

# Fauna apícola (Apidae, Hymenoptera) em Barra do Sul, Santa Catarina, Brasil

*Bee fauna (Apidae, Hymenoptera) in Barra do Sul, Northern Santa Catarina State, Brazil*

Allison L. **TIETZ**<sup>1,2</sup>; Romana P. **APEL**<sup>1</sup>; Gabriel da R. **SCHROEDER**<sup>1</sup> & Denise M. D. S. **MOUGA**<sup>1</sup>

## RESUMO

Visando conhecer a apifauna de um ambiente costeiro no norte de Santa Catarina, foi realizado um levantamento em duas localidades de Balneário Barra do Sul: Fazenda Yakult/UFSC e Lagoa da Cruz. Foram feitas coletas com rede entomológica, iscas aromáticas e pratos-armadilha, de outubro de 2022 a setembro de 2023. Foram amostradas 40 espécies de abelhas e 25 espécies de plantas, durante 144 horas de esforço amostral. As subfamílias de abelhas Apinae, Halictinae e Megachilidae foram as mais prevalentes. Em ambos os locais, o táxon mais amostrado foi *Dialictus* sp. Os táxons amostrados são de ocorrência comum para a região nordeste de Santa Catarina, exceto *Megachile (Cressoniella)* cf. e *Sarocolletes* cf. Três espécies de abelhas são cleptoparasitas: *Mesonychium littoreum*, *Coelioxys (Glyptocoelioxys)* sp. e *Leiopodus lacertinus*. Amostraram-se quatro espécies de Euglossini. A curva do coletor não se estabilizou. O método de amostragem que capturou mais riqueza de espécies foi rede entomológica, seguida por prato-armadilha e isca de cheiro. Quatro produtos para iscas odoríferas foram efetivos (vanilina, cinamato de metila, cineol e eugenol). A diversidade mostrou-se mediana a baixa. As duas comunidades se apresentaram equilibradas, num padrão interativo medianamente generalista e robusto, organizadas num modelo de algumas poucas espécies mais representativas no ambiente.

**Palavras-chave:** abelhas; litoral; planície costeira; restinga.

## ABSTRACT

Aiming to understand the bee fauna of a coastal environment in the north of Santa Catarina, a survey was carried out in two locations in Balneario Barra do Sul: Fazenda Yakult/UFSC and Lagoa da Cruz. Collections were carried out using an entomological net, aromatic baits and trap dishes, from October 2022 to September 2023. 40 species of bees and 25 species of plants were sampled during 144 hours of sampling effort. The bee subfamilies Apinae, Halictinae and Megachilidae were the most prevalent. In both locations, the most sampled taxon was *Dialictus* sp. The taxa sampled are common in the northeast region of Santa Catarina, except *Megachile (Cressoniella)* cf. and *Sarocolletes* cf. Three species of bees are kleptoparasites: *Meonychium littoreum*, *Coelioxys (Glyptocoelioxys)* sp. and *Leiopodus lacertinus*. Four species of Euglossini were sampled. The collector curve has not stabilized. The sampling method that captured the most species richness was entomological net, followed by trap dishes and scent baits. Four scent bait products were effective (vanillin, methyl cinnamate, cineole and eugenol). Diversity was medium to low. The two communities proved to be balanced, in a moderately generalist and robust interactive pattern, organized in a model of a few more representative species in the environment.

**Keywords:** bees; coastal plain; restinga; seashore.

Recebido em: 2 out. 2024

Aceito em: 18 nov. 2024

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville (Univille), Rua Paulo Malschitzki, n. 10, Campus Universitário, Zona Industrial – CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: allisonleandrotietz@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

A restinga tem grande importância ecológica e econômica e é caracterizada como Área de Preservação Permanente (APP) pela legislação brasileira (BRASIL, 2009). Entretanto sua vegetação de ocupação primária sofreu grande redução, causada principalmente pela crescente especulação imobiliária e expansão urbana nas planícies litorâneas (SILVA & MELO JR., 2016).

No processo de preservação e recuperação de áreas de restinga degradadas, as interações de abelhas silvestres com a vegetação são determinantes (BROWN & ALBRECHT, 2001).

Trabalhos sobre a apifauna têm sido realizados em restinga no estado de Santa Catarina (STEINER *et al.*, 2006; STEINER *et al.*, 2010; KAMKE *et al.*, 2011; PATRICIO *et al.*, 2014; MOUGA & NOGUEIRA-NETO, 2015; LIMA, 2016; MOUGA *et al.*, 2017; MOUGA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2022; TIETZ & MOUGA, 2024) e em vegetação costeira do norte catarinense (MOUGA *et al.*, 2015).

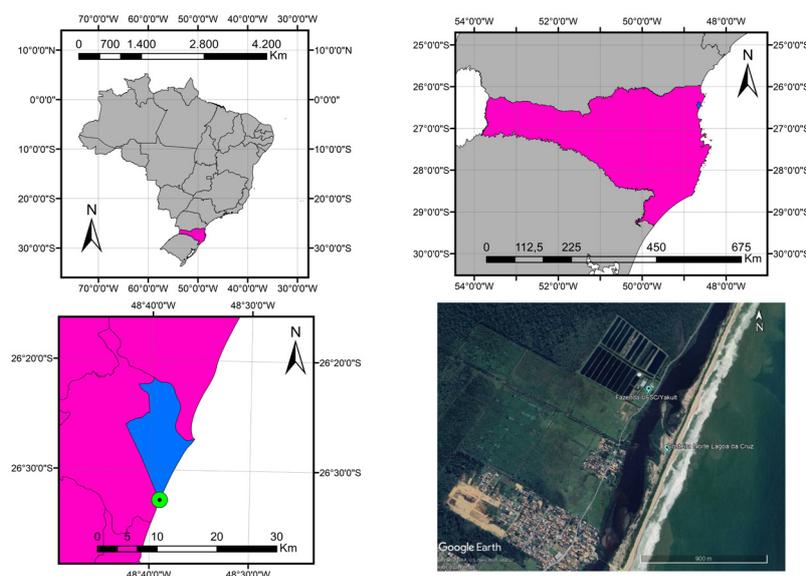
O município de Balneário Barra do Sul (BBS), no litoral norte de Santa Catarina (SC), está inserido totalmente no bioma mata atlântica, sendo sua vegetação litorânea característica, com extensa cobertura vegetal de ecossistema de restinga e manguezal (KOETTER, 2009). Entretanto ali ainda não foram realizados levantamentos sobre a diversidade de abelhas silvestres.

Visando conhecer a apifauna, suas fontes florais e os fatores abióticos atuantes na restinga herbácea-arbustiva-arbórea na costa de BBS, o presente estudo fez um levantamento sobre abelhas silvestres e espécies botânicas melitófilas da vegetação costeira de BBS, objetivando conhecer a diversidade silvestre e os fatores abióticos que a influenciam sazonalmente, em vista de sua importância na preservação dos ambientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O município de Balneário Barra do Sul (BBS) situa-se no litoral norte de SC (26°27.325'S e 48°36.714'W) e possui área total de 108,914 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). Os locais de coleta foram dois pontos no sudeste de BBS: a Fazenda Experimental Yakult/UFSC (FY), situada nas coordenadas 26°32'28.98"S, 48°39'7.68"O, no limite dos municípios de Araquari e BBS (SETIC-UFSC, 2024), e a parte costeira norte da Lagoa da Cruz (LC), laguna resultante de depósitos quaternários (ROCHA, 2019), localizada na parte frontal da fazenda (26°32'44.58"S, 48°39'2.10"O) (figura 1).



**Figura 1** – Mapa de localização dos pontos amostrais. Em cima, à esquerda, Brasil e o estado de SC (em rosa); em cima, à direita, estado de SC e BBS (ponto verde); embaixo, à esquerda, BBS (em azul) e o local das amostragens (ponto verde); embaixo, à direita, os dois locais de amostragem. Fonte: primária.

## COLETA DE ABELHAS E PLANTAS ASSOCIADAS

Os dados foram coletados mensalmente, sendo a duração total das coletas de 12 meses, com início no mês de outubro de 2022, finalizando em setembro de 2023. O horário de amostragem começou às 7 h no inverno, no outono e na primavera e às 6 h no verão, encerrando-se às 14 h no inverno e no outono e 13 h no verão e na primavera, somando-se 6 horas de coleta nos dias amostrados.

As coletas foram realizadas utilizando metodologia específica (SAKAGAMI *et al.*, 1967), na qual as abelhas são verificadas sobre plantas floridas e coletadas com rede entomológica. Usaram-se também iscas aromáticas e pratos-armadilha, sendo as abelhas coletadas posteriormente acondicionadas em frascos plásticos com dados de coleta (data, local, horário e número da planta). Em laboratório, as abelhas amostradas foram preparadas e identificadas até o nível específico, por meio de literatura específica (SILVEIRA *et al.*, 2002; SCHLINDWEIN *et al.*, 2003; FARIA JR. & MELO, 2007; NEMÉSIO, 2009; ROIG ALSINA, 2013; COELHO, 2006; LEPECO & GONÇALVES, 2020) e da identificação de especialistas (ver Agradecimentos).

As plantas associadas às abelhas foram fotografadas e coletadas, sendo herborizadas posteriormente, e identificadas por meio de material bibliográfico e especialistas (SCHROEDER *et al.*, 2019).

As abelhas foram caracterizadas qualitativa e quantitativamente, em número de indivíduos (abundância) e número de espécies (riqueza).

A espécie *Apis mellifera* L. não foi coletada.

## FATORES ABIÓTICOS

Os fatores abióticos foram verificados com termo-higrômetro (Kestrol 3500) e anemômetro (Staright) *in loco*, sendo os fatores analisados: temperatura (°C), umidade relativa (%) e vento (m/s).

## ANÁLISE DE DADOS

Para a geração de gráficos (curva de acumulação de espécies, abundância, riqueza, estimadores de riqueza e número de interações), utilizou-se o programa Microsoft Excel e, com o auxílio do mesmo programa, calculou-se o índice de similaridade de Soerensen entre os locais amostrados e outros trabalhos feitos em ambientes assemelhados. O diagrama de Venn foi gerado manualmente por meio do programa Power Point.

Para o cálculo dos índices ecológicos de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de equabilidade de Pielou ( $J$ ), recorreu-se ao programa Past 4.13 (HAMMER *et al.*, 2001). Para o cálculo de estimadores de riqueza (Chao 1, Chao 2, Jack e Bootstrap), usou-se o software EstimateS versão 9 (COLWELL, 2013).

O índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), que diz respeito à diversidade da comunidade, mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com  $S$  espécies e  $N$  indivíduos; quanto menor seu valor, menor é o grau de incerteza, portanto haverá uma diversidade baixa, mas, quanto maior o valor do índice, maior a diversidade (URAMOTO *et al.*, 2005). A faixa de variação vai de 0 a 5 e, normalmente, os valores se encontram entre 1,5 e 3,5 (para espécies com abundância log normal) (MAGURRAN, 2004).

O índice de Pielou ( $P_i$ ), que diz respeito à equabilidade, representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes e apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima) (PIELOU, 1966).

