

Metodologia (Methodology) & Reflexões (Refletions)

Recuperação de áreas
degradadas: polinizadores como
uma nova dimensão.

Recovery of
degraded areas: pollinators as
a new dimension

SEBASTIÃO LAROCA²
& AFONSO IGNÁCIO ORTH²

Em 2002 saiu do prelo nosso artigo *Melissocoenology: historical perspective, method of sampling, and recommendations to the “program of conservation and sustainable use of pollinators, with emphasis on bees”* (ONU) (disponível em <<http://www4.netpar.com.br/slaroca/onu1.pdf>>), que resultou de nossa participação no workshop sobre o uso sustentado dos polinizadores (especialmente abelhas) (São Paulo, SP, Outubro de 1998). Nossas recomendações foram baseadas em cinco estudos melissocenóticos, dos quais emergiram alguns padrões, a nosso ver dignos de consideração em âmbito internacional, que visam mitigar os efeitos da degradação ambiental nos territórios das partes constituintes da Organização das Nações Unidas (ONU). Nossa modesta opinião é de que discussões e artigos acadêmicos são importante e até impressindiveis, mas a articulação dialética do conhecimento científico com o popular faz-se cada vez mais necessária. Todavia, infelizmente, o que dissemos e o que disseram alguns de nossos pares foi pouco assimilado, discutido e muito menos colocado em prática em nosso país. Dizíamos então que as interações entre os polinizadores e o ambiente constituíam elementos-

¹ Prof. Sênior da Universidade Federal do Paraná (Curitiba, PR) e pesquisador voluntário (não formal) da IOC (Rio de Janeiro, RJ). E-mail: slaroca@slaroca.com.br. ² Professor Sênior da Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, SC).

chave em estudos de biodiversidade no sentido mais geral do termo, no que se refere aos ecossistemas terrestres. E que essas informações no plano mais específico eram fundamentais na implementação de práticas políticas envolvendo a utilização sustentada dos polinizadores; práticas que, em última análise, diminuiriam a probabilidade de um colapso na produção agrícola, uma vez que o serviço dos polinizadores é que garante a produtividade de grande número de culturas, notadamente frutíferas, e um elevado número de hortícolas. Esse impacto negativo teria influência tanto econômica quanto na organização do sistema de produção de alimentos, acelerando, dessa forma, a degradação dos ecossistemas e afetando o meio ambiente em seus aspectos químicos, físicos e bióticos em larga escala e em tempo cada vez mais exíguo.

A melissocenologia emergiu no Sul do Brasil, e alguns dos primeiros passos nessa direção foram dados por Sakagami e Laroca quando desenvolveram um método padronizado para coleta de amostras estandardizadas de polinizadores (Hymenoptera, Anthophila) que permite comparações quantitativas e, portanto, possibilita a análise espaço-temporal da comunidade de abelhas de áreas restritas.

Vale dizer que a finalidade dos trabalhos de Sakagami (Universidade de Hokkaido, em Sapporo, norte do Japão), conforme seu projeto agenciado no Brasil pela Capes, inicialmente, era estudar sociologia das abelhas silvestres (Halictini) em sequência aos estudos de MICHENER e LANGE (e. g., 1958a e b; 1959). Seu interesse focava-se, inicialmente, portanto, em parâmetros ligados a ciclos anuais de determinadas espécies, assim como em alguns outros padrões biogeográficos que serviriam de ferramentas para o desenvolvimento de pesquisas taxonômicas, sociológicas, e não em padrões verdadeiramente ecológicos. Aliás, trabalhos desta categoria já haviam sido realizados pelo pesquisador e seus alunos, especialmente nos arredores da Universidade de Hokkaido.

Todavia, Laroca, como seu assistente em trabalhos de campo, passou a estudar interações ecológicas propriamente ditas, e esse seu interesse vinha de seu curso de meteorologia (ciência física que trata dos fenômenos em diferentes escalas, incluindo globais). Posteriormente, dentro da mesma perspectiva, cursou história natural, geomorfologia e geologia do quaternário (aluno do reconhecido geomorfólogo João José Bigarella), mestrado (UFPR) e doutorado (Universidade de Kansas, EUA) em entomologia, com área de concentração em ecologia de comunidade de polinizadores (abelhas silvestres).

O outro autor (Orth) deste artigo também se encaminhou para esta área. Como engenheiro agrônomo da Empasc, desenvolveu projeto em polinização de macieiras em Caçador (SC), o que continuou como pro-

fessor concursado na Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, SC). Orth fez seu mestrado em entomologia na UFPR, durante o qual desenvolveu tese sobre ecologia de comunidades em polinização de macieira (em cultivares de maçã dos arredores de Caçador) (ORTH 1983). Como agrônomo da Empasc esteve ligado à implantação da cultura da macieira no país. Seu doutorado (PhD) pela Universidade de Miami (EUA) redundou em um estudo detalhado sobre o comportamento de forrageamento das abelhas da espécie *Xylocopa micans* (ORTH, 1995). Foi coordenador do Curso de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no qual orientou várias teses sobre polinizadores de plantas agrícolas nativas e exóticas com a finalidade de agregar valores à pequena propriedade agrícola. Orth recentemente sofreu um grave acidente quando encontrava-se em Lages (SC) coletando informações sobre interações entre *Apis mellifera* L. e cochonilhas, atingiu boa parte de seu corpo, o que lhe custou 40 dias de hospitalização até que se recuperasse.

Quando se trata de aspectos ecológicos (que são sistêmicos), a frieza da intervenção (especialmente quando se aborda as calhas energéticas e a entropia) não pode levar os mais jovens a perder a esperança e à percepção de impotência para a resolução dos desafios que são tanto regionais quanto globais. Antes, devemos mostrar a eles caminhos possíveis, mesmo que tais caminhos se mostrem cada vez mais estreitos, uma vez que a passos largos nos encaminhamos para o caos. Prova desta mudança rumo à entropia é o aquecimento global, fato hoje incontestável. A educação é que nos dá esta oportunidade. Portanto, pedimos a atenção para o fato de que o estudo da utilização sustentada dos polinizadores (especialmente das abelhas silvestres) tem caráter multidisciplinar e depende de outros ramos do saber, tais como características meteorológicas, geomorfológicas, paleontológicas, edafológicas, fito-químicas, etológicas, energéticas, fenológicas, palinológicas e taxonômicas. E é por esse motivo que a utilização do método é um excelente instrumental para a educação do jovem, pois o orienta a ter um relacionamento mais holístico e metódico com a natureza e contribui para a utopia de reconstrução da esperança.

