

Influência do uso e da cobertura do solo sobre a diversidade e a riqueza de abelhas na Ilha de Santa Catarina

Influence of land use and cover on the diversity and richness of bees on the island of Santa Catarina

Agnes Vitória Del Sent **CADORE**^{1,7}; Márcia Regina **FAITA**²; Erick **PEREIRA**³; Giovana Pittarelli **BENTO**⁴; Valdeir Pereira **LIMA**²; Josefina **STEINER**⁵ & Alex Sandro **POLTRONIERI**⁶

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a diversidade e riqueza de abelhas em três paisagens na Ilha de Santa Catarina. Com base em características de uso e ocupação do solo, selecionaram-se três locais onde foram instalados nove *kits*, compostos por um ninho-armadilha e uma armadilha Moericke. Em cada local, os *kits* foram distribuídos em três áreas, caracterizadas como: 1 – borda de mata; 2 – intermediária; 3 – antropizada. As coletas quinzenais foram realizadas entre abril/2019 e março/2020. As abelhas capturadas foram montadas em coleção permanente e identificadas com auxílio de chaves dicotômicas até o nível de espécie. Coletaram-se dados mensais de temperatura e precipitação para avaliar sua influência sobre as abelhas ao longo do ano. A área intermediária, que possui vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, apresentou maior número de abelhas, diferindo significativamente da borda de mata e da área antropizada. Os locais com distintos usos e cobertura do solo não evidenciaram diferença entre si quanto ao número de abelhas capturadas, assim como não foi identificada influência dos fatores abióticos sobre a comunidade de abelhas. Observou-se que fragmentos florestais em áreas urbanas oferecem condições para a presença de abelhas. O monitoramento da apifauna permite conhecer seu estado de conservação e desenvolver ações para proteção dos recursos naturais.

Palavras-chave: abundância de espécies; apifauna; conservação de abelhas; fragmento florestal; monitoramento.

Recebido em: 1.º dez. 2021

Aceito em: 15 mar. 2022

ABSTRACT

We aimed to evaluate the diversity and richness of bees in three distinct landscapes on Santa Catarina Island. We selected three places, based on different land use and land cover, for the installation of nine kits, consisting of a trap-nest and an attractive tray. At each site, the kits were distributed in three areas characterized as: 1 – forest edge; 2 – intermediate; 3 – anthropized. The biweekly collections were carried out between April/2019 and March/2020. We mounted the captured bees into a permanent collection and identified them at the species level using dichotomous keys. Additionally, we gathered monthly temperature and precipitation data to assess their influence on bees throughout the year. The intermediate area, characterized by secondary vegetation at an early stage of regeneration, had a higher number of bees, differing significantly from the forest edge and anthropized area. The sites

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Agronomia, Rod. Admar Gonzaga, n. 1346, bairro Itacorubi – CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil.

² UFSC, CCA, Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, SC, Brasil.

³ UFSC, CCA, Zootecnia, Florianópolis, SC, Brasil.

⁴ UFSC, CCA, Agroecossistemas, Florianópolis, SC, Brasil.

⁵ UFSC, Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética / Centro de Ciências Biológicas (BEG / CCB), Laboratório de Abelhas Nativas, Florianópolis, SC, Brasil.

⁶ UFSC, CCA, Fitotecnia, Florianópolis, SC, Brasil.

⁷ Autor para correspondência: delsentagnes19@gmail.com.

with different land use and cover did not differ from each other in terms of the number of bees captured, and we did not identify the influence of abiotic factors on the bee community. Therefore, we observed that forest fragments in urban areas offer conditions for the presence of bees. Monitoring apifauna allows us to better understand their conservation status and thus propose measures to protect natural resources.

Keywords: apifauna; bee conservation; forest fragment; monitoring; species abundance.

INTRODUÇÃO

Os polinizadores fornecem serviços ecossistêmicos essenciais, contribuindo para a reprodução de plantas cultivadas e nativas. Cerca de 35% da produção agrícola global e 85% das angiospermas dependem em algum grau desses serviços (BROWN *et al.*, 2016). A polinização é feita, em sua maioria, por animais, com destaque para a entomofilia realizada por himenópteros (HENDERSON, 1986). No Brasil, os polinizadores distribuem-se em nove grupos, dos quais aproximadamente 66,3% são formados por alguma espécie de abelha, 9,2% por besouros, 5,2% por borboletas e mariposas, 4,4% por vespas, 2,8% por moscas, 2% por morcegos e 0,4% por hemípteros (WOLOWSKI *et al.*, 2019). Em virtude da dependência dos recursos florais, tais como néctar, pólen e óleos, as abelhas estão constantemente forrageando, promovendo assim os serviços de polinização (IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010).

São conhecidas aproximadamente 20.000 espécies de abelhas no mundo; destas, até 80% são de vida solitária (MICHENER, 2007) e aproximadamente 1.000 espécies apresentam comportamento social (IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010). Dentre as abelhas sociais, destaca-se *Apis mellifera* Linnaeus (1758), que tem comportamento generalista e realiza visitas legítimas e/ou ilegítimas às flores (ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2016), de acordo com a morfologia floral. Apesar da importância de *A. mellifera* como polinizadora no Brasil, sua introdução causou impactos negativos sobre as espécies vegetais e para os polinizadores nativos, uma vez que tais abelhas ocupam o nicho ecológico de polinizadores nativos, podendo assim causar extinções locais, bem como alterações substanciais na densidade populacional de outras espécies (ALVES *et al.*, 2010). Além disso, *A. mellifera*, assim como outras abelhas, se comportam como pilhadoras ou polinizadores ocasionais, já que não tocam as estruturas masculinas e femininas das flores durante a busca por alimento, deixando de contribuir para a polinização efetiva e formação de frutos (ALVES *et al.*, 2010).