As métricas de conectância, a NODF (*nestedness metric based on overlap and decreasing fill*), especialização ( $H_2'$ ), robustez, ISA (assimetria de dependência na rede como um todo), “push-pull” (índice no nível do vértice, que mede o quanto cada vértice é influenciado (valores negativos) ou influencia os outros vértices (valores positivos)) e a geração do grafo de interação entre a comunidade apícola e a flora foram obtidos pelo programa R, com o pacote bipartite (DORMANN *et al.*, 2008; DORMANN *et al.*, 2009), utilizando o guia descrito por Mello *et al.* (2016).

Conectância é a proporção do total de possíveis interações, variando entre 0 e 1, em que 1 indica que o total de interações possíveis aconteceu e 0 indica ausência de interações (DUNNE *et al.*, 2002).

A NODF aponta o aninhamento da rede de interações; seus dados variam de 0 a 100, aumentando à medida que o aninhamento aumenta, ou seja, existe uma sobreposição total das linhas de cima para baixo e de colunas da esquerda para a direita (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2008).

O índice de especialização ( $H_2'$ ) varia de 0 (generalista) a 1 (muito especialista) (MELLO *et al.*, 2016).

Os valores de robustez vão de 0 a 1, sendo os valores mais próximos de 0 aqueles que indicam mais propensão à extinção, já aqueles mais próximos de 1 indicam menos propensão à extinção, logo, comunidades mais robustas (BURGOS *et al.*, 2007).

Quanto aos valores de ISA (*interaction strength asymmetry*), aqueles mais próximos de 0 indicam uma interação equilibrada entre as espécies (altamente simétrica), porém, quando os valores se encontram mais próximos de -1 e 1, isso significa que existe uma dependência extremamente alta (assimétrica) entre as espécies, refletindo em alta especialização (DORMANN *et al.*, 2009).

O índice *push-pull* (VÁZQUEZ *et al.*, 2007) varia de -1 a 1; valores positivos indicam que uma espécie afeta seus parceiros de interação mais fortemente do que é afetada por eles (espécies “*pusher*”), valores negativos significam que uma espécie experimenta fortes efeitos de seus parceiros de interação, mas não exerce um forte efeito recíproco sobre eles (espécies “*puller*”) e 0 indica simetria de dependência total.

Para determinar o uso dos testes de correlação de Pearson e de Spearman, os dados referentes aos fatores abióticos (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), riqueza e abundância de abelhas e riqueza de plantas foram submetidos a testes de normalidade. Os testes de normalidade foram feitos com o auxílio do programa Past 4.13 (HAMMER *et al.*, 2001).

Esses dados foram separados de forma mensal (frequência absoluta). Todos os dados apresentaram-se com distribuição normal, sendo então tratados com Pearson, em que se utilizou o programa Microsoft Excel para o cálculo de correlação de Pearson (OBILOR & AMADI, 2018; SCHÖBER *et al.*, 2018).

## RESULTADOS

O esforço amostral foi de 72 horas de amostragem em cada local, perfazendo 144 horas de amostragem em campo, realizada em 12 dias (uma vez a cada mês, em cada local, durante 6 horas).

### ABELHAS

Foram amostrados 27 táxons de abelhas na FY e 30 táxons de abelhas na LC. Somando ambos os locais, um total de 40 táxons foi amostrado (tabela 1). Em FY, 131 indivíduos de abelhas foram amostrados; em LC, 284 indivíduos. Entre as diferentes espécies de abelhas amostradas, três são cleptoparasitas: *Mesonychium littoreum* Moure, 1944, presente em LC, e *Coelioxys* (*Glyptocoelioxys*) sp. Mitchell, 1973 e *Leiopodus lacertinus* Smith, 1854, presentes em FY.

Alguns táxons apareceram de forma mais intensa em FY (*Melitoma segmentaria*, *Trigona spinipes* e *Augochlora* (*Augochlora*) *esox*) e outros em LC (*Callonychium* (*Callonychium*) *luteimaculatum* cf., *Bombus morio*, *Dialictus* sp. e *Megachile* (*Leptorachis*) *aetheria* cf.). Além disso, uma parte dos táxons esteve restrita a apenas uma localidade (tabela 1).

**Tabela 1** – Tabela de espécies de abelhas e sua abundância amostrada nas diferentes metodologias empregadas: armadilha odorífera (A), encontrada morta (M), pratos-armadilha (P) e por rede entomológica (R). Abundância amostrada nos dois diferentes locais: Fazenda Yakult (F) e na Lagoa da Cruz (L), com a abundância.

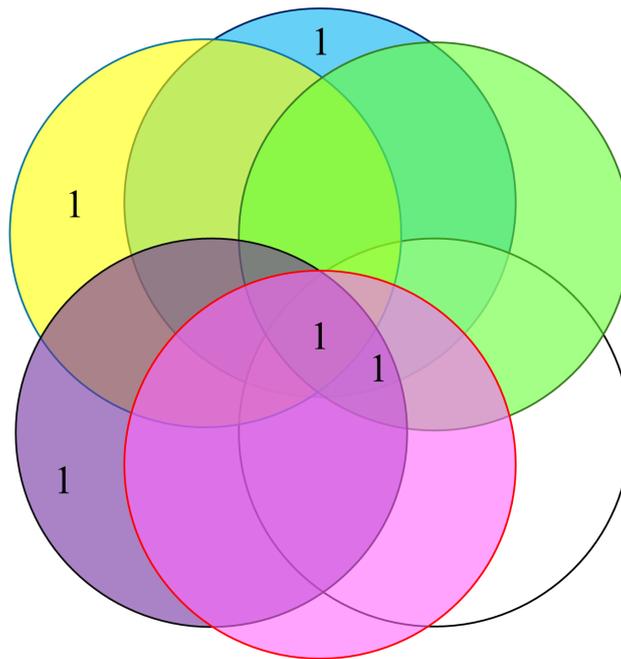
Subfamília	Tribo	Espécie	A	M	P	R	F	L	Total
Andreninae	Calliopsini	<i>Callonychium (Callonychium) luteimaculatum</i> cf	1		93	1	1	94	95
Apinae	Bombini	<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)				23	8	15	23
		<i>Centris (Centris) decolorata</i> Lepeletier, 1841				4		4	4
	Centridini	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874				1		1	1
		<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)				1		1	1
		<i>Epicharis (Anepicharis) dejeanii</i> Lepeletier, 1841				1		1	1
	Ceratinini	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. Moure, 1941				1		1	1
		<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. Cockerell, 1903				3	3		3
		<i>Ceratina (Neoclavicera)</i> cf			2	1	1	2	3
	Emphorini	<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)			1	15	15	1	16
	Ericrocidini	<i>Mesonychium littoreum</i> Moure, 1944				2		2	2
	Eucerini	<i>Melissodes (Ecplectica)</i> cf				1	1		1
	Euglossini	<i>Eufriesea dentilabris</i> (Mocsáry, 1897)				1		1	1
		<i>Eufriesea mussitans</i> (Fabricius, 1787)	1	1		5	1	6	7
		<i>Euglossa (Euglossa) anodorhynchi</i> cf				1	1		1
		<i>Euglossa (Glossura) annectans</i> Dressler, 1982	6				1	5	6
Exomalopsini	<i>Exomalopsis (Exomalopsis)</i> sp. Spinola, 1853				1		1	1	
Meliponini	<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)				1	1		1	
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)				13	12	1	13	
Protepeolini	<i>Leiopodus lacertinus</i> Smith, 1854				5	5		5	
Xylocopini	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) brasilianorum</i> (Linnaeus, 1767)				4	2	2	4	
	<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)				1		1	1	
Colletinae	Neopasiphaeini	<i>Sarocolletes</i> cf				1		1	
Halictinae	Augochlorini	<i>Augochlora (Augochlora) daphnis</i> Smith, 1853				2	2		2
		<i>Augochlora (Augochlora) esox</i> (Vachal, 1911)				12	11	1	12
		<i>Augochlora (Augochlora) thusnelda</i> cf				1	1		1
		<i>Augochloropsis</i> sp. 1				8	7	1	8
		<i>Augochloropsis</i> sp. 2				2	1	1	2
		<i>Augochloropsis</i> sp. 3				2	1	1	2
		<i>Augochloropsis</i> sp. 4				7	7		7
	<i>Pereirapis</i> cf					1	1	2	2
	Halictini	<i>Dialictus</i> sp. Robertson, 1902	8		85	58	37	120	157
Megachilinae	Megachilini	<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys)</i> sp. Mitchell, 1973				1	1		1
		<i>Megachile (Acentron)</i> cf				1		1	1
		<i>Megachile (Austromegachile)</i> sp. Mitchell, 1943				1		1	1
		<i>Megachile (Cressoniella)</i> cf				2	1	1	2
		<i>Megachile (Leptorachis) aetheria</i> cf				15	3	12	15
		<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853				1	1		1
		<i>Megachile (Pseudocentron) nudiventris</i> cf				6	5	1	6
		<i>Megachile (Ptilosaroides) neoxanthoptera</i> Cockerell, 1933				3	1	2	3
Total	16	40	16	1	182	210	131	284	415

## MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Tratando-se de abundância, para FY, a amostragem por rede entomológica mostrou-se mais efetiva que os outros métodos, perfazendo 103 indivíduos amostrados, seguida pelos pratos-armadilha, com 26 indivíduos, e pela armadilha odorífera, com apenas dois indivíduos. Já em LC, o uso de pratos-armadilha evidenciou maior abundância de coleta, com 162 indivíduos, seguidos pela rede entomológica, com 107 indivíduos, e armadilha odorífera, com 14 indivíduos.

Para riqueza, em FY, o uso de rede entomológica obteve um maior número de táxons, com 24 espécies, e as demais metodologias obtiveram duas espécies cada. Em LC, 27 táxons foram amostrados pelo uso de rede entomológica, mostrando maior eficiência, seguida por pratos-armadilha, com cinco espécies, e armadilha odorífera, com três espécies.

Em FY, 26 indivíduos de abelhas foram amostrados nos pratos-armadilha, pertencentes a apenas dois táxons, sendo estes *Callonychium (Callonychium) luteimaculatum* cf (com apenas um indivíduo amostrado no prato de cor azul) e *Dialictus* sp. Robertson, 1902, amostrado nos pratos de cores azul, branco, rosa, roxo e verde (com três, quatro, 13, quatro e um indivíduos, respectivamente). Em LC, 162 indivíduos de abelhas foram amostrados nos pratos-armadilha, sendo *Ca. luteimaculatum* a maioria (92 indivíduos nos pratos de cores azul, branco, rosa, roxo e verde), seguido pelo táxon *Dialictus* sp. (66 indivíduos nos pratos de cores amarelo, azul, branco, rosa, roxo e verde), *Ceratina (Neoclavicera)* cf. (dois indivíduos no prato de cor amarela), *Melitoma segmentaria* (Fabricius, 1804) (um indivíduo no prato azul) e *Pereirapis* cf. (um indivíduo no prato roxo) (figura 2).



**Figura 2** – Diagrama de Venn com as diferentes cores de pratos-armadilha de amostragens de táxons realizadas na Lagoa da Cruz, Balneário Barra do Sul, Santa Catarina, Brasil. Fonte: primária.

