

Vinte anos da Rio92: a conservação da biodiversidade e os serviços de polinização

Biodiversity conservation and pollination services 20 years after Rio92

Valdir Lamim-Guedes¹

RESUMO

Foi realizada, no Rio de Janeiro, em junho de 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio92). O objetivo principal da Convenção sobre Diversidade Biológica, aprovada na Rio92, é a conservação da diversidade biológica ou biodiversidade. Em 2010, na Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP10, Nagoya, Japão), houve aprovação de um protocolo com metas e mecanismos com foco no cumprimento dos objetivos da Convenção sobre Diversidade Biológica. No Brasil, o novo código florestal, com a redução das Áreas de Proteção Permanente e de Reserva Legal, coloca em risco a aplicação da Convenção sobre Diversidade Biológica e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, inclusive a polinização. Diversas culturas agrícolas, como o café e o maracujá, têm a produção aumentada com atitudes de conservação de fragmentos florestais, manejo de polinizadores e outras iniciativas. Nesse cenário, a conservação e o uso sustentável da biodiversidade para alimentação e agricultura têm papel crítico por permitir uma maior sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Área de proteção permanente. Legislação ambiental. Polinização. Reserva legal. Serviços ecossistêmicos.

ABSTRACT

The United Nations Conference on Environment and Development (Rio92) was held in Rio de Janeiro in June 1992. The main objective of the Convention on

¹ Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Jornalismo Científico. Cidade Universitária Zeferino Vaz, Prédio V da Reitoria, Piso 3 LabJor, 13083-970, Campinas, SP, Brasil. E-mail: <dirguedes@yahoo.com.br>.

Biological Diversity, adopted at the Rio 92 conference, is the conservation of biological diversity or biodiversity. A Protocol with targets and mechanisms to meet the aims of the Convention on Biological Diversity was created at the Conference of the Parties of Convention on Biological Diversity (COP10, Nagoya, Japan) In 2010. The new Brazilian forest code, which proposes the reduction of Permanent Protection Areas and Legal Reserves, hinders the implementation of the Convention on Biological Diversity and the maintenance of ecosystem services, including pollination. The production of several crops, such as coffee and passion fruit increases by conserving forest fragments and pollinator management. In this scenario, the conservation and sustainable use of biodiversity for food and agriculture plays a critical role, promoting greater environmental sustainability.

Key words: Permanent Protection Area. Environmental legislation. Pollination. Legal Reserve. Ecosystem Services.

INTRODUÇÃO

Vinte anos da Rio92 e a Convenção sobre Diversidade Biológica

Nas últimas décadas, um dos grandes desafios da comunidade científica envolvida com a biologia da conservação é demonstrar que a perda de habitats, de interações ecológicas e de espécies gera um prejuízo (presente e futuro) que supera em muito os lucros advindos da exploração de recursos naturais e da produção agrícola. A sustentabilidade ambiental, conceito associado ao desenvolvimento sustentável, envolve a utilização racional dos recursos naturais no longo prazo, ou seja, a utilização dos recursos naturais de forma a permitir a reposição dos recursos renováveis e a utilização de forma parcimoniosa e eficiente daqueles não renováveis. A sustentabilidade ambiental é caracterizada pela manutenção da capacidade do ambiente de prover os serviços ecossistêmicos ou ambientais e os recursos necessários ao desenvolvimento das sociedades humanas de forma permanente (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004).

A busca pela sustentabilidade ambiental tem levado ao estabelecimento de acordos internacionais, como as convenções no âmbito da Organização das Nações Unidas e legislação nacional, como o Código Florestal Brasileiro, que serão destacados neste texto. Esses dispositivos em conjunto permitem um manejo

da paisagem de forma a proporcionar o fornecimento de serviços ecossistêmicos, entre os quais está a polinização, essencial para a conservação da biodiversidade assim como para a produtividade agrícola de diversas espécies de interesse econômico e alimentar, como o café e o maracujá.

Há vinte anos, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNMAD), realizada de 3 a 14 de junho de 1992, na cidade do Rio de Janeiro (RJ). Essa conferência ficou internacionalmente conhecida como Rio92 ou Eco92 e foi a maior reunião até então realizada em todo mundo para discutir a questão ambiental. A Rio92 e as Conferências das Nações Unidas seguintes discutiram os problemas globais que afetam a humanidade, inclusive a extinção de espécies biológicas, e pactuaram uma série de propostas para enfrentá-los (Convenções sobre Mudanças Climáticas, Convenção sobre Diversidade Biológica, Convenção de Combate à Desertificação, Agenda 21, Declaração sobre Florestas, Declaração de Durban, entre outras).

Diversidade biológica ou biodiversidade foi definida no texto da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e dulcícolas, assim como os complexos ecológicos de que fazem parte; e abrange ainda a diversidade dentro de espécies e entre elas, e, principalmente, dos variados ecossistemas (Brasil, 2000). A CDB foi aprovada na Rio92 e também pelo Congresso

Brasileiro em 1994. Ela é um marco para a proteção da natureza, e representa a evolução em direção a uma visão mais abrangente dos recursos naturais. Também deu soberania aos países sobre os recursos biológicos presentes em seus territórios, alterando a lógica que prevalecia: a de ser a biodiversidade um bem da humanidade (União Internacional para Conservação da Natureza, 2011). O Brasil, ao assinar a CDB e a Agenda 21, na Rio92, comprometeu-se a implementar uma série de ações em favor da conservação e da utilização sustentável da biodiversidade brasileira.

