



DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/aab.v3i2.3623>

**Mikail Olinda de Oliveira\***

\*Zootecnista, Doutor em Abelhas e Polinização pela Universidade Federal do Ceará e Pós – Doutorando na Universidade Federal do Pará, Zoologia UFPA/MPEG, Rua Augusto Corrêa 01, CEP 66075-110, Guamá, Belém-PA

**\*Autor Correspondente:**

**E-mail: oliveiramikail@gmail.com**

### **PALAVRAS-CHAVES:**

desaparecimento das abelhas; síndrome do colapso das colônias; alterações ambientais; polinização agrícola.

### **KEY WORDS:**

bees disappearing; CCD; environmental changes; crop pollination

Recebido: 25/08/2015

Aceito: 03/11/2015

## **Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas**

### **RESUMO**

As abelhas são os principais polinizadores na natureza, sendo de fundamental importância na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo, promovendo várias melhorias na cadeia produtiva da agricultura. A polinização realizada por abelhas contribui para a melhoria da qualidade e/ou a quantidade de frutos e sementes produzidos. Entretanto, apesar de toda importância, as abelhas encontram-se em processo de desaparecimento em várias partes do mundo, principalmente na Europa e em alguns países da América do Norte. Pesquisas recentes estão mostrando um grande declínio das abelhas nativas e abelhas melíferas (*Apis mellifera*), principalmente como consequência das alterações ambientais, que provocam severos efeitos negativos na disponibilidade de alimentos disponíveis para as abelhas. Assim essa revisão tem como objetivo, reforçar a importância das abelhas da polinização agrícola e alertar sobre a atual situação e o declínio populacional de diferentes grupos desses importantes polinizadores.

## **Population decline of crop bee pollinators**

### **ABSTRACT**

Bees are the main pollinators in nature, being of fundamental importance of many agricultural crops around the world, causing improvements in the productivity of these crops. The pollination by bees contributes to improving the quality and / or quantity of produced fruits and seeds. However, despite all importance, the bees are in the process of disappearing in several parts of the world, mainly in Europe and in some countries in North America. Recent surveys are showing a large decline in native bees and honeybees (*Apis mellifera*), mainly as a result of environmental changes, that cause severe negative effects on the availability of food for the bees. So, this review aims to reinforce the importance of bees in crop pollination, and warn about the current situation and the population decline of different groups of these important pollinators.

## INTRODUÇÃO

A polinização é um dos mais importantes processos na manutenção da diversidade e da abundância da maioria das espécies vegetais com flores (KEVAN E VIANA, 2003; KLEIN *et al.*, 2007), sendo um fator de fundamental importância na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo. Uma polinização bem realizada promove várias melhorias na cadeia produtiva da agricultura, como o aumento no número de vagens ou frutos vingados, aumento no número de grãos por vagem, produção de frutos mais bem conformados e de qualidade superior (WILLIAMS *et al.*, 1991), aumentando, conseqüentemente, a rentabilidade e a lucratividade do agricultor.

Os vegetais, por não se locomoverem, necessitam de agentes polinizadores para se reproduzirem (KLEIN *et al.*, 2007). Entre esses agentes, as abelhas são os animais polinizadores mais importantes, elas contribuem para a melhoria da qualidade e/ou a quantidade de frutos e sementes produzidos (ROUBIK, 1995; KEARNS *et al.*, 1998), e participam da reprodução da maioria das plantas cultivadas (COUTO E COUTO, 2002). De acordo com dados da FAO (*Food and Agriculture Organization*), estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha (FAO, 2004) e que 33% da alimentação humana dependem das abelhas (KLEIN *et al.*, 2007).

Apesar de toda importância mencionada, as abelhas encontram-se em processo de desaparecimento em várias partes do mundo, principalmente na Europa e em alguns países da América do Norte (POTTS *et al.*, 2015). Pesquisas recentes estão mostrando um grande declínio das abelhas nativas e abelhas melíferas (*Apis mellifera*), em vários países do mundo (KLEIJN E RAEMAKERS, 2008; FREITAS *et al.*, 2009; BIESMEIJER *et al.*, 2006).