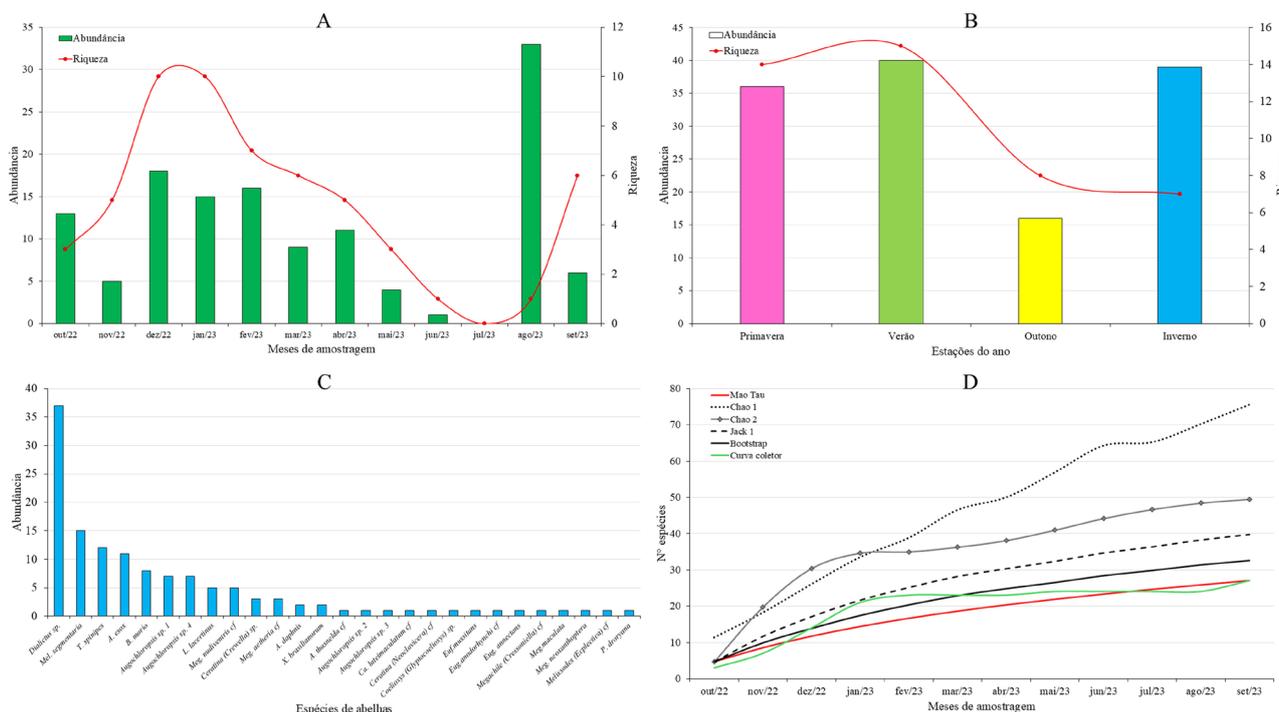
No que se refere às armadilhas odoríferas, em FY, apenas dois produtos amostraram indivíduos, sendo um de *Euf. mussitans* (vanilina) e um de *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler, 1982 (cineol). Quanto à LC e às armadilhas odoríferas, quatro produtos foram eficazes: vanilina (com seis indivíduos de *Dialictus* sp. e um de *Ca. luteimaculatum* cf.), cinamato de metila (com um indivíduo de *Dialictus* sp. e três de *Eug. annectans*), cineol (com dois indivíduos de *Eug. annectans*) e, por fim, eugenol (com um indivíduo de *Dialictus* sp.).

### FAZENDA YAKULT E SUAS ABELHAS

Para FY, o mês com menor número de espécies e indivíduos amostrados foi julho, com ausência de abelhas, e aqueles com maior número de espécies foi dezembro e janeiro, cada um com dez espécies; no tocante à abundância, o mês com maior número de indivíduos foi agosto, com 33 indivíduos amostrados (todos do táxon *Dialictus* sp.) (figura 3A). Entre as estações do ano, aquela com maior número de espécies amostradas foi verão (com 15 espécies), seguido de primavera (14 espécies), outono (oito espécies) e finalmente inverno (com sete espécies); considerando a abundância, a estação com maior número de indivíduos amostrados foi verão (com 40 indivíduos), seguido por inverno (com 39 indivíduos, sendo a maioria – 33 – para o táxon *Dialictus* sp.), primavera (com 36 indivíduos) e outono (com 16 indivíduos) (figura 3B).

Entre as abelhas coletadas, o maior número de espécimes se deu pelo táxon *Dialictus* sp. (com 37 indivíduos), seguido por *Mel. segmentaria* (com 15 indivíduos), *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (12 indivíduos) e *Augochlora (Augochlora) esox* (Vachal, 1911) (com 11 indivíduos). Todos os demais táxons obtiveram oito ou menos indivíduos (figura 3C).

No total, na FY, registraram-se 27 táxons de abelhas e, apesar de a curva do coletor ter demonstrado uma relativa estabilização entre as amostras 5 e 11 (fev./23 a ago./23), a última coleta apresentou adição de mais três espécies de abelhas. Além disso, o único estimador de riqueza que evidenciou um número de possíveis espécies próximo do amostrado foi o Bootstrap (com 32,53 espécies), cuja eficiência de coleta (EC) alcançou 83,00%. Já os demais estimadores evidenciaram um número de espécies maior, ou bem maior do que foi apresentado, em que Jack 1 mostrou 39,83 possíveis espécies (com EC de 67,79%), Chao 2, 49,46 possíveis espécies (EC de 54,59%) e Chao 1, 75,63 possíveis espécies (EC de 35,70%) (figura 3D).



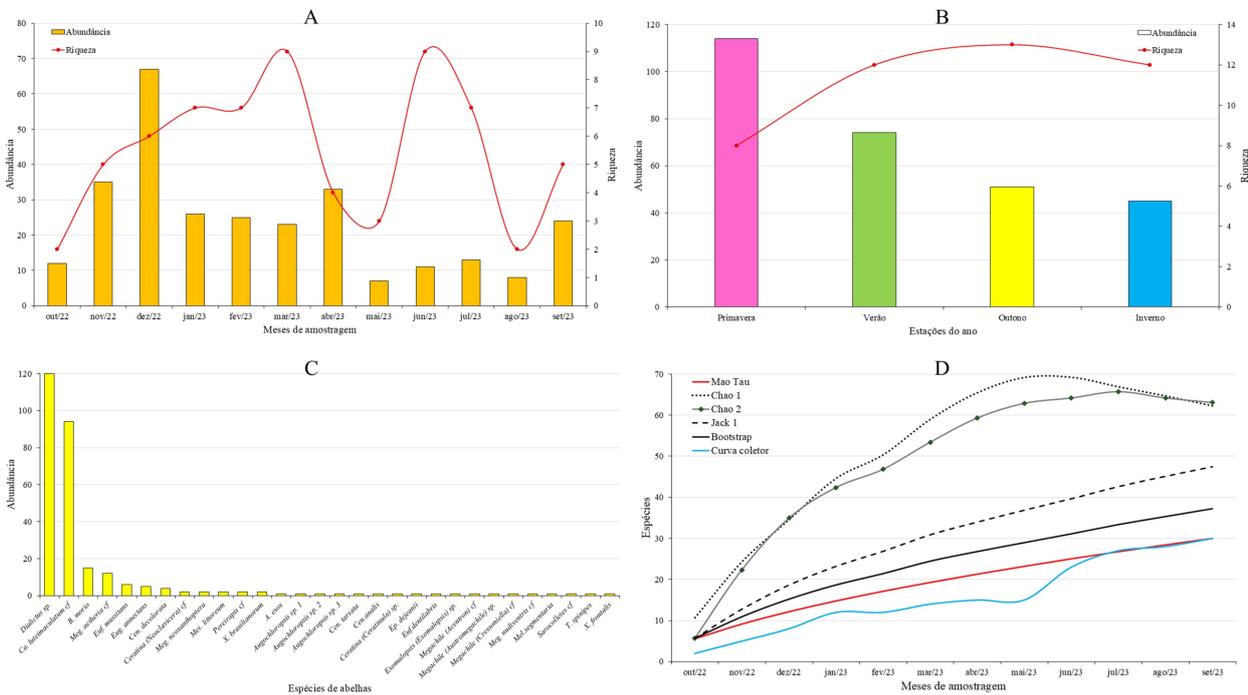
**Figura 3** – Espécies de abelhas e sua abundância na Fazenda Yakult, em que: (A) abundância e riqueza de abelhas por mês de amostragem; (B) abundância e riqueza de abelhas pelas estações do ano; (C) abundância total de espécies de abelhas; (D) estimadores de riqueza e curva do coletor (em verde). Fonte: primária.

LAGOA DA CRUZ E SUAS ABELHAS

Em LC, os meses com menor número de espécies e indivíduos amostrados foram agosto e outubro, com duas espécies de abelhas cada um, e aqueles com maior número de espécies foram março e junho (ambos em 2023), cada um com nove espécies amostradas. Quanto à abundância, o mês com maior número de indivíduos foi dezembro, com 67 indivíduos amostrados (a maioria do táxon *Dialictus* sp.) (figura 4A). Entre as estações do ano, aquela com maior número de espécies amostradas foi outono (com 13 espécies), seguido de verão e inverno (12 espécies cada um) e finalmente primavera (oito espécies). Considerando a abundância, a estação com maior número de indivíduos amostrados foi primavera (com 114 indivíduos), seguida por verão (com 74 indivíduos), outono (com 51 indivíduos) e inverno (com 45 indivíduos) (figura 4B).

Dentre as abelhas coletadas, o maior número de espécimes se deu pelo táxon *Dialictus* sp. (com 120 indivíduos), seguido por *Ca. luteimaculatum* cf (com 94 indivíduos), *Bombus (Fervidobombus) morio* (Swederus, 1787) (15 indivíduos) e *Megachile (Leptorachis) aetheria* cf (com 12 indivíduos); todos os demais táxons obtiveram seis ou menos indivíduos (figura 4C).

No total, registraram-se 30 táxons de abelhas e, apesar de a curva do coletor ter demonstrado uma relativa estabilização entre as amostras 4 e 8 (jan./23 a maio/23), as demais coletas apresentaram adições espécies de abelhas. Além disso, o único estimador de riqueza que evidenciou um número de possíveis espécies próximo do amostrado foi Bootstrap (com 37,29 espécies), cuja EC alcançou 80,45%. Já os demais estimadores evidenciaram um número de espécies maior, ou bem maior do que foi apresentado, em que Jack 1 mostrou 47,42 possíveis espécies (com EC de 63,26%), Chao 1, 62,29 possíveis espécies (EC de 48,16%) e Chao 2, 63,09 possíveis espécies (EC de 47,55%) (figura 4D).



**Figura 4** – Espécies de abelhas e sua abundância na Lagoa da Cruz, em que: (A) abundância e riqueza de abelhas por mês de amostragem; (B) abundância e riqueza de abelhas pelas estações do ano; (C) abundância total de espécies de abelhas; (D) estimadores de riqueza e curva do coletor (em vermelho). Fonte: primária.

## PLANTAS RELACIONADAS – ABUNDÂNCIA DE VISITAS

Em FY, 13 espécies de plantas foram associadas às abelhas (tabela 2); quanto às abelhas, 24 táxons foram associados às plantas. Em termos de abundância de visitas, houve 95 visitas recebidas sobre as plantas.

