

FACULDADE DE BIOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**RECURSOS POLÍNICOS UTILIZADOS POR *Melipona obscurior* Moure E
Apis mellifera Linnaeus NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL – SUBSÍDIOS
PARA O MANEJO DE POLINIZADORES E A CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE**

Suzane Both Hilgert-Moreira

TESE DE DOUTORADO
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

Av. Ipiranga 6681 – Caixa Postal 1429
Fone (51) 3320-3500 - Fax (51) 3339-1564
90619-900 Porto Alegre – RS
Brasil

2012

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**RECURSOS POLÍNICOS UTILIZADOS POR *Melipona obscurior* Moure E
Apis mellifera Linnaeus NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL – SUBSÍDIOS
PARA O MANEJO DE POLINIZADORES E A CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE**

Suzane Both Hilgert-Moreira

Orientador: Dra. Betina Blochtein

**TESE DE DOUTORADO
PORTO ALEGRE - RS - BRASIL**

2012

Sumário

Agradecimentos.....	IV
Resumo.....	V
Abstract.....	VI
Capítulo I: Recursos Polínicos e Amplitude de Nicho Trófico de <i>Apis mellifera</i> Linnaeus e <i>Melipona obscurior</i> Moure (Hymenoptera, Apidae), em Clima Subtropical na Mata Atlântica no Sul do Brasil.....	7
Capítulo II: Sobreposição de Nicho Trófico de <i>Apis mellifera</i> Linnaeus e <i>Melipona obscurior</i> Moure (Hymenoptera, Apidae), na Mata Atlântica no Sul do Brasil: Coexistência de Competidores em Potencial.....	44
Capítulo III: Índice de aproveitamento de pólen de <i>Eucalyptus</i> spp. por <i>Melipona obscurior</i> Moure e <i>Apis mellifera</i> Linnaeus (Hymenoptera, Apidae), em fragmentos florestais de Mata Atlântica no Sul do Brasil.....	79
Conclusões gerais.....	106

Agradecimentos

Quero em primeiro lugar agradecer e dedicar esta tese à minha família cuja presença afetiva jamais faltou. De modo especial agradeço àqueles que sentiram mais de perto o dia-a-dia da realização desta tese, sempre me apoiando e incentivando, carinhosamente juntos todo o tempo. Obrigada a todos vocês.

A minha orientadora, Dra. Betina Blochtein, pela dedicação, disponibilidade, paciência e, acima de tudo, pela ética na condução da tese. A partir dela conheci algo da vida das abelhas que ficou suficientemente sedimentado para me fazer seguir nesta linha de pesquisa.

Aos grandes amigos que fiz no Laboratório de Entomologia da PUCRS, Betina, Anne, Daniela, Rosana, Tatiana, Andressa, Jenifer, Liana, Kátia, Ana Carolina, Daniel e Gervásio. Com eles passei bons momentos nestes últimos anos. De modo especial à Mariana, pelas horas de descontração que foram tão importantes e produtivas.

Aos mais que colegas da UNISINOS pelo incentivo diário e os momentos “relax” no dia-a-dia.

Aos senhores Gentil Silva, Girlei Edomar dos Passos e Valdomiro Irineu dos Passos por cederem as colmeias de abelhas para este estudo e por auxiliarem nas coletas de pólen no apiário. Muito aprendi com eles ao prosearcharem sobre suas experiências de lida com as abelhas.

Aos biólogos João Larocca, Mariluz Nardino e Tiago Closs de Marchi pela identificação das plantas.

Aos Coordenadores do Curso de Ciências Biológicas da UNISINOS, Maria Emilia de Paula Lucchese e Hector Gabriel Nóbrega pelo apoio durante o período de realização da tese.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zoologia da PUCRS.

A CAPES pela bolsa concedida.

Resumo

Denominadas popularmente de abelhas sem ferrão, as espécies pertencentes à tribo Meliponini, são encontradas no Brasil predominantemente em florestas de Mata Atlântica. A crescente degradação deste ecossistema acarreta riscos à conservação destas espécies. Neste contexto insere-se *Melipona obscurior* Moure a qual é atualmente considerada como espécie vulnerável à extinção no Rio Grande do Sul. Coabitando neste mesmo ecossistema, pode ser encontrada *Apis mellifera* Linnaeus, cuja rusticidade possibilitou sua dispersão e adaptação aos mais diversos ambientes. Ambas as espécies apresentam colônias perenes com grande número de indivíduos, necessitando de alimento durante o ano todo. Como é característico a abelhas sociais, possuem hábito alimentar generalista, fazendo uso de diferentes fontes florais para obtenção de pólen e néctar. As atividades de forrageio estão diretamente relacionadas aos fatores abióticos que interferem na fenologia, na disponibilidade dos recursos e nas condições de voo das abelhas. Com isso, os recursos florais são explorados de modo diferenciado por ambas, em estratégias de forrageio características a cada uma delas. Identificar as espécies vegetais cujos recursos polínicos compõem o nicho trófico de *M. obscurior* e *A. mellifera*, no sul do Brasil, bem como a dinâmica na utilização destes recursos, ao longo de um ano de amostragens, foi o objetivo central deste trabalho. Para tal, utilizou-se como local de estudo duas áreas inseridas no Bioma Mata Atlântica, na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Colônias das duas espécies de abelhas foram mantidas em colmeias padronizadas e os recursos polínicos utilizados por elas foram coletados, identificados e analisados. Assim, o número de fontes polínicas utilizadas por *A. mellifera* foi maior em relação à *M. obscurior*, com representatividades nas amostras que resultaram em diferentes índices de amplitude de nicho trófico ao longo do ano. Algumas destas fontes foram exploradas mais intensamente ou, ainda, exclusivamente por apenas uma das espécies de abelhas, indicativo de um comportamento de especialização temporal principalmente em relação à *M. obscurior*. A sobreposição no uso de alguns destes recursos ocorreu na maioria das amostras, mas, de modo diferenciado. O compartilhamento mais intenso de pólen foi relacionado às espécies vegetais cujas florações maciças permitiram o uso concomitante de seu pólen. Aqui se destaca *Eucalyptus* spp., cujo aproveitamento na dieta polínica foi semelhante para ambas as espécies, independente das características da paisagem de cada área. Os recursos polínicos que compõem o atual nicho trófico de *M. obscurior* e *A. mellifera* e a dinâmica na partição destes recursos têm, até então, permitido a coexistência de ambas nos dois locais de estudo.

Pollinic resources used by *Melipona obscurior* Moure and *Apis mellifera* Linnaeus in Brazil's southern Atlantic Forest – subsidies to pollinators management and biodiversity conservation.

Abstract

Commonly called stingless bee, species belonging to the tribe Meliponini are found in Brazil, predominantly in woods of Atlantic Forest. The growing degradation of this ecosystem results in risks to the conservation of these species. In this context is inserted *Melipona obscurior* Moure which is, nowadays, considered vulnerable to extinction in Rio Grande do Sul. Cohabiting in this same ecosystem one can be found *Apis mellifera* Linnaeus, whose rusticity allowed its spreading and fitness to different environments. Both species present perennial colonies with a big number of individuals that need food during all year. As is characteristic to social bees, they have generalist foraging behavior, making use of different flower sources to obtain pollen and nectar. Foraging activities are directly related to abiotic factors that interfere on fenology, on resources availability and on flight conditions for bees. With this, the floral resources are explored by both in a different way, in foraging strategies characteristics to each one. To identify the plants species whose pollinic resources compose the trophic niche of *M. obscurior* and *A. mellifera*, in southern Brazil, as well as the dynamic in the use of these resources, during one year of sampling, was the goal of this survey. For this study, two areas inserted into Atlantic Forest Biome, northeast Rio Grande do Sul, were used. Colonies of two species were maintained in standard hives and the pollinic resources used by them were collected, identified and analyzed. So, the number of pollinic sources used by *A. mellifera* was bigger in relation to *M. obscurior*, with representativeness in the samples that resulted in different trophic niche breadth indices, along the year. Some of these sources were explored more intensely or, yet, exclusively by one of bee species, as an indicative of temporal specialization behavior, mainly related to *M. obscurior*. The overlap in the use of some of these resources occurred in the most samples, but, in a diferente way. The most intense pollen sharing was related to plant species whose massive flowerings allowed concomitant use of their pollen. Here one emphasizes *Eucalyptus* spp. whose use in the pollinic diet was similar for both species, regardless of landscape characteristics of each area. The pollinic resources that compose the actual trophic niche of *M. obscurior* and *A. mellifera* and the dynamic of these resource partitioning have, until now, allowed the coexistence of both in the two study sites.

Apresentação

Cerca de 20.000 espécies de abelhas distribuem-se por quase todo o mundo, a maioria delas (aproximadamente 85%) apresentando comportamento solitário, as demais, são sociais. Neste último grupo destaca-se a família Apidae, com ampla distribuição em áreas temperadas, tropicais e subtropicais de quase todo o mundo (Michener, 2000).

Com sua origem no Velho Mundo, os representantes do gênero *Apis* Linnaeus apresentam ocorrência predominante nas faixas intertropicais, tendo a espécie *Apis mellifera* Linnaeus avançado sobre regiões temperadas. Subespécies foram introduzidas no Brasil provenientes da Europa e África, se hibridizaram (originando *A. mellifera* africanizada) e, a partir daí, se dispersaram (Goulson, 2003). Pertencentes à mesma família, as abelhas Meliponini, conhecidas como abelhas sem ferrão, estão mais restritas às regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo. No Brasil ocorrem cerca de 400 espécies de meliponíneos, parte destes tendo sido registrada nas áreas com Mata Atlântica nos trabalhos de Imperatriz-Fonseca *et al.*, (1994), Wilms & Wiechers (1997), Harter *et al.* (2002), Witter & Blochtein (2009), entre outros. O estado do Rio Grande do Sul é o limite austral deste grupo (Nogueira-Neto 1997), com citação de 21 espécies (Witter & Blochtein, 2009), quatro delas em algum grau de ameaça de extinção (Blochtein & Harter-Marques, 2003). Entre as abelhas Meliponini, o gênero *Melipona* Lepeletier ocorre exclusivamente na região neotropical (Camargo & Pedro, 1992). As abelhas deste grupo apresentam colônias constituídas por algumas centenas a milhares de indivíduos, e são generalistas quanto ao uso de recursos florais (Roubik 1989, Nogueira-Neto, 1997). Dentre as abelhas sem ferrão destaca-se *Melipona obscurior* Moure, com registros de ocorrência no estado da Bahia e nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (Silveira *et al.*, 2002). Seu registro para o Rio Grande do Sul é citado para Serra do Nordeste, Alto e Médio Vale do Rio Uruguai e Litoral (Witter & Blochtein, 2009). O processo contínuo de diminuição dos espaços com recursos naturais acarreta perda na biodiversidade como um todo e esta é uma das causas de *M. obscurior*, atualmente, fazer parte da lista de espécies da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Alia-se à perda de estrutura física para construção de ninhos a diminuição dos recursos florais (Blochtein & Harter-Marques, 2003).

Tanto *A. mellifera* quanto de *M. obscurior* apresentam colônias perenes com altas taxas de produção de prole, necessitando de alimento o ano inteiro (Cortopassi-Laurino & Ramalho, 1988; Imperatriz-Fonseca *et al.*, 1994) e, portanto, dependentes da abundância de flores ao longo do ano. Por serem diretamente influenciadas por fatores sazonais, nos

períodos de pouca disponibilidade de recursos florais, as espécies devem utilizar estratégias que permitam a exploração eficiente das fontes de pólen e néctar para garantir a sobrevivência das colônias. Para Begon *et al.* (2006) e Townsend *et al.* (2007) essas variações temporais e espaciais nas condições ambientais e de recursos, facilitam a existência de espécies num mesmo habitat, favorecendo ora uma, ora outra. Desta forma, a coexistência das espécies está relacionada à diferenciação de seus nichos na medida em que competem menos entre si. A presença de abelhas exóticas em diferentes regiões do mundo, como é o caso de *A. mellifera* no Brasil, pode trazer, segundo Goulson (2003), consequências que incluem competição por recursos alimentares com outros visitantes florais e por locais para nidificação, além de interferirem na produção de sementes em plantas nativas locais (aumento ou diminuição).

Na busca por informações sobre o modo de vida das abelhas *A. mellifera* e Meliponini, pesquisas têm contribuído de forma significativa para o avanço do conhecimento dos diferentes aspectos do comportamento destes insetos, incluindo estratégias de forrageio. Desta forma, dados sobre atividades das abelhas eussociais foram reunidos por Nogueira-Neto (1997), Hrnčir (2000), Aguilar & Briceño (2002), Breed *et al.* (2002), Pick & Blochtein (2002), Pierrot & Schindwein (2003), Biesmeijer & Slaa (2004), Martins *et al.* (2004), Villanueva-Gutiérrez & Roubik (2004), Aguilar *et al.* (2005), Borges & Blochtein (2005), Fernandez & Farina (2005), Roubik (1989; 2006); Roubik & Villanueva-Gutiérrez (2009), Kleinert *et al.* (2009), Dworschark & Blüthgen (2010), Junker *et al.* (2010), entre outros. Os estudos sobre os recursos florais utilizados pelas abelhas têm sido realizados no Brasil por meio da observação das campeiras em flores ou, ainda, através de análise do pólen transportado para as colmeias. Entre estes se destacam os trabalhos sobre nicho trófico desenvolvidos por Wilms & Wiechers (1997), Carvalho *et al.* (1999), Harter *et al.* (2002), Aguiar (2003), Antonini *et al.* (2006), Nogueira-Ferreira & Augusto (2007), Ramalho *et al.* (2007), Hilário & Imperatriz-Fonseca (2009) Ferreira *et al.* (2010), Ferreira Junior *et al.* (2010), Fidalgo & Kleinert (2010) e Boff *et al.* (2011).

Analisando o pólen coletado das forrageiras de *A. mellifera* e *M. obscurior*, o presente trabalho produziu informações sobre os nichos tróficos que mantêm estas espécies em coexistência no que se refere à partição, amplitude e sobreposição destes nichos. Considerando a situação de vulnerabilidade de *M. obscurior* no Rio Grande do Sul, os resultados desta pesquisa fornecem subsídios para elaboração de medidas de conservação da biodiversidade dos remanescentes florestais da Mata Atlântica da região. Além disso, o conhecimento quanto à utilização dos recursos alimentares por estas abelhas sociais generalistas (Cane & Sipes, 2006) pode prever ações para o manejo da vegetação nativa como

base para o incremento da meliponicultura de forma a contribuir com o uso sustentável dos recursos naturais de forma socialmente justa.

Três artigos foram produzidos a partir destes resultados e compõem o corpo desta tese como capítulos. São eles:

Capítulo I: **Recursos Polínicos e Amplitude de Nicho Trófico de *Apis mellifera* Linnaeus e *Melipona obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em Clima Subtropical na Mata Atlântica no Sul do Brasil.** Neste capítulo são apresentadas as fontes polínicas que compõem o nicho trófico de *A. mellifera* e *M. obscurior*.

Capítulo II: **Sobreposição de Nicho Trófico de *Apis mellifera* Linnaeus e *Melipona obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), na Mata Atlântica no Sul do Brasil: Coexistência de Competidores em Potencial.** O tema abordado é o compartilhamento dos recursos polínicos por *A. mellifera* e *M. obscurior* evidenciando as fontes florais que permitem a coexistência destas duas espécies.

Capítulo III: **Índice de Aproveitamento de Pólen de *Eucalyptus* spp. por *Melipona obscurior* Moure e *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera, Apidae), em Fragmentos Florestais de Mata Atlântica no Sul do Brasil.** Apresenta uma análise sobre a influência da paisagem nas coletas de pólen de *Eucalyptus* spp. por *A. mellifera* e *M. obscurior*.

Todos os artigos serão submetidos à revista Neotropical Entomology e, portanto, foram redigidos em acordo com as normas da referida revista.

Referências

- Aguiar CML (2003) Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil) Revista Brasileira de Zoologia 20 (3): 457–467.
- Aguiar I, Briceño D (2002) Sounds in *Melipona costaricensis* (Apidae: Meliponini): effect of sugar concentration and nectar source distance. Apidologie 33: 375-388.
- Aguiar I, Fonseca A, Biesmaijer J (2005) Recruitment and communication of food source location in three species of stingless bee (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Apidologie 36: 313-324.

- Antonini Y, Soares SM, Martins RP (2006) Pollen and nectar harvesting by the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Apidae: Meliponini) in an urban forest fragment in Southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 41(3): 209–215.
- Begon M, Townsend CR, Harper JL (2006) Ecology from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing Ltd. 746 p. il.
- Biesmeijer JC, Slaa EJ (2004) Information flow and organization of stingless bee foraging. *Apidologie* 35: 143-157.
- Blochtein B, Harter-Marques B (2003) In Fontana C, Bencke GA, Reis RE (eds) Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul: Hymenoptera. EDIPUCRS. 632p.
- Boff S, Luz CFP, Araujo AC, Pott A (2011) Pollen analysis reveals plants foraged by africanized honeybees in the southern Pantanal, Brazil. *Neotropical Entomology* 40(1): 47-54.
- Borges F von B, Blochtein B (2005) Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (3): 680-686.
- Breed MD, Stocker EM, Baumgartner LK, Vargas SA (2002) Time-place learning and ecology of recruitment in stingless bee, *Trigona amalthea* (Hymenoptera, Apidae). *Apidologie* 33: 251-258.
- Camargo JMF, Pedro SRM (1992) Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. *Apidologie* 23: 509-522.
- Cane JH, Sipes S (2006) Characterizing floral specialization by bees: Analytical methods and a revised Lexicon for oligolecty, p.99-122. In Waser NM, Olerton J (eds) Plant-pollinator interactions. From specialization to generalization. Chicago and London, The University of Chicago Press, 445p.
- Carvalho CAL, Marchini LC, Ros PB (1999). Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* L. e algumas espécies de Trigonini (Apidae) em Piracicaba (SP). *Bragantia* 58(1): 49-56.
- Cortopassi-Laurino M, Ramalho M (1988) Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. *Apidologie* 19 (1): 1-24.
- Dworschark K, Blüthgen N (2010) Networks and dominance hierarchies: does interspecific aggression explain flower partitioning among stingless bees? *Ecological Entomology* (2010), 35, 216–225.
- Fernandez PC, Farina WM (2005) Collective nectar foraging at low reward conditions in honey bees *Apis mellifera*. *Apidologie* 36: 301-311.

Ferreira MG, Manete-Balestieri FCD e Balestieri JBP (2010) Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54 (2): 258-262.

Ferreira Júnior NT, Blochtein B, Moraes JF (2010) Seasonal flight and resource collection patterns of colonies of the *Melipona bicolor schencki* Gribodo (Apidae, Meliponini) in an *Araucaria* forest area in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(4): 630-636.

Fidalgo AO, Kleinert AMP (2010). Floral Preferences and Climate Influence in Nectar and Pollen Foraging by *Melipona rufiventris* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Ubatuba, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Entomology* 39(6): 879-884.

Goulson D (2003) Effects of introduction bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 1-26.

Harter B, Leistikow C, Wilms V, Truylio B, Engels W (2002) Bees collecting pollen from flower with poricidal anthers in a south Brazilian *Araucaria* forest: a community study. *Journal of Apicultural Research* 40(1-2): 9-16

Hilário SD, Imperatriz-Fonseca VL (2009) Pollen foraging in colonies of *Melipona bicolor* (Apidae, Meliponini): effects of season, colony size and queen number. *Genetic Molecular Research* 8(2): 664-671.

Hrncir M, Jarau S, Zucchi R, Barth FG (2000) Recruitment behavior in stingless bees, *Melipona scutellaris* and *M. quadrifasciata*. II. Possible mechanisms of communication. *Apidologie* 3: 93–113.

Imperatriz-Fonseca VL, Ramalho M, Kleinert-Giovannini A (1994) Abelhas sociais e flores p. 17-30. In Pirani JR, Cortopassi-Laurino M (eds) *Flores e abelhas de São Paulo*. São Paulo, Edusp, 193p.

Junker RR, Bleil R, Daehler CC, Blüthgen N (2010) Intra-floral resource partitioning between endemic and invasive flower visitors: consequences for pollinator effectiveness. *Ecological Entomology* (2010), 35, 760–767.

Kleinert AMP, Ramalho M, Cortopassi-Laurino M, Ribeiro MF, Imperatriz-Fonseca VL (2009) Abelhas sociais (Meliponini, Apini, Bombini) p. 373-426. In Panizzi AR, Parra JRP (eds) *Bioecologia e nutrição de insetos – Base para o manejo integrado de pragas*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica.

Martins CF, Cortopassi-Laurino M, Koedam D, Imperatriz-Fonseca VL (2004) Tree species used for nidification by stingless bee in the brazilian caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). *Biota Neotropica* v.4n.2/en/BN010402004

- Michener CD (2000) The bees of the world. Baltimore. The Johns Hopkins University Press, 913p.
- Nogueira-Ferreira FH, Augusto SC (2007) Niche width and similarity in the use of floral resources for Eusocial bees in a cerrado area. *Bioscience Journal* 23, Supplement 1: 45-51.
- Nogueira-Neto P (1997) Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo, Nogueirapis Editora, 445p.
- Pick RA, Blochtein B (2002) Atividades de vôo de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) durante o período de postura da rainha e em diapausa. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (3): 827-839.
- Pierrot LM, Schlindwein C (2003) Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini) *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (4): 565–571.
- Ramalho M, Silva MD, Carvalho CAL (2007) Dinâmica de Uso de Fontes de Pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): Uma Análise Comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology* 36 (1): 038-045.
- Roubik DW (1989) Ecology and natural history of tropical bees. New York, Cambridge University Press, 514p.
- Roubik DW (2006) Stingless bee nesting biology. *Apidologie* 37: 124–143.
- Roubik D, Villanueva-Gutiérrez R (2009) Invasive Africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. *Biological Journal of the Linnean Society* 98: 152–160.
- Silveira FA, Melo GAR, Almeida EAB (2002) Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte. 253p.
- Townsend CR, Begon M, Harper JL (2006) Fundamentos em ecologia. Porto Alegre, Artmed, 593p.
- Villanueva-Gutierrez R, Roubik DW (2004) Why are African honey bees and not European bees invasive? Pollen diet diversity in community experiments. *Apidologie* 35:481–491.
- Wilms W, Wiechers B (1997) Floral resource partitioning between native Meliponabees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. *Apidologie* 28: 339-355.
- Witter S, Blochtein B (2009) Espécies de abelhas sem ferrão de ocorrência no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Versátil Artes Gráficas, 67p.

CAPÍTULO I

Suzane Both Hilgert-Moreira

Laboratório de Entomologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,

Caixa Postal 1429, 90619-900, Porto Alegre, RS, Brasil

suzaneboth@yahoo.com.br

Recursos Polínicos e Amplitude de Nicho Trófico de *Apis mellifera* Linnaeus e *Melipona obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em Clima Subtropical na Mata Atlântica no Sul do Brasil.

S B HILGERT-MOREIRA¹, B BLOCHTEIN¹, C A NASCHER²

¹Laboratório de Entomologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. ²Laboratório de Taxonomia Vegetal, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo RS, Brasil.

Título resumido: Nicho Trófico de *Apis mellifera* Linnaeus e *Melipona obscurior* Moure

ABSTRACT - Cohabitants in Brazil's southern Atlantic Forest, *Melipona obscurior* Moure and *Apis mellifera* L. are generalists in the use of food resources. With the intention of identifying the plant species that compose the trophic niche of *A. mellifera* and *M. obscurior*, as well as the trophic niche breadth in Brazil's southern Atlantic Forest, a survey was developed in the localities of Riozinho and Rolante, inserted in the Atlantic Forest Biome in Rio Grande do Sul, Brazil. Pollen obtained from foragers from 3 hives of each bee species, during the course of 12 months, revealed that *A. mellifera* used a bigger number of pollinic types in relation to *M. obscurior* in both areas. The richness of types found in each sample along the year ranged from 5 to 21 for *A. mellifera* and from 1 to 10 for *M. obscurior*. Despite the breadth niche had oscillated in the samples the differences found to species and areas were not significant. The low indices of amplitude for *M. obscurior* associated to low values of equitativity found in some samples demonstrated temporal specialization to these species, mostly related to floral sources with poricide anthers. The pollinic type *Eucalyptus* spp. contributed with similar result for both bee species. The knowledge of the plant species that sustain the bee communities in Brazil's southern Atlantic Forest provide subsidies for handling plans and conservation of native bees population, as well as the improvement of apiculture and meliponiculture on this region.

Keywords: Meliponini, floral resources, pollinators, stingless bees, pollen.

Resumo - Cohabitantes na Mata Atlântica no sul do Brasil, *Melipona obscurior* Moure e *Apis mellifera* Linnaeus são abelhas generalistas no uso dos recursos alimentares. No intuito de identificar as fontes polínicas que compõem o nicho trófico de *A. mellifera* e *M. obscurior*, bem como a amplitude deste nicho, na Mata Atlântica no Sul do Brasil, desenvolveu-se um estudo nas localidades de Riozinho e Rolante, inseridas no Bioma Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, Brasil. Pólenes obtidos de abelhas forrageiras de três colmeias de cada espécie de abelha, ao longo de 12 meses, revelaram que *A. mellifera* utilizou maior número de tipos polínicos em relação a *M. obscurior* nas duas áreas. A riqueza de tipos encontrados em cada amostra variou de 5 a 21 para *A. mellifera* e de 1 a 10 para *M. obscurior*. Embora o índice de amplitude de nicho tenha oscilado nas amostras, as diferenças encontradas para espécies e locais não foi significativa. Os baixos índices de amplitude para *M. obscurior* associados a baixos valores de equitatividade encontrados em algumas amostras demonstraram ocorrência de especialização temporal para esta espécie, relacionada principalmente ao uso de fontes florais com anteras poricidas. O tipo polínico *Eucalyptus* spp. contribuiu com resultado semelhante para as duas espécies de abelhas. O conhecimento das espécies vegetais que sustentam as comunidades de abelhas na Mata Atlântica no sul do Brasil fornece subsídios para planos de manejo e conservação de populações de abelhas nativas, bem como para o incremento da apicultura e meliponicultura nesta região.

Palavras-chave: Meliponini, recursos florais, polinizadores, abelhas sem ferrão, pólen.

Introdução

As redes de interações de espécies são o arcabouço da biodiversidade e interferem diretamente na dinâmica das comunidades (Jordano *et al* 2006). A heterogeneidade destas relações proporciona maior estabilidade ao sistema por permitir respostas mais adequadas às diferentes modificações ambientais (Aizen *et al* 2012). Partindo desta premissa e considerando que a perda de hábitat pode ocasionar a diminuição na diversidade e na abundância de polinizadores (Aizen & Feinsinger 1994, Steffan-Dewenter & Tscharntke 1999, Kremen *et al* 2007, Nayak & Davidar 2010), as interações entre plantas e seus visitantes florais, quando envolvendo espécies generalistas, estariam menos suscetíveis à ruptura, se comparadas àquelas entre especialistas (Pigozzo & Viana 2010, Aizen *et al* 2012).

Em um processo de interação, muitas vezes mutualista, abelhas são atraídas às flores principalmente pela oferta de néctar e pólen utilizados como recurso alimentar (Minckley & Roulston 2006). Cerca de 20.000 espécies de abelhas encontram-se distribuídas por quase todo o mundo, destacando-se nas regiões tropicais e subtropicais as espécies sociais de Apini e Meliponini (Michener 2000). O hábito generalista de forrageio tem sido considerado um padrão entre as abelhas da família Apidae, cujas colônias perenes e com altas taxas de produção de prole, necessitam obter recursos alimentares durante todo o ano (Cortopassi-Laurino & Ramalho 1988, Imperatriz-Fonseca *et al*, 1994). Além disso, apresentam extrema versatilidade taxonômica na coleta de pólen de táxons não aparentados (Antonini *et al* 2006, Cane & Sipes 2006).

Com sua origem no Velho Mundo, espécies de *Apis* ocorrem predominantemente nas faixas intertropicais, tendo *Apis mellifera* Linnaeus, avançado sobre regiões temperadas (Imperatriz-Fonseca *et al* 1994). Subespécies provenientes da Europa e África foram introduzidas no Brasil, onde se hibridizaram e de onde se dispersaram, sendo atualmente

registradas em grande parte do hemisfério ocidental (Schneider *et al* 2004). Esta espécie exótica possui colônias que podem atingir 100.000 indivíduos, apresentando estratégias de forrageio que a tornam capaz de ocupar os mais variados ambientes (Winston 2003). Os indivíduos de *A. mellifera* suportam temperaturas mais extremas de frio e calor, podendo forragear em áreas com maior exposição à luz e mais distantes de seus ninhos (Goulson 2003) o que é uma vantagem em relação a outras espécies.

