

COMUNIDADE E REDES DE INTERAÇÕES ENTRE ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) E FLORES DE *Ludwigia sericea* (CAMBESSIDES) H. HARA E *Ludwigia peruviana* (L.) H. HARA (ONAGRACEAE)

INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é um mosaico de formações vegetacionais (Florestas Ombrófilas-Densa, Aberta e Mista; Estacionais-Decidual e Semidecidual; Campos de altitude; Mangues e Restingas), destacando-se pelo complexo conjunto de ecossistemas de grande importância para o país e para o mundo, mas atualmente encontra-se em estágio crítico de conservação e elevado risco de extinção (Schaffer & Prochnow 2002).

As Florestas Ombrófila Mista (FOM), também denominadas Florestas com Araucária – fitofisionomia do bioma Mata Atlântica, é uma formação de grande interesse com relação à biodiversidade vegetal e animal, por abrigar espécies endêmicas, raras, ameaçadas de extinção, migratórias e de interesse econômico. Originalmente a FOM cobria cerca de 200.000 Km², ocorrendo no Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%), Rio Grande do Sul (25%) e em manchas no sul de São Paulo (3%), estendendo-se até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (Carvalho 1994, Mougá & Krug 2010).

No Paraná, atualmente a FOM distribui-se de forma fragmentada do primeiro ao terceiro planalto com aproximadamente 3% de seus remanescentes naturais, dos quais somente 0,8% são considerados em estágio avançado de regeneração (Fupef 2001). A rápida eliminação de sua cobertura vegetal deu-se através dos ciclos econômicos como a exploração da madeira, café e soja (Sonda 1996). A fragmentação causa o rompimento de relações mutualísticas entre plantas e seus polinizadores, declínio da reprodução das plantas e das populações de animais que delas dependem para sua sobrevivência (Kremen & Ricketts 2000).

O processo de fragmentação florestal resulta na diminuição e no isolamento das populações de animais e plantas afetando assim a dinâmica florestal, pois estes fragmentos tendem a conter poucos indivíduos, aumentando o declínio das populações e resultando na perda da biodiversidade (Viana et al. 1992).

O Parque Municipal das Araucárias (Guarapuava – PR), declarado Reserva Ecológica em 05 de junho de 1981, é composto por floresta com araucária (42,75% da área), floresta de galeria (10,09%), campos (6,8%), várzeas (7,13%) e as áreas alteradas (33,23%) (Cordeiro 2005).

As chamadas matas de várzea são ambientes frágeis, com origem e funcionamento ligados à deposição de sedimentos geologicamente recentes, sujeitos a inundações durante um determinado período de cada ano, em consequência dos regimes de marés e de águas pluviais (Ducke & Black 1954, Amapa 2000). Do ponto de vista ecológico, são denominadas áreas de transição, apresentando características de ambiente de terra firme e ambiente fluvial, além das suas particularidades (Schongart et al. 2004). A essas mesmas condições deve-se a formação de solos com bons níveis de nutrientes, apresentando uma riqueza na biodiversidade de plantas e animais (Mata et al. 2011). A utilização desse ambiente está centrada no extrativismo vegetal e pecuária extensiva (Amapa 2000, Nogueira 2007), porém com poucos estudos de interações biológicas e de exploração sustentável.

Compreender as consequências da perda da biodiversidade para o funcionamento do ecossistema é um dos objetivos principais da ecologia (Naeem et al. 1994). O impacto negativo do declínio dos polinizadores no sucesso reprodutivo de plantas com flores é frequentemente documentado para a espécie, mas existem poucas informações destes efeitos em nível de comunidade (Herrera 1987, Kremen et al. 2002).

Um dos principais interesses nos estudos de comunidade é entender como as espécies se relacionam e se mantêm dentro da comunidade (Walls & Williams 2001). As interações entre as espécies influenciam nos processos populacionais, determinando as suas abundâncias relativas e como elas usam os recursos do ambiente onde estão inseridas (Ricklefs 1996).

Pesquisas sobre redes de interação têm facilitado a compreensão da estrutura e dinâmica das relações mutualísticas, principalmente entre plantas e seus polinizadores, o que permite compreender sua complexidade, bem como simulações de extinções, perda de interações (Bascompte & Jordano 2007) e conhecimento das espécies-chave para a manutenção das redes (Mello et al 2011).

Redes de interação entre plantas e polinizadores, fornecem conceitos e ferramentas sofisticadas para analisar os sistemas complexos nas comunidades e não em espécies, como visto em ecologia de comunidades tradicionais. Porém, estudos recentes tem utilizado de forma complementar, a ecologia de rede (focando nas interações) e de comunidade (concentrando-se na espécie) a fim de ampliar o conhecimento nos aspectos ecológicos e evolutivos, em diferentes regiões do mundo (Bascompte & Jordano 2007).

As interações entre as Angiospermas (plantas com flores) e seus polinizadores são interpretadas como sendo o resultado de uma longa e íntima relação coevolutiva (Baker & Hurd 1968). O aparecimento e a irradiação evolutiva destas plantas ocorreram durante o Cretáceo Superior (100-65 milhões de anos atrás) e há aproximadamente 90 milhões de

anos, várias das ordens e famílias de angiospermas, que existem hoje, surgiram em todo o Hemisfério Norte e posteriormente no Hemisfério Sul (Raven et al. 2001). As famílias modernas de abelhas existem há pelo menos 80 milhões de anos, e sua diversificação ocorreu também, juntamente com a irradiação evolutiva das angiospermas (Raven et al. 2001) sendo atualmente, responsáveis, em média, por 80% da polinização destas plantas em regiões tropicais (Andena 2002).

A relação entre plantas e polinizador é considerada mutualística, na qual se estabelece uma relação benéfica entre dois organismos, com diferentes níveis de dependência entre eles (Del Claro 2004). Segundo Faegri & Van der Pijl (1979) e Proctor et al. (1996), esta interação é resultado da seleção natural, onde se teria gerado uma grande variedade de adaptações (de ambas as partes). Assim, a maior eficiência das abelhas como polinizadores se dá, tanto pelo seu número na natureza, quanto por adaptações complexas que apresentam nas peças bucais e no corpo para coleta e transporte de néctar e pólen, respectivamente (Kevan & Baker 1983, Proctor et al. 1996). Características florais, como arquitetura da flor, emissão de odores ou estímulos visuais, maximizam a sinalização das plantas frente aos seus visitantes, para possibilitar a transferência dos grãos de pólen e o fluxo gênico entre indivíduos da mesma espécie (Heithaus 1979, Westerkamp 1996).

A apifauna brasileira é constituída por cinco famílias (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae) e 1600 espécies de abelhas descritas (Silveira et al. 2002); todavia as estimativas são de que existam aproximadamente 3.000 espécies de abelhas em nosso país. De acordo com Wittmann e Hoffman (1990) e Alves dos Santos (1999), a grande diversidade de abelhas no sul do Brasil se dá pela riqueza de ecossistemas na região, pois esta sofre influência de elementos andinos vindos do sul temperado e do oeste seco do continente e também, de elementos subtropicais vindos de cerrado e das Matas Tropicais ao norte.

As abelhas sociais constituem a principal biomassa de insetos que visitam as flores de vários grupos de plantas em ecossistemas naturais e agrícolas nas regiões tropicais (Michener 1979, Silveira et al. 2002), apresentando longo período de atividade, colônias frequentemente muito populosas e sofisticados sistemas de comunicação (Seeley 1985 *apud* Neves & Viana 2002). Já a fauna de abelhas solitárias, embora com menos biomassa que as sociais, equivale a aproximadamente 85% das espécies identificadas do mundo, sendo muitas dessas pertencentes à família Apidae (Batra 1984, Santos 2002).

Os recursos florais utilizados pelas abelhas sociais e solitárias, tanto para sua alimentação quanto para provisão de suas crias, são néctar e pólen (Nogueira-Neto 1997). Gomas e resinas são usadas como material de construção do ninho e compostos

antimicrobianos (Armbruster 1984). Dependendo do grau de especialização das abelhas para o forrageamento, elas podem ser consideradas Generalistas ou Poliléticas quando buscam o pólen em uma ampla variedade de plantas e Especialistas ou Oligoléticas quando obtêm o pólen de poucas espécies vegetais de um mesmo gênero ou família (Schlindwein 2000).

A família Onagraceae, possui cerca de 650 espécies distribuídas nas regiões subtropicais e temperadas, sendo predominante nas Américas (Cabrera 1965 *apud* Bertuzzi et al. 2011). Essa família se divide em duas subfamílias, Ludwigioideae e Onagroideae, onde Ludwigioideae tem *Ludwigia* L. como único gênero (Wagner et al. 2007). Registros fósseis datam a ocorrência do gênero *Ludwigia* há 50 milhões de anos, tanto no hemisfério Norte quanto no Sul e quanto ao seu local de origem, tem sido sugerido que a região da América do Sul seria a mais provável e é onde estaria seu mais importante centro de diversidade (Raven & Axelrod 1974, Raven 1988).

O gênero *Ludwigia* ocorre no sul do Brasil, Argentina e Paraguai. No Brasil, há registros de aproximadamente 50 espécies concentradas nas regiões Sul e Sudeste e distribuídas em quatro gêneros: *Epilobium* L., *Fuchsia* L., *Ludwigia* e *Oenothera* L. (Falkenberg 1988 *apud* Bertuzzi et al. 2011). O gênero *Ludwigia* é conhecido popularmente como cruz-de-malta.

Estudos das interações entre as flores de *Ludwigia* (Onagraceae) e seus visitantes, envolvem importantes características morfológicas observadas nesta família, como a produção de grãos de pólen em tétrades grandes, interligadas por meio de fios de viscina, formando uma massa (Hesse 1984 *apud* Gimenes 2002). Desta forma, muitos grãos de pólen são transferidos para o corpo de seu polinizador e a eficácia da polinização é aumentada (Cruden 1981). A interação entre abelhas das famílias Andrenidae, Apidae, Colletidae e Halictidae e espécies da família Onagraceae, foram registradas nos estudos feitos por Gimenes (2002, 2003) e Schlindwein (2004) que consideraram as abelhas como principal agente polinizador e de comportamento oligolético na busca de pólen dessa família.

Estudos com o enfoque de comparar a composição florística, distribuição dos sistemas de polinização, fenologia e guilda de abelhas em diferentes regiões, são importantes para o conhecimento de populações e comunidades de abelhas, sistemas de sincronização de atividades planta-polinizador e estrutura de redes de interação, fornecendo assim, subsídios para ações de conservação e manejo (Gonçalves & Melo 2005, Krug 2007). É sob essa perspectiva e pelo fato de *Ludwigia peruviana* e *Ludwigia sericea* serem consideradas as principais fontes de pólen para a espécie de abelha *Megachile* (*Moureapis*)

sp. na região de Guarapuava-PR (Buschini et al. 2009), que este estudo foi desenvolvido. As informações sobre as interações ecológicas e possíveis processos evolutivos entre *Ludwigia*-polinizadores, pode ressaltar a importância da conservação dessas espécies botânicas e da apifauna a ela associada, em uma área próxima a um remanescente florestal no estado do Paraná.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

Diante da importância das abelhas para a manutenção das espécies de plantas nos ecossistemas, esta pesquisa visou fazer um levantamento das espécies visitantes das flores de *Ludwigia peruviana* e *L. sericea* em uma área de várzea no Parque Municipal das Araucárias, município de Guarapuava, PR. Com estes dados e com a análise dos grãos de pólen, pretende-se avaliar o grau de interações entre abelhas e as espécies de *Ludwigia* e de outras espécies de plantas na área estudada.

Objetivos Específicos

A dissertação foi estruturada em dois capítulos, com os respectivos objetivos:

1º: Comunidade de abelhas visitantes das flores de *Ludwigia sericea* (Cambessides) H. Hara e *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara (Onagraceae) em uma área de várzea do Sul do Brasil:

- Identificar o período de floração das espécies de *Ludwigia* no ambiente estudado.
- Identificar e quantificar as espécies de abelhas que visitam/polinizam flores das duas espécies de *Ludwigia*.
- Calcular a riqueza, abundância, diversidade, equitabilidade, frequência de ocorrência e dominância das espécies de abelhas amostradas nas flores.
- Verificar a relação existente entre as flores de *Ludwigia* e a espécie de abelha *Megachile (Moureapis)* sp.

2º: Estrutura e Dinâmica da Rede de Interações entre abelhas e flores de *Ludwigia sericea* (Cambessides) H. Hara e *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara (Onagraceae):

- Realizar análise qualitativa e quantitativa dos grãos de pólen amostrados no corpo das abelhas,

- Com base nas análises polínicas, determinar a estrutura da rede de interações entre as abelhas amostradas nas duas espécies de *Ludwigia* e entre as abelhas e outras espécies de plantas, no entorno da área estudada.

- Calcular a conectância, aninhamento, dependência e dominância das espécies de abelhas para com as plantas por elas visitadas.

REFERÊNCIAS

- ALVES DOS SANTOS, I. 1999. Abelhas e plantas mellíferas da mata atlântica, restinga e dunas do litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 43: 191-223.
- AMAPA. 2000. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. Zoneamento ecológico econômico da área sul do estado do Amapá – ATLAS. Macapá: IEPA/GEA/AP.
- ANDENA, S. R. 2002. A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí-SP) e suas visitas às flores. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- ARMBRUSTER, W.S. 1984. The role of resin in angiosperm pollination: ecological and chemical considerations. *Amer. J. Bot.*, 71(8): 1149-1160.
- BAKER, H. G., HURD, P. D. 1968. Intrafloral ecology. *Ann. Rev. Entomol.* 13: 385-414.
- BASCOMPTE, J., JORDANO, P. 2007. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* Vol. 38: 567-593.
- BATRA, S. W. 1984. Solitary bees. *Scientific American*, 250 (2): 86-93.
- BERTUZZI, T., GRIGOLETTO, D., CANTO-DOROW, T. S., EISINGER, S. M. 2011. O gênero *Ludwigia* L. (Onagraceae) no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Natura*, UFSM. 33: 43-73.
- BUSCHINI, M. L. T., RIGON, J., CORDEIRO, J. 2009. Plants used by *Megachile* (*Moureapis*) sp. (Hymenoptera: Megachilidae) in the provisioning of their nests. *Braz. J. Biol.* 69(4): 1187-1194.
- CARVALHO, P. E. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas Florestais. Colombo: Embrapa-CNPQ. 649p.
- CORDEIRO, J. 2005. Levantamento florístico e caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrofila Mista em Gurarapuava – PR. Universidade Federal do Paraná.
- CRUDEN. R. W. 1981. Pollen-ovule ratio, pollen size and the ratio of stigmatic area to the pollen-bearing area of the pollinator: an hypothesis. *Evolution* 35: 964-974.
- DUCKE, A., BLACK, G. A. 1954. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia Brasileira. Belém: Instituto Agrônomo do Norte. 62 p.
- DEL-CLARO, K. 2004. Multitrophic relationships, conditional mutualisms, and the study of interaction biodiversity in tropical savannas. *Neotropical Entomology*. 33: 665-672.
- FUPEF - Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Conservação do Bioma Floresta com Araucária: relatório final – Diagnóstico dos remanescentes florestais. Curitiba. 2001.
- GIMENES, M. 2002. Interactions between bees and *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae) flowers at different altitudes in Sao Paulo, Brazil. *Revta bras. Zool.* 19 (3): 681 – 689.
- GIMENES, M. 2003. Interaction between visiting bees (Hymenoptera, Apoidea) and flowers of *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae) during the year in two different areas in São Paulo, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 63(4): 617-625

- GONÇALVES, R. B., MELO, G. A. R. 2005. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s. l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. *Revista Brasileira de Entomologia* 49: 557-571.
- HEITHAUS, E. R. 1979. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. *Ecology* 60:190-202.
- HERRERA, C.M., 1987. Components of pollinator 'quality': Comparative analysis of a diverse insect assemblage. *Oikos* 50: 79–90.
- KEVAN, P.G., BAKER, H.G. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology* 28:407-53.
- KREMEN, C., RICKETTS, T. 2000. Global Perspectives on Pollination Disruptions. *Conservation Biology* 14:1226-1228.
- KREMEN, C., WILLIAMS, N.M., THORP, R.W. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99: 16812–16816.
- KRUG, C. 2007. A Comunidade de abelhas (ymenoptera – Apiformes) da mata com Araucárias em Porto União-SC e abelhas visitantes florais da aboboreira (*Cucurbita* L.) em Santa Catarina, com notas sobre *Peponapis fervens* (Eucerini, Apidae).
- MATA, T. C., AZEVEDO, H. P., COSTA, M. N., BEZERRA, R. M., SOUSA, R. P., COSTA, A. P. 2011. Açaí com mel: uma experiência de pesquisa – desenvolvimento em comunidades ribeirinhas na Amazônia Paraense. *Anais VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE.*
- MELLO, M. A. R., MARQUITTI, F. M. D., GUIMARÃES, P. R., KALKO, E. K. V., JORDANO, P., AGUIAR, M. A. M. 2011. The modularity of seed dispersal: differences in structure and robustness between bat– and bird–fruit networks. *Oecologia*, 167: 131-140.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66:277-347.
- MOUGA, D. M. D. S., KRUG, C. 2010. Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em Floresta Ombrófila Densa Montana em Santa Catarina. *Zoologia* 27: 70–80
- NAEEM, S., THOMPSON, L. J., LAWLER, S. P., LAWTON, J. H., WOODFIN, R. M. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature* 368: 734–737.
- NEVES, E. L., VIANA, B. F. 2002. As abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) visitantes florais em um ecossistema de dunas continentais no médio Rio São Francisco, Bahia, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 46: 571-578.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1997. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. Editora Nogueirapis, São Paulo, SP. 445 pp.
- NOGUEIRA, R. J. B. 2007. Amazonas: A Divisão da “Monstruosidade Geográfica”. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas. p 23 - 41.
- RAVEN, P. H. 1988. Onagraceae as a model of plant evolution. In *Plant Evolutionary Biology. A symposium honoring.*
- RAVEN, P. H., AXELROD, D. I. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 61: 539–673.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F., Eichhorn, S. E. 2001. *Biologia Vegetal*, 6ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 906 pp.

- RICKLEFS, R. E. 1996. A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica. Rio de Janeiro, Guanabara/Koogan 357-358.
- SANTOS, I. A. 2002. A vida de uma abelha solitária. *Ciência Hoje*. 30: 60-62.
- SCHLINDWEIN, C. 2000. Importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: Anais do IV Encontro Sobre Abelhas, Ribeirão Preto. 4: 131-141.
- SCHLINDWEIN, C. 2004. Are oligolectic bees always the most effective pollinators? In: Freitas, B. M. & Pereira, J. O. P. (eds.). Solitary bees. Conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza, Imprensa Universitária. p. 231-240.
- SCHAFFER, W. B., PROCHNOW, M. 2002. A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Apremavi, Brasília, Brasil, 156 pp.
- SILVA, C. I. 2009. Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por espécies de *Xylocopa* e interação com plantas do cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG.
- SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R., ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte.
- SONDA, C. 1996. A Floresta nas explorações agrícolas: condicionantes naturais, econômicos e sociais. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*. Curitiba. 89:89-119.
- VIANA, V. M; TABANEZ, A. J. A; MARTINEZ, J. L. A. 1992. Restauração e manejo de Fragmentos Florestais. In: Anais do 2º Congresso Nacional de Essências Nativa Conservação da Biodiversidade. Instituto Florestal, São Paulo: Ed. Revista da IFP. 400-406.
- WAGNER, L. W., HOCH, P. C., RAVEN, P. H. 2007. Revised classification of the Onagraceae. *Syst. Bot. Monogr.* 83: 1-240.
- WALLS, S. C., WILLIAMS, M. G. 2001. The effect of community composition on persistence of prey with their predators in an assemblage of pond-breeding amphibians. *Oecologia*, 128: 134- 141.
- WESTERKAMP, C. H. 1996. Pollen in bee-flower relations: Some considerations on melittophily. *Bot. Acta.* 109: 325-332.
- WITTMANN, D.; HOFFMAN, M. 1990. Bees of Rio Grande do Sul, southern Brazil (Insecta, Hymenoptera, Apoidea). *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 70: 17-43.

CAPÍTULO 1

COMUNIDADE DE ABELHAS EM FLORES DE *Ludwigia sericea* (CAMBESSIDES) H. HARA E *Ludwigia peruviana* (L.) H. HARA (ONAGRACEAE) EM UMA ÁREA DE VÁRZEA NO SUL DO BRASIL

RESUMO

Este estudo teve por objetivo, investigar quais são as espécies de abelhas visitantes das flores de *Ludwigia peruviana* e *Ludwigia sericea* em uma área de várzea no Parque Municipal das Araucárias, no município de Guarapuava – PR. A captura das abelhas foi realizada de dezembro/2011 a abril/2012, das 09h às 16h. Das 908 abelhas capturadas, 837 foram coletadas em *L. sericea* e 71 em *L. peruviana*, no total de 24 espécies e cinco famílias, com grande variação no número de indivíduos: Apidae (N= 666), Halictidae (N= 113), Colletidae (N= 47), Megachilidae (N= 20) e Andrenidae (N= 6). *Apis mellifera* foi a espécie mais abundante para as duas espécies do gênero *Ludwigia* (N=317 para *L. sericea* e N=28 para *L. peruviana*), seguida por *Augochlora amphitrite* (N=105) e *Bombus pauloensis* (N=93) em *L. sericea* e *Melissoptila marinonni* (N=14) e *Tetraglossula amphitrite* (N=7) em *L. peruviana*. Os índices de diversidade e de riqueza apresentaram-se superiores para *L. sericea*, o que pode ser explicado, pelo fato de *L. sericea* ter florescido antes, por mais tempo e com mais exemplares do que *L. peruviana*.

Palavras-chave: Apidae, *Apis mellifera*, diversidade faunística.

ABSTRACT

This study aimed to investigate which species of bees visiting the flowers of *Ludwigia peruviana* and *Ludwigia sericea* in a lowland area in Parque Municipal das Araucaria in Guarapuava - PR. The capture of bees was December/2011 to April/2012, from 09h to 16h. Of 908 bees captured, 837 were collected in *L. sericea* and 71 in *L. peruviana*, totaling 24 species and five families, with wide variation in the number of individuals: Apidae (N = 666), Halictidae (N = 113), Colletidae (N = 47), Megachilidae (N = 20) and Andrenidae (N = 6). *Apis mellifera* was the most abundant species for the two species of *Ludwigia* (N = 317 for *L. sericea* and N = 28 for *L. peruviana*), followed by *Augochlora amphitrite* (N = 105), and *Bombus pauloensis* (N = 93) in *L. sericea*, *Melissoptila marinonni* (N = 14) and *Tetraglossula amphitrite* (N = 7) in *L. peruviana*. The diversity and richness showed themselves superior to *L. sericea*, which can be explained by the fact *L. sericea* have flourished earlier, longer and with more copies than *L. peruviana*.

