	1	2				7
	<i>Psaenythia</i> sp. Gerstaecker, 1868			1	3	4	1	1					10
	<i>Rhopitulus</i> sp. Ducke, 1907			3									3
Apinae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	30	53	23	13	13	12	8	4		3	3	162
	<i>Bombus</i> ( <i>Fervidobombus</i> ) <i>pauloensis</i> Friese, 1913				1	1	2	1					5
	<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp. Cockerell, 1903		2		3			1					6
	<i>Ceratina</i> sp. Latreille, 1802				1	1	2			3		1	8
	<i>Exomalopsis</i> sp. Spinola, 1853			2									2
	<i>Lanthanomelissa betinae</i> Urban, 1995			1	2								3
	<i>Lanthanomelissa</i> sp. Holmberg, 1903		2										2
	<i>Lanthanomelissa</i> sp. 01					4	4	1					9
	<i>Melipona</i> ( <i>Eomelipona</i> ) <i>marginata</i> Lepeletier, 1836	1	7	3		5	18	3	1	1	6	10	55
	<i>Melipona</i> ( <i>M.</i> ) <i>quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	1											1
	<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)							1					1
	<i>Paratetrapedia</i> sp. Moure, 1941				3	1	1						5
	<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	13	2			5	2	1	1	4	2	4	35
	<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)		12	2	1	1	4			1			21
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	15	11	1		1	1	1					30
Colletinae	<i>Colletes</i> sp. Latreille, 1802				1	4	3	1					9
Halictinae	<i>Augochlora</i> ( <i>Augochlora</i> ) sp. Smith, 1853			2									2
	<i>Augochlora</i> sp. Smith, 1853	3	1	4	3	6	2	7	4	1		1	32
	<i>Augochloropsis</i> sp. Cockerell, 1897	1	3	16	7	7	9	6	3				52
	<i>Dialictus</i> sp. Robertson, 1902		18	35		8			3	2	1	3	132
	<i>Neocorynura</i> sp. Schrottky, 1910								1				1
	<i>Pseudagapostemon</i> sp. Schrottky, 1909		3										3
	<i>Rhinocorynura</i> sp. Schrottky, 1909			1									1
	<i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1904)			2									2
	<i>Thectochlora</i> sp. Moure, 1940		1	1									2
Megachilinae	<i>Hypanthidium divaricatum</i> (Smith, 1854)						1	2	1				4
	<i>Megachile</i> ( <i>Moureapis</i> ) <i>maculata</i> Smith, 1853							7					7
	Indeterminada			3	2	3	1	6	1			4	20
	Total												668

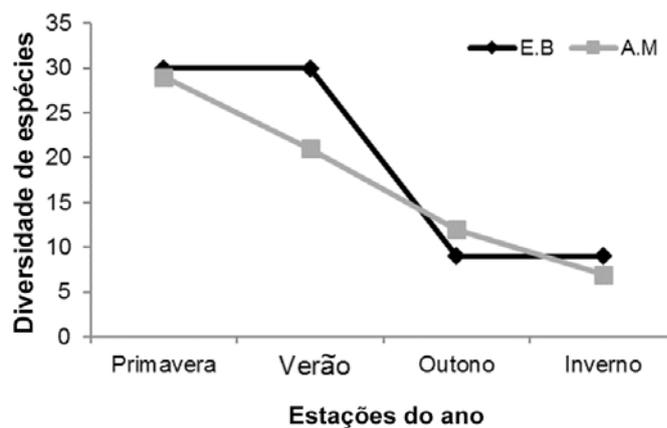
A riqueza e a abundância da fauna de abelhas encontrada para ambas as áreas do estudo, em termos de subfamílias, estão apresentadas de forma decrescente: Apinae > Halictinae > Megachilinae > Andreninae > Colletinae. A sequência de predominância de subfamílias quanto à diversidade seguiu o padrão geralmente relatado para uma distribuição do tipo transicional entre porções subtropicais e temperadas da região neotropical, em que Halictidae e Apidae têm a maior proporção de espécies e Andrenidae e Colletidae constituem pequenos grupos em abundância (MOUGA *et al.*, 2016). A diversidade de composição da apifauna amostrada é típica dos ambientes do sul do Brasil, com pequeno número de espécies abundantes e alta proporção de espécies representadas por poucos indivíduos (*singletons*), assim como a variação das amostras em relação às estações (figuras 3, 4 e 5).



**Figura 3** – Quantidade de espécies de abelhas e quantidade de indivíduos de cada espécie nas áreas 1 e 2.



**Figura 4** – Abundância de indivíduos por estações do ano para as áreas 1 e 2.



**Figura 5** – Diversidade de espécies por estações do ano para as áreas 1 e 2.

Quanto aos grupos de abelhas encontrados com maior prevalência, Meliponini é típico de formações vegetais de mata e Ceratinini e Halictinae são de expressão na região meridional, resultado que acompanha os dados de Alves-dos-Santos (2007). *Apis mellifera*, espécie exótica, correspondeu, em abundância, a 36,34% de todas as abelhas amostradas e a 63,22% da subfamília Apinae. Colletinae foi amostrada com apenas nove indivíduos de *Colletes* sp. Os representantes dessa subfamília são encontrados principalmente no sul do Brasil, em regiões de floresta ombrófila

mista (URBAN & MOURE, 2001). Colletinae foi pouco amostrada quando comparada com Halictinae, subfamília com maior riqueza de espécies e de indivíduos. De acordo com Silveira (2008), Halictinae provavelmente tem sua origem biogeográfica nessa área do continente. De todos os táxons amostrados, apenas *Rhynostelis* sp. não foi encontrado nos trabalhos de Mougá & Krug (2010) e de Mougá *et al.* (2016), realizados em áreas de floresta ombrófila mista próximas às do presente estudo.