Na região neotropical as abelhas sociais nativas são representadas por cerca de 400 espécies de Meliponini (Michener 2000), denominadas popularmente por abelhas sem ferrão. Neste contexto destaca-se *Melipona obscurior* Moure, com registro de ocorrência para a Argentina (Misiones) e Paraguai (Caaguazú) e, ainda, no Brasil, nos estados de Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Camargo & Pedro 2008). Diferentemente de *A. mellifera*, suas colônias possuem centenas a milhares de indivíduos (Imperatriz-Fonseca *et al* 1994, Nogueira-Neto 1997), são sensíveis às condições meteorológicas mais extremas e podem apresentar diapausa reprodutiva facultativa nos períodos de temperaturas mais baixas (Borges & Blochtein 2005, 2006). Assim como outras espécies do gênero, *M. obscurior* habita áreas com florestas (Silveira *et al* 2002) e, devido à perda de habitat e à destruição de seus ninhos pela coleta predatória, se encontra em situação de vulnerabilidade no Rio Grande do Sul (Blochtein & Harter-Marques 2003).

Considerando o comportamento polilético no uso dos recursos alimentares por *M. obscurior* e *A. mellifera* e a presença destas espécies em habitats na Mata Atlântica, foi objetivo deste estudo identificar as fontes polínicas que compõem o nicho trófico destas abelhas sociais, bem como a amplitude deste nicho, ao longo de um ano de amostragens, em condições subtropicais, fornecendo subsídios para a elaboração de planos de conservação e manejo sustentável da biodiversidade nos remanescentes de florestas na Mata Atlântica no sul do Brasil.

Material e métodos

Caracterização das áreas de estudo

O trabalho de campo foi desenvolvido em duas propriedades rurais no sul do Brasil, inseridas na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, Rolante (29°38'3.20''S e 50°34'24.91''O), a 70m acima do nível do mar, e Riozinho (29°40'36.63''S e 50°27'32.58''O) a 570m, acima do nível do mar. O clima na região é subtropical úmido do tipo Cfa, segundo classificação de Köppen, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio acima de 3°C (Moreno 1961).

A fitofisionomia da região é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual (Oliveira-Filho 2009), com registro de 143 espécies arbóreas com destaque para *Cupania vernalis* Cambess., *Eugenia uniflora* L., *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Ruprechtia laxiflora* Meisn., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez e *Scutia buxifolia* Reissek. (SEMA 2012). Nas duas áreas também ocorrem cultivos em grande escala de espécies lenhosas exóticas, principalmente *Eucalyptus* spp. e *Acacia mearnsii* De Wild, bem como agricultura de subsistência.

Colônias de abelhas

Em cada área de estudo foram utilizadas três colônias de *A. mellifera*, mantidas em colmeias modelo Langstroth, e três de *M. obscurior*, mantidas em colmeias racionais padronizadas segundo modelo proposto por Venturieri *et al* (2003). As colmeias de *A. mellifera* distavam das colmeias de *M. obscurior* cerca de 200m em Riozinho e 150m em Rolante, oportunizando sobreposição no raio de forrageio das duas espécies. Em cada espécie as colmeias foram mantidas próximas umas das outras.

Amostragens de pólen

O pólen analisado neste estudo foi obtido quinzenalmente, de abril de 2009 a março de 2010, das cargas polínicas das abelhas forrageiras à entrada de cada uma das colmeias. Considerando que as atividades de voo das abelhas estão condicionadas a fatores meteorológicos, em dias de temperatura baixa ou chuva, não houve coleta. Estes períodos estão sinalizados nas tabelas e gráficos com asterisco (*).

Em *A. mellifera*, obteve-se as cargas polínicas com um coletor de pólen para alvado, modelo Iceal®, próprio para uso em colmeia Langstroth, fixado em cada uma das colmeias. Este equipamento consiste em uma caixa em madeira com uma gaveta coletora na parte inferior. Na porção superior e à frente da entrada foi colocada uma placa em acrílico com 221 aberturas de 4,6 mm de diâmetro cada. Durante a passagem das operárias pelas aberturas as cargas polínicas das corbículas ficavam retidas, caindo na gaveta coletora abaixo. As placas foram inseridas apenas no dia da amostragem, no início da manhã, sendo retiradas ao final da tarde.

Simultaneamente ocorreu a amostragem de pólen em *M. obscurior*. Para esta espécie, uma colmeia de cada vez teve a entrada bloqueada com auxílio de um pequeno bastão de madeira, durante 15 minutos, a cada hora, durante todo período de voo. As forrageiras que retornavam transportando pólen nas corbículas eram capturadas com rede entomológica, as cargas polínicas eram retiradas manualmente e as abelhas liberadas.

Preparação do material polínico em laboratório e análise das lâminas palinológicas

O pólen obtido de um dia de coleta de cada colmeia foi mantido em estufa para secagem, à temperatura de, aproximadamente, 40°C, durante 48 horas, sendo, depois, pesado e conservado em álcool 70°GL. Na etapa seguinte, adaptada de Villanueva-Gutierrez & Roubik (2004), cada amostra foi desagregada e homogeneizada com agitador magnético a 10.000

R.P.M. A seguir, foi retirado um volume da suspensão, calculado para cada amostra, correspondente 0,1g de pólen. Na sequência, o material polínico foi acetolizado (Erdtman 1952) com posterior montagem das lâminas para microscopia utilizando como meio de montagem gelatina glicerinada corada com fucsina. Depois de montadas as lâminas foram lutadas com verniz incolor. Para cada amostra foram confeccionadas três lâminas.

As análises palinológicas foram realizadas em microscópio óptico marca Carl Zeiss, com aumento de 400 e 1000 vezes. Em cada amostra foram contados 1200 grãos de pólen (adaptado de Kleinert et al 2009), ao longo de transectos distribuídos entre as três lâminas, identificados a partir de critérios morfológicos com o auxílio de material polínico de referência proveniente de exemplares botânicos das duas áreas, além de bibliografia especializada (Heusser 1971, Roubik & Moreno 1991, Pire *et al* 1998). Nas classificações buscou-se a inclusão do tipo polínico dentro do táxon de menor categoria hierárquica possível. A terminologia “tipo” utilizada junto a alguns táxons faz referência à semelhança morfológica com esse elemento. Quando a identificação não foi possível, o tipo polínico recebeu a denominação “Indeterminado” seguido de um número referente à sequência de identificação nas amostras (Ex. Indeterminado 1, Indeterminado 2, etc).

Análises dos dados

Os resultados foram analisados considerando as três colmeias como uma unidade. Desta forma, cada amostra passou a ser constituída da soma do número de grãos de pólen das três colmeias, obtidos de um dia de coleta, para cada espécie de abelha e em cada área. Ao final, foram obtidas para Riozinho 18 amostras de pólen provenientes de coletas de *A. mellifera* e 15 de *M. obscurior* e, para Rolante, 19 amostras para *A. mellifera* e 17 para *M. obscurior*, totalizando 69 amostras de pólen ao longo do ano. Os índices de **riqueza** (S), **equitatividade** (Pielou J) e **diversidade** (índice de Shannon H) dos tipos polínicos, em cada amostra, foram

calculados utilizando o programa estatístico *Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis* (PAST) (Hammer *et al* 2001). No índice de riqueza considerou-se o número de tipos polínicos encontrados em cada amostra. Para indicar diversidade de recursos polínicos utilizados por *A. mellifera* e *M. obscurior* foi aplicado o índice de Shannon, com valores a partir de 0 (para presença com um único táxon) aumentando proporcionalmente em relação ao número de táxons e a representatividade de pólen de cada um deles. Para verificar a uniformidade de distribuição das porcentagens de grãos de pólen dentro dos táxons foi utilizado o índice de equitatividade, com valores variando de 0 a 1, onde zero é ausência de uniformidade e 1 é o seu valor máximo.

Os tipos polínicos foram agrupados, de acordo com a representatividade de cada um na amostra, em quatro **intervalos de classes de frequências**: pólen dominante (**PD**), com frequência de ocorrência nas amostras acima de 45%; pólen acessório (**PA**), com frequência >15-45%; pólen isolado (**PI**), com porcentagens entre 15 e 3% e pólen ocasional (**PO**) com porcentagem < a 3% (Louveaux, Maurizio & Vorwohl 1978).

Amplitude de nicho trófico

A amplitude de recursos tróficos utilizados pelas duas espécies de abelhas foi calculada através do Índice de Levins padronizado (Krebs 1999) como segue:

$$B_A = \frac{B-1}{n-1} \quad \text{onde,}$$

B_A = índice de Levins padronizado; B = índice de Levins para amplitude de nicho trófico como segue:

$$B = \frac{1}{\sum P_j^2} \quad \text{onde,}$$

P_j é a proporção de recurso utilizado na amostra j ;

Por este índice se assume que a amplitude da dieta pode ser estimada pela uniformidade na distribuição dos itens entre os diversos recursos. Valor de BA varia de 0 a 1 (quando

utilizar todos os tipos polínicos em proporção semelhante). Valor de **B** se encontra entre 1 e **n** (n=número total de tipos polínicos utilizados).

Resultados

Riqueza de tipos polínicos

Como é característico das espécies de abelhas poliléticas, tanto *A. mellifera* quanto *M. obscurior* utilizaram um amplo espectro de recursos polínicos. Porém, observou-se que, nas duas áreas de estudo *A. mellifera* explorou maior número de espécies botânicas (75 tipos polínicos em Riozinho e 92 em Rolante) em relação a *M. obscurior* (37 tipos polínicos em Riozinho e 23 em Rolante). Parte destes recursos foi comum às duas espécies de abelhas, sendo 21 deles em Riozinho e 19 em Rolante.

A riqueza de espécies vegetais representadas pelos tipos polínicos, em cada amostra ao longo do ano em Riozinho, variou de 5 a 21 tipos polínicos para *A. mellifera* e de 2 a 10 tipos polínicos para *M. obscurior*. Paralelamente, em Rolante, o número de tipos verificados nas amostras oscilou de 6 a 21 tipos para *A. mellifera* e de 1 a 6 para *M. obscurior* (Fig. 1).

As fontes polínicas utilizadas pelas duas espécies de abelhas em Riozinho distribuíram-se entre 36 famílias botânicas: 33 para *A. mellifera* e 14 famílias para *M. obscurior*. Em Rolante, os tipos polínicos identificados nas amostras pertencem a 31 famílias botânicas, todas elas exploradas por *A. mellifera* e apenas nove por *M. obscurior*. As famílias mais representativas para *A. mellifera* foram Myrtaceae, Arecaceae e Asteraceae, em ambas as áreas, além de Arecaceae em Rolante. Para *M. obscurior*, em Riozinho, Myrtaceae, Solanaceae e Primulaceae tiveram maior representatividade, enquanto em Rolante foram as famílias Myrtaceae e Arecaceae (Fig 2).

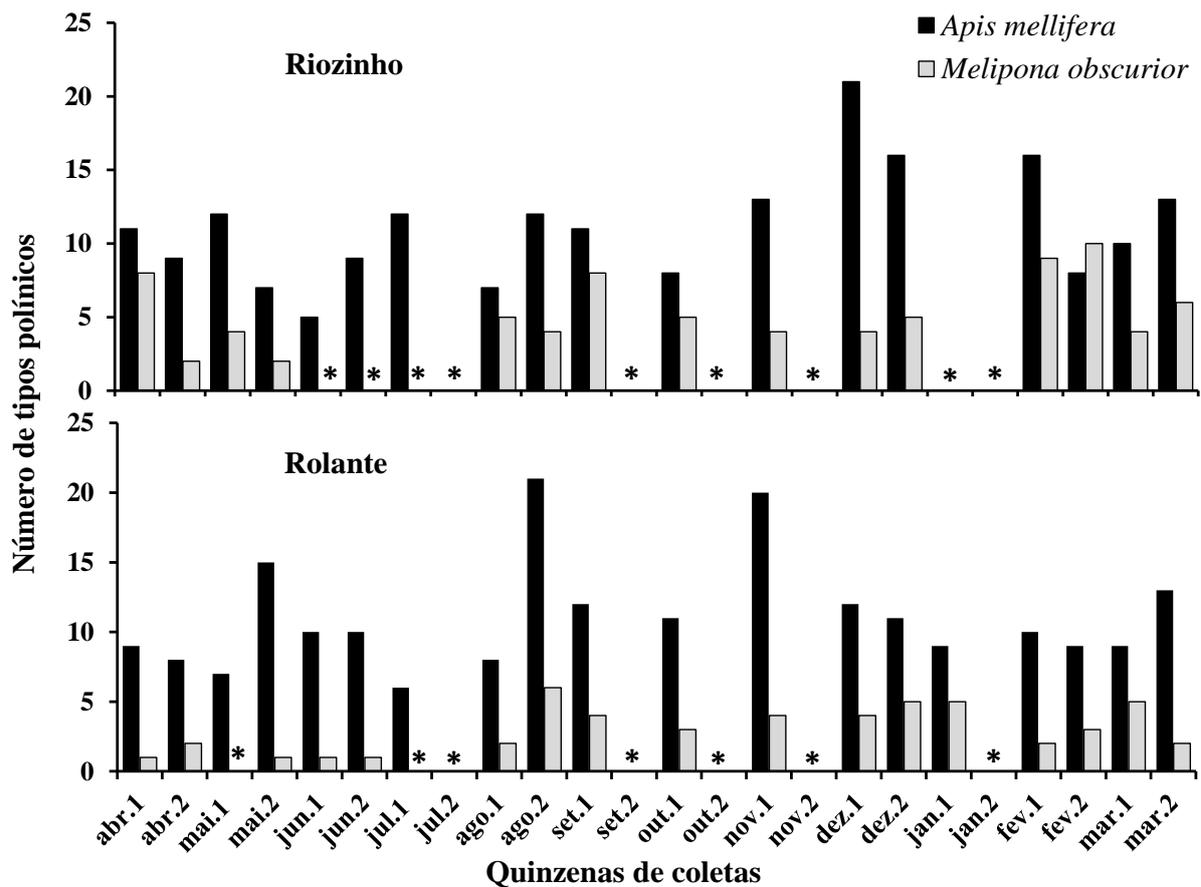


Fig 1 Distribuição dos tipos polínicos encontrados nas amostras de pólen coletado das abelhas forrageiras de *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho e Rolante, RS, Brasil. (*) indica a ausência de coleta na respectiva quinzena.

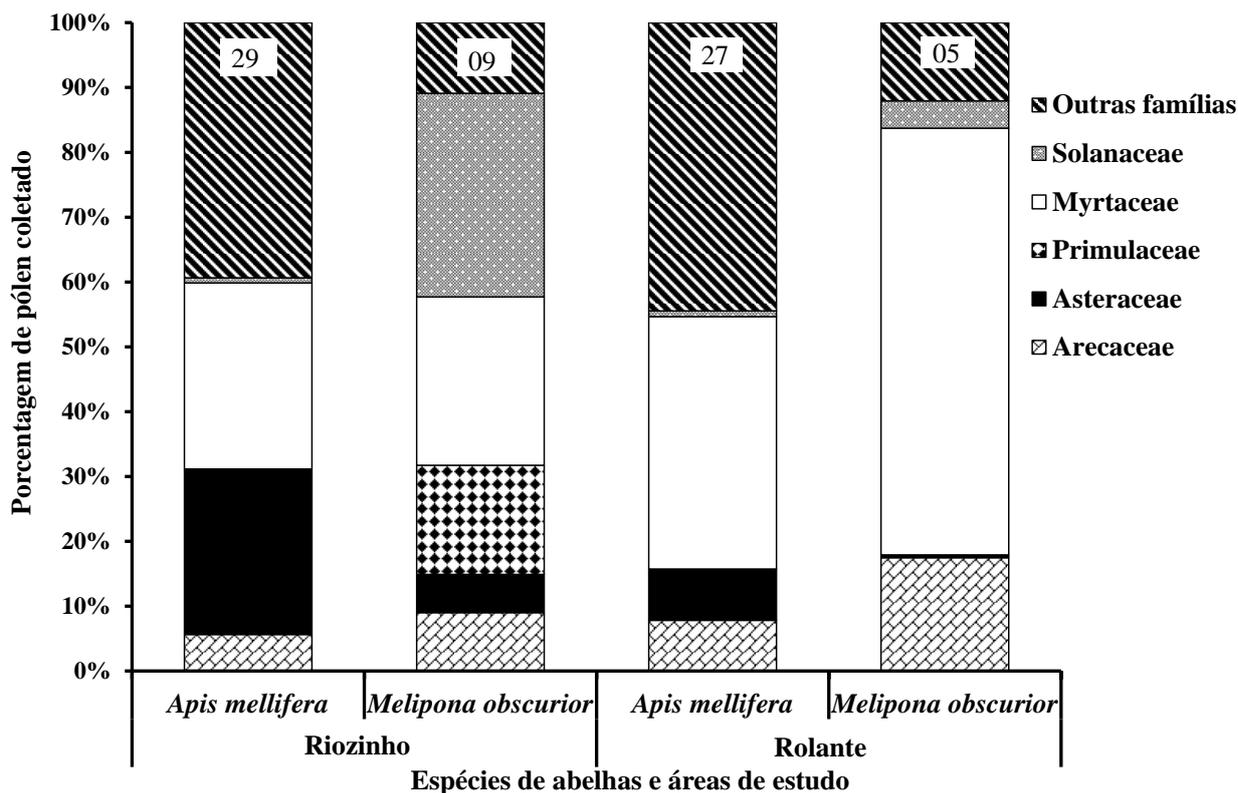


Fig 2 Representatividade das famílias botânicas nas amostras de pólen coletados por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior* com, no mínimo, uma ocorrência de porcentagem \geq a 15%, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho e Rolante, RS, Brasil.

Equitatividade

Considerando a homogeneidade com que os tipos polínicos estão distribuídos nas amostras, o menor índice de equitatividade nas coletas por *A. mellifera* em Riozinho ocorreu em abr.2 (0,53) enquanto o maior (0,81), em jun.2 (Tabela 1). Já em Rolante, o menor índice de equitatividade para *A. mellifera* ocorreu em jun.2 (0,34) enquanto o maior foi de 0,77 em jan.1 (Tabela 2). Com relação à distribuição dos tipos polínicos nas coletas de pólen por *M. obscurior* em Riozinho, os índices variaram de 0,30, em nov.1, a 0,87, em abr.2 (Tabela 1). Em Rolante, a coleta de um único tipo polínico por *M. obscurior* nas amostras abr.1, mai.1, mai.2, jun.1 e jun.2 refletiu em um menor índice de equitatividade entre as amostras (0,0) e, apesar do baixo índice de riqueza, fev.1 teve o maior índice de equitatividade (0,94) (Tabela 2).

Tabela 1 Riqueza (S), equitatividade (J) e diversidade (H) de tipos polínicos nas amostras de pólen coletados por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho, RS, Brasil. (*) refere-se à ausência de coleta.

Amostras	Riqueza		Equitatividade		Diversidade	
	<i>A. mellifera</i>	<i>M. obscurior</i>	<i>A. mellifera</i>	<i>M. obscurior</i>	<i>A. mellifera</i>	<i>M. obscurior</i>
abr.1	11	8	0,60	0,84	1,43	1,74
abr.2	9	2	0,53	0,87	1,17	0,61
mai.1	12	4	0,76	0,54	1,88	0,75
mai.2	7	2	0,67	0,85	1,30	0,59
jun.1	5	*	0,73	*	1,18	*
jun.2	9	*	0,81	*	1,78	*
jul.1	12	*	0,76	*	1,88	*
jul.2	*	*	*	*	*	*
ago.1	7	5	0,76	0,58	1,47	0,93
ago.2	12	4	0,75	0,78	1,86	1,07
set.1	11	8	0,63	0,78	1,52	1,61
set.2	*	*	*	*	*	*
out.1	8	5	0,79	0,52	1,65	0,84
out.2	*	*	*	*	*	*
nov.1	13	4	0,76	0,30	1,95	0,41
nov.2	*	*	*	*	*	*
dez.1	21	4	0,71	0,71	2,16	0,98
dez.2	16	5	0,78	0,71	2,16	1,14
jan.1	*	*	*	*	*	*
jan.2	*	*	*	*	*	*
fev.1	16	9	0,74	0,53	2,06	1,16
fev.2	8	10	0,70	0,58	1,45	1,33
mar.1	10	4	0,58	0,78	1,33	1,09
mar.2	13	6	0,74	0,65	1,91	1,16

Diversidade

Ao longo de um ano a diversidade de tipos polínicos, segundo o índice de Shannon, oscilou, de 1,17 (abr.2) a 2,16 (dez.1 e 2) para *A. mellifera* em Riozinho (Tabela 1) e de 0,79 (jun.2) a 2,08 (nov.1) em Rolante (Tabela 2). Quanto à diversidade de recursos explorados por *M. obscurior*, houve uma variação de 0,41 (nov.1) a 1,74 (abr.1) em Riozinho (Tabela 1) e de 0,0 (abr.1, mai.2, jun. 1 e 2) a 1,21 (mar.1) em Rolante (Tabela 2).

Tabela 2 Riqueza (S), equitatividade (J) e diversidade (H) de tipos polínicos nas amostras de pólen coletados por *Apis mellifera* e *M.elipona obscurior*, entre abril de 2009 e março de 2010, em Rolante, RS, Brasil. (*) refere-se à ausência de coleta.

Amostras	Riqueza		Equitabilidade		Diversidade	
	<i>A. mellifera</i>	<i>M. obscurior</i>	<i>A. mellifera</i>	<i>M. obscurior</i>	<i>A. mellifera</i>	<i>M. obscurior</i>
abr.1	9	1	0,68	0,00	1,50	0,00
abr.2	8	2	0,71	0,58	1,47	0,40
mai.1	7	*	0,58	*	1,13	*
mai.2	15	1	0,76	0,00	2,05	0,00
jun.1	10	1	0,60	0,00	1,38	0,00
jun.2	10	1	0,34	0,00	0,79	0,00
jul.1	6	*	0,65	*	1,17	*
jul.2	*	*	*	*	*	*
ago.1	8	2	0,64	0,81	1,33	0,56
ago.2	21	6	0,67	0,30	2,03	0,54
set.1	12	4	0,67	0,83	1,68	1,16
set.2	*	*	*	*	*	*
out.1	11	3	0,49	0,65	1,19	0,71
out.2	*	*	*	*	*	*
nov.1	20	4	0,69	0,83	2,08	1,15
nov.2	*	*	*	*	*	*
dez.1	12	4	0,61	0,83	1,51	1,16
dez.2	11	5	0,69	0,70	1,65	1,13
jan.1	9	5	0,77	0,43	1,69	0,70
jan.2	*	*	*	*	*	*
fev.1	10	2	0,68	0,94	1,56	0,65
fev.2	9	3	0,66	0,43	1,45	0,48
mar.1	9	5	0,61	0,75	1,34	1,21
mar.2	13	2	0,57	0,14	1,45	0,10

Representatividade dos tipos polínicos: Intervalos de classes de frequências.

A maioria dos tipos polínicos encontrados nas amostras ocorreu apenas uma vez ao longo do ano como pólen ocasional (PO), pólen isolado (PI), pólen acessório (PA) ou pólen dominante (PD). Destes tipos polínicos de ocorrência única ao longo do ano, 58,7% (n = 75) foram coletados por *A. mellifera* e 64,9% (n = 37) por *M. obscurior*, em Riozinho (Tabela 3). Em Rolante, dos tipos polínicos que ocorreram em uma única amostra, 58,7% (n = 92) foram coletados por *A. mellifera* e 56,5% (n = 23) por *M. obscurior* (Tabela 4). Muitos tipos polínicos apresentaram-se exclusivamente em frequências inferiores a 3% (PO): 36 tipos (48% n = 75) nas coletas de *A. mellifera* em Riozinho (Tabela 3) e 59 tipos (64,1% n = 92)

nas amostras desta espécie em Rolante (Tabela 4), correspondendo a 3,9% da totalidade dos grãos de pólen analisados em cada uma das áreas. Nas amostras de *M. obscurior* em Riozinho, 17 tipos (45,9% n = 37) foram encontrados apenas como PO (Tabela 3), correspondendo a 1,8% de todo o pólen coletado e, em Rolante, oito tipos (34,8% n = 23), totalizando 0,71% dos grãos de pólen analisados das amostras de *M. obscurior* (Tabela 4). Com relação à representatividade dos tipos polínicos, a maioria destes apresentou baixas porcentagens (PO) nas amostras coletadas por *A. mellifera* e *M. obscurior* ao longo do ano, nas duas áreas. Diferentemente, o número de tipos polínicos em dominância (PD) foi menor em relação às demais classes de frequências, nas duas áreas e para ambas as espécies de abelhas. Assim, observou-se que, nas amostras de pólen coletado por *A. mellifera* em Riozinho, 72% dos tipos polínicos se apresentaram como PO, 46,7% como PI, 26,7% foram encontrados como PA, e 6,7% dos tipos polínicos como PD. Pertenceram a esta última categoria *Eucalyptus* spp., *Piper* sp., Tipo *Mikania*, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. e Tipo *Senecio*. Estes elementos juntamente com *Cecropia glaziovii* Snethl, Tipo *Baccharis*, Poaceae tipo 1 e Myrtaceae tipo 4, encontrados em grande parte das coletas por *A. mellifera* em Riozinho, ao longo do ano, nas classes de frequências PO, PI ou PA, totalizaram 62,3% de todo o pólen analisado para esta espécie de abelha, nesta localidade (Tabela 3). Em Rolante, dos tipos polínicos coletados por *A. mellifera* 84,8% se caracterizaram como PO, 26,1% como PI, 21,7% como PA e 5,4% dos tipos polínicos como PD. Dentre os elementos com dominância nas amostras estão *Eucalyptus* spp., *Schinus terebinthifolius* Raddi, Poaceae tipo 1, Myrtaceae tipo 1 e *Dodoneae viscosa* (Linn.) Jacq. (Tabela 4). Juntamente com *S. romanzoffiana* estes tipos polínicos têm ampla distribuição nas amostragens ao longo do ano, concentrando 65,4% do pólen analisado em todas as amostras. Poaceae tipo 1 se destaca pela presença em 72,2% das amostras de *A. mellifera* em Riozinho (Tabela 3) e em 63,1% das amostras em Rolante (Tabela 4).

Quanto à distribuição dos tipos polínicos coletados por *M. obscurior* em Riozinho, 59,5% deles apresentaram ocorrência como PO, 35,1% como PI, 29,7% dos tipos polínicos como PA e 16,2% como PD (Tabela 3). Na categoria de pólen dominante foram encontrados Tipo *Miconia*, *Eucalyptus* spp., *S. romanzoffiana*, *Solanum mauritianum* Scop., Solanaceae tipo 1 e *Myrsine* sp. A ocorrência destes tipos polínicos, juntamente com os elementos Myrtaceae tipo 4 e *Solidago* sp., em várias amostras ao longo do ano, concentraram 84,9% da totalidade de pólen analisado (Tabela 3). Nas classes de frequência dos tipos polínicos das amostras de *M. obscurior* em Rolante, 52,2% ocorrem como PO, 21,7% como PI e 43,5% como PA. Na classe de pólen dominante (PD) estão 17,4% dos tipos polínicos. São eles: *Eugenia hiemalis*, *Eucalyptus* spp., Myrtaceae tipo 4 e *S. romanzoffiana* (Tabela 4). Estes elementos, juntamente com *S. mauritianum*, Tipo *Miconia*, Myrtaceae tipo 1 e Tipo *Myrcia*, somam 89,9% do total de pólen analisado.

Tabela 3 Ocorrência dos tipos polínicos nas amostras coletadas por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, de abril/09 a março/10, em Riozinho, RS, Brasil. Excluídos os tipos de ocorrência única em frequência relativa < 3% . Linhas de cor cinza referem-se à primeira quinzena do mês e, de cor branca, à segunda quinzena do mês. Círculos referem-se às classes de frequências dos tipos polínicos nas amostras. Para *A. mellifera* o: PO oo: PI ooo: PA oooo: PD. Para *M. obscurior* ● PO ●● PI ●●●PA ●●●● PD.