Os objetivos da CDB são a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, mediante, inclusive, o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes, levando-se em conta todos os direitos sobre tais recursos e tecnologias, e mediante financiamento adequado (Brasil, 2000).

Várias metas foram aprovadas na 6ª Conferência das Partes (COP) da CDB, realizada em 2002, em Haia, Holanda. Essa foi uma forma de alcançar resultados concretos, com as partes se comprometendo a "atingir até 2010 uma redução significativa da taxa atual de perda de biodiversidade em níveis global, regional e nacional, como uma contribuição para a diminuição da pobreza e para o benefício de toda a vida na Terra" (União Internacional para Conservação da Natureza, 2011, p.4).

A Convenção sobre Diversidade Biológica é uma Convenção-Quadro, que fornece as diretrizes gerais, mas não estabelece objetivos, metas e mecanismos específicos. Após longo processo de negociações multilaterais, apenas na 10ª COP da CDB, em Nagoya, Japão, em 29 de outubro de 2010 - o chamado "Ano Internacional da Biodiversidade", instituído pela Organização das Nações Unidas (ONU) -, houve a aprovação de um protocolo. Esse desfecho foi surpreendente porque superou um impasse que parecia intransponível até as vésperas do encontro. Desde a Conferência Rio92, as

negociações sobre a proteção à biodiversidade giram em torno de uma trinca de objetivos: a conservação, o uso sustentável da biodiversidade e a chamada repartição de benefícios. Contudo, essa COP10 apresentou um resultado negativo: todos os países falharam no cumprimento de metas estipuladas, em 2002, para o ano de 2010. O Secretário Geral das Nações Unidas, Ban Ki-Moon, definiu essa situação como um fracasso coletivo que deveria ser rapidamente corrigido para o bem de toda a humanidade (União Internacional para Conservação da Natureza, 2011). O desafio agora é fazer com que esse protocolo possa ser mais detalhado e que efetivamente entre em vigor, inclusive com a criação de legislação nos países - sobretudo nos países pobres -, que assegure a execução do Protocolo de Nagoya.

Segundo o brasileiro Bráulio Ferreira de Souza Dias, atual secretário-executivo da CDB, a percepção que se tem hoje, nessa trajetória de 20 anos, é um tanto dividida:

Tem gente que avalia, com toda a consciência, que a CDB é uma das convenções ambientais mais bem-sucedidas sob vários aspectos. Por exemplo: ela tem cobertura praticamente universal. Nós temos 192 países-membros e uma região econômica, que é a Comunidade Europeia, e ela teve sucesso em negociar e construir uma agenda internacional da biodiversidade estabelecida por consenso. ... A gente conseguiu depois de muitos anos negociar metas quantitativas. ... A COP10, em Nagoya, foi uma culminação do período inicial de normatização. Conseguimos fechar a negociação do Protocolo de Nagoya e também o plano estratégico para essa década até 2020 com 20 metas globais. Havíamos também, em 2008, na Alemanha, negociado a estratégia para mobilizar recursos financeiros para a implementação da convenção. Então os principais elementos para o avanço da agenda da biodiversidade foram dados (Marques, 2012).

Apesar da defasagem entre as decisões tomadas na CDB e o resultados práticos nos países,

a situação não é exclusiva dessa convenção. Existem, entretanto, avanços e vontade política, uma situação um pouco divergente em relação a outra convenção assinada na Rio92, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC).

Após muitos anos de negociações internacionais, foi acordado, em 23 de abril de 2012, o desenho final da *Intergovernmental Platform on Biodiversity & Ecosystem Services* (IPBES, Plataforma Intergovernamental sobre Serviços de Ecossistemas e da Biodiversidade), com sede em Bonn, Alemanha. O IPBES pretende enfrentar a perda acelerada da biodiversidade mundial e a degradação dos ecossistemas, fazendo a ponte entre a ciência exata, imparcial e atualizada, e os decisores políticos. Com a criação do IPBES, avalia Bráulio Dias, os cientistas vão contar com um mecanismo mais eficiente para uma participação mais coordenada (Marques, 2012). O IPBES vai trabalhar em associação com a CDB, fornecendo relatórios e treinamento de técnicos, principalmente de países pobres, contribuindo para o alcance dos objetivos da CDB.

Para fazer um balanço da implementação da CDB, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (RIO+20), que mobilizou a comunidade científica e foi palco de discussões que revelaram avanços sem precedentes no conhecimento sobre os limites do planeta - conceito indispensável para determinar uma agenda dedicada à sustentabilidade global.

