

## Declínio populacional das abelhas polinizadoras: Revisão

Paulo Vitor Divino Xavier de Freitas<sup>1\*</sup>, Fagner Machado Ribeiro<sup>1</sup>, Emizael Menezes de Almeida<sup>2</sup>, Rodrigo Alves Zanata<sup>3</sup>, Jáliston Júlio Lopes Alves<sup>1</sup>, Valéria Ferreira Oliveira<sup>4</sup> Patricia Faquinello<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Zootecnia, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, (IF Goiano), Rio Verde, GO, Brasil.

<sup>2</sup>Mestrando em zootecnia, Universidade Federal de Goiás – EVZ, (UFG), Goiânia, GO, Brasil.

<sup>3</sup>Acadêmico do curso de zootecnia, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, (IF Goiano), Ceres, GO, Brasil.

<sup>4</sup>Mestranda em Agroquímica, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, (IF Goiano), Rio Verde, GO, Brasil.

<sup>5</sup>Professora Doutora – Departamento de Zootecnia, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, (IF Goiano), Ceres, GO, Brasil.

\*Autor correspondente: [paulovitor\\_freitas@hotmail.com](mailto:paulovitor_freitas@hotmail.com)

**RESUMO.** A biodiversidade de abelhas no mundo é muito grande. São conhecidas cerca de 20.000 espécies. As abelhas são os principais polinizadores e são cruciais para muitas culturas agrícolas, além de contribuir para a conservação da biodiversidade vegetal. Muitas plantas de importância econômica dependem desses insetos polinizadores, que contribuem para aumento da produção de frutos e sementes. A criação de abelhas tem se destacado como uma das poucas atividades zootécnicas que causa baixo impacto ambiental e ao mesmo tempo proporciona um rápido retorno do capital investido. Altas taxas de mortalidade e o desaparecimento das abelhas deixam em risco a segurança alimentar nacional e internacional. Vários fatores podem contribuir para altos índices de mortalidade, dentre eles a morte da rainha, falta de reserva de alimentos, condições pobres de forrageamento em consequência da perda de habitat, exposição a pesticidas e doenças causadas por fungos, bactérias e parasitos. Entre as principais doenças que acometem as abelhas podemos destacar a Varroose, Loque Americana, Nosemosi e Desordem do Colapso das Colônias. Discutida a importância das abelhas, medidas profiláticas de controle e preservação devem ser tomadas a fim de garantir manutenção e sobrevivência das abelhas.

**Palavras chave:** Sustentabilidade, sobrevivência, perda economia

### *Factors that influence population decline of bees: Review*

**ABSTRACT.** The biodiversity of bees in the world is very large. They are known about 20,000 species. Bees are the main pollinators and are crucial for many crops, and contribute to the conservation of plant biodiversity. Many plants of economic importance rely on these pollinating insects, which contribute to increased production of fruits and seeds. The beekeeping has emerged as one of the few animal husbandry activities that cause low environmental impact while providing a rapid return on invested capital. High mortality rates and the disappearance of bees leaving at risk the national and international food security. Several factors can contribute to high mortality rates, including the death of the queen, lack of food supply, poor conditions of foraging as a result of habitat loss, pesticide exposure and diseases caused by fungi, bacteria and parasites. Among the major diseases affect bees can highlight the Varroa mites, foulbrood American, Nosemosi and Collapse Disorder Colony. Discussed the importance of bees, prophylactic measures of control and preservation must be taken to ensure the maintenance and survival of bees.