Já em LC, 19 espécies de plantas foram associadas às abelhas (tabela 2); no que diz respeito às abelhas, 23 táxons foram associados às plantas. Em termos de abundância de visitas, houve 97 interações. Algumas espécies estiveram presentes em ambos os ambientes: *Cyrtocymura scorpioides*, *Sphagneticola trilobata*, *Ipomoea batatas*, *Ipomoea imperati*, *Ocimum americanum* e *Hexasepalum radula*, enquanto outras estiveram restritas a apenas um.

**Tabela 2** – Número de visitas de abelhas recebidas nas plantas amostradas, em que F: Fazenda Yakult; L: Lagoa da Cruz. Obs.: a ausência de números nas colunas F e L retrata a ausência ou não amostragem da planta no local.

Família	Espécie	F	L
Asteraceae	<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob.	8	11
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	4	
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson		1
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.		3
	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	9	4
Bromeliaceae	<i>Aechmea gamosepala</i> Wittm.	2	
Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i> cf.		8
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	1	2
	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	38	
	<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb.	1	1
	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.		8
Cucurbitaceae	<i>Luffa cylindrica</i> Mill.		1
Cyperaceae	<i>Cyperus pedunculatus</i> (R.Br.) J.Kern		2
Fabaceae	<i>Vigna longifolia</i> (Benth.) Verdc.	10	
	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.		15
	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.		2
	<i>Sophora tomentosa</i> L.		3
Lamiaceae	<i>Ocimum americanum</i> L.	1	6
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon ciliatum</i> (Lam.) A.Juss.		2
Malvaceae	<i>Talipariti pernambucense</i> (Arruda) Bovini		2
Melastomataceae	<i>Pleroma urvilleanum</i> (DC.) P.J.F.Guim. & Michelang.	4	
Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i> L.	8	
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	1	
Rubiaceae	<i>Hexasepalum radula</i> (Willd.) Delprete & J.H.Kirkbr.	8	19
	<i>Hexasepalum</i> sp. 2		2
Total	25	95	92

Dentre as espécies botânicas associadas às abelhas, em FY, a planta que recebeu um maior número de táxons de abelhas foi *Ipomoea cairica* (com 11 táxons), seguida por *Vigna longifolia* e *Cyrtocymura scorpioides* (cada uma com seis táxons de abelhas); o restante das plantas recebeu cinco táxons de abelhas ou menos (figura 5A). Já para a apifauna, ainda em FY, as espécies de abelha que realizaram visitas em um maior número de espécies de plantas foram *T. spinipes* e *Augochloropsis* sp. 1 (quatro espécies cada uma), seguidas por *Dialictus* sp., *Augochloropsis* sp. 4, *Meg. nudiventris* cf., *Ceratina (Crewella)* sp. e *Meg. aetheria* cf. (três espécies cada uma); o restante das espécies de abelhas realizou visitas em duas ou menos espécies de plantas (figura 5B).



**Tabela 3** – Similaridade de Soerensen comparando diferentes localidades onde houve trabalhos de apifauna em ambientes costeiros.

Autor	Altitude (m)	Taxa	Distância (km)	Local	Sorensen FY	Sorensen LC
Alves-dos-Santos (1999)	3	199*	333	Torres (e outros)	0,11	0,10
Kamke et al. (2011)	4	64	146	Palhoça	0,24	0,23
Patrício et al. (2014)	5	39	276	Araranguá	0,21	0,23
Mouga & Nogueira-Neto (2015)	5	86/74	27,6	São Francisco do Sul	0,23/0,19***	0,21/0,25***
Mouga et al. (2015)	9	79/64	35,5	São Francisco do Sul	0,24/0,33***	0,22/0,27***
Lima (2016)	17	24	229	Jaguaruna	0,23	0,22
Mouga et al. (2017)	5	80/71	27,6	São Francisco do Sul	0,24/0,20***	0,22/0,25***
Mouga et al. (2018)	0	60/48	31,7	São Francisco do Sul	0,30/0,34***	0,24/0,28***
Silva et al. (2022)	13	50	30,6	São Francisco do Sul	0,26	0,20
Tietz & Mouga (2024)	9	18	229	Laguna	0,30	0,29
Fazenda Yakult	5	27	0,5**	Balneário Barra do Sul	-	0,60
Lagoa da Cruz	2	30	0,5**	Balneário Barra do Sul	0,60	-

Legenda: \* Consideram-se aqui apenas as espécies coletadas em terras baixas. \*\* Distância entre a Fazenda Yakult e a Lagoa da Cruz, locais amostrados no atual trabalho. \*\*\* O primeiro valor corresponde ao total de espécies descrito no artigo e o segundo, após ajustes de identificação.

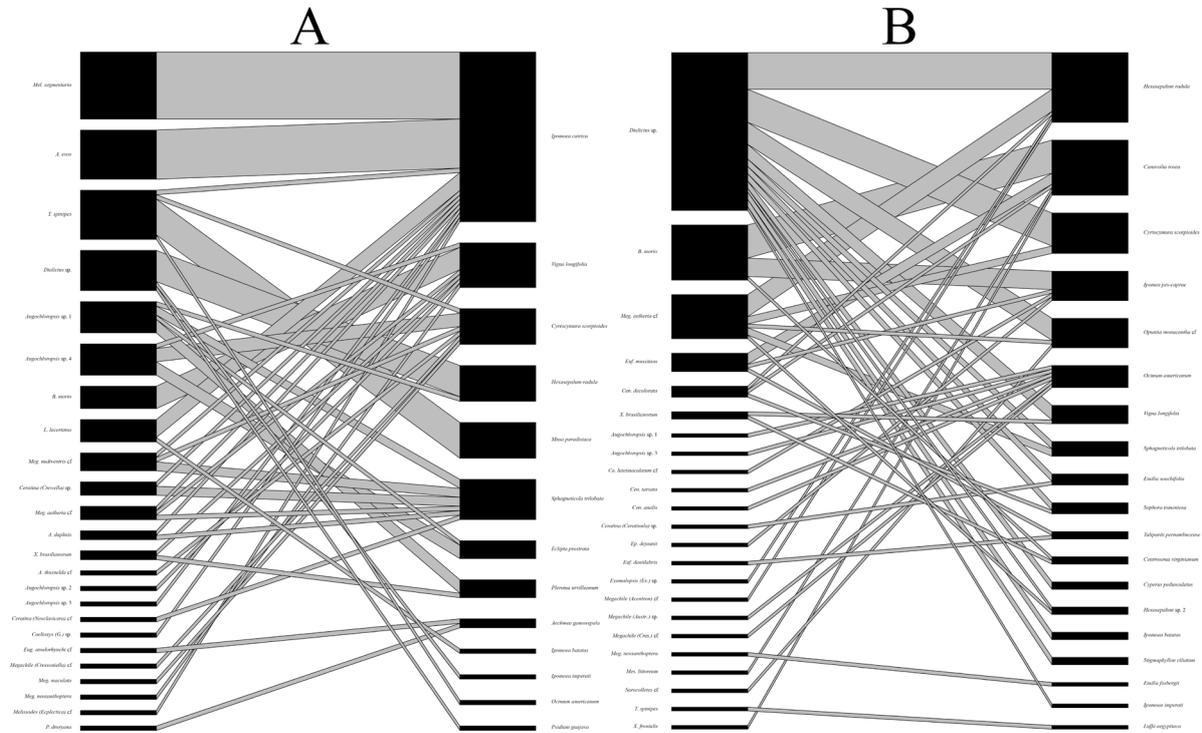
### MÉTRICAS E GRAFO DE INTERAÇÕES

Em FY, dentre as métricas calculadas, a conectância foi de 0,13; NODF, 21,42; ISA, -0,08;  $H_2'$ , 0,67; a robustez para as plantas foi de 0,53 e para as abelhas, 0,64. Em relação à métrica “push-pull”, em FY, para as plantas, cinco espécies foram consideradas *pusher* (*Ipomoea cairica*, *Vigna longifolia*, *Cyrtocymura scorpioides*, *Sphagneticola trilobata* e *Aechmea gamosepala*) e oito são *puller* (*Hexasepalum radula*, *Musa paradisiaca*, *Eclipta prostrata*, *Pleroma urvilleanum*, *Ipomoea batatas*, *Ipomoea imperati*, *Ocimum americanum* e *Psidium guajava*); já para as abelhas, cinco táxons são *pusher* (*T. spinipes*, *Dialictus* sp., *Augochloropsis* sp. 1, *Augochloropsis* sp. 4 e *L. lacertinus*) e os outros 19 táxons são *puller* (*Mel. segmentaria*, *A. esox*, *B. morio*, *Meg. nudiventris* cf., *Ceratina* (*Crewella*) sp., *Meg. aetheria* cf., *Augochlora* (*Augochlora*) *daphnis* Smith, 1853, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *brasilianorum* (Linnaeus, 1767), *Augochlora* (*Augochlora*) *thusnelda* cf., *Augochloropsis* sp. 2, *Augochloropsis* sp. 3, *Ceratina* (*Neo*) cf., *Coelioxys* (*Glyptocoelioxys*) sp., *Euglossa* (*Euglossa*) *anodorhynchi* cf., *Megachile* (*Cressoniella*) cf., *Megachile* (*Moureapis*) *maculata* Smith, 1853, *Megachile* (*Ptilosaroides*) *neoxanthoptera* Cockerell, 1933, *Melissodes* (*Ecplectica*) cf. e *Plebeia droryana* (Friese, 1900)).

Em LC, a conectância foi de 0,10; NODF, 16,08; ISA, 0,28;  $H_2'$ , 0,47; a robustez para as plantas foi de 0,53 e para as abelhas, 0,62. Quanto à métrica “push-pull”, em LC, para as plantas, sete espécies são *pusher* (*Hexasepalum radula*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea pes-caprae*, *Opuntia monacantha* cf., *Ocimum americanum*, *Emilia sonchifolia* e *Talipariti pernambucense*) e dez espécies são *puller* (*Cyrtocymura scorpioides*, *Vigna longifolia*, *Sphagneticola trilobata*, *Sophora tomentosa*, *Centrosema virginianum*, *Cyperus pedunculatus*, *Hexasepalum* sp. 2, *Ipomoea batatas*, *Stigmaphyllon ciliatum* e *Ipomoea imperati*); para as abelhas, apenas três táxons são *pusher* (*Dialictus* sp., *B. morio* e *Meg. aetheria* cf.), e 18 são *puller* (*Euf. mussitans*, *Centris* (*Centris*) *decolorata* Lepeletier, 1841, *X. brasilianorum*, *Augochloropsis* sp. 1, *Augochloropsis* sp. 3, *Ca. luteimaculatum* cf., *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith, 1874, *Centris* (*Heterocentris*)  *analis* (Fabricius, 1804), *Ceratina* (*Ceratinula*) sp., *Epicharis* (*Anepicharis*) *dejeanii* Lepeletier, 1841, *Eufriesea dentilabris* (Mocsáry, 1897), *Exomalopsis*

(*Exomalopsis*) sp., *Megachile* (*Acentron*) cf., *Megachile* (*Austromegachile*) sp., *Megachile* (*Cressoniella*) cf., *Mes. littoreum*, *Sarocolletes* cf. e *X. frontalis*). Além disso, quatro espécies (duas plantas e duas abelhas) obtiveram valor de 0, interagindo especificamente com uma espécie cada uma, ou seja, a espécie *Meg. neoxanthoptera* interagiu somente com *Emilia fosbergii* e *T. spinipes* somente com *Luffa aegyptiaca* (figura 6).