No que se refere à riqueza de espécies, na área 1 predominaram Augochlorini (25,53%), Megachilini e Meliponini (14,89%) e Protandrenini (10,63%). Na área 2 predominaram Augochlorini (21,21%), Meliponini (18,18%), Protandrenini e Tapinotaspídi (15,15%). A riqueza da área 1 (44 espécies) foi maior que a da área 2 (33 espécies).

Com relação à abundância de indivíduos, predominaram na área 1 Apini (52,04%), Augochlorini (21,22%), Halictini (5,34%), Meliponini (5,81%) e Protandrenini (4,55%); na área 2, Apini (24,25%), Meliponini (21,25%), Halictini (19,76%), Augochlorini (13,77%) e Protandrenini (8,38%). A abundância de Apinae deveu-se principalmente à presença de *Apis mellifera*, que tem sido notada na grande maioria dos censos realizados em estudos para floresta de araucária (PINHEIRO-MACHADO *et al.*, 2006; MOUGÁ & KRUG, 2010). As espécies de abelhas mais abundantes para a área 1 foram *Apis mellifera*, *Augochloropsis* sp., *Dialictus* sp. e *Augochlora* sp.; na área 2 foram *Dialictus* sp., *Apis mellifera*, *Melipona marginata*, *Augochloropsis* sp., *Plebeia emerina* e *Augochlora* sp. (tabela 1). Dos 56 táxons de abelhas amostradas, 14 foram representados por até dez indivíduos amostrados. A abundância da área 1 (636 indivíduos) foi menor que a da área 2 (668 indivíduos).

O presente estudo, quando comparado com o realizado por Mougá *et al.* (2016) em local próximo à área 2 (600 m), revela-se uma amostragem baixa mas parecida, indicando o impacto negativo da intervenção antrópica (queimada) no local.

Das espécies de abelhas encontradas, observaram-se, em ambas as áreas de estudo, táxons que, embora não assinalados para Santa Catarina, têm registro para os estados vizinhos, de acordo com Moure *et al.* (2013): *Anthrenoides rodrigo* (área 2), com distribuição para o Paraná; *Ceratina* sp. (área 2), com distribuição até o Paraná e o Paraguai; *Ceratina* (*Crewella*) sp. (área 2), com distribuição até o Paraná e Argentina, Paraguai, Uruguai; *Psaenythia bergii* (área 1), com distribuição até o Paraná e Paraguai; *Rhynostelis* sp. (área 1), com distribuição para Amazônia e Guiana Francesa; *Rhopitulus* sp. (áreas 1 e 2), com distribuição até São Paulo e Argentina e Paraguai.

Os táxons que foram coletados somente para a área 1 foram: *Exomalopsis analis*, *Melissoptila thoracica*, *Paratetrapedia volatilis*, *Tetragonisca angustula*, *Thygater analis*, *Thygater* sp., *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *augusti*, *Xylocopa brasilianorum*, *Neocorynura oiospermi*, *Paroxystoglossa* sp., *Anthidium* sp., *Megachile* (*Moureapis*) *pleuralis*, *Megachile* (*Moureapis*) sp., *Megachile* (*Moureapis*) *apicipennis*, *Megachile* sp. e *Rhynostelis* sp. (tabela 1). Os táxons que foram coletados somente para a área 2 foram: *Anthrenoides rodrigo*, *Lanthanomelissa betinae*, *Lanthanomelissa* sp., *Lanthanomelissa* sp. 01, *Plebeia emerina*, *Pseudagapostemon* sp. e *Thectochlora alaris* (tabela 2). As demais espécies listadas neste trabalho foram amostradas em ambas as áreas de estudo.

Os táxons *Paratetrapedia fervida*, *Rhinocorynura* sp., *Thectochlora* sp. e *Hypanthidium divaricatum* foram amostrados em ambas as áreas de estudo, mas com diferença de época de amostragem, variando de 1 a 5 meses entre as duas áreas. Os demais táxons foram amostrados nos mesmos períodos de coleta nas duas áreas. Essa diferença pode eventualmente ocorrer em virtude dos diferentes graus de conservação de cada uma das áreas (MELO *et al.*, 2006).

## PLANTAS

As plantas amostradas somaram 48 táxons (tabelas 3 e 4), incluídos em 16 famílias. A riqueza de espécies de plantas amostradas foi 31 na área 1 e 28 na área 2. Houve 21 espécies de plantas exclusivas para a área 1, 22 exclusivas para a área 2 e seis em comum para as duas áreas (*Chromolaena laevigata* (Lam.) R.M.King & H.Rob, *Chromolaena* sp. DC., *Elephantopus mollis* Kunth,

*Vernonanthura tweediana* (Baker) H.Rob., *Solanum americanum* Mill., *Solanum variabile* Mart.). A família Asteraceae teve mais espécies amostradas (41,7% dos táxons) em ambas as áreas. Na área 1, além de Asteraceae, as famílias com mais espécies visitadas foram Fabaceae, Melastomataceae e Solanaceae; na área 2 foram Solanaceae, Lamiaceae, Malvaceae e Melastomataceae.

**Tabela 3** – Lista de espécies de plantas visitadas por espécies de abelhas na área 1 (Espigão do Bugre – E.B.), de setembro de 2016 a agosto de 2017.