Como se sabe, a maioria dos polinizadores são silvestres, incluindo dípteros (moscas e mosquitos), lepidópteros (mariposas e borboletas), himenópteros (vespas e abelhas), coleópteros (besouros), os tripe (insetos da ordem Thysanoptera), e aves (especialmente beija-flores) e mamíferos (certas espécies de morcegos); porém, as abelhas (Anthophila) sozinhas representam mais de 20 mil espécies no mundo e polinizam mais de 90 % de todas as plantas.

Conforme já mencionado, o método padronizado que empregamos para obtenção de amostras da comunidade de abelhas foi o que desenvolvemos em cooperação com o doutor Shoichi Francisco Sakagami, da Universidade de Hokkaido, Japão (cf. Sakagami; Laroca & Moure, 1967). Esse método é largamente indicado para estudos de comunidades de polinizadores (abelhas) que visam obter informações quantitativas, como diversidade específica, padrões de distribuição espaço-temporais etc. Serve também para monitorar mudanças nas comunidades de abelhas em suas interações tróficas com plantas. Em nossos primeiros estudos, coletamos amostras no sítio escolhido um dia (4 horas) a cada semana (em dia com condições de tempo apropriadas) para impactar o menos possível a integridade da comunidade. Atualmente, devido à rarefação, sugerimos a coleta a cada 15 ou 20 dias. Com isso se diminuirá o risco de rarefação para a melissocenose, ao mesmo tempo em que se poderá captar as variações fenológicas. A coleta de exemplares é problemática dado o impacto na melissocenose. Todavia temos esperança que pessoas bem treinadas em melissofaunas locais, dotadas máquinas fotográficas e filmadoras que permitam obter imagens de alta resolução em campo possam realizar contagem em campo e identificação das abelhas, por meio das imagens, e que seja possível romper o paradigma de métodos baseados coleta de exemplares sem reposição.

Já utilizamos também outros métodos de amostragem para estudos dos polinizadores. Empregamos armadilhas coloridas (baseadas nas de Moericke para coleta de pulgões) na coleta de abelhas nos sítios ricos em *Petunia* sp.) (e. g., LAROCA, 1980, *Dusenia*, Curitiba, 12: 105-107). Todavia, esse método teve resultados mais restritos para abelhas com hábitos específicos e mesmo para as oligoléticas. Esse procedimento, provavelmente poderá ser aplicado para visitantes de *Convulvolus arvensis*, *Taraxacum officinale* e até mesmo para algumas espécies de *Ipomoea* rasteiras.

Em 1975, SL passou a se interessar nos estudos de comunidades de polinizadores de distribuição em florestas tropicais e subtropicais, e também em pradarias e mata temperada (Hemisfério Norte).

Nas matas tropicais se interessou por dois grupos, ambos considerados polinizadores de grandes distâncias: abelhas polinizadoras de orquídeas (Euglossinae) e mariposas de porte grande (Sphingidae, por exemplo), com raio de voo longo, portanto capazes de percorrer grandes distâncias (muitas árvores das florestas tropicais apresentam distribuição muito esparsa e, portanto separadasumas das outras por dezenas de quilômetros, e com peças bucais longas capazes de atingir o fundo de corolas profundas com suas compridas glossas – em algumas dessas

espécies a glossa chega a atingir 25 cm, às vezes tão longas quanto três ou quatro vezes o comprimento do próprio corpo. Com relação ao último grupo, nos associamos a dois dos maiores especialistas em lepidópteros do Brasil, os doutores Olaf Hendrick Hermann Mielke e Osmar Becker (ver LAROCA & MIELKE, 1975; LAROCA, BECKER & ZANELLA, 1989).

Em relação aos Sphingidae, emergiu de nossas comparações entre comunidades de duas áreas contrastantes a forte evidência de que se pode estudar graus diferentes de “estresse” das comunidades de polinizadores (ou de degradação ambiental, como se queira falar). Aliás, o mesmo fenômeno foi aventado também por Peter Kevan, no Canadá. Em um trabalho experimental criterioso com duração de cerca de oito anos, tendo como objeto a associação de abelhas locais, o cientista canadense rotulou tal evento de “saúde ambiental” (environmental health). O fenômeno emerge quando se usa o método de Preston para estudar a diversidade de comunidades bióticas locais. Tal método se baseia em um modelo no qual se utiliza a distribuição log-normal truncada. Dessa forma se pode prever o número de táxons existentes em uma comunidade amostrada. Importante lembrar que a coleta de amostra de uma comunidade não redunda na avaliação do número completo de táxons dessa mesma comunidade. E, então, o número que se obtém por amostragem é sempre menor do que o total existente. Assim, pelo estudo dessa distribuição pode-se chegar ao número das espécies não coletadas, mas que teoricamente estão na comunidade.

Pelo método de Preston assume-se que as espécies de densidade média estão na moda da distribuição, e que em um dos extremos encontram-se as espécies de abundância mais elevada; e em outro, as mais raras. Por outro lado, nota-se geralmente alta correlação entre a curva observada e a teórica. Mas o que descobrimos (em observação de comunidade de Sphingidae), e que foi confirmado por Kevan (em comunidades de abelhas silvestres na região temperada), é que nas comunidades em estresse o ajuste da curva se torna progressivamente menor, com valores do número de espécie por classe de abundância (oitavas) tornando-se dispersos, denotando um caos numérico na distribuição (Fig. 1), o que fica visível comparando-se o gráfico de Boa Vista (biótopo pouco degradado na época) com os correspondentes ao Passeio Público no centro de Curitiba (portanto biótopos muito degradados). Outra forma de analisar a diversidade é através da regressão. Laroca (cf. LAROCA, CURE & BORTOLI, 1982) iniciou uma nova maneira de representar a diversidade, plotando no eixo dos x_i o logarítmico dos números acumulados de indivíduos ($n+1$); e no eixo do y_i , as frequências (absolutas) de espécies em cada uma destas classes de abundância (ver os gráficos