Keywords: Apidae, *Apis mellifera*, faunal diversity

INTRODUÇÃO

As abelhas pertencem à superfamília Apoidea, a qual está subdividida em nove famílias: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae, Dasypodidae, Meganomiidae, Melittidae e Stenotritidae, apresentando aproximadamente, 20.000 espécies descritas (Roig-Alsina & Michener 1993). No Brasil são encontradas apenas representantes de cinco destas famílias (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae) sendo descritos até o momento, aproximadamente 1.600 espécies em todo o território brasileiro (Silveira et al. 2002).

Estes insetos são parte integrante dos biomas mundiais, pois são importantes polinizadores da flora nativa, contribuindo para a preservação, manutenção e regeneração de ecossistemas (Alves dos Santos 1998).

Comunidades de abelhas e plantas com flores são consideradas sistemas dinâmicos, com interações mutualísticas (Price 1975 *apud* Ramos 2009). Acredita-se que esta interação tenha coevoluído ao longo do tempo, num processo que beneficiou ambos os grupos (Del-Claro 2004).

Aspectos florais como a forma, o tamanho, a cor, o odor e o horário de abertura (antese), têm sido utilizados nos estudos ao nível de comunidade, por revelarem importantes implicações, não apenas na relação planta-polinizador, mas também por influenciar o sucesso reprodutivo da planta (Barbosa 1997). Por outro lado, a diversidade presente no grupo de abelhas e as adaptações morfológicas (estruturas de coleta e transporte) (Silveira et al. 2002) e comportamentais (sincronização com eventos florais e memória temporal) otimizam a localização e a exploração dos recursos florais (Moore 2001).

Em uma análise comparativa da composição de espécies em uma comunidade, podem-se revelar padrões espaço-temporais e relacioná-los com diferentes fatores ou processos. Desta forma, uma estreita relação construída em sucessivos anos, entre espécies de abelhas e as flores visitadas por elas a cada temporada, fortalecem a ideia de sincronia entre as espécies de plantas e seus polinizadores e de uma dependência mútua entre suas atividades (Martins & Borges 1999).

A família Onagraceae compreende 17 gêneros e cerca de 650 espécies distribuídas nas regiões subtropicais e temperadas (Hoch et al. 1993), sendo predominante nas Américas (Cabrera 1965 *apud* Bertuzzi et al. 2011). Essa família se divide em duas subfamílias, Ludwigioideae e Onagroideae. A subfamília Onagroideae é constituída por seis tribos e a subfamília Ludwigioideae, segundo a antiga classificação, apresentava uma única tribo, a Jussieeae (Wagner et al. 2007). Atualmente esta tribo foi excluída dando lugar

apenas a subfamília Ludwigioideae, tendo *Ludwigia* L. como único gênero (Wagner et al. 2007) (Tabela 1 – Apêndice).

Ludwigia é considerado um dos maiores e mais diversificado gênero na família Onagraceae, compreendendo uma morfologia generalizada e com registros de cinco espécies que são auto-incompatíveis (*L. elegans* (Camb.) Hara, *L. irwinii* Ramamoorthy, *L. nervosa* (Poiret) H. Hara, *L. pseudonarcissus* (Chodat & Hassler) Ramamoorthy e *L. sericea*) (Ramamoorthy & Zardini 1987).

Das 82 espécies do gênero *Ludwigia* consideradas mesofíticas (crescendo em áreas úmidas), 45 ocorrem na América do Sul, principalmente no Brasil, Argentina e Paraguai (Ramamoorthy & Zardini 1987). No Brasil, há registros de aproximadamente 50 espécies da família Onagraceae concentradas nas regiões Sul e Sudeste e distribuídas em quatro gêneros: *Epilobium* L., *Fuchsia* L., *Ludwigia* e *Oenothera* L. (Falkenberg 1988 *apud* Bertuzzi et al. 2011), onde o gênero *Ludwigia* é conhecido popularmente como cruz-de-malta.

O local de origem da família Onagraceae não pode ser determinado com certeza, mas a região sul-americana tem sido sugerida como a mais provável (Raven & Axelrod 1974, Raven 1988) o que corrobora com *L. peruviana* ser considerada por alguns autores como originária da América (Ramamoorthy & Zardini 1987) e posteriormente introduzida em áreas molhadas em diferentes regiões tornando-se uma espécie dominante em curto período de tempo e uma fonte importante de recursos florais para polinizadores (Jacobs et al. 1994).

Estudos com o objetivo de compreender as interações entre flores de *Ludwigia* e seus visitantes/polinizadores, demonstraram a existência de importantes características, tanto das flores quanto das abelhas (grupo de maior importância na polinização desse gênero), pois as flores produzem grãos de pólen em tétrades grandes (>100µm de diâmetro) com presença de fios de viscina (Hesse 1984 *apud* Gimenes 2002). A maioria das abelhas tem dificuldade em coletar este tipo de pólen, desta forma, somente espécies especialistas e com adaptações estruturais (escopa com pêlos longos, rígidos e pouco ramificados) e comportamentais (corpo e movimentos das pernas rápidos) conseguem ser eficientes na coleta e transporte deste pólen (Gimenes 1997). Como resultado, os grãos de pólen são transferidos e a eficácia da polinização é aumentada (Cruden 1981).

A associação entre abelhas oligoléticas e plantas de pequeno porte (ervas e arbustos) que fornecem néctar e pólen, foram observadas com representantes da família Onagraceae, mais especificamente com o gênero *Ludwigia*, o qual recebeu dez espécies de abelhas oligoléticas no processo de polinização (Schlindwein 2004). Exemplo de abelhas que fazem parte dessa associação, foram encontradas em estudos de comunidades desenvolvidos por

Michener (1979) com abelhas sem ferrão (tribo Meliponini) e *Tetraglossula anthracina* (Colletidae), Gimenes et al. (1993, 1996) com *Tetraglossula bigamica* (Colletidae), *T. ventralis* (Colletidae), *Heterosarellus* sp (Andrenidae) e Gimenes (2003) com *Rhopitulus* sp. (Andrenidae), *Pseudagapostemon* spp. (Halictidae) e a espécie generalista *Apis mellifera* (Apidae).

Tendo em vista a importância das abelhas como polinizadores da flora nativa e principais agentes na manutenção, preservação e regeneração de ecossistemas, o objetivo desse estudo foi realizar um levantamento da apifauna visitante de flores de *Ludwigia sericea* e *Ludwigia peruviana* no município de Guarapuava-PR a fim de contribuir com o conhecimento dessas interações, para elaboração de planos de manejo e conservação das espécies envolvidas.

METODOLOGIA

Área de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Municipal das Araucárias (PMA), localizado no município de Guarapuava - Paraná, a 25°21'06"S e 51°28'08"W, no Terceiro Planalto Paranaense (1.120m de altitude) (Figura 1).

O Parque foi declarado Reserva Ecológica em 05 de junho de 1981 e Área de Proteção Ambiental pela Lei 198/91, com trilhas ecológicas abertas no interior da floresta, permitindo a visitação e a realização de práticas de educação ambiental (Cordeiro 2005).

A área do Parque é de aproximadamente 104 ha, apresentando floresta com araucária (43% da área), floresta de galeria (10,09%), campos (6,8%), várzeas (7,13%) e as áreas alteradas (33,23%) (Niesing 2003) (Figura 2 e 3).

O relevo da área apresenta três variações bem distintas: suave-ondulado a ondulado na porção superior, médio-ondulado na porção mediana e plano na posição inferior que margeia o rio Xarquinho. A unidade pedológica predominante na área é Latossolo Bruno Álico A e proeminente textura argilosa (Iapar 1986). A altitude média da área do Parque compreende cerca de 1070m (Semaflor 2009).

O clima segundo Köppen é Subtropical Úmido Mesotérmico, sem estação seca, com ocorrência de geadas severas, temperatura média anual em torno de 22°C e precipitação média anual em torno de 1961mm.

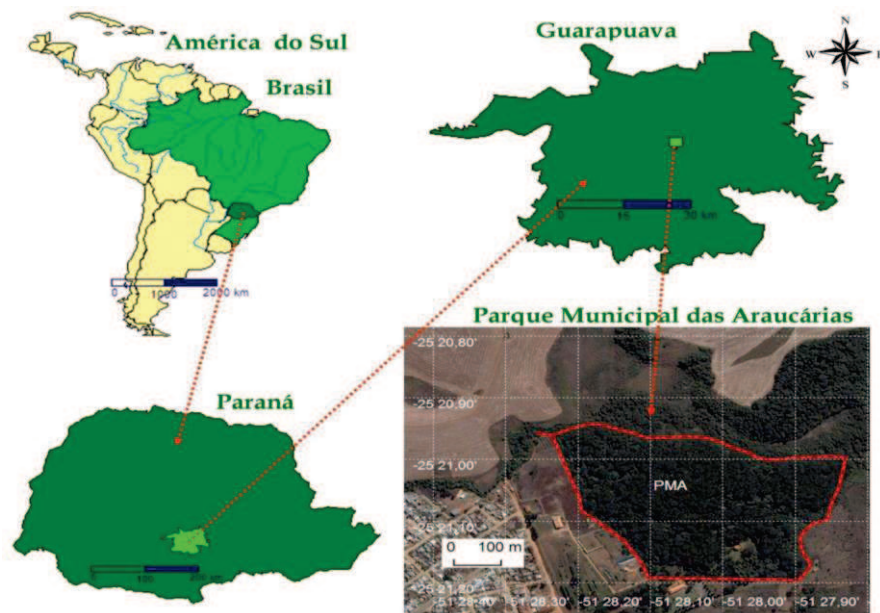


Figura 1: Localização do Parque Municipal das Araucárias, Guarapuava-Paraná, Brasil.
 Fonte: Modificado de Google Earth, 2012.

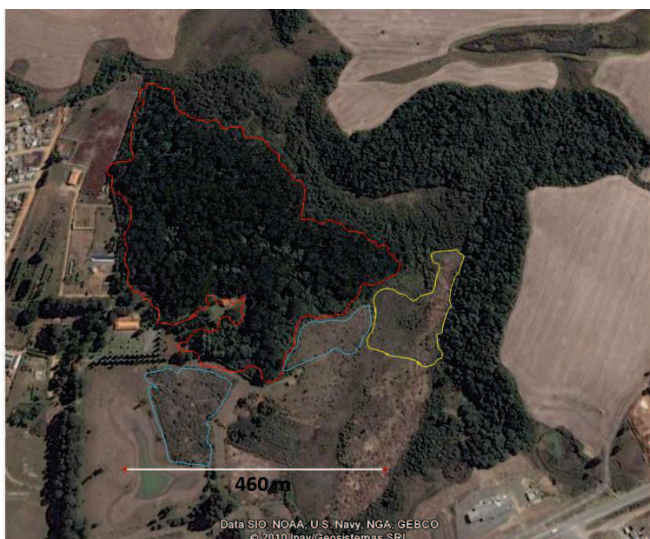


Figura 2: Vista do Parque Municipal das Araucárias (PMA), detalhando as áreas de Várzea (amarelo), Campo (azul) e Mata com Araucária (vermelho).
 Fonte: Modificado de Google Earth, 2012.



Figura 3: Vista parcial da área de várzea do PMA onde foram realizadas as coletas.

Delineamento Amostral

As espécies de *Ludwigia* estudadas foram *L. sericea* e *L. peruviana* (Figura 4) presentes na área de várzea do PMA.

Foram realizadas observações na área desde agosto/2011 para acompanhar o início da floração das espécies. Após início da floração, as capturas das abelhas foram realizadas três vezes por semana, de dezembro/2011 e abril/2012. O horário de coleta foi estabelecido após observação da receptividade floral, que ocorreu das 09h às 16h, totalizando 176 horas. Foi percorrida toda a área do fragmento estudado (várzea) e cada planta florida de *Ludwigia* (*L. sericea* ou *L. peruviana*) recebeu uma numeração. Os arbustos das duas espécies de *Ludwigia* eram utilizados aleatoriamente para as coletas, até o término da sua floração ou da visitação pelas abelhas.

Em intervalos de 20 min/hora, todas as abelhas presentes nas flores (escolhidas aleatoriamente em cada arbusto) foram coletadas com auxílio de pequenos frascos transparentes numerados sequencialmente (Figuras 5 e 6). Posteriormente estas informações foram transferidas para uma ficha de dados contendo data, local, horário e número da planta onde foram capturadas.

Após a separação em morfo-espécies, as abelhas foram enviadas ao Departamento de Zoologia – Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, aos cuidados do Prof. Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo, para identificação. Os exemplares das abelhas estão depositados na Coleção do Laboratório de Ecologia e Biologia de Vespas e Abelhas da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

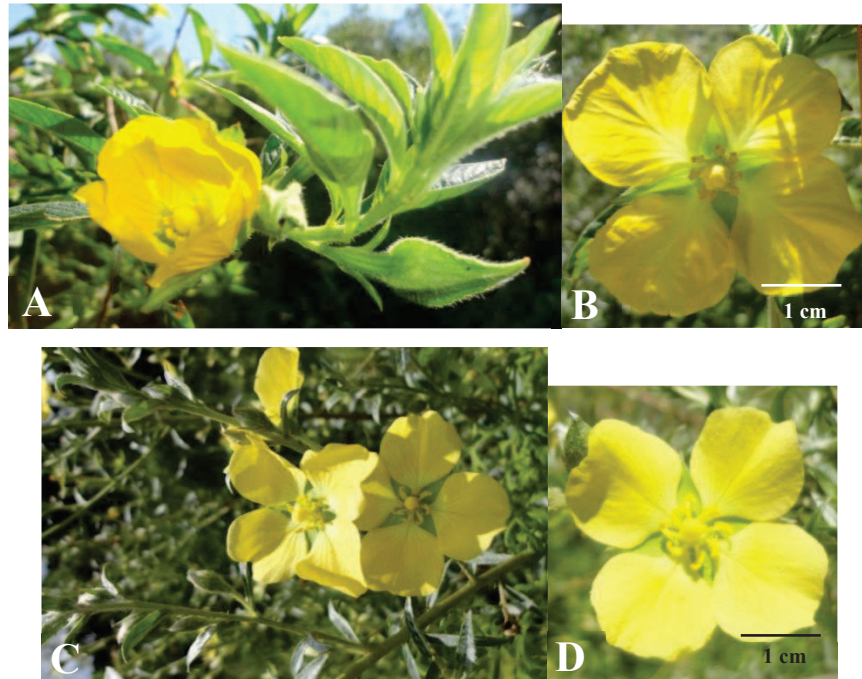


Figura 4: Aspecto geral (ramo) e detalhe das flores de *Ludwigia peruviana* (A-B) e de *Ludwigia sericea* (C-D).



Figura 5: Registro das coletas das abelhas nas flores de *L. sericea* e *L. peruviana*, na área de várzea do PMA.

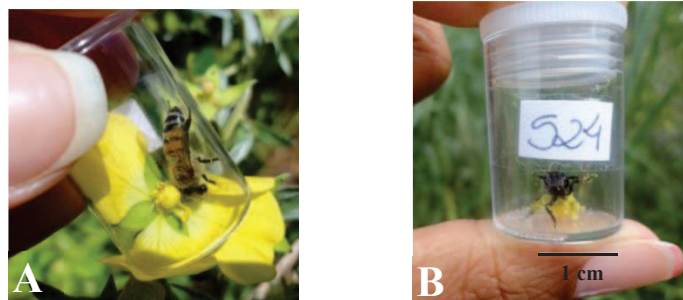


Figura 6: Detalhe do momento das coletas: *Apis mellifera* capturada em pequeno frasco transparente (A), abelha do gênero *Megachile* dentro do frasco numerado após captura (B).

Teste de receptividade floral

Para o teste da receptividade do estigma, 27 botões florais foram escolhidos e ensacados com tecido do tipo voal. No dia seguinte das 08h às 16h foram colocadas gotas de Peróxido de Hidrogênio – Água oxigenada 10% (H₂O₂) (Kearns & Inouye 1993) sobre o estigma de três flores a partir dos botões em fase de abertura e para cada hora, foi observado com o auxílio de uma lupa, a ocorrência ou não de formação de bolhas de ar sobre eles. Os resultados positivos indicavam a receptividade do estigma.

Análise dos dados

Comunidade de abelhas visitantes de flores de Ludwigia

A diversidade de abelhas visitantes em *L. sericea* e *L. peruviana* foi calculada utilizando-se os índices de diversidade de Shannon-Wiener (mede a diversidade de uma comunidade), riqueza de Margalef (grau de riqueza das espécies) e de equitabilidade de Pielou (indica se as diferentes espécies possuem abundâncias semelhantes ou divergentes). Estes índices foram calculados no programa PAST (versão 1.98. Paleontological Statistics © 1999 - 2010).

Índice de constância e dominância das espécies

A frequência de ocorrência (FO) e a dominância das espécies (D) foram calculadas para cada espécie de abelha coletada em *L. sericea* e *L. peruviana*, separadamente. Para a frequência de ocorrência foi estimada por $FO = (N_i / N) \times 100$ (Silveira Neto et al. 1976), onde FO representa a percentagem de constância; N_i representa número de coletas contendo a espécie em estudo e N número total de coletas efetuadas, posteriormente as espécies foram classificadas em primárias (presentes em mais de 50% das coletas), secundárias (encontradas entre 25% e 50% das coletas) ou acidentais (presentes em menos de 25% das coletas).

A dominância das espécies foi estimada por meio $D = (N_i / N) \times 100$ (Palma 1975), onde N_i representa abundância da espécie i e N representa abundância total. Se $D > 5\%$ a espécie é classificada como espécie dominante; entre 2,5% e 5% a espécie é classificada como espécie assessoria e $D < 2,5\%$ a espécie é classificada como espécie acidental. Segundo Palma (1975) estes índices em conjunto podem ser usados para agrupar espécies em três categorias: espécies comuns, espécies intermediárias e espécies raras.

Para investigar a similaridade das espécies de abelhas agrupadas por sua abundância, para ambas as espécies de *Ludwigia*, utilizou-se o método de agrupamento (UPGMA) e os dendrogramas de dissimilaridade foram obtidos através do coeficiente de Bray-Curtis (Ludwig & Reynolds 1988). Posteriormente o coeficiente de correlação cofenética foi realizado para avaliar a adequação dos dendrogramas e as matrizes de dissimilaridade foram comparadas pelo teste de Mantel (Mantel 1967) com o auxílio do programa NTSYS (versão 2.0. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System).

Dados Abióticos

Os valores mensais de temperatura (máxima e mínima), umidade relativa do ar e precipitação da região de estudo, foram obtidos junto à estação meteorológica SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), localizada a 3,9 km do Parque Municipal das Araucárias, Guarapuava (PR).

Utilizando o programa BioEstat (versão 5.8.1. Profissional 2009) foi feita a correlação linear de Pearson entre as variáveis abióticas e a atividade das abelhas no decorrer das coletas.

Amplitude e Sobreposição dos nichos

A amplitude do nicho de cada uma das espécies de *Ludwigia* com relação aos seus visitantes foi calculada utilizando-se o Índice de diversidade de Shannon:

$H' = -\sum p_j \log p_j$, onde p_j é a proporção de visitantes de cada espécie de *Ludwigia* na amostra total.

O cálculo do Índice de uniformidade foi realizado de acordo com Pielou (1977): $J' = H' / \log.n$, onde H' é a amplitude do nicho, dividido pelo logaritmo do número total das espécies de abelhas visitantes. Esse índice varia de 0 a 1, correspondendo à visitas irregulares das espécies de abelha até uma uniformidade na visitação por recursos alimentares disponíveis.

A sobreposição de nicho foi calculada utilizando-se duas formulas:

$O_{jk} = \sum p_{ij} \times p_{ik} / \sqrt{\sum p_{ij}^2 \times \sum p_{ik}^2}$, onde O_{jk} é a sobreposição do nicho entre a espécie j (*L. sericea*) e a espécie k (*L. peruviana*), p_{ij} é o total de abelhas visitantes na espécie j , p_{ik} o total de visitantes na espécie k e n o total de espécies de abelhas (Pianka 1973 *apud* Krebs 1999).

$P_{jk} = [\sum(\text{minimum } p_{ij}, p_{ik})]/100$, onde P_{jk} é a porcentagem de sobreposição das espécies de abelhas, p_{ij} e p_{ik} a proporção de visitantes em cada espécie de *Ludwigia*. (Renkonen 1938 *apud* Krebs 1999).

RESULTADOS

O período de floração de *Ludwigia sericea* foi diferente do de *Ludwigia peruviana*, apresentando alguns meses de sobreposição entre eles. *Ludwigia sericea* começou a florescer em dezembro/2011 se estendendo até abril/2012, com pico de floração em fevereiro, enquanto que *L. peruviana* floresceu entre fevereiro/2012 a maio/2012 e com pico de floração no mês de março. Nenhuma abelha foi coletada em *L. peruviana* no mês de maio. Durante o período em que as duas espécies encontravam-se floridas, foi observado que a quantidade de exemplares de *L. sericea* foi 5,6 vezes maior que em *L. peruviana* (Figura 7).

Durante as coletas, foram capturadas 908 abelhas (837 em *L. sericea* e 71 em *L. peruviana*) de 24 espécies e cinco famílias: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae. *Apis mellifera* foi a espécie mais abundante para as duas espécies de *Ludwigia* (N=317 para *L. sericea* e N=28 para *L. peruviana*), seguida de *Augochlora amphitrite* (N=105) e *Bombus pauloensis* (N=93) em *L. sericea* e *Melissoptila marinonni* (N=14) e *Tetraglossula amphitrite* (N=7) para *L. peruviana* (Tabela 2).

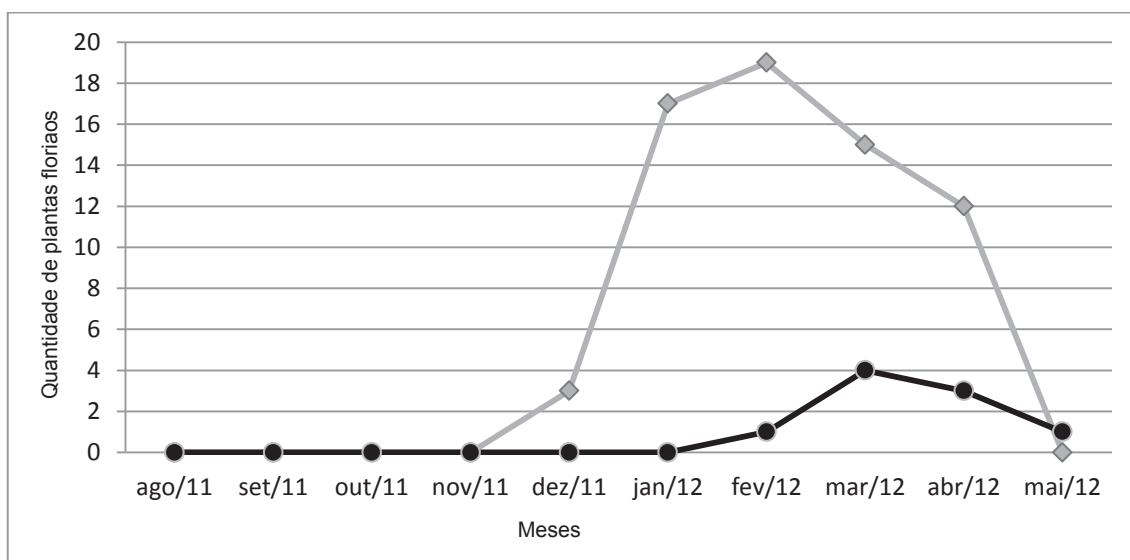


Figura 7: Período de floração e quantidade de arbustos floridos de *L. sericea* (cinza) e *L. peruviana* (preto) na área de várzea do PMA.

