

Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização

Profa. Dra. Vera Lucia Imperatriz-Fonseca

Há dois aspectos importantes e interconectados para os fornecedores de serviços ao ecossistema (no caso, polinizadores), aqueles que são requeridos pela agricultura bem sucedida e os destinados à manutenção da biodiversidade natural. Ambos dependem da sobrevivência de habitats naturais e, no caso da agricultura em particular, do relacionamento espacial entre habitats naturais e culturas agrícolas.

A ação humana na biosfera alterou extremamente os ecossistemas, diminuindo freqüentemente sua capacidade de fornecer serviços essenciais para a nossa sobrevivência. O Brasil é o quinto maior país do mundo com uma área de 8.514.215,3 km². A maior parte do país é coberta por uma variedade de ecossistemas naturais, como a Mata Atlântica, a Caatinga, o Pantanal, o Cerrado, etc.. Entretanto, recentemente estes ecossistemas têm perdido uma grande área para a agricultura. Apesar da maioria da atividade agrícola realizada no Brasil estar em nível de subsistência, a agricultura em grande escala, focada em culturas rentáveis para exportação, expandiu extremamente no país e exige novas terras para plantio. Atualmente, o agro-negócio representa 33% de todo o rendimento gerado pela economia brasileira, uma soma equivalente a US\$180,2 bilhões. Neste momento, os planejadores do uso de terras brasileiras precisam estabelecer prioridades conservacionistas na paisagem agrícola, a fim de preservar a agro-biodiversidade e manter a ligação entre a Natureza e a Agricultura (ver Kevan & Imperatriz-Fonseca, 2002) através do desenvolvimento de uma agricultura sustentável e de serviços realizados por polinizadores.

Os polinizadores fornecem um serviço essencial ao ecossistema e trazem inúmeros benefícios à sociedade, através do seu papel na produção de alimento e da agricultura, além de melhorias nos meios de subsistência, desenvolvimento científico, cultura e recreação, e na conservação da diversidade biológica. A polinização é essencial para a reprodução sexuada das plantas e, na sua ausência, a manutenção da variabilidade genética entre os vegetais não ocorre. Frequentemente, a produção agrícola reduzida ou os frutos deformados são resultantes da polinização insuficiente e não do uso insuficiente de insumos agro-químicos. Em ecossistemas naturais, as sugestões visuais de polinização insuficiente são mais sutis do que em sistemas agrícolas, mas as consequências podem ser tão severas como a extinção de uma planta, ou um declínio visível de animais que se alimentam de frutos e sementes, regeneração pobre da flora, erosão do solo e diminuição do volume de água (Gemmill *et al.*, *in press*).

Os estudos que abordam as exigências para a polinização de culturas no Brasil e seus déficits ainda são escassos. Os poucos dados disponíveis se concentram em um número reduzido de culturas, tais como melão, café, maracujá, laranja, soja, algodão, caju e maçã. Estas culturas são importantes para a economia brasileira, tanto para a exportação como para satisfazer as demandas de mercado interno, e estas podem ser as razões pelas quais a maioria dos estudos disponíveis se concentra nessas culturas. Estas oito culturas rendem US\$9.204,2 milhões e cobrem uma área de 27.345.000ha no Brasil. Mas a avaliação do valor econômico dos serviços de polinização ainda é rara na literatura. Kevan & Phillips (2001) fizeram uma estimativa para maçãs e também apresentam um modelo a ser aplicado no valor econômico das culturas. Drucker (2004) discutiu o valor econômico dos serviços de polinização realizados pelas abelhas e suas implicações para o manejo e política de propriedades rurais. Ele apresenta uma série de estudos sobre o valor econômico da polinização realizada por abelhas. Kremen (2004) considerou a importância da comunidade de abelhas como polinizadoras de culturas, indicando que, se mantivéssemos diversas espécies de abelhas de ambientes naturais que visitam flores, a falta de uma espécie em um ano poderia ser compensada por outra espécie de visitante, diminuindo o impacto da falta dos polinizadores em culturas. Ricketts *et al.* (2004) usaram a mesma abordagem considerando áreas com diferentes porcentagens de espécies de abelhas que visitam flores de café, sugerindo um valor de compensação financeira para os fazendeiros que mantêm corredores para polinizadores.

O déficit na polinização é conhecido nos pomares da maçã e de melão, onde aproximadamente 50.000 e 10.000 colônias da abelha melífera, respectivamente, são empregadas para serviços de polinização a cada ano. As colônias de abelhas melíferas também são introduzidas em grande número em outras culturas, como laranja e caju, mas em grande parte não são

preparadas nem manejadas para finalidades de polinização. Apenas são usadas para a produção do mel. A necessidade e a falta de polinização em cultivos de maracujá são também reconhecidas, mas as dificuldades em adquirir e manejar abelhas-carpinteiras (*Xylocopa* spp.), as polinizadoras eficazes, fizeram-nas raras em culturas brasileiras. Não há relatórios, no Brasil, sobre o uso em grande escala de serviços de polinizadores no café, algodão e soja, apesar de estudos mostrarem que essas culturas são beneficiadas pelos serviços de polinização prestados por agentes bióticos (Freitas & Imperatriz Fonseca, 2004).