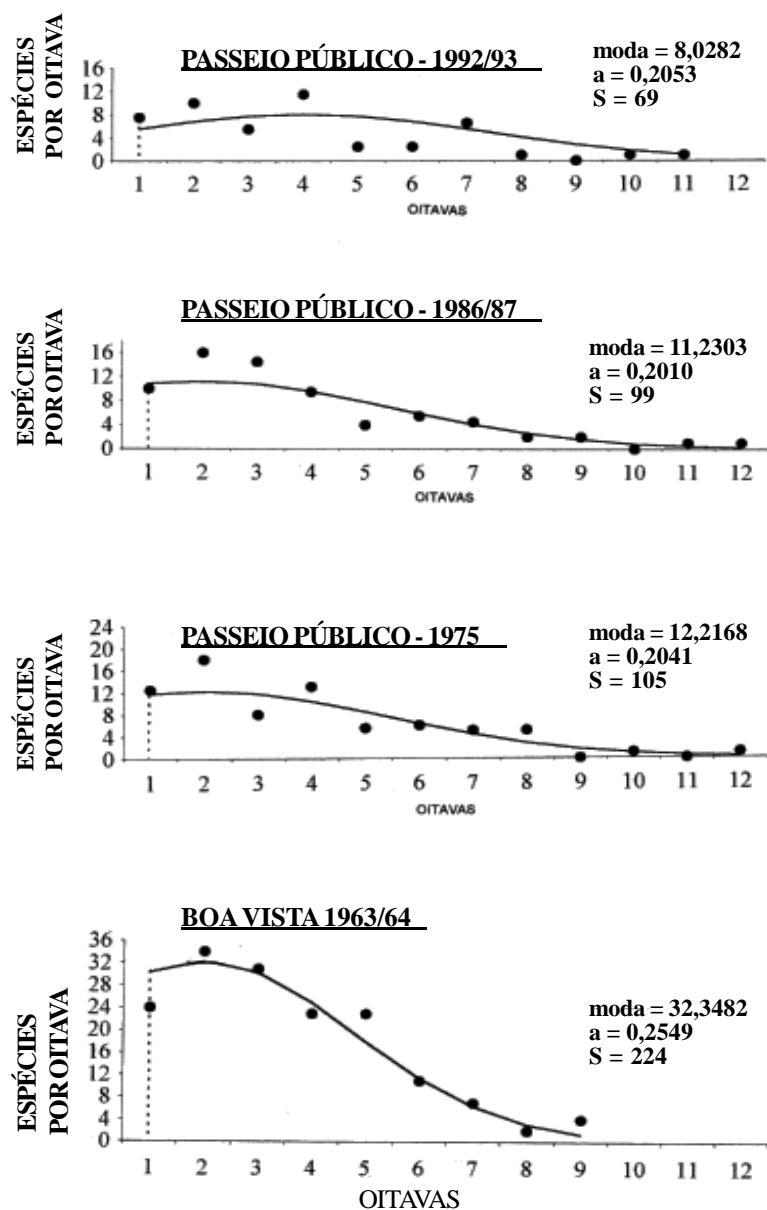


Fig. 1. Frequência de espécies de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) capturadas no Passeio Público, Curitiba, Paraná, em 1992/93 (cf. TAURA & LAROCA, 2001, 1986/87 (cf. TAURA, 1990) e 1975 (cf. LAROCA, CURE & BORTOLI, 1982), distribuídas segundo as oitavas de abundância, conforme o método de PRESTON (1948).

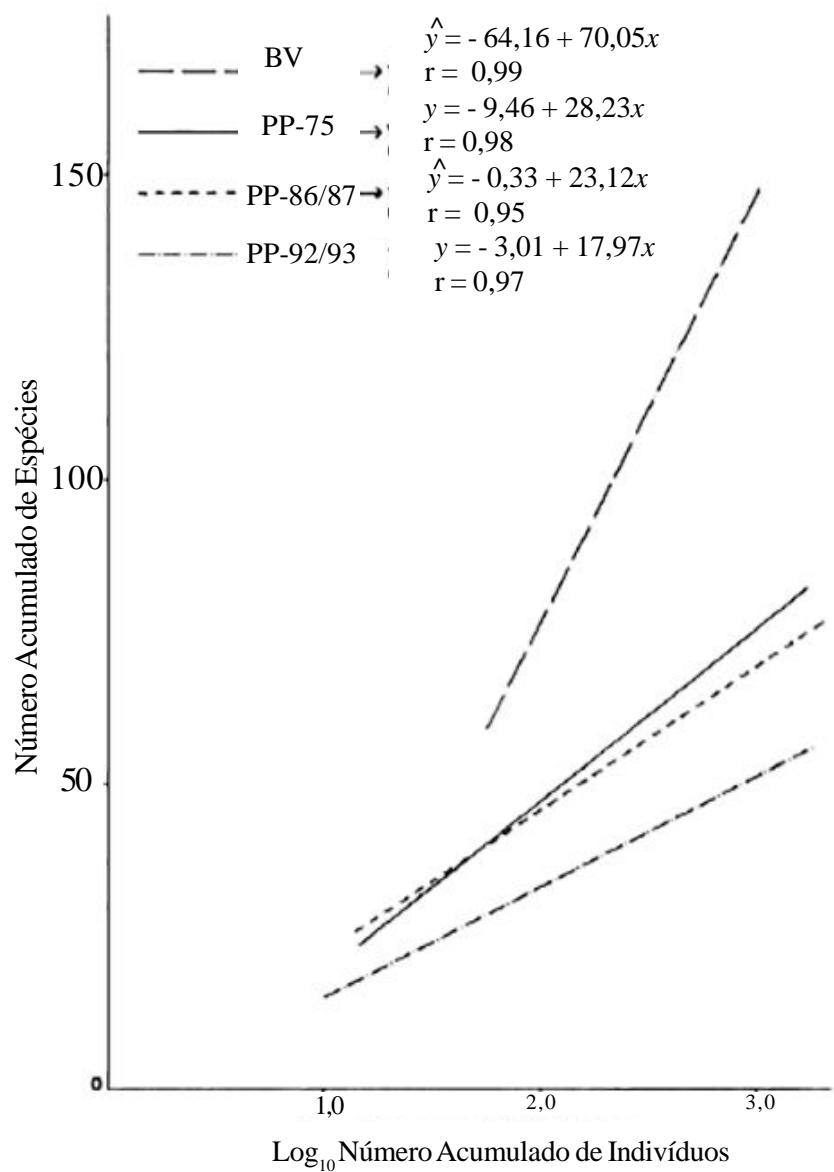


Fig. 2. Frequência de espécies de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) capturadas no Passeio Público (no centro de Curitiba, Paraná), em 1975 (cf. LAROCA, CURE & BORTOLI, 1982), 1986/87 (cf. TAURA, 1990) 1992/93 (cf. TAURA & LAROCA, 2001).

da Fig. 2).

Nota-se por ambos os métodos que há redução drástica da diversidade de abelhas quando comparada com a diversidade de uma área menos degradada correspondente no subúrbio Boa Vista em Curitiba (PR) (1963/64).

Quanto à amostragem na guilda de polinizadores de orquídeas (machos de Euglossini), nossa experiência é mais restrita. Todavia, uma de nossas preocupações está relacionada ao uso de essências odoríferas, que penetram na floresta através do ar, causando possivelmente uma desorganização inconveniente no conjunto desses polinizadores. O uso de armadilhas com iscas odoríferas é muito impactante nas populações das espécies atraídas especificamente para os diferentes tipos de odores.