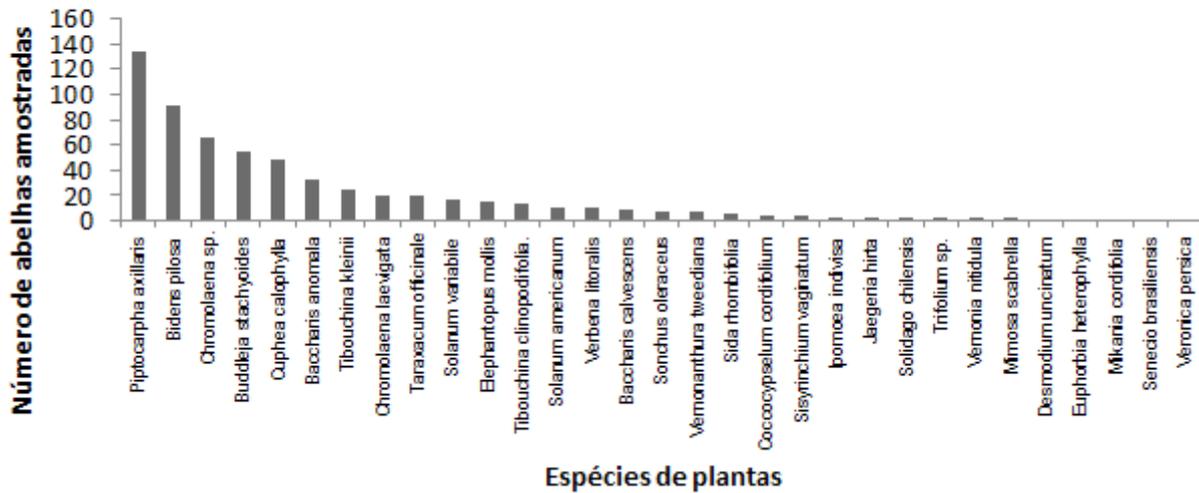
Família	Espécies	Número de abelhas amostradas
Asteraceae	<i>Baccharis anomala</i> DC.	32
	<i>Baccharis calvescens</i> DC.	9
	<i>Bidens pilosa</i> L.	92
	<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob	20
	<i>Chromolaena</i> sp. DC.	66
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	15
	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	3
	<i>Mikania cordifolia</i> (L. f.) Willd.	1
	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	134
	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	1
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	3
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	7
	<i>Taraxacum officinale</i> L.	20
	<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H.Rob.	7
<i>Vernonia nitidula</i> Less.	3	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea indivisa</i> (Vell.) Hallier f.	3
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	1
Fabaceae	<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	1
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth	2
	<i>Trifolium</i> sp. L.	3
Iridaceae	<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	4
Lythraceae	<i>Cuphea calophylla</i> subsp. mesostemon (Koehne)	48
	Lourteig	
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	5
Melastomataceae	<i>Tibouchina clinopodifolia</i> Aubl.	14
	<i>Tibouchina kleinii</i> Wurdack	25
Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i> Poir.	1
Rubiaceae	<i>Coccocypselum cordifolium</i> Nees & Mart.	4
Scrophulariaceae	<i>Buddleja stachyoides</i> Cham. & Schltdl.	55
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	10
	<i>Solanum variabile</i> Mart.	16
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	10

**Tabela 4** – Lista de espécies de plantas visitadas por espécies de abelhas na área 2 (Avencal do Meio – A.M.), de setembro de 2016 a agosto de 2017.

Família	Espécies	Número de abelhas amostradas
Asteraceae	<i>Austroeupatorium picturatum</i> (Malme) R.M.King & H.Rob.	19
	<i>Eupatorium tweedianum</i> Hook. & Arn.	2
	<i>Baccharis</i> cf. <i>oxyodonta</i> DC.	3
	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	8
	<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob	3
	<i>Chromolaena</i> sp. DC.	11
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	117
	<i>Melampodium paniculatum</i> Gardner	12
	<i>Vernonanthura tweedieana</i> (Baker) H.Rob.	1
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	1
Euphorbiaceae	<i>Croton reitzii</i> L.B. Sm. & Downs	179
Fabaceae	<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	5
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	1
Iridaceae	<i>Sisyrinchium fasciculatum</i> Klatt	6
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> subsect. <i>Mutabilis</i> Epling	1
	<i>Hyptis</i> sp. Jacq	2
	<i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) W.T. Aiton	11
Lythraceae	<i>Cuphea calophylla</i> subsp. <i>mesostemon</i> (Koehne) Lourteig	18
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	7
	<i>Wissadula</i> sp. Medik.	1
Melastomataceae	<i>Tibouchina clinopodifolia</i> Aubl.	30
	<i>Tibouchina kleinii</i> Wurdack	15
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	1
Rubiaceae	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	1
Solanaceae	<i>Calibrachoa</i> sp. Cerv.	7
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	1
	<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	73
	<i>Solanum variabile</i> Mart.	11