Tabela 2: Espécies de abelhas coletadas nas flores de *L. sericea* e *L. peruviana*, durante os meses de dez/2011 à abri/2012 em uma área de várzea no Parque Municipal da Araucárias, Guarapuava – PR

		<i>Ludwigia sericea</i>						<i>Ludwigia peruviana</i>					
Família	Gênero/Espécie Abelha	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Total	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Total
Andrenidae	<i>Rhopitulus flavitarsis</i> (Schlindwein & Moure, 1998)	-	3	2	1	-	6	-	-	-	-	-	-
Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	-	28	85	133	71	317	-	-	-	7	21	28
	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	-	3	38	39	13	93	-	-	4	1	-	5
	<i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1849)	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-
	<i>Exomalopsis analis</i> Spinola, 1853	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Melissoptila marinonii</i> Urban, 1998	-	-	4	40	6	50	-	-	-	12	2	14
	<i>Melissoptila paraguayensis</i> (Brèthes, 1909)	1	7	46	30	3	87	-	-	-	4	2	6
	<i>Mourella caerulea</i> (Friese, 1900)	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-
	<i>Paratetrapedia volatilis</i> (Smith, 1879)	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-
	<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	-	1	2	8	4	15	-	-	-	-	2	2
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	3	31	8	1	1	44	-	-	-	-	-	-	
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	1	6	29	13	2	51	-	-	-	-	1	1	
Colletidae	<i>Tetraglossula anthracina</i> (Michener, 1989)	-	-	9	22	9	40	-	-	-	5	2	7
Halictidae	<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)	4	88	8	3	2	105	-	-	-	-	-	-
	<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Dialictus micheneri</i> (Moure, 1956)	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Pseudagapostemon pruinus</i> Moure & Sakagami, 1984	-	4	-	2	-	6	-	-	-	-	-	-
Megachilidae	<i>Coelioxys cfr. chacoensis</i> Holmberg, 1903	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	<i>Coelioxys tolteca</i> Cresson, 1878	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	<i>Megachile aff. brasiliensis</i> Dalla Torre, 1896	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	<i>Megachile (Austromegachile) facialis</i> Vachal, 1909	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	<i>Megachile (Austromegachile) fiebrigi</i> Schrottky, 1908	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	1	3
	<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853	-	-	6	1	1	8	-	-	-	-	1	1
<i>Megachile (Moureapis) pleuralis</i> Vachal, 1909	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
Total Individ.		9	171	241	302	114	837	0	0	4	31	36	71
Total espéc.		4	9	13	17	12	-	0	0	2	6	12	-

Comunidade de abelhas

Observou-se que os valores dos índices de Riqueza (Dmg) e Diversidade (H') para *L. sericea* (Dmg=2,972; H'=2,043) foram superiores quando comparados aos obtidos para *L. peruviana* (Dmg=2,815; H'=1,906). Já o índice de Equitabilidade de Pielou foi maior para *L. peruviana* (J'=0,743) do que para *L. sericea* (J'=0,671) (Tabela 3).

Dominância e constância das espécies

Ao unir os resultados obtidos pelos índices de frequência de ocorrência (FO) e de dominância (D), em *L. sericea* somente *A. mellifera* (FO= 54%; D= 38%) foi considerada espécie comum, oito espécies consideradas intermediárias (*B. pauloensis*, *M. marionii*, *M. paraguayensis*, *P. emerina*, *T. diversipes*, *T. spinipes*, *T. anthracina* e *A. amphitrite*) e as demais, consideradas raras. Para *L. peruviana*, não houve espécie classificada como comum, seis foram classificadas como espécies intermediárias (*A. mellifera*, *B. pauloensis*, *M. marionii*, *M. paraguayensis*, *T. anthracina* e *M. fiebrigi*) e as demais, consideradas raras (Tabela 4).

Tabela 3: Índices de Diversidade, Riqueza, Equitabilidade, valores de abundância e número de espécies coletadas em flores de *L. sericea* e *L. peruviana*.

	Abundância	Número de espécies	Diversidade (H')	Riqueza (Dmg)	Equitabilidade (J')
<i>Ludwigia sericea</i>	837	21	2,043	2,972	0,671
<i>Ludwigia peruviana</i>	71	13	1,906	2,815	0,743

Tabela 4: Índice de Frequência de Ocorrência (FO) e de Dominância (D) e as denominações para cada espécie coletada em flores de *L. sericea* e *L. peruviana*

Espécie Abelha	<i>Ludwigia sericea</i>			<i>Ludwigia peruviana</i>		
	Frequência de ocorrência	Dominância	Denominação	Frequência de ocorrência	Dominância	Denominação
<i>Rhopitulus flavitarsis</i>	18%	0,7%	Rara	-	-	-
<i>Apis mellifera</i>	54,5%	38%	Comum	30,3%	39%	Intermediária
<i>Bombus pauloensis</i>	48%	11%	Intermediária	-	7%	Intermediária
<i>Centris varia</i>	6,06%	0,2%	Rara	-	-	-
<i>Exomalopsis analis</i>	3,03%	0,1%	Rara	-	-	-
<i>Melissoptila marinonii</i>	39,3%	6%	Intermediária	18,2%	20%	Intermediária
<i>Melissoptila paraguayensis</i>	48,5%	10%	Intermediária	18,2%	8%	Intermediária
<i>Mourella caerulea</i>	9,09%	0,5%	Rara	-	-	-
<i>Paratetrapedia volatilis</i>	3,03%	0,2%	Rara	-	-	-
<i>Plebeia emerina</i>	36,3%	2%	Intermediária	6%	3%	Rara
<i>Tetrapedia diversipes</i>	42,4%	5%	Intermediária	-	-	-
<i>Trigona spinipes</i>	42,4%	6%	Intermediária	3,03%	1,4%	Rara
<i>Tetraglossula anthracina</i>	36,4%	5%	Intermediária	15,1%	10%	Intermediária
<i>Augochlora amphitrite</i>	42,4%	12%	Intermediária	-	-	-
<i>Augochlorella ephyra</i>	3,03%	0,1%	Rara	-	-	-
<i>Dialictus micheneri</i>	3,03%	0,1%	Rara	-	-	-
<i>Pseudagapostemon pruinosus</i>	9,09%	0,7%	Rara	-	-	-
<i>Coelioxys cfr. chacoensis</i>	-	-	-	3,03%	1,4%	Rara
<i>Coelioxys tolteca</i>	-	-	-	3,03%	1,4%	Rara
<i>Megachile aff. brasiliensis</i>	-	-	-	3,03%	1,4%	Rara
<i>Megachile facialis</i>	3,03%	0,1%	Rara	3,03%	1,4%	Rara
<i>Megachile fiebrigi</i>	12,1%	0,1%	Rara	9,09%	4%	Intermediária
<i>Megachile maculata</i>	21,2%	1%	Rara	3,03%	1,4%	Rara
<i>Megachile pleuralis</i>	6,06%	0,2%	Rara	-	-	-

Similaridade entre as abundâncias das espécies visitantes de *L. sericea* e *L. peruviana*

Pelos dendrogramas das espécies, observou-se em *L. sericea* e *L. peruviana* a presença de quatro grupos (Figura 8 e 9). Para *L. sericea*, o menor grupo inclui apenas *A. mellifera* (espécie comum). O grupo dois inclui as espécies intermediárias, contendo de 40 a 105 indivíduos (*A. amphitrite*, *B. pauloensis*, *M. paraguayensis*, *T. spinipes*, *M. marinonii*, *T. diversipes* e *T. anthracina*). O grupo três inclui as espécies raras, com 1 a 15 indivíduos (*P. emerina*, *M. caerulea*, *M. maculata*, *P. pruinosus* e *R. flavitarsis*, *M. pleuralis*, *P. volatilis*, *C. varia*, *E. analis*, *A. ephyra*, *D. micheneri*, *M. facialis* e *M. fiebrigi*).

Para *L. peruviana*, observa-se o grupo um com as espécies *A. mellifera* e *M. marinonii* (mais abundantes - intermediarias). O grupo dois composto por espécies intermediarias, com 5 a 7 indivíduos (*T. anthracina*, *M. paraguayensis* e *B. pauloensis*). O terceiro grupo é composto pelas espécies raras, com 1 a 3 indivíduos (*M. fiebrigi* e *P. emerina*, *T. spinipes*, *C. chacoensis*, *C. tolteca*, *M. brasiliensis*, *M. facialis*, *M. maculata*).

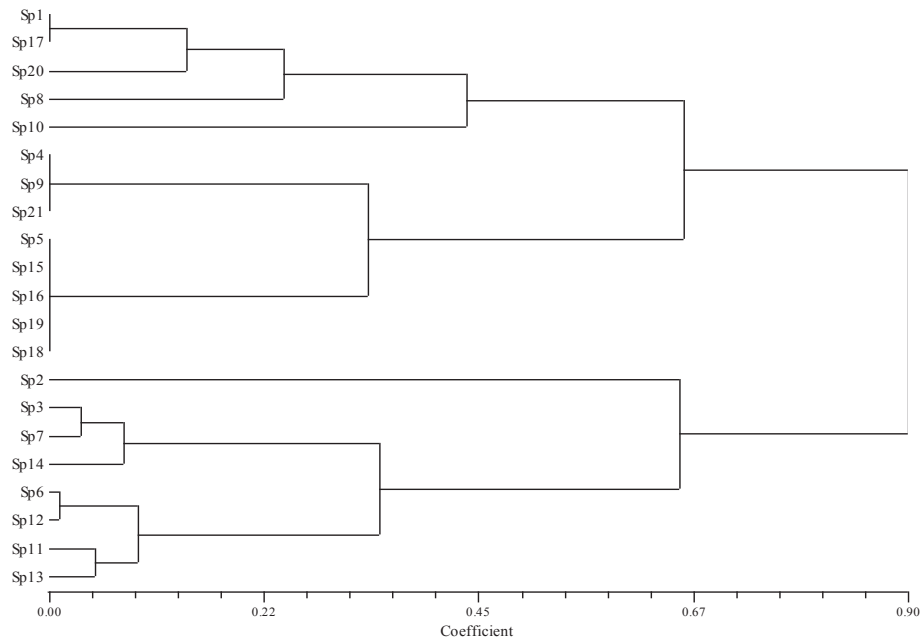


Figura 8: Dendrograma de dissimilaridade de Bray-Curtis entre as abundâncias das espécies de abelha capturadas em flores de *Ludwigia sericea*: Sp1, *Rhopitulus flavitarsis*; Sp2, *Apis mellifera*; Sp3, *Bombus pauloensis*; Sp4, *Centris varia*; Sp5, *Exomalopsis analis*; Sp6, *Melissoptila marinonii*, Sp7, *Melissoptila paraguayensis*; Sp8, *Mourella caerulea*; Sp9, *Paratetrapedia volatilis*; Sp10, *Plebeia emerina*; Sp11, *Tetrapedia diversipes*; Sp12, *Trigona spinipes*; Sp13, *Tetraglossula anthracina*; Sp14, *Augochlora amphitrite*; Sp15, *Augochlorella ephyra*; Sp16, *Dialictus micheneri*; Sp17, *Pseudagapostemon pruinosis*; Sp18, *Megachile facialis*, Sp19, *Megachile fiebrigi*; Sp20, *Megachile maculata*; Sp21, *Megachile pleuralis*, $r=0,9436$.

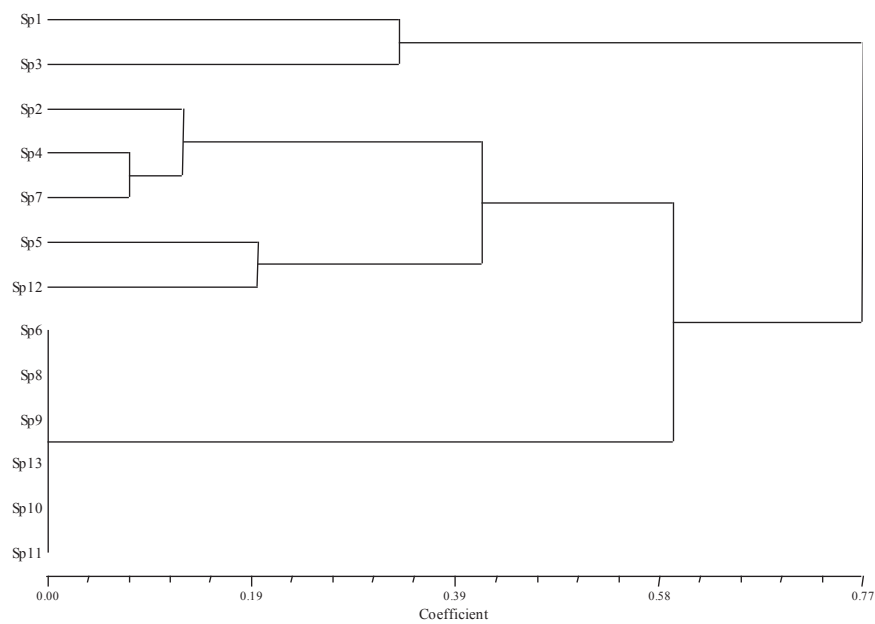


Figura 9: Dendrograma de dissimilaridade de Bray-Curtis entre as abundâncias das espécies de abelha capturadas em flores de *Ludwigia peruviana*: Sp1, *Apis mellifera*; Sp2, *Bombus pauloensis*; Sp3, *Melissoptila marinonii*; Sp4, *Melissoptila paraguayensis*; Sp5, *Plebeia emerina*; Sp6, *Trigona spinipes*; Sp7, *Tetraglossula anthracina*; Sp8, *Coelioxys chacoensis*; Sp9, *Coelioxys tolteca*; Sp10, *Megachile brasiliensis*; Sp11, *Megachile facialis*; Sp12, *Megachile fiebrigi*; Sp13, *Megachile maculata*, $r=0,8986$.

Receptividade do estigma

A antese de *L. sericea* e *L. peruviana* se inicia em torno das 08h30min da manhã e em alguns dias foi possível encontrar flores em processo de abertura até às 10h. Segundo observações, as flores duram um dia (poucos registros com a duração de dois dias).

A receptividade do estigma manifestou-se imediatamente após a antese e estendeu-se por cerca de seis horas depois, porém com diferentes intensidades. Entre 09h e 10h da manhã e 15h e 16h da tarde a receptividade observada foi baixa quando comparada das 11h às 14h (alta receptividade).

Relação entre horário de coleta e quantidade de abelhas

Entre os horários de coleta, foi possível notar uma grande diferença (Tabela 5 e 6) com relação a quantidade de abelhas capturadas nas flores de *L. sericea* e *L. peruviana*. Assim como apresentado para a receptividade do estigma, houve uma maior visitação das abelhas entre 11h e 14h, quando comparado com os demais horários (Figura 10).

Tabela 5: Relação entre número de abelhas capturadas em *L. sericea* e horários de coleta

Espécie de Abelhas	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h
<i>Rhopitulus flavitarsis</i>	-	1	2	1	-	2	-	-
<i>Apis mellifera</i>	8	21	56	70	60	52	38	12
<i>Bombus pauloensis</i>	7	10	19	15	19	8	12	3
<i>Centris varia</i>	-	-	-	1	-	-	1	-
<i>Exomalopsis analis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Melissoptila marionii</i>	2	3	10	11	8	8	4	4
<i>Melissoptila paraguayensis</i>	3	20	21	20	7	6	4	6
<i>Mourella caerulea</i>	-	-	1	-	2	-	1	-
<i>Paratetrapedia volatilis</i>	-	1	-	1	-	-	-	-
<i>Plebeia emerina</i>	1	-	2	2	3	2	3	2
<i>Tetrapedia diversipes</i>	3	3	11	8	6	4	5	4
<i>Trigona spinipes</i>	1	6	8	13	12	7	4	-
<i>Tetraglossula anthracina</i>	7	16	7	4	3	2	-	1
<i>Augochlora amphitrite</i>	6	16	17	21	13	13	10	9
<i>Augochlorella ephyra</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Dialictus micheneri</i>	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Pseudagapostemon pruinus</i>	-	-	1	2	2	1	-	-
<i>Megachile facialis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Megachile fiebrigi</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Megachile maculata</i>	-	3	-	3	2	-	-	-
<i>Megachile pleuralis</i>	1	-	-	1	-	-	-	-
Total de indivíduos	39	100	155	174	139	107	82	41
Total de espécies	10	11	12	16	14	13	10	8

Tabela 6: Relação entre número de abelhas capturadas em *L. peruviana* e horários de coleta

Espécie de Abelhas	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h
<i>Apis mellifera</i>	-	3	6	7	4	7	1	-
<i>Bombus pauloensis</i>	-	-	1	-	2	2	-	-
<i>Melissoptila marionii</i>	-	3	-	4	2	1	4	-
<i>Melissoptila paraguayensis</i>	-	-	2	1	2	1	-	-
<i>Plebeia emerina</i>	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Trigona spinipes</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Tetraglossula anthracina</i>	-	1	2	4	-	-	-	-
<i>Coelioxys cfr. chacoensis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Coelioxys tolteca</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Megachile aff. brasiliensis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Megachile facialis</i>	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Megachile fiebrigi</i>	-	-	-	1	-	-	2	-
<i>Megachile maculata</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
Total de indivíduos	0	7	15	18	12	11	8	0
Total de espécies	0	3	8	6	6	4	4	0

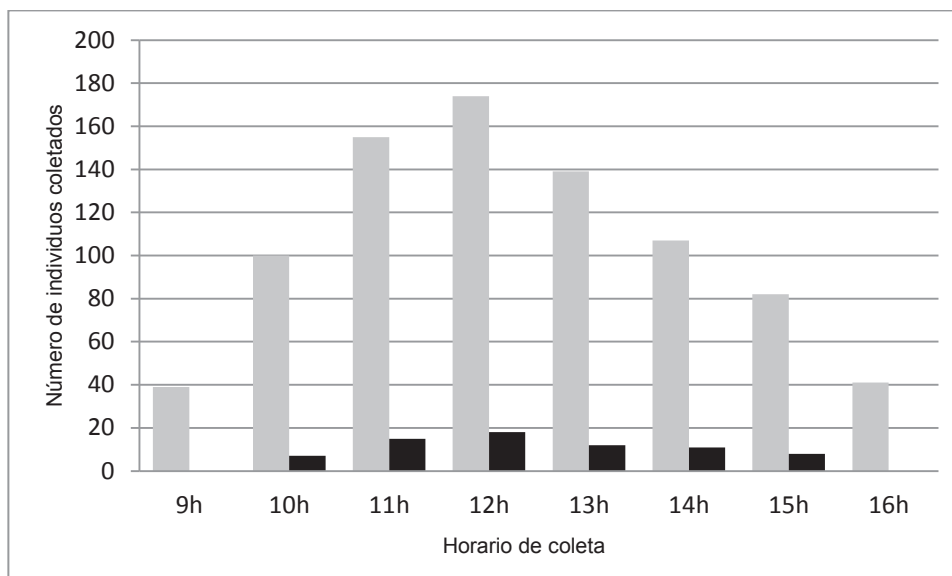


Figura 10: Registro entre quantidade de abelhas capturadas em flores de *L. sericea* (cinza) e *L. peruviana* (preto) nos diferentes horários de coleta.

Relação dos dados abióticos com a abundância de abelhas

Com relação aos dados abióticos, a temperatura média mensal registrada variou entre 15°C a 22°C, a umidade relativa do ar (UR) entre 70% à 80% e a precipitação mensal total variou de 93mm a 265mm. Foi possível observar que nos meses de janeiro e fevereiro, quando ocorreram as temperaturas mais elevadas, houve uma maior captura de abelhas em *L. sericea* (juntamente com o mês de março) (Figura 11 e 13). Para *L. peruviana*, os meses de março e abril foram aqueles com um maior número de abelhas coletadas, sendo a temperatura média igual ou superior a 18°C (Figura 12 e 14).

Não houve correlação entre estas variáveis com as atividades das abelhas nas flores de *L. peruviana*: temperatura média semanal ($r=-0,078$; $p=0,882$), umidade relativa do ar mensal ($r=0,047$; $p=0,929$) e a precipitação mensal total ($r=0,468$; $p=0,349$). O número de abelhas coletadas em *L. sericea* teve correlação com a temperatura média mensal ($r=0,642$; $p=0,164$) e não com a precipitação total mensal ($r=0,065$; $p=0,901$) ou a umidade relativa do ar mensal ($r=-0,380$; $p=0,465$).

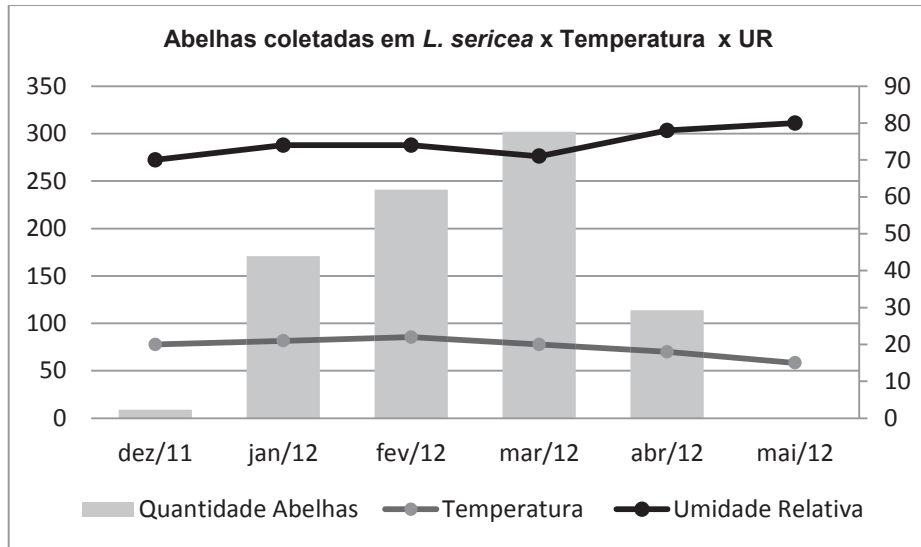


Figura 11: Relação entre número de indivíduos coletados em *L. sericea*, temperatura média mensal e média da umidade relativa do ar.