Outro estudo em que empregamos a metodologia de Sakagami e Laroche (cf. SAKAGAMI, LAROCA & MOURE, 1967) foi realizado na Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC) (LENZI, ORTH & LAROCA, 2003). Para a pesquisa, foram escolhidos dois biótopos contrastantes: um com forte influência antrópica pelo processo de urbanização; e outro submetido a menos alterações pelo homem, onde ainda há partes com a vegetação nativa original. O primeiro fica em uma das unidades do Centro de Treinamento da Epagri, em Itacorubi, circundado por edificações urbanas; o outro em uma restinga na faixa litorânea da costa leste da Ilha. Os exemplares de polinizadores abelhas foram coletados em *Schinus terebinthifolius* (denominada no Brasil como aroeira-vermelha, a qual os franceses e galicistas brasileiros chamam de *poivre rose*). Nas amostras, os exemplares visitantes foram separados também por sexo da planta, uma vez que a aroeira é dioica. A maioria dos exemplares e das espécies foram capturadas em plantas machos, como era de se esperar, uma vez que estas é que produzem pólen. Nesse estudo, os visitantes mais abundantes foram Halictidae (82 %) e Apidae (corbiculados) (12 %), enquanto Colletidae e Megachilidae foram os de menor abundância (3 % cada). O resultado sucinto foi de que na área com forte influência humana (região urbana) o número de exemplares e de espécies foi bem muito menor (20 indivíduos e 7 espécies, respectivamente), enquanto na área com pouco influência antrópica foram capturados 297 indivíduos e 17 espécies, respectivamente.

E aqui faz-se necessário distinguir, funcionalmente, alguns grupos de abelhas silvestres. Primeiramente, devemos considerar que existem cerca de 20 mil espécies de abelhas descritas no mundo. Pode-se dizer que as abelhas são vespas que se especializaram em nutrir suas crias com pólen; e como já dissemos alhures, o pólen é um dos materiais mais caros produzidos na natureza. Seus grãos são riquíssimos em proteínas e

aminoácidos, além de vitaminas e outros compostos. Algumas espécies de abelhas, chamadas de monolíticas, são extremamente especializadas, podendo ter como fonte de alimento apenas uma espécie de planta; outras são ditas oligoléticas, que exploram o dito recurso de um número reduzido de espécies, às vezes pertencentes a apenas um gênero de plantas. Todavia, há ainda as chamadas poliléticas, que são bastante generalistas e visitam um número grande de espécies. Taxonomicamente, as abelhas estão distribuídas em dois grupos: as que têm glossa curta (consideradas mais primitivas, ou seja, mais próximas das vespas das quais se originaram) e as de língua comprida. São abelhas de língua (ou glossa) curta: Colletidae, Andrenidae e Halictidae. Supõe-se que esse grupo seja o mais antigo, evoluiu em um ambiente no qual as angiospermas primitivas apresentavam flores abertas e corolas relativamente pouco profundas. As abelhas de glossa comprida, por sua vez, se disseminaram com o aparecimento das espécies de angiosperma com corola cada vez mais profunda. Dentro dessa categoria estão as das famílias Apidae (incluindo o que antigamente eram Anthophoridae) e Megachilidae.

Nos dois grupos existem tanto espécies monoléticas, oligoléticas ou poliléticas. Mas o grupo das de língua (ou glossa) curta talvez seja o que tenha mais espécies especializadas (ver um caso extremo de especialização para coleta de néctar em: LAROCA & ALMEIDA, 1985; e LAROCA, MICHENER & HOMEISTER, 1989). Mas há graus diferentes de especialização no que se refere ao forrageamento de néctar – fonte energética que permite, por exemplo, custear o voo. Quanto à coleta de pólen, há basicamente dois tipos de estruturas: escopas e corbículas. Corbícula é uma modificação da tibia que ocorre na família dos antoforídeos corbiculados, que a usam para a coleta de pólen. A origem do termo “corbícula” é latina e vem de corbis (cesto); então, corbícula seria um pequeno cesto. Todavia, sua estrutura não tem aspecto de cesto, mas de uma conchinha rasa. A palavra escopa, provavelmente, vem do italiano scopa (vassoura), que, no caso da estrutura das abelhas, não varre, mas acumula entre seus pelos os grãos de pólen para serem transportados. Os antoforídeos não corbiculados apresentam escopas localizadas nos fêmures e tibias das patas posteriores ou nos esternos abdominais, como nos Megachilidae (exceto nos parasitoides) e em vários Colletidae. Nas espécies do gênero *Hylaeus*, o pólen é transportado internamente no papo, que é uma estrutura dilatada na parte apical do esôfago.

As abelhas com hábitos parasitoides (cleptobióticas) aparentemente são mais suscetíveis de extinção. Desapareceram do Passeio Público (zoológico situado no centro de Curitiba) todas as espécies desta categoria,

sendo que de tempos em tempos há notícia de que ocorreu ataque da cleptobiótica social *Lestrimellita sulina* Marchi & Melo (em nossos trabalhos mencionada como *Lestrimelitta limao*) aos ninhos de outros meliponíneos do local, notadamente de *Plebeia* emerina. Aliás, as meliponíneos aumentaram em densidade pelo aumento de substrato para nidificação (ocos de árvores atacadas por cupins). As abelhas das famílias Megachilidae desapareceram no período entre 1975-1987; Andrenidae, entre 1986-1987 e 1992-1993; enquanto Colletidae, entre 1986-1987 e 1992-1993. A extinção local de um táxon de categoria elevada, como é o caso de uma família, é um evento grave. Ressalta-se que há fenômenos comportamentais e morfológicos interessantes para ainda serem pesquisados cientificamente, e que com a extinção definitiva dessas espécies deixarão de ser possíveis. Exemplos dessas investigações são estudos que publicamos (LAROCA & ALMEIDA, 1985; LAROCA, Michener & Hofmeister, 1989), nos quais há informações sobre as interações de *Niltonia virgili* Moure e a planta visitada (*Jacaranda puberula*, Bignoniaceae) na floresta da planície costeira paranaense e a descrição de suas estruturas bucais altamente especializadas para coleta de néctar por meio de microscopias óptica e eletrônica de varredura. Esses estudos de *N. virgili* nos permitiram chegar à conclusão de que estruturas de calibre tão fino, como neste caso, não são adaptativas devido ao entupimento. Uma das soluções evolutivas foi o desenvolvimento de peças bilaterais que se acoplem longitudinalmente durante o ato de sugar. Nos insetos, de maneira geral, a solução é a mesma, e os tubos, embora de origens diferentes, sempre são formados pela junção do par temporária do par (vide a espirotromba dos lepidópteros, que têm a gálea da maxila frequentemente muito comprida).