Assim essa revisão tem como objetivo, reforçar a importância das abelhas da polinização agrícola e alertar sobre a atual situação e o declínio populacional que está ocorrendo em diferentes grupos desses importantes polinizadores.

## METODOLOGIA

Para esta revisão da literatura foram consultados um total de 57 publicações, divididas entre: *Publicações em Periódicos Internacionais* (n = 30); *Publicações em Periódicos Nacionais* (n = 5); *Livros* (n = 17); *Dissertação de Mestrado* (n = 1); *Publicações Digitais* (n = 2); *Publicações em Anais de Eventos* (n = 2). A pesquisa das fontes bibliográficas foi realizada entre dezembro de 2013 a setembro 2014, através da consulta a livros e periódicos presentes no banco de dados da Biblioteca da Universidade de Wageningen, na Holanda, durante o estágio de Doutorado do autor.

A seleção dos artigos baseou-se na conformidade dos assuntos aos objetivos deste trabalho e na importância da pesquisa, bem como no impacto do periódico para a comunidade científica e no reconhecimento e importância do autor. A construção e formatação desta revisão de literatura foram realizadas entre os meses de março a junho de 2015.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### As abelhas como polinizadores de culturas agrícolas

Entre as espécies de abelhas, a espécie *Apis mellifera* é a mais utilizada na polinização agrícola, onde a presença dessas abelhas provoca ganhos na produção e pode interferir nas características produtivas de interesse econômico, de frutos e sementes, como na sua massa, formato e tamanho (FREE, 1993). Características como, hábito alimentar generalista, um grande número de indivíduos na mesma colônia, grande habilidade de recrutar várias campeiras para o forrageamento, perfeita possibilidade de manejo devido a utilização de colmeias padronizadas, biologia conhecida e grande intensidade na coleta de recursos (HOGENDOORN, 2004; MORAIS *et al.*, 2012; WINSTON, 2003) contribuem para o uso desta espécie em programas de polinização agrícola em todo mundo.

As abelhas *A. mellifera* são potenciais polinizadores de diversas culturas agrícolas, e sua potencialidade para este fim é inegável, porém nem sempre elas são as mais indicadas para algumas culturas em particular (BANDA E PAXTON, 1991).

A utilização de abelhas nativas sem ferrão, das tribos *Meliponini* e *Trigonini*, também se tornou uma ótima alternativa na polinização agrícola. Algumas espécies dessas abelhas indígenas podem ser mantidas em caixas racionais (FABICHAK, 1989), o que facilita o manejo direcionado para polinização em ambiente protegido e em campo aberto. Além disso, essas abelhas não apresentam ferrão funcional, possuem um nível de organização social comparável ao das abelhas melíferas, apresentam uma baixa defensibilidade, colônias perenes e se adaptam muito bem às condições de confinamento (MALAGODI-BRAGA E KLEINERT, 2004; CRUZ *et al.*, 2005).

Pesquisas têm mostrado que abelhas sem ferrão são polinizadores efetivos de diversas culturas agrícolas e apresentam papel fundamental na produção e na produtividade agrícola (MALAGODI-BRAGA E KLEINERT, 2004; CRUZ *et al.*, 2005; DEL SARTO *et al.*, 2005).

Contudo, das mais de 20.400 espécies de abelhas conhecidas no mundo (CATALOGUE OF LIFE, 2015), aproximadamente 85% são solitárias, sendo estas as principais responsáveis pela polinização natural que ocorre em cultivos agrícolas (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012). O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies de abelhas solitárias e para-sociais de diferentes gêneros, tais como *Xylocopa*, *Centris*, *Megachili* e *Halictidi* e seis espécies do gênero *Bombus* (MOURE & MELO, 2012). Todas as espécies aqui presentes com certeza possuem importância potencial como polinizadores especializados (IMPERATRIZ-FONSECA E DIAS, 2004), porém principalmente para o gênero *Bombus*, ainda são necessárias mais pesquisas, pois existem poucas informações sobre o papel dessas abelhas na polinização de culturas agrícolas.