**Keywords:** Sustainability, survival, loss, economy

## *Disminución de la población de abejas polinizadoras: Revisión*

**RESUMEN.** La biodiversidad de abejas en el mundo es muy grande. Son conocidas cerca de 20.000 especies. Las abejas son las principales polinizadoras y son cruciales para muchos cultivos agrícolas, además de contribuir para la conservación de la biodiversidad vegetal. Muchas plantas de importancia económica dependen de estos insectos polinizadores, que contribuyen para aumentar la producción de frutos y semilla. La cría de abejas se ha destacado como una de las pocas actividades zootécnicas que causa bajo impacto ambiental y al mismo tiempo proporciona un rápido retorno do capital invertido. Altas tasas de mortalidad e o desaparecimento de las abejas dejan en riesgo la seguridad alimentar nacional e internacional. Varios factores pueden contribuir para altos índices de mortalidad, dentro ellos la muerte de la reina, falta de reserva de alimentos, condiciones pobres de forrajeo y consecuencia de perdida de hábitat, exposición a pesticidas y enfermedades causadas por hongos, bacterias y parásitos. Entre las principales enfermedades que afectan las abejas podemos destacar la Varroosis, Loque Americana, Nosemosis y Desorden del Colapso de las colonias. Discutida la importancia de las abejas, medidas profilácticas de control y preservación deben ser tomadas a fin de garantir manutenção y sobrevivencia de las abejas.

**Palabras clave:** Sostenibilidad, supervivencia, pérdidas económicas

### **Introdução**

A biodiversidade de abelhas no mundo é muito grande, sendo consideradas cerca de 20.000 espécies, dessas, a grande maioria tem hábitos solitários e cerca de 1.000 espécies são sociais. Essas abelhas tem papel importante na biodiversidade vegetal e nos serviços socioeconômicos, a polinização fornecida por essas foram avaliados em bilhões de dólares (Southwick & Southwick, 1992; Granberg et al., 2013).

O processo de evolução de abelhas e plantas se deu de forma conjunta durante milhões de anos. Em algumas espécies vegetais pode ocorrer a autopolinização (Souza et al., 2007); enquanto que em outras há a necessidade do pólen ser recebido de outras plantas (Chiari et al., 2005). Sendo assim, surgiram muitas especializações entre abelhas e plantas, de forma que algumas espécies vegetais dependem diretamente das abelhas para manutenção. As principais espécies das plantas de importância econômica dependem da polinização por insetos, que contribuem para aumento da produção de frutos e sementes (Malerbo-Souza et al., 2003; Toledo et al., 2003). Apesar de vários insetos realizarem a polinização, as abelhas são os principais polinizadores dos vegetais (Souza et al., 2007). A polinização é crucial para muitas culturas agrícolas, além de contribuir para a conservação da biodiversidade vegetal (Moritz et al., 2010).

As abelhas se beneficiam com os recursos fornecidos pelas flores durante as visitas para coleta de alimentos, e intencionalmente, ficam

aderidos grãos de pólen no corpo da abelha, estes são depositados na próxima flor visitada, ocorrendo assim a polinização cruzada que propicia a fertilização cruzada das flores (Imperatriz-Fonseca & Nunes-Silva, 2010).

Os valores econômicos dos produtos produzidos pelas abelhas representam uma pequena parcela quando comparado à importância da função polinizadora para a biodiversidade e agricultura (Morse & Calderone, 2000). Uma série de pesquisadores, nacionais e internacionais, buscam informações sobre a perda das abelhas. Só nos Estados Unidos a perda anual de abelhas ultrapassa os 30% (Lee et al., 2015). Essa perda acelerada de abelhas nos últimos anos têm deixado apicultores e pesquisadores espantados (Francis et al., 2013). O desaparecimento das abelhas deixaria a segurança alimentar nacional e internacional ameaçadas (Corby-Harris et al., 2016). Entre os diversos fatores relacionados com o declínio das abelhas, podemos citar como sendo os principais: doença, parasitismo, insuficiência da rainha, desnutrição, pesticidas e fatores antrópicos (Johnson et al., 2010). Outros fatores que contribuem de forma significativa para o declínio das abelhas são a perda e fragmentação do habitat. Esses fatores levam ao isolamento das espécies, causando assim endogamia o que contribui de forma significativa para a manifestação de genes recessivos (Zayed, 2009).

Os fatores citados anteriormente não agem de forma independente, dificultando a determinação do impacto real de cada um deles (Williams &

Osborne, 2009). Diante do exposto, objetivou-se com esta revisão relatar sobre a apicultura e alguns dos principais fatores que estão associados ao desaparecimento das abelhas.

### Revisão de literatura

A apicultura tem se destacado como uma das poucas atividades zootécnicas que causa baixo impacto ambiental, e ao mesmo tempo proporciona um rápido retorno do capital investido (Bacha Júnior et al., 2009). Essa atividade tem evoluído e incrementado novas técnicas para padronização dos seus produtos. Produtos apícolas tem conquistado o mercado mundial se expandido ano após ano, gerando oportunidade para produtores em empresas do segmento (Martinez & Soares, 2012).