Não obstante, a compreensão ecológica sobre os serviços em ecossistemas é bastante limitada. Kremen *et al.* (2004) concluíram que nós não ainda sabemos qual seria o tamanho ideal das áreas naturais para que suportem os serviços do ecossistema. Kremen (2005) discutiu questões críticas dos serviços ambientais e abordagens-chave em quatro áreas: 1) identificar os promovedores de importantes serviços no ecossistema; 2) determinar os vários aspectos da estrutura de comunidade que influenciam no funcionamento de paisagens reais, especialmente as respostas compensatórias da comunidade que estabilizam a função, ou as seqüências de extinção não-aleatórias que rapidamente a corroem; 3) avaliar os fatores-chave ambientais que influenciam a provisão dos serviços; e, 4) medir a escala espaço-temporal em que os promovedores e os serviços operam.

Nesse ponto, os corredores de polinizadores são essenciais para fornecer os agentes para a agricultura e para manter a variabilidade genética em suas populações. Este ponto está relacionado à pergunta: *Como os serviços de polinização de culturas promovidos por comunidades não-manejadas de abelhas nativas variaram no isolamento do hábitat natural?*

Melhores práticas de manejo para a conservação de polinizadores

A intensificação da Agricultura propiciou também um declínio na proporção de habitats naturais nas adjacências das propriedades rurais, o aumento no uso de pesticidas, o decréscimo de recursos florais em propriedades rurais, bem como aumento no tamanho dos campos, monoculturas, uso intensivo do solo e da água e o uso de fertilizantes sintéticos. Naturalmente, a sustentabilidade da Agricultura seguindo estes padrões de uso de terra é uma das recomendações da agenda 21 para a agricultura.

As melhores práticas de manejo na agricultura para o uso sustentável e a conservação dos polinizadores são abordadas na literatura, principalmente por diversos autores que estudam a conservação dos polinizadores. Entre estas práticas estão: o controle do uso de pesticidas nas culturas; análise do fluxo gênico nas culturas transgênicas e de proposição de protocolos de biossegurança; práticas agrícolas amigáveis com a conservação dos polinizadores, incluindo a preparação da terra a fim manter ninhos das abelhas sociais e solitárias que ocorrem no solo; manejo da paisagem agrícola de modo a manter suas bordas com vegetação nativa, ou cercas-vivas que possam oferecer recursos aos polinizadores e ao manejo integrado de pragas; a diminuição do uso dos herbicidas nas culturas agrícolas, pois as plantas ruderais auxiliam a conservação de polinizadores fornecendo recursos alimentares durante o ano todos.

Todas estas propostas são focalizadas para algumas culturas, principalmente as de importância comercial global. O recente plano de ação da Iniciativa Internacional dos Polinizadores está, eficazmente, colocando os polinizadores em evidência. Trabalhos interessantes que enfocam os serviços ambientais fornecidos por polinizadores foram publicados recentemente, considerando também seu valor econômico e tentando medir este valor. Um bom exemplo está relacionado às culturas do café. Embora estas não dependam obrigatoriamente dos polinizadores, Roubik (2002) mostrou que as abelhas Africanizadas aumentaram a produção do café na América Central. Também em plantações de café no Brasil, de Marco & Coelho (2004) verificaram que as fazendas próximas a fragmentos florestais tiveram um aumento de 14,6% na produção, o que poderia estar relacionado aos serviços de polinização; Ricketts (2004) e Ricketts *et al.* (2004) apontaram a importância de fragmentos florestais tropicais para aumentar a atividade do polinizador em culturas de café. Estes últimos estudos apontaram a importância de abelhas sem ferrão (10 espécies), assim como de *Apis* africanizada, como polinizadores. A distância entre a cultura e o fragmento mostrou que o uso dos polinizadores em transectos ao longo das áreas agrícolas deveria aumentar em 20% a produção dessa cultura. Baseados nisto, e em suas análises em três áreas, os autores sugeriram um valor econômico da floresta que fornece esse serviço ambiental e que este serviço de polinização poderia ser pago pelos produtores de café ao proprietário do fragmento;

eles também apresentam uma estimativa do valor econômico destes fragmentos naturais, objeto nesta avaliação.