O documento final da Rio+20, intitulado "O Futuro que Queremos", reconhece a importância da biodiversidade, tem um capítulo sobre o assunto e muitas referências a todo momento sobre suas questões. Acerca da aparente falta de sucesso da Rio+20, Bráulio Dias afirma que essa conferência tinha como principal objetivo chamar a atenção do mundo para uma maior cooperação numa agenda, e não necessariamente construir novos instrumentos regulatórios, como foi o caso da Rio92 (Marques, 2012).

Várias críticas foram feitas em relação ao rascunho zero e ao acordo final, como, por exemplo, que esses documentos não reconhecem que o

equilíbrio do pilar ambiental é condição *sine qua non* para os outros dois pilares da sustentabilidade: o social e o econômico. Além disso, as críticas alegam que os documentos são genéricos e abordam superficialmente temas como biodiversidade e mudanças climáticas, o que dificulta novos compromissos dos países (Joly *et al.*, 2012).

Apesar dos esforços, a perda de espécies continua em ritmo alarmante, com consequências para além da simples redução na riqueza de espécies, uma vez que "o pior tipo de extinção é a extinção de interações ecológicas" (Janzen, 1974). Na década de 1970, Daniel H. Janzen, um dos grandes ecólogos tropicais, chamou a atenção para um problema de conservação muito mais sutil do que a extinção de espécies: a perda de interações bióticas em áreas tropicais sujeitas a perturbações de origem antrópica (Jordano *et al.*, 2006). Desde então, e, particularmente, a partir da década de 1990, a comunidade científica passou a investigar como as várias interações bióticas que ocorrem em ambientes tropicais são afetadas pela degradação ambiental. Além disso, passou a ser reconhecida a importância da biodiversidade na manutenção e no fornecimento de serviços ambientais, como é o caso da polinização.

Assim, a biologia da conservação deixou de enfocar apenas a preservação de áreas naturais e de animais chamativos, e passou a discutir a conservação da integridade das interações entre espécies. A definição abrangente de biodiversidade adotada na CDB é consequência também do reconhecimento da importância das interações ecológicas. Uma das grandes fronteiras dessa área de estudo é prever as consequências da alteração nas interações bióticas para as populações que interagem. As interações animal-planta, planta-planta e animal-animal são importantes para a produção de certos serviços à humanidade, além de serem críticas para a manutenção da integridade das comunidades em que ocorrem (Jordano *et al.*, 2006). A polinização por agentes bióticos, por exemplo, tanto de plantas nativas como em sistemas agrofloretais e de agricultura intensiva, é essencial para a produção de alimentos (De Marco Jr & Coelho, 2004).

O manejo da paisagem e a legislação ambiental brasileira

As áreas protegidas não podem conservar a biodiversidade por si só, particularmente em paisagens dominadas por áreas antropizadas, em que há uma pressão intensa sobre os ambientes naturais por recursos alimentares, madeira e fibras (Jose, 2012). Segundo Tim Benton, professor na Universidade de Leeds (Reino Unido), "no nível da paisagem, podemos gerenciar não apenas a terra agricultável, mas também gerenciar as terras não agrícolas que são fundamentais para o funcionamento da atividade agrícola, porque mantêm os polinizadores, os inimigos naturais, os microclimas e assim por diante" (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, 2012). Nesse sentido, é essencial que existam mecanismos previstos na legislação do país que permitam um manejo da paisagem de forma a favorecer a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Esse é o pano de fundo para alcançar os objetivos da CDB em nível nacional e subnacional (estados e municípios).

Após três anos em trâmite no Senado Nacional, e as vésperas da Rio+20, foi aprovada a Lei Federal nº 12.651, o novo código florestal brasileiro, sancionado com vetos da Presidenta Dilma Rousseff. Por causa dos vetos, foi editada a Medida Provisória nº 571, transformada em outubro de 2012 (Lei nº 12.727), que também recebeu vetos que deverão ser novamente votados no senado. A principal alteração na Legislação foi a redução das áreas destinadas à conservação da vegetação nativa nas propriedades privadas, isto é, a redução das Áreas de Proteção Permanente (APP) e as Reservas Legais (RL). As alterações na legislação não condizem com a posição de destaque que o Brasil teve na Rio92 e nas COP da CDB. Nesses eventos, o país sempre teve um papel de negociador, apresentando metas e resultados. No caso da COP10, o Protocolo de Nagoya foi aprovado, entre outros motivos, devido a uma posição pró-ativa brasileira. Como destacado por Zucco *et al.* (2011), em carta à revista *Nature*, as alterações no código florestal não levaram em consideração a opinião dos cientistas. Contudo, é

importante ressaltar que as exigências previstas em lei têm que ser encaradas como uma ação básica, para não dizer que é o mínimo a ser feito, a fim de se conservarem a biodiversidade e a funcionalidade ecossistêmica.

A valorização da floresta, dos campos e da imensa biodiversidade do nosso território permitirá criar oportunidades para gerar riqueza de forma sustentável (social, econômica e ambiental). De acordo com essa perspectiva, é evidente que o Brasil não terá ganhos econômicos com as alterações no Código Florestal. As normas aprovadas implicarão significativas perdas de áreas com vegetação natural ainda existentes nos biomas brasileiros e comprometerão compromissos assumidos pelo Brasil em acordos internacionais de redução de emissões de carbono para a atmosfera e de proteção à biodiversidade, respectivamente a CQNUMC e a CDB e seus protocolos. Além disso, a grande degradação ambiental incentivada pelo novo código colocará em risco a própria produção agrícola e o bem-estar da população no futuro (Lamim-Guedes, 2012).