As abelhas de hábito solitário demonstram eficiência na polinização de plantas cultivadas, destacando-se os gêneros *Xylocopa* (Apidae, Xylocopini), *Centris* (Apidae, Centridini), *Tetrapedia* (Apidae, Tetrapediini) e *Megachile* (Megachilidae, Megachilini) (JUNQUEIRA, 2012). Culturas agrícolas, tais como acerola (*Malpighia emarginata* D C) (VILHENA *et al.*, 2012), alfafa (*Medicago sativa* L) (VICENS & BOSCH, 2000), amêndoa (*Prunus dulcis* Mill), maçã (*Malus domestica* Borkh) (BOSCH & KEMP, 2000), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (HOGENDOORN & BARTHOLOMAEUS, 2010) e goiaba (*Psidium guajava* L.) (ALVES & FREITAS, 2006), evidenciam melhor desempenho na produção graças à polinização por abelhas solitárias, indicando o potencial uso sustentável desses insetos (JUNQUEIRA, 2012).

As abelhas solitárias apresentam hábitos de nidificação que variam quanto ao diâmetro e comprimento interno do túnel, material de partição da célula e utilização de espécies de plantas para provisionamento (BERTOLI *et al.*, 2019). Embora a maioria dos ninhos seja escavada no solo ou em barrancos, algumas espécies de abelhas solitárias utilizam cavidades preexistentes para nidificar e podem estabelecer seus ninhos em células abandonadas de vespas e de outras abelhas, orifícios na madeira, tais como troncos de árvores e em ninhos-armadilha (OLIVEIRA & GONÇALVES, 2017).

As alterações das áreas naturais vêm acontecendo de modo acelerado, por meio das atividades humanas, transformando paisagens estruturadas em ambientes simplificados e, conseqüentemente, reduzindo a biodiversidade global. Tais alterações na estrutura da paisagem podem ocasionar a exclusão de espécies-chave dos diversos ecossistemas, afetando a flora, a fauna e as relações

ecológicas entre os organismos (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Essas transformações também afetam as abelhas significativamente, diminuindo os recursos para forrageamento e os locais para nidificação (HERNANDEZ *et al.*, 2009).

De acordo com a mais recente edição do *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção* (ICMBio, 2018), a redução e a fragmentação de hábitat causadas pelo desenvolvimento de atividades agrícolas afetam 51% das 1.173 espécies ameaçadas (OLIVEIRA *et al.*, 2021). A fragmentação dos hábitats traz consequências diretas para as espécies, já que as desconecta, o que impede a mobilidade e as interações. Além do mais, as espécies que vivem em áreas fragmentadas podem ser impactadas com o efeito de borda, haja vista que este regula a temperatura, a umidade, entre outros elementos importantes para a sobrevivência (PERONDI *et al.*, 2018).

As abelhas nativas desempenham um papel fundamental como polinizadores e indicadores de qualidade ambiental (MOUGA & KRUG, 2010), sendo importante a realização de monitoramentos periódicos da apifauna. Na Ilha de Santa Catarina, são escassos os estudos de monitoramento da comunidade de abelhas. Steiner *et al.* (2006) documentaram e compararam a riqueza das espécies de abelhas que ocorrem na Ilha de Santa Catarina com outros estudos do mesmo bioma, sem determinar o efeito do uso e ocupação do solo sobre esses insetos. Adicionalmente, a ilha passa por alterações de paisagens, em virtude da supressão da vegetação para implementação e ampliação de investimentos imobiliários, impulsionados principalmente pela exploração turística. Nesse sentido, o presente trabalho teve como intuito avaliar a diversidade e a riqueza de espécies de abelhas em três paisagens distintas na Ilha de Santa Catarina.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O estudo foi conduzido na Ilha de Santa Catarina, no município de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (27°35'49" S; 48°32'58" O). O clima é classificado como Cfa (classificação climática de Köppen-Geiger), caracterizado por verões quentes e chuvas distribuídas durante o ano, tendo como temperatura média anual 21,15°C e umidade em torno de 80% (CECA/FNMA, 1996). A cobertura vegetal é composta por floresta ombrófila densa e vegetação secundária ou reflorestamento (IPUF, 2008).

As coletas ocorreram em três locais: Parque Ecológico Cidade das Abelhas (CDA) (27°32'18"S; 48°30'13"W), Fazenda Experimental da Ressacada (FER) (27°41'07" S; 48°32'38.81" W) e Centro de Ciências Agrárias / UFSC (CCA) (27°34'55" S; 48°32'47" W) (figura 1).

Em cada localidade, as coletas foram realizadas em áreas com distintas coberturas vegetais: A1 – borda de mata com vegetação primária; A2 – intermediária, com vegetação secundária em estágio inicial de regeneração; A3 – área antropizada.