Existe um mercado considerável para os produtos apícolas, que são utilizados como alimentos ou como aditivos para produtos farmacêuticos e médicos. As abelhas têm sido muito utilizadas na produção de mel, própolis, cera e geleia real (Mouro & Toledo, 2004). A criação de abelhas está profundamente enraizada na sociedade, podendo ser desenvolvida simultaneamente com outras atividades agrícolas (Moritz et al., 2010; Pontara et al., 2012). A apicultura é uma atividade produtiva e sustentável que traz impactos positivos no âmbito social, econômico e ambiental. Quanto ao aspecto social, destaca-se a geração de renda para o homem do campo (Khan et al., 2009).

A rentabilidade da apicultura depende de ambientes com fontes amplas e nutritivas de pólen e néctar. A escassez desses dois alimentos faz com que apicultores forneçam suplementos a fim de prevenir a deficiência nutricional e insuficiência da colônia (Decourtye et al., 2010). No Brasil, o aumento das lavouras, especialmente de soja, tem afetado a apicultura de forma negativa. Cientistas relatam que a força das colônias tende a diminuir nessas áreas, em consequência da menor oferta de pólen (Vandame & Palacio, 2010).

A apicultura brasileira está atualmente enfrentando questões importantes, provavelmente devido à falta de conhecimento técnico, o que faz com que a introdução de novas técnicas seja uma prática indispensável (Tassinari et al., 2013). Aumentar o profissionalismo, desenvolver sistemas modernos para melhor explorar a atividade, investir em estudos sobre aspectos da biologia da abelha, genética, comportamento, produção, composição do mel, caracterização

geográfica das colmeias são ferramentas que podem ser utilizadas para melhorar a apicultura brasileira (Rúa et al., 2009; Camargo et al., 2014). É importante também, para essa atividade, o conhecimento das plantas usadas pelas abelhas. Assim, os apicultores terão informações sobre as fontes de néctar e pólen, especialmente no Brasil onde grande parte da produção é proveniente da vegetação natural (Sodré et al., 2007).

### Doenças

A mortalidade e o desaparecimento das abelhas podem ser causados por diversos fatores. Dentre eles estão à morte da rainha, falta de reserva de alimentos (Néctar e Pólen), condições pobres de forrageamento em consequência da perda de habitat, pesticidas e doenças causadas por fungos, bactérias e parasitos (Conte et al., 2010; Soroker et al., 2010). Fora a perda de habitat, os parasitas parecem ser a ameaça mais comum às populações de abelhas (Stout & Morales, 2009). O processo para disseminação do parasita é longo, dessa forma o conhecimento pleno dos principais agentes patogênicos podem ajudar a controlar as perdas de colônias (Rutrecht & Brown, 2008). Vários são os fatores ambientais que podem predispor a ocorrência de doenças e influenciar direta ou indiretamente o desenvolvimento de patógenos. Dentre esses fatores, destacam-se: flora distante, escassez de alimento, condições abióticas extremas e água de baixa qualidade. Para uma maior eficácia no controle das doenças, é necessário criar estratégias de controle. Contudo, para que o controle seja eficaz, é necessário que se conheçam as principais doenças e processos infecciosos (Moritz et al., 2010). Agentes patogênicos como ácaros, fungos, bactérias, vírus e parasitos são grandes ameaçadores da saúde das abelhas. Dessa forma, o controle de fatores como temperatura e umidade relativa deve ser considerado durante a instalação dos apiários, já que locais com alta umidade favorecem o aparecimento de fungos e doenças microbianas que influenciam diretamente no sucesso da atividade (Alves et al., 2015).

Quando alguma enfermidade acomete as abelhas é necessário encontrar maneiras alternativas para reduzir ou controlar a doença, seja por métodos naturais ou químicos (Araneda et al., 2015). Nem sempre após o aparecimento de sintomas clínicos é possível salvar ou recuperar a colônia (Moritz et al., 2010). Sendo assim, é clara a necessidade de diagnóstico precoce da doença, evitando também o uso de medicamentos que

deixam, por consequência, resíduos nos produtos apícolas ([Adams et al., 2007](#)).