Martinelli *et al.* (2010), em resposta aos principais argumentos políticos envolvidos com o agronegócio, argumentam que não há falta de área já convertida para a expansão agrícola brasileira, portanto não é verdadeira a dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. Essa afirmação é essencial quando se trata das alterações do código florestal. Nesse sentido, deve-se demonstrar que investimentos na conservação de fragmentos de vegetação nativas em áreas dominadas por agropecuária podem gerar benefício duplo, preservando a biodiversidade e contribuindo para a produção agrícola (Ricketts *et al.*, 2004). A averbação das áreas de RL deve ser feita de forma a favorecer a conectividade entre remanescentes de vegetação nativa, pois assim seria possível criar uma rede de corredores de vegetação nativa que interligasse RL e APP e permitisse a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Serviços ecossistêmicos

Os serviços dos ecossistemas são entendidos como condições e processos através dos quais os

ecossistemas naturais e as espécies que os compõem sustentam a vida humana (Daily, 1997). Eles mantêm a biodiversidade e a produção de produtos como madeira, fibras, alimentos e fármacos (Daily, 1997), uma vez que o bem-estar de todas as populações humanas do mundo depende diretamente dos serviços fornecidos pelos ecossistemas (The Economics of Ecosystem and Biodiversity, 2010).

A atuação humana foi a principal causa da degradação ambiental, que, nos últimos 50 anos, chegou a cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos da Terra (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). O estudo "Economia dos Ecossistemas e Biodiversidade" (*The Economics of Ecosystem and Biodiversity*), produzido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), apontou o valor econômico de plantas, animais, florestas e ecossistemas e avaliou os custos da perda da biodiversidade entre R\$3,6 e R\$8,2 trilhões por ano.

Há a necessidade de medidas urgentes dos tomadores de decisão para reverter o estágio atual de degradação ambiental. Para estancar esse quadro nacional, por exemplo, as APP e RL deveriam ser consideradas como parte fundamental do planejamento agrícola conservacionista das propriedades (Silva *et al.*, 2011), sobretudo porque promovem a conservação da biodiversidade.

A biodiversidade, para a alimentação e a agricultura, inclui os componentes da diversidade biológica, que são essenciais para a alimentação humana e para melhorias na qualidade de vida, como a variedade de ecossistemas, animais, plantas e microrganismos, no nível genético, específico, e de ecossistemas necessários para sustentar a vida humana, assim como manter funções-chaves dos ecossistemas (Food and Agriculture Organization, 2011a).

A seguir, destaca-se a importância de áreas com vegetação nativa para a produção agrícola e a conservação da biodiversidade, que, nesse caso, parte considerável é formada por visitantes florais responsáveis pelo importante serviço ecossistêmico que é a polinização. Ressalta-se que essas áreas são essenciais para que sejam alcançados os objetivos previstos pela CDB.

Polinização

Entre os principais serviços ecossistêmicos para a população humana está a polinização. Dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO) confirmam que 33% da alimentação humana dependem em algum grau de plantas cultivadas polinizadas, muitas vezes, por abelhas (Klein *et al.*, 2007). A maioria das angiospermas depende da transferência de grãos de pólen entre indivíduos diferentes para que ocorra a reprodução (Committee on the Status of Pollinators in North America, 2007), por exemplo. Bawa (1990) estimou que entre 98% e 99% das espécies de angiospermas na floresta tropical úmida de terras baixas são polinizadas por animais polinizadores, a maioria insetos (borboletas, coleópteros, mariposas, moscas, vespas, abelhas). Além desses, pássaros também são polinizadores da vegetação tropical (na região neotropical, basicamente beija-flores), bem como morcegos e alguns outros mamíferos não voadores (Bawa, 1990). No geral, as abelhas são os agentes polinizadores mais importantes, polinizando cerca de 16% das espécies de angiospermas em todo o mundo (Buchmann & Nabhan, 1996).

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico regulatório, sendo importante para a produção de alimentos (flores bem polinizadas produzem frutos de melhor qualidade, maior peso e sementes em maior número), de biocombustíveis e, principalmente, para a manutenção da biodiversidade em áreas naturais, um serviço de difícil valoração (Imperatriz-Fonseca & Nunes-Silva, 2010).

Nas últimas décadas, já se aceita que a conservação da biodiversidade é muito importante para a produção de alimentos. Raramente, no entanto, a diversidade de fauna e sua inerente necessidade de habitats naturais, são adequadamente ligadas à produtividade ou à estabilidade da produção global de alimentos (Nabhan & Buchmann, 1997). Uma dessas ligações são os serviços de polinização providos para plantas cultivadas por animais, manejados ou silvestres, que requerem áreas para forrageamento e sítios para nidificação adjacentes às áreas cultivadas (Nabhan & Buchmann, 1997). Entre todos os serviços

ambientais prestados pelas APP e RL, a polinização é certamente o mais tangível e o mais importante, relacionado ao sucesso da produção e da produtividade agrícola de várias culturas (Silva *et al.*, 2011).