Família / Tipo polínico	Meses de amostragem											
	abr/09	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan/10	fev	mar
Amaranthaceae												
Tipo <i>Amaranthus</i> sp.1		o									ooo	oo
	o											oo
Anacardiaceae												
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi		o									ooo	
Anacardiaceae tipo 1								oo				
Anacardiaceae tipo 2									oo			
Aquifoliaceae												
<i>Ilex</i> sp. 1								oo				
Areaceae												
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm	oo	o							o		ooo	oo
	o								o		oooo	ooo
											●●●	●
Asteraceae												
Tipo <i>Baccharis</i>	ooo	ooo	oo			o			oo			
	●●				oo							
Tipo <i>Bidens</i>	o	oo							o		o	o
	oo	o							o			o
Tipo <i>Eupatorium</i>		o						oo	ooo		oo	
		oo									●●	
Tipo <i>Mikania</i>	oooo			o			ooo		●		o	
									●			
Tipo <i>Senecio</i>											o	oooo
	o											●
												ooo

Tabela 3 Continuação

Família / Tipo polínico	Meses de amostragem											
	abr/09	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan/10	fev	mar
Tipo <i>Solidago</i>		oo		o			oo		oo		o	oo
	o	o									•••	•••
											••	••
Tipo <i>Sonchus</i>	o	o	oo	oo	o		o	o	o		o	
	o	oo	ooo						o			
<i>Vernonia</i> sp. 1			oo	o	oo		oo					
									oo			
Asteraceae tipo 1						oo	ooo					
Bignoniaceae									oo			
Bignoniaceae tipo 1									oo			
Boraginaceae												
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.		••										
Brassicaceae												
<i>Brassica</i> sp. 1												o
												o
Fabaceae												
<i>Acacia mearnsii</i> De Willd.					o	ooo						
					oo	•						
<i>Mimosa bimucronata</i> Kuntze												oo
Fabaceae tipo 3											••	
Lauraceae												
Lauraceae tipo 1						oo						
Melastomataceae												
Tipo <i>Miconia</i>	••							•	••••			

Tabela 3 Continuação

Família / Tipo polínico	Meses de amostragem											
	abr/09	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan/10	fev	mar
Moraceae									ooo		o	
Moraceae tipo 1									oo			
Myrtaceae	oo	ooo	ooo			ooo	oo	ooo	oo		oo	ooo
<i>Eucalyptus</i> spp.	••	•••			•	•	•	••	•••		•	•
	oooo	oooo	ooo						o			ooo
	••••	••••							••••		•••	
<i>Eugenia hiemalis</i> Camb.								ooo			•	
Tipo <i>Myrcia</i>						••				oo		
									••			
Myrtaceae tipo 1				ooo								
			oo									
Myrtaceae tipo 2												
			ooo									
Myrtaceae tipo 4				ooo	ooo	••	ooo					
					oo		•••					
Piperaceae				ooo	ooo	oo	o					
<i>Piper</i> sp. 1					oooo							
					•••							
Poaceae	o	o							o		oo	o
Tipo <i>Zea mays</i>	oo								ooo			o
Poaceae tipo 1		oo	ooo	oo	oo			o	o		o	o
		ooo	ooo		oo				oo		•	
										oo		oo
Primulaceae												
<i>Myrsine</i> sp. 1	o											••
	•••	••••			••••							oo
		•••							•••		•	•••
Proteaceae												
<i>Roupala</i> sp. 1									oo			

Tabela 3 Continuação

Família / Tipo polínico	Meses de amostragem											
	abr/09	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan/10	fev	mar
Sapindaceae												
<i>Dodonaea viscosa</i> (Linn.) Jacq.			o		•• o ••							
Solanaceae												
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.					oo	•••	••••	••••	o ••		••	•••
<i>Solanum</i> sp. 1	•••											
Solanaceae tipo 1						••						
Solanaceae tipo 3		•			•••				•••			
Ulmaceae												
Ulmaceae tipo 1								ooo •				
Urticaceae												
<i>Cecropia glaziovii</i> Snehl		ooo							oo			
	ooo	ooo							ooo			
Indeterminados												
Indeterminado 1				oo	oo							
Indeterminado 2						o •••			o			
Indeterminado 3									oo			
Indeterminado 4											oo	
Indeterminado 5	•••											
Indeterminado 6	••											
Outros tipos polínicos em frequência relativa < 3%	<i>Apis mellifera</i> : 35 <i>Melipona obscurior</i> : 08											

Tabela 4 Ocorrência dos tipos polínicos nas amostras coletadas por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, de abril/09 a março/10, em Rolante, RS, Brasil. Excluídos os tipos de ocorrência única em frequência relativa < 3%. Linhas de cor cinza referem-se à primeira quinzena do mês e, de cor branca, à segunda quinzena do mês. Círculos referem-se às classes de frequências dos tipos polínicos nas amostras. Para *A. mellifera* o: PO oo: PI ooo: PA oooo: PD. Para *M. obscurior* ● PO ●● PI ●●● PA ●●●● PD.

Família / Tipo polínico	Meses de amostragem											
	abr/09	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan/10	fev	mar
Anacardiaceae												
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi		oo							o		o	oooo
	oo	oo									ooo	o
Anacardiaceae tipo 1							ooo	oo				
		o			o		●●●					
Areceaceae												
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> H.Wendl.&Drude								o	o		o	o
			o						●●		oo	o
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm					oo	o		o	oo	ooo	ooo	
									●●●●	●●●●	●●●	o
	o								oo		oo	o
									●●●●		●●●	●
Arecaceae tipo 1										oo		
Asteraceae												
Tipo <i>Baccharis</i>		oo				oo	o				o	
	o	o									ooo	
Tipo <i>Bidens</i>		o				o						
	o	oo	o									
Tipo <i>Senecio</i>												ooo
					o							ooo
Tipo <i>Solidago</i>			o							o		oo
		o	o		oo				oo		o	o
			o									
<i>Vernonia</i> sp. 1		o										
								o	oo			o
Asteraceae tipo 1												
					o			o				
Asteraceae tipo 4												

Tabela 4 Continuação

Família / Tipo polínico	Meses de amostragem											
	abr/09	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan/10	fev	mar
Bignoniaceae												
Bignoniaceae tipo 1	○											
	○ ●											
Brassicaceae												
<i>Rhaphanus</i> sp. 1	○ ○○											
	○ ○											
Brassicaceae tipo 1	○											
Cannabaceae												
Tipo <i>Celtis</i>	○○ ○											
	○○											
Fabaceae												
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	○○○ ○○○ ○○											
	● ●●●											
Fabaceae tipo 2	○○○											
	●											
Lamiaceae												
<i>Ocimum</i> sp. 1	○○○											
	○											
Loranthaceae												
<i>Tripodanthus</i> sp. 1	○○○ ○											
	○○											
Melastomataceae												
<i>Miconia</i> sp. 1	●●● ●●● ●											
Meliaceae												
<i>Trichilia</i> sp. 1	○○											
Myrtaceae												
<i>Eucalyptus</i> spp.	○○○	○○○	○○○○	○○○○	○○○	○○○	○○○○	○○	○	○	○○○	○○
	●●● ●●●● ●●● ●●●● ●●●● ●●●● ●●●●											
	○○○○	○○○			○						○○○○	○○○
	●● ●●●● ●●● ●●●● ●●●● ●●●● ●●●●											

Tabela 4 Continuação

Família / Tipo polínico	Meses de amostragem											
	abr/09	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan/10	fev	mar
<i>Eugenia hiemalis</i> Camb.	oo											
	●●●●											
	oo											
	●●●●											
Tipo <i>Myrcia</i>						ooo		oo				
						●●●		●●●				
Tipo <i>Psidium</i>												
		oo										
Myrtaceae tipo 1			ooo		ooo							
		ooo	oooo		ooo				●●●			
Myrtaceae tipo 3												●●●
Myrtaceae tipo 4			●●●●		●●●●		●●●●					
Passifloraceae			●●●●		●●●●							
<i>Passiflora</i> sp. 1			o									
		o										
Piperaceae												
<i>Piper</i> sp. 1					ooo		o					
					oo							
Poaceae												
Tipo <i>Zea mays</i>	o								o		o	
	o								oo		oo	oo
Poaceae tipo 1	oo	oooo	oo					ooo	ooo	oo	o	o
	oo	ooo						oooo		o	oo	
Proteaceae												
Proteaceae tipo 1							o	o				
Sapindaceae												
<i>Dodonaea viscosa</i> (Linn.) Jacq.			ooo	oo	oooo							
					●●●							
			oo		oo							

Tabela 4 Continuação

Família / Tipo polínico	Meses de amostragem											
	abr/09	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan/10	fev	mar
Solanaceae												
<i>Datura suaveolens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. & C. Presl				○								○
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.							●●	●●●	○			○
<i>Solanum sp. 1</i>									●●	○○		
Solanaceae tipo 2	○○											
Solanaceae tipo 3									○		○	
Sterculiaceae												
<i>Dombeya wallichii</i> Benth et Hook			○		●●●							
Ulmaceae												
Ulmaceae sp. 1					○			○				
Urticaceae												
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl	○○						○○○		○○○			
Indeterminados												
Indeterminado 7		○	○									
Indeterminado 8				○○○								
Indeterminado 9	○	○										
Indeterminado 10					●●	●						
Indeterminado 11					○○○				○	○○	○	
Indeterminado 12					○○				●			
Outros tipos polínicos em frequência relativa < 3%	<i>Apis mellifera</i> : 46 <i>Melipona obscurior</i> : 02											

Amplitude de nicho trófico

Os recursos polínicos coletados pelas abelhas apresentaram uma distribuição variada quanto à riqueza e representatividade nas amostras ao longo do ano. O índice de Levins padronizado (BA) para a amplitude de recursos tróficos utilizados por *A. mellifera* em Riozinho oscilou de 0,020 (abr.2) a 0,070 (dez.2) e, para *M. obscurior*, de 0,006 (nov.1) a 0,100 (abr.1) (Fig 3). Em Rolante, o índice de amplitude de nicho para *A. mellifera* oscilou de 0,006 (jun.2) a 0,060 (mai.2) e, de zero (abr.1, mai.2, jun.1 e 2) a 0,090 (mar.1) para *M. obscurior* (Fig 4). A média dos índices para *M. obscurior* foi de $0,038 \pm 0,031$ e para *A. mellifera* $0,035 \pm 0,017$. O teste de regressão múltipla não demonstrou diferença significativa na amplitude de nicho entre as espécies de abelhas de mesma área ($p = 0,848$) e entre as duas áreas ($p = 0,506$). A diferença entre os índices foi significativa em relação à variável data ($p = 0,045$).

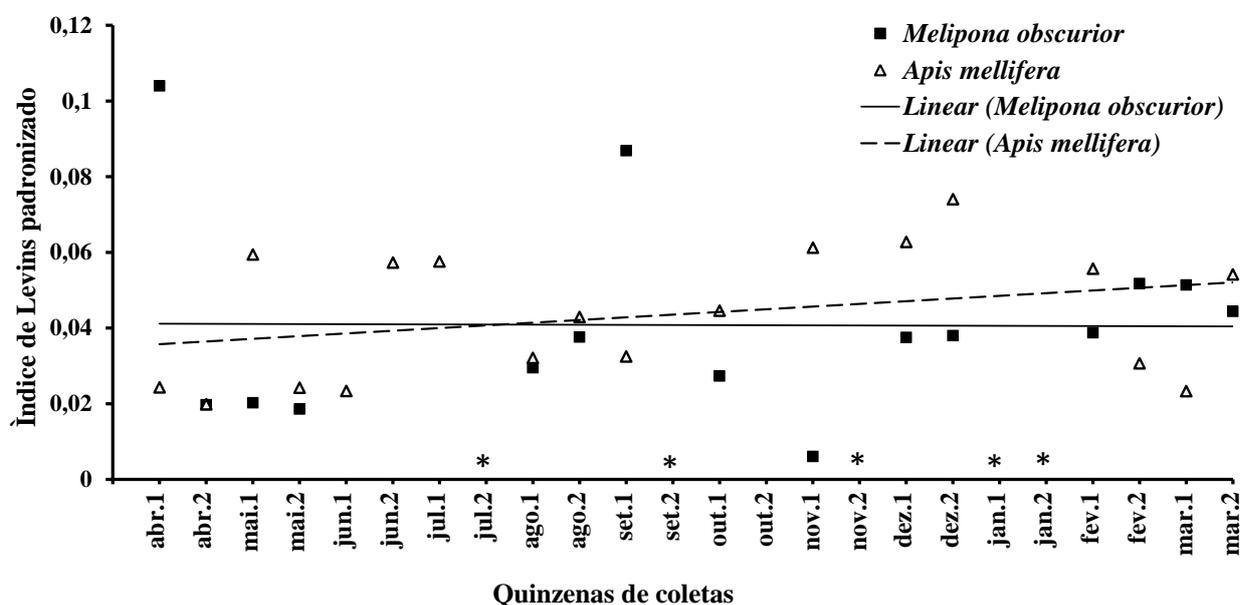


Fig 3 Amplitude de nicho trófico, pelo índice de Levins padronizado, utilizado por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, entre abril de 2009 e março de 2010, em Riozinho, RS, Brasil. (*) indica ausência de coleta na respectiva quinzena para as duas espécies de abelhas.

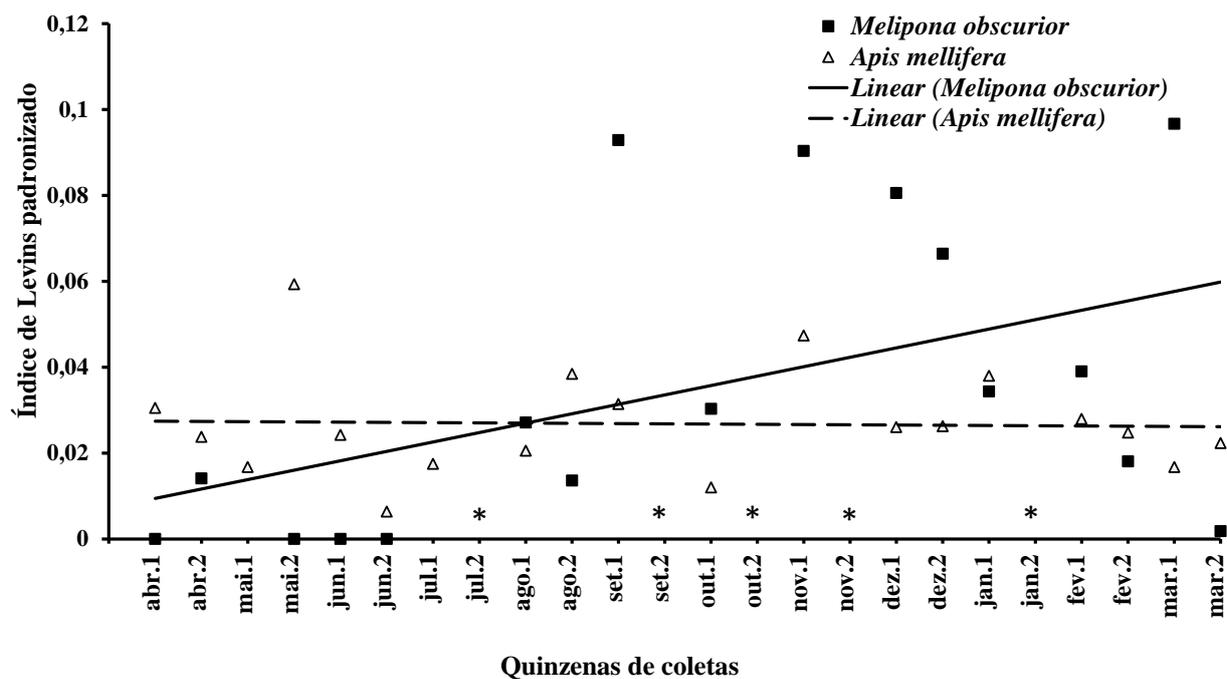


Fig 4 Amplitude de nicho trófico, pelo índice de Levins padronizado, utilizado por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, entre abril de 2009 e março de 2010, em Rolante, RS, Brasil. (*) indica ausência de coleta na respectiva quinzena para as duas espécies de abelhas.

Discussão

Neste estudo constatou-se o hábito generalista de forrageio característico de Apidae, corroborado por Cortopassi-Laurino & Ramalho (1988), Roubik (1989) e Cane e Sipes (2006) devido ao número de tipos polínicos explorados por *A. mellifera* e *M. obscurior*. A maior riqueza de fontes florais detectada nas coletas realizadas por *A. mellifera* em relação à outra espécie parece ser uma característica para esta abelha exótica quando comparada a abelhas Meliponini. Tal resultado também foi observado por Wilms & Wiechers (1997) em estudo com *A. mellifera*, *Melipona bicolor* Lepeletier e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, na Mata Atlântica no estado de São Paulo. De modo semelhante, dentre as 70 espécies de abelhas visitantes florais em ambiente de Caatinga *A. mellifera* manteve o maior número de interações com as espécies vegetais em relação às demais abelhas (Pigozzo & Viana 2010).

A variação no número de fontes polínicas utilizadas pelas duas espécies de abelhas, ao longo do ano nas duas áreas, poderia estar relacionada a fatores externos às colônias como, por exemplo, a disponibilidade de recursos florais influenciada por fatores climáticos (Roubik 1989) que se refletem diretamente na fenologia e pelas características florais ou relacionadas às condições meteorológicas adversas que dificultaram a atividade de forrageio. Estas seriam prováveis causas para a baixa riqueza polínica encontrada nas amostras de *A. mellifera*, espécie altamente generalista (Roubik 1989, Cane & Sipes 2006), para jun.1 em Riozinho e jul.1 em Rolante, uma vez que estes são meses com temperaturas baixas para o sul do Brasil. Por outro lado, a alta representatividade de pólen de *Eucalyptus* spp. nas amostras destes períodos, cujas floradas produzem abundante recurso floral, também podem explicar o uso de menor número de tipos polínicos. Baixas temperaturas também teriam influenciado na ausência de coleta de pólen por *M. obscurior* no mês de junho em Riozinho e no mês de julho em ambas as áreas e, ainda, no menor índice de riqueza de tipos polínicos em Rolante para o mês de junho. Estes resultados podem ser validados pelas observações de Borges & Blochtein (2005) com a mesma espécie para qual temperaturas a partir de 13,7°C no período de outono-inverno foram determinantes para desencadear as atividades de voo desta espécie. Outra possibilidade para a baixa riqueza de tipos polínicos seria a diminuição nas atividades externas das colônias de *M. obscurior* relacionada à interrupção (diapausa) na atividade reprodutiva decorrente das baixas temperaturas (Hilário & Imperatriz-Fonseca 2009). A ocorrência de diapausa reprodutiva facultativa foi constatada para a mesma espécie nesta região geográfica por Borges & Blochtein (2006). A coleta de pólen em apenas uma ou duas fontes florais registrada em determinados períodos para *M. obscurior*, apesar do maior número de tipos polínicos coletados por *A. mellifera* indicarem maior variedade de floradas disponíveis, parece ser um comportamento comum em espécies Meliponini (Oliveira *et al* 2009), incluindo espécies de *Melipona* (Ramalho *et al* 1994, Fidalgo & Kleinert 2010). Para

Kleinert *et al* (2009) a coleta em poucas fontes poderia ser uma forma de maximizar a eficiência individual, numa estratégia de forrageio que envolve preferência floral.

O aumento na riqueza de tipos polínicos nas amostras a partir do mês de agosto poderia ser reflexo das condições meteorológicas mais amenas promovendo uma maior atividade de forrageio. Corrobora este resultado o aumento na intensidade de atividades externas às colmeias em Meliponini nos períodos de primavera e verão no sul do Brasil observado em *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Pick & Blochtein 2002), *M. obscurior* (Borges & Blochtein 2005, 2006) e *Melipona bicolor schencki* Gribodo (Ferreira Júnior *et al* 2010). Por outro lado, um maior espectro polínico associado a um período menos favorável como encontrado em julho para *A. mellifera* em Riozinho, pode indicar uma escassez de recursos promovendo a busca de pólen em muitas fontes florais.

A presença constante de pólenes de Myrtaceae na dieta de *A. mellifera* e *M. obscurior* ao longo de todo o ano nas duas áreas confirma outros estudos que apontam esta família como uma das fontes mais exploradas por abelhas no Brasil (Wilms & Wiechers 1997, Carvalho *et al* 2001, Antonini *et al* 2006, Ramalho *et al* 2007, Luz *et al* 2011). Representante de Myrtaceae, o tipo *Eucalyptus* spp., encontrado na maioria das amostras, inclusive como pólen dominante, foi utilizado de modo semelhante em outros Estados brasileiros por *Melipona marginata marginata* Lepeletier (Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca 1987) e *Melipona capixaba* Moure & Camargo (Luz *et al* 2011). *S. romanzoffiana* (Arecaceae) foi outro recurso explorado pelas duas espécies em ambas as áreas, inclusive com dominância, em diversas amostras ao longo do ano. A importância de Arecaceae como recurso polínico para outras espécies de *Melipona* foi citada por Oliveira *et al* (2009) e, para *A. mellifera*, por Ramalho *et al* (2007) e Boff *et al* (2011). Outras famílias, no entanto, foram mais frequentemente exploradas por uma das espécies de abelhas. É o caso de Poaceae e Asteraceae, com presença constante nas coletas de *A. mellifera* e pouco expressiva para *M.*

obscurior, semelhante a outros estudos com *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Antonini *et al* 2006) e *Melipona escutellaris* Latreille (Ramalho *et al* 2007). No entanto, *A. mellifera* exibe certa preferência por forrageio em plantas de porte mais baixo (Moreti & Marchini 1998), onde se incluem grande parte das Poaceae e Asteraceae (Boff *et al* 2011). Por outro lado, espécies de Solanaceae, em especial *S. mauritianum*, foram intensamente exploradas por *M. obscurior* em Riozinho aparecendo em poucas coletas por *A. mellifera* e, basicamente, como pólen ocasional. Da mesma forma, o Tipo *Miconia* (Melastomataceae) foi importante recurso floral em algumas amostras de *M. obscurior* em ambas as áreas. A presença desta espécie de abelha em *Miconia* sp. também foi observada por Harter *et al* (2002), na floresta de Araucária no RS. O uso de fontes com anteras poricidas, como é o caso de muitas espécies de Solanaceae e Melastomataceae, parece ser comum em abelhas *Melipona* (Imperatriz-Fonseca *et al* 1994, Wilms & Wiechers 1997, Harter *et al* 2002, Antonini *et al* 2006, Nunes-Silva *et al* 2010). A liberação do pólen neste tipo de antera ocorre pela vibração da musculatura torácica das abelhas (Nunes-Silva *et al* 2010), que é uma capacidade inata às abelhas *Melipona*, mas, ausente em *A. mellifera*. A presença de pólen de Solanaceae nas amostras de *A. mellifera*, em Riozinho e Rolante, foi relacionada ao comportamento oportunista de coleta do pólen deixado na visitação anterior por outras espécies de abelhas.

Os valores de índice de amplitude de nicho maiores para *M. obscurior* em relação a *A. mellifera*, embora não significativos, diferem daqueles encontrados por Oliveira *et al* (2009), utilizando o índice de Shannon (H), de 3,0 a 1,59 para *A. mellifera* e 0,95 a 0,88 para *Melipona marginata marginata* Moure e, Aguiar (2003) de 2,71 e 2,31 respectivamente para *A. mellifera* e *Trigona spinipes* Fabricius. Valor semelhante para a espécie exótica (2,74) foi observado por Aguiar & Santos (2007). Como nos resultados deste estudo, valores elevados de amplitude de nicho relacionados a valores elevados de equitatividade foram encontrados

para Meliponini por Nogueira-Ferreira & Augusto (2007) em área de Cerrado em São Paulo, mesmo com ocorrência de *A. mellifera* na área.

A maior amplitude de nicho trófico associada à maior riqueza de tipos polínicos e maior equitatividade encontrada coincidiram com o período de melhores condições meteorológicas para esta área. A associação de menor amplitude com uma maior concentração de coleta em poucos tipos polínicos (menor equitatividade) encontrada para *A. mellifera* e *M. obscurior* demonstra que estas abelhas, consideradas poliléticas como com as demais espécies de Apidae (Cane & Sipes 2006), podem apresentar tendência à especialização. Isto pode ser observado nas amostras de nov.1 de *M. obscurior* em Riozinho em que, *S. mauritianum* contribuiu com 90,4% do pólen coletado, levando aos menores índices de diversidade, equitatividade e amplitude de nicho trófico entre todas as amostras ao longo do ano. Da mesma forma, em Rolante, a concentração das coletas por *M. obscurior* no Tipo Myrtaceae 4 (87,4%) em ago.2 e a presença de apenas uma fonte polínica nas amostras abr.1, mai.2, jun.1 e 2, levou ao índice zero de equitatividade, diversidade e amplitude. Este comportamento de especialização temporal seria um provável resultado de decisões econômicas (Ramalho *et al* 1994). Extremos de amplitude de nicho relacionados a extremos de equitatividade foram encontrados para Meliponini por Nogueira-Ferreira & Augusto (2007) em área de Cerrado em São Paulo, mesmo com ocorrência de *A. mellifera* na área,

A composição do nicho trófico de *A. mellifera* e *M. obscurior*, para a Mata Atlântica no sul do Brasil, evidenciou o comportamento alimentar generalista comum às abelhas sociais, demonstrando plasticidade no uso dos recursos polínicos. A variação na riqueza e representatividade dos recursos polínicos utilizados ao longo do ano teve influência de fatores relacionados não apenas ao ambiente, mas também a aspectos biológicos e de comportamento típicos de cada espécie. Assim, as baixas amplitudes de nicho associadas à baixa equitatividade que caracterizaram algumas coletas de pólen, demonstraram tendência à

especialização temporal pela exploração mais intensa de poucas fontes florais como Myrtaceae, Solanaceae, Melastomataceae e Primulaceae por *M. obscurior* e de espécies das famílias Myrtaceae, Asteraceae e Poaceae por *A. mellifera*, semelhante aos resultados encontrados por outros autores (Imperatriz-Fonseca *et al* 1994, Wilms e Wiechers 1997, Aguiar 2003, Oliveira *et al* 2009).

Sugere-se que os resultados produzidos por este estudo sejam utilizados como subsídio à meliponicultura no Rio Grande do Sul, incentivando o cultivo de espécies vegetais poliníferas de importância para *M. obscurior*. Da mesma forma, argumenta-se que, em áreas de Mata Atlântica com atividade de apicultura, são necessárias medidas de conservação e restauração das espécies vegetais em cujas fontes florais se estrutura a dieta polínica de *M. obscurior*, de modo a diminuir a vulnerabilidade desta espécie, inclusive pela presença de *A. mellifera* com quem compartilha muitas fontes florais.

Agradecimentos

Aos senhores Gentil Paulo Botta, Girlei Edomar dos Passos e Valdomiro Irineu dos Passos por cederem as colmeias de abelhas para este estudo e por auxiliarem nas coletas de pólen das abelhas *A. mellifera*. Aos botânicos João Larocca, Mariliza Nardino e Tiago Closs de Marchi pelas identificações do material botânico. A PUCRS instituição que apoiou este trabalho. A CAPES pela bolsa concedida.

Referências

Aguiar CML (2003) Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). Revista Brasileira de Zoologia 20(3): 457-467.

- Aguiar CML, Santos GMM (2007) Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma Área de Caatinga Neotropical Entomology 36(6): 836-842.
- Aizen MA, Feinsinger P (1994) Forest fragmentation, pollination and plant reproduction on Chaco dry forest, Argentina. Ecology 75(2): 330-351.
- Aizen MA, Sabatino M, Tylianakis (2012) Specialization and rarity predict nonrandom loss of interactions from mutualist networks. Science 335: 1486.
- Antonini Y, Soares SM, Martins RP (2006) Pollen and nectar harvesting by the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Apidae: Meliponini) in an urban forest fragment in Southeastern Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment 41(3): 209–215.
- Blochtein & Harter-Marques (2003) Hymenoptera, p. 95-109. In Fontana C, Bencke, GA, Reis RE (eds). Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. EDIPUCRS. 632p.
- Boff S, Luz CFP, Araujo AC, Pott A (2011). Pollen analysis reveals plants foraged by africanized honeybees in the southern Pantanal, Brazil. Neotropical Entomology 40(1): 47-54
- Borges FV, Blochtein B (2005) Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 22(3): 680-686.
- Borges FV, Blochtein B (2006) Variação sazonal das condições internas de colônias de *Melipona marginata obscurior* Moure, no Rio Grande do sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 23(3): 711-715.
- Camargo JMF, Pedro SRM (2008) Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure JS, Urban D, Melo GAR. (Eds). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue> Acesso Dez/23/2011.