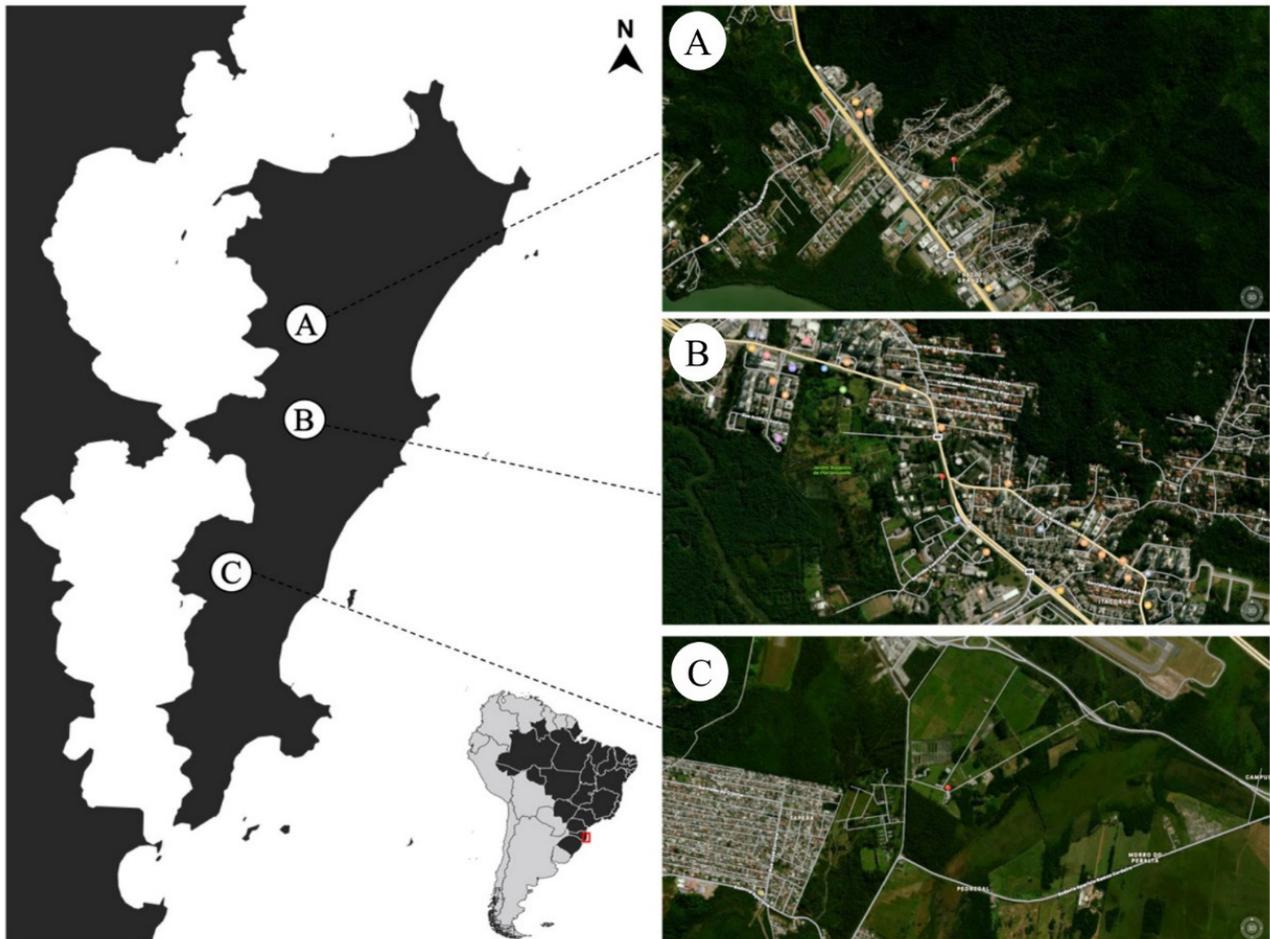


Figura 1 – Imagens de satélite indicando as três áreas de estudo na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: (A) Parque Cidade das Abelhas; (B) Fazenda Experimental da Ressacada; (C) Centro de Ciências Agrárias / UFSC. Fonte: Google Earth.

Nos locais onde foram feitas as amostragens, há predomínio de florestas nativas, refúgios e várzeas, com presença de vegetação secundária e áreas de intensa atividade humana.

De acordo com os dados disponíveis na Plataforma do Projeto MapBiomias (2020), os locais apresentam as seguintes características de uso e cobertura do solo: CDA – floresta 56,9%, agricultura 36,8%, área não florestada 2,2%, água 2,2%, formação natural não florestal 1,8%; FER – floresta 32,1%, agricultura 56,8%, área não florestada 9%, água 1%, formação natural não florestal 1%; CCA – floresta 55,7%, agricultura 34,4%, área não florestada 3,7 %, água 0,4 %, formação natural não florestal 5,7%.

Após as coletas, o material foi levado ao Laboratório de Entomologia Agrícola (Labento) da Universidade Federal de Santa Catarina, para triagem, emergência e identificação.

NINHOS-ARMADILHA E ARMADILHA ATRATIVA

As coletas foram realizadas com ninhos-armadilha (NA) e bandejas atrativas do tipo Moericke (BM). Os NAs eram formados por gomos de bambu, agrupados em feixes com 10 unidades de 15 cm de comprimento e distintos diâmetros, sendo ocós e fechados em uma das extremidades pelo nó. As BMs tinham 8 cm de altura, sendo sua parte interna pintada na cor amarela, e preenchidas com 600 ml de uma solução conservante, formada a partir de 5 L de água, 500 ml de paraformaldeído

e 10 ml de detergente neutro. Em cada um dos locais de amostragem, instalaram-se nove *kits*, distribuídos aleatoriamente nas três áreas de avaliação. Cada *kit* era composto por um NA e uma BM, totalizando 27 *kits*.