Na Europa e na América do Norte, há mais de 40 anos, as abelhas solitárias e, principalmente, as abelhas *Bombus*, têm o seu papel reconhecido na agricultura e promovem significativos incrementos na produtividade final de várias culturas agrícolas (ALVES-DOS-SANTOS, 2004; VELTHUIS E DOORN, 2006).

Como exemplos ao redor do mundo merece destaque a utilização da espécie *Megachile rotundata* na polinização da alfafa (*Medicago sativa*), por ser um dos modelos mais bem-sucedidos da utilização em grande escala de abelhas silvestres para a polinização (RICHARDS, 2001; PITTS-SINGER E CANE, 2011). Na Europa, espécies do gênero *Osmia* são utilizadas na polinização de amêndoas (*Prunus dulcis*), maçãs (*Malus domestica*), pêras (*Pyrus communis*), framboesa (*Rubus* sp.), morango (*Fragaria x ananassa*) e damasco (*Prunus armenica*) (FELICOLI ET AL., 2004; BOSCH E KEMP, 2002). Essas abelhas também são utilizadas, em larga escala, na polinização de diversas culturas agrícolas nos EUA, Canadá e Japão (SEKITA, 2001; BOSCH et al., 2000; TORCHIO, 1985).

No Brasil, a importância da polinização por abelhas tem sido reconhecida há alguns anos (COUTO E COUTO, 2007; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Vários estudos já reportam a importância das abelhas solitárias na polinização de culturas agrícolas, entretanto ainda são escassos estudos avaliando os efeitos produtivos a partir da introdução e manejo de criatórios racionais, os quais são de extrema importância para a sua conservação. Magalhães & Freitas (2013), a partir da introdução de ninhos artificiais para as abelhas do gênero *Centris* em áreas de cultivo de acerola (*Malpighia emarginata*), verificaram incrementos na produção de frutos dessa cultura, Freitas e Oliveira-Filho (2001) através da introdução de ninhos artificiais de *Xylocopa frontalis*, uma espécie de grande porte conhecida popularmente como mamangava, observaram um acréscimo de 92% na produção do maracujá amarelo (*Passifora edulis*).

As abelhas *Bombus* são conhecidas popularmente como mamangavas de chão, apresentam importância vital para a polinização natural das plantas silvestres, sendo também amplamente utilizadas na polinização agrícola (VELTHUIS E DOORN, 2006). Onde algumas espécies possuem eficiência polinizadora comprovada para muitas culturas. Verificou-se que a espécie *Bombus impatiens*, na cultura do pimentão (*Capsicum annuum*), provocou melhorias significativas em certas características produtivas como o peso, largura e volume do fruto e o peso da semente, e os frutos produzidos, apresentaram melhor qualidade e o tempo necessário para a colheita foi menor (SHIPP et al., 1994). Meisels e Chiasson (1997), verificaram que apenas três operárias dessa espécie de abelha são suficientes para polinizar efetivamente cerca de 425 plantas e que aproximadamente 176 abelhas seriam capazes de polinizar, com eficiência, um hectare contendo 25.000 plantas de pimentão (*Capsicum annuum*).

A espécie de *Bombus* mais utilizada na polinização agrícola, *Bombus terrestris*, foi positivamente associada com o peso mínimo exportável do melão, em torno de 90% das flores que receberam visitas das abelhas, produziram frutos que atingiam o peso mínimo de exportação mais rapidamente (FISHER E POMEROY, 1989).

Porém, as espécies de *Bombus* nativas do território brasileiro, ainda não foram muito estudadas e pouco é conhecido sobre o papel das espécies de abelhas desse gênero no processo de polinização agrícola no Brasil.

## Declínio das populações de abelhas

As alterações ambientais, especialmente como consequência da intensificação da agropecuária, estão provocando severos efeitos negativos na disponibilidade de alimentos, tornando-os menos abundantes, menos previsíveis e presente durante períodos mais curtos de tempo, impactando diretamente as abelhas que dependem dos recursos florais. Unesse a isso a introdução de espécies exóticas, desmatamentos, queimadas, fragmentação do ecossistema, ação de meeiros (extrativismo), aplicação pesada de agrotóxicos e uso indevido da terra (LOPES et al. 2005; KERR, et al., 2005).