Polinizadores para agricultura

Apesar da importância dos polinizadores na agricultura (por exemplo, besouros para a produção do fruto do dendê; mamangavas para estufas do tomate, entre outros vegetais; abelhas solitárias para a maçã, a pêra e a alfafa; abelhas sem ferrão para o morango, o guaraná, o açaí, o café, entre diversas outras culturas; abelhas melíferas para muitas culturas), até agora o uso de polinizadores não é evidente em países em desenvolvimento. Mas esta situação mudará em breve, devido às novas iniciativas a respeito do uso dos polinizadores nas culturas (por exemplo, a Iniciativa Brasileira dos Polinizadores, a Iniciativa Africana dos polinizadores), bem como das culturas bem sucedidas que competem no mercado mundial, que resultam do uso de polinizadores em estufas, por exemplo. Os países desenvolvidos enfrentam a falta de polinizadores e procuram alternativas (por exemplo, Iniciativa Européia de Polinizadores; Campanha dos Polinizadores da América do Norte; Austrália e seus esforços em polinizadores alternativos à *Apis*), embora somente um pequeno número de polinizadores (uma dúzia, Kremen (2004)) é criado com sucesso para o uso agrícola. Se não estiverem disponíveis nas proximidades, na natureza, devido aos padrões agrícolas intensivos que utilizam grandes áreas, eles são comprados de companhias de biotecnologia que os criam com sucesso. Estas companhias são multinacionais e têm tecnologia de produção em grande escala. O melhor exemplo é o uso de *Bombus terrestris* na agricultura (sua produção em condições de laboratório obteve sucesso apenas em 1985, quando a tecnologia para quebrar a diapausa da rainha se tornou disponível; atualmente, as companhias mundiais vendem 1 milhão de ninhos por o ano (Velthuis & Van Doorn, 2004)). A introdução de polinizadores exóticos com técnicas definidas de criação também é indesejável e estudos de impacto ecológico são obrigatórios no processo de importação. Isto estimula a criação de polinizadores nativos para o mesmo serviço nos países que estão se capacitando para a conservação e uso sustentável da polinização.

Quais as espécies de abelhas brasileiras que podem ser usadas como polinizadores?

No Brasil, um país mega-diverso, levantamentos de apifauna foram realizados com metodologia padronizada (Pinheiro-Machado *et al.*, 2002). Mas somente uma pequena parte do território nacional foi amostrada até agora. Em nosso país, a diversidade de polinizadores é tão elevada, mas nós não estamos preparados para utilizar este recurso. A única espécie de abelhas criada em larga escala é a *Apis mellifera*, espécie exótica e que muitas vezes compete por recursos com os polinizadores nativos.

Em relação ao uso de *Apis mellifera* como polinizador, um parasita, o ácaro *Varroa destructor*, tornou-se uma praga em zonas temperadas. Estes ácaros se aderem ao corpo dos machos das abelhas *Apis* para a dispersão entre as colônias, mas também podem ser encontrados nas operárias (que têm curto tempo de vida, morrendo quando começa a atividade de forrageamento) e nas rainhas. Apesar de este parasita ter provocado uma falta de polinizadores nas regiões temperadas do mundo, o mais importante foi que ele também serviu de alerta para a necessidade de haver polinizadores alternativos na produção de alimento. No Brasil, a abelha melífera africanizada (AMA) pode sobreviver ao ácaro *Varroa*, mas os apicultores não estão prontos para fornecer abelhas para a polinização. Estes aspectos foram discutidos (http://www.webbee.org.br/bpi/pdfs/sao_paulo_group03_2.pdf) no workshop São Paulo Declaration on Pollinators plus 5, quando foram sugeridas recomendações para o desenvolvimento de adequações ao processo de criação de abelhas relacionado ao seu uso na polinização. Nos EUA, Evans & Spivak discutiram, recentemente, sobre o aluguel de colônias para polinização e os serviços que elas fornecem. Foram testados os efeitos do uso da abelha melífera na produção de frutos. A boa polinização da abelha melífera resulta em frutos maiores e de boa qualidade. A falta de polinização dessa abelha reduz a produção e produz frutos pequenos. Outras abelhas, como mamangavas e as abelhas solitárias, são mais eficientes do que *Apis* para a polinização dos frutos estudados, mas não estão disponíveis na natureza em número suficiente para fornecer esse serviço.

Em muitas áreas tropicais e subtropicais do mundo, um caminho promissor é o uso de abelhas sem ferrão como polinizadores de cultura (Maeta *et al.*, 1992; Heard, 1999; Heard & Dollin,

2000; Amano *et al.*, 2000; Slaa, 2001; Cauich *et al.*, 2004; Cunningham *et al.*, 2002; Malagodi-Braga & Kleinert, 2004; Cruz *et al.*, 2004; Del Sarto *et al.*, 2005; outras investigações relacionadas estão em desenvolvimento no Brasil). As melhores práticas de manejo de polinizadores nas culturas significam melhor valor econômico e, neste aspecto, as abordagens caminham paralelamente. Geralmente os produtores não estão interessados na resistência (capacidade de reter propriedades da comunidade sob distúrbio) ou resiliência (capacidade de se recuperar do distúrbio) das culturas ao intensificar a agricultura, mas sim no seu valor econômico em uma estação particular. As ações em curto prazo e as simulações de mercado são importantes nas decisões do produtor de qual cultura irá usar na estação seguinte. Elas estão ligadas às condições imprevisíveis do tempo, bem como à flutuação de mercado nos valores das culturas (Kevan & Viana, 2003) e à vantagem econômica em obter frutos melhores. As atividades ao longo prazo, a respeito dos recursos naturais, não tem sido consideradas.