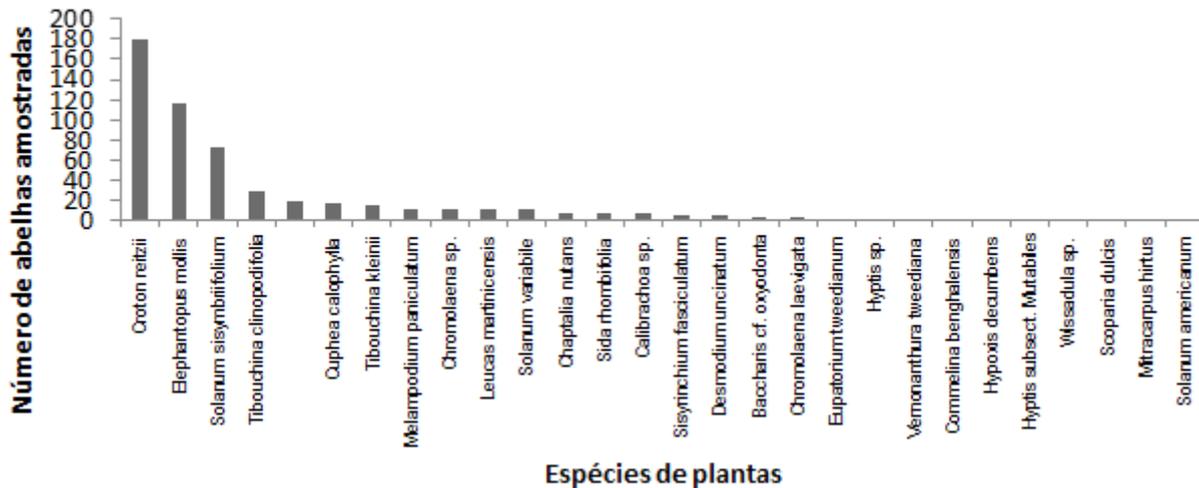
A abundância de visitas por abelhas foi 615 na área 1 e 547 na área 2. Na área 1 os táxons mais atrativos às abelhas foram *Cuphea calophylla* subsp. *mesostemon* (Koehne) Lourteig (Lythraceae) (22 espécies de abelhas), seguido por *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) (16), *Baccharis anomala* DC. (Asteraceae) (13) e *Tibouchina clinopodifolia* Aubl. (Melastomataceae) (11); na área 2 foram *Elephantopus mollis* Kunth (Asteraceae) (18), *Solanum sisymbriifolium* Lam. (Solanaceae) (13), *Tibouchina clinopodifolia* (11) (figuras 6 e 7).

## Área 1



**Figura 6** – Espécies de plantas e frequência de visitas por abelhas na área 1 (Espigão do Bugre – E.B.), em Mafra, SC, Brasil.

## Área 2



**Figura 7** – Espécies de plantas e frequência de visitas por abelhas na área 2 (Avencal do Meio – A.M.), em Mafra, SC, Brasil.

Seis espécies estiveram floridas por maior período: *Elephantopus mollis*, *Tibouchina clinopodifolia*, *Cuphea calophylla* subsp. *mesostemon*, *Bidens pilosa*, *Jaegeria hirta* (Lag.) Less. (Asteraceae) e *Melampodium paniculatum* Gardner (Asteraceae).

A nítida preferência floral por Asteraceae, família botânica mais representativa nas amostragens, denota uma predominância de escolha floral recorrente na parte meridional do país (PINHEIRO-MACHADO *et al.*, 2006). Além de Asteraceae ser a família mais representativa das plantas amostradas, na área 1 foi a família com mais representantes exóticos, tais como *Taraxacum officinale* L., *Vernonanthura tweediana* (Baker) H. Rob., *Vernonia nitidula* Less e *Bidens pilosa*, seguida de Lythraceae, representada pela espécie *Cuphea calophylla* subsp. *mesostemon*. Na área 2 a família com mais representantes exóticos foi Lythraceae, representada pela espécie *Cuphea calophylla* subsp. *mesostemon*, seguida por Asteraceae, com *Vernonanthura tweediana*, e Iridaceae, com *Sisyrinchium fasciculatum* Klatt.

A espécie de planta com maior frequência de visitas por abelhas na área 1 foi *Piptocarpha axillaris* (Less.) Baker, tal como no trabalho de Mouga & Krug (2010), seguida de *Bidens pilosa* e *Chromolaena* sp. DC. Na área 2 foi *Croton reitzii* L.B. Sm. & Downs, seguida de *Elephantopus mollis* e *Solanum sisymbriifolium* Lam. A frequência de visitas realizadas pelas abelhas nessas espécies de plantas pode estar relacionada ao seu período de floração, que foi muito maior do que o das demais espécies. Ademais, tais plantas foram visitadas pelos táxons de abelhas mais amostrados no trabalho (figuras 6 e 7).

As abelhas forrageiam no dossel assim como no sub-bosque, mas, no presente estudo, em função da metodologia, foram amostradas apenas em flores no solo, principalmente no sub-bosque da floresta de araucária, em trilhas e clareiras, onde há uma grande e complexa variedade de plantas, incluindo muitas espécies características e endêmicas (LEITE & KLEIN, 1990). Espécies de plantas visitadas pelas espécies de abelhas e especialmente relacionadas à floresta de araucária incluíram, entre outros, os gêneros *Baccharis*, *Chromolaena*, *Mikania* e *Vernonanthura* (Asteraceae), *Mimosa* (Fabaceae), *Hyptis* (Lamiaceae), *Solanum* (Solanaceae) e *Verbena* (Verbenaceae). Muitos desses táxons são relatados como atrativos para as abelhas pelos outros estudos mencionados, realizados em florestas de araucária (MOUGA & KRUG, 2010; MOUGA *et al.*, 2016).

O número de espécies de plantas associadas a abelhas amostradas neste trabalho (44) é representativo, se comparado àqueles relatados em outros estudos feitos em florestas de araucária, a saber, Krug (2007), Krug & Alves-dos-Santos (2008) e Gonçalves & Brandão (2008). Por outro lado, em pesquisa conduzida em área próxima à área 2 do presente estudo, Mouga *et al.* (2016) amostraram um número maior de espécies de plantas associadas às abelhas (125).