A espécie produtora de mel e muito utilizada na polinização agrícola, *Apis mellifera* vem sofrendo com o declínio de populações. A CCD (Desordem do Colapso da Colônia) está atingindo colônias do mundo todo e, possivelmente, até em certas áreas do Brasil. Podendo provocar muitos prejuízos na agricultura, inclusive uma redução na produção de alimentos. Essa desordem já vem causando sérias baixas no número de colônias de *A. mellifera* em alguns países do mundo (AIZEN E HARDER, 2009; ENGELSDORP et al., 2008). Várias espécies de abelhas nativas sem ferrão, também estão declinando drasticamente, e algumas delas, como por exemplo, *Melipona rufiventris*, *Melipona bicolor*, *Melipona marginata* e a *Cephalotrigona femorata*, devido principalmente, a ação de extrativistas em busca do mel, estão em processo de extinção, com sua abundância reduzindo consideravelmente nos últimos anos (KERR, et al., 2005).

As abelhas solitárias, também estão desaparecendo, no Reino Unido, por exemplo, a abundância dessas abelhas diminuiu cerca de 52%, em comparação a anos anteriores (BIESMEIJER et al., 2006). Mas nada comparado a atual situação das abelhas *Bombus*.

As abelhas do gênero *Bombus*, que são abelhas de grande porte, estão sendo muito mais afetadas do que as abelhas de menor porte. Em vários países, a abundância e a diversidade de abelhas desse gênero estão declinando dramaticamente (BIESMEIJER et al., 2006; OLROYD, 2007, POTTS et al., 2015). As mudanças no uso da terra, principalmente após a segunda metade do século 20, causaram uma severa perda de habitat e criaram importantes fatores limitantes para as populações de abelhas, especialmente para as abelhas maiores, que necessitam de mais recursos florais durante toda sua vida (GOULSON, 2003; FAO, 2006).

Existe um consenso de que o declínio no número e diversidade de abelhas *Bombus* está ligado com a intensificação da pecuária e de práticas agrícolas (WILLIAMS, 1986; OSBORNE E CORBET, 1994; GOULSON, 2003).

Durante a segunda metade do século XX (1951 - 2000), quatro espécies desse gênero se tornaram extintas em onze países europeus (*B. armeniacus*, *B. cullumanus*, *B. serratissima* e *B. sidemii*) (KOSIOR et al., 2007), no Reino Unido três de vinte e cinco espécies de *Bombus* foram extintas, e oito já apresentam um grande declínio em abundância (UK BIODIVERSITY GROUP, 1998; GOULSON, 2003).

Na Holanda, Kosior et al. (2007) encontrou que o tamanho populacional de seis espécies não apresenta muita preocupação (*Bombus hortorum*, *B. hypnorum*, *B. lapidarius*, *B. pascuorum*, *B. pratorum* e *B. terrestris*), mas a mesma pesquisa

descreveu a extinção de quatro espécies (*Bombus confusus*, *B. pomorum*, *B. cullumanus* e *B. sylvarum*), e alertou sobre três espécies que estão criticamente em perigo (*Bombus distinguendus*, *B. ruderatus* e *B. subterraneus*) e seis espécies que estão correndo risco de extinção (*Bombus soroensis*, *B. veteranus*, *Bombus humilis*, *B. jonellus*, *B. muscorum* e *B. ruderarius*).

As consequências do uso intensivo da terra afeta a disponibilidade de alimento, néctar e pólen, e a preferência por determinada espécie vegetal, que têm sido sugeridas como fatores chaves associados com o declínio das abelhas (RASMONT, 1988, GOULSON E DARVILL 2004, GOULSON *et al.*, 2005, KLEIJN E RAEMAKERS, 2008).

Provavelmente as abelhas nativas brasileiras estão sofrendo esses mesmos impactos, entretanto estudos sobre o declínio desse importante grupo de polinizadores no Brasil ainda são muitos escassos e difíceis de serem realizados, uma vez que não existem dados históricos que permitam esse tipo de avaliação.