Abelhas melíferas como polinizadoras

A maioria dos dados sobre polinização e economia da polinização trata de *Apis mellifera*. Esta espécie se distribui por todo o mundo, e sua introdução em outros continentes foi revista por Crane (1999). A construção de uma colméia-padrão permitiu seu transporte seguro às áreas agrícolas, às tecnologias bem sucedidas de criação e manejo. A evolução social (por exemplo, capacidade de comunicação de fontes de alimento) e seus produtos fizeram da abelha *Apis mellifera* o inseto melhor estudado no mundo. Contudo, às vezes, fatos inesperados mostram que há muitos outros assuntos a serem focalizados em estudos adicionais. Entre eles, o comportamento de evasão (enxameagem de abandono), a dominância reprodutiva, a biologia de parasitas sociais em *Apis mellifera capensis*, a abelha melífera africanizada (em ambos os casos, a necessidade de manejo especial para criação e a competição com populações locais), os parasitas e doenças (como *Varroa destructor*), entre outros.

Muitos trabalhos clássicos sobre o valor de *Apis mellifera* como polinizador foram mencionados acima. Recentemente, Rucker *et al.* (2003) reviram a economia de mercado da polinização por abelhas melíferas. Não há nenhuma dúvida de que os serviços de polinização fornecidos por criadores são importantes para a produção de determinadas culturas. A estimativa de \$150 milhões de dólares é baseada em atribuir a uma renda anual de polinização de \$75 por colônia, segundo o número de colônias de abelhas comerciais relatadas ao Serviço de Agricultura dos Estados Unidos. Em suas análises, eles tentaram compreender os mercados modernos de polinização de diversas maneiras e discutir as implicações da política da venda do mel à luz das externalidades da polinização. Também analisaram empiricamente os determinantes de taxas de polinização com uma base de dados moderna e consideravelmente maior e mais rica do que as já estudadas anteriormente.

Gordon & Davis (2003) reviram o valor da abelha melífera na polinização na Austrália. Esse trabalho atualizou as estimativas feitas por Gill em 1989, que colocou os valores de serviços realizados por essas abelhas na agricultura australiana entre \$0,6 e \$1,2 bilhões de dólares australianos. Este valor é estimado como um custo para a Austrália da perda repentina e completa dos serviços de polinização realizados pela abelha melífera; Gill quantificou a mudança no suprimento daqueles produtos no caso de sua remoção. Expandindo o número de culturas incluídas nas estimativas de impacto a 35 e permitindo ajustes nas exportações e nas importações, a perda de produtores e de consumidores australianos das colheitas afetadas foi estimada em \$1,7 bilhões de dólares australianos entre 1999 e 2000. O declínio no valor da produção agrícola seria de \$1,6 bilhões colocando 9.500 empregos em risco. Os impactos dessa magnitude na economia australiana são potencialmente elevados com uma perda adicional de \$2 bilhões de dólares e de 11.000 empregos. Os custos diretos de uma perda em serviços de polinização caem igualmente para consumidores australianos e criadores de abelhas melíferas que dependem das culturas. Neste caso, 65% das horticulturas e culturas agrícolas introduzidas na Austrália, desde o domínio europeu, requerem abelhas melíferas para a polinização. O impacto de uma perda repentina de todas as populações dessa abelha, comerciais e naturais, demandaria em ajustes consideráveis na agricultura. Um fator importante é estimar o quanto outros polinizadores podem substituir a abelha melífera e isto varia extremamente entre culturas, como as amêndoas em que outros insetos são incapazes de polinizá-las. Um segundo fator é a rentabilidade das culturas em relação à sua máxima produção (o que não ocorre em culturas dependentes da polinização por abelhas melíferas).

Um terceiro fator é o impacto em preços de mercado de uma mudança em grande escala na produção doméstica, que dependerá criticamente da oportunidade para exportar a produção.

Gibbs & Muirhead (1998) avaliaram os serviços de polinização efetuados por abelhas melíferas na Nova Zelândia para uma produção primária em \$3,1 bilhões de dólares, com um foco similar da proposta de Gills, assim como Morse & Calderone (2001) estimaram o valor de US\$14,6 bilhões para os Estados Unidos.

Recentemente, Kevan (2004, pela INESP) analisou a relação entre a produção do mel e a disponibilidade de abelhas para serviços de polinização. Em geral, como uma estimativa empírica, ele considera um quadro sobre o valor dos serviços apícolas: a polinização tem um valor de 7-10 vezes maior do que o obtido pela venda dos produtos da colméia. Os rendimentos dos apicultores ao promoverem serviços de polinização também necessitam ser incorporados nesta estimativa. As razões de custo-benefício que refletem os retornos dos agricultores no investimento em serviços de polinização são variáveis, de 1:5 a 1:192 para alguns casos canadenses, dependendo da cultura, cotações anuais no rendimento agrícola e diferenças regionais. É seguro mencionar que os agricultores se beneficiam enormemente com os serviços prestados pelos polinizadores fornecidos por criadores, e que os serviços de polinização são um pequeno componente dos custos operacionais dos agricultores.