Os grafos demonstrando a interação entre as abelhas e as plantas nos locais FY e LC encontram-se na figura 6.



**Figura 6** – Grafo de interações entre abelhas e plantas da Fazenda Yakult (A) e Lagoa da Cruz (B). Fonte: primária.

FATORES ABIÓTICOS E RELAÇÃO COM A APIFAUNA

Em relação aos dados das médias mensais, observou-se apenas uma correlação significativa positiva, entre riqueza de abelhas e temperatura ( $r < 0,05$ ) para FY.

**DISCUSSÃO**

DIVERSIDADE DA APIFAUNA

O total de táxons amostrados soma 40 espécies, sendo 27 pertencentes à área de floresta ombrófila densa (FY) e 30 à área de restinga (LC). Os táxons são cerca de 60% similares entre os dois locais (tabela 3). A razão de tal similaridade, provavelmente, é a proximidade entre os dois ambientes, que está nas possibilidades de raio de voo das abelhas ali presentes.

De modo geral, os táxons amostrados são de ocorrência comum para a região nordeste de Santa Catarina, exceto para *Megachile* (*Cressoniella*) cf., que, segundo Catálogo Moure (MOURE et al., 2024), apresenta táxons somente em Minas Gerais e Rio Grande do Sul, e *Sarocolletes* cf, que, conforme a referência supracitada, tem táxons somente na Bahia, em Minas Gerais e no Rio Grande do Sul. Nenhuma das demais espécies de abelhas amostradas é rara ou ameaçada.

Os táxons de abelhas cleptoparasitas são diferentes em ambos os locais, sendo *Mes. littoreum* para LC e *Coelioxys* (*Glyptocoelioxys*) sp. e *L. lacertinus* para FY. O gênero *Coelioxys* também apareceu

em outros trabalhos realizados em Santa Catarina (KAMKE *et al.*, 2011; PATRICIO *et al.*, 2014; LIMA, 2016; MOUGA *et al.*, 2018; TIETZ & MOUGA, 2024), assim como para a espécie *Mes. littoreum* (MOUGA & NOGUEIRA-NETO, 2015). A espécie *Mes. littoreum* é conhecida por parasitar abelhas do gênero *Centris* (SILVEIRA *et al.*, 2002), presentes em LC; já as espécies do gênero *Coelioxys* têm como característica parasitar abelhas do gênero *Megachile* (SILVEIRA *et al.*, 2002), presentes em FY, o que explica a presença desses táxons nos locais. Apesar de LC não ter apresentado táxons do gênero *Coelioxys*, táxons de *Megachile* foram amostrados, assim, possivelmente existam abelhas desse táxon no local. A espécie *L. lacertinus* esteve presente em Mouga *et al.* (2015), ambiente similar ao aqui amostrado (FY). De acordo com Roig-Alsina (1994) e Michener (2007), o gênero *Leiopodus* costuma parasitar ninhos de Emphorini, nos gêneros *Diadasia*, *Melitoma* e *Ptilothrix*, sendo também observado parasitando ninhos de *Mel. segmentaria* (SANTOS *et al.*, 2016).

Em relação às abelhas das orquídeas (presentes na tribo Euglossini), quatro táxons foram amostrados, três presentes em FY (*Euf. mussitans*, *Eugl. anodorhynchi* cf. e *Eug. annectans*) e três em LC (*Euf. dentilabris*, *Euf. mussitans* e *Eug. annectans*). Destas, apenas três espécies foram amostradas em outros trabalhos litorâneos em Santa Catarina, sendo elas *Eug. annectans* e *Eug. anodorhynchi* cf, citadas em Kamke *et al.* (2011), e *Euf. mussitans*, em Mouga & Nogueira-Neto (2015). Além disso, a espécie *Eug. annectans* foi mencionada em Silva *et al.* (2022). Abelhas dessa tribo costumam atuar como bioindicadoras de qualidade (DEC, 2015). Apesar disso, há divergências sobre tal tipo de aptidão, pois os indivíduos desse grupo têm a capacidade de voar por grandes distâncias, atravessando diferentes habitats, e portanto podem não pertencer ao ambiente em que foram registrados (AÑINO *et al.*, 2019).

No que se refere ao número de táxons por subfamília, Andreninae apresentou apenas uma espécie em ambos os ambientes amostrados (*Ca. luteimaculatum* cf.), Apinae apresentou 16 táxons para LC e 12 para FY, Colletinae apenas um táxon para LC (*Sarocolletes* cf.) e nenhum para FY, Halictinae teve oito táxons para FY e seis para LC e Megachilinae seis táxons para ambos os ambientes.

Segundo Steiner *et al.* (2006), em relação à riqueza de subfamílias apícolas, é possível distinguir dois grupos quando se trata do Sul do Brasil: inventários onde Halictinae apresenta uma maior representatividade (regiões do interior de Santa Catarina) e inventários onde Apinae prevalece (regiões litorâneas). Ambos os locais têm um maior número de táxons de Apinae (12 para FY, 16 para LC). Assim, considerando que ambos os locais estejam em uma região que fica próximo ao litoral, a afirmativa dos autores mencionados corresponde ao trabalho aqui descrito.

Normalmente, Apinae e Halictinae evidenciam um maior número de táxons e indivíduos em trabalhos executados em Santa Catarina (ALVES-DOS-SANTOS, 1999; KAMKE *et al.*, 2011; PATRICIO *et al.*, 2014; MOUGA & NOGUEIRA-NETO, 2015; LIMA, 2016; MOUGA *et al.*, 2017; MOUGA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2022; TIETZ & MOUGA, 2024). No presente trabalho não foi diferente, em FY e LC o número de indivíduos de Halictinae superou o de Apinae (67 e 51 para FY, e 126 e 45 para LC, respectivamente). Assim, a subfamília mais diversa foi Apinae, mas em contrapartida a mais abundante foi Halictinae.

O táxon mais abundante amostrado foi *Dialictus* sp., que é citado em diversos trabalhos litorâneos de Santa Catarina (ALVES-DOS-SANTOS, 1999; STEINER *et al.*, 2006; KAMKE *et al.*, 2011; PATRICIO *et al.*, 2014; LIMA, 2016; MOUGA *et al.*, 2017; MOUGA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2022; MOUGA & NOGUEIRA-NETO, 2015; TIETZ & MOUGA, 2024), sendo um táxon comumente coletado em amostragens, frequentemente com alta abundância.

## COMPARAÇÃO COM AMBIENTES ASSEMELHADOS

A comparação com outros locais assemelhados, desconsiderando FY, deixa claro que o trabalho mais similar à LC (restinga) é o de Tietz & Mouga (2024), realizado em Laguna (sul do estado de Santa Catarina) (restinga), com cerca de 29% de similaridade e com 229 km de distância entre os locais. A alta similaridade presente entre LC e o trabalho de Tietz & Mouga (2024) se dá provavelmente por serem ambientes similares, pois, além de restinga herbácea, apresentam solo arenoso por longas distâncias. Moldenke (1975) afirma que, sob condições físicas semelhantes em

ambientes geograficamente distantes, as comunidades podem também se organizar de maneira semelhante, uma vez que o clima controla a fenologia de oferta de recursos florais, a qual determina, em grande parte, a abundância e a diversidade de herbívoros florais.

Já para FY (floresta ombrófila densa de terras baixas), desconsiderando LC, o trabalho mais similar é o de Mouga *et al.* (2018), feito em São Francisco do Sul, apresentando cerca de 34% de similaridade, com de 31,7 km de distância, seguido por Mouga *et al.* (2015), com cerca de 33% de similaridade. O trabalho de Mouga *et al.* (2018) se deu em uma ilha continental (Ilha das Flores, na Baía Babitonga) e o de Mouga *et al.* (2015), no continente. A alta similaridade com FY pode ser explicada pelo fato de, em ambos os casos, haver uma floresta como ambiente principal.

## RIQUEZA E ESTIMADORES DE RIQUEZA

A curva de acumulação de espécies (do coletor), para ambos os locais, não apresentou estabilidade no final das coletas, significando que mais amostragens podem ser realizadas para um melhor entendimento sobre as espécies locais. Ao total, a riqueza de espécies amostradas em FY foi 27 e em LC, 30. Os números obtidos mostram proximidade com os valores indicados pelos estimadores.

Considerando os estimadores de riqueza, para FY, existem 32,53 e 75,63 (Bootstrap e Chao 1, respectivamente) possíveis espécies, já para LC existem entre 37,29 e 63,09 espécies (Bootstrap e Chao 2, respectivamente).

O número mínimo estimado de possíveis espécies é maior para LC (ambiente de restinga), contudo o número máximo de possíveis espécies é maior para FY (ambiente de floresta). Em Kamke *et al.* (2011), o estimador apresentou possíveis 79 espécies (Chao 2), valou pouco maior do que calculado para FY. Patricio *et al.* (2014) calcularam 50,9 possíveis espécies (estimador Jack 2), sendo este o estimador com valor mais alto evidenciado pelos autores mencionados. No presente trabalho, o estimador mais próximo daquele apresentado por Patricio *et al.* (2014) foi Chao 2, com 49,46 possíveis espécies; para LC, Jack 1 apresentou 47,42 possíveis espécies. Em Lima (2016), o estimador Bootstrap calculou 26,55 possíveis espécies, um valor menor do que aqueles apresentados em FY e LC para o estimador Bootstrap (32,53 para FY e 37,29 para LC). Em Silva *et al.* (2022), o estimador Jack 1 apresentou 67,1 possíveis espécies no ambiente, valor maior do que aqueles aqui calculados para o estimador em foco (39,83 para FY e 47,42 para LC).

## MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Em ambos os locais, o uso de rede entomológica evidenciou um maior número de espécies amostradas (24 para FY e 27 para LC), demonstrando ser um método favorável à coleta de espécies de abelhas.

Tratando-se de abundância, em FY, a rede também evidenciou um maior número de amostragens (103 indivíduos), no entanto, em LC, os prato-armadilhas permitiram a obtenção de uma maior abundância de indivíduos (162). É possível que tal fato tenha ocorrido em função do tipo de ambiente, pois, sendo floresta, há mais obstrução do campo visual em relação à presença dos pratos-armadilha, já em ambiente de restinga, como há pouco ou nenhum obstáculo, o ambiente se apresenta de forma mais aberta, aumentando as chances de as abelhas serem atraídas.

As armadilhas odoríferas amostraram espécies da tribo Euglossini, abelhas do gênero *Dialictus* e uma espécie de Andreninae (*Ca. luteimaculatum* cf.). Usualmente, esse método de coleta promove melhores amostragens de abelhas das orquídeas (tribo Euglossini) (DEC & MOUGA, 2014), mas nesta pesquisa não se limitou somente a esses táxons.

## SAZONALIDADE E FATORES ABIÓTICOS

É habitual que o maior número de espécies e de indivíduos de abelhas seja amostrado em meses de maior temperatura, ou seja, nas estações verão e primavera (KAMKE *et al.*, 2011; PATRICIO *et al.*, 2014; LIMA, 2016; MOUGA *et al.*, 2017; MOUGA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2022). No presente

trabalho, entretanto, esse padrão não ocorreu de maneira completa. Assim, no que se refere às estações, em FY, a primavera e o verão mostraram grande número de espécies e de indivíduos, porém, quanto à abundância, o inverno superou a primavera, e ainda em número de indivíduos, o mês de agosto superou os demais meses. Já em LC, tratando-se de estações do ano, primavera e verão evidenciaram os maiores números de indivíduos, mas em questão de riqueza o outono superou os demais meses, visto que verão e inverno obtiveram o mesmo número de espécies. O clima pode ter influenciado grandemente essas comunidades, posto que no período de realização do estudo principalmente os meses mais quentes sofreram muito com chuvas contínuas.