- Cane JH, Sipes S (2006) Characterizing floral specialization by bees: Analytical methods and a revised Lexicon for oligolecty, p.99-122. In Waser NM, Olerton J (eds.) Plant-pollinator interactions. From specialization to generalization. Chicago and London, The University of Chicago Press, 445p.
- Carvalho CAL, Moreti ACCC, Marchini LC, Alves, R. M, Oliveira PCF (2001) Pollen spectrum of honey of “Uruçu” bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811). *Revista Brasileira de Biologia* 61(1): 63-67.
- Cortopassi-Laurino M, Ramalho M (1988) Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. *Apidologie* 19(1): 1-24
- Erdtman G (1952) Pollen morphology and plant taxonomy. New York, Publ. 553p.
- Ferreira Júnior NT, Blochtein B, Moraes JF (2010) Seasonal flight and resource collection patterns of colonies of the *Melipona bicolor schencki* Gribodo (Apidae, Meliponini) in an *Araucaria* forest area in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(4); 630-636.
- Fidalgo AO, Kleinert AMP (2010) Floral preferences and climate influence in nectar and pollen foraging by *Melipona rufiventris* Lepageletier (Hymenoptera: Meliponini) in Ubatuba, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Entomology* 39(6): 879-884.
- Goulson D (2003) Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:1–26.
- Hammer Ø, Harper DAT, and Ryan PD (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9p.
- Harter B, Leistikow C, Wilms V, Truylio B, Engels W (2002) Bees collecting pollen from flower with poricidal anthers in a south Brazilian *Araucaria* forest: a community study. *Journal of Apicultural Research* 40(1-2): 9-16
- Heusser CJ (1971) Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae. Arizona. The University of Arizona Press. 167p.

Hilário SD, Imperatriz-Fonseca VL (2009) Pollen foraging in colonies of *Melipona bicolor* (Apidae, Meliponini): effects of season, colony size and queen number. *Genetic Molecular Research* 8(2): 664-671.

Imperatriz-Fonseca VL, Ramalho M, Kleinert-Giovannini A. (1994) Abelhas sociais e flores, análise polínica como método de estudo, p.17-30. In Pirani JR, Cortopassi-Laurino M. (eds). *Flores e abelhas em São Paulo*. EDUSP,193p.

Kleinert-Giovannini A, Imperatriz-Fonseca VL (1987) Aspects of the trophic niche of *Melipona marginata marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). *Apidologie* 18(1): 69-100.

Jordano P, Bascompte J, Olesen JM (2006). The ecological consequences of complex topology and nested structure in pollination webs. p. 173-199. In. Waser NM, Ollerton J (eds.). *Specialization and generalization in plant-pollinator interactions*. University of Chicago Press, Chicago. 441p.

Kleinert AMP, Ramalho M, Cortopassi-Laurino M, Ribeiro MF, Imperatriz-Fonseca VL (2009) Abelhas sociais (Meliponini, Apini, Bombini) p. 373-426. In Panizzi AR, Parra JRP (eds.) *Bioecologia e nutrição de insetos – Base para o manejo integrado de pragas*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica.

Krebs CJ (1999) *Ecological methodology*. University of British Columbia, 581p.

Kremen C, Williams NM, Aizen MA, Gemmill-Herren B, LeBuhn G, Minckley R, Packer L, Pots SG, Roulston T, Steffan-Dewenter I, Vázquez DP, Winfree R, Adams L, Crone EE, Greenleaf SS, Keitt TH, Klein AM, Regetz J, Ricketts TH (2007) Pollination and the other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* 10:299-314.

Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G (1978) Methods of melissopalynology. *Bee World* 59(4): 139-157.

Luz CFP, Fernandes-Salomão TM, Lage LGA, Resende HC, Tavares MG, Campos LAO (2011). Pollen sources for *Melipona capixaba* Moure & Camargo: An endangered Brazilian stingless bee. *Psyche* 2011: 1-7.

Michener, C.D. 2000. *The Bees of the World*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 913p.

Minckley RL, Roulston TH (2006) Incidental mutualisms and pollen specialization among bees, p.69-98 In Waser NM, Olerton J (eds.) *Plant-pollinator interactions. From specialization to generalization*. Chicago and London, The University of Chicago Press, 445p.

Moreno JA (1961) *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do Estado do Rio grande do Sul, 42p.

Moretti ACCC, Marchini LC (1998) Altura de vôo das abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) para coleta de alimentos. *Scientific Agriculture*. 55(2): 260-264.

Nayak KG, Davidar P (2010) Pollinator limitation and the effect of breeding systems on plant reproduction in forest fragments. *Acta Oecologica* 36(2): 191–19

Nogueira-Ferreira FH, Augusto SC (2007) Niche width and similarity in the use of floral resources for Eusocial bees in a cerrado area. *Bioscience Journal* 23, Supplement 1: 45-51.

Nogueira-Neto P 1997 *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo, Nogueirapis Editora, 445p.

Nunes-Silva P, Hrcir M, Imperatriz-Fonseca VL (2010) A polinização por vibração. *Oecologia Australis* 14(1): 140-151.

Oliveira FPM, Absy ML, Miranda IS (2009) Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas. *Acta Amazonica* 39(3): 505-518.

Oliveira-Filho A (2009) Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60(2): 237-258.

Pick RA, Blochtein B (2002) Atividades de coleta e origem floral do pólen armazenado em colônias de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(1): 289-300.

Pigozzo CM, Viana BF (2010) Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de Caatinga. *Oecologia Australis* 14(1): 100-114.

Pire SM, Anzótegui LM, Cuadrado GA (1998) Flora polínica del nordeste Argentino. Corrientes, Editora de la universidad nacional de Nordeste, 144p.

Ramalho M, Giannini TC, Malagodi-Braga KS, Imperatriz-Fonseca VL (1994) Pollen harvest by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Grana*,33: 239-44.

Ramalho M, Silva MD, Carvalho CAL (2007) Dinâmica de Uso de Fontes de Pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): Uma Análise Comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology* 36 (1): 038-045.

Roubik DW (1989) Ecology and natural history of tropical bees. New York, Cambridge University Press, 514p.

Roubik DW, Moreno JE (1991) Pollen and spores from Barro Colorado Island. Missouri, Missouri Botanical Garden, 270p.

Schneider SS, De Grandi-Hoffman G, Smith DR (2004) The African honey bee: factors contributing to a successful biological invasion. *Annual Review of Entomology* 49: 351-376.

SEMA (2012) Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. <http://www.sema.rs.gov.br/>, em 10/04/2012.

Silveira FA, Melo GAR, Almeida EAB (2002) Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte. 253p.

Steffan-Dewenter I, Tschamntke T (1999) Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. *Oecologia* 121: 432-440.

Venturieri GC, Raiol VFO, Pereira CAB (2003) Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança - PA, Brasil. *Biota Neotropica* 3(2): 1-7.

Villanueva-Gutierrez R, Roubik DW (2004) Why are African honey bees and not European bees invasive? Pollen diet diversity in community experiments. *Apidologie* 35:481-491.

Wilms W, Wiechers B (1997) Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. *Apidologie* 28: 339-355.

Winston ML (2003) A biologia da abelha. Porto Alegre, Magister Editora, 276 p.

CAPÍTULO II

Suzane Both Hilgert-Moreira

Laboratório de Entomologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Caixa

Postal 1429, 90619-900, Porto Alegre, RS Brasil

suzaneboth@yahoo.com.br

Sobreposição de Nicho Trófico de *Apis mellifera* Linnaeus e *Melipona obscurior* Moure
(Hymenoptera, Apidae), na Mata Atlântica do Sul do Brasil: Coexistência de Competidores
em Potencial.

S B HILGERT-MOREIRA¹, B BLOCHTEIN¹, S M CALLEGARI-JACQUES²

¹Laboratório de Entomologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS Brasil. ²Departamento de Estatística do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Título resumido: Recurso Trófico de *Apis mellifera* Linnaeus e *Melipona obscurior* Moure

ABSTRACT - In Brazil, *Apis mellifera* L. has been occupying woods of the Atlantic Forest habited by native social bee species, Meliponini, with whom they share feeding resources. Seeking to identify the pollinic sources shared by *A. mellifera* and *Melipona obscurior* Moure, the pollen collected for twelve months from two rural areas, Riozinho and Rolante, RS, Brazil, was analyzed. There was an overlap in 17 pollinic types collected in Riozinho and 15 pollinic types in Rolante. The biggest number of overlap occurred in *Eucalyptus* spp. and *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. The niche overlap indices varied, throughout the year, from 0 to 0.55 in Riozinho and from 0 to 0.61 in Rolante. High overlap indices were influenced by *Eucalyptus* spp. on both areas. Low overlap indices occurred because of the high representativity of pollen from Solanaceae type 3, *Myrsine* sp. and Type *Miconia* in Riozinho and, type 4 Myrtaceae in Rolante, collected by *M. obscurior*. The absence of overlap occurred only in August in Riozinho e June in Rolante. There was no correlation between the weights of the pollen collected by the two bee species in Riozinho, demonstrating that *A. mellifera* did not influence on quantities of pollen collected by *M. obscurior* in this local. However, there was a moderate correlation (positive) in Rolante. There was no correlation between the amplitude and the trophic niche overlap index in both studied areas, indicating that the trophic niche measurings were not sufficient to determine the occurrence of competition between *A. mellifera* and *M. obscurior*. For such, experiments that involve the reproductive success on coexistent species are necessary.

Keywords: Meliponini, social bees, competition, pollen, trophic resource

Resumo – No Brasil *Apis mellifera* L. tem ocupado florestas da Mata Atlântica habitadas por espécies de abelhas sociais nativas, Meliponini, com as quais partilham recursos alimentares. Com o objetivo de identificar as fontes polínicas compartilhadas por *A. mellifera* e *Melipona obscurior* Moure, analisou-se o pólen coletado de três colmeias destas espécies durante doze meses, em duas áreas rurais, Riozinho e Rolante, RS, Brasil. Houve sobreposição em 17 tipos polínicos coletados em Riozinho e em 15 tipos em Rolante. O maior número de sobreposições ocorreu em *Eucalyptus* spp. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. Os índices de sobreposição de nicho variaram, ao longo do ano, de zero a 0,55 em Riozinho e de zero a 0,61 em Rolante. Índices elevados de sobreposição foram influenciados por *Eucalyptus* spp. nas duas áreas. Baixos índices de sobreposição ocorreram pela alta representatividade de pólen de Solanaceae tipo 3, *Myrsine* sp. e Tipo *Miconia* em Riozinho e, Myrtaceae tipo 4 em Rolante, coletados por *M. obscurior*. Detectou-se ausência de sobreposição de nicho em agosto para Riozinho e em junho para Rolante. Não houve correlação entre os pesos de pólen coletado pelas duas espécies de abelhas em Riozinho, demonstrando que *A. mellifera* não influenciou na quantidade de pólen coletado por *M. obscurior* neste local. Entretanto, foi encontrada correlação moderada (positiva) em Rolante. Não houve correlação entre amplitude e índice de sobreposição de nicho nas duas áreas estudadas, indicando que medidas de nicho trófico não foram suficientes para determinar a ocorrência de competição entre *A. mellifera* e *M. obscurior*. Para tal são necessários experimentos que envolvam o sucesso reprodutivo das espécies em coexistência.

Palavras-chave: Meliponini, abelhas sociais, competição, pólen, recurso trófico

Introdução

A abundância nas populações e diversidade nas comunidades de abelhas depende diretamente de fatores como a amplitude da dieta alimentar, o limite espacial de forrageio, o nível de sociabilidade das espécies e hábitos de nidificação. Estes fatores podem ser influenciados, em diferentes graus, pelas mudanças climáticas, impactos na paisagem por ação antrópica e presença de espécies invasoras (Winfree 2010, Roulston & Goodell 2011). Como é comum acontecer quando espécies exóticas são introduzidas em determinada área, a presença de *Apis mellifera* L. em áreas neotropicais pode trazer consequências que incluem mudanças na composição florística por alterações da produção de sementes e a competição com espécies de abelhas nativas por locais de nidificação e por alimento (Goulson 2003, Thomson 2004).

Estudos comparativos do uso de recursos alimentares de *A. mellifera* e abelhas nativas solitárias (Roubik & Villanueva-Gutiérrez 2009) ou sociais (Steffan-Dewenter & Tschardtke 2000; Goulson *et al* 2002, El Shafie *et al* 2002, Villanueva-Gutiérrez & Roubik 2004, Thomson 2004) tem demonstrado que esta espécie apresenta estratégias de forrageio que a tornam forte competidora em relação às demais (Steffan-Dewenter & Tschardtke, 2000; Barron *et al* 2005; Jha & Vandermeer 2009). A habilidade de *A. mellifera* em comunicar local e disponibilidade de recursos mais proveitosos aliada ao comportamento de recrutamento em massa determinam uma eficiência de forrageio (Goulson 2003). A assimetria na habilidade competitiva entre uma espécie dominante e subordinada pode forçar esta última a uma mudança de nicho (Sandlin 2000), condicionando a coexistência interespecífica a esta diferenciação (Townsend *et al* 2006). Desta forma, a probabilidade de duas espécies coexistirem aumenta na medida em que ambas se diferenciarem e competirem menos entre si (Steffan-Dewenter & Tschardtke, 2000; Thomson, 2004). Havendo igualdade no uso dos

recursos, um dos competidores poderá excluir o outro ou deslocá-lo de seu nicho (Odum 1988; Begon *et al* 2006).

As pesquisas sobre a intensidade competitiva de *A. mellifera* e espécies de abelhas nativas focam nas alterações de amplitude da dieta. Trabalhos como os de Roubik (1989), Steffan-Dewenter & Tscharntke (2000), Villanueva & Roubik (2004), Roubik & Villanueva-Gutiérrez (2009) e Roubik (2009) demonstraram que, após a entrada da espécie exótica nas áreas estudadas, as populações nativas se mantiveram nas áreas originais, mediante a modificação na diversidade de fontes florais exploradas. Diferentemente, as interações competitivas de *A. mellifera* e espécies de *Bombus* Latreille, estudadas por Thomson (2004, 2006), indicaram a capacidade da primeira espécie em interferir na dieta alimentar das demais, comprometendo a reprodução das populações avaliadas. Os resultados destes trabalhos confirmam a premissa de que a capacidade de uma espécie se manter perante outra, com a qual disputa recursos alimentares, pode ser traduzida em seu sucesso reprodutivo, diretamente relacionado à nutrição dos indivíduos (Odum 1988; Begon *et al* 2006). Na presença de competição interespecífica são, basicamente, as estratégias de forrageio e a exploração de recursos pelas abelhas que tornam possível sua coexistência (Biesmeijer & Slaa, 2004), principalmente nos períodos de pouca disponibilidade de recursos florais.

No Brasil *A. mellifera* tem ocupado, entre outras, as áreas de florestas da Mata Atlântica em que habitam muitas espécies de abelhas sem ferrão, com as quais partilham recursos alimentares e de nidificação (Nogueira-Neto 1997, Wilms & Wiechers 1997). Grande número de famílias botânicas como Myrtaceae, Melastomataceae, Solanaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Arecaceae e outras presentes nas áreas de domínio da Mata Atlântica, são importantes fontes florais para as abelhas sem ferrão (Antonini *et al* 2006, Fidalgo *et al* 2010). A constante fragmentação das áreas com remanescentes florestais e a exploração predatória de ninhos de abelhas nativas colocam em risco de extinção, no sul do

Brasil, três espécies do gênero *Melipona* Illiger, entre elas *Melipona obscurior* Moure (Blochtein & Harter-Marques 2003). Diferentemente de *A. mellifera*, cujas colônias podem atingir 100.000 indivíduos (Winston 2003), as colônias desta espécie nativa apresentam algumas centenas e até milhares de indivíduos (Nogueira-Neto 1997). Outra característica de *M. obscurior* é a redução nas suas atividades internas e externas à colmeia devido às baixas temperaturas no período de outono-inverno no sul do Brasil, com a ocorrência de diapausa reprodutiva facultativa (Borges & Blochtein 2006). À semelhança das demais abelhas *Melipona*, apresentam comportamento alimentar generalista e grande plasticidade no uso de distintas fontes florais (Ramalho *et al* 1990; Imperatriz-Fonseca *et al* 1994; Wilms & Wiechers 1997; Kleinert *et al* 2009).

Uma das formas de se compreender a organização de uma comunidade é pela medida de nicho com base na distribuição e partição de recursos, em nível trófico ou espacial (Krebs 1999). Partindo deste princípio, este trabalho objetivou avaliar o grau de compartilhamento dos recursos polínicos de *A. mellifera* e *M. obscurior*, ao longo de um ano, em duas áreas na Mata Atlântica no sul do Brasil, a partir de um índice de sobreposição de nicho proposto por Colwell & Futuyma (1971). Os resultados foram discutidos seguindo a idéia de Schöener (1983) de que a sobreposição de nicho tende a ser positivamente associada com a competição entre as espécies e, sob a óptica da teoria do ótimo forrageio (Townsend 2006), identificando a estrutura do nicho trófico a qual permite a coexistência destas duas espécies. Estudos que envolvam compartilhamento de recursos alimentares por *A. mellifera* e espécies nativas para o Rio Grande do Sul são necessários para embasar o manejo de polinizadores e a elaboração de projetos de conservação na Mata Atlântica no sul do Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas rurais nos municípios de Riozinho (29°40'36.63''S / 50°27'32.58''O, altitude 570m) e Rolante (29°38'3.20''S / 50°34'24.91''O, altitude 70m), distantes aproximadamente 12 km uma da outra, na região nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. O clima da região é subtropical úmido com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio acima de 3°C, Cfa conforme a classificação de Köppen (Moreno 1961). Dentro das categorias fitofisionômicas da Mata Atlântica, as áreas se inserem como Floresta Estacional Semidecidual (Oliveira-Filho 2009). A SEMA RS (2012) registra para esta formação 143 espécies arbóreas, dentre as quais se destacam *Cupania vernalis* Cambess., *Eugenia uniflora* L., *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Ruprechtia laxiflora* Meisn., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez e *Scutia buxifolia* Reissek. Nas duas áreas também ocorrem cultivos em grande escala de espécies lenhosas exóticas, principalmente *Eucalyptus* spp. e *Acacia mearnsii* De Wild, bem como agricultura de subsistência. Quanto ao uso do solo, Riozinho apresenta maior cobertura de mata nativa comparada a Rolante, onde a ocupação agrícola e urbana abrange uma área mais extensa.

Amostragem de pólen das colmeias

O estudo do compartilhamento de recursos tróficos por *A. mellifera* e *M. obscurior* foi realizado a partir da análise do pólen coletado de abelhas forrageiras. As amostragens foram quinzenais durante o período de abril de 2009 a março de 2010. Para tal, utilizou-se em cada uma das áreas três colmeias Langstroth, para *A. mellifera*, e três colmeias para *M. obscurior* confeccionadas em madeira, com abertura de, aproximadamente, 0,5 cm de diâmetro

(Venturieri *et al* 2003). As colmeias das duas espécies estavam dispostas a distâncias de 150m e 200m, respectivamente em Rolante e Riozinho. Para obter as amostras polínicas de *A. mellifera* foi fixado junto à parte frontal de cada colmeia, um coletor de pólen, modelo Iceal, próprio para colmeias Langstroth. Nos dias de amostragens colocou-se à entrada da colmeia uma placa em acrílico com 221 perfurações de 4,6mm de diâmetro que permitiu a passagem das forrageiras, porém, retendo as cargas polínicas que, então, caíam em uma caixa coletora na parte inferior do coletor. A placa era colocada no início da manhã de cada dia de amostragem e retirada ao final da tarde.

O pólen proveniente das corbículas das forrageiras de *M. obscurior* foi obtido fechando-se o orifício de entrada de cada colmeia com um pequeno bastão de madeira, durante 15 minutos a cada hora. Ao retornarem ao ninho as abelhas com cargas polínicas eram capturadas com rede entomológica e o pólen retirado manualmente das corbículas. As coletas em cada colmeia aconteciam em sequência, com intervalo de cinco minutos entre cada uma, completando um ciclo de coleta em uma hora. Como as atividades externas das colmeias estão relacionadas às condições meteorológicas, em alguns meses as amostragens foram únicas ou não ocorreram, estando indicadas nas tabelas e gráficos com asterisco (*).

Preparação das lâminas palinológicas

O material polínico, proveniente de um dia de coleta de cada colmeia, foi desidratado em estufa a 40°C por 48 horas. Após este período cada amostra foi pesada e, em seguida, colocada em álcool 70°GL para conservação até o processamento químico. A etapa seguinte foi adaptada de Villanueva-Gutierrez & Roubik (2004). Após a retirada do álcool por centrifugação, foi acrescentada água destilada à amostra. O material polínico foi desagregado e homogeneizado em agitador magnético, a 10.000 R.P.M. A seguir, foi retirado um determinado volume da suspensão (calculado para cada amostra) correspondente a 0,1g de

pólen. Para análise polínica em microscopia óptica, os grãos de pólen foram acetolisados segundo Erdtman (1952). Após esse processamento químico confeccionaram-se três lâminas para cada amostra, utilizando geletina glicerizada corada com fucsina como meio de montagem. As lâminas foram cobertas com lamínula e lutadas com verniz incolor. Para auxiliar na identificação dos tipos polínicos foi montado um laminário de referência das duas áreas a partir de material botânico em floração. O material polínico proveniente destes exemplares foi acetolisado e a confecção das lâminas palinológicas seguiu a mesma metodologia utilizada para as amostras de pólen das corbículas das abelhas. As exsicatas estão tombadas no Herbário do Instituto Anchietano de Pesquisas, São Leopoldo, RS.

Análise de dados

Em cada amostra foram identificados e contados 1200 grãos de pólen (adaptado de Kleinert *et al* 2009), ao longo de transectos uniformemente distribuídos nas três lâminas. Grãos com frequência inferior a 1% foram considerados acidentais e excluídos das contagens. A identificação dos tipos polínicos baseou-se na morfologia externa dos grãos de pólen, com auxílio do laminário de referência e bibliografia relacionada ao tema (Heusser 1971, Roubik & Moreno 1989, Pire *et al* 1998), classificando-os até a menor categoria possível. A palavra “tipo” foi empregada quando a morfologia do grão se assemelhava a um determinado táxon sem, no entanto, assegurar a identificação. Pólens não identificados foram designados como “Indeterminado” seguido de um número. As análises de dados foram feitas a partir da soma das contagens de grãos de pólen das três colmeias de cada espécie de abelha, para cada data de amostragem, e a representatividade de cada tipo polínico foi expressa em porcentagem.

Cálculo da sobreposição de nicho trófico

A partir dos dados da matriz de recursos polínicos obtidos de cada dia de coleta, por espécie de abelha e em cada área, foi calculada a medida de sobreposição do nicho trófico entre *A. mellifera* e *M. obscurior* (SN_{ih}) proposta por Colwell & Futuyma (1971) como segue:

$$SN_{ih} = 1 - \frac{1}{2} \sum |P_{ik} - P_{hk}|$$

Onde:

P_{ik} = proporção do tipo polínico *k* na espécie *A. mellifera*

P_{hk} = proporção do tipo polínico *k* na espécie *M. obscurior*

A medida de sobreposição de nicho (SN) é expressa através de um índice que varia de zero a um. O valor zero ocorre quando não há compartilhamento de recursos entre a espécie *i* e *h*. O valor máximo de 1,0 ocorre quando a distribuição das proporções de recursos partilhados pelas duas espécies é a mesma. A amplitude de nicho trófico foi calculada a partir do índice de Levins padronizado. Para as análises de correlação entre os pesos de pólen coletado por *A. mellifera* e *M. obscurior* e de correlação entre a diferença na amplitude das duas espécies de abelhas e a sobreposição de nicho trófico foi calculado o coeficiente de Spearman (r_s) utilizando o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 17.0.

Resultados e Discussão

A região sul do Brasil apresenta, caracteristicamente, uma condição climática com sazonalidade na distribuição das temperaturas (Kuinchner & Buriol 2001). Esta condição propicia uma composição florística diversificada ao longo do ano e, conseqüentemente, alterações na dieta polínica das abelhas no que se refere à riqueza de espécies vegetais

utilizadas e à proporção em que estas são exploradas (Roubik 1989). Os resultados da análise do pólen coletado pelas forrageiras de *A. mellifera* e *M. obscurior*, neste estudo, refletem a condição acima no número e distribuição dos tipos polínicos e nos índices de sobreposição de nicho trófico. Assim, ao longo de um ano de amostragens foram identificados, em Riozinho, 75 tipos polínicos coletados por *A. mellifera* e 37 por *M. obscurior* (Tabela 1). Em Rolante foram encontrados 92 tipos polínicos nas coletas por *A. mellifera* e 23 por *M. obscurior* (Tabela 1).

Tabela 1 Frequência relativa de tipos polínicos encontrados nas coletas por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, em Riozinho e Rolante, de abril de 2009 a março de 2010. A tabela apresenta os valores iguais ou superiores a 3%, mantendo valores inferiores apenas quando em ocorrência de sobreposição. Números 1 e 2 abaixo do mês correspondem à primeira e segunda quinzenas de coleta, respectivamente. Linhas de cor branca referem-se às coletas em Riozinho e de cor cinza a Rolante. Os números em negrito correspondem às coletas por *Melipona obscurior* e os demais, correspondem às coletas por *Apis mellifera*.

Família/Tipo polínico	Meses																		
	Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set. Out.		Nov. Dez.		Jan. Fev.		Mar.		
	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2
Amaranthaceae																		6,9	5,8
Tipo <i>Amaranthus</i>																			
Anacardiaceae																		33,3	16,6
<i>Schinus</i>																			
<i>terebinthifolius</i>																		17,8	59,6
Raddi		13,1	5,9	14,2															0,3
													8,5						
Anacardiaceae tipo1													17,4	3,5					
													18,4						
																			3,7
Anacardiaceae tipo 2																			
Aquifoliaceae																			
																			3,5
<i>Ilex</i> sp.																			
Arecaceae																			
<i>Archontophoenix</i>																			
<i>cunninghamiana</i>																			
H.Wendl.&Drude																			4,4
																			13,1

Tabela 1 Continuação

Família/Tipo polínico	Meses																							
	Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		Jan.		Fev.		Mar.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Brassicaceae																								
<i>Raphanus</i> sp.																								
	3,6																							
Cannabaceae																								
	3,0																							
Tipo <i>Celtis</i>																								
	3,7 12,9																							
Fabaceae																								
<i>Acacia mearnsii</i> De Willd.																								
	4,4 44,4 0,6																							
	5,8																							
<i>Mimosa bimucronata</i> Kuntze																								
	26,1 22,7 0,5 39,5																							
	4,6																							
Fabaceae tipo 1																								
Fabaceae tipo 2																								
	23,5 2,0																							
Lamiaceae																								
<i>Ocimum</i> sp.	33,4																							
Lauraceae																								
	10,6																							
Lauraceae tipo 1																								
Loranthaceae																								
	3,3																							
<i>Tripodanthus</i> sp.																								
	5,8 19,2																							
Melastomataceae																								
<i>Miconia</i> sp.	3,4																							
	53,1																							
	31,4 38,0																							
Meliaceae																								
<i>Trichilia</i> sp.																								
	3,8																							

Tabela 1 Continuação

Família/Tipo polínico	Meses																					
	Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out. Nov.		Dez.		Jan.		Fev.		Mar.	
	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	
Moraceae														34,6	3,8		3,1					
Moraceae tipo 1																						
Myrtaceae																						
	14,7	55,3	29,3	53,9	47,1	17,9				27,8	8,6	29,4	8,3				8,9	26,3	22,8			
	13,4	70,6	22,8	72,3						2,6	1,2	4,9				60,7		42,5	0,3	2,6		
<i>Eucalyptus</i> spp.	23,4	49,5	36,3	18,1	46,2		50,6	21,9		36,6	66,7	9,1	1,1		0,6	18,8	47,5	5,3	41,6			
		13,7		100						28,4					30,8	17,6	28,3	63,8	82,9	30,6	98,0	
													20,3									
<i>Eugenia hiemalis</i> Camb.	30,6	22,1																				
	100	86,3																				
																13,9						
Tipo <i>Myrcia</i>										13,5						11,9						
										32,2		12,3										
										38,7		23,0										
Tipo <i>Psidium</i>				16,0																		
							9,3	27,3														
Myrtaceae tipo 1				15,6	25,1	78,3			36,7													
																17,3						
							22,8															
Myrtaceae tipo 2																						
Myrtaceae tipo 3																						
																						26,3
							20,4	20,1	11,9		19,6											
Myrtaceae tipo 4										11,4	13,0	32,7										
							100	100		75,1	87,4		74,9									
Piperaceae																						
							22,6	47,4	44,4	7,6												
<i>Piper</i> sp.										20,7												
										16,7												
Poaceae																						
		7,4												15,4		5,5						
Tipo <i>Zea mays</i>																						
																5,7		4,1				4,8
							10,5	15,9	36,6	20,0	4,0	7,4	5,4			10,7						6,3
Poaceae tipo1																						
		3,3	50,9	22,6	8,6									32,3	37,4	50,1	5,8					5,5

Tabela 1 Continuação

Família/Tipo polínico	Meses																																					
	Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		Jan.		Fev.		Mar.															
	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2														
Indeterminado 3																																						
Indeterminado 4																																						
Indeterminado 5																																						
Indeterminado 6																																						
Indeterminado 7																																						
Indeterminado 8																																						
Indeterminado 9																																						
Indeterminado 10																																						
Indeterminado 11																																						
Outros tipos polínicos (< 3%)	7,6	3,9	4,5	1,3	0,0	6,1	6,4	2,8	5,7	3,1	1,4	5,7	11,2	4,7	*	14,8	2,6	1,9	8,5	1,5	0,0	1,5	0,0	*	*	*	3,0	0,0	0,4	0,9	4,7	0,0	2,6	*	8,1	5,1	0,0	0,0
	8,6	6,7	2,3	9,5	3,3	7,1	6,9	4,9	13,9	10,5	12,2	15,5	10,5	4,8	2,6	10,6	1,9	5,5	8,6	0,0	0,0	*	0,0	0,0	*	0,0	3,3	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	

No uso dos recursos polínicos em Riozinho, ocorreu sobreposição de nicho em 17 tipos polínicos (Tabela 1, Fig 1), correspondendo a 22,6% das espécies vegetais coletadas por *A. mellifera* e a 46% por *M. obscurior*. Já em Rolante, houve sobreposição no uso de 15 tipos polínicos (Tabela 1, Fig 2), representando 16,3% das espécies botânicas coletadas por *A. mellifera* e a 65% por *M. obscurior*.