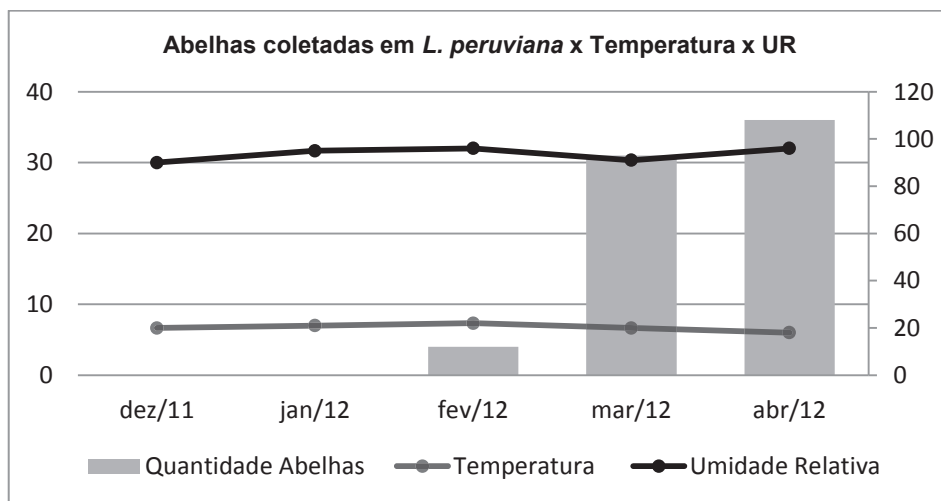


Figura 12: Relação entre número de indivíduos coletados em *L. peruviana*, temperatura média mensal e média da umidade relativa do ar.

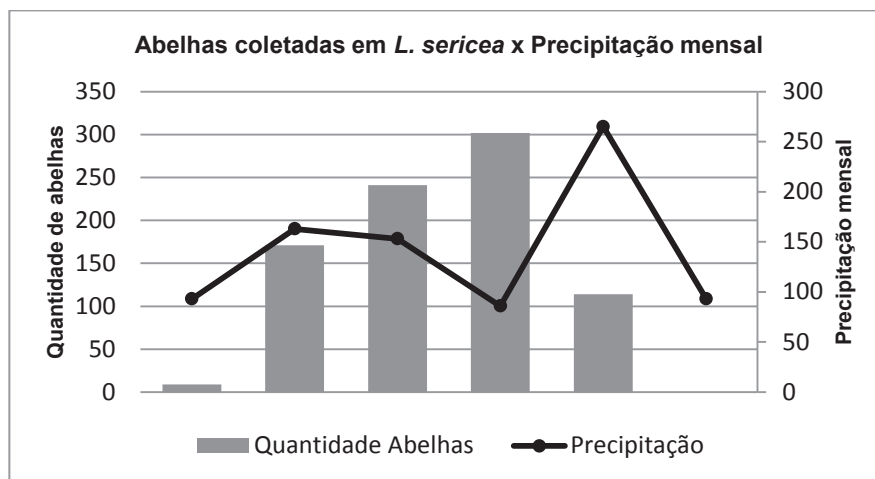


Figura 13: Relação entre número de indivíduos coletados em *L. sericea* e precipitação mensal total entre dez/11 a mai/12.

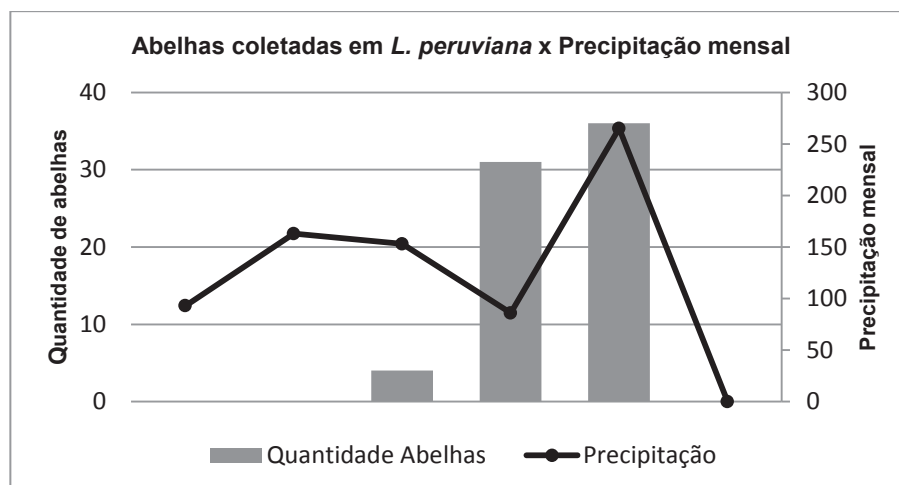


Figura 14: Relação entre número de indivíduos coletados em *L. peruviana* e precipitação mensal total entre dez/11 a mai/12.

Amplitude e Sobreposição dos nichos

Os valores obtidos para a amplitude e a uniformidade do nicho (espécies de abelhas visitantes) em *Ludwigia sericea* e *L. peruviana* foram bem parecidos: $H' = 0,781$; $J' = 0,57$ para *L. sericea* e $H' = 0,761$; $J' = 0,55$ para *L. peruviana*, valores estes que permitem classificá-las como espécies generalistas e com visitas uniformes das abelhas para a coleta dos recursos disponíveis.

Para os resultados relacionados à sobreposição ($O_{jk} = 0,925$; $P_{jk} = 71\%$), foi possível observar que ocorre sobreposição de mais da metade das espécies de abelhas que visitam as duas espécies de *Ludwigia*.

DISCUSSÃO

Tem sido verificado, uma variação no período de floração das espécies do gênero *Ludwigia*, conforme a região. Neste estudo, os períodos de floração observados foram dez/2011 a abril/2012 para *L. sericea* e de fev/2012 a abril/2012 para *L. peruviana*. Na região de São Paulo, a espécie *L. elegans* (Camb.) Hara floriu praticamente o ano todo (exceto nos meses frios de agosto a outubro) com seu pico de floração em fevereiro e março (Gimenes 2003, Gimenes et al. 1993), *L. tomentosa* também floresce quase o ano todo, menos nos meses muito secos (junho a agosto) na região de Mato Grosso do Sul (Pott & Pott 2000). Em Minas Gerais, *Ludwigia suffruticosa* (L.) Gomez teve seu pico de floração em junho (Martins & Antonini 1994).

O fato da região de Guarapuava-PR possuir estações bem definidas, com verões frescos (temperatura média de 22°C) e invernos com ocorrência de geadas severas e frequentes com temperatura média superior a 3°C e inferior a 18°C (Maack 1981), ressalta os resultados aqui apresentados, onde o período de floração das espécies estudadas deu-se durante os meses quentes, bem como a atividade de forrageio das abelhas coletadas. Segundo Bazilio (1997) e Mendes & Rêgo (2007) o padrão sazonal das atividades de várias espécies de abelhas em regiões de clima subtropicais, esta associado à floração das angiospermas.

Índices de diversidade e de riqueza, visando à relação entre número de espécies e de indivíduos, são utilizados para comparação faunística entre diferentes comunidades (Silveira Neto et al. 1976 *apud* Costa et al. 1993). No presente estudo, os índices de diversidade e riqueza da apifauna, apresentaram-se maiores para *L. sericea*, onde um alto valor para estes índices é um indicativo, na maioria dos casos, de uma comunidade bem estruturada, com muitas espécies raras (Costa et al. 1993). O fato de *L. sericea* ter florescido antes, por mais tempo e com mais exemplares do que *L. peruviana*, pode explicar o resultado dos índices de diversidade e riqueza das abelhas coletadas nas duas espécies de *Ludwigia*.

A sobreposição de nicho, a qual se refere à utilização de alguns mesmos tipos de fontes de recursos por duas ou mais espécies (Abrams 1980), demonstrou-se alta entre as duas espécies de *Ludwigia* (71%), indicando que grande parte das abelhas amostradas nesse trabalho, visitam ambas as espécies.

De todas as espécies de abelhas capturadas, *Apis mellifera* foi a mais abundante nas duas espécies de *Ludwigia*. *Apis mellifera* foi um visitante muito frequente observado em flores de *L. elegans* por Gimenes (1997, 2002, 2003) e em *Ludwigia tomentosa* (Cambess.) por Carvalho et al. (2012). Embora seja um visitante generalista, *A. mellifera* é considerada

um polinizador eficiente devido ao seu tamanho e comportamento que facilitam o contato com as estruturas reprodutivas durante a coleta de néctar e pólen (Gimenes 1997). Foi verificado também que *A. mellifera* tem sua atividade de forrageio sincronizada com o pico de floração de *Ludwigia* (Gimenes 1997) e que sua abundância nestas flores esta associada com o fato de ser uma espécie altamente eussocial, com um sistema de comunicação muito eficiente entre os indivíduos da colônia (Seeley 1985 *apud* Neves & Viana 2002).

Augochlora amphitrite, segunda espécie mais frequente e abundante neste estudo, foi registrada também por Steiner et al. (2010) em Santa Catarina em *L. peruviana* e por Gimenes (2002) com *L. elegans* na região de São Paulo, os quais registraram também, a presença da espécie *Paratetrapedia volatilis* (espécie rara no presente estudo) e do gênero *Bombus* spp, nas flores de *Ludwigia*.

Segundo estudos de Gimenes (2002) e Ruim et al. (2011) em Londrina - PR com *L. elegans* e *L. sericea*, respectivamente, do total de abelhas observadas e capturadas, *Trigona spinipes*, assim como no presente estudo, foi uma espécie significativa com relação a frequência de visitas e número de indivíduos.

Com relação a espécie *Tetrapedia diversipes*, Silveira et al. (1993), Alves dos Santos (1999), Steiner et al. (2010), Ruim et al (2011) e Menezes et al. (2012) verificaram sua interação com flores de *Ludwigia* em áreas de Mata Atlântica nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Rio de Janeiro, respectivamente. Um estudo realizado por Sazima & Santos (1982) sobre a biologia floral da *L. sericea* em São Paulo, demonstrou que representantes do gênero *Tetrapedia* foram os polinizadores efetivos desta planta na região, a partir de registros de comportamento de coleta de pólen, frequência e tempo de permanência nas flores.

A interação entre flores de *Ludwigia* e o gênero *Melissoptila*, encontrado em Guarapuava (*M. marinonii* e *M. paraguayensis*), foi anteriormente registrado, no estudo de Gimenes (2002) (com *Melissoptila* sp. e *L. elegans*), de Cascaes (2008) (*M paraguayensis* e *L. suffruticosa*) e de Steiner et al. (2010) (com *M. paraguayensis* e *L. peruviana*).

Em flores de *L. peruviana*, abelhas *Tetraglossula anthracina* foram consideradas dominantes neste estudo. Segundo Gimenes 1997; Gimenes et al. 1993, 1996; Schlindwein 2004 e Steiner et al. 2010, abelhas desta espécie foram consideradas os polinizadores mais eficientes em flores de *Ludwigia*, com adaptações morfológicas e comportamentais que favoreciam a coleta de pólen, como tamanho e movimentos abdominais rápidos e a coleta de néctar.

As espécies raras de abelhas amostradas nas flores de *L. sericea* e *L. peruviana*, também foram registradas por outros autores em diferentes espécies de *Ludwigia*:

Rhophitulus, *Exomalopsis*, *Dialictus* (Gimenes 2002 - *L. elegans*), *Megachile* e *Coelioxys tolteca* (Gimenes 2002 - *L. elegans*, Steiner et al. 2010 - *L. octavalvis*) e *Pseudagapostemon pruinosus* (Gimenes 2002 - *L. elegans*, Cascaes 2008 - *L. suffruticosa*).

Pseudagapostemon pruinosus identificada neste estudo como sendo espécie rara, foi considerada por Schlindwein (2004) como uma das principais visitantes nas flores de *Ludwigia*. Gimenes (1997, 2003) observou o mesmo com relação a este gênero em flores de *L. elegans*. Segundo Gimenes (2003) e Silveira & Cure (1993) esta espécie de abelha raramente atua como um polinizador, coletando acidentalmente o pólen. *Pseudagapostemon* juntamente com *Rhophitulus* são considerados polinizadores casuais devido ao seu pequeno tamanho o qual permite pouco contato com o estigma floral (Gimenes 1997, 2003).

O gênero *Rhophitulus*, representado neste estudo por *R. flavitarsis*, ocorre principalmente em altitudes mais elevadas (Silveira & Cure 1993), fator este que é visto no município de Guarapuava (terceiro planalto paranaense).

O número baixo de indivíduos de algumas espécies que são coletados em diferentes locais (como o caso de *Pseudagapostemon pruinosus* em Guarapuava) pode ocorrer devido às diferenças na fenologia das abelhas ou por diferenças na composição e abundância local e temporal de recursos florais (influenciam na extensão dos períodos de atividade das abelhas em diferentes áreas) (Aguilar & Zanella 2005).

Tetraglossula anthracina e *Rhophitulus sp.* foram capturadas em flores de *L. elegans* na região de São Paulo (Aluminio e Campos do Jordão) entre dezembro e abril, já as espécies de *Pseudagapostemon* e *Apis* foram capturadas de fevereiro a abril, em Alumínio-SP. Fêmeas do gênero *Melissoptila* visitaram estas flores de novembro a maio (pico de atividade em dezembro e abril) e de janeiro a março (pico de atividade em fevereiro) nestas regiões de São Paulo (Gimenes 2002, 2003), resultados estes que se assemelham com os aqui apresentados.

Com relação à antese de flores de *Ludwigia*, tem sido observado que os horários de abertura e tempo de duração das flores deste gênero são muito parecidos, independente da região do Brasil. No presente estudo, a antese de *L. sericea* e *L. peruviana* iniciou-se em torno das 08h30min podendo ocorrer até às 10h em dias mais frios e as suas flores duraram um dia (poucos registros com a duração de dois dias). Ruim et al. (2011) observou que as flores de *L. sericea* tiveram duração de apenas um dia e a antese deu-se por volta das 08h30min, mas Gimenes (2003) relatou que as flores de *L. elegans* duram em média um dia e em dias frios podem durar até o dia seguinte, com variações no horário de abertura das flores em duas cidades do estado de São Paulo onde, nos meses mais quentes do ano

(novembro a abril) a abertura ocorreu entre 08h e 09h30min e nos dias frios (maio a agosto) após as 10h30min podendo chegar as 12h (temperatura por volta de 14°C). Desta forma, foi possível observar um padrão circadiano, onde a abertura floral ocorre mais cedo nos meses mais quentes e com maior tempo de incidência de luz e mais tarde nos meses mais curtos e com dias mais frios (Gimenes 2003).

Fêmeas de *T. anthracina*, *Rhopitulus* sp e *Pseudagapostemon* spp. visitaram flores de *Ludwigia* no início da manhã, em sincronia com a abertura das anteras (Gimenes 2003). Destas três espécies, somente *T. anthracina* foi capturada em flores de *L. sericea* e *L. peruviana* nas primeiras horas da manhã, durante a antese floral.

Centris varia, *Mourella caerulea*, *Plebeia emerina* e *Augochlorella ephyra* foram espécies coletadas em flores de *L. sericea* e *L. peruviana*, apenas na região de Guarapuava, fato que pode ser atribuído a distribuição dessas espécies, que com exceção de *C. varia*, ocorrem preferencialmente na região sul do país (Moure et al. 2007). Dessa forma é importante investir em pesquisas desta natureza, que ao longo dos anos trarão informações de diferentes áreas, que permitirão descrever de maneira mais detalhada as interações entre atividade das abelhas e diferentes espécies de *Ludwigia*, possibilitando a compreensão dos processos ecológicos e evolutivos nestas relações, permitindo estabelecer melhores estratégias de conservação da biodiversidade.

CONCLUSÕES

No presente estudo foram identificadas 908 abelhas, provenientes de cinco famílias e 23 espécies, em flores de *Ludwigia sericea* e *Ludwigia peruviana*. *Apis mellifera* (Apidae) foi a espécie visitante floral mais frequente, pois a atividade de forrageio dessa espécie eussocial pode estar ocorrendo sincronizada com o pico de floração de *Ludwigia*. A família de abelha com maior número de espécies foi Apidae, refletindo o padrão encontrado em outros levantamentos com *Ludwigia*.

As abelhas foram capturadas em sua maioria, nos horários em que as flores apresentaram maior receptividade estigmática (11h às 14h), sugerindo assim, que as abelhas visitantes detectadas atuam como polinizadores efetivos das flores de *L. sericea* e *L. peruviana*.

Ludwigia sericea e *L. peruviana* apresentaram diferentes meses e picos de floração e foram durante os períodos de maior ocorrência floral, que foram registradas as maiores taxas de abundância das espécies de abelha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, P. 1980. Some comments on measuring niche overlap. *Ecology*. 61: 44-49.
- AGUIAR, C. M. L., ZANELLA, F. C. V. 2005. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma área na margem do Domínio da Caatinga (Itatim, BA). *Neotropical Entomology* 34: 015-024.
- ALVES DOS SANTOS, I. 1998. Importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. In: Anais III Encontro sobre abelhas. Ribeirão Preto: USP-FFCLRP.
- ALVES DOS SANTOS, I. 1999. Abelhas e Plantas melíferas da Mata Atlântica, Restinga e Dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 43: 191-223.
- BARBOSA, A. A. 1997. Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo, Uberlândia – MG. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- BERTUZZI, T., GRIGOLETTO, D., CANTO-DOROW, T. S., EISINGER, S. M. 2011. O gênero *Ludwigia* L. (Onagraceae) no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Natura, UFSM*. 33: 43-73.
- BAZILIO, S. 1997. Melissocenose de uma área restrita de floresta de Araucária do Distrito do Guará (Guarapuava, PR). Curitiba, UFPR. 122p, Universidade Federal do Paraná.
- CARVALHO, N., RAIZER, J., RIBAS, A. C. A., DELATORRE, M. 2012. Abelhas evitam flores com modelos artificiais de aranhas. *Ecologia Austral* 22:211-214.
- CASCAES, M. F. 2008. A Comunidade de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e flores visitadas em um fragmento de mata Atlântica, no município de Maracajá, Santa Catarina. Universidade do Extremo Sul Catarinense, SC. 59p.
- CORDEIRO, J. 2005. Levantamento florístico e caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrofila Mista em Gurarapuava – PR. Universidade Federal do Paraná.
- COSTA, E. C., LINK, D., MEDINA, L. D. 1993. Índice de diversidade para entomofauna da Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). *Ci. Flor. Santa Maria*, 3(1): 65-75.
- CRUDEN. R. W. 1981. Pollen-ovule ratio, pollen size and the ratio of stigmatic area to the pollen-bearing area of the pollinator: an hypothesis. *Evolution* 35: 964-974.
- DEL-CLARO, K. 2004. Multitrophic relationships, conditional mutualisms, and the study of interaction biodiversity in tropical savannas. *Neotropical Entomology*. 33: 665-672.
- GIMENES, M. 1997. Pollinating bees and other visitors of *Ludwigia elegans* (Onagraceae) flowers at a tropical site in Brazil. *Stud. cotrop. Fauna Envir.* 32 (2): 8 1-88.
- GIMENES, M. 2002. Interactions between bees and *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae) flowers at different altitudes in Sao Paulo, Brazil. *Revta bras. Zool.* 19 (3): 681 – 689.
- GIMENES, M. 2003. Interaction between visiting bees (Hymenoptera, Apoidea) and flowers of *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae) during the year in two different areas in São Paulo, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 63(4): 617-625.
- GIMENES, M., BENEDITO-SILVA, A. A., MARQUES, M. D. 1993. Chronobiologic aspects of a coadaptive process: The interaction of *Ludwigia elegans* flowers and its more frequent bee visitors. *Chronobiol. Internat.*, 10: 20-30.

- GIMENES, M., BENEDITO-SILVA, A. A., MARQUES, M. D. 1996, Circadian rhythms of pollen and nectar collection by bees on the flowers of *Ludwigia elegans*. Biol. Rhythm Res., 27: 281-290.
- HOCH, P. C., CRISCI, J. V., TOBE, H., BERRY, P. E. 1993. A cladistic analysis of the plant Family Onagraceae. Syst. Bot. 18: 31-47.
- IAPAR – Instituto Agronomico do Paraná. Guia de campo para identificação de solos no Estado do Paraná – solos da região do 3º Planalto. Fundação Instituto Agronomico do Paraná, Londrina, 1986.
- JACOBS, S. W. L., PERRETT, F., SAINTY, G. R., BROWMER, K. H. JACOBS, B. J. 1994. *Ludwigia peruviana* (Onagraceae) in the botany wetlands near Sydney, Australia. Aust. Jour. Mar. Freshwater Res. 45: 1481-1490.
- KEARNS, C. A., INOUYE, D. W. 1993. Techniques for pollination biologists. University Press of Colorado, Niwot.
- KREBS, C. 1999. Ecological Methodology, 2ed. Benjamin/Cummings, Addison Wesley, Menlo Park, California.
- LUDWIG, J. A., REYNOLDS, J. F. 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing. New York: J. Wiley, 352 pp.
- MAACK, R. 1981. Geografia física do Estado do Paraná. 2ªed. Rio de Janeiro: José Olympio/Sec. da cultura e do esporte do Governo do Estado do Paraná, 450 pp.
- MANTEL, N. A. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. Cancer Res. 27:209–220.
- MARTINS, R. P., Antonini, Y. 1994. The biology of *Diadasina distincta* (Holmberg, 1903) (Hymenoptera: Anthophoridae). Proc. Ent. Soc. Wash. 96: 553-560.
- MARTINS, R. P., BORGES, J. C. 1999, Use of *Ludwigia* (Onagraceae) pollen by a specialist bee, *Diadasina distincta* (Hymenoptera: Apidae), at a nesting site in Southeastern Brazil. Biotropica, 31: 530-534.
- MENDES, F. N., RÊGO, M. M. C. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. Rer. Brasil. Entomol. 51: 382-388.
- MENEZES, G. B., GONÇALVES-ESTEVEZ, V., BASTOS, E. M. A. F., AUGUSTO, S. C., GAGLIANONE, M. C. 2012. Nesting and use of pollen resources by *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae) in Atlantic Forest areas (Rio de Janeiro, Brazil) in different stages of regeneration. Rer. Brasil. Entomol. 56: 86–94.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the bees. Annals of the Missouri Botanical Garden 66: 277-347.
- MOORE, D. 2001. Honey bee circadian clocks: behavioral control from individual workers to whole-colony rhythms. Journal of Insects Physiology 47: 843-857.
- MOURE, J.S., URBAN, D., MELO, G.A.R. 2007. Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia, 1058p.
- NEVES, E. L., VIANA, B. F. 2002. As abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) visitantes florais em um ecossistema de dunas continentais no médio Rio São Francisco, Bahia, Brasil. Rev. Bras. Entomol. 46: 571-578.
- NIESING, F. 2003. Especialização, Universidade Estadual do Centro-Oeste.