O mês de novembro de 2022 foi marcado por frio intenso no Sul do Brasil e o mês de dezembro, por ondas de calor na região Sul (INMET, 2023). O início de 2023 assinalou-se por uma onda de calor no Sul do Brasil, sob influência do fenômeno climático La Niña; mais tarde, em abril, uma onda de frio atingiu a região, mas no mês posterior (maio) uma nova onda de calor se mostrou presente e em junho um intenso ciclone extratropical se formou no litoral entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul, provocando muitas chuvas. O mês de julho de 2023 foi considerado o julho mais quente desde 1961 em todo o Brasil; apesar disso, uma nova frente fria chegou ao Sul em meados desse mês (PEGORIM, 2023). Assim, o clima de 2023 foi bastante atípico em termos de sazonalidade e, por isso, pode ter afetado o comportamento da apifauna local.

Patricio *et al.* (2014) relatam uma relação positiva entre a riqueza de abelhas e as médias mensais de temperatura. No presente trabalho, isso também foi verificado com as médias mensais de temperatura, observando-se uma correlação significativa positiva entre riqueza da apifauna e temperatura, isto é, o aumento da temperatura proporciona o aumento da riqueza de abelhas, condizendo com o que Tietz & Mouga (2024) observaram na comunidade de abelhas em Laguna.

## RECURSOS FLORAIS

Dentre as 13 plantas amostradas em FY, seis estavam presentes em LC. Nos dois locais, a família botânica Asteraceae esteve entre aquelas com o maior número de espécies visitadas. Em FY, Asteraceae e Convolvulaceae contêm três espécies cada uma, sendo o maior número de espécies entre as demais famílias. Em LC, Asteraceae e Fabaceae contêm quatro espécies cada uma, o maior número entre as demais famílias amostradas. A alta representatividade de Asteraceae é comum em comunidades da apifauna (ALVES-DOS-SANTOS, 1999; MOUGA & NOGUEIRA-NETO, 2015; LIMA, 2016; MOUGA *et al.*, 2015; MOUGA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2022).

Nenhuma das espécies botânicas amostradas é considerada ameaçada e somente *Pleroma urvilleanum* é endêmica (REFLORA, 2024). A espécie *Musa paradisiaca* é cultivada, outras cinco espécies são naturalizadas (*Emilia fosbergii*, *Emilia sonchifolia*, *Ipomoea batatas*, *Psidium guajava* e *Ocimum americanum*) e as demais são nativas (REFLORA, 2024). Quatro espécies são consideradas arbustos (*Opuntia monacantha*, *Sophora tomentosa*, *Talipariti pernambucense* e *Pleroma urvilleanum*), apenas *Psidium guajava* é árvore, apenas *Cyrtocymura scorpioides* é subarbusto, cinco são lianas (*Stigmaphyllon ciliatum*, *Centrosema virginianum*, *Ipomoea cairica*, *Vigna longifolia* e *Luffa cylindrica*) e as demais 14 espécies são ervas (REFLORA, 2024). Todas as espécies citadas são comuns de ambientes litorâneos, já registradas como apícolas em outros estudos.

Dentre as plantas amostradas, nove são consideradas medicinais: *Cyrtocymura scorpioides* (TOIGO *et al.*, 2004), *Eclipta prostrata* (KHAN & KHAN, 2008), *Emilia sonchifolia* (KUMAR *et al.*, 2015), *Ipomoea batatas* (MOHANRAJ & SIVASANKAR, 2014), *Ipomoea cairica* (SRIVASTAVA & SHUKLA, 2015), *Ipomoea pes-caprae* (AKINNIYI *et al.*, 2022), *Luffa aegyptiaca* (AZEEZ *et al.*, 2013), *Cyperus pedunculatus* (TAHERI *et al.*, 2021) e *Psidium guajava* (NASEER *et al.*, 2018); além disso, outras sete plantas se mostram promissoras quanto ao uso medicinal: *Sphagneticola trilobata* (ALI *et al.*, 2024), *Opuntia monacantha* cf. (ABID *et al.*, 2024), *Ipomoea imperati* (PAULA *et al.*, 2003; ARAUJO *et al.*, 2019), *Canavalia rosea* (SAZZAD *et al.*, 2024), *Sophora tomentosa* (HUSSINY *et al.*, 2020), *Ocimum americanum* (PANDEY & MADHURI, 2010) e *Musa paradisiaca* (LAKSHMI *et al.*, 2015). Desse modo, observa-se que as plantas medicinais são importantes do ponto de vista econômico e conservacionista, pois as abelhas necessitam delas para sobreviver.

## ÍNDICES ECOLÓGICOS

O índice de Shannon-Wiener (SW) obtido é baixo para LC (1,81) e mediano para FY (2,69). Como a faixa de variação vai de 0 a 5, ambos seriam considerados baixos, mas normalmente os valores encontrados em estudos ecológicos estão entre 1,5 e 3,5 (MAGURRAN, 2004). Considerando que LC tem um maior número de espécies e indivíduos amostrados, e mesmo assim um SW menor, é importante ressaltar que o cálculo desse índice é influenciado pela riqueza e pela relativa abundância de cada espécie, o que pode afetar o resultado (MAGURRAN, 2004) e explica a diferença de valores obtidos. Em LC ocorreram mais amostragens em prato-armadilha do que em FY (possivelmente em função de melhor visualização dos artefatos de amostragem, por ser local aberto), o que pode ter influenciado as frequências. Há que se considerar também ser LC um ambiente mais inóspito. Entre os diferentes trabalhos litorâneos de Santa Catarina, o valor obtido de SW em FY é similar ao de Patricio *et al.* (2014), Lima (2016), Mouga *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2022), sendo inferior ao trabalho de Kamke *et al.* (2011), mas superior ao trabalho de Tietz & Mouga (2024). Para LC, o valor obtido é mais próximo de Tietz & Mouga (2024), sendo inferior ao dos demais autores supracitados. Essa semelhança pode se dar pelo fato de ambos os locais, tanto em LC como em Tietz & Mouga (2024), serem em restinga herbácea com presença de substrato arenoso, portanto, mais inóspito, conforme já mencionado antes.

Em relação ao índice de equabilidade de Pielou (Pi), o valor em FY foi 0,815 e em LC, 0,53. Os valores obtidos para tal índice sugerem que as frequências da comunidade em FY estão mais uniformemente distribuídas, já em LC a comunidade aparenta ter uma concentração de indivíduos em determinadas espécies (fato já dito antes em relação a SW). O índice Pi em FY é similar ao obtido por Kamke *et al.* (2011) e Mouga *et al.* (2018), sendo superior ao de Patricio *et al.* (2014), Lima (2016), Silva *et al.* (2022) e Tietz & Mouga (2024). Para LC, o valor obtido é próximo ao de Tietz & Mouga (2024), sendo inferior aos demais autores supracitados. Todas as espécies mencionadas são comuns de ambientes litorâneos, já registradas como apícolas em outros estudos.

## MÉTRICAS E GRAFO DE INTERAÇÕES

Em termos de métricas de redes de interação, para conectância, apenas 13% e 10% (para FY e LC, respectivamente) de todas as interações possíveis aconteceram, sendo esse um valor menor que o obtido em Mouga *et al.* (2018) e Tietz & Mouga (2024), porém superiores para Silva *et al.* (2022). Valores não muito elevados de conectância são reportados em análises de redes, sendo um padrão em comunidades interativas (DONATTI, 2011). A conectância total em FY seria 351 e em LC, 570. Em vários trabalhos realizados, a conectância verificada tem valores entre 10 e 15%, em função de, entre outros fatores, restrições de disponibilidade de recurso floral e de adaptabilidade das abelhas (PIGOZZO & VIANA, 2010).

Quanto ao NODF (aninhamento) obtido, para FY foi maior do que aquele divulgado por Mouga *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2022), sendo inferior ao obtido por Tietz & Mouga (2024). Para LC, o valor de NODF calculado é mais próximo daquele de Silva *et al.* (2022), logo é inferior aos dois outros autores supracitados. Tais valores não podem ser considerados elevados, pois o máximo seria 100 (MORRISON, 2013), e aqui foram obtidos os valores de 21,42 (FY) e 16,08 (LC). O valor de NODF é menor em LC possivelmente pelo fato de ser um ambiente menos favorável às abelhas em termos de recursos; assim, as espécies ali presentes se dispõem de modo menos aninhado, ou seja, menos ordenado, realizando interações num padrão de redundância intermediário, em vista também da pequena quantidade de componentes verificada (MELLO, 2019). O aninhamento pode ser um resultado das diferenças na atratividade das espécies vegetais e de aspectos da seleção das fontes de recursos por parte das abelhas, com base em outras características além da abundância e a disponibilidade floral (PINHEIRO, 2019). De todo modo, o nível de aninhamento verificado em estudos ecológicos é, de modo geral, não muito elevado em função de se trabalhar normalmente apenas com amostras dos ambientes estudados e não se obter a totalidade dos componentes, o que permitiria uma abrangência maior da rede de interações (DELMAS *et al.*, 2019).

Em relação à especialização ( $H_2'$ ), observa-se uma diferença de 0,2 de FY (0,67) para LC (0,47); este último valor sendo mais próximo do de Silva *et al.* (2022) e Tietz & Mouga (2024). Assim, o valor de FY é superior aos demais. O valor de  $H_2'$  varia de 0 (rede generalista e redundante) a 1 (especializada e complementar) (MELLO *et al.*, 2016). Possivelmente, pelo fato de LC ser um ambiente de restinga, com menos recursos variados, a sua comunidade de abelhas mostra interações mais generalistas (BLUTHGEN, 2012).

Os valores de robustez, tanto para plantas quanto para abelhas (0,53 para plantas em ambos os locais; para as abelhas, 0,64 para FY e 0,62 para LC), variaram minimamente, apresentando valores muito próximos daqueles calculados em Silva *et al.* (2022) e Tietz & Mouga (2024). Os valores de robustez variam de 0 a 1, sendo 0 muito suscetível à extinção e 1 com pouca suscetibilidade à extinção. Desse modo, os valores obtidos mostram comunidades moderadamente robustas, nem muito suscetíveis, nem pouco (BURGOS *et al.*, 2007). Como os ambientes estudados estão em ambientes suscetíveis ao desenvolvimento antrópico, caso os ambientes sejam alterados, eventualmente apenas uma parte da comunidade será afetada de forma intensa, pois algumas espécies poderão se adaptar ao novo ambiente, mas a perda de espécies é previsível.

Os valores de ISA (assimetria de dependência na rede como um todo), tanto para FY (-0,08) quanto para LC (0,28), apresentam-se mais próximos de 0 do que de -1 ou 1, indicando uma interação equilibrada entre as espécies de plantas e de abelhas, ou seja, estas dependem de forma similar umas das outras, em cada local (DORMANN *et al.*, 2009). O valor obtido em FY é mais próximo daquele encontrado por Tietz & Mouga (2024).