COLETA DE DADOS

Os *kits* com os NAs e as BMs foram instalados em abril de 2019 e recolhidos em abril de 2020. As inspeções para a verificação de nidificação e a coleta de insetos atraídos por NA e na BM foram efetuadas quinzenalmente durante o período das avaliações. A cada inspeção, os NAs ocupados foram retirados e substituídos, mantendo-se assim o número de locais para nidificação. Os NAs com presença de nidificação foram mantidos em sala de criação de insetos, à temperatura de 25°C, e monitorados até a emergência de adultos. Os insetos coletados nas BMs foram triados e armazenados no Labento da UFSC.

As abelhas coletadas por NA ou BM foram alfinetadas, etiquetadas e identificadas de acordo com a proposta de Silveira *et al.* (2002) até o nível de espécie, com o auxílio da coleção do Laboratório de Abelhas Nativas (LANUFSC), e armazenadas na coleção permanente do Labento. A identificação foi confirmada pelo professor Dr. Rodrigo Barbosa Gonçalves (UFPR), especialista em sistemática e ecologia de comunidades de abelhas.

DADOS METEOROLÓGICOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar a influência da temperatura e da precipitação sobre a diversidade e a abundância de abelhas coletadas durante os 12 meses de monitoramento, obtiveram-se dados climáticos mensais para a Ilha de Santa Catarina, em consulta ao Instituto Nacional de Meteorologia.

A diversidade de espécies foi estimada pelo índice de Shannon (H'), por intermédio do *software* BioEstat 5.0, o qual atribui pesos semelhantes entre espécies raras e de ampla distribuição, ao considerar a uniformidade. Posteriormente os dados foram submetidos ao Teste de Normalidade de Anderson-Darling, para verificar se os dados seguiam uma distribuição normal. Uma vez que os dados não apresentaram uma distribuição normal, estes foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis (dados não paramétricos), a fim de discriminar a diferença entre os locais e as áreas avaliadas. As análises foram feitas por meio do *software* Minitab 18.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O local com maior diversidade de espécies e número de abelhas foi o CCA, seguido da CDA e FER.

A área de vegetação secundária em estágio inicial de regeneração (A2) apresentou maior número de abelhas coletadas em BM, entre os três locais avaliados, diferindo significativamente da borda de mata e da área antropizada.

Com relação à riqueza de espécies, o CCA evidenciou maior diversidade em relação a CDA e FER, representada pelo Índice de Shannon (tabela 1).

Tabela 1 – Número total e índice de diversidade de abelhas coletadas nos locais e áreas avaliadas, entre abril de 2019 e abril de 2020, na Ilha de Santa Catarina.

	CCA		CDA		FER	
	Indivíduos	Espécies	Indivíduos	Espécies	Indivíduos	Espécies
A1	20	3	3	1	0	0
A2	25	9	25	6	7	3
A3	8	4	7	3	6	2
Índice de Shannon	0,4376	0,4274	0,3353	0,3900	0,2997	0,2923

A1 = borda de mata com vegetação primária; A2 = vegetação secundária em estágio inicial de regeneração; A3 = área antropizada.

O CCA, embora esteja situado em um centro urbano, possui fragmentos vegetais, com pequenos cultivos e jardins, e é contornado por manguezal, sendo caracterizado como um refúgio para a entomofauna. A conservação de fragmentos florestais, assim como áreas em processo de regeneração, apresenta efeito positivo sobre a diversidade e a abundância de espécies de abelhas (SOBREIRO, 2018). A regeneração natural dessas áreas forma vegetações secundárias, que contribuem para o restabelecimento das funções ecológicas, possibilitando a continuidade dos serviços ecossistêmicos (GONÇALVES, 2018). Além disso, remanescentes florestais próximo a áreas antropizadas representam locais adequados para o desenvolvimento de espécies vegetais que podem fornecer alimento e abrigo às abelhas (GEREMIAS, 2012).

O menor quantitativo de espécies e número de abelhas coletadas na FER pode ser atribuído à atividade agrícola, predominante no local, que corresponde a 56,8% do uso e cobertura do solo. A agricultura é reconhecida como o fator que mais contribui para a perda de biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2021). A supressão e a fragmentação da vegetação impedem a conectividade funcional na paisagem, prejudicando o deslocamento das abelhas (BOSCOLO *et al.*, 2017). Adicionalmente, produtos fitossanitários possuem efeitos tóxicos diretos ou indiretos em abelhas, causando a morte desses insetos, redução de plantas com flores e contaminação dos recursos tróficos. É importante considerar, ainda, que espécies de abelhas nativas solitárias e sociais nidificam no subsolo ou constroem seus ninhos com lama, estando mais expostas a agrotóxicos presentes nessa matriz (FAITA *et al.*, 2021).

Coletaram-se 100 indivíduos, pertencentes a 10 gêneros, distribuídos em três famílias de Apidae: Apidae, com seis espécies; Halictidae com cinco espécies; e Megachilidae com uma espécie (tabela 2).

Tabela 2 – Tâxons e abundância de abelhas coletadas por armadilhas Moericke, no Centro de Ciências Agrárias (CCA), Parque Cidade das Abelhas (CDA) e Fazenda Experimental da Ressacada (FER), de abril de 2019 a abril de 2020.