- PALMA, S. 1975. Contribución al estudio de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaíso. Aspectos ecológicos. In: II Simpósio Latino Americano Sobre Oceanografía Biológica. Dóroiente, Venezuela, 119-133.
- PIELOU, E. C. 1977. Mathematical ecology. Wiley, New York, 385p.
- POTT, A., POTT, V. J. 2000. Plantas aquáticas do Pantanal. 1ª edição. Embrapa. Comunicação para a transferência de tecnologia, Corumbá, MS. 404p.
- RAMAMOORTHY, T. P.; ZARDINI, E. M. 1987. The systematics and evolution of *Ludwigia sect. Myrtocarpus*. (Onagraceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 19:1-120.
- RAMOS, M. C. 2009. Ecologia da polinização de Taperebá (*Spondias mombin*. L., Anacardiaceae) em área de floresta secundária no município de Santo Antônio do Tauá, Pará, Brasil. Universidade Federal do Pará.
- RAVEN, P. H. 1988. Onagraceae as a model of plant evolution. In Plant Evolutionary Biology. A symposium honoring.
- RAVEN, P. H., AXELROD, D. I. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. Ann. Missouri Bot. Gard. 61: 539–673.
- ROING-ALSINA, A., MICHENER, C. D. 1993. Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). The University of Kansas Science Bulletin 55(4): 123–160.
- RUIM, J. B., FERRONATO, M. C. F., SOFIA, S. H. 2011. Abelhas visitantes das flores de *Ludwigia sericea* (Camb.) Hara (Onagraceae) na região norte do Paraná. Anais do X Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço-MG.
- SAZIMA, M., SANTOS, J. U. M. 1982, Biologia floral e insetos visitantes de *Ludwigia sericea* (Onagraceae). Bolm. Mus. Para. E. Goeldi, Série Botânica, 54: 1-12.
- SCHLINDWEIN, C. 2004. Are oligolectic bees always the most effective pollinators? In: Freitas, B. M. & Pereira, J. O. P. (eds.). Solitary bees. Conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza, Imprensa Universitária. p. 231-240.
- SEMAFLOR. Prefeitura Municipal de Guarapuava – Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Disponível em www.prefeituramunicipaldeguarapuava/. Acesso em 14/02/2013.
- SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O., BARBIN, D., VILLA NOVA, N. A. 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Agronomia Ceres. 419p.
- SILVEIRA, F. A., CURE, J. R. 1993. High-altitude bee fauna of Southeastern Brazil: Implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). Studies on Neotropical Fauna and Environment 28: 47-55.
- SILVEIRA, F. A., ROCHA LIMA, L. B., OLIVEIRA, M. J. F., CURE, J. R. 1993. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da zona da mata de Minas Gerais II. Diversidade, abundância e fontes de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. Revista Brasileira de Entomologia, 37(3): 611-38.
- SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R., ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte.
- STEINER, J., ZILLIKENS, A., KAMKE, R. FEJA, E. P., FALKENBERG, D. B. 2010. Bees and Melittophilous Plants of secondary Atranttic Forest habitats at Santa Catarina Island, Southern Brazil. Oecologia Australis. 14: 16-39.
- WAGNER, L. W., HOCH, P. C., RAVEN, P. H. 2007. Revised classification of the Onagraceae. Syst. Bot. Monogr. 83: 1-240.

APÊNDICE

Tabela 1: Comparação de resultados selecionados das principais classificações para família Onagraceae. Nomes entre conchetes ({}) são designados como excluídos.

Fonte: Organizado pelo autor: Wagner et al. 2007.

CANDOLLE (1828)	SPACH (1835A, B)	RAIMANN (1893)	MUNZ (1965)	RAVEN (1979, 1988)	Classificação Atual
Tribe	Tribe	Tribe	Tribe	Tribe	Subfamily
Jussieae	Jussieueae	Jussieueae	Jussiaeae	Jussiaeae	Ludwigioideae
<i>Ludwigia</i>	<i>Ludwigia</i>	<i>Ludwigia</i>	<i>Ludwigia</i>	<i>Ludwigia</i>	<i>Ludwigia</i>
Jussiaea	<i>Jussiaea</i>	<i>Jussiaea</i>			
<i>Isnardia</i>	<i>Isnardia</i>				
<i>Prieurea</i>					
	{ <i>Vahlia</i> }				
	{ <i>Spondylantha</i> }				
		<i>Oocarpon</i>			

CAPÍTULO 2

ESTRUTURA E DINÂMICA DA REDE DE INTERAÇÕES ENTRE ABELHAS E FLORES DE *Ludwigia sericea* (CAMBESSIDES) H. HARA E *Ludwigia peruviana* (L.) H. HARA (ONAGRACEAE)

RESUMO

Este estudo foi proposto para caracterizar as interações entre as flores de *Ludwigia sericea* e *Ludwigia peruviana* e as espécies de abelhas (potenciais polinizadores). O estudo ocorreu em uma área de várzea do Parque Municipal das Araucárias, no município de Guarapuava – PR, onde a coleta das abelhas foi realizada de dezembro/2011 a abril/2012. Das 908 abelhas capturadas em *L. sericea* e em *L. peruviana*, pertencentes a 24 espécies e cinco famílias (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae), apenas 507 espécimes (15 espécies) apresentaram pólen em alguma parte do corpo, utilizados nas análises polínicas. A partir das análises polínicas foi possível constatar que além do pólen de *L. sericea* e *L. peruviana*, as abelhas apresentaram-se potenciais polinizadoras de mais 47 espécies de plantas. *Ludwigia sericea* foi visitada pelas 15 espécies de abelhas enquanto que *L. peruviana* por apenas 10 (9 espécies em comum). As redes de interações das duas espécies apresentaram padrão aninhado e com o valor do índice de especialização baixo. As plantas *Polygonum punctatum*, *Cinnamomum amoenum* e *Styrax leprosum*, também apresentaram um elevado número de abelhas visitantes (12, 11 e dez espécies, respectivamente). Dentre todas as interações apresentadas, *L. sericea* e *L. peruviana* foram superiormente mais exploradas por *Apis mellifera*. Quanto ao grau de dependência entre as espécies, 12 espécies de abelhas dependem exclusivamente do pólen proveniente de *L. sericea*. As espécies de *Ludwigia* podem ter se mostrado generalistas quanto ao número de abelhas visitantes, mas esta relação muda ao considerarmos as proporções de polens nas espécies de abelhas que podem ser consideradas ou não, polinizadoras efetivas.

Palavras-chave: Comunidade de abelhas, recurso floral, polinização.

ABSTRACT

This study was designed to characterize the interactions between flowers *Ludwigia sericea* and *Ludwigia peruviana* lowland area of Parque Municipal das Araucarias in Guarapuava - PR, where the collection of bees was December/2011 to April/2012. Of 908 bees captured in *L. sericea* and *L. peruviana*, belonging to 24 species and five families (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae and Megachilidae), only 507 specimens (15 species) had pollen on some part of the body, used in pollen analyzes. From pollen analyzes, we determined that in addition to pollen *L. sericea* and *L. peruviana*, bees showed up to 47 more potential pollinating plant species. *Ludwigia sericea* was visited by 15 species of bees while *L. peruviana* for only 10 (9 species in common). The interaction networks of both species nested pattern and the value of the specialization index down. The plants *Polygonum punctatum*, *Cinnamomum amoenum* and *Styrax leprosum*, also showed high numbers of visiting bees (12, 11, and ten species, respectively). Among all interactions presented, *L. sericea* and *L. peruviana* were superiorly further explored by *Apis mellifera*. The degree of dependence between species, 12 species of bees rely exclusively on pollen from *L. sericea*. The *Ludwigia* species may have shown the number of generalist bees visitors, but this relationship changes when we consider the proportion of pollen in bee species that may be considered or not effective pollinators.

Keywords: Bee community, floral resource, pollination.

INTRODUÇÃO

As Abelhas são, provavelmente, dentre os invertebrados, o grupo mais importante de polinizadores em número e em diversidade de plantas polinizadas (Loyola & Martins, 2006). Algumas espécies de plantas dependem exclusivamente das abelhas para sua reprodução, pois esses insetos são importantes promotores da polinização cruzada (Morato & Campos 2000).

Dentre os recursos florais, o pólen e o néctar são respectivamente, as fontes mais importantes de proteínas e carboidratos, essenciais à alimentação das abelhas nos estágios larvais e adultos (Michener 2000). Quanto à utilização desses recursos, as abelhas podem ser classificadas como Especialistas ou Oligoléticas, quando obtêm o pólen de poucas espécies vegetais de um mesmo gênero ou família e Generalistas ou Poliléticas quando buscam o pólen em uma ampla variedade de plantas (Schlindwein 2000). As abelhas fêmeas são as responsáveis por coletar grandes quantidades de pólen das flores (Schlindwein et al. 2005). Boa parte do pólen coletado não é usado na polinização, ele é utilizado na alimentação de futuros polinizadores (Schlindwein et al. 2005).

A composição das cargas polínicas das abelhas fêmeas mostra seus hábitos de forrageamento e ao analisar o conteúdo polínico encontrado em seu corpo (corbículas e/ou escopas) é possível inferir seu potencial como polinizadoras de certas espécies de plantas (Wittmann & Schlindwein 1995).

O gênero *Ludwigia* é considerado um dos maiores e mais diversificados na família Onagraceae, compreendendo uma morfologia generalizada e registros de espécies como *L. sericea* que é auto-incompatível, ou seja, dependem exclusivamente da ação de polinizadores (Ramamoorthy & Zardini 1987). Das 82 espécies deste gênero que crescem em áreas úmidas, 45 ocorrem na América do Sul (Ramamoorthy & Zardini 1987), principalmente no sul do Brasil, Argentina e Paraguai (Wagner et al. 2007). No Brasil, as espécies de *Ludwigia* concentram-se nas regiões Sul e Sudeste (Falkenberg 1988 *apud* Bertuzzi et al. 2011), onde são popularmente conhecidas como cruz-de-malta.

Estudos das interações entre as flores de *Ludwigia* spp. e seus visitantes/polinizadores, demonstraram importantes características morfológicas nesta família, como a produção de grãos de pólen em tétrades grandes, interligadas por de fios de viscina, formando uma massa (Hesse 1984). As abelhas são consideradas o principal agente polinizador, de flores de Onagraceae pelo seu comportamento oligolético na coleta de pólen nessa família (Schlindwein 2004). Esta relação mais especializada foi verificada em estudos com *Tetraglossula* spp. (Colletidae) (Michener 1979, Gimenes et al. 1993, 1996),

com *Rhopitulus* sp. (Andrenidae), *Pseudagapostemon* spp. (Halictidae) e *Apis mellifera* (Apidae) (Gimenes 2003) e também com indivíduos das famílias Megachilidae, Apidae e Halictidae (Ruim et al. 2012, Sazima e Santos 1982).

O processo de polinização tem sido objeto de estudo científico há muitos anos, onde a maioria têm focado o conhecimento do ponto de vista da planta ou do polinizador, enriquecendo assim a nossa compreensão de processos ecológicos, evolutivos e aspectos comportamentais na polinização (Waser & Ollerton 2005).

Estudos sobre redes de interação têm auxiliado na compreensão da dinâmica das relações mutualísticas, já que permitem uma representação de sua complexidade e uma avaliação de toda a estrutura da comunidade, bem como simulações de extinções, perda de interações (Bascompte & Jordano 2007) e conhecimento das espécies-chave para a manutenção das comunidades (Mello et al 2011).

A obtenção de diversas informações, como a importância de processos ecológicos e evolutivos na análise de redes de interações mutualísticas, deve-se através da utilização de métricas, como abundância, conectância, índice de diversidade estandarizada (H^2), distância estandarizada (d'), aninhamento, modularidade, dependência e força na interação entre as espécies (Bascompte et al. 2003, Lewinsohn et al. 2006, Forup et al. 2008).

Redes de polinizadores são consideradas menor de todo o mundo, em decorrência a sua alta coesividade e seu curto comprimento (Olesen et al. 2006). Jordano (1987), Bascompte et al. (2003, 2006) e Vásquez & Aizen (2004) demonstraram que com o aumento do número de espécies nas redes mutualísticas, o número de interações estabelecidas também aumenta, mas a conectância diminui exponencialmente sugerindo uma maior especificidade nessas redes.

A maioria das redes mutualísticas de polinização é aninhada, apresentando padrões assimétricos de interações ao considerarmos a dependência de uma espécie de planta a uma espécie animal, onde espécies especialistas tendem a interagir com espécies generalistas contribuindo assim, para aumentar a força dos generalistas no sistema (Jordano 1987, Bascompte et al. 2003, 2006, Vásquez & Aizen 2004).

Tendo em vista a necessidade de maiores informações sobre padrões estruturais das redes de interações nos ambientes brasileiros e a importância desses estudos para a compreensão dos mecanismos ecológicos e evolutivos das relações mutualísticas, o presente estudo teve por objetivo, compreender a estrutura da rede de interações entre espécies de abelhas amostradas em *Ludwigia sericea* e *Ludwigia peruviana*, com base nas análises polínicas.

METODOLOGIA

Amostragem do material polínico coletado pelas abelhas

Para realização desse estudo, foram analisados os grãos de pólen provenientes das abelhas coletadas em flores de *Ludwigia sericea* e *Ludwigia peruviana*. O estudo foi desenvolvido no período de Dezembro/2011 a Abril/2012, na área de várzea do Parque Municipal das Araucárias (descrição da área contida no CAPÍTULO 1). A captura das abelhas foi realizada três vezes por semana, no período das 09h às 16h. A cada hora as abelhas foram coletadas por 20min com auxílio de pequenos frascos transparentes contendo aproximadamente 5ml de álcool 70%. As abelhas foram levemente agitadas nos frascos e com isso, os grãos contidos nas escopas, tórax, abdômen e na região ventral do corpo ficaram soltos no álcool ou aderidos na parte interna. O material polínico ficou acondicionado no álcool 70% até o processo de acetólise e as abelhas foram separadas em morfo-espécies e posteriormente, enviadas ao Departamento de Zoologia – Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, aos cuidados do Prof. Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo, para identificação. Os exemplares das abelhas estão depositados na Coleção do Laboratório de Ecologia e Biologia de Vespas e Abelhas da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Análise dos grãos de pólen

O material polínico proveniente das abelhas foi submetido ao processo de acetólise proposto por Erdtman (1960). O mesmo método foi utilizado para elaboração das lâminas de referência, com o pólen proveniente das flores ou botões em pré-antese de *L. sericea* e *L. peruviana* e das plantas coletadas por Cordeiro (2005) nesta mesma área e nas demais áreas do Parque. Todas as lâminas encontram-se depositadas na Coleção do Laboratório de Ecologia e Biologia de Vespas e Abelhas da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Para identificar as espécies de plantas utilizadas por cada espécie de abelha foram feitas análises qualitativas comparando o material polínico das abelhas com aquelas amostradas nas plantas. Também foi realizada análise quantitativa por meio da contagem dos primeiros 400 grãos de pólen em cada amostra. Posteriormente foi determinada a porcentagem de ocorrência de grãos de pólen de cada espécie e família botânica.

Análise das redes de interação

As análises das redes de interações entre abelhas foram feitas a partir da identificação das plantas pelos grãos de pólen das abelhas coletadas tanto em *L. sericea* quanto em *L. peruviana*. Também foi analisada a rede geral incluindo informações das duas espécies.

Foi calculado o tamanho das redes por meio da fórmula $M = ap$, onde M indica o número máximo de interações possíveis, a e p o número total de interações entre as espécies de abelhas e de plantas registradas, respectivamente.

A conectância (C), que mede a razão entre o número de interações observadas (E) e o número de interações possíveis, que por sua vez é dado pelo produto do número de plantas (p) e abelhas (a) da rede: $C = E/a.p$. Para valores percentuais, o resultado obtido foi multiplicado por 100 (Jordano 1987).

O índice de especialização na comunidade H_2' , foi calculado a partir da matriz ponderada (quantitativa) (Blüthgen et al. 2006, Blüthgen et al. 2008) e seu resultado pode variar entre 0 (extrema generalização) e 1 (extrema especialização) (Blüthgen et al. 2006).

Dentro da rede de interações qualitativa (matriz binária) foi determinado o grau médio (K), sendo este, o número médio de conexões observadas para as espécies de plantas ou de abelhas (Blüthgen et al. 2006, Blüthgen et al. 2008).

A dependência das espécies foi determinada a partir da frequência relativa das visitas florais juntamente com análise quantitativa dos grãos de pólen (Bascompte & Jordano 2007). Desta forma, para cada interação foram obtidos dois valores de dependência: o da planta sobre a abelha e o da abelha sobre a planta. Essa análise foi realizada no software R versão 2.14.1 (R Development Core Team, 2011).

A partir da matriz de adjacência, com dados de presença e ausência das espécies vegetais e das espécies de abelhas visitantes, foram confeccionados grafos eurlianos, utilizando o software R versão 2.14.1 (R Development Core Team, 2011).

Para avaliar o grau de aninhamento (assimetria das redes) com base na matriz de adjacência, foi utilizada a métrica NODF (Nestedness metric based on Overlap and Decerasing Fill), por suas propriedades estatísticas mais consistentes. As análises foram realizadas no programa ANINHADO 3.0 (Guimarães & Guimarães 2006).

RESULTADOS

O período de floração de *Ludwigia sericea* foi diferente de *Ludwigia peruviana*, apresentando alguns meses de sobreposição entre eles. *Ludwigia sericea* começou a florescer em dezembro/2011 se estendendo até abril/2012, mas com seu pico de floração registrado em fevereiro, enquanto que *L. peruviana* floresceu entre fevereiro/2012 a maio/2012, com uma maior taxa de floração no mês de março e nenhuma abelha coletada no mês de maio. Durante o período em que as duas espécies encontravam-se floridas, foi observado que a quantidade de exemplares de *L. sericea* foi 5,6 vezes maior que em *L. peruviana* (Figura 1).

Durante as coletas foram capturadas 908 abelhas, sendo 837 em *L. sericea* e 71 em *L. peruviana*, pertencentes a 24 espécies e cinco famílias (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae). Destas, apenas 507 espécimes apresentaram pólen em alguma parte do corpo (Tabela 1).

Ao todo foram contabilizados 118.956 grãos de pólen, pertencentes a 49 espécies e 25 famílias de plantas (Figura 2, Tabela 2 – Apêndice).

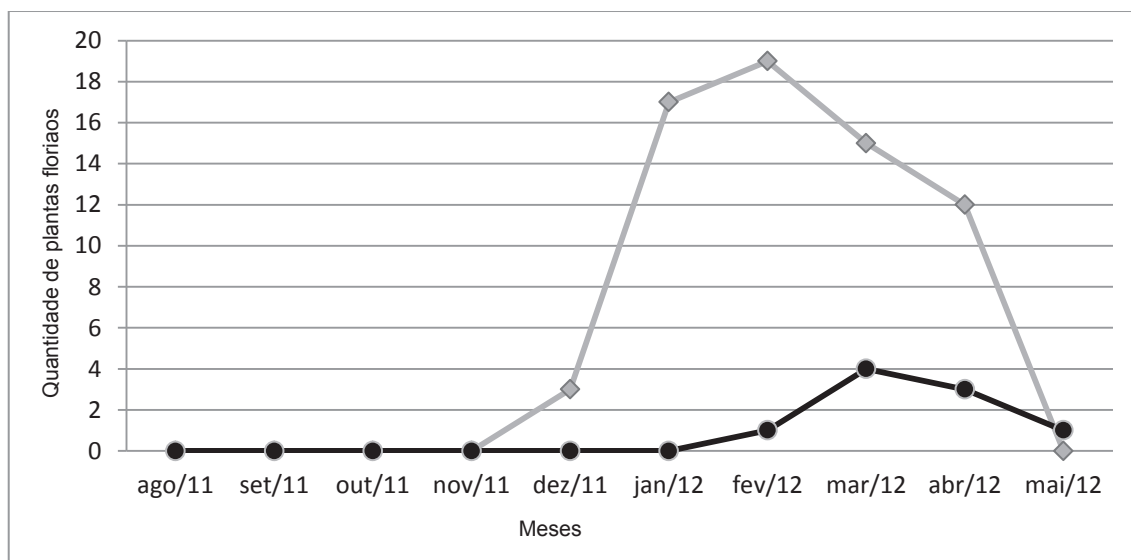


Figura 1: Período de floração e quantidade de arbustos floridos de *L. sericea* (cinza) e *L. peruviana* (preto).

Tabela 1: Famílias e espécies de abelhas coletadas em *L. sericea* e *L. peruviana* e utilizadas nas análises polínicas.

Família Abelha	Espécie Abelha	Coletadas em		Contendo grãos de pólen no corpo	
		<i>Ludwigia sericea</i>	<i>Ludwigia peruviana</i>	<i>Ludwigia sericea</i>	<i>Ludwigia peruviana</i>
Andrenidae	<i>Rhopitulus flavitarsis</i> (Schlindwein & Moure, 1998)	X		X	
Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X
	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	X	X	X	-
	<i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1849)	X		-	
	<i>Exomalopsis analis</i> Spinola, 1853	X		-	
	<i>Melissoptila marinonii</i> Urban, 1998	X	X	X	X
	<i>Melissoptila paraguayensis</i> (Brèthes, 1909)	X	X	X	X
	<i>Mourella caerulea</i> (Friese, 1900)	X		-	
	<i>Paratetrapedia volatilis</i> (Smith, 1879)	X		X	
	<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	X	X	X	X
	<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	X		X	
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	X	X	X	-	
Colletidae	<i>Tetraglossula anthracina</i> (Michener, 1989)	X	X	X	X
Halictidae	<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)	X		X	
	<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	X		-	
	<i>Dialictus micheneri</i> (Moure, 1956)	X		-	
	<i>Pseudagapostemon pruinus</i> Moure & Sakagami, 1984	X		X	
Megachilidae	<i>Coelioxys cfr. chacoensis</i> Holmberg, 1903		X		-
	<i>Coelioxys tolteca</i> Cresson, 1878		X		-
	<i>Megachile aff. brasiliensis</i> Dalla Torre, 1896		X		X
	<i>Megachile (Austromegachile) facialis</i> Vachal, 1909	X	X	-	-
	<i>Megachile (Austromegachile) fiebrigi</i> Schrottky, 1908	X	X	-	-
	<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853	X	X	X	X
	<i>Megachile (Moureapis) pleuralis</i> Vachal, 1909	X		X	
Total de espécies		21	13	14	7

Análise das Interações entre *Ludwigia peruviana* e seus visitantes florais

Dentre as 13 espécies de abelhas (a) coletadas (Tabela 1) nas flores de *L. peruviana*, apenas sete delas foram incluídas na rede de interações por conterem grãos de pólen no corpo. Essas abelhas interagiram com 14 espécies de plantas (p). Desta forma, foi possível contabilizar 38 interações (E) das 98 possíveis (M). Todas as espécies de abelhas apresentaram polens de *L. sericea*.

Estrutura da Interação abelha-planta

Das 14 espécies de plantas que compõem a rede, 10 mantiveram interação com apenas uma ou duas espécies de abelhas. O valor do grau médio nestas interações foi relativamente baixo ($K= 2,71$), sendo classificado como uma rede de distribuição heterogênea entre as espécies (Figura 4a).

Para as espécies de abelhas, o grau médio de interação ($K= 5,43$) também foi baixo e com distribuição heterogênea (Figura 4b). *Apis mellifera* foi a espécie mais generalista, interagindo com 13 das 14 espécies de plantas, para as demais abelhas, este valor variou entre três espécies de plantas (*Megachile aff. brasiliensis* e *Melissoptila paraguayensis*) e seis espécies de plantas (*M. maculata*).