Mamangavas *Bombus*

As mamangavas são polinizadores eficientes de muitas culturas em estufas (95% de seu uso está em 40.000ha de estufas de tomate; berinjela, pimentão, pepino, melão, abóbora, groselha vermelha e preta, framboesa e morango) e em espaço aberto (maçã, pêra, pêssego, damasco, ameixa, cereja, kiwi, morango entre outros). Elas podem voar em baixas temperaturas (6-8°C) e visitam 450 flores/hora. Os aumentos de rendimento relatados ao seu uso em estufas de tomates poder superar 28%.

As mamangavas foram produzidas com sucesso em laboratório após 1985. O Dr. R. de Jonghe, um veterinário belga, tentou utilizá-las em estufas de tomate e os resultados foram excelentes: os tomates polinizados pelas mamangavas tinham melhores sabores, além de número maior de sementes e melhor qualidade, levando ao melhor preço de mercado. Velthuis & van Doorn (2004) descreveram o que ocorreu, e compararam o seu custo com os da polinização manual utilizada nas estufas na época. As colônias de mamangavas começam a ser produzidas por companhias belgas e holandesas (Biobest e Koppert Biological Systems, respectivamente) para fornecer às estufas de tomates colônias de *Bombus terrestris* para finalidades de polinização. Mas uma importante consequência para o consumidor, além da fruta de melhor qualidade, é que os agricultores que utilizam as mamangavas também diminuíram os pesticidas e começaram a usar métodos de controle biológicos em suas estufas, com animais também fornecidos pelas companhias de criação (Holanda: Sande, 1990; Ravestijn & Sande, 1991; Reino Unido: Banda & Paxton, 1991; Espanha: Molina Herrera & Garcia Espinosa, 1992; Japão: Wada, 1993; Itália: Fiume & Parisi, 1994; Abak *et al.*, 1995; Canadá: Dogterom *et al.*, 1998; Israel: Presman *et al.*, 1999).

Cada colônia, de 1988-1990, foi vendida por € 200, mas a polinização com mamangavas era ainda mais barata do que a polinização mecânica, € 9,100/ha na Bélgica e Holanda. Atualmente, as colônias custam €60, muito mais barato. Entretanto, o faturamento total desta indústria excede € 1 milhão por o ano, com € 550.000 com a venda dos ninhos de mamangavas. O valor de exportação destas culturas de tomate polinizadas por mamangavas pode ser estimado em €12.000 milhões por ano (Velthuis & van Doorn, 2004). No ano de 2004, foram produzidas para a agricultura 850.000 colônias/ano de *Bombus terrestris*; 30.000 col/ano de *B. canariensis*; 52.000 col/ano de *B. impatiens*; 11.500 col/ano de *B. ignitus*. Como podemos notar, é uma indústria muito poderosa, com um impacto na produção agrícola, no consumo de xarope de açúcar (3 milhões Kg/ano) e nas 200 toneladas do pólen coletado pelas forrageiras de *Apis mellifera* para a preparação dos ninhos.

Aqui, comentários adicionais são necessários. Companhias foram criadas em diversas partes do mundo para a criação de espécies locais, mas a maioria delas foi comprada pela Biobest e pela Koppert, que também tiveram preços competitivos e dominaram o processo de criação de mamangavas em grande quantidade e a salvo de parasitas. A exportação das colônias de mamangavas, principalmente as de *B. terrestris*, para diversos países onde elas ocorrem

naturalmente ou não (como o Chile, Japão, Coréia, etc.) ocorreu. Outros países quiseram criar suas próprias abelhas, o que poderia ser feito pelas companhias mencionadas (como *B. canariensis*, para as Ilhas Canárias; *B. impatiens* na América do Norte). Mas, às vezes, a criação de novas espécies foi difícil e as abelhas tiveram um custo mais elevado (como *Bombus ignatus*, no Japão).

Alguns países, como a Austrália, têm uma avaliação severa do impacto ecológico na introdução de mamangavas na agricultura (<http://www.tmag.s.gov.au/workshop/append2.html>). É interessante que, em 1996, a Austrália permitiu a importação de *Megachile rotundata* para a polinização de alfafa.

Contudo, as considerações sobre o tempo necessário para a obtenção de bons resultados com uma nova criação de polinizadores em larga escala para o uso na agricultura têm sido consideradas pelos agricultores que pressionam as autoridades para a importação de *Bombus terrestris*, como afirma Pomeroy (1999) (<http://www.tmag.s.gov.au/workshop/append9.html>): "*devido à sua eficácia no rendimento final da colheita, cada dólar gasto na compra de ninhos de mamangavas pode se converter em dez dólares de produção EXTRA de tomate (mesmo em comparação com a polinização manual em um custo similar ou maior) sendo que o preço das abelhas é aproximadamente 1% do valor da cultura*". As soluções locais com os polinizadores alternativos para as culturas são incentivadas, mas as práticas para sua efetivação não são estimuladas em geral pelos governos, e demandam médio prazo para efetivação.