Família	Espécie	CCA	CDA	FER	Abundância
Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	6	16	2	24
	<i>Euglossa annectans</i> Dressler, 1982	7	6	9	22
	<i>Ceratina</i> sp. Latreille, 1802	1	–	–	1
	<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	19	–	–	19
	<i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836)	–	5	–	5
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	–	4	–	4
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp. Cockerell, 1897	4	–	2	6
	<i>Augochlora esox</i> (Vachal, 1911)	8	1	–	9
	<i>Augochlora morrae</i> Strand, 1910	1	–	–	1
	<i>Augochlora nausicaa</i> (Schrottky, 1909)	1	–	–	1
	<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)	2	2	–	4
Megachilidae	<i>Megachile</i> sp. Latreille, 1802	4	–	–	4
Total					100

Capturaram-se menos abelhas das famílias Apidae, Halictidae e Megachilidae em comparação com outros estudos realizados na Região Sul do Brasil. Alves-dos-Santos (1999) registrou 71 espécies da família Halictidae e 92 da família Megachilidae, em pesquisa realizada durante os anos de 1991 e 1994, em área de restinga e dunas no litoral norte do Rio Grande do Sul. Barbola (2000), em investigação conduzida entre 1995 e 1996, num fragmento de mata atlântica localizado na estação experimental do Instituto Agrônomo do Paraná, município de Morretes, registrou 40 espécies da família Halictidae e 15 da família Megachilidae. Steiner *et al.* (2006) documentaram a riqueza das espécies de abelhas em florestas secundárias, dunas, pastagens e parques na Ilha de Santa Catarina, entre os anos de 1999 e 2006, registrando 80 espécies da família Halictidae e 45 da família Megachilidae.

Com base na análise dos resultados, é provável que o tempo de coleta e o método de amostragem tenham contribuído para o baixo número de abelhas coletadas no presente trabalho. As BMs tendem a ser mais seletivas para determinados grupos, o que pode explicar a abundância de abelhas da família Halictidae, que são geralmente capturadas por esse tipo de armadilha (KRUG & ALVES-DOS-SANTOS, 2008). Entretanto o baixo número de famílias e espécies capturadas evidencia a necessidade de estudos de monitoramento da apifauna, para identificar possíveis perdas em sua biodiversidade.

Com relação à abundância de indivíduos, foram coletadas abelhas pertencentes às famílias Apidae (75), Halictidae (21) e Megachilidae (4). As espécies *Apis mellifera*, *Euglossa annectans* e *Melitoma* sp. representaram 65% do total de abelhas amostradas, sendo 24% para *A. mellifera* e 41% para as demais.

Das 12 espécies coletadas, seis apresentam hábito solitário, sendo: *Euglossa annectans*, *Ceratina* sp., *Augochloropsis* sp., *Augochlora* sp., *Pseudaugochlora* sp. e *Megachile* sp., espécies que nidificam no solo ou em cavidades preexistentes. A alta representatividade de *A. mellifera* e espécies sociais nativas nas coletas do CDA provavelmente está relacionada ao fato de o local ser destinado à criação das abelhas, por meio do manejo do apiário e meliponário.

O monitoramento dos NAs identificou baixa ocorrência de nidificação em todos os locais avaliados, prevalecendo a presença de ninhos de vespas, que fechavam a entrada dos bambus com barro. Assim, dos 27 NAs distribuídos nos três locais de estudo, apenas no CCA foi identificada a presença de quatro ninhos de abelhas *Megachilidae* spp. (figura 2).