O declínio das abelhas apresentam evidências recentes escala local e regional (BIESMEIJER *et al.*, 2006), apresentando atualmente altas taxas de extinções em vários grupos (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESMENT, 2005), além do registro de perdas significativas verificadas na população de polinizadores manejados (ALLEN-WARDELL *et al.*, 1998). A importância mundial das abelhas na polinização de culturas agrícolas é inegável, e reduções nas populações das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas podem provocar sérios prejuízos econômicos, podendo significar a inviabilidade da atividade. O que aumenta a necessidade de iniciativas que contribuam para a conservação dos polinizadores (DIAS *et al.*, 1999; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2006).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância das abelhas para a humanidade é inegável. Através de seus serviços de polinização elas contribuem ecológica e economicamente para a humanidade. Entretanto, como foi discutido neste trabalho, um conjunto de fatores está afetando a existência das abelhas na natureza, e consequentemente, a nossa própria existência na terra.

O que ficou bem claro, é que as extensas áreas destinadas à pecuária, seja ela para a implantação de pastagens ou para o cultivo dos insumos utilizados na alimentação animal, podem ser tidas como a principal razão para a redução das florestas em todo mundo, e consequentemente, afetam negativamente a disponibilidade e a oferta de alimento para as abelhas. E, em conjunto com o uso indiscriminado de agrotóxicos, contribuem de forma bastante significativa para o declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas.

A situação atual é bastante grave, muitas são as evidências do desaparecimento das abelhas em várias partes do mundo. E para evitar o enfraquecimento da agricultura e a desvalorização dos serviços de polinização prestado por elas, é essencial uma maior atenção sobre o assunto por parte das entidades governamentais, e o desenvolvimento de mais iniciativas nacionais e internacionais, que tratem dos problemas

a respeito do avançado declínio populacional, não só das abelhas, mas de todos os polinizadores.

Junto a isso, é preciso que encontremos um equilíbrio entre as cadeias produtivas, e o desenvolvimento de programas que promovam e contribuam para a conservação e preservação das abelhas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZEN, M. A. & HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, London, v. 19, p. 915-918, 2009.

ALLEN-WARDELL, G., BERNHARDT, P.; BITNER, R.; BURQUEZ, A.; BUCHMANN, S.L.; CANE, J. H.; COX, P.A.; DALTON, V.; FEINSINGER, P.; INOUE, D.; INGRAM, M.; JONES, C.E.; KENNEDY, K.; KEVAN, P.; KOPOWITZ, H.; MEDELLIN, R.; MEDELLIN-MORALES, S.; NABHAN, G.P.; PAVLIK, B.; TEPEDINO, V.J.; TORCHIO, P. & WALKER, S. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v. 12, p. 8-17, 1998.

ALVES DOS SANTOS, I. Conhecimento e criação de abelhas solitárias: um desafio. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 10, p. 99-113, 2004.

BANDA, H.J. & PAXTON, R.J. Pollination of greenhouse tomatoes by bees. In: **VI International Symposium on Pollination. Acta Horticulturae**, (ISHS) 288, p. 194-198, 1991.

BIESMEIJER J.C., ROBERTS, S.P.M., REEMER, M., OHLEMÜLLER, R., EDWARDS, M., PEETERS, T., SCHAFFERS, A.P., POTTS, S.G., KLEUKERS, R., THOMAS, C.D., SETTELE, J., KUNIN, W.E. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and The Netherlands. **Science**, v. 313, p. 351-354, 2006.

BOSCH, J. & KEMP, W.P. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia spp.* and fruit trees. **Bulletin of Entomological Research**, v. 92, p. 3-16, 2002.

BOSCH, J.; KEMP, W.P. & PETERSON, S.S. Management of *Osmia lignaria* (Hymenoptera, Megachilidae) populations for almond pollination: methods to advance bee emergence. **Environmental Entomology**, v. 29, p. 874-883, 2000.

COUTO, R. H. N. & COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 191 p., 2002.