A busca pelas causas da extinção local das abelhas é complexa. No entanto, aventurem-se certas possibilidades: algumas remotas, outras mais próximas e plausíveis. Dentro de um elenco pode-se supor causas genéticas (isolamento das populações causando aumento de endocruzamento); diminuição na diversidade de alimentos ofertados, com o abandono progressivo da reposição dos jardins com plantas nativas; acréscimo de poluentes pelo aumento da circulação de veículos motorizados nas áreas adjacentes; diminuição de substrato para nidificação (solo adequado). As abelhas parasitoides devem ter acompanhado a extinção de seus hospedeiros potenciais (*Coelioxys* por exemplo dependem de espécies de Megachilidae, suas hospedeiras; como estas desapareceram da área, sua probabilidade de existência cai para zero). No caso das abelhas sociais (Meliponini), a frequência da abelha cleptobiótica *Lestrimelitta sulina* (antes citada como *L. limao*), apesar do

número de colônias da principal hospedeira na área (*Plebeia emerina*) ser ainda relativamente alto, tem diminuído bastante após 1992. Em 2016, não foi encontrada colmeia alguma da abelha doméstica (*Apis mellifera*); neste caso, isso se deve principalmente ao cuidado que a administração tem para não haver proliferação dos ninhos desses organismos, devido ao risco que eles oferecem aos frequentadores. Dentre os Colletidae, a espécie desaparecida é *Bicolletes tauraphilus* (Laroca & Almeida). Seu desaparecimento deve-se à remoção de todas as árvores da única espécie de planta conhecida como fonte de seus recursos tróficos: *Vassobia breviflora* (Solanaceae) (cf. TAURA & LAROCA, 2004). Essa espécie de angiosperma é nativa, mas no logradouro era utilizada como ornamental. Quanto às espécies de Megachilidae, talvez possa ser explicado pelo desaparecimento (ou envenenamento) das folhas (usadas na nidificação) ou das flores das espécies vegetais visitadas. Se foi por envenenamento, portanto, como já disse o doutor padre Jesus Santiago Moure, brasileiro, mas um dos maiores apidologistas do mundo, para este grupo o impacto do envenenamento é duplo: quando se alimenta de pólen e quando colhe folhas a fim de produzir as células para suas crias.

Atualmente, existem aproximadamente 250 mil espécies de angiospermas, e uma grande parcela dessas plantas depende de insetos para polinização e reprodução (WILSON, 1994). E a maioria dos polinizadores são as abelhas.

Conforme TAURA & LAROCA (2004), as interações contemporâneas entre os polinizadores e as plantas com flores (Angiospermae) são interpretadas como o resultado de uma relação coevolutiva longa e íntima (BAKER & HURD, 1968; PRICE, 1975; CREPET, 1983). Sendo que os fósseis mais antigos datam do Cretáceo Inferior, há aproximadamente 90 milhões de anos. Portanto, há cerca de 90 milhões de anos várias famílias de angiospermas já haviam aparecido no Hemisfério Norte, e 10 milhões de anos depois elas atingiam também várias latitudes no Hemisfério Sul.

Há ainda o impacto de outro fator que não deve ser desprezado: a introdução de organismos exóticos em nosso território. Nessa perspectiva podemos citar a introdução da abelha africana *Apis mellifera scutellata*, a partir de matrizes de Moçambique (África), por um dos mais renomados e competentes biólogos (que por sinal era agrônomo formado pela “Luiz de Queiroz” de Piracicaba (SP), e que posteriormente foi professor e superintendente do Inpa), doutor Warwick Estevam Kerr. Ele trouxe algumas rainhas de Moçambique para Rio Claro (Departamento de Biologia, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, SP) com a intenção de melhorar a apicultura no país, mas por infelicidade um de seus auxiliares deixou uma das colmeias sem a tela de proteção da

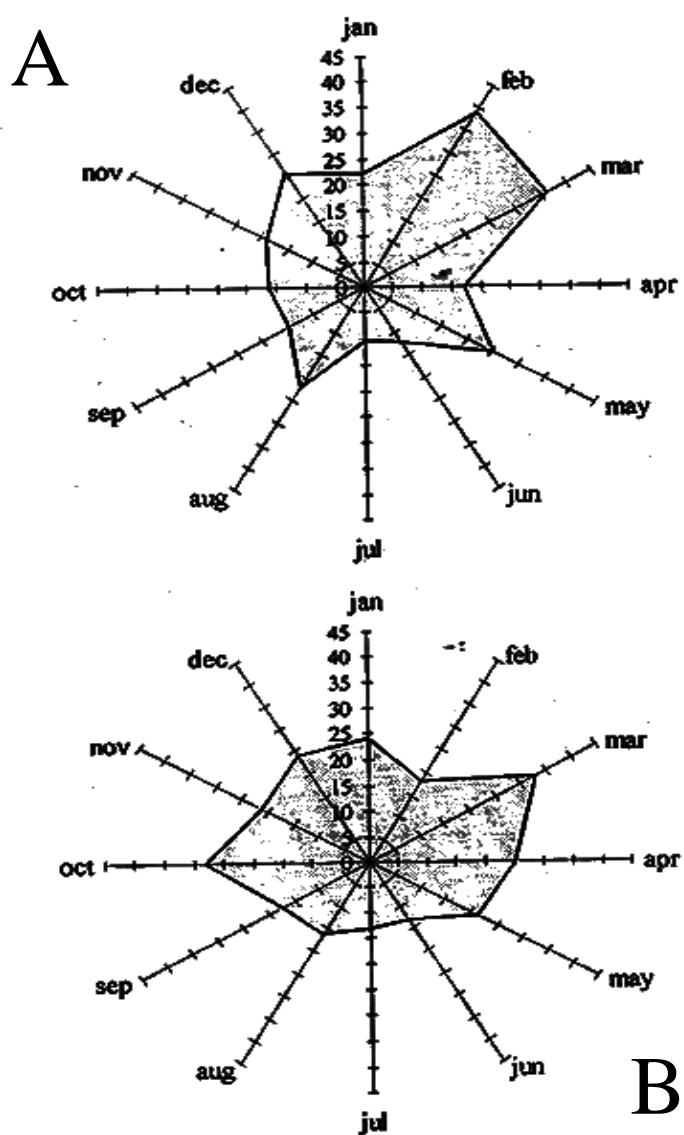


Fig. 3. Flutuação anual do número de espécies de abelhas silvestres (Hymenoptera, Anthophila) em dois biótopos tropicais. A, Guanacaste, Costa Rica. Censo realizado por Heithaus entre 1971 e 1972 (fonte dos dados: HEITHAUS, 1979). B, Alexandra, Paranaguá (Paraná, Brasil). Censo realizado por Laroca entre 1969 e 1970 (fonte dos dados: LAROCA, 1972).