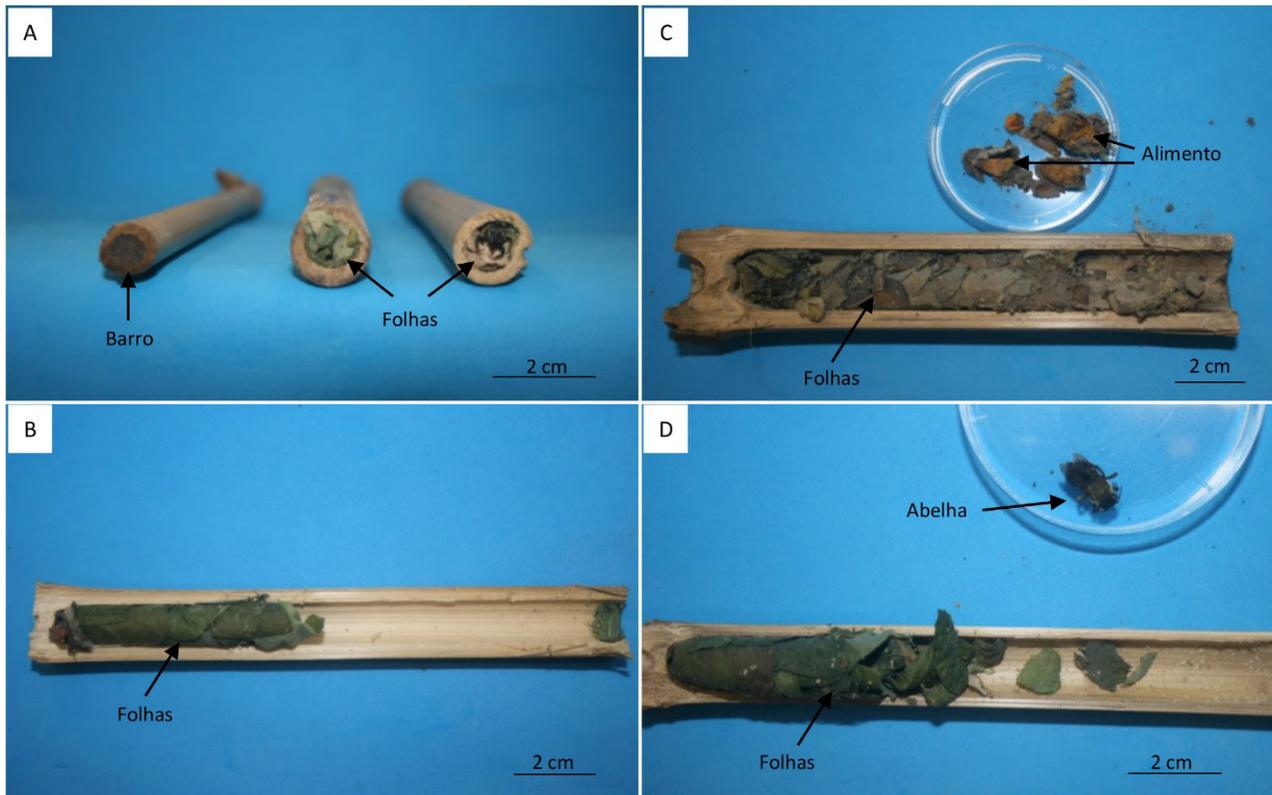


Figura 2 – Gomos de bambus utilizados na confecção dos ninhos-armadilha, com a presença de nidificação: A) vista da entrada dos gomos de bambus obstruídos por folhas e barro, indicando nidificação por abelhas e vespas, respectivamente; B e D) vista lateral de gomos de bambus com a presença de folhas organizadas de modo a proteger o alimento estocado e as larvas das abelhas; C) detalhe do alimento, composto principalmente por pólen, envolvido pelas folhas do ninho; D) abelha *Megachilidae* sp. encontrada no interior do ninho. Fonte: primária.

Oliveira & Gonçalves (2017), em amostragens efetuadas com ninhos-armadilha em floresta semidecidual no sul do Brasil, registraram predomínio de vespas, inferindo que tal método de amostragem não representa a composição da comunidade de abelhas locais. Adicionalmente, é possível que a constante presença de formigas nidificando nos NAs, observadas no presente estudo, principalmente na CDA e na FER, tenha repellido a nidificação das abelhas, que acabaram por buscar outros locais.

A atividade de voo das abelhas é influenciada tanto pela oferta de recursos florais como por fatores abióticos, tais como temperatura, umidade relativa do ar, intensidade luminosa, precipitação e velocidade do vento (SOUZA *et al.*, 2017). A alta precipitação registrada de novembro a fevereiro, superior a 100 mm/mês, pode ter contribuído para o menor número de indivíduos coletados nesse período (figura 3).

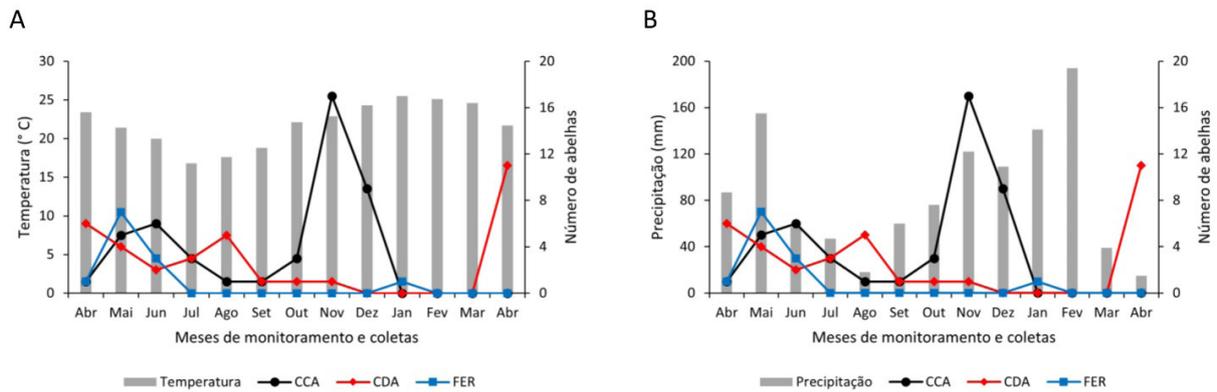


Figura 3 – Médias mensais de temperatura (A) e de precipitação (B) para os meses de abril de 2019 a abril de 2020, para a Ilha de Santa Catarina, e número total de abelhas coletadas no Centro de Ciências Agrárias (CCA), Cidade das Abelhas (CDA) e Fazenda Experimental da Ressacada (FER). Fonte: primária.

Espécies de abelhas solitárias apresentam o hábito de nidificar em cavidades preexistentes ou no solo (BERTOLI *et al.*, 2019), tais como *Melitoma* spp., *Augochloropsis* spp., *Augochlora* spp. e *Pseudaugochlora* spp., coletadas no presente estudo. O efeito da chuva excessiva não seria observado sobre abelhas que nidificam acima do solo, mas, nesse caso, o excesso de chuva comprometeria a atividade de voo e a coleta de recursos, como já visto para diferentes espécies de abelhas (MACÍAS-MACÍAS *et al.*, 2017).

Com o crescimento demográfico humano, as áreas florestais estão sendo suprimidas em decorrência de interesse econômico, causando a fragmentação dos habitats naturais, redução da biodiversidade e alteração na composição das comunidades (COSTA *et al.*, 2015). Dentre as alterações da paisagem, a redução e a fragmentação de habitat para fins agrícolas destacam-se como as principais atividades responsáveis pela perda de biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Essas alterações interferem no conjunto de componentes necessários à sobrevivência de vários organismos, em particular das abelhas, tanto solitárias quanto sociais, provavelmente pelo fato de haver redução nas fontes de alimento, na abundância e na riqueza de abelhas e ausência de locais adequados para nidificação, afetando assim a distribuição espacial das espécies (JAFEÉ *et al.*, 2019).