Dentre os tipos polínicos explorados pelas duas espécies de abelhas, *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. (Arecaceae) contribuíram com o maior número de sobreposições, em relação aos demais tipos. O primeiro elemento apareceu em sobreposição em 12 amostragens de Riozinho, correspondendo a 33,3% do total de sobreposições (n = 36). O segundo elemento referido apareceu em sobreposição, na mesma área, em cinco amostras, correspondendo a 13,8% do total de sobreposições (n = 36) (Fig 1). Em Rolante, pólen de *Eucalyptus* spp. foi detectado em 9 amostragens, contribuindo com 29% das sobreposições (n =31). *S. romanzoffiana* apareceu em seis amostragens perfazendo 19,3% das sobreposições (n =31) (Fig 2). As características botânicas de *Eucalyptus* spp. e *S. romanzoffiana*, cujas inflorescências são compostas por grande número de pequenas flores (Backes & Irgang 2004; Souza & Lorenzi 2008) produzidas durante longos períodos, viabilizaram o uso frequente destes recursos por *A. mellifera* e *M. obscurior*, concomitantemente.

O número de tipos polínicos compartilhados ao longo do ano pelas duas espécies em Riozinho variou de 1 a 5 (Fig 3). Neste mesmo período em Rolante, a variação no compartilhamento de recursos polínicos foi de 1 a 4 (Fig 4).

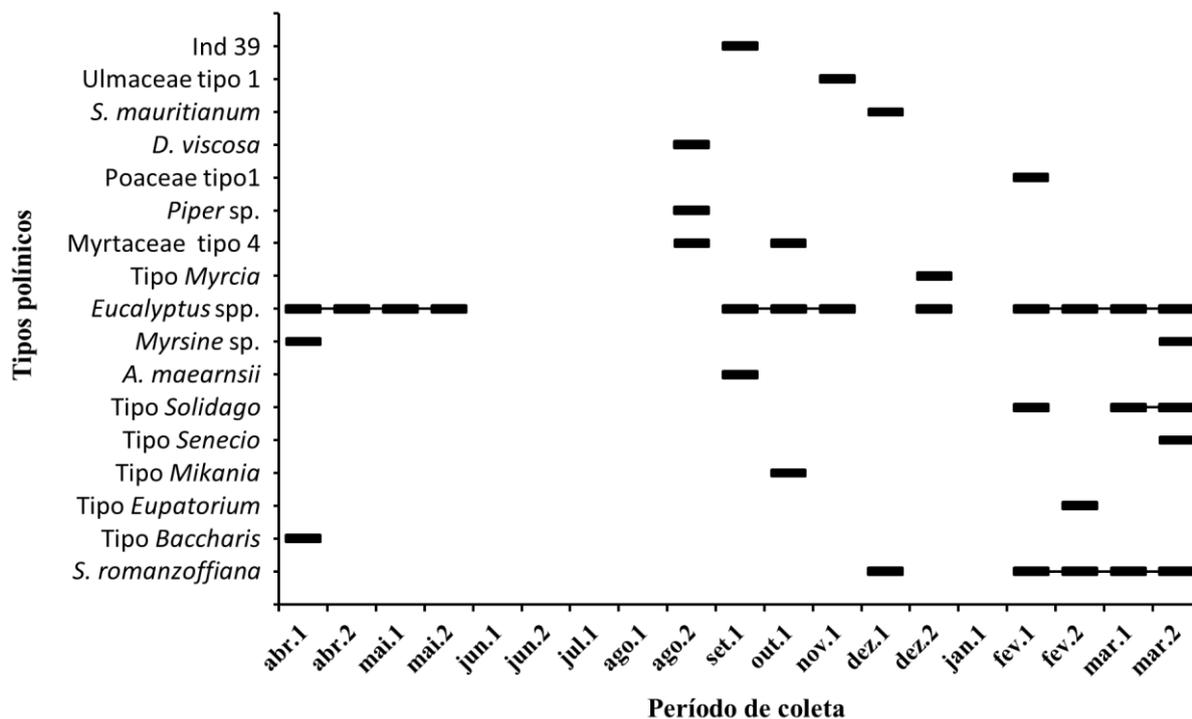


Fig 1 Tipos polínicos utilizados por *Melipona obscurior* e *Apis mellifera*, em sobreposição (barras), de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho, RS, Brasil.

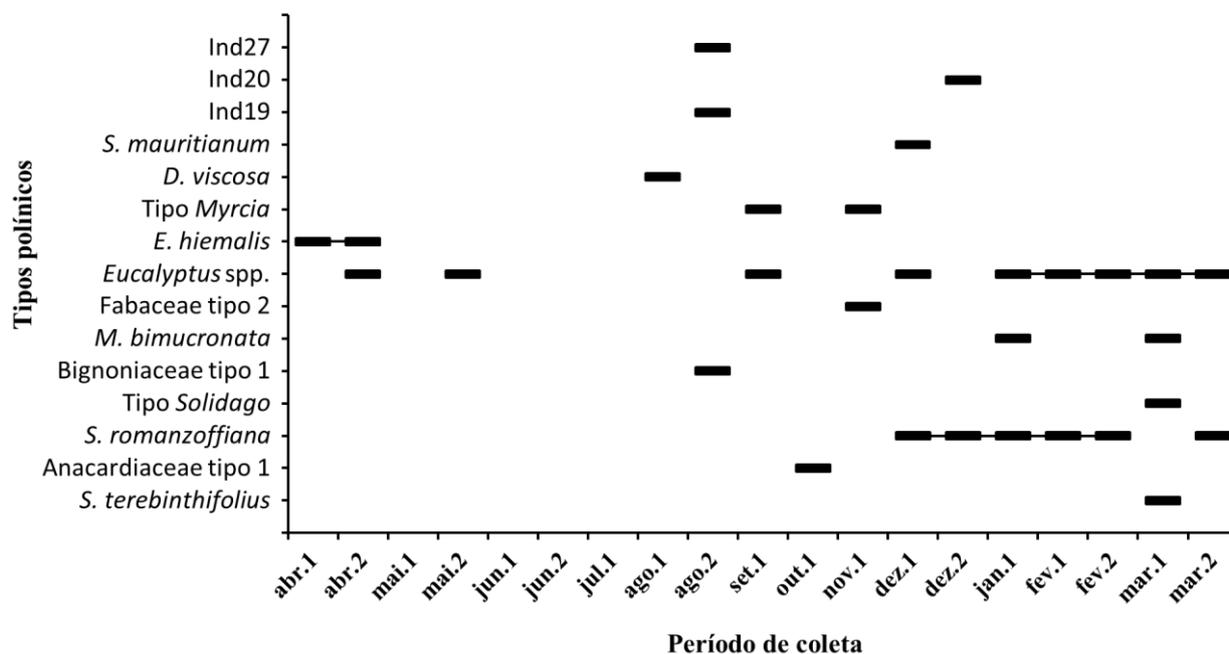


Fig 2 Tipos polínicos utilizados por *Melipona obscurior* e *Apis mellifera*, em sobreposição (barras), de abril de 2009 a março de 2010, em Rolante, RS, Brasil.

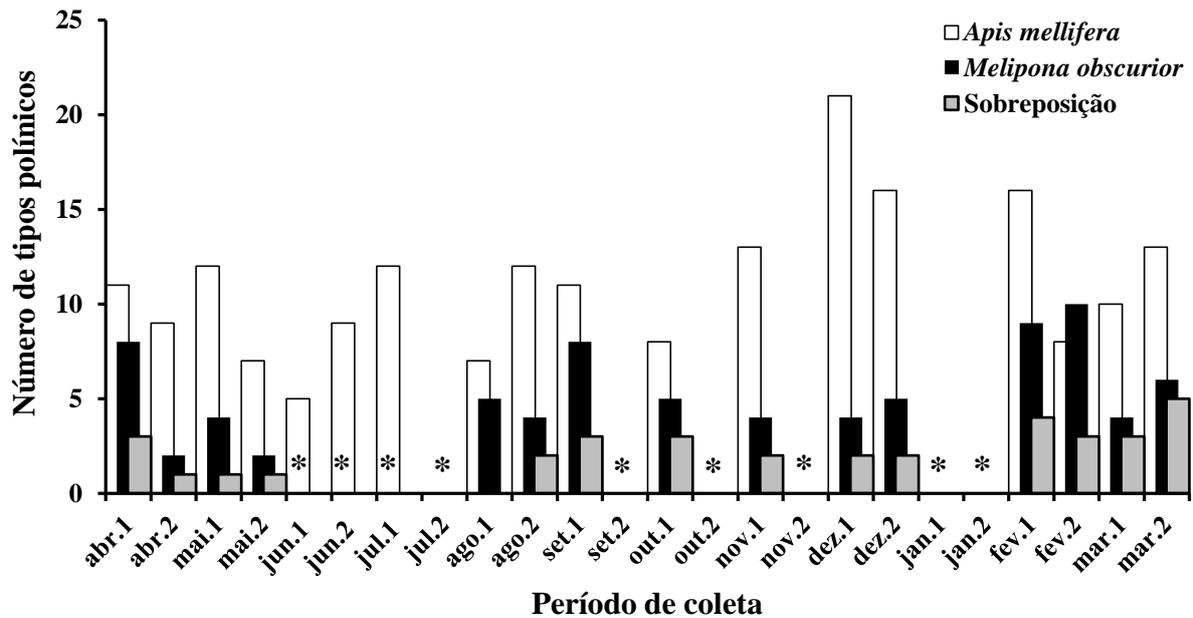


Fig 3 Número de tipos polínicos coletados e compartilhados por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, na primeira (1) e segunda (2) quinzena, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho,RS, Brasil. Na amostra de agosto 1 o índice de sobreposição de nicho foi zero. * refere-se à ausência de amostras de pólen por uma ou ambas as espécies para o respectivo período.

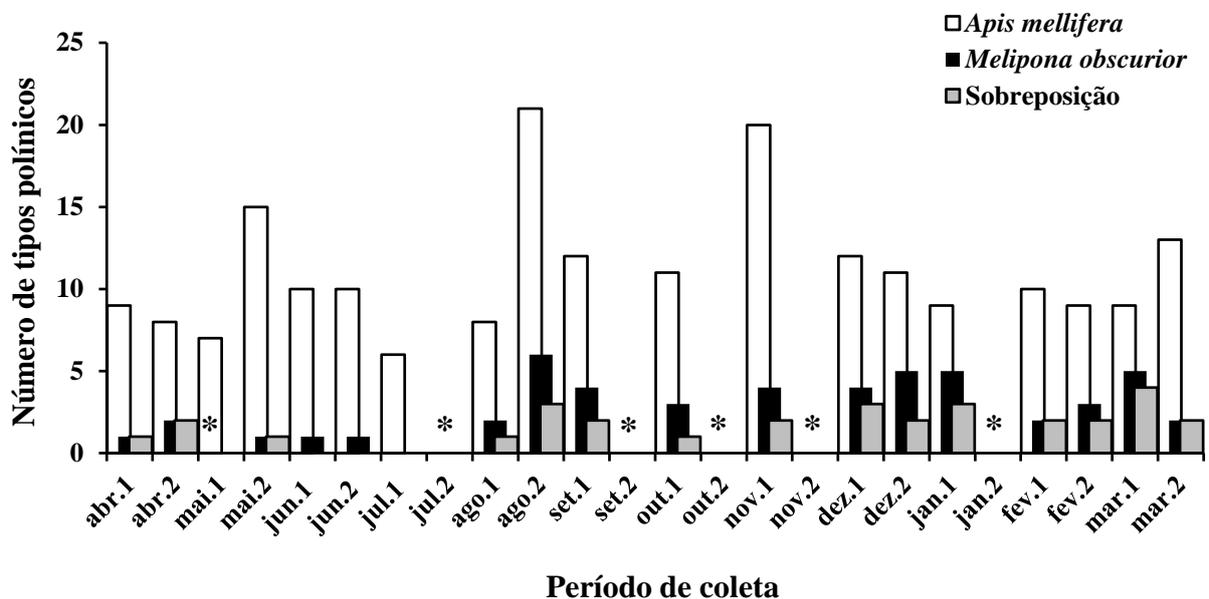


Fig 4 Número de tipos polínicos coletados e compartilhados por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, na primeira (1) e segunda (2) quinzena, de abril de 2009 a março de 2010, em Rolante, RS, Brasil. Nas amostras de jun.1 e jun.2, o índice de sobreposição de nicho foi zero. (*) refere-se à ausência de coleta por uma ou ambas as espécies para o respectivo período.

Os índices de sobreposição de nicho, calculados para cada coleta, variaram ao longo do ano nas duas áreas. Em Riozinho, os valores oscilaram de zero a 0,55 (Fig 5) com média 0,22 ($n = 15$; $dp = 0,15$) e, em Rolante, de zero a 0,61 com média 0,24 ($n = 17$; $dp = 0,15$) (Fig 6). Sendo 1,0 o valor máximo para um índice de sobreposição de nicho, as médias em cada área podem ser consideradas baixas. Com relação às famílias botânicas representadas no pólen coletado, Myrtaceae contribuiu com o maior número de sobreposições representando 41,6% e 41,9% das fontes polínicas compartilhadas em Riozinho e Rolante, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Wilms & Wiechers (1997) para *A. mellifera* e *Melipona bicolor* Lepeletier (índice de sobreposição de nicho 0,27) e para *A. mellifera* e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (índice de sobreposição de nicho 0,23), na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. Semelhante a este estudo, nas coletadas feitas por estas espécies de abelhas, a família Myrtaceae foi responsável por 60% das sobreposições. No entanto, as médias encontradas aqui foram inferiores àquelas observadas para *A. mellifera* e outras espécies de Meliponini (*Tetragonisca angustula* Latreille, *Trigona spinipes* Fabricius, *Scaptotrigona postica* Latreille e *Paratrigona lineata* Lepeletier), em uma área de cerrado no sudeste brasileiro, cujos índices de similaridade no uso dos recursos variaram de 0,30 a 0,46 (Nogueira-Ferreira & Augusto 2007).

Os maiores índices de sobreposição de nicho encontrados em Riozinho ocorreram em abr.2 (0,55) e mai.2 (0,54) (Fig 5), como resultado da alta representatividade de *Eucalyptus* spp. nas coletas pelas duas espécies de abelhas. Os demais elementos coletados por *M. obscurior* nestes mesmos períodos por (Solanaceae tipo 3 em abr.2 e *Myrsine* sp. em mai.2) não foram compartilhados com *A. mellifera* (Tabela 1). A presença de *Eucalyptus* spp. juntamente com o Tipo *Myrcia* (Myrtaceae), determinou o maior índice de sobreposição em Rolante: 0,61 em set.1 (Fig 6).

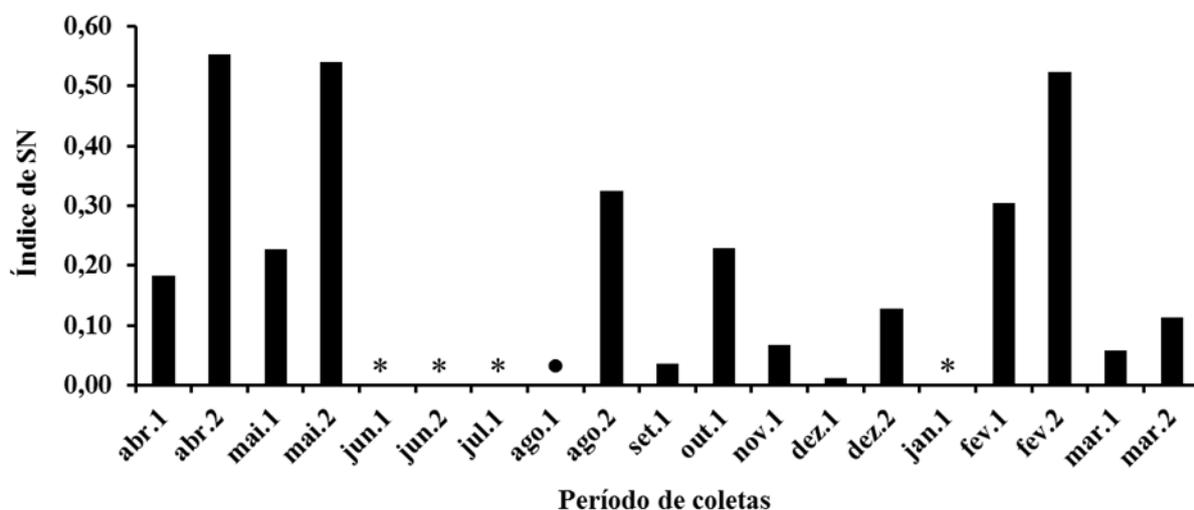


Fig 5 Variação dos índices de sobreposição de nicho (SN) de *Apis mellifera* e *Melipona obscurior* em cada quinzena de coleta, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho, RS, Brasil. O símbolo ● indica ausência de sobreposição de nicho e * indica ausência de coleta por uma ou ambas as espécies.

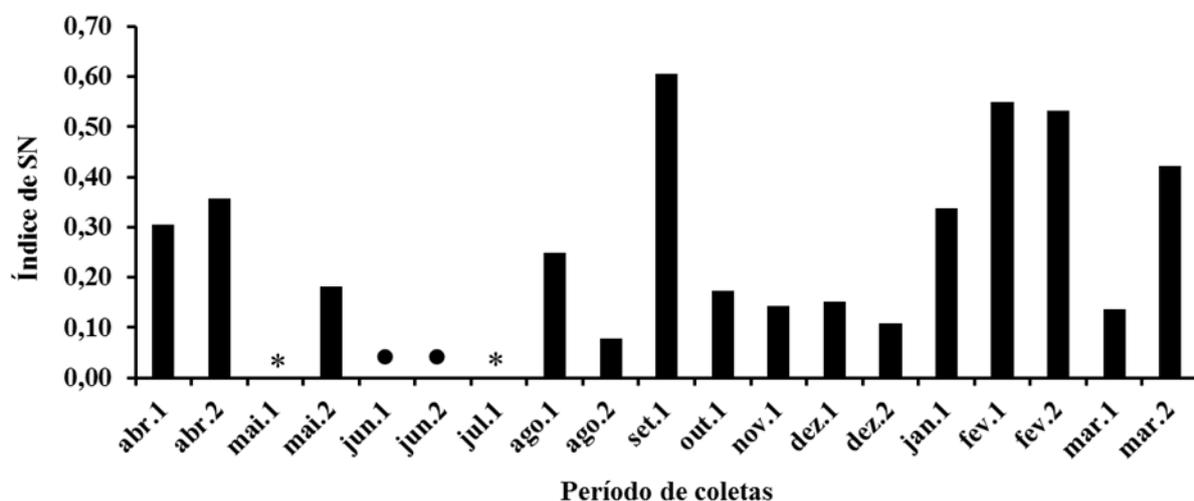


Fig 6 Variação dos índices de sobreposição de nicho (SN) de *Apis mellifera* e *Melipona obscurior* em cada quinzena de coleta, de abril de 2009 a março de 2010, em Rolante, RS, Brasil. O símbolo ● indica ausência de sobreposição de nicho e * indica ausência de coleta por uma ou ambas as espécies.

A maior intensidade de coleta de pólen de *Eucalyptus* spp. e *S. romanzoffiana* por ambas as espécies nas duas áreas, relacionada aos maiores índices de sobreposição corrobora com a afirmação de Colwell & Futuyma (1971) de que um valor elevado deste índice pode estar associado à abundância de um recurso capaz de suportar o uso concomitante por duas espécies potencialmente competidoras, no caso deste estudo, as florações maciças de *Eucalyptus* spp. Seguindo esta mesma ideia, Ramalho *et al* (2007) defendem que, em relação ao uso de recursos alimentares pelas abelhas, “a sobreposição talvez seja bem mais previsível nas floradas produtivas, onde as chances de encontro estão potencializadas e as interações relaxadas”. Tal afirmação pode ser observada nos tipos polínicos compartilhados pelas duas espécies nas amostras abr.1, abr.2, mai.2, fev.1 e mar.2 em Rolante (Fig 4). Por outro lado, conforme demonstrado nos resultados das análises polínicas de Riozinho em dez.1, o baixo índice de sobreposição (0,01) se deveu ao uso mais intenso de fontes polínicas de Tipo *Miconia* e Solanaceae tipo 3, apenas por *M. obscurior*, e o compartilhamento com *A. mellifera* de outros elementos pouco representativos nas coletas, resultou em um baixo índice de sobreposição (0,01). Já a ausência de sobreposição de nicho, na mesma área em ago.1 (Fig 5), ocorreu devido às coletas mais expressivas por *M. obscurior* em Solanaceae tipo 3 e *Myrsine* sp. apenas, enquanto *A. mellifera* utilizou outras fontes florais. A concentração no uso de Solanaceae, Melastomataceae e Primulaceae poderia ser explicada pelas características das flores destes táxons cujas anteras poricidas (Souza & Lorenzi 2008) liberam o pólen pela vibração do corpo da abelha sobre os estames (Nunes-Silva 2010). Tal comportamento de coleta foi registrado por Harter *et al* (2002) em *M. obscurior* e tido como inexistente em *A. mellifera* (Roubik 1989). A habilidade para este tipo de coleta fornece à abelha nativa uma vantagem no forrageio nestas fontes polínicas em relação à espécie exótica.

Em Rolante um baixo índice de sobreposição ocorreu na amostragem de ago.2 (0,08) (Fig 6) devido à concentração das coletas de pólen de Myrtaceae tipo 4, por *M. obscurior*, e à

utilização de outras fontes polínicas com pouca representatividade para ambas as espécies de abelhas. A ausência de sobreposição de nicho nesta área, em jun.1 e 2 (Fig 6), ocorreu pelo uso exclusivo de Myrtaceae tipo 4 por *M. obscurior* enquanto *A. mellifera* explorou outras fontes polínicas (Tabela 1).

O esforço de coleta pelas forrageiras de *M. obscurior* concentrado em poucas espécies vegetais, mesmo diante de oferta de outros recursos florais, refletido no número de tipos polínicos das amostras de *A. mellifera* em Riozinho (Fig 7) e Rolante (Fig 8), sugere seletividade no forrageio da espécie nativa. A hipótese de seletividade também é mencionada por Ramalho *et al* (2007) ao comparar as fontes polínicas utilizadas por *Melipona scutellaris* Latreille e àquelas coletadas por *A. mellifera* em área de floresta na Mata Atlântica do nordeste brasileiro. Villanueva-Gutiérrez & Roubik (2004) e Petanidou & Pots (2006) relacionam esta tendência à especialização ao efeito de uma possível competição resultando em deslocamento nos recursos florais e consequente diminuição da amplitude de nicho trófico. No entanto, Ramalho *et al* (1994) defendem que, mesmo que os recursos sejam abundantes e que as espécies sejam generalistas, a especialização tende a ocorrer por um comportamento de preferência floral envolvendo estratégia de forrageio em um recurso de alguma forma mais vantajoso e não necessariamente como resultado de uma competição.

Considerando-se a especialização (menor amplitude de nicho) como resultado de uma competição por deslocamento de recursos, em teoria o inverso também seria possível. A diminuição dos recursos polínicos pela exploração contínua por duas espécies traria como resultado a entrada de outras fontes na dieta, talvez não tão significativas, dessa forma ampliando o nicho trófico real. Esta teoria foi defendida por Schöener (1971) e observada por Fontaine *et al* (2008) em experimento com comportamento de forrageio em *Bombus terrestris* L. Desta forma, condições mais competitivas tanto podem aumentar a amplitude de nicho (espécies passam a utilizar mais recursos menos expressivos) quanto diminuir (especialização

por deslocamento). Roubik (1989) avaliando a influência de *A. mellifera* na visitação de abelhas nativas a flores de *Mimosa pudica*, em porto de Kourou na Guiana Francesa, observou que houve declínio na visitação de abelhas nativas sobre o recurso, principalmente em duas espécies de *Melipona*, proporcionalmente à dominância de *A. mellifera*. Registros posteriores do mesmo autor revelaram que as abelhas *Melipona* não mais coletavam em flores de *M. pudica*, mas que suas populações se mantiveram utilizando outros recursos florais menos interessantes para *A. mellifera* (Roubik 2009). Roubik & Villanueva-Gutiérrez (2009) também encontraram alterações relacionadas a espécies utilizadas como recurso alimentar por abelhas solitárias na reserva de Sian Ka'an, no México, após a introdução de *A. mellifera* na área. Apesar de uma competição aparentemente significativa, não houve declínio das populações de abelhas solitárias nativas, possivelmente por terem alterado as escolhas florais ou, ainda, pelo aumento da base vegetal provocado por *A. mellifera* enquanto agente de polinização. A hipótese de competição entre *A. mellifera* e abelhas nativas de um fragmento seminatural na Alemanha foi testada por Steffan-Dewenter & Tschardt (2000) avaliando a sobreposição de nicho, redução das taxas de visitação floral e de reprodução das abelhas. Mesmo com sobreposição de nicho de 45,5% (índice de similaridade), não foi encontrada relação negativa entre densidade de colônias de *A. mellifera* e a riqueza e abundância de abelhas nativas, nem evidência de impacto negativo no sucesso reprodutivo das espécies nativas.

A interação competitiva entre *Bombus occidentalis* Greene e *A. mellifera*, foi avaliada por Thomson (2004) em experimento cujos resultados mostraram que a proporção de entrada de pólen nos ninhos de *B. occidentalis* foi positivamente relacionada à distância dos ninhos de *A. mellifera*. A diminuição na entrada de pólen se refletiu diretamente no sucesso reprodutivo de *B. occidentalis*. De modo similar, Goulson *et al* (2002) compararam a interferência de duas espécies exóticas, *A. mellifera* e *Bombus terrestris* L., nos visitantes florais de 67 áreas

na Tasmânia. Os resultados mostraram uma sobreposição de nicho variando de 0,17 a 0,58 e evidenciaram um potencial competitivo entre as espécies nativas e exóticas nas áreas em que o número de visitantes florais foi menor que aquelas onde presença de *A. mellifera* não ocorria.

Com relação à quantidade (peso) de pólen coletado pelas abelhas, para cada dia de amostragem em Riozinho, o coeficiente de Spearman ($r_s = 0,318$ $p = 0,248$ $n = 15$) mostrou não haver correlação entre os pesos do pólen coletado pelas duas espécies (Fig 7). Neste caso, *A. mellifera* parece não ter influenciado nas coletas da outra espécie. Destacou-se a coleta de outubro quando o maior pico para *A. mellifera* acompanhou uma acentuada diminuição na atividade de forrageio de pólen por *M. obscurior* em relação à amostra anterior (Fig 8).