Globalmente, a CDB reconheceu a importância dos polinizadores com o estabelecimento da Iniciativa Internacional para a Conservação e Uso Sustentável de Polinizadores, conhecida como Iniciativa Internacional de Polinizadores, no ano de 2000, facilitada e coordenada pela FAO.

A diminuição da disponibilidade de polinizadores para as plantas que deles necessitam pode causar limitações na quantidade de frutos, qualidade dos frutos e número de sementes, tornando-se um dos maiores problemas quando se trata de produção agrícola (De Marco JR. & Coelho, 2004). Tem sido documentada a redução do número de visitas de polinizadores, na formação de frutos e/ou sementes em populações vegetais, devido ao declínio de populações de polinizadores, problema registrado em várias regiões do mundo e que gera preocupação internacional (Kearns *et al.*, 1998) pelas suas causas, com destaque para a destruição ou alteração do ambiente, uso de pesticidas, parasitas, doenças e a introdução de espécies exóticas que têm colocado em risco muitas espécies polinizadoras (Buchmann & Nabhan, 1996; Kearns *et al.*, 1998).

Projeções realizadas apontam que a apicultura está crescendo em ritmo mais lento do que a necessidade dos serviços ecossistêmicos manejáveis que ela presta. Isso se tornar mais sério com o aumento do consumo mundial de produtos agrícolas que dependem de polinizadores (Aizen *et al.*, 2008).

O crescimento da população e do consumo tem aumentado a demanda de terras agriculturáveis e recursos naturais sem precedentes. A solução para o dilema entre a produção de produtos agrícolas e a redução de sua pegada ecológica baseia-se no aumento da eficiência, mudanças de dieta e redução do desperdício de alimentos (Foley *et al.*, 2011). Parte do "aumento de eficiência" está diretamente relacionada ao fornecimento de serviços de polinização adequados, facilitados pela diversidade

de fauna, assim como a áreas naturais próximas às plantações (Nabhan & Buchmann, 1997). Em algumas culturas agrícolas, abelhas *Bombus*, Megachilidae e outras espécies nativas são polinizadores mais eficientes que a *Apis mellifera* L. (Apidae) - espécie amplamente utilizada em manejo de polinizadores -, (Committee on the Status of Pollinators in North America, 2007), como é o caso do tomate, com a utilização de abelhas mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, Meliponini: Apidae) em estufas com tomates no Brasil (Del Sarto *et al.*, 2005).

Nos últimos anos, evidências de que a produção agrícola decresce com o aumento da fragmentação da vegetação nativa têm sido apresentadas, com os serviços de polinização diminuindo conforme se distancia da borda da plantação que está em contato com remanescente florestal (Carvalho *et al.*, 2011). Mesmo em espécies de interesse agrícola, que são relativamente independentes dos polinizadores, há um aumento na produção com a presença deles: um exemplo é o café (*Coffea arabica* L., Rubiaceae), como o encontrado em cafezais da Costa Rica por Ricketts *et al.* (2004), e no Panamá, por Roubik (2002). Para outras culturas agrícolas, que dependem completamente de agentes bióticos para a produção de sementes e frutos, a produção pode diminuir ou até mesmo ser inexistente, como é o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae).

O caso do café

O comércio de café em grão cru (sem torrar) no ano de 2009 movimentou 4,643 bilhões de dólares no Brasil (Food and Agriculture Organization, 2011b), o que representa uma grande importância econômica no País. O café produz mais sementes via autopolinização, sendo a ação do vento e de insetos agentes polinizadores iguais e de pequeno impacto na produção das plantas (Free, 1993). Contudo, nos últimos anos, estudos têm demonstrado que o café apresenta uma dependência maior dos polinizadores, basicamente abelhas, do que o

encontrado anteriormente. É relatado aumento de 50%, 27% e 20% na produção de café com a presença de polinizadores (Roubik, 2002; Klein *et al.*, 2003; Ricketts *et al.*, 2004, respectivamente). Esses três estudos mostram a importância de abelhas nativas para o aumento da produção cafeeira. Somado a isso, Roubik (2002) apresenta dados preocupantes: as plantações de café na Costa do Marfim, Gana, Quênia, Camarões e Indonésia, que aumentaram de 2 a 5 vezes, tiveram quedas na produtividade de 20% a 50%, entre outras razões, pelo declínio de polinizadores. Somada a isso, a retenção dos frutos é aparentemente aumentada pelo grau de polinização cruzada (Free, 1993), embora *C. arabica* seja autocompatível.

Badilla & Ramirez (1991), estudando o efeito de instalação de colmeias de *A. mellifera* em cafezais na Costa Rica, obtiveram 15,85% mais bagas em ramos descobertos, assim como bagas maiores e mais pesadas. Os dados obtidos por esses autores mostram a importância do manejo de colmeias de *A. mellifera* na época da florada para se conseguirem melhores safras de café - principalmente se o número de insetos polinizadores nas imediações for pequeno.