No tocante à métrica “push-pull”, em FY, para as plantas, cinco espécies foram consideradas *pusher* e oito são *puller*; já para as abelhas, cinco táxons são *pusher* e os outros 19 táxons são *puller*. Em LC, para as plantas, sete espécies são *pusher* e dez espécies são *puller*; já para as abelhas, apenas três táxons são *pusher* e 18 são *puller*. Além disso, quatro táxons de LC (dois de plantas e dois de abelhas) obtiveram interação específica, ou seja, são neutros em termos de métrica “push-pull”. Observa-se que as espécies *pusher* são minoria, tanto para as plantas quanto para as abelhas, em ambos os locais, sendo as espécies *pusher*, normalmente, aquelas com maior número de interações (em ambas as comunidades), sendo um padrão também reportado em Tietz & Mouga (2024). Segundo Vázquez *et al.* (2007), espécies *pusher* afetam seus parceiros de interação mais fortemente do que são afetadas por eles, em vista de, provavelmente, essas espécies apresentarem um maior número de interações (tanto entre espécies quanto em abundância de visitas) e serem mais representativas no ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou um total de 40 espécies de abelhas amostradas, sendo 27 táxons em FY e 30 em LC; a maioria pertencente às subfamílias Apinae e Halictinae. As cinco subfamílias foram amostradas, sendo Apinae, Halictinae e Megachilidae as mais prevalentes, nessa ordem. Em ambos os locais, o táxon mais amostrado foi *Dialictus* sp. De modo geral, os táxons amostrados são de ocorrência comum para a região nordeste de Santa Catarina, exceto *Megachile* (*Cressoniella*) cf. e *Sarocolletes* cf. Três são cleptoparasitas: *Mes. littoreum* para LC e *Coelioxys* (*Glyptocoelioxys*) sp. e *L. lacertinus*. Foram amostradas quatro espécies de abelhas da tribo Euglossini: *Euf. mussitans*, *Eugl. anodorhynchi* cf., *Eug. annectans* e *Euf. dentilabris*; esta última ainda não reportada para a região litorânea de SC.

Os locais FY e LC apresentaram entre si uma similaridade de 60% para as espécies de abelhas. Tal similaridade, provavelmente, ocorre por causa da proximidade entre os dois ambientes. Além disso, FY mostrou mais similaridade com trabalho realizado a 31,7 km em uma ilha continental (Ilha das Flores, na Baía Babitonga), o que pode ser explicado pelo fato de em ambos os casos haver uma floresta como ambiente principal; já LC, com estudo realizado a 229 km de distância em ambiente de restinga herbácea com solo arenoso durante longas distâncias.

A curva de acumulação de espécies (do coletor), para ambos os locais, não apresentou estabilidade no fim das coletas, significando que mais amostragens podem ser realizadas para um melhor entendimento sobre as espécies locais. Os estimadores de riqueza indicaram, para FY, valores entre 32,53 e 75,63 espécies e, para LC, 37,29 e 63,09, ou seja, números próximos dos valores obtidos.

O método de amostragem que capturou mais riqueza de espécies foi rede entomológica, seguida por prato-armadilha e isca de cheiro, em FY e em LC. Quatro produtos para iscas odoríferas foram efetivos para amostrar abelhas (vanilina, cinamato de metila, cineol e eugenol). Quanto à abundância, o método de amostragem que capturou mais indivíduos em FY foi rede entomológica, seguida por prato-armadilha e isca de cheiro. Contudo em LC os pratos-armadilhas amostraram mais indivíduos, seguidos por rede entomológica e iscas de cheiro.

Durante o período do estudo, o clima foi bastante atípico em termos de sazonalidade (chuvas contínuas, ondas de calor, ondas de frio, ciclones extratropicais intensos), o que pode ter afetado o comportamento da apifauna local. Assim, no que se refere à sazonalidade, em FY a primavera e o verão amostraram grande número de espécies e de indivíduos, mas, quanto à abundância, o inverno superou a primavera. Já em LC, primavera e verão evidenciaram os maiores números de indivíduos, todavia, em questão de riqueza, o outono superou os demais meses, visto que verão e inverno obtiveram o mesmo número de espécies.

O estudo evidenciou um total de 25 espécies de plantas associadas às abelhas, sendo 13 táxons em FY e 18 em LC, a maioria pertencente às famílias Asteraceae, Convovulaceae e Fabaceae. Seis espécies de plantas estiveram presentes em ambos os ambientes. Todas as espécies são características de ambientes litorâneos, havendo nove medicinais. Todas as espécies citadas são comuns de ambientes litorâneos, já registradas como apícolas em outros estudos. Dentre as plantas com maior número de interações, estão *Ipomoea cairica* e *Ocimum americanum*. Para as abelhas, aquelas que realizaram visitas em um maior número de plantas foram *T. spinipes* e *Augochloropsis* sp. 1 (FY) e *Dialictus* sp. (LC).

Quanto aos índices ecológicos,  $H'$  (Shannon-Wiener) foi de 2,69 (FY) e 1,81 (LC), evidenciando uma diversidade mediana e baixa, respectivamente. A equitabilidade (Pielou) foi de 0,815 (FY) e 0,53 (LC), indicando ambientes uniformemente distribuídos e medianamente, respectivamente.

Em termos de redes de interações, as diversas métricas calculadas apresentaram, para conectância e NODF (aninhamento), valores esperados em comunidades interativas; para  $H_2'$  (especialização) valores medianos (LC) e tendendo à especialização (FY); para robustez, valores que mostram comunidades medianamente e bastante robustas à extinção; para ISA, uma interação balanceada entre as espécies de plantas e de abelhas, as quais dependem de forma similar umas das outras em cada local; para o efeito “*pusher/puller*”, uma minoria de espécies *pusher*, tanto para plantas quanto para abelhas. Todas essas métricas indicam, em suma, duas comunidades equilibradas, num padrão interativo medianamente generalista e robusto, organizadas num modelo de algumas poucas espécies mais representativas no ambiente.

## AGRADECIMENTOS

A Beatriz W. T. Coelho (MZUSP), Paulo Akira Shibata Pinheiro (UnB), Felipe Rodrigo Vivallo Martínez (Museu Nacional – RJ) e Enderlei Dec as identificações de abelhas. A Frank Belittini (UFSC) o acesso à Fazenda Yakult/UFSC. A Rodrigo Cechin (Secretaria do Meio Ambiente de Balneário Barra do Sul) o apoio ao projeto.

## REFERÊNCIAS

Abid, F., Saleem, M., Jamshaid, T., Jamshaid, U., Youssef, F. S., Diri, R. M., Elhady, S. S. & Ashour, M. L. *Opuntia monacantha*: Validation of the anti-inflammatory and anti-arthritic activity of its polyphenolic rich extract in silico and in vivo via assessment of pro-and anti-inflammatory cytokines. *Journal of Ethnopharmacology*. 2024; 326: 117884.

- Akinniyi, G., Lee, J., Kim, H., Lee, J. G. & Yang, I. A medicinal halophyte *Ipomoea pes-caprae* (Linn.) R. Br.: a review of its botany, traditional uses, phytochemistry, and bioactivity. *Marine Drugs*. 2022; 20(5): 329.
- Ali, M. T., Al-Mahdy, D. A., El Fishawy, A. M. & Otify, A. M. *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski: an updated exploration of its traditional applications, taxonomy, phytochemical profile and pharmacological properties. *South African Journal of Botany*. 2024; 174: 183-207.
- Almeida-Neto, M., Guimarães, P., Guimarães, P. R. J., Loyola, R. D. & Ulrich, W. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos*. 2008.  
DOI: 10.1111/j.0030-1299.2008.16644.x
- Alves-dos-Santos, I. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restinga e dunas do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 1999; 43: 191-223.
- Añino, Y. J., Parra, A. & Gálvez, D. Are orchid bees (Apidae: Euglossini) good indicators of the state of conservation of Neotropical forests? *Sociobiology*. 2019; 66: 194-197.  
DOI: <http://doi.org/10.13102/sociobiology.v66il.3679>
- Araujo, A. C. M., Almeida Jr., E. B., Rocha, C. Q., Lima, A. S., Silva, C. R., Tangerina, M. M., Lima Neto, J. S. & Costa-Junior, L. M. Antiparasitic activities of hydroethanolic extracts of *Ipomoea imperati* (Vahl) Griseb. (Convolvulaceae). *PLoS One*. 2019; 14(1): e0211372.
- Azeez, M. A., Bello, O. S. & Adedeji, A. O. Traditional and medicinal uses of *Luffa cylindrica*: a review. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 2013; 1(5): 102-111.
- Bluthgen, N. Interações plantas-animais e a importância funcional da biodiversidade. In: *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva*. Rio de Janeiro: Technical Books Editora; 2012. pp. 261-272.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n.º 417, de 23 de novembro de 2009. Brasília; 2009.
- Brown, J. C. & Albrecht, C. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography*. 2001; 28(5): 623-634.
- Burgos, E., Ceva, H., Perazzo, R. P. J., Devoto, M., Medan, D., Zimmermann, M. & Delbue, A. M. Why nestedness in mutualistic networks? *Journal of Theoretical Biology*. 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2007.07.030>
- Coelho, I. R. Filogenia e classificação de *Megachile* Latreille, 1802 grupo Pseudocentron, *sensu* Mitchell, 1980 [Tese de Doutorado]. Belo Horizonte: UFMG; 2006.
- Colwell, R. K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. 2013. Available at: [purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates). Access on: 25 Nov. 2024.
- Dec, E. As espécies da tribo Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em diferentes cotas altimétricas em áreas de mata atlântica na região norte de Santa Catarina [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2015. Available at: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59131/tde-27112015-113358/pt-br.php>.
- Dec, E. & Mougá, D. M. D. S. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) em área de mata atlântica em Joinville, Santa Catarina. *Acta Biológica Catarinense*. 2014; 1: 15-27.  
DOI: <http://doi.org/https://doi.org/10.21726/abc.v1i2.590>
- Delmas, E. et al. Analysing ecological networks of species interacti *luteimaculatum* ons. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 2019; 94(1): 16-36.  
DOI: 10.1111/brv.12433.
- Donatti, A. J. Como estão organizadas as redes de interações de visitação floral em áreas de restauração de floresta atlântica? [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2011.