Abelhas sem ferrão

As abelhas sem ferrão (Meliponini) apresentam um nível da organização social comparável ao das abelhas melíferas, e as colônias consistem de centenas a milhares de operárias. São consideradas como uma possibilidade alternativa nos trópicos e subtropicais para enfrentar a falta de polinizadores. Com uma elevada biodiversidade, sociais, ampla distribuição e com colônias perenes, elas são apropriadas para este novo contexto.

Todavia, nós precisamos melhorar nossa base de conhecimento para a maioria das espécies de abelhas sem ferrão. Há métodos gerais de criação para essas abelhas (Nogueira-Neto, 1997; Venturieri *et al.*, 2003; Cortopassi-Laurino *et al.*, <http://www.webbee.org.br/urucu>; <http://www.webbee.org.br/jandaira>). Apesar disso, poucas espécies até o momento foram criadas ou testadas para o uso em polinização (Malagodi-Braga *et al.*, 2000; Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2004).

A base de conhecimento sobre as abelhas sem ferrão está sendo organizada. Recentemente uma portaria do Ministério do Meio Ambiente regulou a obtenção de ninhos destas abelhas a partir da natureza. É muito interessante que as abelhas sem ferrão, nativas no Brasil, são consideradas como animais silvestres e estão sujeitas à regulamentação rigorosa. Já as abelhas melíferas são consideradas como animais domésticos e podem ser transferidas de uma parte a outra do país sem problemas. Até a avaliação da biodiversidade de abelhas, a coleta em campo, está sob uma legislação restritiva de coleta. Mas o programa dos polinizadores tem um componente que identifica os gargalos das interações entre política conservacionista e política científica, e ações para promover uma otimização nas ações serão consideradas.

O local de nidificação foi considerado um dos entraves para o uso dos meliponíneos. Muitas vezes estas abelhas nidificam em árvores, e algumas espécies botânicas são particularmente importantes neste sentido para a conservação das espécies de meliponíneos de uma comunidade. A identificação destas relações entre árvores e espécies de meliponíneos, assim como medidas para o replantio destas espécies em viveiros são importantes. Ainda relacionados com o mesmo tópico, os programas de certificação da madeira e do uso da floresta estão intimamente relacionados com a preservação dos polinizadores generalistas da floresta. Eltz *et al.* (2003) discutiram este assunto para as florestas de Bornéu, e Venturieri (np., report to FAO) para as florestas amazônicas. Estes autores verificaram que a maioria das árvores selecionadas para o corte seletivo contém ninhos de meliponíneos. Estas abelhas têm um processo de multiplicação natural de ninhos por enxameagem, que pode não ocorrer na mesma frequência para todas as espécies. Neste caso, se os ninhos dos meliponíneos não

retornarem para a floresta em um programa de manejo, faltarão polinizadores para a recomposição de áreas naturais.

As propostas de trabalho com meliponíneos vão abordar inicialmente uma análise do conhecimento tradicional e científico, para uma compatibilização de ações. Os estudos neste sentido estão em preparação na Universidade de S. Paulo e na Universidade Federal da Bahia. A criação em escala na Amazônia e a meliponicultura estão a cargo da Embrapa Amazônia Oriental, e nas regiões áridas da Iniciativa Baiana de Polinizadores, criada pela comunidade científica local e apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia. Estudos de meliponicultura de pequenas populações serão realizados nos meliponários do Dr. Paulo Nogueira-Neto, em S. Simão (SP), Luiziania (Goiás) e Xapuri (Acre), pelas equipes da Universidade de S. Paulo. O uso da ferramenta molecular será muito importante para sabermos mais sobre densidade de ninhos e variabilidade genética das populações, além de permitir monitoramentos a médio longo prazo de abundância de polinizadores.

Os aspectos da biologia reprodutiva dos meliponíneos são fundamentais nesta proposta. Aqui estão incluídos os recursos florais anuais que possam ser utilizados para manter estas abelhas, incluindo uma metanálise do conhecimento já adquirido até o momento. A reprodução controlada, o melhoramento genético, o crescimento dos núcleos recém-formados são alguns dos pontos essenciais a serem investigados. A atividade de vôo e suas relações com as condições abióticas deverão ser conhecidas e monitoradas através de contagens automáticas já em desenvolvimento em programa para o desenvolvimento de weblabs com o apoio da FAPESP. Finalmente, a avaliação, nas espécies escolhidas, das flutuações da população de acordo com as estações do ano, os ciclos coloniais das espécies com distribuição subtropical, a produção de rainhas e machos nas várias espécies durante o ano, serão objeto de investigação.

Nos próximos 3 anos avançaremos muito na base de conhecimento para a biologia dos polinizadores. Mas este será um período de capacitação científica, conscientização popular e de desenvolvimento científico das lideranças nacionais. Pretendemos implementar os conhecimentos através de acordos internacionais de cooperação científica com as outras iniciativas internacionais de polinizadores. Vamos necessitar de pelo menos 10 anos para atingir as metas aqui delineadas.