Segundo Karanja *et al.* (2010), a riqueza de recursos florais fornecidos por espécies nativas impacta positivamente a riqueza de abelhas nas áreas de plantio convencional e orgânico de café; muitas espécies de abelhas foram observadas visitando plantas de café e de outras espécies na vegetação que cerca os cafezais. Nas áreas com manejo orgânico, a riqueza de espécies de abelhas e de plantas é significativamente maior que nas áreas com manejo convencional. Como apontado neste estudo, a diversidade de plantas próxima aos cafezais fornece recursos que permitem a sobrevivência das abelhas ao longo do ano, mesmo nos períodos em que o café não está florescendo.

O caso do maracujá

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá-amarelo. Em 2010, foram R\$792 milhões advindos dessa cultura agrícola (IBGE, 2012). Contudo, a produtividade de 14,83t/ha, observada

em 2010, é considerada baixa. De acordo com Ruggiero (2006), a produtividade potencial da cultura no país é de 40t/ha a 45t/ha.

A baixa produtividade é atribuída à carência de polinizadores naturais da cultura, já que a frutificação do maracujá-amarelo é inteiramente dependente da polinização cruzada em virtude da autoincompatibilidade (Bruckner *et al.*, 1995), ou seja, uma total dependência dos agentes polinizadores, no caso, principalmente, das espécies do gênero *Xylocopa*, conhecidas como mamangavas (I. Sazima & M. Sazima, 1989). *A. mellifera* e abelhas *Trigona* sp. são pilhadoras de recursos das flores (Siqueira *et al.*, 2009).

Estudos sobre a polinização do maracujá-amarelo na região de Juazeiro, Pernambuco, concluíram que existe na região um *deficit* no serviço de polinização, isto é, ocorre limitação polínica porque as populações das abelhas *Xylocopa* não são suficientes para realizar a polinização das plantações de maracujá da Região (Viana *et al.*, 2006; Siqueira *et al.*, 2009) em decorrência, provavelmente, de diversos fatores: diminuição da população de *Xylocopa*, aumento do número de plantação de maracujá na região, aumento da competição com outras abelhas na flor do maracujá, diminuição da vegetação nativa do entorno dos lotes, ausência de espécies silvestres nos plantios que funcionem como fonte de alimento e uso de defensivos agrícolas (Freitas & Oliveira-Filho, 2003; Viana *et al.*, 2006). Todos esses fatores podem interferir direta ou indiretamente nas populações de *Xylocopa* sp. da região e contribuir para os resultados encontrados.

Em Juazeiro, como em outras regiões do País, os produtores contratam mão de obra para realizar a polinização manual, com um consequente encarecimento do custo de produção. Uma opção diferente para assegurar a produção pode ser a promoção do aumento da população de abelhas *Xylocopa* para garantir uma polinização natural adequada. Nesse sentido, Viana *et al.* (2006) propõem proteger as áreas naturais de caatinga no entorno das plantações, oferecer locais alternativos para nidificação das abelhas ou criar as abelhas de modo racional.

No caso da introdução de caixas com ninhos de *Xylocopa*, Freitas e Oliveira-Filho (2003) obtiveram um aumento da população dessas abelhas e, conseqüentemente, um aumento no número de visitas às flores de maracujá em até 505%, nos horários de maior frequência. Um dado apresentado por esses autores, que comprova a eficiência da polinização biótica, é que 25% das flores de maracujá deram origem a frutos quando não receberam nenhum tratamento experimental. Já ao receber uma visita de *Xylocopa*, 68% das flores deram origem a frutos (Freitas & Oliveira-Filho, 2003).

Sustentabilidade ambiental no meio rural e serviços ambientais

Práticas de uso da terra, como a agrofloresta, ao fazer parte de uma paisagem multifuncional, têm um importante papel em conservar e até mesmo aumentar a biodiversidade em áreas agrícolas em regiões tropicais e temperadas (Jose, 2012).

O uso adequado das terras é o primeiro passo para preservação e conservação dos recursos naturais e para a sustentabilidade da agricultura; ele deve, portanto, ser planejado de acordo com sua aptidão, capacidade de sustentação e produtividade econômica, de tal forma que o potencial de uso dos recursos naturais seja otimizado, ao mesmo tempo em que sua disponibilidade seja garantida para as gerações futuras (Silva *et al.*, 2011).

Sistemas de produção agrícola baseados nos princípios agroecológicos promovem uma alta diversidade (genética, taxonômica, estrutural, de recursos) dentro do sistema de culturas, que conduz à alta diversidade da biota associada. Esse aumento de biodiversidade conduz à polinização e ao controle de pragas mais efetivos, a uma ciclagem de nutrientes mais adequada, minimiza riscos e estabiliza a produtividade (Altieri & Nicholls, 2003). Os Sistemas Agroflorestais (SAF) fazem parte das diretrizes centrais de desenvolvimento rural sustentável, pois podem ser implantados em áreas alteradas por atividades agrícolas malsucedidas, contribuindo para a redução do desmatamento de novas áreas de floresta (Sociedade Brasileira de Sistemas

Agroflorestais, 2009). Os SAF podem auxiliar na conservação dos solos, das micróbacias e áreas florestais. A produção agroflorestal é intrinsecamente conservacionista e gera um impacto positivo nas características funcionais do ecossistema a partir dos serviços ecossistêmicos prestados.