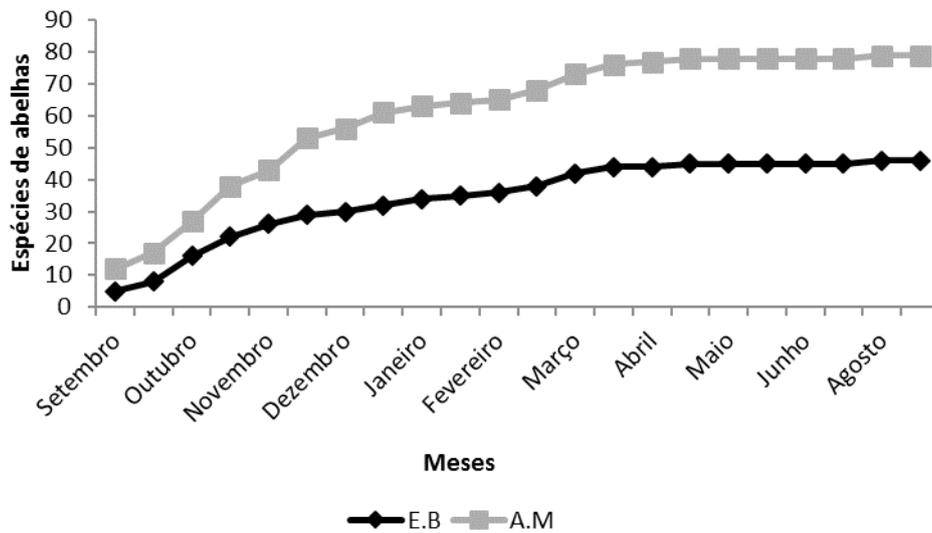
A vegetação da área 2 (de espécies pioneiras) é formada principalmente por herbáceas apícolas sensíveis a temperaturas baixas, as quais, com a chegada do inverno e das geadas frequentes na região, não conseguem sobreviver (LINCOLN *et al.*, 2017). Há, portanto, diminuição sazonal dos recursos para as abelhas até que a regeneração da vegetação esteja finalizada.

A escolha floral da apifauna estudada no presente trabalho acompanhou o padrão fenológico das plantas da região. Sakagami *et al.* (1967) observaram que, no sul do Brasil, a variação sazonal do número de espécies vegetais visitadas reflete as flutuações de temperatura. Complementarmente, Krug (2010) encontrou alta semelhança entre algumas comunidades de abelhas em floresta ombrófila mista e atribuiu esse fato a um padrão latitudinal de riqueza.

As interações observadas entre as espécies de plantas características de floresta de araucária e a apifauna permitem inferir a representação desse tipo de vegetação diacronicamente, já que é sabido que a apifauna desenvolve relações íntimas, incluindo coevolutivas, com os recursos das plantas que explora (MOLDENKE, 1994). Como as abelhas são polinizadoras de ambientes naturais e cultivados, sua distribuição temporal reflete os padrões estacionais, e a intensidade de polinização acompanha tal movimento.

## ÍNDICES

As curvas de acumulação de espécies (curvas do coletor), para ambas as áreas, estabilizaram-se, ou seja, nenhuma espécie nova foi adicionada, significando que a riqueza, obtida pela metodologia empregada, foi atingida (figura 8). Há que se ressaltar que a diversidade de espécies depende, além da própria natureza da comunidade, do esforço amostral despendido, uma vez que o número de espécies se eleva com o aumento do número de indivíduos amostrados (BARROS, 2007).

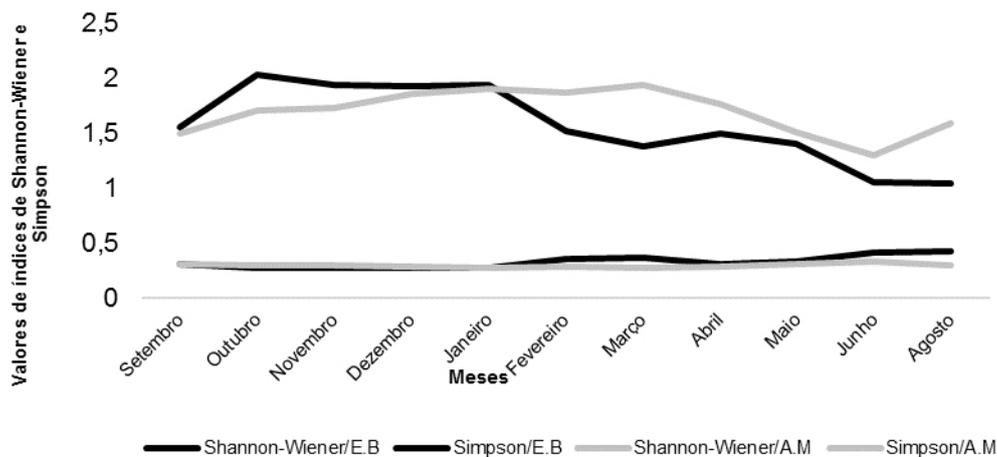


**Figura 8** – Curva de acumulação de espécies para a área 1 (Espigão do Bugre – E.B.) e área 2 (Avencal do Meio – A.M.), dos meses de setembro de 2016 a agosto de 2017.

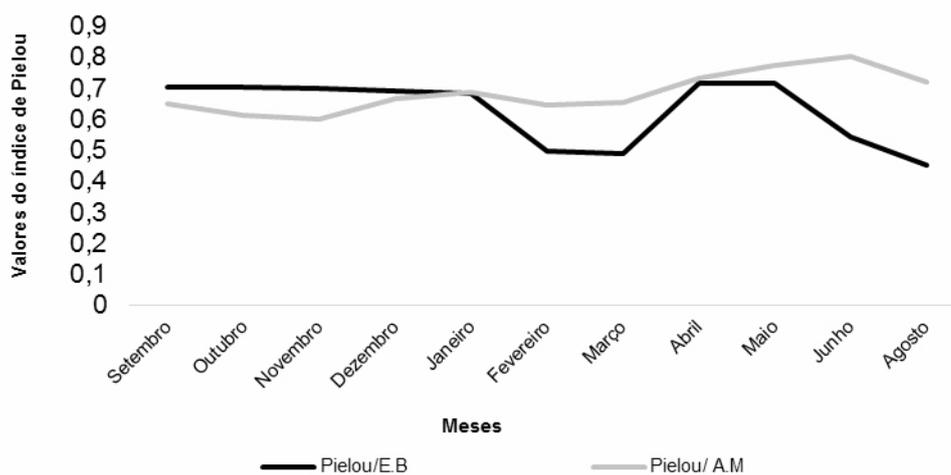
A variação mensal da diversidade e da dominância de espécies, medida pelos índices de Shannon-Wiener (SW) e de Simpson (D), e a equabilidade, medida pelo índice de Pielou, são apresentadas na tabela 5 e nas figuras 9 e 10.