- Dormann, C. F., Fründ, J., Blüthgen, N. & Gruber, B. Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*. 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.2174/1874213000902010007>
- Dormann, C. F., Gruber, B. & Fründ, J. Introducing the bipartite package: analysing ecological networks. *R News*. 2008; 8: 8-11.
- Dunne, J. A., Williams, R. J. & Martinez, N. D. Food-web structure and network theory: the role of connectance and size. *Proceedings of the National Academy of Science*. 2002.  
DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.192407699>
- Faria Jr., L. R. R. & Melo, G. A. R. Species of *Euglossa* (*Glossura*) in the Brazilian Atlantic Forest, with taxonomic notes on *Euglossa stellfeldi* Moure (Hymenoptera, Apidae, Euglossina). *Revista Brasileira de Entomologia*. 2007; 51(3): 275-284.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001; 4(1): 1-9. Available at: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- Hussiny, S., Elissawy, A., Eldahshan, O., Elshanawany, M. & Singab, A. N. Phytochemical investigation using GC/MS analysis and evaluation of antimicrobial and cytotoxic activities of the lipoidal matter of leaves of *Sophora secundiflora* and *Sophora tomentosa*. *Archives of Pharmaceutical Sciences Ain Shams University*. 2020; 4(2): 207-214.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Área territorial – Brasil, grandes regiões, unidades da federação e municípios. Rio de Janeiro; 2021. Available at: <https://ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=acesso-ao-produto>. Access on: 4 Jun. 2022.
- Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia. Estado do clima no Brasil em 2022. Brasília: Edição digital; 2023. 19 p.
- Kamke, R., Zillikens, A. & Steiner, J. Species richness and seasonality of bees (Hymenoptera, Apoidea) in a restinga area in Santa Catarina, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 2011; 46: 35-48.  
DOI: 10.1080/01650521.2010.538561
- Khan, A. V., Khan, A. A. Ethnomedicinal uses of *Eclipta prostrata* Linn. *Indian Journal Traditional Knowledge*. 2008; 7(2): 316-320.
- Koetter, E. Relações de causa e efeito do uso do solo urbano do município de Balneário Barra do Sul – SC [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Udesc; 2009.
- Kumar, D. G., Abdullah Mohd. Syafiq, A. M. S. & Yahaya Ruhaiyem, Y. R. Traditional uses, phytochemical and pharmacological aspects of *Emilia sonchifolia* (L.) DC. *Revue Ayurveda Pharmacology*. 2015; 6(4): 551-556.
- Lakshmi, V., Agarwal, S. K. & Mahdi, A. A. An overview of *Musa paradisiaca* Linn. *NPAIJ*. 2015; 11(4): 105-109.
- Lepeco, A. & Gonçalves, R. B. A revision of the bee genus *Augochlora* Smith (Hymenoptera; Apoidea) in Southern South America. *Zootaxa*. 2020; 4897(1): 1-97.
- Lima, B. C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) e suas interações com as plantas melíferas em uma área de restinga no sul de Santa Catarina [Trabalho de Conclusão de Curso]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense; 2016.
- Magurran, A. E. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell; 2004.
- Mello, M. A. R. Network science with a tropical flavor. Book review of “Ecological networks in the tropics”. *Biotropica*. 2019; 51(6): 949-949.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12723>

- Mello, M. A. R., Muylaert, R. L., Pinheiro, R. B. P. & Ferreira, G. M. L. Guia para análise de redes ecológicas. Belo Horizonte; 2016.
- Michener, C. D. The bees of the world. 2 ed. Baltimore: The John Hopkins University Press; 2007.
- Mohanraj, R. & Sivasankar, S. Sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) – a valuable medicinal food: a review. Journal of Medicinal Food. 2014; 17(7): 733-741.
- Moldenke, A. R. Niche specialization and species diversity along a California transect. Oecologia. 1975; 21: 219-242. DOI: <http://doi.org/10.1007/PL00020263>
- Morrison, L. W. Nestedness in insular floras: spatiotemporal variation and underlying mechanisms. Journal of Plant Ecology. 2013; 6: 480-488. DOI: <http://doi.org/10.1093/jpe/rtt002>
- Mouga, D. M. D. S., Dec, E. & Warkentin, E. Diversidade da apifauna (Hymenoptera, Apidae) em restinga e floresta ombrófila densa de terras baixas. In: Melo Júnior, J. C. F. & Boeger, M. G. (Eds.). Patrimônio natural, cultura e biodiversidade da restinga do Parque Estadual Acaraí. Joinville: Editora Univille; 2017. pp. 273-295.
- Mouga, D. M. D. S., Feretti, V., Dec, E. The bee community of Ilha das Flores, Babitonga Bay, Santa Catarina State, Brazil. International Journal of Development Research. 2018; 8: 23193-23204. DOI: 10.13102/sociobiology.v69i1.7360
- Mouga, D. M. D. S. & Nogueira-Neto, P. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) e seus recursos tróficos em área de restinga e de floresta atlântica, em São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. In: Aguiar, A. J. C., Gonçalves, R. B. & Ramos, K. S. (Eds.). Ensaios sobre as abelhas da região neotropical. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná; 2015. p. 267-292.
- Mouga, D. M. D. S., Nogueira-Neto, P., Warkentin, M., Feretti, V. & Dec, E. 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. DOI: 10.21726/abc.v2i1.572
- Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region – online version. 2024.
- Naseer, S., Hussain, S., Naeem, N., Pervaiz, M. & Rahman, M. The phytochemistry and medicinal value of *Psidium guajava* (guava). Clinical Phytoscience. 2018; 4(1): 1-8.
- Nemésio, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. Zootaxa. 2009; 2041: 1-242.
- Obilor, E. I. & Amadi, E. C. Test for significance of Pearson's correlation coefficient. International Journal of Innovative Mathematics, Statistics & Energy Policies. 2018; 6(1): 11-23.
- Pandey, G. & Madhuri, S. Pharmacological activities of *Ocimum sanctum* (tulsi): a review. International Journal of Pharmacological Science Revue Resources. 2010; 5(1): 61-66.
- Patricio, R. S., Pereira, A. S., Elias, S. G., Furlanetto, C. B., Cascaes, M. F., Vinholes, A. R., Rosado, J. L. O. & Harter-Marques, B. Bee species assembly (Hymenoptera: Apidae) in a restinga area in the southern region of Santa Catarina, Brazil. Revista Tecnologia e Ambiente. 2014; 21: 248-269. DOI: 10.18616/ta.v20i0.1761
- Paula, A. C. B., Hayashi, L. S. S. & Freitas, J. C. D. Anti-inflammatory and antispasmodic activity of *Ipomoea imperati* (Vahl) Griseb (Convolvulaceae). Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 2003; 36: 105-112.
- Pegorim, J. Retrospectiva clima 2023 do Brasil. 2023. Available at: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2023/12/31/retrospectiva-clima-2023-do-brasil-3450>. Access on: Nov. 2024.
- Pielou, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology. 1966;13: 131-144.

- Pinheiro, R. B. P. As topologias de redes de interações ecológicas e suas origens [Tese de Doutorado]. Belo Horizonte: UFMG; 2019.
- Pigozzo, C. M. & Viana, B. F. Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de caatinga. *Oecologia Australis*. 2010; 14(1): 100-114.
- Reflora – Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Access on: Nov. 2024.
- Rocha, I. O. Atlas geográfico de Santa Catarina: população. Fascículo 3. Florianópolis: Editora da Udesc; 2019. 176 p.
- Roig Alsina, A. El género *Ceratina* en la Argentina: revisión del subgénero *Neoclavicera* subg.n. (Hymenoptera, Apidae, Xyllocopinae). *Revista del Museo Argentino Ciencias Naturales*. 2013; 15(1): 121-143.
- Roig-Alsina, A. & Rozen, J. G. Revision of the cleptoparasitic bee tribe Protepeolini, including biologies and immature stages (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). *American Museum Novitates*. 1994; 3.099: 1-28.
- Sakagami, S. F., Laroca, S. & Moure, J. S. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. *Journal of the Faculty of Science Hokkaido University*. 1967; 16: 253-291.
- Santos, A. K., Warkentin, M., da Silva, J. V., Barbosa, R. N. & Mouga, D. M. D. S. Nesting patterns of bees (Apidae) in brick walls in southern Brazil. *Acta Biológica Catarinense*. 2016; 3(2): 80-90.
- Sazzad, N., Fahad, F. I., Sakib, S. A., Tayab, M. A., Hanif, M. A., Reza, A. A., Islam, M. N. & Capasso, R. Unveiling the therapeutic potential of *Canavalia rosea* leaves: exploring antioxidant, anti-inflammatory, anti-arthritic, and cytotoxic activities through biological and molecular docking evaluation with DFT analysis. *Heliyon*. 2024; 10(19).
- Schindwein, C., Schlumpberger, B., Wittmann, D. & Moure, J. S. O gênero *Xylocopa* Latreille no Rio Grande do Sul, Brasil (Hymenoptera, Anthophoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*. 2003; 47(1): 107-118.
- Schober, P., Boer, C. & Schwarte, L. A. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*. 2018; 126(5): 1763-1768.  
DOI: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Schroeder, G. da R., Vieira Junior, N., Souza, C., Pfundner, P, Dec, E. & Mouga, D. M. D. S. Morfologia polínica de espécies de floresta ombrófila densa e restinga. *Acta Biológica Catarinense*. 2019; 6: 68-80.  
DOI: <https://doi.org/10.21726/abc.v6i1.768>
- Setic – Superintendência de Governança Eletrônica e Tecnologia da Informação e Comunicação / UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Laboratório de camarões marinhos. Available at: <http://www.lcm.ufsc.br/fazenda-ufscyakult/>. Access on: Oct. 2024.
- Silva, J. R. C., Mouga, D. M. D. S & Dec, E. The bee community (Hymenoptera, Apidae) of Ilha Grande, Babitonga bay, Santa Catarina State, Brazil: structure, insularity and interaction network. *Sociobiology*. 2022; 69(1): e7360-e7360.  
DOI: 10.13102/sociobiology.v69i1.7360
- Silva, M. M. & Melo Jr., J. C. F. Composição florística e estrutural de uma comunidade herbáceo-arbustiva de restinga em Balneário Barra do Sul, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Biociências*. 2016; 14(4): 207-214.
- Silveira, F. A., Almeida, E. & Melo, G. A. R. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Edição do autor; 2002. 253 p.
- Srivastava, D. & Shukla, K. *Ipomoea cairica*: a medicinal weed with promising health benefits. *International Journal of Information Research and Review*. 2015; 2(5): 687-694.
- 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): 1-18.  
DOI: 10.11646/zootaxa.1220.1.1

Steiner, J., Zillikens, A., Kamke, R., Feja, E. P. & Falkenberg, D. B. Bees and melittophilous plants of secondary Atlantic Forest habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. *Oecologia Australis*. 2010; 14(1): 16-39.

DOI: 10.4257/oeco.2010.1401.01

Taheri, Y., Herrera-Bravo, J., Huala, L., Salazar, L. A., Sharifi-Rad, J., Akram, M., Shahzad, K., Melgar-Lalanne, G., Baghalpour, N., Tamimi, K., Mahroo-Bakhtiyari, J., Kregiel, D., Dey, A., Kumar, M., Suleria, H. A. R., Cruz-Martins, N. & Cho, W. C. *Cyperus* spp.: a review on phytochemical composition, biological activity, and health-promoting effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021; (1): 4014867.

Tietz, A. L. & Mougá, D. M. D. S. Seasonality and generalist plant resource use drive bee community (Hymenoptera, Apidae) composition in herbaceous *restinga* and dune environments. *Sociobiology*. 2024; 71(4): e11109.

DOI: 10.13102/sociobiology.v71i4.11109

Toigo, L., Oliveira, F. & Marques, M. O. M. Caracterização farmacobotânica, estudo do óleo essencial e atividade antimicrobiana da erva de São Simão *Vernonia scorpioides* (Lam.) Pers. *Revista Brasileira de Farmácia*. 2004; 85(2): 49-55.

Uramoto, K., Walder, J. M. M. & Zucchi, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. *Neotropical Entomology*. 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000100005>

Vázquez, D. P., Melian, C. J., Williams, N. M., Blüthgen, N., Krasnov, B. R. & Poulin, R. Species abundance and asymmetric interaction strength in ecological networks. *Oikos*. 2007.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15828.x>