Bardhan *et al.* (2012) concluíram que quintais agroflorestais em Bangladesh são ferramentas importantes para a conservação da diversidade de espécies de árvores, particularmente em paisagens onde a mata nativa é muito fragmentada e representa apenas uma pequena fração da área total. A criação e a manutenção dos quintais agroflorestais podem ser parte das estratégias de conservação da biodiversidade (Bardhan *et al.*, 2012).

É importante ressaltar que a produção em SAF, apesar de reduzir os impactos das queimadas, dos agrotóxicos e do desmatamento, não é uma solução integral para a proteção da biodiversidade, para a redução nas emissões de gases causadores de efeito estufa, para a regulação do clima, para a manutenção do ciclo hidrológico e para a proteção do solo. Em escala regional, é necessário um sistema integrado de reservas florestais, tanto públicas (parques e reservas biológicas) como particulares (APP, RL e Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN), para assegurar a manutenção dos ecossistemas no longo prazo.

Segundo Tim Benton, em entrevista à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp):

é preciso atingir um equilíbrio entre o uso da terra para produção e o uso para a conservação da biodiversidade. Paisagens diferentes têm vocações para diferentes esquemas agroambientais. A agricultura sustentável precisa ser gerenciada de forma sistêmica, na escala da paisagem, não apenas com foco isolado nas fazendas, nem só em escala nacional (Fapesp, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, cresceu a percepção da interconexão entre esses vários níveis de diversidade

biológica, o que torna o desafio da proteção da biodiversidade ainda maior e mais complexo. Essa situação foi reconhecida pela CDB, sobretudo ao se considerar o papel essencial da biodiversidade na manutenção de serviços ambientais. O protocolo de Nagoya traz ferramentas para a efetivação dos objetivos da CDB, mas falta agora um maior compromisso dos países para combater a crise de perda de biodiversidade.

O reconhecimento das estreitas relações entre a composição da flora e da fauna e também do fato de que a diversidade biológica tem distribuição espacial muito heterogênea traz consigo um alerta sobre os riscos potenciais de reduções do conjunto da vegetação nativa presente nas APP e RL, resultado das alterações no código florestal. Com isso, a efetivação dos compromissos do Brasil, como país que ratificou a CDB, fica seriamente comprometida.

A conservação e o uso sustentável da biodiversidade para alimentação e agricultura têm um crítico papel contra a fome, pela promessa de sustentabilidade ambiental, com aumento na produção de alimentos (Food and Agriculture Organization, 2011a). Nesse sentido, é um problema real a redução nas populações de polinizadores e a consequente perda da qualidade nos serviços de polinização, o que acarreta uma redução na produção de diversas culturas, como o café e o maracujá-amarelo. A proteção da biodiversidade na paisagem, a partir de um manejo que permita a manutenção de um mosaico com áreas naturais e agroecossistemas, permite a manutenção de serviços adequados de polinização.

As ações empreitadas pela ONU, incluindo a CDB, no pós Rio92, reúnem um grande número de esforços para conter a perda de biodiversidade e de serviços ambientais, e, de forma geral, minimizar os impactos humanos sobre o planeta. Com isso, espera-se assegurar a manutenção da qualidade de vida, inclusive com uma maior segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

- Aizen, M.A.; Garibaldi, L.A.; Cunningham, S.A. & Klein, A.M. (2008). Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. *Current Biology*, 18(20):1572-5.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. (2003). Agroecologia: resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. *Ciência & Ambiente*, 14(27):141-52.
- Badilla, F. & Ramírez, B. (1991). Polinización de café por *Apis mellifera* L. y otros insectos en Costa Rica. *Turrialba*, 41(3):285-8.
- Bardhan, S.; Jose, S.; Biswas, S.; Kabir, K. & Rogers, W. (2012). Homegarden agroforestry systems: An intermediary for biodiversity conservation in Bangladesh. *Agroforest Systems*, 85(1):29-34.
- Bawa, K.S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 21:399-422.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2000). *A Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Bruckner, C.H.; Casali, V.W.D. & Moraes, C.F. (1995). Self-incompatibility in Passion Fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Horticulturae*, 370(7):45-58.
- Buchmann, S.L. & Nablan, G.P. (1996). *The forgotten pollinators*. Washington: Island Press.
- Carvalho, L.G.; Veldtman, R.; Skenkute, A.G.; Tesfay, G.B.; Pirk, C.W.W. Donaldson, J.S., et al. (2011). Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. *Ecology Letters*, 14(3):251-9.
- Committee on the Status of Pollinators in North America, National Research Council. (2007). *Status on the Pollinators in North America*. Washington: The National Academy of Sciences Press.
- Daily, G. C. (1997). *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington: Island Press.
- 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(7):1245-55.
- Del Sarto, M.C.L.; Peruquetti, R.C. & Campos, L.A.O. (2005). Evaluation of the Neotropical stingless Bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, 98(2):260-6.
- Foley, J. A.; Ramankutty, N.; Brauman, K. A.; Cassidy, E. S.; Gerber, J. S.; Johnston, M., et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478:337-42.
- Food and Agriculture Organization. (2011a). *Biodiversity for a world without hunger*. Available <<http://www.fao.org/biodiversity/en/>>. (cited: 5 Nov. 2012).
- Food and Agriculture Organization. (2011b). FAOSTAT. Available <<http://faostat.fao.org/>>. (cited: 5 Oct. 2012).