As abelhas solitárias

As abelhas solitárias têm sido estudadas no Brasil e em outros países como importantes alternativas para a polinização de culturas. O sucesso de *Megachile rotundata* como polinizadora da alfafa transcende fronteiras políticas. O mesmo ocorre com *Osmia*. No Brasil, os gêneros *Xylocopa* e *Centris* já são considerados fundamentais para polinização, por exemplo, de maracujá e caju, respectivamente, entre outras possibilidades. O Brasil é rico também em espécies de Megachilidae, e de Halictidae, ambas com importância potencial como polinizadores especializados.

As equipes que estudam abelhas solitárias no Brasil estão parcialmente agrupadas neste projeto, trabalhando integradamente e com a intenção de encontrar soluções locais. Há um sinergismo que deverá amplificar a obtenção de resultados e a formação de pessoal.

Referências bibliográficas

- ABAK, K.; SARI, N. & PAKSOY, M. 1995. Efficiency of bumblebees on the yield and quality of eggplant and tomato grown in unheated glasshouses. **Acta Horticultrae** **412**: 268-274.
- AMANO, K.; NEMOTO, T. & HEARD, T.A. 2000. What are stingless bees, and why and how to use them as crop pollinators? – a review. **Japan International Research Center for Agricultural Sciences** **33**: 541 a 548.
- BANDA, H.J. & PAXTON, R.J. 1991. Pollination of greenhouse tomatoes by bees. **Acta Horticult.**, **288**: 194-198.

- BIESMEIJER, J.C.; SLAA, E.J.; CASTRO, M.S.; VIANA, B.F.; KLEINERT, A.M.P. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2005. Connectance of Brazilian social bee food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica** 5(1).
- CASTRO, M.S. 2002. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: Potential pollinators and their conservation. In: Kevan, P. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (eds) **Pollinating bees: the conservation link between Agriculture and Nature**. Brasília, DF: Ministry of Environment, p.275-288.
- CAUICH, O.; J.J.G.; QUEZADA-EUÁN, J. O.; MACIAS-MACIAS, V.; REYES-OREGEL, S.; MEDINA-PERALTA & PARRA-TABLA, V. 2004. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) in Subtropical México. **Horticultural Entomology** 97(2): 475-481
- CRUZ, D.O.; FREITAS, B.M.; SILVA, LA D.A.; SILVA, SEM DA & BOMFIM, I.G.A. 2004. Use of the stingless bee *Melipona subnitida* to pollinate sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in greenhouse. In: **Proceedings of the 8th IBRA International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelhas**, p.661.
- CUNNINGHAM, S.; FITZGIBBON, F. & HEARD, T.A. 2002. The future of pollinators for Australian agriculture. **Aust.J. Agric.Res.**53: 893-900.
- DE MARCO JR., P. & COELHO, F.M. 2004. Services performed by the ecosystem: Forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation** 13: 1245-1255.
- DEL SARTO, M.C.L.; PERUQUETTI, R.C. & CAMPOS, L.A. 2005. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology** 98(2): 260-266.
- DOGTEROM, M.H.; MATTEONI, J.A. & PLOWRIGHT, R.C. 1998. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenkii* (Hymenoptera: Apidae). **J. Econ. Entomol.** 91: 71-75.
- DRUCKER, A.G. 2004. Economic valuation of the bee pollination services: implications for farm management and policy. In: Freitas & Pereira (ed.), **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, CE, p.125-134.
- ELTZ, T.; BRÜHL, C.A.; IMIYABIR, Z. & LINSSENMAIR, K. E. 2003. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. **Forest Ecology and Management** 172: 301-313.
- EVANS, E. & SPIVAK, M. Economics of Pollination. Is renting honeybee colonies worth the money?
- FREITAS, B.M. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2004. Economic value of Brazilian cash crops and estimates of their pollination constraints. In: **FAO report 02, Agreement FAO-FUSP. Economic value of pollination and pollinators**. São Paulo, SP, Brazil.
- FIUME, F. & PARISI, B. 1994. **Fitoregolatori e bombidi nella fruttificazione del pomodoro**. *Culture Protette* 10: 87-93.
- GEMMILL, B.; ROTH, D.; EARDLEY, C. & BUCHMANN, S. (eds). *in press*. **Pollinators and pollination: a resource book for policy and practice**.
- GILL, R. 1989. **Pollination Services: An overview**. Paper by Rod Gill, Dept. Agricultural Economics and Business Management, UNE, contained in "Pollination services – proceedings of seminars held at Hobart and Deloraine, September 1989", produced by Dept. Primary Industry, Tasmania and the Tasmanian Beekeepers Association
- GIBBS, D. & MUIRHEAD, I. 1998. **The economic value and environmental impact of the Australian beekeeping industry**. A report prepared for the Australian Beekeeping Industry.
- GORDON, J. & DAVIES, L. 2003. **Valuing honeybee pollination**. RIRDC, Australia.