O índice de NODF=51,10 ($p < 0,05$) aponta o padrão aninhamento e o grafo bibartido uma assimetria na rede das interações, entre as espécies de abelhas e de plantas (Figura 3a).

Quando analisada a diversidade nas interações, na comunidade de abelhas visitantes de *L. peruviana* e considerando a matriz ponderada, o valor do índice de especialização foi baixo ($H_2' = 0,15$), mostrando que a maioria das espécies mantém, em geral, poucas interações em relação à proporção de interações possíveis (conectância).

Dependência entre as espécies de plantas e de abelhas

Dentre as sete espécies de abelhas, quatro delas apresentaram dependência por *L. sericea*: *Apis mellifera* (82%), *Megachile brasiliensis* (80%), *Melissoptila marinonii* (80%) e *Melissoptila paraguayensis* (77%). *Plebeia emerina*, *Megachile maculata* e *Tetraglossula anthracina* apresentaram os valores mais significativos de dependência por *L. peruviana* (37%, 35% e 35% respectivamente).

Com relação à dependência das plantas por abelhas, *L. peruviana* variou sua dependência entre *Apis mellifera* (33%), *Tetraglossula anthracina* (21%) e *Melissoptila marinoni* (20%).

Comparação entre Matrizes: binária e ponderada.

Ao analisarmos as matrizes (Figura 3a-b) podemos observar que nem sempre as espécies com maior grau (interações) são mais generalistas. Um exemplo são as espécies *L. peruviana*, *L. sericea* e *Cinnamomum amoenum* as quais interagem com sete espécies de abelhas. Contudo, ao analisarmos quantitativamente os grãos de pólen destas espécies contido no corpo das abelhas, *L. peruviana* e *L. sericea* são superiormente mais exploradas por *Apis mellifera* e *Cinnamomum amoenum* por *Megachile maculata*. Isso indica que as espécies de plantas podem receber visitas de mais polinizadores, mas com força de interação diferente. O mesmo nota-se para as espécies de abelhas, sendo *A. mellifera* a mais generalista, interagindo com 13 espécies de plantas, mas quando analisada a proporção de pólen, essa informação muda, pois esta abelha explorou intensivamente *L. sericea*, mas mesmo assim, continua sendo generalista.

Análise das Interações entre *Ludwigia sericea* e seus visitantes florais

Dentre as 21 espécies de abelhas (*a*) (Tabela 1) coletadas nas flores de *L. sericea*, apenas 14 foram incluídas na rede de interações por apresentarem grãos de pólen no corpo, juntamente com as 49 espécies de plantas (*p*). Desta forma, foi possível contabilizar 204 interações (E) das 686 interações possíveis (M) para esta rede.

Estrutura da Interação abelha-planta

Das 49 espécies de plantas que compõem a rede, 23 mantiveram interação com apenas uma ou duas espécies de abelhas. O valor do grau médio nestas interações foi relativamente baixo ($K= 4,89$), sendo classificado como uma rede de distribuição heterogênea entre as espécies (Figura 4c).

Para as espécies de abelhas, o grau médio de interação ($K= 14,57$) foi maior do que o encontrado para as plantas, indicando uma distribuição heterogênea e um padrão mais generalista do que nas plantas (Figura 3d). As espécies *M. pleuralis*, *Paratetrapedia volatilis* e *R. flavitarsis* foram extremamente especialistas, interagindo com uma espécie de planta, para as demais, este valor variou entre quatro (*P. emerina*) e 33 (*B. pauloensis*).

O índice de NODF=36,75 ($p < 0,001$) aponta um padrão aninhamento e grafo bipartido assimétrico da rede de interações entre as espécies de abelhas e de plantas (Figura 3c).

Quando analisada a diversidade de interação considerando a comunidade pela matriz ponderada, o valor do índice de especialização foi baixo ($H_2' = 0,29$), mostrando que a

maioria das espécies mantém, em geral, poucas interações em relação à proporção de interações possíveis (conectância).

Dependência entre as espécies de plantas e de abelhas

Das 14 espécies de abelhas, 13 apresentaram alta porcentagem de dependência por *L. sericea*, variando entre 99% - 100% (*Megachile pleuralis*, *Paratetrapedia volatilis* e *Rhophitulus flavitarsis*) a 57% (*Bombus pauloensis*). *Plebeia emerina* apresentou dependência de 64% por *Cinnamomum amoenum*.

Com relação à dependência das plantas por abelhas, 23 das 49 espécies registraram dependência exclusiva por uma espécie de abelha, variando entre 100% (*Apis mellifera* x Indet. 2; *Augochlora (Augochlora) amphitrite* x *Erythroxylum deciduum*; *Bombus pauloensis* x *Leandra* sp; *Megachile maculata* x *Acacia recurva* e *Trixis* sp; *Melissoptila paraguayensis* x *Stevia tenuis*; *Tetraglossula anthracina* x *Tectona grandis*; *Trigona spinipes* x Indet. 1 e *Gochnatia polymorpha*) a 78% (*Augochlora amphitrite* x *Ipomoea purpurea*). A dependência de *L. sericea* pelas abelhas apresentou-se generalista, variando entre 26% (*A. mellifera*) a 0,4% (*Paratetrapedia volatilis*).

Comparação entre Matrizes: binária e ponderada.

Ao analisarmos as matrizes (Figura 2c-d), percebemos que espécies com um número maior de interações, podem ter forças de interações variadas, como por exemplo, *L. sericea* (14 conexões), *Polygonum punctatum* (11 conexões) e *C. amoenum* (nove conexões) que foram mais exploradas por *A. mellifera*, assim como *Styrax leprosum* (10 conexões) e *Heimia myrtifolia* (oito conexões) mais exploradas por *Bombus pauloensis*. O mesmo foi observado nas espécies de abelhas mais generalistas, onde *Bombus pauloensis* interagiu com 33 espécies de plantas, *A. mellifera* (31), *Augochlora amphitrite* e *Trigona spinipes* (20 cada) quando analisadas quanto à proporção de pólen, essas abelhas exploraram intensamente *L. sericea*.

Análise das interações entre *Ludwigia*-polinizadores na área estudada

A rede de interações estabelecidas na área de estudo foi composta por 15 espécies de abelhas (*a*) e 49 espécies de plantas (*p*), sendo teoricamente possíveis 735 interações (*M*). No entanto, dentre essas interações apenas 194 foram observadas (*E*) ($C = 0,26$; 26,3%).

Estrutura das Interações abelhas-plantas

Ludwigia sericea foi visitada por 15 espécies de abelhas, enquanto que *L. peruviana* por 10 espécies. Nove espécies de abelhas foram comuns às duas espécies de *Ludwigia*. Nesta rede de interações algumas espécies de plantas foram visitadas por quase todas as espécies de abelhas que visitaram as espécies de *Ludwigia*, como por exemplo, *Polygonum punctatum* (12 espécies de abelhas), *Cinnamomum amoenum* (11 espécies) e *Styrax leprosum* (dez espécies).

Das 49 espécies de plantas que compõem a rede, 30 mantiveram interação com apenas três ou menos espécies de abelhas. Na rede de interações, o grau, número médio de interações nas espécies de plantas observado, foi relativamente baixo ($K= 3,95$), como uma distribuição heterogênea, ou seja, com poucas espécies com muitas interações e muitas espécies com poucas interações (Figura 4e).

As abelhas apresentaram o grau médio de interação ($K= 12,93$), maior do que aquele observado para as de plantas. A distribuição do grau, assim como para as plantas, também foi heterogênea (Figura 4f).

Bombus (Fervidobombus) pauloensis, foi a espécie mais generalista, visitando 34 espécies de plantas, incluindo as duas espécies de *Ludwigia*. As plantas usadas por *B. pauloensis*, corresponderam à 69,39% do total de espécies vegetais que compõem a rede e, 17,53% de todas as interações na rede. *Apis mellifera* foi a segunda espécie de abelha mais generalista, visitando 33 espécies de plantas, 67% do total das plantas e 17,01% de todas as interações, seguida por *Augochlora (Augochlora) amphitrite* e *Trigona spinipes* (20 espécies de plantas, 40,82% do total das plantas; 10,31% de todas as interações) e *Megachile (Moureapis) maculata* (18 espécies de plantas; 36,73% do total de plantas; 9,28% % do total das interações) (Tabela 2 - Apêndice).

A rede de interações *Ludwigia*-polinizadores apresentou um padrão aninhado (NODF= 37,06; $p < 0,001$), com assimetria evidente na representação gráfica bipartida (Figura 3e), onde as espécies generalistas em geral interagem entre si e com especialistas, mas espécies especialistas raramente interagem entre si.

Quando analisada a diversidade de interação considerando a matriz ponderada, o valor do índice de especialização foi baixo ($H_2' = 0,26$), mostrando que a maioria das espécies mantém, em geral, poucas interações em relação à proporção de interações possíveis (conectância).

Dependência entre as espécies de plantas e de abelhas

Com relação a dependência das espécies nesta rede, é possível dizer que a maioria das espécies de abelhas que visitaram as duas espécies de *Ludwigia*, coletaram recursos florais preferencialmente em *L. sericea*, apresentando entre 78% (*Megachile maculata*) a 100% (*Rhophitulus flavitarsis* x *Megachile (Moureapis) pleuralis*) de dependência, de acordo com as análises quantitativas dos grãos de pólen nas amostras. Do conjunto de abelhas que visitaram as duas espécies de *Ludwigia*, apenas *Plebeia emerina* apresentou grãos de pólen dominante de outra espécie de planta, *Cinnamomum amoenum* (52%) (Figura 3f).

Quando analisada a dependência das plantas pelas abelhas, 18 das 49 espécies de plantas apresentaram dependência por alguma espécie de abelha, variando entre 72% para *Vernonanthura westiniana* x *Megachile maculata* a 99% para *Baccharis* sp. x *A. mellifera*. As demais espécies de plantas (n=31) foram mais generalistas (Figura 3e).

DADOS BINÁRIOS

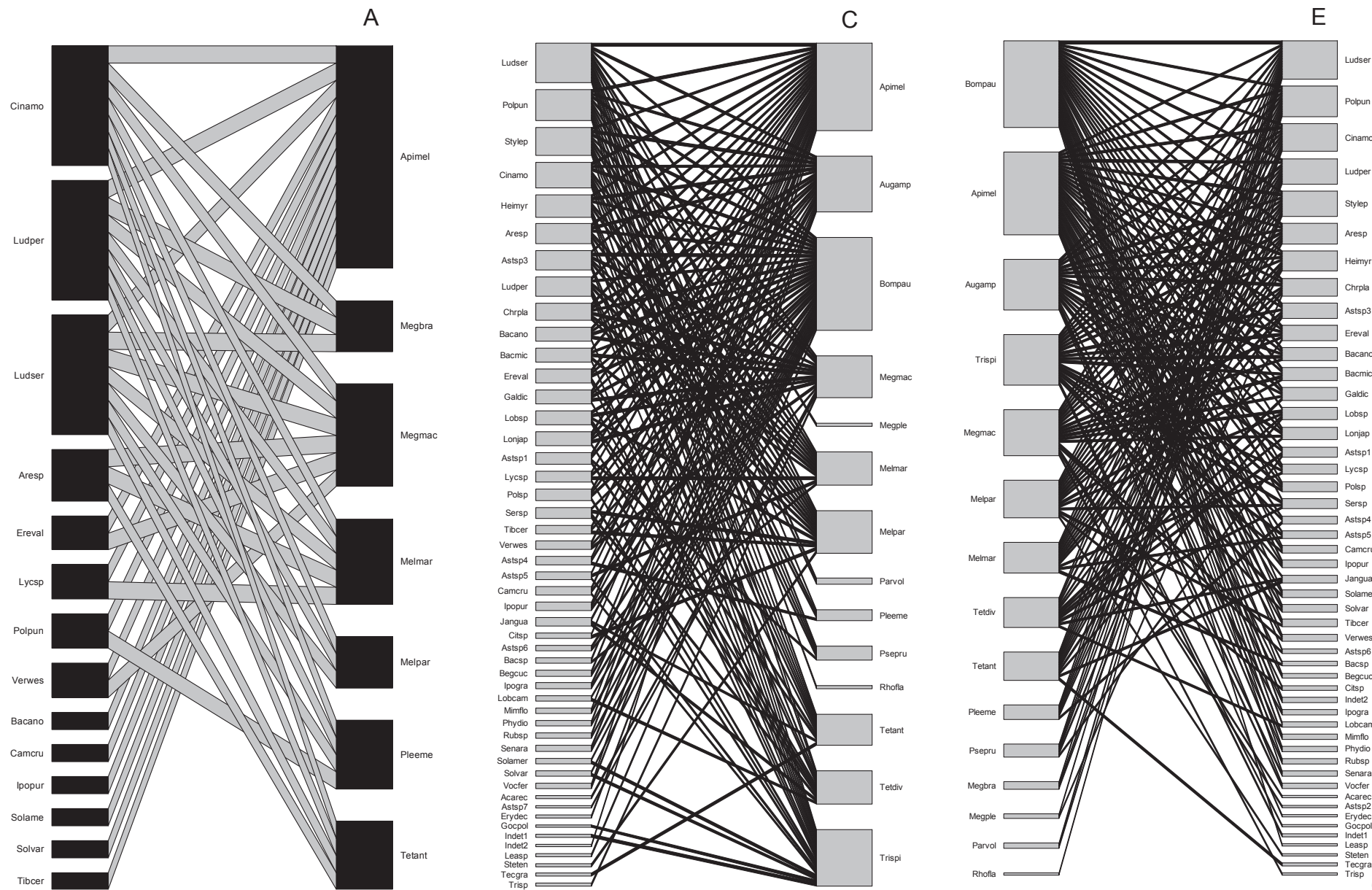
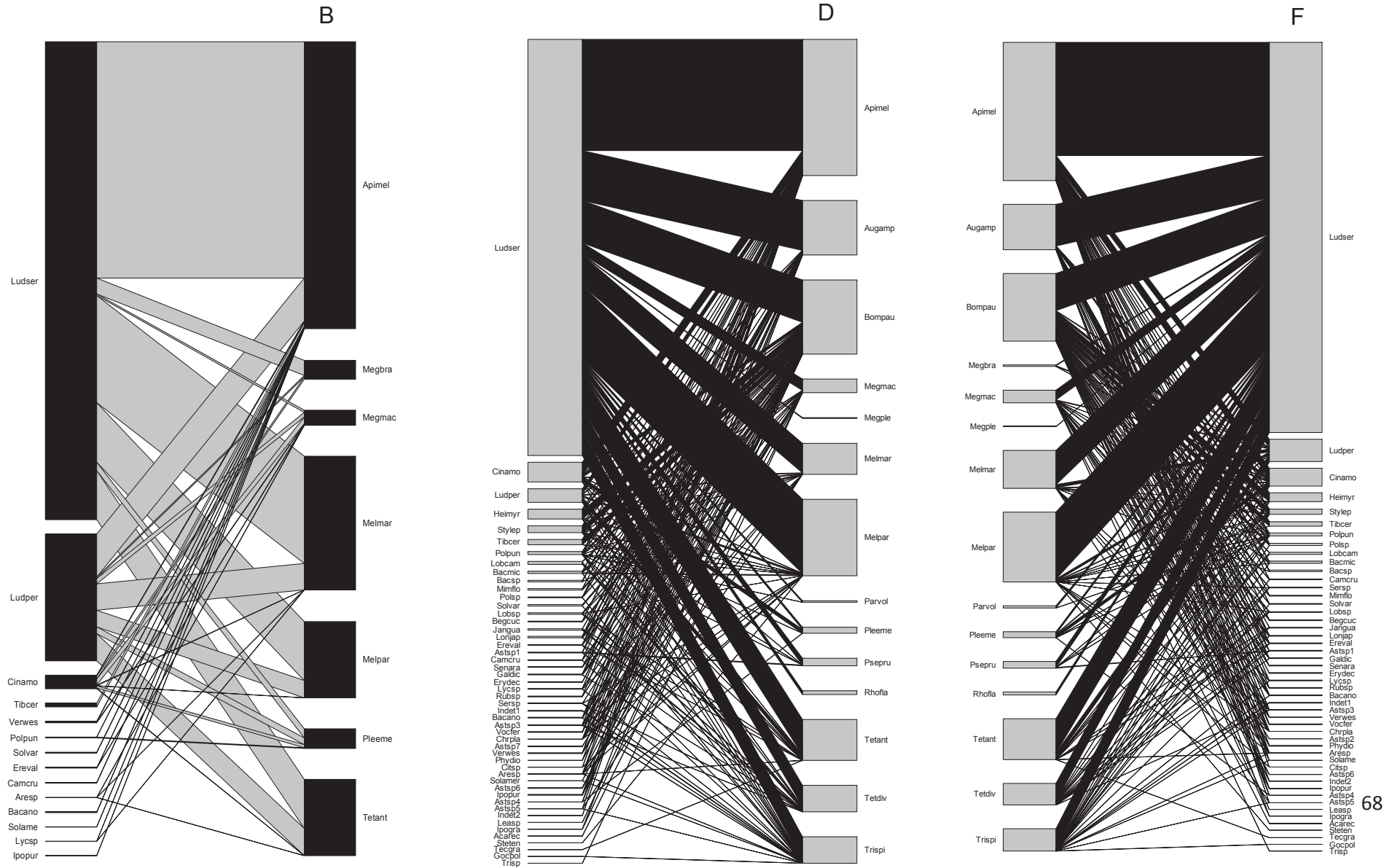


Figura 3: Redes de interações entre *Ludwigia peruviana* (A-B), *Ludwigia sericea* (C-D) e estas duas espécies de *Ludwigia* (E-F) com seus polinizadores (ver Tabela 2 – Apêndice).

Continuação Figura 3...

DADOS PONDERADOS



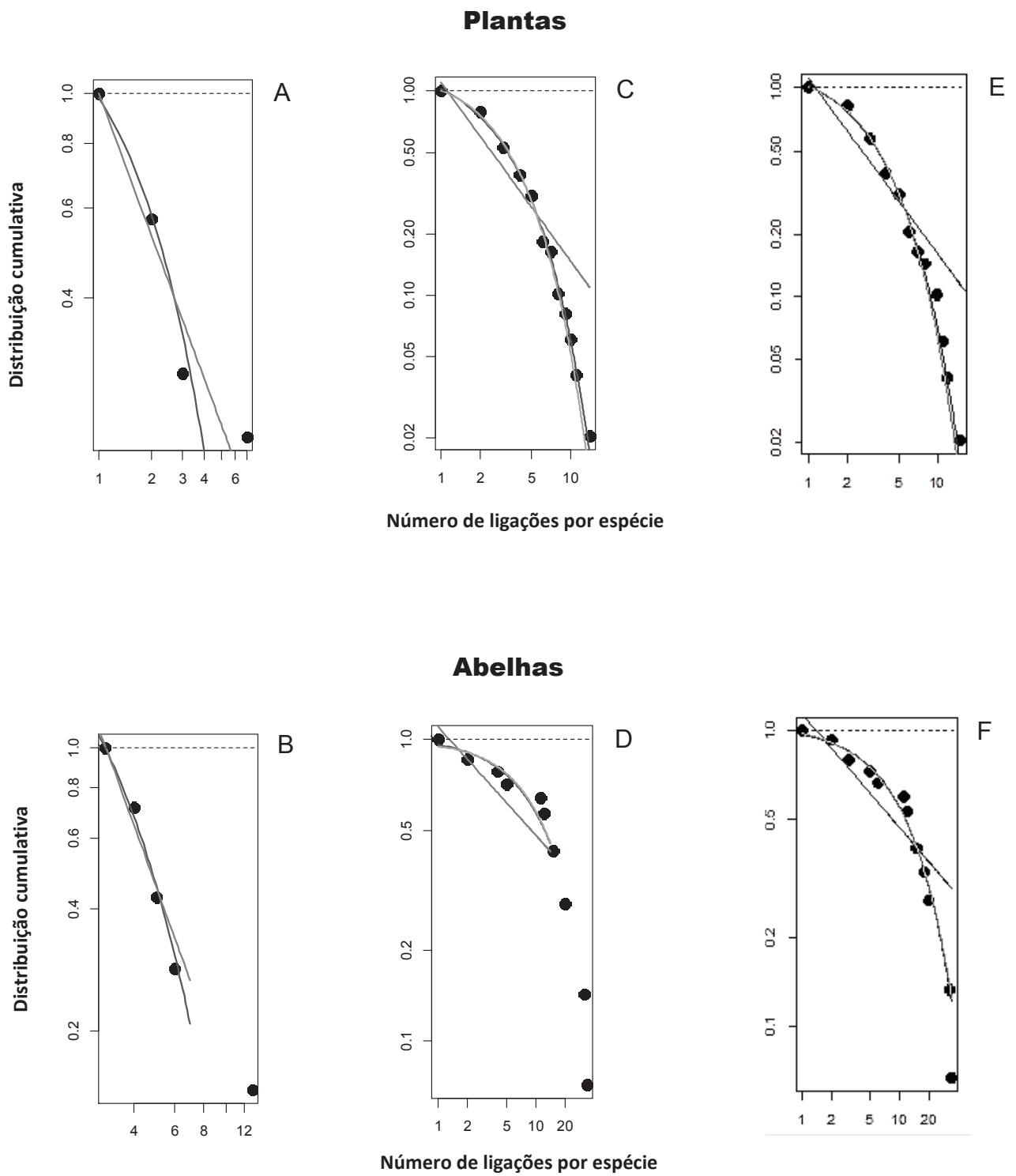


Figura 4: Distribuição do número médio de conexões nas espécies de plantas e nas espécies de abelhas, nas redes de interações de *L. peruviana*-polinizadores (A-B), *L. sericea*-polinizadores (C-D) e entre *Ludwigia*-polinizadores (E-F)

DISCUSSÃO

As redes de interação aqui apresentadas, mostraram que o número médio de conexões nas espécies de plantas e nas abelhas foi relativamente baixo, o que segundo Bascompte et al. (2003) e Jordano et al. (2003) consideraram como uma distribuição heterogênea, onde há poucas espécies com muitas interações e muitas espécies com poucas. É comum as redes de interações apresentarem poucas interações fortes e muitas interações fracas (Ulanowicz & Wolff 1991, Goldwasser & Roughgarden 1997), o que segundo Bascompte & Jordano (2007) promovem a persistência e a estabilidade da comunidade.

O padrão aninhado (assimétrico) observado nas redes deste estudo, é comum em interações mutualísticas (Bascompte et al. 2003, Jordano et al. 2003), onde espécies generalistas (muitas interações) interagem entre si e também com aquelas especialistas (poucas interações) e espécies especialistas raramente interagem entre si (Bascompte et al 2003, Guimarães & Guimarães 2006). A estrutura aninhada de uma rede pode fornecer uma proteção contra flutuações temporais na abundância de polinizadores especialistas ou extinções secundárias resultantes da perda desses polinizadores, pois uma espécie de planta pode ser polinizada por espécies de polinizadores mais generalistas (Tylianakis et al. 2010). Este padrão assimétrico pode ainda oferecer caminhos para as espécies raras persistirem (Bascompte et al 2003).