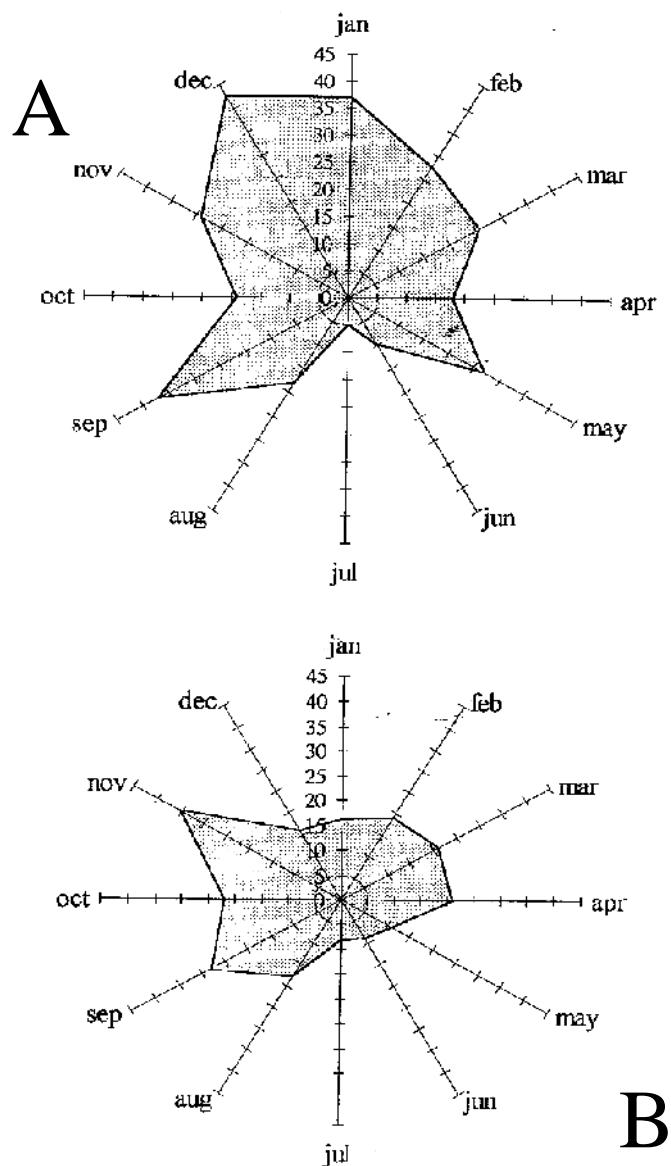


Fig. 4. Flutuação anual do número de espécies de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em sítios temperados quentes em dois períodos diferentes. A, São José dos Pinhais (Paraná, Brasil). Censo por Sakagami (1 mês e meio) Laroca (12 meses) entre 1962 e 1963 (SAKAGAMI & LAROCA, 1967). B, idem, censo realizado por Bortoli durante o ano de 1981 e 1982. (Fonte dos dados: BORTOLI & LAROCA, 1990)

entrada do ninho, e então uma das rainhas escapou. A velocidade da dispersão deste organismo foi impressionante. Em 1960 já havia em Castro (PR) ninho do híbrido da rainha que havia escapado por volta dos anos de 1956 e 1957, a cerca de 500 km de distância ao sul do ponto de origem. O autor (SL) capturou um enxame, e a colmeia oriunda desse enxame causou enorme prejuízo na propriedade de seu pai, Durval Larocca, matando galinhas e porcos e causando graves danos a cães e a um cavalo. Hoje há híbridos dispersos por todo continente americano. Segundo o doutor Orley Taylor (professor do Departamento de Entomologia da The University of Kansas, Lawrence, Kansas, USA), em comunicação pessoal a SL, esses híbridos tendem a ser mais agressivos nos locais mais recentemente colonizados. Infelizmente sabe-se muito pouco quanto ao impacto que teve nas espécies de abelhas silvestres brasileiras; se houve tal impacto, foi pela disputa por substrato de nidificação e por recursos alimentares, por tender a monopolizar a fonte de recursos tróficos. A abelha africanizada diferentemente da *Apis* europeia usa grande número de locais para nidificação (cavidades pré-existentes no solo, ninhos de cupins abandonados, ocos de árvores, gretas rochosas etc.). Por suas

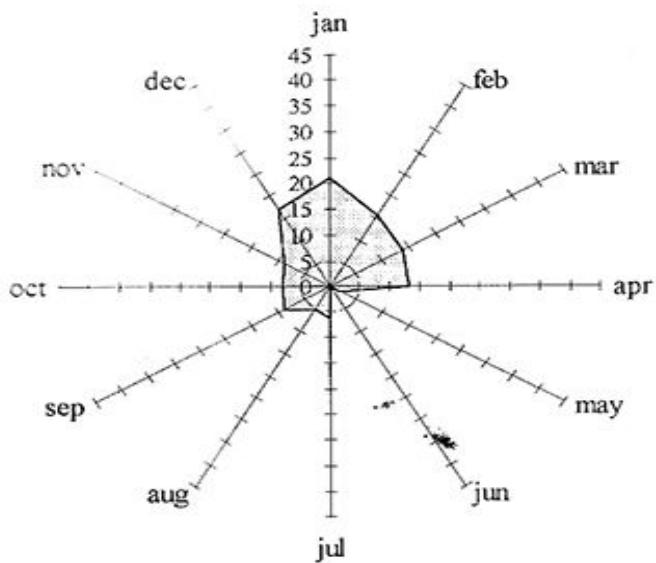


Fig. 5. Flutuação do número de espécies de abelhas silvestres (Hymenoptera, Anthophila) em um site perturbado por ação antrópica (Passeio Público, no centro da cidade de Curitiba, PR, Brasil). Censo realizado por Laroca durante o ano de 1975. (Fonte dos dados: LAROCA, CURE E BORTOLI, 1982).

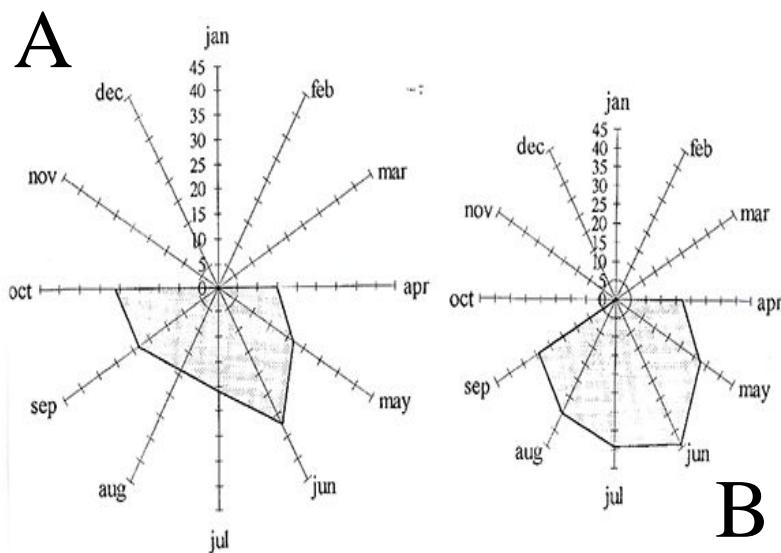


Fig. 6. Flutuação anual em número de espécies de abelhas silvestres (Hymenoptera, Anthophila), respectivamente, em biótopos de clima temperado frio e de sub-frígio. A, *West Campus*, da Universidade de Kansas (Lawrence, Kansas, U. S. A.). Censo realizado por Laroche durante um ano entre 1976 e 1977. (Fonte dos dados: LAROCA, 1984). B, Campus da Universidade de Hokkaido (no interior da cidade de Sapporo, Japan). Censo feito por Sakagami durante o ano de 1959. (Fonte dos dados: SAKAGAMI & FUKUDA, 1973).

intensas atividades e alta densidade nas fontes de recursos, podem ter causado também impacto negativo nas abelhas silvestres solitárias ou semissociais.