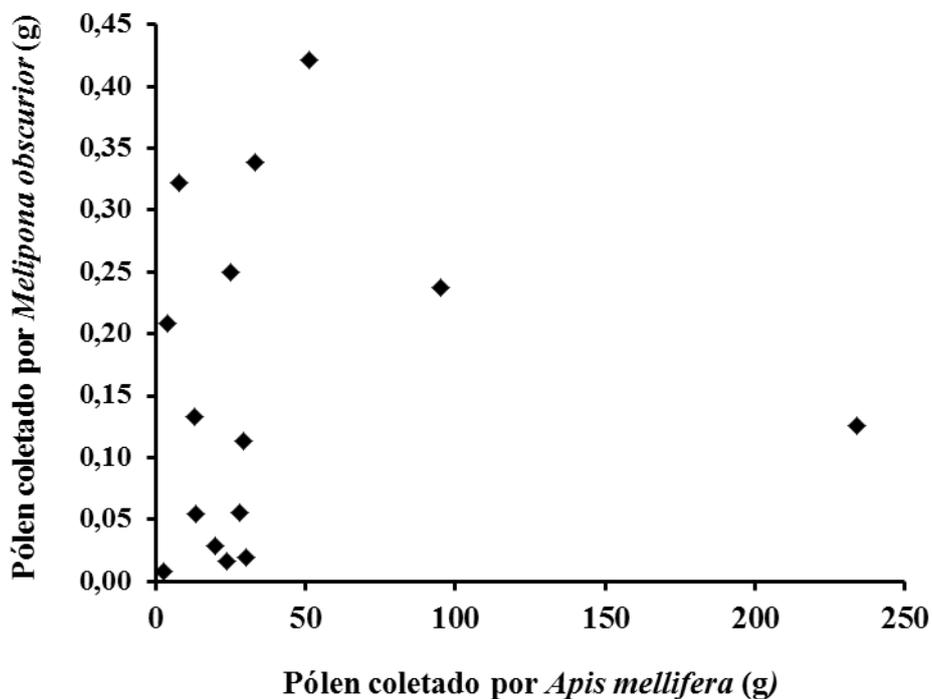


Fig 7 Correlação de pesos entre as amostras de pólen coletado por *Melipona obscurior* e *Apis mellifera*, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho, RS, Brasil.

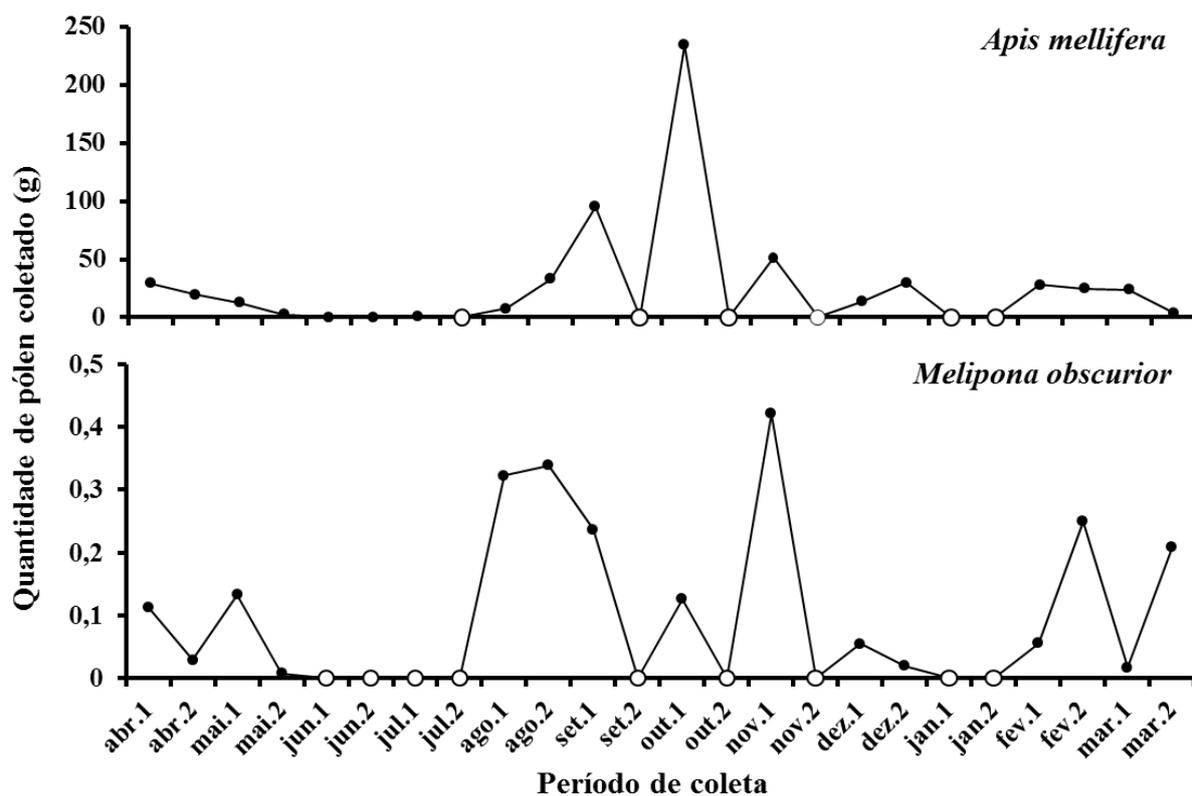


Fig 8 Distribuição dos pesos das amostras de pólen obtido das forrageiras de *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho, RS, Brasil. O = Ausência de coleta.

Na análise da correlação entre os pesos de pólen coletado em Rolante, o coeficiente de Spearman ($r_s = 0,554$ $p = 0,021$ $n = 17$) indicou média correlação entre os pesos das amostras de *A. mellifera* e *M. obscurior* (Fig 9). Considerando que a oferta de recursos é semelhante para as duas espécies, se esperava maior correlação entre os pesos de pólen coletado por ambas. O maior pico de coleta em ago.2 para *M. obscurior*, nesta área, coincidiu com elevado pico para *A. mellifera*, porém, seguido de uma acentuada queda na quantidade de pólen coletado na amostra seguinte (set.1) (Fig 10). Tal diminuição no pico de coleta por *M. obscurior* em ambas as áreas seria indicativo de competição uma vez que picos máximos de coleta só seriam possíveis se a pressão competitiva fosse limitada (Wilms e Wiechers 1997). De modo geral, nos demais períodos para esta área, as curvas de coletas de *M. obscurior* acompanharam as de *A. mellifera* (Fig 10).

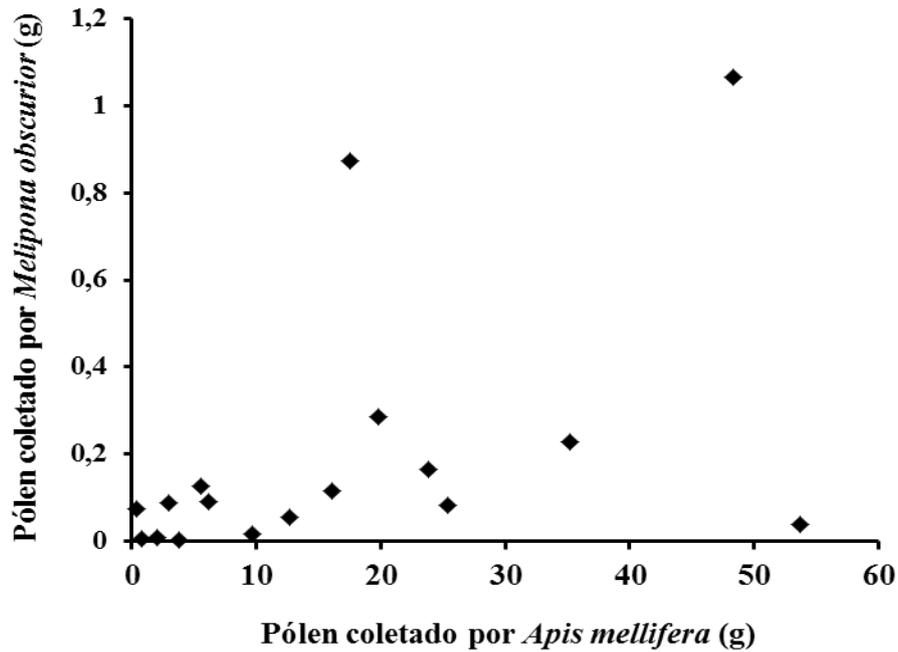


Fig 9 Correlação de pesos entre as amostras de pólen coletado por *Melipona obscurior* e *Apis mellifera*, de abril de 2009 a março de 2010, em Rolante, RS, Brasil.

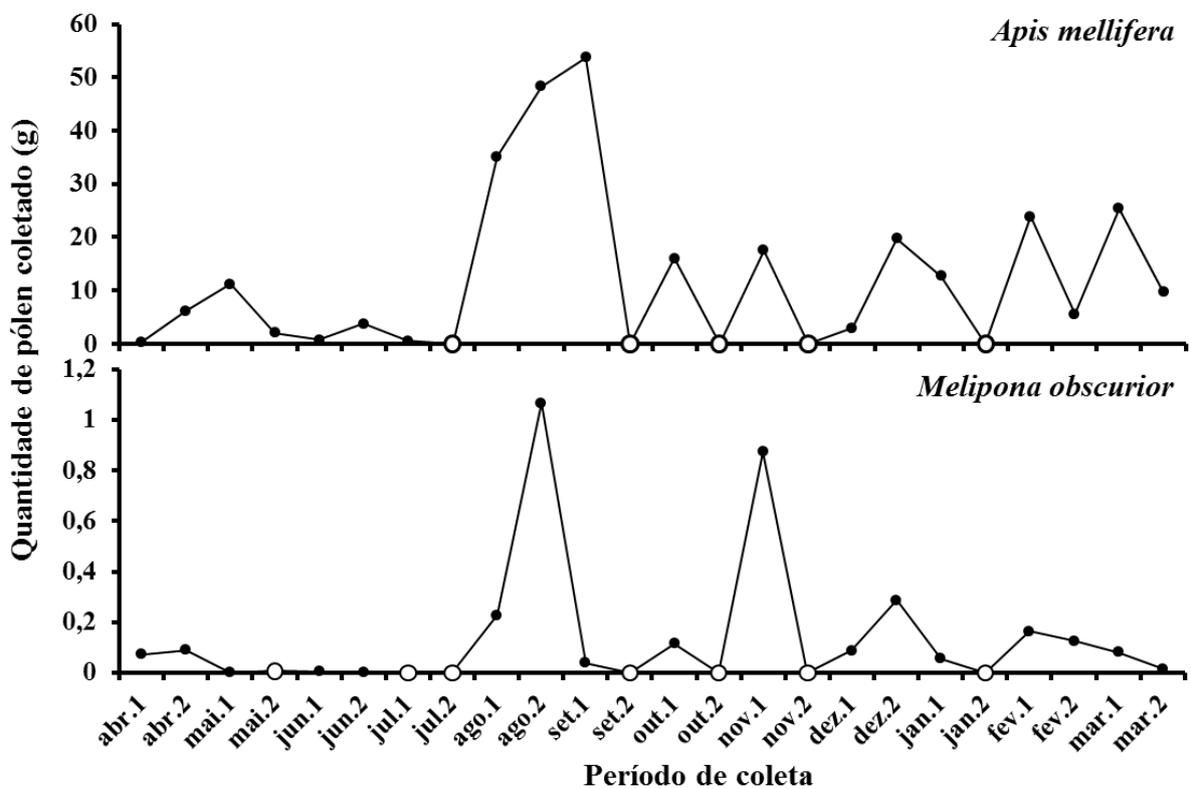


Fig 10 Distribuição dos pesos das amostras de pólen obtido das forrageiras de *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, de abril de 2009 a março de 2010, em Rolante, RS, Brasil. O = Ausência de coleta.

Um índice de sobreposição de nicho pode indicar distintos graus de pressão competitiva dependendo das diferentes combinações na forma de utilização dos recursos alimentares (amplitude de nicho trófico) (Colwell & Futuyma 1971). Para verificar se a amplitude de nicho (Tabela 2) e o índice de sobreposição, em cada amostragem deste trabalho, estão correlacionados foi aplicado o teste não paramétrico de Spearrman, em ambas as áreas. O resultado mostrou que não houve correlação em Riozinho ($r_s = -0,054$ $p = 0,850$ $n = 15$) e Rolante ($r_s = -0,029$ $p = 0,911$ $n = 17$). A ausência de uma relação entre os índices de sobreposição encontrados e a diferença na variação da amplitude de nicho entre *M. obscurior* e *A. mellifera* também foi citada por Kleinert *et al* (2009) para espécies de Meliponini.

Tabela 2: Amplitude de nicho trófico, pelo índice de Levins padronizado, utilizado por *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, entre abril de 2009 e março de 2010, em Riozinho, RS, Brasil. (*) indica ausência de coleta na respectiva quinzena para as duas espécies de abelhas.

período de coleta	Riozinho		Rolante	
	<i>Apis mellifera</i>	<i>Melipona obscurior</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>Melipona obscurior</i>
abr.1	0,0243	0,1040	0,0305	0
abr.2	0,0199	0,0197	0,0237	0,0141
mai.1	0,0594	0,0202	0,0167	*
mai.2	0,0242	0,0186	0,0593	0,0000
jun.1	0,0234	*	0,0242	0,0000
jun.2	0,0573	*	0,0063	0,0000
jul.1	0,0576	*	0,0175	*
ago.1	0,0321	0,0295	0,0205	0,0271
ago.2	0,0429	0,0376	0,0384	0,0136
set.1	0,0325	0,0869	0,0314	0,0929
out.1	0,0446	0,0273	0,0119	0,0303
nov.1	0,0613	0,0061	0,0473	0,0903
dez.1	0,0628	0,0375	0,0260	0,0805
dez.2	0,0741	0,0380	0,0262	0,0664
jan.1	*	*	0,0380	0,0344
fev.1	0,0557	0,0387	0,0279	0,0390
fev.2	0,0307	0,0518	0,0247	0,0181
mar.1	0,0233	0,0514	0,0167	0,0967
mar.2	0,0542	0,0444	0,0223	0,0018

Um índice de sobreposição elevado pode indicar que (1) as duas espécies coletaram mais intensamente igual recurso polínico em mesmo tempo e espaço ou (2) as duas espécies

coletaram mais intensamente o mesmo recurso em diferente tempo (período do dia) ou espaço (área da planta). Nos dois casos, dependendo da abundância de alimento, a pressão competitiva seria baixa ou, ainda, inexistente, e poderia ser o reflexo de uma maior competição anterior quando, após o deslocamento da espécie mais susceptível para outras fontes alimentares, foram mantidos como de uso comum àqueles recursos capazes de suportar a presença de mais de uma espécie coletora (Townsend *et al* 2006). Na visão de Schöener (1971), à medida que um abundante recurso vai sendo depletado a competição tenderia a aumentar, ocorrendo o abandono desta fonte de alimento e a busca por novas, aumentando a amplitude de nicho. Pelo fato deste estudo ter se baseado em dados obtidos de coletas de pólen e não na observação das visitas florais, não foi possível determinar a ocorrência dos itens 1 e 2, porém, a premissa quanto à competição pode ser mantida. Por outro lado, um baixo índice de sobreposição pode indicar que (a) as fontes polínicas comuns às duas espécies são pouco exploradas por ambas ou (b) uma espécie utiliza mais intensamente um recurso (tendência à especialização) que a outra. Nas duas situações, com pouco uso dos recursos por pelo menos por uma das espécies, a competição atua em baixo nível ou é inexistente. Semelhante ao maior índice de sobreposição de nicho, um menor índice de sobreposição de nicho também poderia estar relacionado ao deslocamento para outras fontes alimentares por pressão competitiva anterior (Collwel & Futuyama 1971). Por fim, a ausência de sobreposição de nicho pode indicar que os recursos utilizados por uma espécie não são atrativos à outra e, embora aparente ausência de competição, também este resultado pode ser efeito de uma competição anterior.

Desta forma, em comunidades já estabelecidas o que se verifica em termos de interação entre espécies possivelmente competidoras em convívio é citado por Begon *et al* (2006) como o fantasma da competição passada refletido na coexistência das espécies. Basicamente são as estratégias de forrageio e de exploração de recursos pelas abelhas que tornam possível a

coexistência em uma competição interespecífica. (Biesmeijer & Slaa, 2004). Embora a sobreposição de nicho de *A. mellifera* e *M. obscurior* tenha sido ausente ou baixa em muitas amostras e mais elevada em outras, este resultado não permite inferir a ausência ou presença de competição. Relações de competição requerem análises sobre o sucesso reprodutivo das espécies. Por outro lado, a coexistência destas abelhas a mais de um século nesta região constitui um importante indicador sobre as interações entre estas. É possível que a estrutura de nicho trófico atual das duas espécies esteja estruturada como resposta a uma competição passada, quando da introdução da espécie exótica no sul do Brasil. Para determinar a ocorrência e intensidade da competição entre *A. mellifera* e *M. obscurior*, sugerem-se experimentos de manipulação de populações que envolvam presença e ausência da espécie competidora e/ou a escala de disponibilidade dos recursos.

Agradecimentos

Aos senhores Paulo Gentil Botta, Girlei Edomar dos Passos e Valdomiro Irineu dos Passos por cederem as colmeias de abelhas para este estudo e por auxiliarem nas coletas de pólen das abelhas *A. mellifera*. Aos biólogos João Larocca, Mariluzza Nardino e Tiago Closs de Marchi pelas identificações do material botânico. A CAPES pela bolsa concedida. A PUCRS, instituição que apoiou este trabalho.

Referências

Antonini Y, Soares SM, Martins RP (2006) Pollen and nectar harvesting by the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Apidae: Meliponini) in an urban forest fragment in Southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 41(3): 209–215.

- Backes P, Irgang B (2004) Árvores cultivadas no sul do Brasil – Guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas. Porto Alegre, Paisagem do Sul, 206p.
- Barron AB, Zhu H, Robinson GE, Srinivasan MV (2005) Influence of flight time and flight environment on distance communication by dancing honey bees. *Insectes Sociaux*. 52: 402–407.
- Begon M, Townsend CR, Harper JL (2006) Ecology from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing Ltd., 746p.
- Biesmeijer J C, Slaa J E (2004) Information flow and organization of stingless bee foraging. *Apidologie* 35: 143–157.
- Blochtein B, Harter-Marques B (2003) Hymenoptera, p. 95-109. In Marques AAB, Fontana CS, Vélez E, Bencke GA, Schneider M, Reis RE (Eds). Livro Vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, FZB/MCT-PUCRS/PANGEA, 632p.
- Borges FV, Blochtein B (2006) Variação sazonal das condições internas de colônias de *Melipona marginata obscurior* Moure, no Rio Grande do sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(3): 711-715.
- Colwell R K, Futuyma D J (1971) On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52(4): 567-576.
- El Shafie H A F, Mogga J B B, Basedow T (2002) Studies on the possible competition for pollen between the honey bee, *Apis mellifera sudanensis*, and the imported dwarf honey bee *Apis florea* (Hym., Apidae) in North-Khartoum (Sudan). *Journal of Applied Entomology* 126: 557–562.
- Erdtman G (1952) Pollen morphology and plant taxonomy. New York, Publ. 553p.
- Fidalgo AO, Kleinert AMP (2010). Floral Preferences and Climate Influence in Nectar and Pollen Foraging by *Melipona rufiventris* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Ubatuba, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Entomology* 39(6): 879-884.

- Fontaine C, Collin CL, Dajoz I (2008) Generalist foraging of pollinators: diet expansion at high density. *Journal of Ecology* 96: 1002–1010.
- Goulson D (2003) Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:1–26.
- Goulson D, Stout J C, Kells A R (2002) Do exotic bumblebees and honeybees compete with native flower-visiting insects in Tasmania? *Journal of Insect Conservation* 6: 179–189.
- Harter B, Leistikow C, Wilms V, Truylio B, Engels W (2002) Bees collecting pollen from flower with poricidal anthers in a south Brazilian Araucaria forest: a community study. *Journal of Apicultural Research* 40(1-2): 9-16
- Heusser CJ (1971) Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae. Arizona. The University of Arizona Press. 167p.
- Imperatriz-Fonseca VL, Ramalho M, Kleinert-Giovannini A. (1994) Abelhas sociais e flores, análise polínica como método de estudo, p.17-30. In Pirani JR, Cortopassi-Laurino M. (eds). Flores e abelhas em São Paulo. EDUSP,193p.
- Jha S, Vandermeer JH (2009) Contrasting bee foraging in response to resource scale and local habitat management. *Oikos* 118: 1174-1180.
- Kleinert AMP, Ramalho M, Cortopassi-Laurino M, Ribeiro MF, Imperatriz-Fonseca VL (2009) Abelhas sociais (Meliponini, Apini, Bombini) p. 373-426. In Panizzi AR, Parra JRP (eds.) Bioecologia e nutrição de insetos – Base para o manejo integrado de pragas. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica.
- Krebs CJ (1999) Ecological methodology. University of British Columbia, 581p.
- Kuinchtner A, Buriol GA (2001) Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Exatas* 2(1): 171-182.
- Moreno JA (1961) Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 42p.

Nogueira-Ferreira FH, Augusto SC (2007) Niche width and similarity in the use of floral resources for Eusocial bees in a cerrado area. *Bioscience Journal* 23, Supplement 1:45-51.

Nogueira-Neto P 1997 Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo, Nogueirapis Editora, 445p.

Nunes-Silva P, Hrcir M, Imperatriz-Fonseca VL (2010) A polinização por vibração. *Oecologia Australis* 14(1): 140-151.

Odum EP (1988) *Ecologia*. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 434 p.

Oliveira-Filho A (2009) Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60(2): 237-258.

Petanidou T, Pots SG (2006) Mutual use of resources in Mediterranean plant-pollinator communities; how specialized are pollination webs?, p. 220-244 In Waser NM, Olferton J (eds.) *Plant-pollinator interactions. From specialization to generalization*. Chicago and London, The University of Chicago Press, 445p.

Pire SM, Anzótegui LM, Cuadrado GA (1998) *Flora polínica del nordeste Argentino*. Corrientes, Editora de la universidad nacional de Nordeste, 144p.

Ramalho M, Kleinert-Giovannini A, Imperatriz-Fonseca VL (1990) Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie* 21: 469-488.

Ramalho M, Giannini TC, Malagodi-Braga KS, Imperatriz-Fonseca VL (1994) Pollen harvest by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Grana*,33: 239-44

Ramalho , Silva, MD, Carvalho AL (2007) Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): Uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology* 36(1): 038-045.

Roubik DW (1989) Ecology and natural history of tropical bees. New York, Cambridge University Press, 514p.

Roubik DW (2009) Ecological impact on native bees by the invasive africanized honey bee. *Acta biologica Colombiana* 14(2): 115 - 124

Roubik DW, Moreno JE (1991) Pollen and spores from Barro Colorado Island. Missouri, Missouri Botanical Garden, 270p.

Roubik DW, Villanueva-Gutiérrez R (2009) Invasive Africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. *Biological Journal of the Linnean Society* 98: 152–160.

Roulston T H, Goodell K 2011 The role of resources and risks in regulation wild bee populations. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 56:293–312.

Sandlin EA (2000) Foraging information affects the nature of competitive interactions. *Oikos* 91: 18–28.

Schöener TW (1971) Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 2: 369-404.

Schöener TW (1983) Field experiments on interspecific competition. *The American Naturalist* 122(2): 240-285.

SEMA (2012) Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. <http://www.sema.rs.gov.br/>, em 10/04/2012.

Souza VC, Cortopassi-Laurino M, Simão-Bianchini R, Pirani Jr, Azoubel ML, Guibu, LS, Giannini TC (1994). Plantas apícolas de São Paulo e arredores, p. 43-65. In Pirani JR, Cortopassi-Laurino M (eds) Flores e abelhas de São Paulo. São Paulo, Edusp, 193p. Souza VC, Lorenzi H (2008) Botânica Sistemática. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 640p.

Steffan-Dewenter I, Tschardt T (2000) Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia* 122: 288–296.

- Thomson D (2004) Competitive interactions between the invasive European honey bee and native bumble bees. *Ecology* 85(2): 458–470.
- Thomson DM (2006) Detecting the effects of introduced species: a case study of competition between *Apis* and *Bombus*. *Oikos* 114: 407-418.
- Townsend CR, Begon M, Harper JL (2006) Fundamentos em ecologia. Porto Alegre, Artmed, 593p.
- Venturieri GC, Raiol VFO, Pereira CAB (2003) Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança - PA, Brasil. *Biota Neotropica* 3(2): 1-7.
- Villanueva-Gutierrez R, Roubik D W (2004) Why are African honey bees and not European bees invasive? Pollen diet diversity in community experiments. *Apidologie* 35:481–491.
- Wilms W, Wiechers B (1997) Floral resource partitioning between native Meliponabees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. *Apidologie* 28: 339-355.
- Winfrey R (2010) The conservation and restoration of wild bees. *Annals of the New York Academy of Science* 1195: 169-197.
- Winston ML (2003) A biologia da abelha. Porto Alegre, Magister Editora, 276 p.

CAPÍTULO III

Suzane Both Hilgert-Moreira

Laboratório de Entomologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Caixa

Postal 1429, 90619-900, Porto Alegre, RS Brasil

suzaneboth@yahoo.com.br

Índice de Aproveitamento de Pólen de *Eucalyptus* spp. por *Melipona obscurio* Moure e *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera, Apidae), em Fragmentos Florestais de Mata Atlântica no Sul do Brasil.

S B HILGERT-MOREIRA¹, B BLOCHTEIN¹, M Z FERNANDES¹, C A MARCHETT²

¹Laboratório de Entomologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. ² Universidade de Caxias do Sul, RS, Brasil.

Título resumido: Uso de Eucalipto por *Apis mellifera* L. e *Melipona obscurior* Moure

ABSTRACT - *Eucalyptus* is an exotic genus in Brazil whose massive flowerings are visited by bees in search of food. To verify the use of *Eucalyptus* spp. in the pollinic diet of *Apis mellifera* L. and *Melipona obscurior* Moure, the proportion of pollen from *Eucalyptus* spp. collected by both bees related with its representativity in the landscape, was evaluated. The study occurred in the localities of Riozinho and Rolante, RS, whose land cover was characterized by remote sensing. In each two weeks, from April/2009 to March/2010, pollen was collected from foragers of three hives of each bee species for posterior pollinologic analysis. The median of percentages of pollen from *Eucalyptus* spp. collected in Riozinho was 16.3% (zero-55.3%; n = 18) for *A. mellifera* and 2.6% (zero-72.3%; n = 15) for *M. obscurior*. In Rolante, the median was 21.9% (zero- 66.7%; n = 19) for *A. mellifera* and 17.6% (zero- 82.9%; n = 17) for *M. obscurior*. The difference between values was significative only when considered the collection period. In the same way, the use index was similar for both species and both areas. The attractiveness and availability of flowering *Eucalyptus* spp., throughout the year, allowed both to use pollen from this genus similarly in both areas, regardless of the landscape's characteristics of the areas. In the south of Brazil, sustainable practices for the management of eucalypts can assist on the survival of social bees during the periods of lower offers from other pollinic sources.

Keywords: Meliponini, social bees, floral resources, exotic species, pollen

Resumo - *Eucalyptus* é um gênero exótico no Brasil cujas florações maciças são visitadas por abelhas em busca de alimento. Com o objetivo de avaliar o uso de *Eucalyptus* spp. na dieta polínica de *A. mellifera* e *M. obscurior* analisou-se a relação entre a proporção de pólen coletado pelas duas espécies com a sua representatividade na cobertura vegetal. O estudo ocorreu nos municípios de Riozinho e Rolante, RS, cuja cobertura do solo foi caracterizada por meio de sensoriamento remoto. Quinzenalmente, de abril/2009 a março/2010, coletou-se pólen de forrageiras de três colmeias de cada espécie de abelha para posterior análise palinológica. A mediana das porcentagens de pólen de *Eucalyptus* spp. coletado em Riozinho foi 16,3% (zero-55,3%; n = 18) para *A. mellifera* e 2,6% (zero-72,3%; n = 15) para *M. obscurior*. Em Rolante a mediana foi 21,9% (zero- 66,7%; n = 19) para *A. mellifera* e 17,6% (zero-82,9%; n = 17) para *M. obscurior*. A diferença entre estes valores foi significativa apenas quando consideradas as quinzenas de coletas. Da mesma forma o índice de aproveitamento do pólen foi semelhante para as ambas as espécies e nas duas áreas. A atratividade e disponibilidade das florações de *Eucalyptus* spp., ao longo do ano, permitiu às abelhas utilizarem de modo semelhante o pólen deste gênero, independente das características da paisagem das áreas. No sul do Brasil, práticas sustentáveis de manejo de eucalipto podem auxiliar na manutenção de abelhas sociais nos períodos de menor oferta de outras fontes polínicas.

Palavras-chave: Meliponini, abelhas sociais, recurso floral, espécies exóticas, pólen

Introdução

O cultivo de espécies florestais exóticas está entre as causas da diminuição da cobertura vegetal nativa, com conseqüente fragmentação de habitats (Foroughbakhch *et al* 2001). A isso se segue a perda na biodiversidade pela ruptura das relações mutualísticas entre plantas e polinizadores (Morales & Aizen 2002, Aizen *et al* 2012), tendo nos insetos o componente mais vulnerável neste tipo de interação (Taki & Kevan 2007). Impacto semelhante acontece em sistemas agroflorestais com homogeneização da paisagem, reduzindo a diversidade e abundância de abelhas nativas (Steffan-Dewenter & Tschardtke 1999, Kremen *et al* 2002).