**Tabela 5** – Índices de diversidade e dominância (Shannon-Wiener e Simpson) e de equitabilidade (Pielou) para as espécies de abelhas em Mafra, no período 2016-2017. Legenda: S = Número de espécies; N = Número de indivíduos; E.B. = Espigão do Bugre; A.M. = Avencal do Meio. Esta tabela inclui *Apis mellifera*.

Áreas	Parâmetros	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Ago.
Área 1 (E.B.)	S	9	18	16	16	17	21	17	8	7	7	10
	N	48	74	72	72	94	254	182	44	42	88	302
	Pielou	0,705	0,703	0,699	0,692	0,683	0,498	0,488	0,717	0,718	0,543	0,453
	Shannon-Wiener	1,549	2,031	1,939	1,920	1,934	1,515	1,384	1,490	1,397	1,056	1,043
	Simpson	0,308	0,270	0,275	0,276	0,276	0,352	0,372	0,312	0,332	0,420	0,431
Área 2 (A.M.)	S	10	16	18	16	16	18	19	11	7	5	9
	N	180	262	210	124	124	148	144	42	24	24	54
	Pielou	0,651	0,614	0,599	0,667	0,685	0,646	0,656	0,735	0,776	0,803	0,722
	Shannon-Wiener	1,500	1,703	1,731	1,850	1,900	1,868	1,931	1,761	1,509	1,293	1,587
	Simpson	0,310	0,303	0,298	0,284	0,277	0,283	0,276	0,283	0,306	0,337	0,302



**Figura 9** – Variação média mensal dos índices de diversidade de Shannon-Wiener e de Simpson para a área 1 (Espigão do Bugre – E.B.) e área 2 (Avençal do Meio – A.M.), durante o período 2016-2017.



**Figura 10** – Variação média mensal do índice de equabilidade de Pielou para a área 1 (Espigão do Bugre – E.B.) e área 2 (Avençal do Meio – A.M.), durante o período 2016-2017.

Quando se analisam os dados mês a mês, nota-se que houve variação dos índices, com aumento de diversidade no verão e diminuição nos meses de inverno, padrão sazonal já esperado e verificado em pesquisas com abelhas realizadas no sul do Brasil, em um modelo de área temperada (PINHEIRO-MACHADO, 2002; MOUGA & KRUG, 2010; MOUGA *et al.*, 2016).

Para a área 1, o valor médio de diversidade foi 2,18, de equabilidade foi  $J' = 0,52$  e de dominância resultou em  $1-D = 0,28$ . Para a área 2, o valor médio de diversidade foi 2,56, de equabilidade foi  $J' = 0,72$  e de dominância resultou em  $1-D = 0,12$ . De modo geral, observa-se que, na área 2, a riqueza de espécies é menor mas a abundância de indivíduos é maior do que na área 1, o que explica o índice de diversidade maior da área 2. O índice de diversidade é afetado pela abundância (MAGURRAN, 2005). Os índices de diversidade obtidos em ambas as áreas de estudo, contudo, mostraram valores próximos.

Na área 2 há uma intensa sucessão de recursos vegetais, já que se trata de uma formação pioneira cujo entorno possui uma mata natural, que serve de refúgio para as espécies nativas de abelhas, dando-lhes suporte. Nas adjacências da área 1, um fragmento de floresta nativa, há monoculturas, o que traz impacto à estruturação biológica, fato agravado pelo emprego de defensivos agrícolas, os quais agem sobre os próprios polinizadores e também sobre as plantas, adensadas e em pleno florescimento,

que são atrativas mas contaminadas. Essa é a principal causa de mortalidade das abelhas (efeito agudo), embora baixos níveis de doses e/ou baixa frequência de aplicação possam também afetar o comportamento das forrageiras e reduzir o vigor das colônias (FREITAS & PINHEIRO, 2012).

O índice de dominância (Simpson) (1-D) obtido no presente estudo foi mais baixo na área 2 (0,12), possivelmente por causa da quantidade maior de *A. mellifera*, espécie com baixa exigência para locais de nidificação (ICMBio; MMA, 2017), o que se torna relevante em área antropizada. A grande quantidade de *A. mellifera* evidencia também uma diminuição nas populações das abelhas nativas decorrente da grande competição.

O índice de equabilidade (Pielou), ao longo do ano, evidencia um padrão decrescente para ambas as áreas, em virtude da sazonalidade. Também se verifica que a área 1 tem as espécies menos bem distribuídas em suas abundâncias. Tal área está possivelmente mais depauperada em termos de biodiversidade do que a área 2. Trabalhos realizados para verificar a composição de comunidades de abelhas mostram a espécie introduzida *A. mellifera*, amplamente preponderante em momentos de antropização (STEINER *et al.*, 2006; MOUGA *et al.*, 2016). Esses fatos sugerem a necessidade de estudos de maior duração temporal (PINHEIRO-MACHADO *et al.*, 2006).

#### COMPARATIVO COM OUTROS AMBIENTES DE MATA DE ARAUCÁRIA

O índice de similaridade foi calculado entre as duas áreas e pesquisas feitas em formações semelhantes (tabela 6), visando situar a composição específica encontrada no presente estudo no cenário de inventários já descritos.