COUTO, R.H.N. & COUTO, L.A. Utilização de polinizadores na conservação e sustentabilidade da agricultura. **Mensagem Doce**, n. 90, 2007.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S. & BOMFIM, I. A. Pollination efficiency of the stingless bee

- Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1197-1201, 2005.
- DEL SARTO, M.C.L.; PERUQUETTI, R.C. & CAMPOS, L.A.O. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 260-266, 2005.
- DIAS, B.S.F.; RAW, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **International Pollinators Initiative: The São Paulo Declaration on Pollinators**. Report on the recommendations of the Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture with Emphasis on Bees. Ministry of Environment (MMA), University of Sao Paulo (USP) and Brazilian Corporation for Agricultural Research (Embrapa), Brasília. 79p, 1999.
- ENGELSDORP, D. van; HAYES, JÚNIOR.; UNDERWOOD, R. M.; PETTIS, J. S. A survey of honey bee colony losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 3, n. 12, p. 40-71, 2008.
- FABICHAK, I. **Abelhas indígenas sem ferrão Jataí**. São Paulo: Nobel, 1989.
- FAO. **Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response**. In: Freitas, B.M.; Pereira, J.O.P. (eds.) *Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil. p. 19-2, 2004.
- FAO. **Livestock's Log Shadow**. 416p., 2006.
- FELICOLI A., KRUNIC' M. & PINZAUTI M. **Rearing and using *Osmia* bees for crop pollination: a help from a molecular approach**. p. 161-174. In: B. M. FREITAS & J.O.B. PORTELA (Eds.). *Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. Imprensa Universitária, UFC, Fortaleza. 285p., 2004.
- FISHER, R.M. & POMEROY, N. Pollination of greenhouse muskmelons by bumble bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 82, n. 4, p. 1061-1066, 1989.
- FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. 2ª ed. London: Academic Press, 684 pp., 1993.
- FREITAS, B.M. & OLIVEIRA FILHO, J. H. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste. 96p, 2001.
- FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; MEDINA, L.M.; KLEINERT, A.M.P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G. & QUEZADA-EUÁN, J.J.G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, p. 332-346, 2009.
- GOULSON, D. & DARVILL, B. Niche overlap and diet breadth in bumblebees; are rare species more specialized in their choice of flowers? **Apidologie**, v. 35, p. 55-63, 2004.
- GOULSON, D. **Bumblebees: Behaviour and Ecology**. Oxford, UK: Oxford Univ. Press., 2003.
- GOULSON, D., HANLEY, M.E., DARVILL, B., ELLIS, J.S. & KNIGHT, M.E. Causes of rarity in bumblebees. **Biological Conservation**, v. 122, p. 1-8, 2005.
- HOGENDOORN, K. **On promoting solitary bee species for use as crop pollinators in greenhouses**. In: *Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. (eds.), Fortaleza: Imprensa Universitária, p. 213-221, 2004.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. & SARAIVA, A. M. Polinizadores e polinização- Tema global. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M.. (Org.). **Polinizadores no Brasil – contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. 1ed. São Paulo: EDUSP, p. 335-348, 2012.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. & DIAS, B.F.S. 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, 2004.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; DE JONG, D.; SARAIVA, A.M.(eds.). **Bees as Pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting the best practices**. Holos Ed., Ribeirão Preto, 114p, 2006.
- KEARNS C. A.; INOUE, D. W. & WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 29, p. 83-112, 1998.
- KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; SILVA, A.C. & ASSIS, M.G.P. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Mensagem doce**, v. 12, n. 80, 2005.
- KEVAN, P.G. & VIANA, B.F. The global decline of pollination services. **Biodiversity**, v.4, n. 4, p. 3-8, 2003.
- KLEIJN, D. & RAEMAKERS, A. A retrospective analysis of pollen host plant use by stable and declining bumblebee species. **Ecology**, v. 89, n. 7, p.1811–1823, by the Ecological Society of America, 2008.
- KLEIN, A.M.; VAISSIERE, B.E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C. & TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, p. 303-313, 2007.