Ludwigia sericea e *Ludwigia peruviana* e outras espécies de plantas, apresentam-se generalistas nas interações com as espécies de abelhas, assim como a maioria das espécies de abelhas apresentaram-se generalistas. A polinização é considerada uma interação generalista, onde a maioria das espécies de plantas tende a ter muitas espécies de polinizadores e uma espécie de polinizador tende a polinizar muitas espécies de plantas (Waser et al. 1996), fato este que pode ser confirmado no presente estudo.

Segundo Bond (1994) a generalização seria esperada em plantas anuais de curta duração, como o caso de *L. sericea* com período de floração de dez/2011 a abril/2012 e de *L. peruviana* que floresce de fev/2012 a abril/2012. Plantas com sistemas de polinização generalizada podem ser resilientes na perda de alguma espécie polinizadora (Bond 1994).

Além disso, plantas herbáceas e arbustivas, como *L. sericea* e *L. peruviana* são chave para o estabelecimento das interações, pois se observarmos as interações que ocorreram com espécies arbóreas neste estudo (*Cinnamomum amoenum* e *Styrax leprosum*), ocorreram junto com espécies de arbustos e/ou ervas. Portanto, o aumento de oferta de recursos para polinizadores pelas plantas herbáceas e arbustivas é crucial para o

estabelecimento e manutenção dos processos naturais (Castro et al. 2007 *apud* Donatti 2010).

O período de floração de *L. sericea*, ocorrendo antes e por mais tempo em comparação ao de *L. peruviana*, pode explicar o fato das abelhas coletadas em *L. peruviana* conterem mais grãos de pólen de *L. sericea*. Desta forma, a floração de *L. sericea* pode estar mais associada com a atividade sazonal de forrageio das abelhas, que em regiões subtropicais, esta associada à floração das angiospermas (Bazilio 1997, Mendes & Rêgo 2007).

Espécies generalistas de abelha, como as registradas neste estudo: *Bombus pauloensis* (mais generalista), *Apis mellifera*, *Augochlora amphitrite* e *Melissoptila paraguayensis* tendem a ser mais abundantes e mais resistentes às perturbações do que as especialistas (Vazquez 2005, Vazquez e Aizen 2004).

Bombus tem sido registrado em flores de várias espécies de *Ludwigia*. Segundo Gimenes (2002) em flores de *L. elegans* na região de São Paulo, este gênero foi um dos visitantes mais frequentes nestas flores. Também foi frequente em flores de Onagraceae em Minas Gerais, sendo considerada uma das principais famílias botânicas para este gênero (Silveira et al. 1993). O comportamento generalista de *Bombus* observado neste e em outros estudos, é característico das espécies desse gênero (Alves dos Santos 1999, Steiner et al. 2010) consideradas importantes polinizadoras nas elevadas altitudes brasileiras (Freitas & Sazima 2006).

Com relação à *Apis mellifera*, embora seja uma espécie exótica, foi a segunda mais generalista neste estudo e um dos principais visitantes observado em flores de *L. peruviana* e *L. sericea*. Isto também foi observado por Gimenes (2002, 2003) em flores de *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara e por Carvalho et al. (2012) em flores de *Ludwigia tomentosa* (Cambess.). Mesmo sendo um visitante generalista, *A. mellifera* é considerado um polinizador eficiente devido ao seu tamanho e comportamento que facilitam o contato com as estruturas reprodutivas durante a coleta de néctar e pólen, além da sua sincronização com o pico de floração de *Ludwigia* (Gimenes et al. 1996).

Alguns pesquisadores consideram *A. mellifera* como um polinizador importante em muitas partes do mundo, até mesmo onde é considerada espécie invasora (Aebi et al. 2012). O comportamento generalista de *A. mellifera* pode leva-la a ter alta centralidade em redes de polinização ao realizar um grande número de interações, o que a aproxima de muitas espécies de plantas e abelhas na rede (Butz-Huryn 1997). Apesar de inferências sobre uma possível competição com espécies nativas de abelhas, o impacto de *A. mellifera* tem sido considerado pequeno ou mesmo nulo (Pedro & Camargo 1991).

Augochlora amphitrite terceira espécie mais generalista neste estudo, também foi registrada como um dos principais visitantes de flores de *L. peruviana* em Santa Catarina por Steiner et al. (2010) em *L. elegans* na região de São Paulo (Gimenes 2002). Outras espécies do gênero *Augochlora* também foram coletadas em flores de *Ludwigia tomentosa* (Camb.) Hara. em uma área de Floresta Ombrófila Densa, em Santa Catarina (Mouga e Krug 2010).

A interação entre flores de *Ludwigia* e o gênero de abelha *Melissoptila*, encontrado em Guarapuava (*M. marionii* e *M. paraguayensis*), foi anteriormente registrado entre *Melissoptila* sp. e *L. elegans* na região de São Paulo (Gimenes 2002) e entre *Melissoptila paraguayensis* e *Ludwigia uruguayensis* (Cambess.) H. Hara em Santa Catarina (Bez 2009) e consideradas espécies frequentes nestas flores. Porém, trabalhos detalhados sobre a utilização dos grãos de pólen de *Ludwigia* pelas espécies *Augochlora amphitrite* e *Melissoptila paraguayensis*, ainda não foram realizados na região sul ou em outras localidades do país, para comprovação de suas atividades como potenciais polinizadores.

As diferentes espécies de *Megachile* observadas neste estudo apresentaram-se dependentes do pólen das duas espécies de *Ludwigia*, corroborando com o estudo de Buschini et al. (2009), nesta mesma área, que investigou as espécies de plantas utilizadas por *Megachile (Moureapis)* sp. e identificou que *L. peruviana* e *L. sericea* são as principais fontes polínicas para esta espécie de abelha, considerada especialista na coleta de pólen e principal polinizador de *Ludwigia*.

Megachile aff. brasiliensis, coletada somente em flores de *L. peruviana*, *Megachile (Moureapis) pleuralis* e *Rhopitulus flavitarsis* coletadas somente em *L. sericea*, apresentaram hábitos oligoléticos nas respectivas espécies de *Ludwigia*. O hábito de oligoetia está geralmente associado às plantas que ocorrem em formações abertas (Schlindwein 2000). Muitas espécies vegetais que ocorrem nestes ambientes apresentam grãos de pólen grandes como os de *Ludwigia*, o qual requer das abelhas da família Megachilidae uma escopa (ventral) com pêlos longos e não ramificados para permitir um manejo adequado do pólen (Gimenes 1991 *apud* Schlindwein 2004).

Espécies como *Tetraglossula anthracina* e *Pseudagapostemon pruinosus*, apresentaram-se menos generalistas com relação às espécies polínicas estudadas, porém com grande dependência pelos pólenes de *L. sericea*. Estas espécies de abelhas foram registradas como principais visitantes em flores de *Ludwigia* (Gimenes 1997; Gimenes et al. 1993, 1996; Schlindwein 2004; Steiner et al. 2010) e especialistas na coleta de pólen e néctar nas flores deste gênero, sendo *T. anthracina* considerado ainda, polinizador eficiente devido adaptações morfológicas e comportamentais (tamanho e movimentos abdominais

rápidos durante a coleta) que favorecem a coleta dos recursos (Gimenes 1997, 2003; Gimenes et al. 1993, 1996).

Cinnamomum amoenum (Nees) Kosterm. (Lauraceae), que depois das espécies de *Ludwigia* apresentou o maior número de espécies de polinizadores no presente estudo, é considerada espécie nativa no sul do país, onde os representantes da família Lauraceae ocorrem em remanescentes de Florestas Ombrófila Mista e com registros de elevado número de espécies (Carvalho 1980, Narvaes et al. 2005, Cordeiro & Hekavery 2011), fatos estes que corroboram com a utilização de seus recursos polínicos pelas espécies de abelhas amostras durante o período de coleta na região de Guarapuava.

Polygonum punctatum Elliott. (Polygonaceae) espécie herbária observado neste estudo como uma das espécies botânicas polinizadas por um elevado número de espécies de abelhas foi uma das principais fontes de recursos para *Trigona spinipes*, *Augochlora* spp. e *Melissoptila* spp., neste e em outro estudo no sul do Brasil (Steiner et al. 2010).

As análises polínicas, juntamente como as demais análises, foram importantes para a compreensão das interações estabelecidas entre *L. sericea* e *L. peruviana* e as abelhas visitantes, na área estuda. Conhecer essas interações na natureza é o primeiro passo para a elaboração de planos de manejo e conservação, possibilitando ainda a descoberta das espécies-chave dentre as interações e os processos evolutivos e ecológicos que possam estar ocorrendo.

CONCLUSÕES

As redes de interações entre *Ludwigia*-polinizadores, demonstraram a grande importância das espécies *Ludwigia sericea* e *Ludwigia peruviana* para 15 espécies de abelhas, sendo consideradas espécies botânicas generalistas na área estudada. Além das duas espécies de *Ludwigia*, mais 47 espécies botânicas foram registradas nessas redes, a partir de análise polínica.

Dentre as espécies de abelhas, algumas se apresentaram mais generalistas com relação à carga polínica, como *Apis mellifera*, *Bombus pauloensis*, *Augochlora amphitrite* e *Melissoptila paraguayensis*, mas que tiveram um alto grau de dependência pelas espécies de *Ludwigia*.

Destacam-se ainda as espécies *Megachile aff. brasiliensis* coletada somente em *L. peruviana* e *Megachile (Moureapis) pleuralis* e *Rhopitulus flavitarsis* coletadas somente em *L. sericea* que apresentaram grãos de pólen apenas da espécie de *Ludwigia* em que foram capturadas, indicando serem eficientes na polinização e de hábito oligolético para com os recursos disponibilizados (pólen e néctar) nestas flores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato do pico de floração das espécies *Ludwigia sericea* e *Ludwigia peruviana* coincidir com a atividade das abelhas visitantes mais frequentes, pode estar relacionado com uma sincronização anual, onde a atividade de forrageio das abelhas leva a um aumento na disponibilidade de pólen e néctar pelas flores.

A sobreposição dos nichos das duas espécies de *Ludwigia*, com relação as abelhas visitantes, mostrou-se alto. Porém, quando analisadas as cargas polínicas das espécies de abelhas, foi possível constatar que tanto *L. sericea* quanto *L. peruviana* foram intensamente exploradas por um número diferente de abelhas de forças de interações (fracas ou fortes) variadas. Em geral, *Apis mellifera* foi a espécie mais abundante, frequente e com forte interação com as duas espécies botânicas, resultado que pode ser respondido pelo fato de ser uma espécie social (numerosas colônias e eficiente sistema de comunicação).

Espécies como *Bombus pauloensis*, *Augochlora amphitrite* e *Melissoptila paraguayensis* também apresentaram-se altamente dependentes dos grãos de pólen disponibilizados por *Ludwigia*.

Megachile aff. brasiliensis coletada somente em *L. peruviana* e *Megachile (Moureapis) pleuralis* e *Rhopitulus flavitarsis* coletadas somente em *L. sericea* apresentaram grãos de pólen apenas da espécie de *Ludwigia* em que foram capturadas, indicando serem eficientes na polinização e de hábito oligolético nestas flores.

Desta forma, este estudo vem para reforçar a importância da conservação das áreas de várzea, principal local de ocorrência das espécies de *Ludwigia*, visto que estas são consideradas espécies-chaves para a manutenção das interações abelhas-plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEBI, A., VAISSIERE, B. E., VANENGELSDORP, D., DELAPLANE, K. S., ROUBIK, D. W., NEUMANN, P. 2011. Back to the future: *Apis* versus non-*Apis* pollination. *Ecology and Evolution*, 2p.
- ALVES DOS SANTOS, I. 1999. Abelhas e plantas mellíferas da mata atlântica, restinga e dunas do litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 43: 191-223.
- BASCOMPTE J., JORDANO, J., MELIAN, C. J., OLESEN, J. M. 2003. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100:9383- 9387
- BASCOMPTE, J., JORDANO, P., OLESEN, J. M. 2006. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. *Science* 312:431–433
- BASCOMPTE, J., JORDANO, P. 2007. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* Vol. 38: 567-593.
- BAZILIO, S. 1997. Melissocenose de uma área restrita de floresta de Araucária do Distrito do Guará (Guarapuava, PR). Curitiba, UFPR. 122p, Universidade Federal do Paraná.
- BERTUZZI, T., GRIGOLETTO, D., CANTO-DOROW, T. S., EISINGER, S. M. 2011. O gênero *Ludwigia* L. (Onagraceae) no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Natura, UFSM*. 33: 43-73.
- BEZ, M. 2009. Diversidade de abelhas, plantas visitadas e fenologia da floração em fragmento florestal urbano no município de Criciúma, Santa Catarina. Universidade do Extremo Sul Catarinense.
- BLÜTHGEN, N., MENZEL, F., BLUTHGEN, N. 2006. Measuring specialization in species interaction networks. *Bio. Med. Central Ecology* 6:1-12.
- BLÜTHGEN, N., FRÜND, J., VÁZQUEZ, D., MENZEL, F. 2008. What do interaction Network metrics tell us about specialization and biological traits? *Ecology* 89:3387–3399.
- BOND, W. J. 1994. Do Mutualisms Matter? Assessing the Impact of Pollinator and Disperser Disruption on Plant Extinction. *Biological Sciences*. 344: 83-90
- BUSCHINI, M. L. T., RIGON, J., CORDEIRO, J. 2009. Plants used by *Megachile (Moureapis)* sp. (Hymenoptera: Megachilidae) in the provisioning of their nests. *Braz. J. Biol.* 69(4): 1187-1194.
- BUTZ-HURY, V. M. 1997. Ecological impacts of introduced honey bees. *Rev. Biol.* 72: 275-97
- CARVALHO, P. E. R. 1980. Levantamento florístico da região de Irati-PR. Curitiba, PR, EMBRAPA/Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul, 44p.
- CARVALHO, N., RAIZER, J., RIBAS, A. C. A., DELATORRE, M. 2012. Abelhas evitam flores com modelos artificiais de aranhas. *Ecologia Austral*. 22: 211-214.
- CORDEIRO, J. 2005. Levantamento florístico e caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guraruva – PR. Universidade Federal do Paraná.
- CORDEIRO, J., HEKAVEY, P. H. 2011. Levantamento florístico em área de floresta Ombrófila Mista na Fazenda Rudek, no município de Prudentópolis, Paraná. *Propagare: Revista científica da Faculdade Campo Real*. 1: 11-26.

- DONATTI, A. J. 2011. Como estão organizadas as redes de interações de visitação floral em áreas de restauração de Floresta Atlântica? Universidade Federal do Paraná.
- ERDTMAN, G. 1960. The acetolized method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- FORUP, M. L., HENSON, K. S. E., CRAZE, P. G., MEMMOTT, J. 2008. The restoration of ecological interactions: plant-pollinator networks on ancient and restored heathlands. *Journal of Applied Ecology* 45: 742-752.
- FREITAS, L., SAZIMA, M. 2006. Pollination biology in a tropical high - altitude grassland in Brazil: interactions at the community level. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 93: 465 - 516.
- GIMENES, M. 1997. Pollinating bees and other visitors of *Ludwigia elegans* (Onagraceae) flowers at a tropical site in Brazil. *Stud. cotrop. Fauna Envir.* 32 (2): 8 1-88.
- GIMENES, M. 2002. Interactions between bees and *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae) flowers at different altitudes in Sao Paulo, Brazil. *Revta bras. Zool.* 19 (3): 681 - 689.
- GIMENES, M. 2003. Interaction between visiting bees (Hymenoptera, Apoidea) and flowers of *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae) during the year in two different areas in São Paulo, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 63(4): 617-625
- GIMENES, M., BENEDITO-SILVA, A. A., MARQUES, M. D. 1993. Chronobiologic aspects of a coadaptive process: The interaction of *Ludwigia elegans* flowers and its more frequent bee visitors. *Chronobiol. Internat.*, 10: 20-30.
- GIMENES, M., BENEDITO-SILVA, A. A., MARQUES, M. D. 1996. Circadian rhythms of pollen and nectar collection by bees on the flowers of *Ludwigia elegans*. *Biol. Rhythm Res.* 27: 281-290.
- GUIMARÃES, P. R., GUIMARÃES, P. 2006. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling and Software.* 21:1512-1513
- GOLDWASSER, L., ROUGHGARDEN, J. 1997. Sampling effects and the estimation of food web properties. *Ecology* 78:41-54
- LEWINSOHN, T. M., PRADO, P. I., JORDANO, P., BASCOMPTE, J., OLESEN, J. M. 2006. Structure in plant-animal interaction assemblages. *Oikos* 113: 174- 184.
- JORDANO, P. 1987. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *American Naturalist* 129: 657-677.
- JORDANO, P., BASCOMPTE, J., OLESEN, J. M. 2003. Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters.* 6:69-81
- LOYOLA, R. D., MARTINS, R. P. 2006. Trap-Nest Occupation by Solitary Wasps and Bees (Hymenoptera: Aculeata) in a Forest Urban Remanent. *Neotr. Entom.* 35: 041-048.
- MELLO, M. A. R., MARQUITTI, F. M. D., GUIMARÃES, P. R., KALKO, E. K. V., JORDANO, P., AGUIAR, M. A. M. 2011. The modularity of seed dispersal: differences in structure and robustness between bat- and bird-fruit networks. *Oecologia*, 167: 131-140.
- MENDES, F. N., RÊGO, M. M. C. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 382-388.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66: 277-347.

- MICHENER, C. D. 2000. The bees of the world. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 913p.
- MORATO, E. F., CAMPOS, L. A. O. 2000. Efeitos da Fragmentação Florestal Sobre Vespas e Abelhas Solitárias em uma Área da Amazônia Central. *Revta Bras. Zool.* 17: 429-444.
- MOUGA, D. M. D. S., KRUG, C. 2010. Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em Floresta Ombrófila Densa Montana em Santa Catarina. *Zoologia*, 27(1): 70-80.
- NARVAES, I. S., BRENA, D. A., LONGHI, S. J. 2005. Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na floresta nacional de São Francisco de Paula, RS. *Ciência Florestal*. 15 (4): 331-342.
- OLESEN, J. M., BASCOMPTE, J., DUPONT, Y. L., JORDANO, P. 2006. The smallest of all worlds: pollination networks. *Journal of Theoretical Biology*, 240: 270-276.
- PEDRO, S. R. M., CAMARGO, J. M. F. 1991. Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L and the native bee community (Hymenoptera : Apoidea) in a natural "cerrado" ecosystem in southeast Brazil. *Apidologie*. 22: 397-415.
- RAMAMOORTHY, T. P., ZARDINI, E. M. 1987. The systematics and evolution of *Ludwigia* sect. *Myrtocarpus* s.l. (Onagraceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 19: 1-120.
- RUIM, J. B., FERRONATO, M. C. F., SOFIA, S. H. 2011. Abelhas visitantes das flores de *Ludwigia sericea* (Camb.) Hara (Onagraceae) na região norte do Paraná. *Anais do X Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço-MG*.
- SAZIMA, M., SANTOS, J. U. M. 1982. Biologia floral e insetos visitantes de *Ludwigia sericea* (Onagraceae). *Bolm. Mus. para. E. Goeldi, Série Botânica*, 54: 1-12.
- SCHLINDWEIN, C. 2000. Importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: *Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto-SP*. 4: 131-141.
- SCHLINDWEIN, C. 2004. Are oligolectic bees always the most effective pollinators? In: Freitas, B. M. & Pereira, J. O. P. (eds.). *Solitary bees. Conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza, Imprensa Universitária. p. 231-240.
- SCHLINDWEIN, C., WITTMANN, D., MARTINS, C., F., HAMM, A., SIQUEIRA, J. A., SCHIFFLER, D., MACHADO, I. C. 2005. Pollination of *Campanula rapunculus* L. (Campanulaceae): How much pollen flows into pollination and into reproduction of oligolectic pollinators? *Plant Systematics and Evolution* 250: 147-156.
- SILVEIRA, F. A., ROCHA LIMA, L. B., OLIVEIRA, M. J. F., CURE, J. R. 1993. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da zona da mata de Minas Gerais II. Diversidade, abundância e fontes de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. *Revista Brasileira de Entomologia*, 37(3): 611-38.
- STEINER, J., ZILLIKENS, A., KAMKE, R. FEJA, E. P., FALKENBERG, D. B. 2010. Bees and Melittophilous Plants of secondary Atrantic Forest habitats at Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Oecologia Australis*. 14: 16-39.
- TYLIANAKIS, J. M., LALIBERTÉ, E., NIELSEN, A., BASCOMPTE, J. 2010. Consevation of species interactions networks. *Biological Conservation* 143: 2270-2279.
- ULANOWICZ, R. E., WOLFF, W. F. 1991. Ecosystem flow networks: Loaded dice? *Mathematical Biosciences* 103:45-68.
- VÁZQUEZ, D. P., AIZEN, M. A. 2004. Asymmetric specialization: a pervasive feature of Plant-pollinator interactions. *Ecology* 85:1251-1257

- VÁZQUEZ, D. 2005. Degree distribution in plant-animal mutualistic networks: forbidden links or random interactions? *Oikos* 108:421-426
- WAGNER, L. W., HOCH, P. C., RAVEN, P. H. 2007. Revised classification of the Onagraceae. *Syst. Bot. Monogr.* 83: 1-240.
- WASER, N. M., CHITTKA, L., PRICE, M. V., WILLIAMS, N. M., OLLERTON, J. 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology*. 77: 1043-1060.
- WASER, M. N., OLLERTON, J. 2005. Specialization and generalization in plant-pollinator interactions. University of Chicago Press, USA.
- WITTMANN, D., SCHLINDWEIN, C. 1995. Melittophilus Plants, their pollen and flower visiting bees in Southern Brazil. 1. Loasaceae. *Biociências* 3: 19-34.

APÊNDICES

Tabela 2: Nomes das famílias e espécies de plantas e abelhas, com suas respectivas siglas, pertencentes as redes de interações *Ludwigia*-polinizadores da área de estudo – Guarapuava, PR.