A Convenção sobre biodiversidade foi elaborada sob os auspícios das Nações Unidas, aberta para assinaturas em 5 de janeiro de 1992, durante a Eco-92, e entrou em vigor em 29 de dezembro de 1993. Até 2015 ela havia sido assinada por 175 países, dos quais 168 a ratificaram, incluindo o Brasil (Decreto n.º 2.519, de 16 de março de 1998). Em outubro de 1998, foi realizado em São Paulo um Workshop sobre o uso sustentável dos polinizadores sob os auspícios do Ministério do Meio Ambiente do Brasil.

Como dissemos, nós participamos desse evento. O resultado de nossa participação encontra-se, como dissemos, no artigo de LAROCA & ORTH (2002). Infelizmente, nossa avaliação e de que os avanços práticos desse tratado foi irrisório, especialmente para os países pobres com poucos

investimentos em ensino superior e na ciência. Há também aqueles (felizmente uma minoria) que utilizaram este mecanismo simplesmente para viajar e fazer turismo [não temos nada contra o turismo, desde que seja produtivo!]. Mas para que isso não aconteça, propomos que o assunto deixe de ser objeto apenas para prosélitos de acadêmicos e burocratas de ministérios. Sugerimos que o assunto sobre a preservação dos polinizadores passe a fazer parte efetiva dos currículos dos cursos de agronomia, ciências florestais e congêneres, incluindo-o também como disciplina na educação técnica agrícola e florestal em nível médio.

INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NOS CICLOS ANUAIS DAS ESPÉCIES

Como se vê nas figuras 3 e 4, o modelo da flutuação anual do número de espécies do sítio com forte pressão antrópica aproxima-se das regiões frias e fríidas do Hemisfério Norte. Infelizmente, devemos fazer uma pergunta que não quer calar: Seria esta convergência consequência de um sistema de desenvolvimento caudatório, com cidades e soluções vindas das matrizes mais ricas, que nos vendem a chamada alta tecnologia (incluindo pesticidas agrícolas e veículos altamente poluidores)? Ou a culpa recai em nós mesmos, por destruirmos e poluirmos o ambiente natural? É o benefício da dúvida!

RECOMENDAÇÕES

Reproduzimos a seguir algumas de nossas recomendações, que, acreditamos, continuam válidas. Esperamos com isso cooperar com as pessoas empenhadas efetivamente na recuperação de áreas degradadas.

Primeira recomendação

Cessar imediatamente a expansão de fronteiras agrícolas que coloquem em risco os polinizadores. Esforços correspondentes devem ser feitos em relação à produtividade e à distribuição de alimentos para atender as demandas das populações famintas.

Segunda recomendação

Preservar e aumentar a heterogeneidade ambiental em espaços agrícolas, a fim de manter as condições para a existência dos polinizadores e seus associados.

Terceira recomendação

Implementar um programa especial visando à pesquisa sobre a história natural da vida dos polinizadores para compartilhar conhecimentos sobre requerimentos para nidificação e tróficos, envolvendo não só cientistas, mas também fazendeiros, divulgadores, designers, imprensa, as mídias modernas, como rádio, televisão e internet (por meio das redes sociais).

Quarta recomendação

Desenvolver um programa especial de pesquisas científicas sobre comportamento e ecologia das espécies de abelhas parasitoides para uma prática justa de conservação e controle destes organismos.

Quinta recomendação

Incrementar pesquisas científicas sobre os ecossistemas agrícolas que abordem a influência da combinação entre plantas exóticas (como é o caso da maioria das agrícolas) e as plantas nativas na conservação da biodiversidade de polinizadores potenciais.

Sexta recomendação

Discutir continuadamente em âmbito internacional políticas de uso sustentado dos bens naturais, que abordem a questão da construção de novas estruturas arquitetônicas, tais como aeroportos, plantas industriais, rodovias, represas, minas e demais grandes estruturas. Para que haja encorajamento da reutilização de áreas para tais propósitos no sentido de mitigar as adversidades para os ecossistemas agrícolas, incluindo os polinizadores.

Sétima recomendação

Como já existem muitos dados científicos que permanecem não disponíveis à coletividade devido aos determinantes financeiros, implementar uma política internacional efetiva de análise e metanálise de dados e de publicações científicas que difundam o conhecimento sobre os tópicos relacionados aos polinizadores, especialmente aos países pobres e subdesenvolvidos.

Oitava recomendação

Implementar um programa internacional de pesquisas científicas das interações entre as abelhas domésticas (*Apis*) e os polinizadores nativos nas várias regiões do mundo, com o objetivo de conjugar uma prática racional pelo uso sustentado de ambas as categorias de polinizadores (exóticos e nativos).

Nona recomendação

Dedicar cuidado especial às comunidades de polinizadores potenciais das áreas de contato entre as várias formações vegetais (biomas) da Terra, especialmente entre as zonas xérica-mésicas e mésicas, onde são encontradas as maiores diversidades de polinizadores (abelhas).

Décima recomendação

Promover o reconhecimento de seu valor estético e prático dos polinizadores e das plantas melítófilas e de sua importância na conservação dos ecossistemas e na restauração das áreas degradadas.

Décima primeira recomendação

Instaurar medidas de proteção efetiva dos bens culturais das comunidades tradicionais, especialmente dos indígenas e quilombolas no que se refere às técnicas agrícolas e, especificamente, aos polinizadores.

Décima segunda recomendação

Banir imediatamente pesticidas (e seus resíduos, que transportados pelo vento penetram nas matas) tóxicos aos polinizadores potenciais, e instaurar forte fiscalização qualificada e isenta, nacional e internacional sobre o uso desses químicos.

COMENTÁRIOS FINAIS

Esperamos que esta nossa modesta contribuição seja de alguma ajuda para aqueles que heroicamente se dedicam à práxis de recuperar as áreas degradadas, e que a preservação e proteção dos polinizadores (especialmente das abelhas silvestres) seja uma nova dimensão a ser considerada para aqueles que concretamente se dedicam a esse mister.