- KOSIOR A, CELARY W, OLEJNIKZAK P, FIJAL J & KROL W, *et al.* The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of western and central Europe. **Oryx**, v. 41, p. 79–88, 2007.
- LOPES, M.; FERREIRA, J. B. & SANTOS, G. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v.2, n.4, 2005.
- MAGALHÃES, C.B. & FREITAS, B.M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**, v. 44, p. 234-239, 2013.
- MALAGODI-BRAGA, K.S. & KLEINERT, A.M.P. Could *Tetragonisca angustula* (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouse. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, n. 7, p. 771-773, 2004.
- MEISELS, S. & CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. as pollinators of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 437, p. 425-429, 1997.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and human well-being: synthesis**. Island Press, Washington, DC, 100p, 2005.
- MORAIS, M.M.; DE JONG, D.; MESSAGE, D.; GONÇALVES, L.S. Perspectivas e desafios para o uso das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In: **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. (eds.), São Paulo: Edusp, cap. 10, p. 203-212, 2012.
- MOURE, J.S. & MELO, G. A. R. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Aug/21/2015.
- OLROYD, B.P. What's killing American honey bee? **PLoS Biology**, v. 5, n. 6, p. 168, 2007.
- OSBORNE, J.L. & CORBET, S.A. Managing habitats for pollinators in farmland. **Aspects of Applied Biology**, v. 40, p. 207–215, 1994.
- PITTS-SINGER, T.L., & CANE J.H. The alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*: The world's most intensively managed solitary bee. **Annual Review of Entomology**, n. 56, v. 1, p. 221 – 237, 2011.
- POTTS, S.; BIESMEIJER, K.; BOMMARCO, R.; BREEZE, T.; CARVALHEIRO, L.; FRANZEN, M.; GONZALEZ-VARO, J.P.; HOLZSCHUH, A.; KLEIJN, D.; KLEIN, A.M.; KUNIN, B.; LECOCQ, T.; LUNDIN, O.; MICHEZ, D.; NEUMANN, P.; NIETO, A.; PENEV, L.; RASMONT, P.; RATAMAKI, O.; RIEDINGER, V.; ROBERTS, S.P.M.; RUNDLOF, M.; SCHEPER, J.; SORENSEN, P.; STEFFAN-DEWENTER, I.; STOEV, P.; VILA, M.; SCHWEIGER, O. **Status and trends of European pollinators**. Key findings of the STEP project. Pensoft Publishers, Sofia, 72 p. 2015.
- RASMONT, P. **Monographie écologique et zoogéographique des bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)**. Dissertação Faculdade de Ciências Agrônômicas de l'Etat, Gembloux, Belgique, 1988.
- RICHARDS, A.J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany, Oxford**, v. 88, p. 165-172, 2001.
- ROSKOV, Y.; ABUCAY, L.; ORRELL, T.; NICOLSON, D.; KUNZE, T.; CULHAM, A.; BAILLY, N.; KIRK, P.; BOURGOIN, T.; DEWALT, R.E.; DECOCK, W.; DE WEVER, A., eds. **Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2015 Annual Checklist**. Pesquisa digital em: [www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2015](http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2015). Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. 2015.
- ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: FAO. Agricultural Services Bulletin, p. 118, 1995.
- SEKITA, N. Managing *Osmia cornifrons* to pollinate apples in Aomori Prefecture, Japan. **Acta Horticulture**, v. 561, p. 303-308, 2001.
- SHIPP, J.L.; WHITFIELD, G.H. & PAPAPOPOULOS, A.P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**, v. 57, p. 29–39, 1994.
- TORCHIO, P.F. Fields experiments with the pollinator species *Osmia lignaria propinqua* Cresson, in apple orchard: V, (1979-1980), Methods of introducing bees, nesting success, seeds counts, fruits yields (Hymenoptera, Megachilidae). **Entomological Society**, v. 58, p. 448-464, 1985.
- UK Biodiversity Group. UK Biodiversity Group Tranche 2 Action Plans: Invertebrates, vol. IV. English Nature, Peterborough, 1998.
- VELTHUIS, H.H.W. & DOORN, A. van. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. **Apidologie**, v. 37, p. 421-451, 2006.
- WILLIAMS, I.H.; CORBET, S.A. & OSBORNE, J.L. Beekeeping, wild bees, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World**, v. 72, p. 170–180, 1991.
- WILLIAMS, P.H. Environmental change and the distribution of British bumble bees (*Bombus* Latr.). **Bee World**, v. 67, p. 50–61, 1986.
- WINSTON, M.L. **A biologia da abelha**. Tradução de Carlos A. Osowski – Porto Alegre: Magister, 276 p., 2003.