- HEARD, T.A. 1994. Behaviour and pollination efficiency of stingless bees and honey bees on macadania flowers. **Journal of Apicultural Research** **33**: 191-198.
- HEARD, T.A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. **Ann. Rev. Entomol.** **44**: 183-206.
- HEARD, T.A. & DOLLIN, A. 2000. Stingless bees beekeeping in Australia, snapshot of an infant industry. **Bee World**, **82**: 116-125.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. & DIAS, B.F.S. 2004. Brazilian Pollinator Initiative. In: Solitary bees and their role in pollination. In: Freitas & Pereira (ed.), **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, CE, p. 27-34.
- KEVAN, P. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (eds). 2002. **Pollinating bees: the conservation link between Agriculture and Nature**. Brasília, DF: Ministry of Environment, 313p.
- KEVAN, P.G. & PHILLIPS, T.P. 2001. The economics impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology** **5**(1)
- KEVAN, P.G. & VIANA, B.F. 2003. The global decline of pollination services. **Biodiversity Journal of Life on Earth** **494**: 03-08.
- KREMEN, C. 2004. Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits? In: Freitas & Pereira (ed.), **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, CE, p.115-124.
- KREMEN, C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? **Ecology Letters** **8**: 468-479.
- KREMEN, C; WILLIAMS, N.M.; BUGG, R.L.; FAY, J.P. & THORP, R.W. 2004. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California . **Ecology Letters** **7**(11): 1109-1119.
- MAETA, Y.; TEZUKA, T.; NADANO, H. & SUZUKI, K. 1992. Utilization of the Brazilian stingless bee, *Nannotrigona testaceicornis*, as a pollinator of strawberries. **Honeybee Sci.** **13**: 71-78.
- MALAGODI-BRAGA, K.S. & KLEINERT, A.M.P. 2004. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be used as strawberry pollinator in greenhouses? **Aust. J. of Agric. Res.** **55** (7): 771-773.
- MOLINA-HERRERA, A. & GARCIA-ESPINOSA, E. 1992. **Tomate, Polinización**. Research reported CIDOH, La
- MORSE, R A. & CALDERONE, N.W. 2001. The value of honey bees as pollinators of US crops in 2000. **Bee Culture** **128**: 1-15.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1997. **Vida e criação das abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo, SP: Ed. Nogueirapis. 442p
- PINHEIRO-MACHADO, C.A.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; SILVEIRA, F.A.; KLEINERT, A.M.P. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2002. Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use. In: Kevan, P. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (eds.) **Pollinating bees: a conservation link between agriculture and nature**. Brasília, DF: Ministry of Environment, p.115-129.
- PRESMAN, E.; SHAKED, R.; ROSENFELD, K. & HETETZ, A. 1999. A comparative study of the efficiency of bumblebees and an electric bee in pollinating unheated greenhouse tomatoes. **J. Hort. Science & Biotechnology** **74**: 101-104.
- RAVESTIJN, W. van & SANDE, J. van der. 1991. Use of bumblebees for the pollination of glasshouse tomatoes. **Acta Horticult.** **288**: 204-212.
- RICKETTS, H. T. 2004. Tropical forest fragments enhance pollinators activity in nearby coffee crops. **Conservation Biology** **18**(5): 1262-1271.

- RICKETTS, H.T.; DAILY, G.C.; EHRLICH, P.R. & MICHENER, C.D. 2004. Economic value of tropical forest to coffee production. **Proc. of National Academy of Sciences** **101(34)**: 12579-12582.
- ROUBIK, D. -1996. Wild bees of Brunei Darussalam. In: Edwards, D.S., Booth, W.E., Choy, S.C. eds, Tropical Rainforest Research – Current Issues. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 59-66
- ROSSO, J.M.L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. & CORTOPASSI-LAURINO, M. 2001. Meliponicultura en Brasil I: situation en 2001 y perspectivas. In: **Memorias II Seminario mexicano sobre abejas sin aguijón**, p.28-35.
- ROUBIK, D.W. 2002. The value of bees in coffee harvest. **Nature** **417**: 708.
- SANDE, J. van der. 1990. Bumblebees are a good alternative to truss vibration for beefsteak tomatoes. **Hort. Abstr.** **60**: 506.
- SARAIVA, A.M. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2004. A proposal for an information network for the Brazilian Pollinators Initiative BPI based on WebBee. In: **Proceedings of 8th IBRA International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelhas**. p.409-416.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R. & ALMEIDA, E.A.B. 2002. **Abelhas do Brasil: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, MG: Edição do autor. 253p.
- SLAA, E.J.; SANCHEZ, L.A.; SANDI, M. & SALAZAR, W. 2000. A scientific note on the use of stingless bees for commercial pollination in enclosures. **Apidologie** **31**: 141-142.
- VELTHUIS, H.H.W. & VAN DOORN, A. 2004 The breeding, commercialization and economic value of bumblebees. In: Freitas & Pereira (ed.), **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, CE, p.135-149.
- VENTURIERI, G.C.; RAIOL, V.F.O. & PEREIRA, C.A.B. 2003. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança, PA, Brasil. *Biota Neotropica* 3(2): 1-7.
- VENTURIERI, G.C.; RAIOL, V.F.O. & PEREIRA, C.A.B. 2003. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança, PA, Brasil. *Biota Neotropica* 3(2): 1-7.
- WADA, T. 1993. Pollination of fruit vegetables and fruit trees by bumblebees in greenhouses. **Farming Japan**: 256-262.