Neste contexto insere-se a eucaliptocultura, dominante no setor de florestas plantadas, uma prática que se encontra em expansão (Marchini & Moreti 2003) na maioria dos estados brasileiros. Originário da Austrália, o gênero *Eucalyptus* é cultivado em cerca de 4.873.952ha do território brasileiro, sendo o estado Rio Grande do Sul o 4º maior produtor do país com plantio de 280.198ha (ABRAF 2012). O cultivo de *Eucalyptus* spp. é dirigido ao fornecimento de madeira para a construção civil, marcenaria e extração de celulose para fabricação de papel (ABRAF 2012). O alto potencial melífero das espécies de *Eucalyptus* (Falkenberg & Simões 2011) é aproveitado pelos apicultores associando as colmeias de *Apis mellifera* L. a hortos nas épocas de floração (Dongock *et al*, 2007; Anjos *et al*, 2009). Atualmente existem propostas de parceria entre empresas e apicultores para desenvolvimento de projetos sustentáveis visando à inclusão social e aumento de renda de comunidades rurais com a produção de mel (ABRAF 2012). Em áreas degradadas pode ser utilizado na restauração de serviços de ecossistemas (Ewell & Putz 2004).

No entanto, a implementação de plantios de *Eucalyptus* spp. tem levantado questões ambientais, a exemplo do efeito alelopático de seus metabólitos sobre o desenvolvimento de plantas herbáceas (Souto *et al* 2001, Zhang *et al* 2009) capazes de afetar a biodiversidade

associada às áreas de cultivo (Falkenberg & Simões 2011). Além disso, espécies vegetais exóticas que representam abundante recurso de néctar e pólen, tanto para visitantes florais nativos quanto introduzidos, podem levar a alterações nas relações entre insetos antófilos e plantas (Morales & Aizen 2002, 2006, Aizen *et al* 2012). Resultado semelhante pode ocorrer devido à distância entre fragmentos florestais naturais, dificultando a mobilidade de polinizadores e, a diminuição da heterogeneidade da paisagem pela presença destes cultivos em larga escala (Steffan-Dewenter & Tschardt 1999, Kremen *et al* 2002, Brosi *et al* 2008). Neste contexto, a tecnologia do sensoriamento remoto tem sido importante ferramenta para monitoramento de ecossistemas em escala espacial (Malenovsky *et al* 2009, Ustin & Gamon 2010) e para estudos da relação entre o impacto do homem no ambiente e a riqueza, diversidade e abundância de abelhas (Winfree *et al* 2008, Steffan-Dewenter & Westphal 2008, Winfree *et al* 2011).

Eucalyptus spp. possui um padrão de floração maciça variável em relação ao período da estação produtiva (de três semanas a seis meses) e em relação ao número de flores produzidas (de 100 a 1,5 milhão unidades em um indivíduo em um período de floração) (Potts & Gore 1995). Tais características têm importantes implicações no comportamento de forrageio de abelhas (Jha & Vandermeer 2009), seus principais polinizadores. A relação de uso do eucalipto por abelhas tem sido documentada em trabalhos como o de Cortopassi-Laurino & Ramalho (1988), que encontraram predominância dos grãos de pólen de espécies de *Eucalyptus* nas amostras de pólen coletado por *A. mellifera* e *Trigona spinipes* Fabricius, em São Paulo. Na identificação de fontes nectaríferas mais frequentadas por *Hypotrigona gribodoi* Magetti e *Melipona ferruginea* Lepeletier, Kajobe (2006) analisou o pólen contido no corpo de indivíduos destas espécies encontrando o gênero *Eucalyptus* como o mais representativo da família Myrtaceae. Soma-se a esses, o estudo feito por Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca (1987) em amostras de pólen oriundas de colônias de *Melipona*

marginata Lepeletier, ao longo de um ano, em São Paulo, Brasil, evidenciando *Eucalyptus* como o gênero mais constante nessas amostras.

No Rio Grande do Sul espécies de *Eucalyptus* distribuem-se por quase todo o Estado, incluindo áreas de Mata Atlântica onde habitam espécies de Meliponini, entre elas *Melipona obscurior* Moure (Witter & Blochtein 2009). A ocorrência desta espécie no Domínio Tropical Atlântico no sul do Brasil está ameaçada principalmente pela fragmentação dos ecossistemas que isola suas populações (Blochtein & Harter-Marques 2003). *M. obscurior* compartilha seu habitat com *A. mellifera*, abelha exótica amplamente distribuída em diversos ecossistemas brasileiros. Como espécies sociais que possuem colônias perenes necessitam alimento durante todo o ano para sua manutenção e reprodução (Imperatriz-Fonseca *et al* 1994), apresentando comportamento generalistas no uso das fontes florais (Kleinert *et al* 2009). As abelhas *A. mellifera* possuem até 100.000 indivíduos por colônia e são principalmente associadas a áreas abertas. Já *M. obscurior* possui colônias com algumas centenas a milhares de indivíduos (Nogueira-Ferreira 1997) e, assim como outras Meliponini, habitam áreas de florestas (Roubik 2006, Brosi 2009). O raio médio de forrageio em *A. mellifera* é de cerca de 1700 m (Roubik 1989) podendo atingir, por indução, até 10 km (Winston 2003). Embora não haja indicação do raio de voo em *M. obscurior*, para outras espécies de *Melipona* há referência de algumas centenas de metros até cerca de 2 km (Roubik 1989, Imperatriz-Fonseca *et al* 1994).

Com o objetivo de avaliar o uso de *Eucalyptus* spp. na dieta polínica de *A. mellifera* e *M. obscurior* analisou-se a relação entre a proporção de pólen coletado pelas duas espécies com a sua representatividade na cobertura vegetal. Classes de uso e cobertura do solo foram definidas a partir de sensoriamento remoto determinando a área de ocupação de *Eucalyptus* spp. na paisagem.

Material e Métodos

Caracterização das áreas de estudo

O trabalho foi desenvolvido em duas áreas de Mata Atlântica no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil, inseridas na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, distando cerca de 15km uma da outra. Situam-se nos municípios de Riozinho (29°40'36.63''S e 50°27'32.58''O) e Rolante (29°38'3.20''S e 50°34'24.91''O) a uma altitude de 570m e 70m acima do nível do mar, respectivamente. A região apresenta clima subtropical úmido, do tipo Cfa, segundo classificação de Köppen, com temperatura média do mês mais frio acima de 3°C e do mês mais quente superior a 22°C (Moreno 1961). A fitofisionomia da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (Oliveira-Filho 2009), com elevada diversidade vegetal distribuída em 143 espécies florestais pertencentes a 48 famílias (SEMA 2012) Dentre estas os elementos mais representativos são: *Cupania vernalis* Cambess., *Eugenia uniflora* L., *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Ruprechtia laxiflora* Meisn., *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan, *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez e *Scutia buxifolia* Reissek (SEMA 2012). A paisagem nas duas áreas também é marcada por áreas com reflorestamentos de eucalipto, sendo as espécies de mais utilizadas *E. grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm, *E. citriodora* (Hook), *E. viminalis* Labill e *E. robusta* Sm (Sergio Koch, comunicação pessoal em 11/04/2012).

Colônias de abelhas

Nas duas áreas de estudo foram utilizadas três colônias de *A. mellifera*, em colmeias do tipo Langstroth, e três de *M. obscurior* mantidas em colmeias padronizadas, de acordo com o

modelo de Venturieri *et al* (2003). A distância entre as colmeias de *A. mellifera* e *M. obscurior* foi de, aproximadamente, 200m em Riozinho e de 150m Rolante.

Obtenção das amostras de pólen

À entrada de cada colmeia de *A. mellifera* foi acoplado um coletor de pólen para alvado, modelo Iceal, próprio para colmeias Langstroth. Este equipamento consiste em uma caixa de madeira, acoplada à parte inferior da colmeia, com cerca de 34 x 9 x 7cm e uma placa de acrílico, com 221 aberturas circulares de 4,6mm de diâmetro cada, colocada diretamente à frente da entrada da colmeia. Ao entrarem na colmeia, passando pela placa, as abelhas forrageiras perdiam as cargas polínicas que caíam sobre a caixa coletora. Em cada dia de coleta as placas de acrílico foram colocadas ao amanhecer e retiradas ao final do período vespertino. Para obtenção do pólen de *M. obscurior*, bloqueou-se a entrada da colmeia com um pequeno bastão de madeira durante 15 minutos, a cada hora, durante o período de atividade de voo. As forrageiras em retorno ao ninho eram, então, capturadas com rede entomológica para retirada manual das cargas polínicas, sendo liberadas a seguir. Este procedimento ocorreu em sequência para as três colmeias, com intervalo de cinco minutos entre cada uma delas. As amostragens de pólen de ambas as espécies foram quinzenais, no período de abril de 2009 a março de 2010. Como as atividades externas das colmeias estão relacionadas às condições meteorológicas, em alguns meses as amostragens foram únicas ou não ocorreram, como indicado nos gráficos por asterisco (*).

Procedimentos de laboratório

O material polínico proveniente de cada colmeia foi mantido em estufa para secagem, à temperatura de 38°C durante 48 horas. Após pesagem, as amostras foram desagregadas e homogeneizadas utilizando agitador magnético a 10.000 RPM. Do material solubilizado

retirou-se um volume correspondente a 0,1g de pólen, seguido da acetólise dos grãos para eliminação do conteúdo citoplasmático (Erdtman 1952). Para confecção das lâminas palinológicas utilizou-se como meio de montagem gelatina glicerinada corada com fucsina e sobre a qual se colocou uma pequena fração do material polínico, totalizando a elaboração três lâminas por amostra.

Análises palinológicas

Em cada lâmina foram estabelecidos transectos ao longo dos quais identificou-se 1200 grãos de pólen, por amostra. Catálogos polínicos e palinoteca de referência pertencente ao Laboratório de Taxonomia Vegetal da Universidade do Vale do Rio dos Sinos auxiliaram na identificação dos tipos polínicos, distinguindo-se *Eucalyptus* spp. de outros tipos polínicos.

Classificação da cobertura do solo

Com o objetivo de relacionar os dados obtidos das colmeias de *A. mellifera* e *M. obscurior* com as classes de uso do solo, determinou-se um raio de 3 km de entorno em relação às colmeias, com base nas medidas de voo citadas para *A. mellifera* (maior que para as abelhas *Melipona*) em Roubik (1989), Imperatriz-Fonseca (1994) e Winston (2003). Para tanto se utilizou uma imagem Landsat TM 5, para cada área, órbita-ponto 220/081, de 28/04/2011, disponibilizada na página eletrônica do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). As imagens foram processadas no programa computacional ENVI® (*Environment for Visualizing Images*) versão 4.8. Para o georreferenciamento utilizou-se uma imagem base GeoCover. As verdades de campo, as composições de bandas e o NDVI foram utilizados para a seleção das amostras da classificação supervisionada Máxima Verossimilhança Gaussiana. A análise das imagens Landsat TM 5, a partir de padrões de interpretação (cor, tonalidade, textura e forma), aliado às observações a campo, permitiu identificar e agrupar as seguintes classes de uso e

cobertura da terra: Agropastoril, Água, Área Urbana, *Eucalyptus* spp., Mata nativa e *Pinus* spp. Devido à resolução espacial de 30 metros em imagens Landsat TM 5, alguns tipos de uso da terra observados em visita a campo, como banhado por exemplo, foram incluídos pelo classificador digital nas classes de uso da terra adjacentes ou com resposta espectral similar.

Análises estatísticas

Os resultados obtidos da análise polínica originaram uma matriz de dados considerando as três colmeias de cada espécie de abelha, as áreas e o período de cada amostragem. Para o gráfico da porcentagem média de pólen de *Eucalyptus* spp. obtida em um ano de coletas, para cada espécie e em cada local, foi empregado o programa para estatística *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 17.0. O gráfico da distribuição das médias das porcentagens de pólen de *Eucalyptus* spp. obtido de três colmeias, em cada coleta, para cada espécie de abelha e em cada local, ao longo de doze meses, foi produzido com o programa Microsoft Excel 2010. Nas demais análises deste estudo utilizou-se o programa estatístico SPSS 17.0 com nível de significância de 0,05. Para verificar o efeito de data de coleta, espécie de abelha, local e interações destas variáveis, no uso de pólen de *Eucalyptus* spp. foi realizada UNIANOVA usando a variável porcentagem de pólen de *Eucalyptus* spp. com transformação raiz quadrada, comparada às variáveis, data, espécie de abelha e local e, as interações entre estas. Nesta análise foram usadas apenas as datas de coleta para as quais houvesse dados dos dois locais e para as duas espécies de abelhas. Para controlar o efeito da data na análise, espécies e locais foram também comparados usando o teste de Wilcoxon sobre as médias dos valores das três colmeias observadas em cada data de coleta.

Para a análise da relação do uso de pólen de *Eucalyptus* spp. pelas duas espécies de abelhas com a porcentagem de área ocupada (no raio de 3 km no entorno das colmeias) foi criada a variável “índice de aproveitamento” (Ia), calculado como segue:

$Ia = \% \text{ de pólen de } Eucalyptus \text{ spp.} / 100 * \% \text{ de área ocupada por } Eucalyptus \text{ spp.},$
sendo 4,33 e 3,62 as porcentagens das áreas ocupadas por *Eucalyptus* spp. em Riozinho e Rolante, respectivamente. A partir deste índice aplicou-se UNIANOVA com os índices de aproveitamento, com a transformação raiz quadrada, comparados às variáveis data, espécie de abelha e local e, as interações entre estas.

Resultados

Considerando a totalidade de pólen coletado em um ano de amostragens em Riozinho, a mediana das porcentagens de pólen de *Eucalyptus* spp. utilizado por *M. obscurior* e *A. mellifera* foi 2,6% (mínimo = zero, máximo = 72,3; n = 15) e 16,3% (mínimo = zero, máximo = 55,3%; n = 18), respectivamente. Já em Rolante, o resultado mostrou que a mediana das porcentagens de pólen de *Eucalyptus* spp. coletado por *M. obscurior* foi 17,6% (mínimo = zero, máximo = 82,9%; n = 17), enquanto para *A. mellifera* a mediana foi 21,9% (mínimo = zero, máximo = 66,7%; n = 19) do total de pólen coletado (Fig 1).

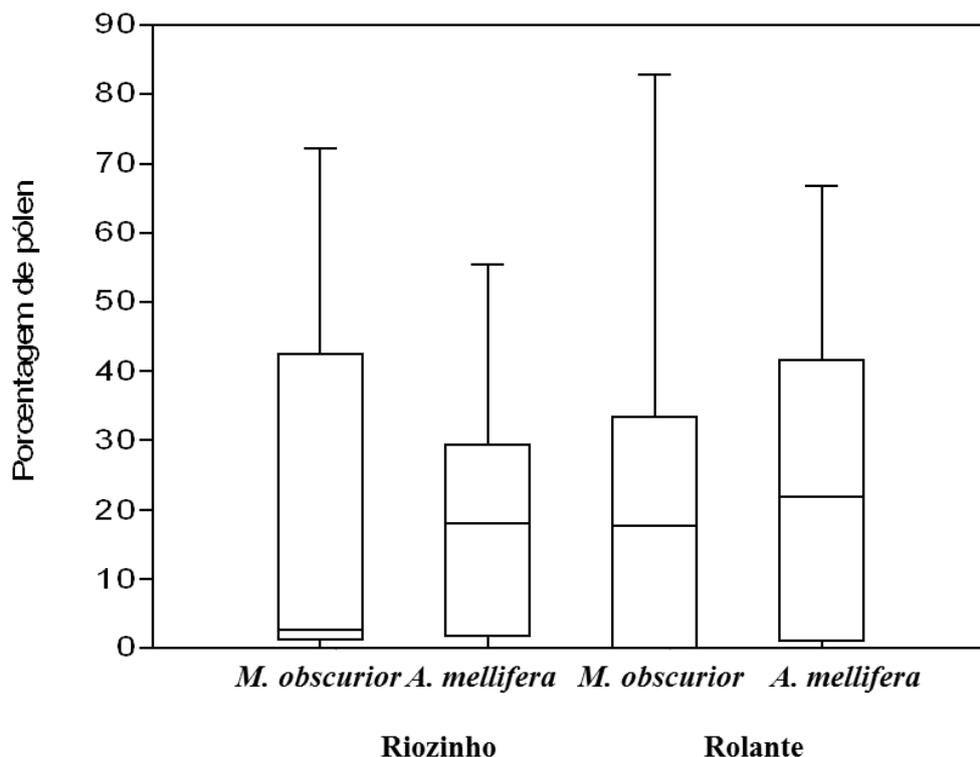


Fig 1 Porcentagem média de pólen de *Eucalyptus* spp. coletado por forrageiras em três colmeias de *Melipona obscurior* e de *Apis mellifera*, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho e Rolante, RS, Brasil. Linha horizontal interna = mediana; limite externo das colunas = valores mínimos e máximos.

Embora a frequência relativa de pólen de *Eucalyptus* spp. coletado pelas duas espécies de abelhas tenha sido maior em Rolante que em Riozinho, pela UNIANOVA a diferença entre as duas áreas não foi significativa ($p = 0,061$). Da mesma forma, a diferença nos valores encontrados para porcentagem de pólen de *Eucalyptus* spp. coletado por *A. mellifera* em relação à *M. obscurior*, não foi significativa ($p = 0,281$), mesmo quando relacionada aos locais ($p = 0,906$) (Tabela 1).

Tabela 1 Relação da porcentagem de pólen de *Eucalyptus* spp. com as variáveis data, espécie de abelha, local e suas interações, aplicando UNIANOVA (n = 168). Os dados relativos aos meses com ausência de coleta foram excluídos. Valores significativos estão em negrito.

	GL	F	P
Data	13	5,550	<0,001
Espécie	1	1,173	0,281
Local	1	3,588	0,061
Data*espécie	13	2,602	0,003
Data*local	13	3,472	<0,001
Espécie*local	1	0,014	0,906
Data*espécie*local	13	2,003	0,027

Aplicando o teste de Wilcoxon às porcentagens de pólen de *Eucalyptus* spp. coletado pelas duas espécies, controlando o efeito da data de coleta, não foi encontrada diferença significativa entre *A. mellifera* e *M. obscurior* em Riozinho ($z = 0,314$; $n = 14$; p-exato = 0,787) ou em Rolante ($z = 0,471$; $n = 14$; p-exato = 0,671). Também não se verificou diferença quanto às porcentagens de coleta deste tipo polínico entre as localidades, nem para *A. mellifera* ($z = 0,79$; $n = 14$; p-exato = 0,463), nem para *M. obscurior* ($z = 0,454$; $n = 14$; p-exato = 0,685).

As porcentagens de pólen de *Eucalyptus* spp. coletado pelas duas espécies de abelhas oscilaram ao longo do ano nas duas áreas. Assim, a maior representatividade deste tipo polínico nas amostras de Riozinho foi encontrada em abril e maio, tanto para *A. mellifera* quanto para *M. obscurior* (Fig 2). Em Rolante, os picos de coleta foram diferentes para as duas espécies, de forma que a maior porcentagem de pólen de *Eucalyptus* spp. por *A. mellifera* ocorreu nos meses de abril e outubro enquanto que por *M. obscurior* em fevereiro e março (Fig 3).

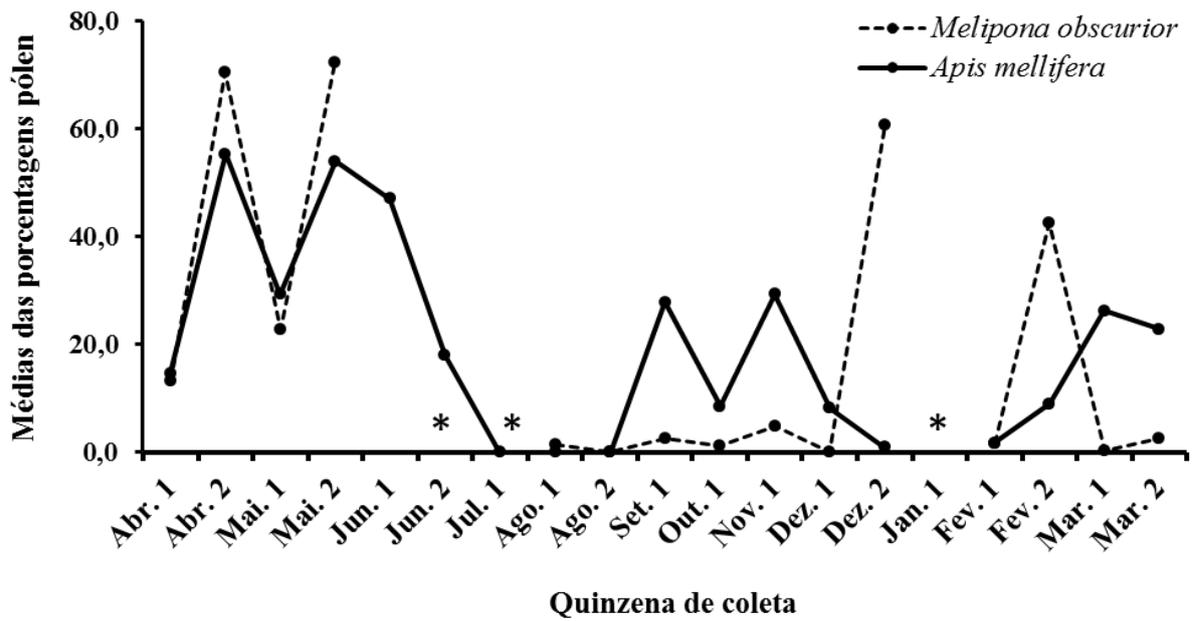


Fig 2 Médias das porcentagens de pólen de *Eucalyptus* spp. obtidas de três colmeias de *Apis mellifera* e de três colmeias de *Melipona obscurior*, de abril de 2009 a março de 2010, em Riozinho, RS, Brasil. O número ao lado do mês indica a quinzena de coleta. (*) indica ausência de coleta.

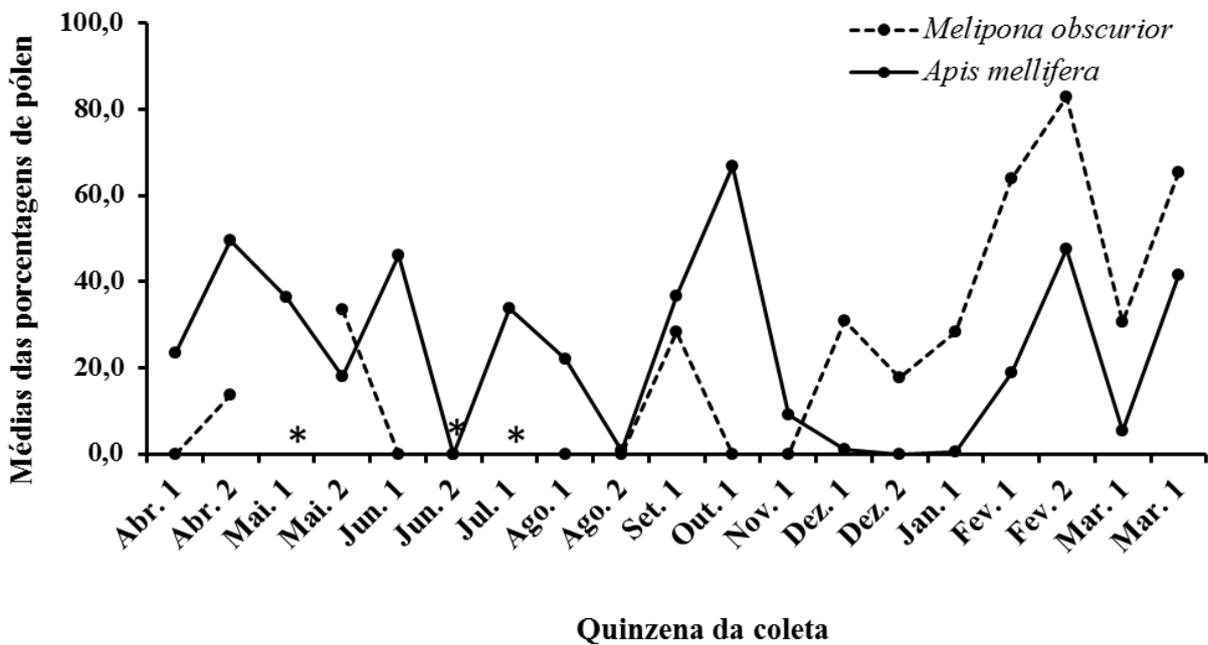


Fig 3 Médias das porcentagens de pólen de *Eucalyptus* spp. obtido de três colmeias de *Apis mellifera* e de três colmeias de *Melipona obscurior*, de abril de 2009 a março de 2010, em Rolante, RS, Brasil. O número ao lado do mês indica a quinzena de coleta. (*) indica ausência de coleta.

Plantios de espécies de *Eucalyptus* integram a paisagem no entorno das colmeias das duas áreas em proporções semelhantes, juntamente com outras classes de ocupação do solo (água, área urbana, mata nativa e *Pinus* spp.). Em Riozinho (Fig 4), a área com *Eucalyptus* spp. corresponde a 4,3%, enquanto que a mata nativa ocupa a maior porcentagem (81,8%) de cobertura em relação às demais classes. Em Rolante, a área ocupada por *Eucalyptus* spp. é de 3,6%, enquanto que a mata nativa correspondeu a 40,4% demais classes associadas à ação antrópica (52,9%) é maior em relação à área ocupada por, indicando maior grau de fragmentação nesta área quando comparada a Riozinho (Fig 5 e Fig 6).

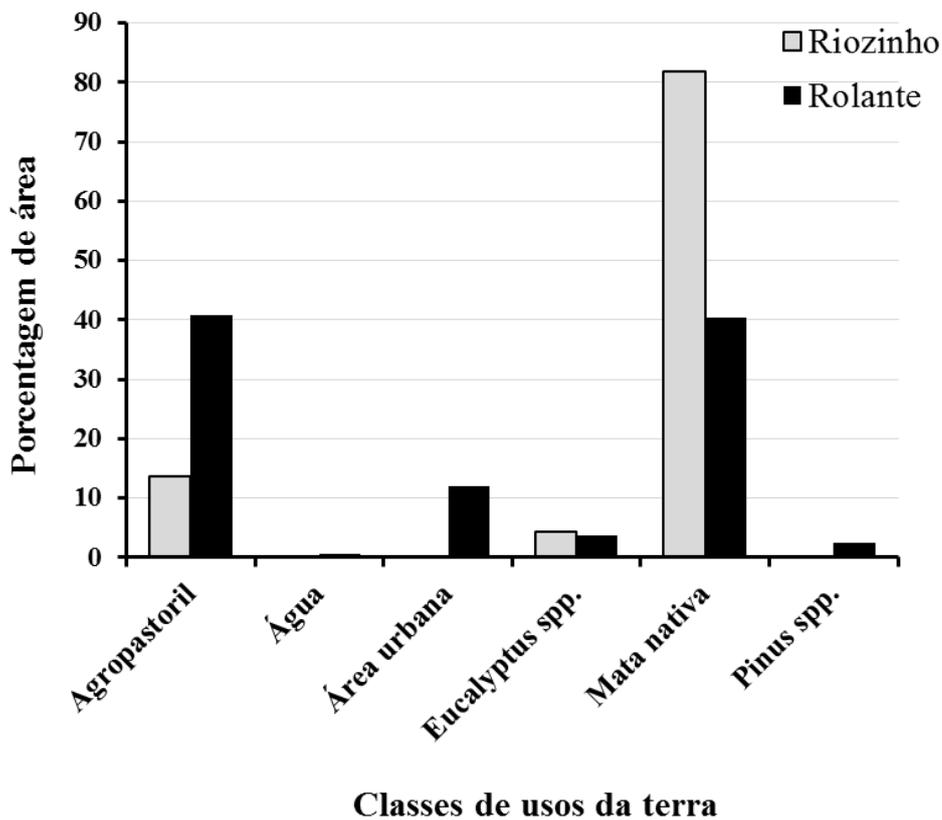


Fig 4 Uso e cobertura da terra do entorno das colmeias de *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, em Riozinho e Rolante, RS, Brasil. Classificação a partir de imagem Landsat TM 5 de 28/04/2011.