**Tabela 6** – Índices de similaridade de Soerensen (SO) calculados para estudos realizados em floresta de araucária na Região Sul do Brasil. A distância refere-se ao município de Mafra (o presente estudo). Legenda: n.º sp = número de espécies.

Autores	Altitude (m)	n.º sp.	SO	Distância (km)	Município
Orth (1983)	950	143	Área 1: 0,32 Área 2: 0,32	Área 1: 208 Área 2: 196	Caçador (SC)
Ortolan & Laroca (1996)	930	63	Área 1: 0,28 Área 2: 0,32	Área 1: 249 Área 2: 264	Lages (SC)
Krug (2007)	794	164	Área 1: 0,20 Área 2: 0,16	Área 1: 159 Área 2: 147	Porto União (SC)
Mouga <i>et al.</i> (2014)	1.800	75	Área 1: 0,23 Área 2: 0,18	Área 1: 243 Área 2: 258	Urubici (SC)
Mouga <i>et al.</i> (2016)	850	93	Área 1: 0,25 Área 2: 0,29	Área 1: 11 Área 2: 0,60	Mafra (SC)
Este estudo área 1	839	44	–	11,85	Mafra (SC)
Este estudo área 2	798	32	–	11,85	Mafra (SC)

Observa-se que o número de espécies amostradas é menor nos trabalhos mais recentes, com exceção do de Krug (2007). Depreende-se que havia, anteriormente, mais riqueza de apifauna, decorrente de condições de menos impacto de atividades antrópicas (SÁNCHEZ-BAYO & WYCKHUYS, 2019). As maiores similaridades ocorreram entre as áreas 1 e 2 e o trabalho de Orth (1983), situado a 200 km de distância (índice de Soeresen 0,32), e entre a área 2 e o trabalho de Ortolan & Laroca (1996), situado a 260 km de distância (índice de Soeresen 0,32). Entre o trabalho de Mouga *et al.* (2016) e a área 2, com cerca de 600 m de distância, o índice de Soeresen ficou em 0,29; para a área 1, o índice ficou em 0,25. De acordo com Heithaus (1979), comunidades de plantas geograficamente distantes porém fisionomicamente semelhantes possuem melissofaunas mais similares. Para os dados de Krug (2007), a baixa similaridade explica-se pela quantidade muito maior de táxons amostrados pelo trabalho mencionado. Para os dados de Mouga *et al.* (2014), a baixa similaridade pode ser atribuída à altitude muito maior do trabalho citado. Os fatores que afetam a semelhança de espécies ao longo de um gradiente ambiental estão relacionados ao afastamento das áreas, ao suporte de voo para as espécies de abelhas entre os fragmentos e à temporalidade do levantamento.

O conhecimento sobre as comunidades de abelhas existentes em floresta de araucária permite compreender sua estrutura e evolução. O presente estudo evidenciou diversidade e abundância de espécies de abelhas diminuídas em relação a estudos anteriores em ambientes próximos ou similares. Essa situação recomenda mais pesquisas que confirmem o estado de preservação das áreas de FOM em Santa Catarina, que se constituem em formações ameaçadas, e confirma o uso de abelhas como instrumento aferidor da conservação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- Barros, R. S. M. Medidas de diversidade biológica. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais – PGECOL. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2007. p. 1-13.
- Bazílio, S. Melissocenose de uma área restrita de floresta de araucária do distrito de Guará (Guarapuava, PR) [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1997.
- Bortoli, C. & S. Laroca. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), com notas comparativas. *Dusenya*. 1990; 15: 1-112.
- Campos, J. B. & L. Silveira Filho. Floresta com araucária. Curitiba: SEMA; 2010. (Série ecossistemas paranaenses).
- Dias, F. V. Ocorrência de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmento de floresta ombrófila mista no centro-sul do Paraná, Brasil [Monografia de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva]. Guarapuava: Universidade do Centro-Oeste / Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2010.
- Freitas, B. M. & J. N. Pinheiro. Polinizadores e pesticidas: princípios de manejo para os agroecossistemas brasileiros. Brasília: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Biodiversidade e Florestas / Departamento de Conservação da Biodiversidade; 2012. 116 p.
- Gemmill, B., C. Eardley, D. Roth, J. Clarke & S. Buchmann. Pollinators and pollination: a resource book for policy and practice. Stellenbosch: African Pollinator Initiative (API); 2006. 77 p.
- Gonçalves, R. B. & C. R. F. Brandão. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na mata atlântica. *Biota Neotropical*. 2008; 8(4): 52-61.
- Heithaus, E. R. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. *Ecology*. 1979; 60(1): 190-202.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mafra – panorama. [Acesso em: 27 out. 2017]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/mafra/panorama>.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro; 2012. 271 p.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade / MMA – Ministério do Meio Ambiente. Plano de manejo da RPPN Eng. Eliezer Batista. [Acesso em: 27 out. 2017]. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/rppn\\_eliezer\\_batista\\_pm\\_3de6.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/rppn_eliezer_batista_pm_3de6.pdf).
- Imperatriz-Fonseca, V. L. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. 2004. Disponível em: [http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicosaossecossistemas\\_polinizadores\\_vera.pdf](http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicosaossecossistemas_polinizadores_vera.pdf). Acesso em: 13 maio 2016.
- Jamhour, J. & S. Laroca. Uma comunidade de abelhas silvestres (Hym., Apoidea) de Pato Branco (PR – Brasil): diversidade, fenologia, recursos florais e aspectos biogeográficos. *Acta Biológica Paranaense*. 2004; 33: 27-119.
- 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; 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. 143 p.
- 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.
- Lagos, A. R. & B. L. A. Muller. Hotspot brasileiro – mata atlântica. *Revista Saúde e Ambiente*. 2007; 2: 35-45.
- Laroca, S. Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e primeiro planalto paranaenses [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1974.
- Leite, P. F. & R. M. Klein. Vegetação. In: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: região sul. Rio de Janeiro; 1990. p. 113-150.
- Lincoln, T., E. Zeiger, I. M. Moller & A. Murphy. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. São Paulo: Artmed; 2017. p. 297-593.