Os fragmentos vegetais, entretanto, podem reunir os fatores bióticos e abióticos que impactam positivamente a diversidade e abundância de abelhas, além de possibilitarem a continuidade dos serviços ecossistêmicos (ROCHA, 2017). Essas condições podem favorecer o estabelecimento de espécies de abelhas, por disponibilizar novos sítios de nidificação e recursos tróficos (DIAS, 2015). Portanto, é relevante a preservação de espaços florestados, assim como a caracterização das espécies que ali habitam, uma vez que as abelhas são consideradas importantes bioindicadores, graças às relações que desenvolvem com a flora local (MOUGA & KRUG, 2010), assim como às interações que esses insetos mantêm com outros grupos de organismos (parasitismo, predação, polinização, dispersão) (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Além disso, o desenvolvimento de trabalhos que permitam conhecer o estado atual da biodiversidade de determinado local enseja promover ações de conservação e políticas públicas para a proteção dos recursos naturais (IUCN, 2019).

CONCLUSÃO

Com base nos resultados aqui expostos, é possível concluir que a existência de fragmentos florestais em áreas urbanas oferece condições para a presença de abelhas, principalmente quando há diversidade de espécies vegetais. O desenvolvimento de atividade agrícola convencional afetou negativamente a presença de abelhas, mesmo em áreas de borda de mata. Áreas de vegetação

secundária em estágio inicial de regeneração apresentaram maior diversidade de espécies e abundância de indivíduos em comparação com a borda de mata e a área antropizada, indicando a importância de áreas que forneçam recursos tróficos e locais de nidificação.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Rodrigo Barbosa Gonçalves a importante contribuição na confirmação da identificação das abelhas coletadas no presente trabalho. Ao Conselho de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes) a concessão da bolsa de PNPd a M.R.F., doutorado para V.P.L. e mestrado para G.P.B.

REFERÊNCIAS

- Alves, J. E. & Freitas, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Revista Ciência Agronômica. 2006; 37(2): 216-220.
- Alves, G. R., Peruchi, A. & Agostini, K. Polinização em área urbana: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae). Bioikos. 2010; 24(1): 31-41.
- Alves-dos-Santos, I. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia. 1999; 43(3/4): 191-223.
- Alves-dos-Santos, I., Silva, C. I. da, Pinheiro, M. & Kleinert, A. de M. Quando um visitante floral é um polinizador? Rodriguésia. 2016; 67(2): 295-307.
doi: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667202>
- Barbola, I. de F. Biocenótica de Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita de floresta atlântica, Morretes, Paraná, Brasil, e aspectos da ecologia da polinização de *Stachytarpheta maximiliani* Scham. (Verbenaceae) [Tese de Doutorado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2000.
- Bertoli, J. F., Gonçalves, C. C., Gonçalves, R. B. & Carrijo, T. F. Cartilha agroecológica das abelhas solitárias. Santo André: Universidade Federal do ABC; 2019. 26 p.
- Boscolo, D., Tokumoto, P.M., Ferreira, P.A., Ribeiro, J. W. & Santos, J. S. Positive responses of flower visiting bees to landscape heterogeneity depend on functional connectivity levels. Perspectives in Ecology and Conservation. 2017; 15(1): 18-24.
- Bosch, J. & Kemp, W. P. Development and emergence of the orchard pollinator *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). Environmental Entomology. 2000; 29: 8-13.
doi: <http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X-29.1.8>
- Brown, M. J. F., Dicks, L. V., Paxton, R. J., Baldock, K. C. R., Barron, A. B., Chauzat, M. P., Freitas, B. M., Goulson, D., Jepsen, S., Kremen C., Li, J., Neumann, P., Pattemore, D. E., Potts, S. G., Schweiger, O., Seymour, C. L. & Stout, J. C. A horizon scan of future threats and opportunities for pollinators and pollination. PeerJ. 2016; 4: e2249.
doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.2249>
- CECA/FNMA – Centro de Estudos Cultura e Cidadania/Fundo Nacional do Meio Ambiente. Uma cidade numa Ilha: relatório sobre os problemas socioambientais da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis: Editora Insular; 1996. p. 240-247.
- Costa, C. C. F. da, Krupek, R. A. & Krawczyk, A. C. de D. B. Diversidade de visitantes florais e biologia reprodutiva do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) em fragmento de mata e área urbana. Bioikos. 2015; 29(2): 11-18.

Dias, A. B. Ninhos de abelhas nativas sem ferrão (Meliponinae) em ambiente urbano [Trabalho de Conclusão de Curso]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2015.

Faita, M. R., Chaves, A. & Nodari, R. O. A expansão do agronegócio: impactos nefastos do desmatamento, agrotóxicos e transgênicos nas abelhas. Edição especial – Agronegócio em tempos de colapso planetário: abordagens críticas. 2021; 57: 79-105.

doi: <https://doi.org/10.5380/dma.v56i0.76157>

Geremias, L. C. Regeneração natural da vegetação em área de preservação permanente no Condomínio das Palmeiras, Içara – SC [Monografia de Especialização]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2012.

Gonçalves, R. F. Influência da paisagem na estrutura e diversidade genética de uma espécie pioneira em fragmentos da mata atlântica [Dissertação de Mestrado]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2018.