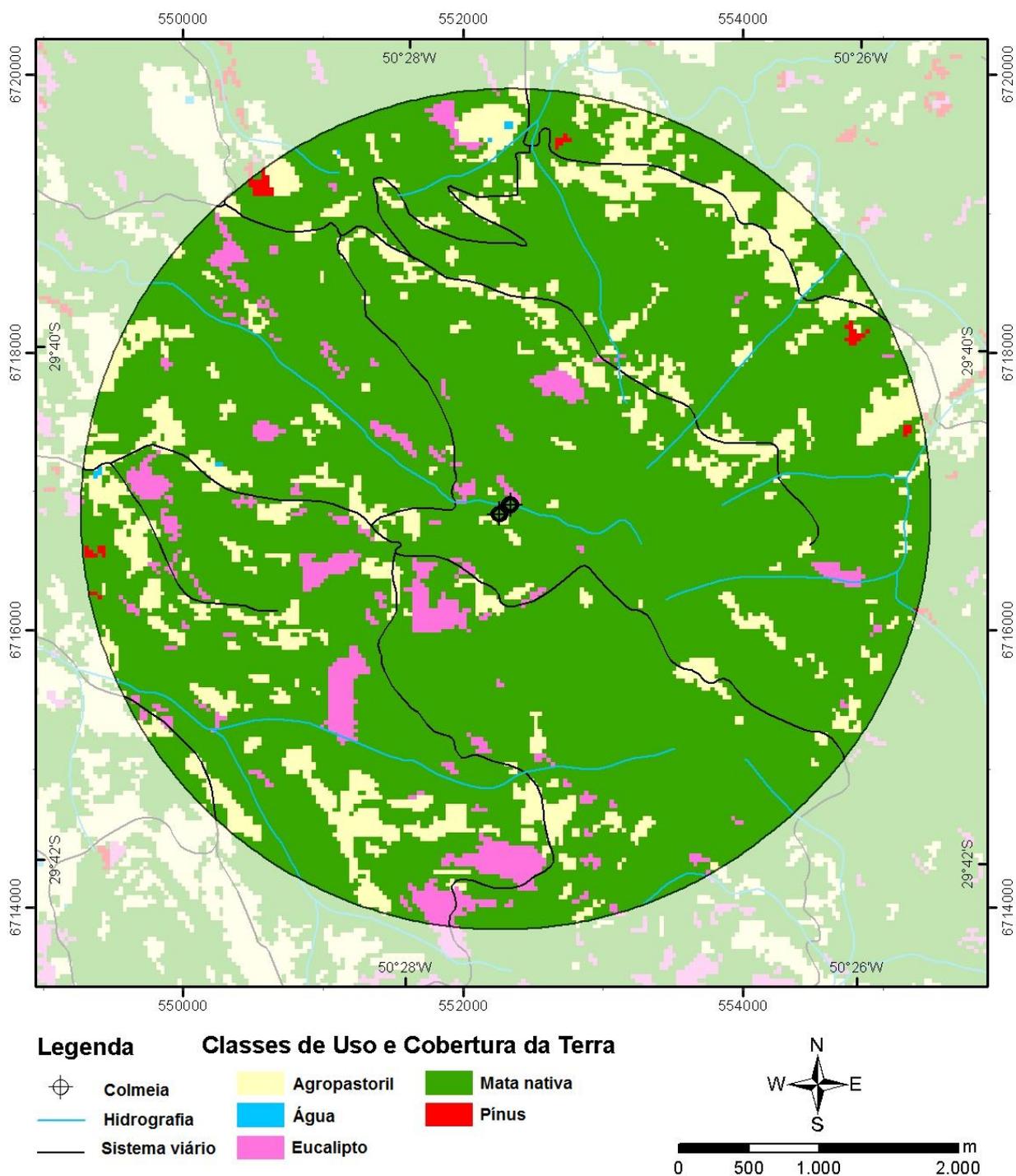


Fig 5 Classificação do uso e cobertura da terra do entorno das colmeias estudadas de *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, no município de Riozinho, RS, Brasil. Imagem Landsat TM 5, órbita-ponto 220/081, de 28/04/2011.

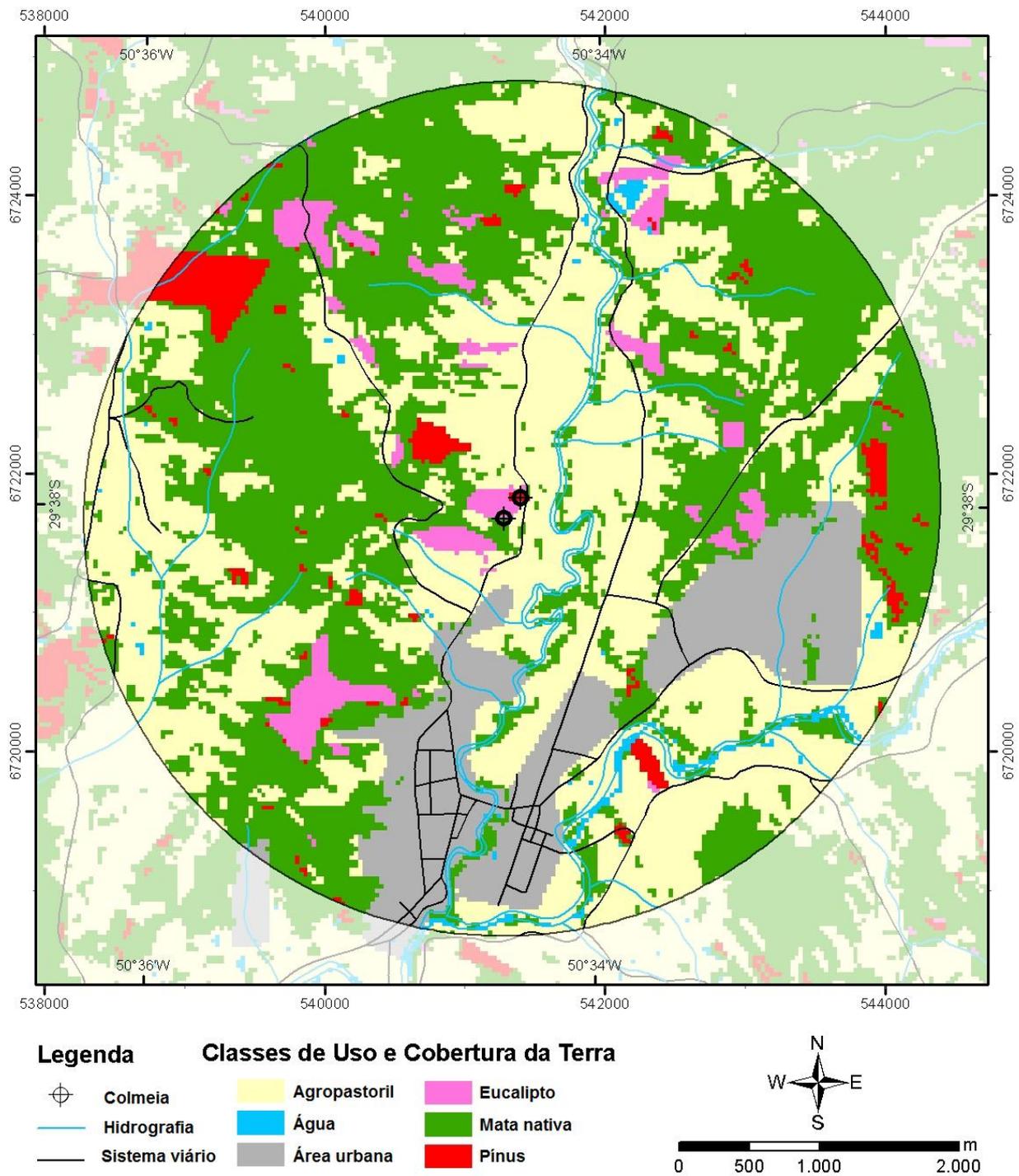


Fig 6 Classificação de uso e cobertura da terra do entorno das colmeias estudadas de *Apis mellifera* e *Melipona obscurior*, no município de Rolante, RS, Brasil. Imagem Landsat TM 5, órbita-ponto 220/081, de 28/04/2011.

Na análise da relação entre a proporção de pólen de *Eucalyptus* spp com a área ocupada por esta arbórea verificou-se, com a aplicação da UNIANOVA, que não houve diferença significativa no índice de aproveitamento de *Eucalyptus* spp. para as variáveis espécie (p = 0,707), local (p = 0,314) e a interação dessas variáveis (p = 0,850). No entanto, a diferença foi significativa ao comparar o índice de aproveitamento entre datas de coleta (p <0,001) e entre data de coleta e espécie. Desta forma, o nível de significância do índice de aproveitamento de *Eucalyptus* spp. mostrou-se dependente de data (Tabela 2).

Tabela 2 Relação do índice aproveitamento de pólen de *Eucalyptus* spp. com as variáveis data, espécie de abelha e local e suas interações, aplicando UNIANOVA (n = 168). Os dados relativos aos meses com ausência de coleta foram excluídos. Valores significativos estão marcados em negrito.

	GL	F	P
Data	13	5,073	<0,001
Espécie	1	1,142	0,707
Local	1	1,023	0,314
Data*espécie	13	2,415	0,007
Data*local	13	3,459	<0,001
Espécie*local	1	0,036	0,85
Data*espécie*local	13	1,784	0,054

Discussão

A ocorrência de pólen de *Eucalyptus* spp. na maioria das coletas por *A. mellifera* e *M. obscurior*, ao longo de um ano, e a alta representatividade deste pólen em relação à porcentagem média total de pólen coletado, estão possivelmente associadas à oferta de pólen e néctar. Seu florescimento intenso, cujas flores se mantêm produtivas por mais de três dias, exerce grande atratividade de sobre os visitantes florais (Marchini & Moreti 2003) - e abelhas

respondem positivamente à presença de floradas maciças, com altas taxas de visitação às flores (Westphal *et al* 2003, Holzschuh *et al* 2007, Kohler *et al* 2008, Jha & Vandermeer 2009). A semelhança na porcentagem de pólen de *Eucalyptus* spp. coletado por *A. mellifera* e *M. obscurior* pode estar relacionada à intensidade de suas floradas, como referido por Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca (1987) para outra espécie de *Melipona*, não apenas pela atratividade, mas por comportar a exploração concomitante deste recurso (Ramalho *et al* 2007) pelas duas espécies de abelhas.

Apesar de *Eucalyptus* ser um gênero exótico, possui ocorrência nos diversos ecossistemas brasileiros, sendo comumente encontrado em amostragens polínicas (Wilms & Wiechers 1997, Carvalho *et al* 1999, Ferreira *et al* 2010, Luz *et al* 2011) bem como em observações de abelhas em visitas florais (Imperatriz-Fonseca *et al* 1994, Marchini & Moreti 2003, Lopes *et al* 2007, Mendes *et al* 2008). O uso de recursos alimentares provenientes de *Eucalyptus* spp. tem sido citado tanto para *A. mellifera* quanto para abelhas nativas. Esta interação foi encontrada por Souza *et al* (1994) em uma área urbana de São Paulo envolvendo *Eucalyptus tereticornis* Smith e seus visitantes florais, sendo 11 espécies de Meliponini e *A. mellifera*. Em uma floresta tropical conservada no mesmo Estado, Wilms & Wiechers (1997), encontraram pólen de *Eucalyptus* spp. em até 60% do total coletado por *A. mellifera* e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier. Esta também foi uma das fontes mais frequentes de pólen de forrageiras de *A. mellifera*, *Plebeia droryana* (Friese), *Partamona helleri* (Friese), *Tetragonisca angustula* Latreille e *Nanotrigona testaceicornis* Lepeletier, na cidade de Piracicaba, São Paulo (Carvalho *et al* 1999).

A análise de pólen em 10 colmeias de *Melipona capixaba* Moure & Camargo, por Luz *et al* (2011) localizadas junto a fragmentos florestais com presença de *Eucalyptus*, no Espírito Santo, SE brasileiro, revelou que este gênero contribuiu com 53,4% a 96,6% do total armazenado em cada colmeia. Dentre as 42 espécies de plantas representadas no pólen

coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure), no centro-oeste do Brasil, *Eucalyptus* spp. correspondeu a 46,5% do total de pólen (Ferreira *et al* 2010).

As várias espécies do gênero *Eucalyptus* cultivadas na região deste estudo, com diferentes períodos de florescimento, garantiram uma disponibilidade variável de seus recursos florais ao longo do ano, em ambas as áreas. Isto justifica as porcentagens médias de pólen de *Eucalyptus* spp. nas amostras distribuírem-se de modo distinto ao longo do ano, nas duas áreas, bem como a influência significativa da variável data nas porcentagens de pólen coletado e nos índices de aproveitamento deste recurso pelas duas espécies de abelhas, nas duas áreas.

Apesar da estrutura da paisagem em Riozinho apresentar-se melhor conservada em relação a Rolante, com a mata nativa ocupando a maior área de cobertura do solo, o índice de aproveitamento de *Eucalyptus* spp. foi semelhante para as duas espécies de abelhas, em ambas as áreas. Isto mais uma vez demonstra o grau de atratividade de *Eucalyptus* spp., em relação a outras espécies vegetais, influenciando de modo semelhante na preferência floral de *A. mellifera* e *M. obscurior*. No estudo das interações entre espécies nativas e exóticas da Patagônia, principalmente em áreas com maior ação antrópica, Morales & Aizen (2006) defendem a existência de um “complexo invasor mutualístico” que pode favorecer os pares exóticos com maior intensidade em habitats alterados. Os autores encontraram *A. mellifera* com a mais estreita relação com plantas exóticas comparativamente a outros visitantes florais. Resultados semelhantes foram descritos por Medan *et al* (2011), para o Pampa Argentino registrando um maior número de interações de polinizadores exóticos (incluindo *A. mellifera*) com plantas exóticas que com espécies vegetais nativas. Observaram, no entanto, que muitos polinizadores nativos passaram a se relacionar oportunisticamente com plantas exóticas, Esta observação corrobora nossos resultados, pela semelhança na representatividade do tipo polínico *Eucalyptus* nas coletas polínicas, bem como em seu índice de aproveitamento nas

coletas por *M. obscurior* e *A. mellifera*, e de outros estudos realizados no Brasil citados anteriormente.

O eucalipto sendo generalista quanto aos seus visitantes florais (Souza *et al* 1994, Lopes *et al* 2007), compete com a vegetação nativa pelos polinizadores. Por outro lado, pode acolher espécies polinizadoras cujos pares tenham sido excluídos de seus habitats locais fornecendo suplemento alimentar contínuo (Holzschuh *et al* 2007, Winfree *et al* 2007). Tal complementariedade foi descrita por Kremen *et al* (2007) para paisagens antropizadas, mostrando como as características da paisagem no entorno dos habitats podem influenciar na persistência das populações em áreas fragmentadas (Öckinger *et al* 2012). Partindo deste pressuposto, o presente estudo avaliou não apenas a proporção de utilização, mas, também, o real aproveitamento de fontes florais a partir da sua representatividade na paisagem, tendo em vista que a ação de diferentes parâmetros da paisagem e cobertura do solo podem influenciar de modo diferenciado grupos distintos de abelhas (Tscheulin *et al* 2011).

Considerando a ampla utilização de *Eucalyptus* spp. nos modelos rurais brasileiros atuais sugere-se que, quando da implantação de cultivos deste gênero, seja levado em consideração o plantio de cultivares com períodos de florações distintos e a realização de cortes planejados de modo a garantir o fornecimento de alimento às abelhas. Além disso, ressalta-se a importância de evitar o plantio de grandes áreas contínuas que possam atuar como barreiras aos visitantes florais para outras espécies vegetais.

Agradecimentos

Aos senhores Paulo Gentil Botta, Girlei Edomar dos Passos e Valdomiro Irineu dos Passos por cederem as colmeias de abelhas para este estudo e por auxiliarem nas coletas de pólen das abelhas *A. mellifera*. Aos botânicos João Larocca, Mariluz Nardino e Tiago Closs de Marchi

pelas identificações do material botânico. A CAPES pela bolsa concedida. A PUCRS instituição que apoiou este trabalho.

Referências

ABRAF (2012) Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011. Brasília 150p.

Aizen MA, Sabatino M, Tylianakis JM (2012) Specialization and rarity predict nonrandom loss of interactions from mutualist networks. *Science* 335: 1486-1489.

Anjos O, Correia L, Gouveia C, Vitorino C, Rodrigues JC, Peres F (2009) Chemical and physical parameters of Portuguese honey: classification of Citrus, Erica, Lavandula and Eucalyptus honeys by multivariate analysis and FTIR-ATR spectroscopy. Czech University of Live Sciences, Prague. 2009.

Blochtein B, Harter-Marques B (2003) Hymenoptera, p. 95-109. In MARQUES AAB, Fontana CS, Vélez E, Bencke GA, Schneider M, Reis RE (Eds). Livro Vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, FZB/MCT-PUCRS/PANGEA, 632p.

Brosi BJ (2009) The complex responses of social stingless bees (Apidae: Meliponini) to tropical deforestation. *Forest Ecology and Management* 258: 1830-1837.

Brosi BJ, Daily GC, Shih TM, Oviedo F, Durán G (2008) The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside. *Journal of Applied Ecology* 45: 773-783.

Carvalho CAL, Marchini LC, Ros PB (1999). Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* L. e algumas espécies de Trigonini (Apidae) em Piracicaba (SP). *Bragantia* 58(1): 49-56.

Cortopassi-Laurino M, Ramalho M (1988) Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. *Apidologie* 19(1): 1-24

- Dongock DN, Tchoumboue J, D'Albore GR, Youmbi E, Pinta YJ (2007) Spectrum of melliferous plants used by *Apis mellifera adansonii* in the Sudano-Guinean western highlands of Cameroon. *Grana* 46(2): 123-128.
- Erdtman G (1952) Pollen morphology and plant taxonomy. New York, Publ. 553p.
- Ewel JJ, Putz FE (2004) A place for alien species in ecosystem. *Restoration Frontiers in Ecology and Environment* 2(7): 354–360.
- Falkenberg DB, Simões T (2011) Espécies de interesse apícola e sua fenologia de floração p. 835-860 In: Coradin L, Siminski, A, Reis, A (eds) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Ferreira MG, Manete-Balestieri FCD e Balestieri JBP 2010 Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54 (2): 258-262.
- Foroughbakhch LAH, Céspedes AE, Ponce EE, González N (2001) Evaluation of 15 indigenous and introduced species for reforestation and agroforestry in northeastern Mexico. *Agroforestry Systems* 51: 213–221.
- Holzschuh A, Steffan-Dewenter I, Kleijn D, Tscharrntke T (2007) Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology* 44: 41-49.
- Imperatriz-Fonseca VL, Ramalho M, Kleinert-Giovannini A. (1994) Abelhas sociais e flores, análise polínica como método de estudo, p.17-30. In Pirani JR, Cortopassi-Laurino M. (eds). Flores e abelhas em São Paulo. EDUSP, 193 p.
- Jha S, Vandermeer JH (2009) Contrasting bee foraging in response to resource scale and local habitat management. *Oikos* 118:1174-1180.
- Kajobe R (2006) Botanical sources and sugar concentration of the nectar collected by two stingless bee species in a tropical African rain forest. *Apidologie* 38: 110–121.

Kleinert-Giovannini A, Imperatriz-Fonseca VL (1987) Aspects of the trophic niche of *Melipona marginata marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). *Apidologie* 18(1): 69-100.

Kleinert AMP, Ramalho M, Cortopassi-Laurino M, Ribeiro MF, Imperatriz-Fonseca VL (2009) Abelhas sociais (Meliponini, Apini, Bombini) p. 373-426. In Panizzi AR, Parra JRP (eds.) *Bioecologia e nutrição de insetos – Base para o manejo integrado de pragas*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica.

Kohler F, Verhulst J, Klink R, Kleijn D (2008) At what spatial scale do high-quality habitats enhance the diversity of forbs and pollinators in intensively farmed landscapes? *Journal of Applied Ecology* 45: 753-762.

Kremen C, Williams NM, Aizen MA, Thorp RW (2002) Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *PNAS* 99 (26): 16812–16816.

Kremen C, Williams NM, Aizen MA, Gemmill-Herren, B, LeBuhn G, Minckley R., Packer L, Pots SG, Roulston T, Steffan-Dewenter I, Vazquez DP, Winfree R, Adams L, Crone EE, Greenleaf SS, Keitt TH, Klein AM, Regetz J e Ricketts TH (2007) Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: A conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* 10: 299–314.

Lopes LZ, Blochtein B, Ott AP (2007) Diversidade de insetos antófilos em áreas com reflorestamento de eucalipto, município de Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 97(2): 181-193.

Luz C P, Fernandes-Salomão TM, Lage LGA, Resende HC, Tavares MG, Campos LAO (2011) Pollen sources for *Melipona capixaba* Moure & Camargo: an endangered Brazilian stingless bee. *Psyche* 2011: 1-7.

Malenovsky Z, Mishra KB, Zemek F, Rascher U, Nedbal L (2009) Scientific and technical challenges in remote sensing of plant canopy reflectance and fluorescence. *Journal of Experimental Botany* 60(11): 2987–3004.

- Marchini LC, Moreti AC (2003) Comportamento de coleta de alimento por *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera, apidae) em cinco espécies de *Eucalyptus*. Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal. 11(2): 75-79.
- Medan D, Torreta JP, Hodara K, Fuente EB, Montaldo NH (2011) Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina. Biodiversity Conservation 20: 3077–3100.
- Mendes FN, Rêgo MMC, Carvalho CC (2008) Abelhas *Euglossina* (Hymenoptera, Apidae) coletadas em uma monocultura de eucalipto circundada por Cerrado em Urbano Santos, Maranhão, Brasil. Iheringia, Série Zoologia 98(3): 285-290.
- Morales CL, Aizen MA (2002) Does invasion of exotic plants promote invasion of exotic flowers visitors? A case study from the temperate forests of the southern Andes. Biological Invasions 4 (1,2): 87-100.
- Morales CL, Aizen MA (2006) Invasive mutualisms and structure of plant-pollinator interactions in the temperate forests of north-west Patagonia, Argentina. Journal of Ecology 94: 171-180.
- Moreno JA (1961) Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 42p.
- Nogueira-Ferreira FH, Augusto SC (2007) Niche width and similarity in the use of floral resources for Eusocial bees in a cerrado area. Bioscience Journal 23, Supplement 1: 45-51.
- Öckinger E, Lindborg R, Sjödin NE, Bommarco R (2012) Landscape matrix modifies richness of plants and insects in grassland fragments. Ecography 35: 259–267.
- Oliveira-Filho A (2009) Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? Rodriguésia 60(2): 237-258.
- Potts B, Gore P (1995) Reproductive biology and controlled pollination of *Eucalyptus* – a review. School of Plant Science, University of Tasmania, Hobart. 68p.

- Ramalho, Silva, MD, Carvalho AL (2007) Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): Uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology* 36(1): 038-045.
- Roubik DW (1989) Ecology and natural history of tropical bees. New York, Cambridge University Press, 514p.
- Roubik DW (2006) Stingless bee nesting biology. *Apidologie* 37: 124–143.
- SEMA (2012) Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. <http://www.sema.rs.gov.br/> , em 10/04/2012.
- Souto XC, Bolaño JC, Gonzales L, Reigosa MJ (2001) Allelopathic effects of tree species on some soil microbial populations and herbaceous plants. *Biologia Plantarum* 44(2): 269-275.
- Souza VC, Cortopassi-Laurino M, Simão-Bianchini R, Pirani Jr, Azoubel ML, Guibu, LS, Giannini TC (1994). Plantas apícolas de São Paulo e arredores, p. 43-65. In Pirani JR, Cortopassi-Laurino M (eds) Flores e abelhas de São Paulo. São Paulo, Edusp, 193p.
- Steffan-Dewenter I, Tschardt T (1999) Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. *Oecologia* 121: 432-440.
- Steffan-Dewenter I, Westphal C (2008) The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. *Journal of Applied Ecology* 45: 737-741.
- Taki H, Kevan P (2007) Does habitat loss affect the communities of plants and insects equally in plant–pollinator interactions? Preliminary findings. *Biodiversity and Conservation* 16(11): 3147-3161.
- Tscheulin T, Neokosmidis L, Petanidou T (2011) Influence of landscape context on the abundance and diversity of bees in Mediterranean olive groves. *Bulletin of Entomological Research* 101: 557–564.

- Ustin, S L, Gamon J A (2010) Remote sensing of plant functional types. *New Phytologist* 186: 795-816.
- Venturieri G C, Raiol VFO, Pereira CAB (2003) Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança - PA, Brasil. *Biota Neotropica* 3(2): 1-7.
- Westphal C, Steffan-Dewenter I, Tschamntke T (2003) Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. *Ecology Letters* 6: 961–965.
- Wilms W, Wiechers B (1997) Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. *Apidologie* 28: 339-355.
- Winfree R, Griswold T, Kremen C (2007) Effect of human disturbance on bee communities in a forested ecosystem. *Conserv Biol* 21:213–223.
- Winfree R, Gaines H, Ascher JS, Kremen C (2008) Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology* 45: 793-802.
- Winfree R, Bartomeus, I, Cariveau, DP (2011) Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 42:1-22.
- Winston ML (2003) *A biologia da abelha*. Porto Alegre, Magister Editora, 276 p.
- Witter S, Blochtein B (2009) *Espécies de abelhas sem ferrão de ocorrência no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Versátil Artes Gráficas, 67p.
- Zhang C, Fu S (2009) Allelopathic effects of eucalyptus and the establishment of mixed stands of eucalyptus and native species. *Forest Ecology and Management* 258: 1391–1396.

Conclusões gerais

A análise do pólen coletado das forrageiras das colmeias de *Apis mellifera* Linnaeus e *Melipona obscurior* Moure, em duas áreas nos municípios de Riozinho e Rolante, evidenciou o comportamento generalista destas duas espécies de abelhas no uso de fontes polínicas. Foi observado maior número de tipos polínicos nas coletas por *A. mellifera* comparativamente à *M. obscurior*, parte deles comum às duas espécies. A distribuição e representatividade destes tipos polínicos oscilaram ao longo do ano, resultando em diferentes amplitudes de nicho trófico em cada período de amostragem para cada espécie de abelha. A maioria das fontes polínicas encontradas nas amostras foi explorada uma única vez por ambas as espécies nas duas áreas, geralmente com representatividade inferior a 3%, com isso a concentração das coletas se deu em um número reduzido de fontes florais. Dentre estes tipos polínicos foram dominantes, nas amostras de *A. mellifera*, pólen das famílias Myrtaceae, Asteraceae, Arecaceae e Poaceae. Para *M. obscurior* os pólenes dominantes pertencem a Myrtaceae, Arecaceae, Solanaceae, Melastomataceae e Primulaceae, as três últimas famílias com anteras poricidas para as quais *A. mellifera* não possui habilidade para extração de pólen. O uso mais intenso destes recursos se refletiu em baixos índices de amplitude de nicho que, associados aos baixos índices de equitatividade, indicaram um comportamento de especialização temporal observado principalmente em *M. obscurior*. Embora os índices de extensão de nicho tenham oscilado para as duas espécies, em ambas as áreas, os valores médios encontrados para o período de um ano de coleta foram semelhantes.

Parte dos recursos polínicos encontrados nas amostras das duas espécies de abelhas ocorreu em sobreposição. A proporção com que estes pólenes foram compartilhados pelas espécies em cada amostra levou a distintos índices de sobreposição de nicho ao longo do ano em cada área. Os altos índices de sobreposição foram influenciados principalmente por *Eucalyptus* spp. cujas floradas maciças possibilitaram intensa coleta de pólen pelas duas espécies de abelhas na mesma data de amostragem. Diferentemente, baixos índices de sobreposição de nicho ocorreram em Riozinho pela alta representatividade de pólen de espécies de Solanaceae tipo 3, *Myrsine* sp. e Tipo *Miconia*, relacionados a menor amplitude de nicho, e, em Rolante, por Myrtaceae tipo 4, nas coletas por *M. obscurior*. Medidas de nicho trófico como amplitude e sobreposição não foram suficientes para inferir a existência de competição por recursos polínicos. É possível que, pelo tempo em que *A. mellifera* se encontra na região, as populações das duas espécies tenham estruturado seus nichos tróficos

de acordo com a disponibilidade de oferta dos recursos florais ao longo do ano e às características de comportamento de forrageio de cada uma delas.

A presença de cultivos de *Eucalyptus* spp. junto às áreas de estudo, com suas florações disponibilizadas intensamente ao longo de quase todo o ano, exerceu grande atratividade sobre as abelhas. Seu pólen destacou-se nas amostras em relação aos demais tipos polínicos e, apesar dos dois locais apresentarem distintas paisagens quanto à porcentagem de área com cobertura de mata nativa e atividade humana, isto não influenciou no índice de aproveitamento de pólen de *Eucalyptus* spp. pelas duas espécies.

Os resultados deste trabalho contribuem para o conhecimento da estrutura de nicho trófico de *A. mellifera* e *M. obscurior* fornecendo subsídios para o manejo de polinizadores e a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica no sul do Brasil.