- Magurran, A. E. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing; 2005. 256 p.
- Marques, M. F., G. B. Menezes, M. S. Deprá, G. C. Delaqua-Gironi, A. P. Hautequestt & M. C. M. Moraes. Polinizadores na agricultura – ênfase em abelhas. Rio de Janeiro: Funbio; 2015. p. 1-40.
- Medeiros, J. D. Mata atlântica em Santa Catarina: situação atual e perspectivas futuras. In: Schäffer, W. B. & M. O. Prochnow. A mata atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília: Apremavi; 2002. p. 86-103.
- Melo, G. A. R., A. C. Martins & R. B. Gonçalves. Alterações de longo prazo na estrutura de assembléias de abelhas: conhecimento atual e perspectivas. Anais. VII Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto, SP p. 150-155. 2006.
- Melo, G. A. R. & R. Gonçalves. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). Revista Brasileira de Zoologia. 2005; 22(1): 153-159.
- Michener, C. D., R. J. McGinley & B. N. Danforth. The bee genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea). Washington: Smithsonian Institution Press; 1994. 209 p.
- Moldenke, A. R. Host-plant coevolution and the diversity of bees in relation to the flora of North America. Phytologia. 1994; 43(4): 357-420.
- Mouga, D. M. D. S. & C. Krug. Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em floresta ombrófila densa montana em Santa Catarina. Zoologia. 2010; 27(1): 71-79.
- Mouga, D. M. D. S., E. Dec, M. Warkentin & A. K. G. Santos. Comunidades de abelhas e recursos florais em área de clima temperado no sul do Brasil: um descritivo do Parque Nacional de São Joaquim. In: Castilho, P. V., M. T. R. N. Omena & M. H. Taniwaki (Orgs.). Parque Nacional de São Joaquim: portal do conhecimento. São Paulo: Santarém; 2014. p. 135-163.
- 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.
- Moure, J. S., D. Urban & G. A. R. Melo. Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia; 2013. [Acesso em: 5 nov. 2017]. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue/distr?id=32943&lang=pt>.
- 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.
- Ortolan, S. M. 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.
- Pielou, E. C. Mathematical ecology. New York: John Wiley; 1977. 385 p.
- Pinheiro-Machado, C. Diversidade e conservação de Apoidea [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2002.
- Pinheiro-Machado, C., I. Alves-dos-Santos, V. L. Imperatriz-Fonseca, A. P. K. Matos & F. A. Silveira. Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use. In: Kevan, P. G. & V. L. Imperatriz-Fonseca (Eds.). Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2006. 336 p.
- Prefeitura de Mafra. Turismo. 2016. [Acesso em: 31 maio 2016]. Disponível em: <http://www.mafra.sc.gov.br/turismo/>.
- Primer 6.0 – Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research. Copyright® by PREMIER Biosoft International. All Rights Reserved. 2009. p. 1-93.
- Sakagami, S. F., S. Laroca & J. S. Moure. Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (PR), south Brazil. Preliminary report. Journal of the Faculty of Science of the Hokkaido University, Serie Zoology. 1967; 16(2): 253-291.
- Sánchez-Bayo, F. & K. A. G. Wyckhuys. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. Biological Conservation. 2019; 232: 8-27.
- Sanquetta, C. R. & E. Mattei. Situação dos remanescentes da floresta de araucária no Brasil. In: \_\_\_\_\_. Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de araucária. Curitiba: Multi-Graphic; 2006. p. 17-52.
- SDR – Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão de Mafra. 2003. p: 1-34. [Acesso em: 3 nov. 2017]. Disponível em: [https://www.bambui.ifmg.edu.br/jornada\\_cientifica/2014/resumos/Bio/bioabelhas.pdf](https://www.bambui.ifmg.edu.br/jornada_cientifica/2014/resumos/Bio/bioabelhas.pdf).
- Silveira, F. A. Biogeografia de abelhas de áreas abertas na América do Sul – uma retrospectiva. Anais. VIII Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto, SP 2008.
- Silveira, F. A., C. Pinheiro-Machado, I. Alves-dos-Santos, A. M. P. Kleinert & V. L. Imperatriz-Fonseca. Taxonomic constraints for the conservation and sustainable use of wild pollinators – the Brazilian wild bees. In: Kevan, P. G. & V. L. Imperatriz-Fonseca. Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. 2. ed. Brasília: MMA; 2006. p. 47-56.
- Silveira, F. A., G. A. R. Melo & E. A. B. Almeida. Abelhas brasileiras – sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira; 2002. 254 p.
- 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.
- Urban, D. & J. S. Moure. Catálogo de Apoidea da região neotropical (Hymenoptera, Colletidae). II. Diphaglossinae. Revista Brasileira de Zoologia. 2001; 18(1): 1-34.

- Vibrans, A. C., L. Sevegnani, A. L. Gasper & D. V. Lingner. Inventário florístico florestal de Santa Catarina. Diversidade e conservação dos remanescentes florestais. v. I. Blumenau: Edifurb; 2012. p. 65-79.
- Wilms, W. & B. Wiechers. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. *Apidologie*. 1997; 28: 339-355.
- Wittmann, D. & M. Hoffmann. Bees of Rio Grande do Sul, southern Brazil (Insecta, Hymenoptera, Apoidea). *Iheringia, Série Zoologia*. 1990; 71: 17-43.
- WWF – World Wide Fund for Nature. A situação da mata atlântica, três países, 148 milhões de pessoas e uma das mais ricas florestas na Terra. Relatório; 2017.