Henderson, A. A review of pollination studies in the palmae. *Botanical Review*. 1986; 52(3), 221-259.

doi: <https://doi.org/10.1007/BF02860996>

Hernandez, J. L. F., Frankie, G. W. & Thorp, R. W. Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study. *Cities and the Environment*. 2009; 2(1): 1-15.

doi: <https://dx.doi.org/10.15365/cate.2132009>

Hogendoorn, K. F. & Bartholomaeus, K. M. A. Chemical and sensory comparison of tomatoes pollinated by bees and by a pollination wand. *Journal of Economic Entomology*. 2010; 103(4): 1286-1292.

doi: <https://doi.org/10.1603/ec09393>

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília: ICMBio/MMA; 2018. 492 p.

Imperatriz-Fonseca, V. L. & Nunes-Silva, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*. 2010; 10(4): 59-62.

doi: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400008>

IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Plano Diretor Participativo da Cidade: leitura da cidade (vol. 1). Florianópolis: Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis; 2008. 209 p.

IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. The IUCN red list of threatened species. 2019. [Acesso em: 23 nov. 2021]. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>.

Jaffé, R., Veiga, J. C., Pope, N. S., Lanes, E. C. M., Carvalho, C. S., Alves, R., Andrade, S. C. S., Arias, M. C., Bonatti, V., Carvalho, A. T., Castro, M. S. de, Contrera, F. A. L., Franco, T. M., Freitas, B. M., Giannini, T. C., Hrcir, M., Martins, C. F., Oliveira, G., Saraiva, A. M., Souza, B. A. & Imperatriz-Fonseca, V. L. Landscape genomics to the rescue of a tropical bee threatened by habitat loss and climate change. *Evolutionary Applications*. 2019; 12: 1164-1177.

doi: <https://doi.org/10.1111/eva.12794>

Junqueira, C. N. Manejo de abelhas do gênero *Xylocopa* (Apidae, Xylocopini) para incremento da frutificação do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) [Dissertação de Mestrado]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2012.

Krug, C. & Alves-dos-Santos, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea): um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. *Neotropical Entomology*. 2008; 37(3): 265-278.

doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000300005>

Macías-Macías, J. O., Tapia-Gonzalez, J. M. & Contreras-Escarenõ, F. Foraging behavior, environmental parameters and nests development of *Melipona colimana* Ayala (Hymenoptera: Meliponini) in temperate climate of Jalisco, México. *Brazilian Journal of Biology*. 2017; 77(2): 383-387.

doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.17115>

- Michener, C. D. The bees of the world. 2. ed. Johns Hopkins University; 2007. 953 p.
- Mouga, D. M. D. S. & Krug, C. Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em floresta ombrófila densa montana em Santa Catarina. *Zoologia*. 2010; 27(1): 70-80.
doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000100011>
- Oliveira, M. A. de, Gomes, C. F. F., Pires, E. M., Marinho, C. G. S. & Lucia, T. M. C. D. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. *Revista Ceres*. 2014; 61: 800-807.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461000005>
- Oliveira, M. M. de, Morato, R. G., Jorge, R. S. P. & Paula, R. C. de. Agricultural activities and threat to fauna in Brazil: an analysis of the Red Book of Endangered Brazilian Fauna. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 2021; 61: e20216193.
doi: <http://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.93>
- Oliveira, P. S. & Gonçalves, R. B. Trap-nesting bees and wasps (Hymenoptera, Aculeata) in a semideciduous seasonal forest fragment, Southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 2017; 57(13): 149-156.
doi: <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.13>
- Perondi, C., Rosa, K. K. da & Murara, P. G. dos S. Fragmentação florestal e mudanças na distribuição biogeográfica na microbacia do Rio Mão Curta, Sananduva, RS. *Para Onde?* 2018; 9(1): 51-74.
doi: <https://doi.org/10.22456/1982-0003>
- Projeto MapBiomias – Coleção [v.6.0] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2020. [Acesso em: 15 ago. 2021]. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>.
- Rocha, M. N de C. C. Diversidade e abundância de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) num espaço verde urbanizado em Lisboa: a Tapada da Ajuda [Dissertação de Mestrado]. Lisboa: Universidade de Lisboa; 2017.
- Silveira, F. A., Melo, G. A. R. & Almeida, E. A. B. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Ministério do Meio Ambiente; 2002. 254 p.
- Sobreiro, A. I. Influência da regeneração florestal na comunidade de abelhas da mata atlântica e cerrado, Brasil [Tese de Doutorado]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2018.
- Souza, J. V. do N., Souza, E. A. de, Guimarães-Brasil, M. de O. & Brasil, D. de F. Atividade de voo da abelha sem ferrão *Frieseomelitta doederleini* (Apidae: Meliponini) em uma área de domínio da caatinga. *Educação Ambiental: Biomias, Paisagens e o Saber Ambiental*. 2017; 1(1): 22-36.
- Steiner, J., Harter-Marques, B., Zillikens, A. & Feja, E. P. Bees of Santa Catarina Island, Brazil: a first survey and checklist (Insecta: Apoidea). *Zootaxa*. 2006; 1220: 1-18.
doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1220.1.1>
- Vicens, N. & Bosch, J. Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on “Red Delicious” apple. *Environmental Entomology*. 2000; 29(2): 235-240.
doi: [http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X\(2000\)029\[0235:PEOCCA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X(2000)029[0235:PEOCCA]2.0.CO;2)
- Vilhena, A., Rabelo, L., Bastos, E. & Augusto, S. Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. *Apidologie*. 2012; 43(1): 51-62.
doi: <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0081-1>
- Wolowski, M., Agostini, K., Rech, A. R., Varassin, I. G., Maués, M., Freitas, L., Carneiro, L. T., Bueno, R. de O., Saraiva, A. M. & Silva, C. I. da. Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil [livro eletrônico]. São Carlos: Editora Cubo; 2019. 8,36 Mb; PDF.