Familia Planta	Espécie Planta	Sigla	Familia Abelha	Espécie Abelha	Sigla	
Arecaceae	<i>Arecaceae sp</i>	Aresp	Andrenidae	<i>Rhopitulus flavitarsis</i> (Schlindwein & Moure, 1998)	Rhofla	
Asteraceae	<i>Asteraceae sp1</i>	Astsp1	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	Apimel	
	<i>Asteraceae sp2</i>	Astsp2		<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese 1913	Bompau	
	<i>Asteraceae sp3</i>	Astsp3		<i>Melissoptila marinonii</i> Urban, 1998	Melmar	
	<i>Asteraceae sp4</i>	Astsp4		<i>Melissoptila paraguayensis</i> (Brèthes, 1909)	Melpar	
	<i>Asteraceae sp5</i>	Astsp5		<i>Paratetrapedia volatilis</i> (Smith, 1879)	Parvol	
	<i>Asteraceae sp6</i>	Astsp6		<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	Pleeme	
	<i>Baccharis anomala</i> DC.	Bacano		<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	Tetdiv	
	<i>Baccharis microdonta</i> DC.	Bacmic		<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	Trispi	
	<i>Baccharis sp L.</i>	Bacsp		Colletidae	<i>Tetraglossula anthracina</i> (Michener, 1989)	Tetant
	<i>Campovassouria cruciata</i> (Vell.) King & H. Rob.	Camcru		Halictidae	<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)	Augamp
	<i>Chrysolaena platensis</i> (Spreng.) H. Rob.	Chrpla			<i>Pseudagapostemon pruinosus</i> Moure & Sakagami, 1984	Psepru
	<i>Erechtites valerianifolius</i> DC.	Ereval		Megachilidae	<i>Megachile aff. brasiliensis</i> Dalla Torre, 1896	Megbra
	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabr.	Gocpol			<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853	Megmac
	<i>Stevia tenuis</i> Cav.	Steten			<i>Megachile (Moureapis) pleuralis</i> Vachal, 1909	Megple
	<i>Trixis sp P. Browne</i>	Trisp				
	<i>Vernonanthura westiniana</i> (Less.) H. Rob.	Verwes				
Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i> Willd.	Begcuc				
Caesalpinaceae	<i>Senna araucarietorum</i> H.S. Irwin & Barneby	Senara				
Campanulaceae	<i>Lobelia camporum</i> Pohl.	Lobcam				
	<i>Lobelia sp Pohl.</i>	Lobsp				
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japonica</i>	Lonjap				
Convolvulaceae	<i>Ipomoea grandifolia</i> Lam.	Ipogra				
	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Ipopur				
Erythroxilaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St. Hil.	Erydec				
Fabaceae	<i>Mimosa flocosa</i> L.	Mimflo				
Lamiaceae	<i>Lycopus sp L.</i>	Lycsp				
	<i>Tectona grandis</i> L. F.	Tecgra				
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	Cinamo				
Lythraceae	<i>Heimia myrtifolia</i> Cham. & Schltd.	Heimyr				
Malpighiaceae	<i>Janusia guaranitica</i> (A. St.-Hil.) A. Juss.	Jangua				
Melastomataceae	<i>Leandra sp Raddi.</i>	Leasp				
	<i>Tibouchina cerastifolia</i> Cong.	Tibcer				
Mimosaceae	<i>Acacia recurva</i> Willd.	Acarec				
Onagraceae	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara	Ludper				
	<i>Ludwigia sericea</i> (Cambessides) H. Hara	Ludser				
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	Phydio				
Polygalaceae	<i>Polygala sp L.</i>	Polsp				
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i> Elliott.	Polpun				
Rubiaceae	<i>Galianthe dichasia</i> (Sucre & C. G. Costa) E. L. Cabral	Galdic				
	<i>Rubiaceae sp</i>	Ribsp				
Rutaceae	<i>Citrus sp L.</i>	Citsp				
Sapindaceae	<i>Serjania sp Schumach.</i>	Sersp				
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solame				
	<i>Solanum variabile</i> Mart.	Solvar				
Styracaceae	<i>Styrax leprosum</i> Hook. and Arn.	Stylep				
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Vocfer				
Indeterminada	Indet1	Indet1				
	Indet2	Indet2				

Tabela 3: Porcentagens de ocorrência realizada a partir de análise polínica, das famílias e espécie botânica, utilizadas pelas espécies de abelhas coletadas em *L. sericea* e *L. peruviana*.

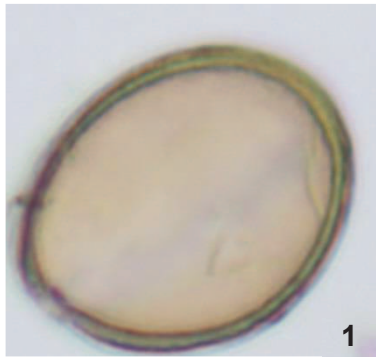
Família Planta	Espécie planta	Espécie de Abelha														
		<i>Rhopitulus flavitarsis</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>Bombus pauloensis</i>	<i>Melissoptila marionii</i>	<i>Melissoptila paraguayensis</i>	<i>Paratetrapedia volatilis</i>	<i>Plebeia emerina</i>	<i>Tetrapedia diversipes</i>	<i>Trigona spinipes</i>	<i>Tetraglossula anthracina</i>	<i>Augochlora amphitrite</i>	<i>Pseudagapostemon pruinosis</i>	<i>Megachile aff. brasiliensis</i>	<i>Megachile maculata</i>	<i>Megachile pleuralis</i>
Arecaceae	Arecaceae sp	-	0,04	0,05	0,06	0,005	-	-	-	0,03	0,04	0,008	-	-	0,06	-
Asteraceae	Asteraceae sp1	-	0,01	-	-	-	-	-	0,05	-	-	0,001	0,1	-	-	-
	Asteraceae sp2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
	Asteraceae sp3	-	0,04	0,04	5,3	0,03	-	-	0,5	0,09	-	-	-	-	0,5	-
	Asteraceae sp4	-	0,003	-	-	-	-	0,6	-	-	-	0,08	-	-	-	-
	Asteraceae sp5	-	0,03	-	0,01	-	-	-	-	0,12	-	-	-	-	-	-
	Asteraceae sp6	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
	<i>Baccharis anomala</i>	-	0,02	0,2	-	-	-	-	-	0,05	-	0,33	-	-	0,5	-
	<i>Baccharis microdonta</i>	-	0,7	0,03	-	0,2	-	-	-	0,4	-	-	-	-	6	-
	<i>Baccharis sp</i>	-	0,9	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Campovassouria cruciata</i>	-	0,2	1,5	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-
	<i>Chrysolaena platensis</i>	-	0,03	0,3	0,01	0,005	-	-	-	-	-	0,008	-	-	0,03	-
	<i>Enechtites valerianifolius</i>	-	0,2	0,6	-	-	-	-	-	0,02	0,07	0,24	-	-	0,3	-
	<i>Gochnatia polymorpha</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-

Continuação...

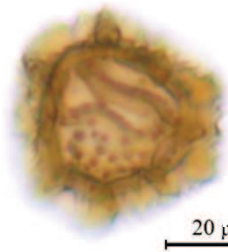
	<i>Stevia tenus</i>	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Trixis sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	
	<i>Wernonanthura westiniana</i>	-	0,06	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i>	-	0,09	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Caesalpinaceae	<i>Senna araucarietorum</i>	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
Campanulaceae	<i>Lobelia camporum</i>	-	-	0,6	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Lobelia sp</i>	-	-	0,7	-	0,06	-	3	-	0,05	-	-	-	0,1	-	
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japonica</i>	-	0,006	0,03	-	-	-	0,3	-	-	2	-	-	0,03	-	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea grandifolia</i>	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	
	<i>Ipomoea purpurea</i>	-	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	
Erythroxilaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
Fabaceae	<i>Mimosa flocosa</i>	-	0,06	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Indeterminada	Indet1	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	
	Indet2	-	0,06	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lamiaceae	<i>Lycopus sp</i>	-	0,02	0,2	0,04	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	
	<i>Tectona grandis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i>	-	7,4	4	0,6	0,23	-	51,5	-	1	0,4	0,11	0,004	13	4,4	
Lythraceae	<i>Heimia myrtifolia</i>	-	0,3	10	0,05	0,1	-	-	0,3	0,5	0,23	3	-	-	-	
Malpighiaceae	<i>Janusia guaranitica</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	0,06	0,01	-	-	-	-	
Melastomataceae	<i>Leandra sp</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Tibouchina cerastifolia</i>	-	81	6,5	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mimosaceae	<i>Acacia recurva</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	
Onagraceae	<i>Ludwigia peruviana</i>		0,2	0,7	8	4	-	9	1,4	0,5	15	-		7	3,3	
	<i>Ludwigia sericea</i>	100	82	55	91	95	99	38	81	93	84	92	1,2	80	78	100
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	-	0,003	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Continuação...

Polygalaceae	<i>Polygala sp</i>	-	0,06	3	-	-	-	-	-	0,8	-	0,03	-	-	-	-
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	-	1,1	1,3	0,02	0,03	1	1	1	0,7	0,08	0,09	0,001	-	0,4	-
Rubiaceae	<i>Galianthe dichasia</i>	-	0,05	0,5	-	-	-	-	0,04	-	-	0,24	-	-	0,09	-
	<i>Rubiaceae sp</i>	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rutaceae	<i>Citrus sp</i>	-	0,08	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sapindaceae	<i>Serjania sp</i>	-	-	1,6	-	0,15	-	-	0,4	0,02	-	-	-	-	-	-
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	-	0,001	1,2	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-
	<i>Solanum variable</i>	-	0,04	1,7	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
Styracaceae	<i>Styrax leprosum</i>	-	0,09	8	0,2	0,13	-	0,06	-	0,02	0,3	0,11	0,002	-	0,9	-
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-

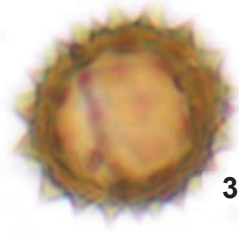


1

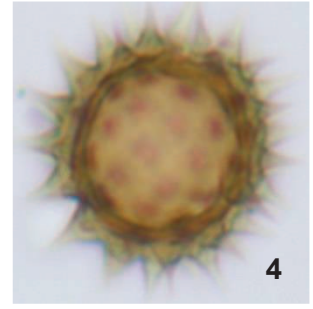


2

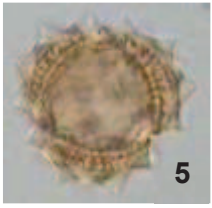
20 μ m



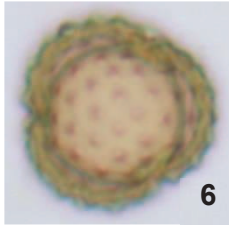
3



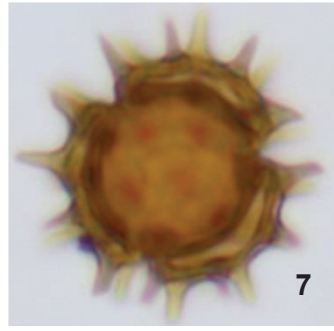
4



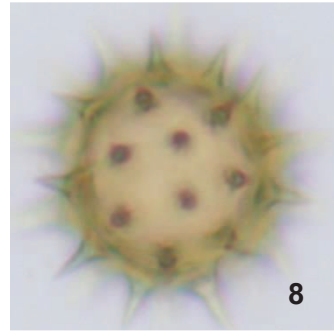
5



6



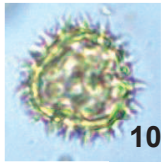
7



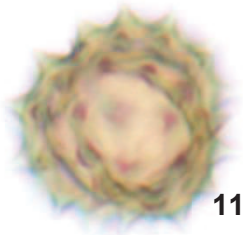
8



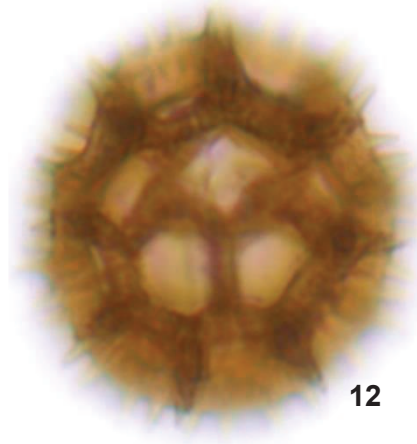
9



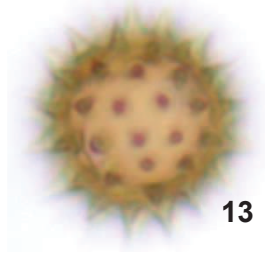
10



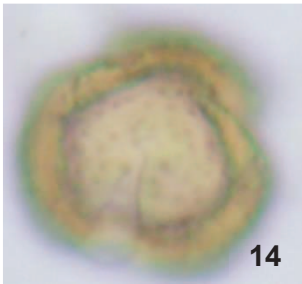
11



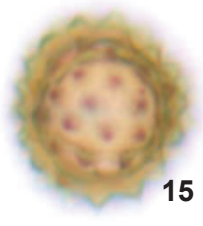
12



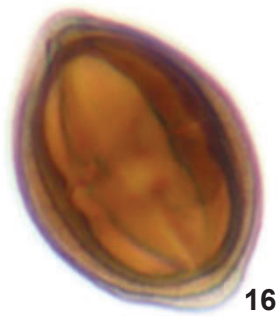
13



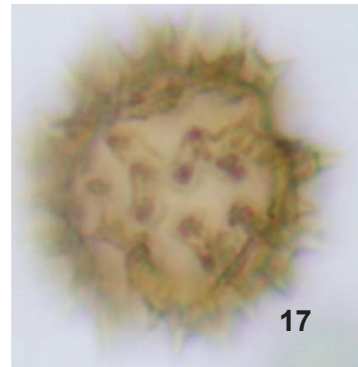
14



15



16



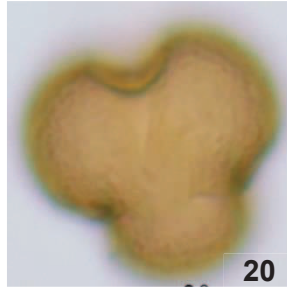
17



18



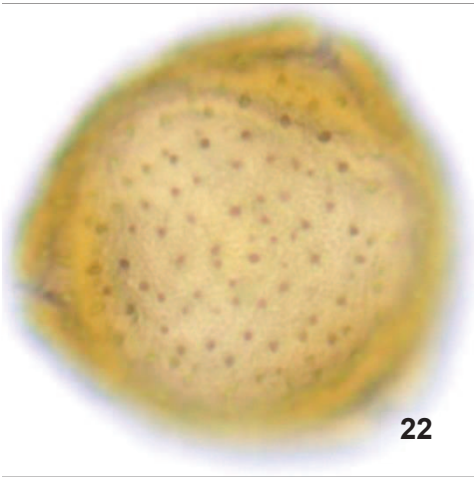
19



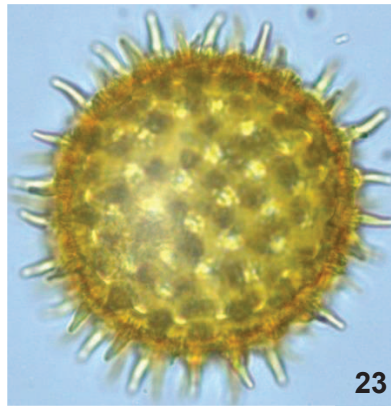
20



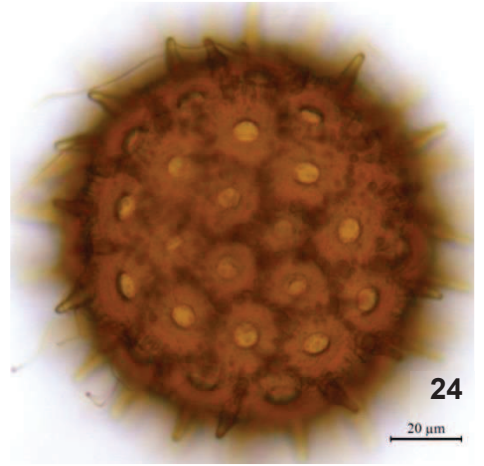
21



22



23

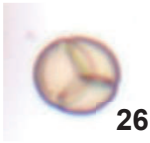


24

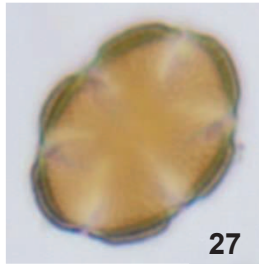
20 μm



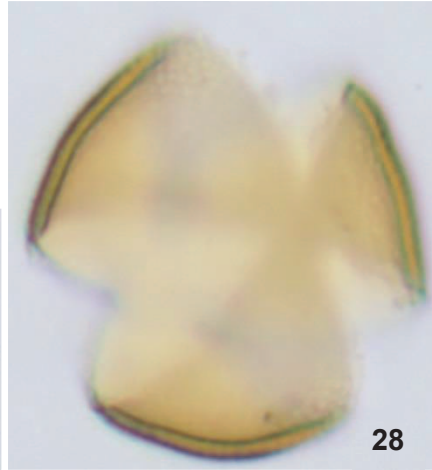
25



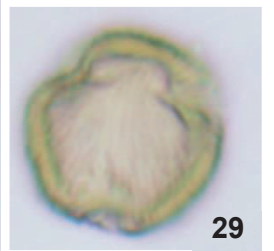
26



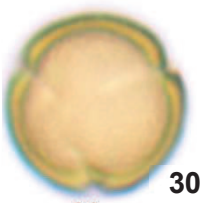
27



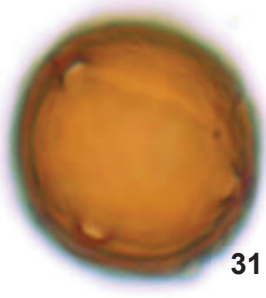
28



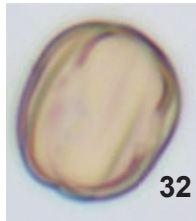
29



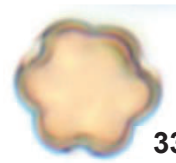
30



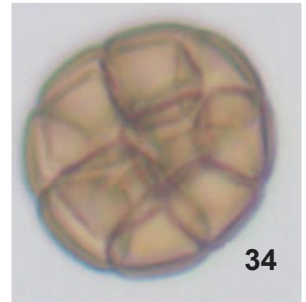
31



32



33



34

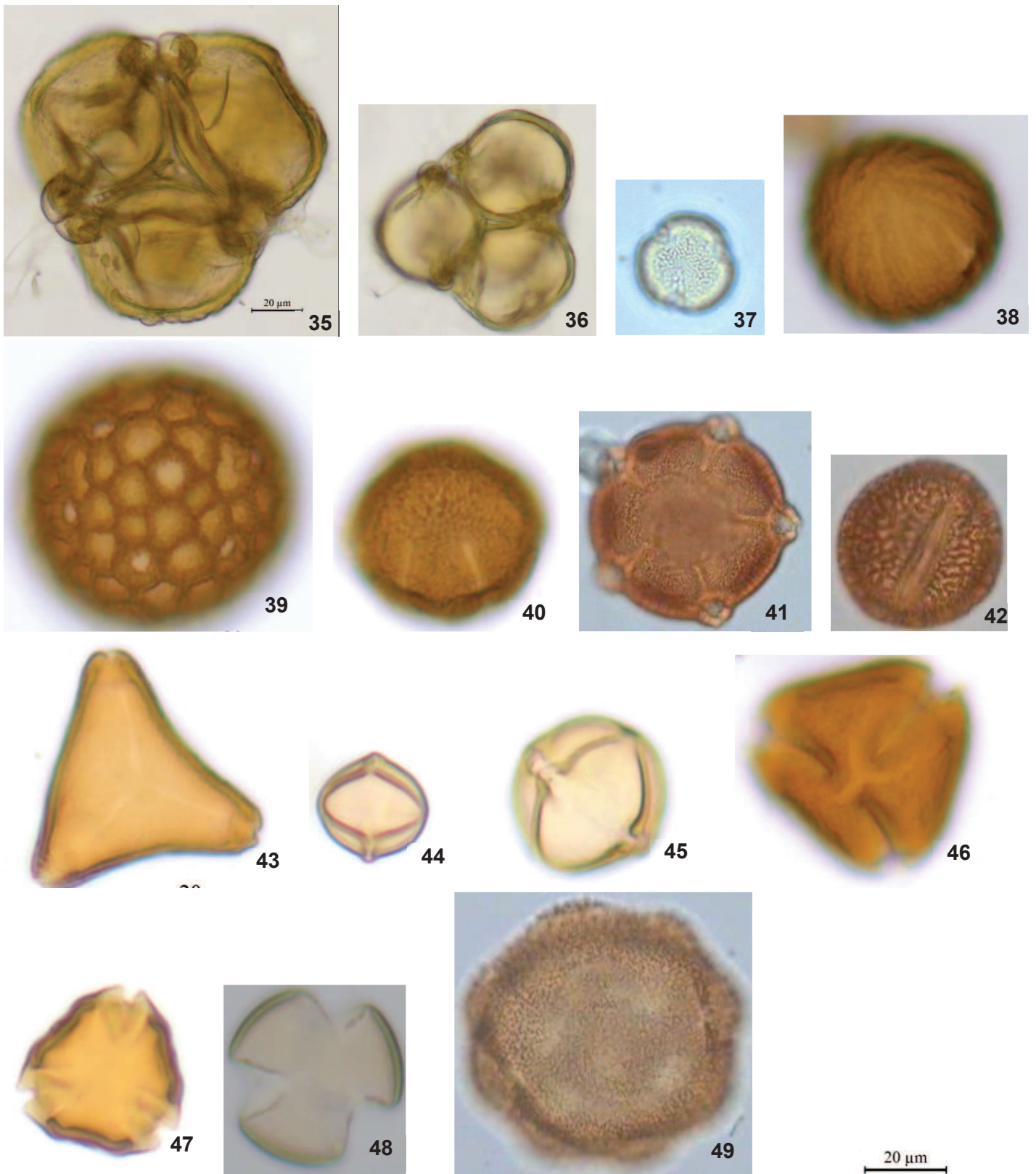


Figura 2: Grãos de pólen observados durante análise polínica: 1-Arecaceae sp; 2-Asteraceae sp1; 3-Asteraceae sp2; 4-Asteraceae sp3; 5-Asteraceae sp4; 6-Asteraceae sp5; 7-Asteraceae sp6; 8-*Baccharis anomala*; 9-*Baccharis microdonta*; 10-*Baccharis* sp; 11-*Campovassouria cruciata*; 12-*Chrysolaena platensis*; 13-*Enechtites valerianifolius*; 14-*Gochnatia polymorpha*; 15-*Stevia tenuis*; 16-*Trixis* sp; 17-*Vernonanthura westiniana*; 18-*Begonia cucullata*; 19-*Senna araucarietorum*; 20-*Lobelia camporum*; 21-*Lobelia* sp; 22-*Lonicera japonica*; 23-*Ipomoea grandifolia*; 24-

Ipomoea purpurea, 25-*Erythroxylum deciduum*; 26-*Mimosa flocosa*; 27-*Lycopus sp*; 28-*Tectona grandis*; 29-*Cinnamomum amoenum*; 30-*Heimia myrtifolia*; 31-*Janusia guaranitica*; 32-*Leandra sp*; 33-*Tibouchina cerastifolia*; 34-*Acacia recurva*; 35-*Ludwigia peruviana*; 36-*Ludwigia sericea*, 37-*Phytolacca dioica*; 38-*Polygala sp*; 39-*Polygonum punctatum*; 40-*Galianthe dichasia*; 41-Rubiaceae sp; 42-*Citrus sp*; 43-*Serjania sp*; 44-*Solanum americanum*; 45-*Solanum variable*; 46-*Styrax leprosum*; 47-*Vochysia ferruginea*; 48-Indet1; 49-Indet2.