Que os profissionais em seus trabalhos de recuperação de áreas degradadas procurem tornar as áreas recuperadas mais propícias à existência dos polinizadores, com o cultivo de plantas apícolas, inclusive aquelas que, erroneamente, os produtores de herbicidas chamam de “ervas daninhas”. Listas de plantas apícolas são apresentadas em vários artigos sobre comunidades de abelhas silvestres – biótopo urbano (TAURA & LAROCA, 2001); biótopo urbano anteriormente ocupado por Cerrado Ribeirão Preto (São Paulo) (CAMARGO & MAZUCATO, 1984); Ilha do Mel (Paraná) (Schwartz & Laroca), Floresta Atlântica (LAROCA, 1972); em uma área de cultivo de macieiras em Lages (Santa Catarina, Sul do Brasil) (ORTOLAN & LAROCA, 1996); em uma área de cultivo de macieiras em Caçador (Santa Catarina, Sul do Brasil) ORTH, 1983. Para as abelhas que escavam seus ninhos no solo, e muitas delas têm esse hábito, faz-se necessário a análise do solo. Nos Estados Unidos, o pesquisador George E. Bohart, fez uma retificação do solo tornando-o mais alcalino em blocos distribuídos nas proximidades das plantações de alfafa e para a nidificação de uma espécie de *Nomia melanderi* (uma *alkali bee*, como chamam os cientistas americanos), uma das espécies mais eficientes na polinização da alfafa (*Medicago sativa L.*). Com essa inovação, a produção de semente dessa cultura teve um substancial aumento e Bohart ganhou um prêmio em seu país equivalente ao Prêmio Nobel. Portanto, nas áreas degradadas o solo, na medida das necessidades, deve ser retificado para receber abelhas que têm ninhos subterrâneos.

BIBLIOGRAFIA

- HOCKING, B. 1968. Insect flower associations in the high arctic with special reference to nectar. *Oikos* 19: 359-388.
- LAROCA, S. 1999. Phenologic patterns of bee activity in some tropical and temperate sites, with a short comment on species diversity biogeographic gradient (Hymenoptera, Apoidea). *Biogeographica*, Paris, França, 75 (4): 177-185.
- LAROCA, S. 1983. *Biocoenotics of wild bees (Hymenoptera, Apoidea) at three nearctic sites, with comparative notes on some neotropical assemblages* (PhD thesis, advised by C. D. Michener).
- LAROCA, S. 1980. O emprego de armadilhas de água para coleta de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea). *Dusenia*, Curitiba, 12: 105-107.
- LAROCA, S. 1979. Changes of body position in foraging honeybees as a possible factor of thermoregulation (Hymenoptera, Apidae). *Dusenia* 11 (4): 177-182.
- LAROCA, S. 1970. Contribuição para o conhecimento das relações entre

- abelhas e flores: coleta de pólen das anteras tubulares de certas Melastomataceae. *Rev. Floresta* 2: 69-74.
- LAROCA, S. & M. C. DE ALMEIDA. 1985. Adaptação dos palpos labiais de *Niltonia virgilii* (Hymenoptera, Apoidea, Colletidae) para a coleta de néctar, em Jacaranda pubérula (Bignoniaceae), com descrição do macho. *Revta. Bras. Entom.* 29 (2) : 289-297.
- LAROCA, S.; V. O. BECKER & F. C. V. ZANELLA. 1989. Diversidade, abundância relativa e fenologia em Sphingidae (Lepidoptera) na Serra do Mar (Quatro Barras, PR), sul do Brasil. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 18: 13-53
- LAROCA, S.; J. R. CURE & C. DE BORTOLI. 1982. A associação de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. *Dusenia* 13 (3): 93-117.
- LAROCA, S. & S. LAUER. 1973. Adaptação comportamental de *Scaura latitarsis* para coleta de pólen (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 2: 147-152.
- LAROCA, S.; C. D. MICHENER & R. M. HOFMEISTER. 1989. Long mouth-parts among "short-tongued" bees and fine structure of the labium in *Niltonia* (Hymenoptera, Colletidae). *J. Kans. Entomol. Soc.* 62 (3) : 400-410.
- LAROCA, S. & O. H. H. MIELKE. 1975. Ensaios sobre ecologia de comunidade em Sphingidae da Serra do Mar, Paraná, Brasil (Lepidoptera). *Revta. Brasil. Biol.* 35: 1-19.
- LENZI, M.; A. I. ORTH & S. LAROCA. 2003. Associação das abelhas silvestres (Hym., Apoidea) visitantes das flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), na Ilha de Santa Catarina (Sul do Brasil). *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 32: 107-127.
- MICHENER, C. D. & R. B. LANGE. 1958a. Distinctive type of primitive social behavior among bees. *Science* 127: 1046-1047.
- MICHENER, C. D. & R. B. LANGE. 1958b. Observations on the behavior of Brazilian halictid bees. V. *Chloralictus*. *Insect Sociaux*, 5 (4) 379-407.
- MICHENER, C. D. & R. B. LANGE. 1959. Observations on the behavior of Brazilian halictid bees (Hymenoptera, Apoidea). IV. *Augochloropsis*, with notes on extralimital forms. *Amer. Mus. Novitates*, 1924: 1-41.
- ORTH, A. I. 1995. *Foraging behavior of carpenter bees (Xylocopa micans) on vertical inflorescences: a study of choice behavior*. University of Miami. 126 pp.

- ORTH, A. I. 1983. *Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com ênfase em polinizadores potenciais da macieira (Pyrus malus L.) (Rosaceae)*. Tese de Mestrado. Univ. Fed. do Paraná. 135 pp.
- ORTOLAN, S. M. DE L. E. & S. LAROCA. 1996. Melissocenótica em áreas de cultivo de macieira (*Pyrus malus L.*) em Lages (Santa Catarina, sul do Brasil), com notas comparativas e experimento de polinização com *Plebeia emerina* (Friese) (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 25: 1-113.
- RAVEN, P. H.; R. F. EVERET & S. E. EICHHORN. 2001. *Biologia vegetal*. 6. ed., Rio de Janeiro, Guanabara. Koogan. 906 pp.
- SAKAGAMI, LAROCA & MOURE. 1967. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), south Brasil. Preliminary report. *Journ. Fac. Scienc. Series VI, Zoology*, 16: 153-291.
- TAURA, H. M. & S. LAROCA. 2001. A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espacotemporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 30: 35-137.
- TAURA, H. M. & S. LAROCA. 2004. Biologia da polinização: interação entre abelhas e as flores de *Vassobia breviflora* (Solanaceae). *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 33: 143-162.
- WILSON, E. O. 1972. *The Insects Societies*. Cambridge, Harvard Univ. Press. 548 pp.

Recebido em 18 de janeiro de 2018.