- Free, J.B. (1993). *Insect pollination of crops*. 2nd ed. London: Academic Press.
- Freitas, B.M. & Oliveira-Filho, J.H. (2003). Nichos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 33(6):1135-9.
- Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo. (2012). Sustentabilidade agrícola requer abordagem sistêmica. São Paulo: Fapesp. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/15743>>. (acesso: 5 jun. 2012).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2004). *Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente*. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). Sidra: Sistema IBGE de Recuperação Automática. *Produção Agrícola Municipal*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. (acesso: 5 out. 2012).
- Imperatriz-Fonseca, V.L. & Nunes-Silva, P. (2010). As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropical*, 10(4):59-62.
- Janzen, D.H. (1974). The deflowering of Central America. *Natural History*, 83(1):49-53.
- Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M.A. & Silva, W.R. (2006). Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Alves, M.A.S. & Sluys, M.V. *Biologia da conservação: essências*. São Carlos: Rima.
- Joly, C.A.; Berlinck, R.G.S.; Bolzani, V.S.; Haddad, C.F.B.; Oliveira, M.C.; Van Sluys, M. A., et al. (2012). Main conclusions of the joint Fapesp Programs BIOTA-BIOEN-Climate Change Workshop: Science and Policy for a Greener Economy in the context of RIO+20. *Biota Neotropical*, 12(2):19-21.
- Jose, S. (2012). Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agroforest Systems*, 85(1):1-8.
- Karanja, R.H.N.; Njoroge, G.N.; Gikungu, M.W. & Newton, L.E. (2010). Bee interactions with wild flora around organic and conventional coffee farms in Kiambu district, central Kenya. *Journal of Pollination Ecology*, 2(2):7-12.
- Kearns, C.; Inouye, D. & Waser, N. (1998). Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 29:83-112.
- Klein, A.; Vaissière, B.E.; Cane, J.H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S.A.; Kremen, C., et al. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608):303-13.
- Klein, A.M.; Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. (2003). Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canphora* (Rubiaceae). *American Journal of Botany*, 90(1):153-7.
- Lamim-Guedes, V. (2012). Colher o fruto sem plantar a árvore. *Ciência Hoje*, 292:60-1.
- Marques, F. (2012). Entrevista - Bráulio Ferreira de Souza Dias: a voz dos megadiversos. *Pesquisa Fapesp*, 198:26-31.
- Martinelli, L.A.; Joly, C.; Nobre, C.A. & Sparovek, G. (2010). A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. *Biota Neotropica*, 10(4):323-30.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington: Island Press.
- Nabhan, G.P. & Buchmann, S.L. (1997). Services provided by pollinators. In: Daily, G.C. *Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington: Island Press.
- Ricketts, T.H.; Daily, G.C.; Ehrlich, P.R. & Michener, C.D. (2004). Economic value of tropical forest to coffee production. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(34):12579-82.
- Roubik, D.W. (2002). The value of bees to the coffee harvest. *Nature*, 417:708.
- Ruggiero, C.S. (2006). Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. *Informe Agropecuário*, 21(206):5-9.
- Sazima, I. & Sazima, M. (1989). Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 1(1):109-18.
- Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais. (2009). O que é sistema agroflorestal? Disponível em: <<http://www.sbsaf.org.br>>. (acesso: 5 out. 2012).
- Silva, J.A.A.; Nobre, A.D.; Manzatto, C.V.; Joly, C.A.; Rodrigues, R.R.; Skorupa, L.A., et al. (2011). *O código florestal e a ciência: contribuições para o debate*. São Paulo: SBPC.
- Siqueira, K.M.M.; Piedade-Kill, L.H.; Martins, C.F.; Lemos, I.B.; Monteiro, S.P. & Feitoza, E.A. (2009). Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do Vale do Submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(1):1-12.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2010). *TEEB for local and regional policy makers*. Malta: Progress Press.
- União Internacional para a Conservação da Natureza. (2011). *Biodiversidade brasileira: análise de situação e oportunidade*. Brasília: UICN.
- Viana, B.F.; Almeida, A.M.R.; Piovesan, J.C. & Silva, F.O. (2006). *Manual do produtor: maracujá-amarelo e seus polinizadores na região do Vale do Médio São Francisco*. Salvador: UFBA.
- Zucco, C.A.; Oliveira-Santos, L.G.R. & Fernandez, F.A.S. (2011). Protect Brazil's land to avert disasters. *Nature*, 470:335.

Recebido em 6/2/2013
 Versão final em: 27/6/2013
 Aprovado em: 19/8/2013