A introdução de apicultura orgânica é um meio ecológico para evitar resíduos de contaminantes nos produtos apícolas, no entanto poucos estudos foram realizados para que se possam sanar todos os problemas patogênicos apenas com a utilização de produtos naturais ([Bogdanov, 2006](#)). As abelhas também apresentam alguns comportamentos com o intuito de eliminar a presença de agentes patogênicos da colônia. Um deles é conhecido como “suicidal pathogen remove”, comportamento adaptativo das abelhas. Nesse tipo de comportamento as abelhas não retornam para a colônia quando estão infectadas, a fim de expelir os agentes patogênicos ([Higes et al., 2010](#)).

#### *Varroose*

O ácaro *Varroa destructor* é considerado um parasita devastador de colônias no mundo, podendo trazer resultados negativos tanto para a produção agrícola quanto para o ecossistema não agrícola ([Fazier et al., 2010](#)). Esse parasita pode ser visivelmente observado sobre as pupas e tórax das abelhas adultas, tem a cabeça do tamanho de um alfinete e cor marrom avermelhada. Alimentase da hemolinfa das larvas, pupas e indivíduos adultos, além de ser considerado importante vetor para vários vírus ([Martel et al., 2007](#); [Moritz et al., 2010](#)).

A primeira observação do ácaro no Brasil foi na década de 70 em Ribeirão Preto – São Paulo ([Pinto et al., 2012](#)). Ainda de acordo com esses autores, vários estudos têm mostrado que altas taxas de infestação são multifatoriais, envolvendo fatores bióticos e abióticos, os quais têm mostrado ser significativos na dinâmica de infestação deste parasito.

A gravidade da varroose pode variar de acordo com as subespécies de abelhas, condições climáticas, fluxo de néctar, período de desenvolvimento das crias e da capacidade das abelhas de detectar e remover o ácaro ([Santos et al., 2015](#)). Alguns estudos mostram que a infestação pela *Varroa destructor* é duas vezes maior em ninhadas de células grandes do que em ninhadas de células pequenas. Sendo assim, este fato se mostra como um dos responsáveis pela maior suscetibilidade das abelhas europeias em relação as abelhas africanizadas, uma vez que suas células de cria são maiores ([Message & Gonçalves, 1995](#); [Berry et al., 2010](#)). A infestação

do ácaro pode variar de forma diferente entre as estações do ano, quando efeitos, tais como a disponibilidade de alimentos, mudanças de comportamento e interações com outros patógenos, influenciarão na taxa de lotação desse parasita ([Pinto et al., 2015](#)).

O comportamento higiênico é outro fator que pode ter grande influência no controle desse parasito, uma vez que a taxa de infestação é menor em colônias selecionadas ([Pinto et al., 2012](#)). O uso de abelhas selecionadas torna-se uma alternativa no controle desse parasito sem a necessidade de medidas de controle adicionais ([Rinderer et al., 2010](#)).

Existem alguns programas de melhoramento genético na América do Norte com o intuito de selecionar rainhas eficazes nos mecanismos de defesa contra ácaros. A substituição periódica das rainhas de colônias menos resistentes se torna uma prática preventiva, cujo resultado implicará em um menor número de aplicações de acaricidas ([Pinto et al., 2012](#)). Os acaricidas são produtos químicos utilizados regularmente no controle desses parasitos. No entanto, várias são as desvantagens que os acompanham, tais como custos elevados, resíduos em produtos apícolas e seleção de ácaros resistentes aos acaricidas ([Büchler et al., 2010](#)). É importante minimizar ou eliminar a utilização de acaricidas, pois esses deixam resíduos no mel, cera e própolis, prejudicando assim a imagem da apicultura e indústria apícola ([Wallner, 1999](#)).

#### *Loque americana*

Loque Americana (AFB) é uma doença altamente infecciosa causada pela bactéria *Paenibacillus larvae subs. Larvae*. Essa bactéria forma esporos que afetam as larvas e pupas das abelhas ([Albo et al., 2003](#); [Piana et al., 2015](#)). Os esporos liberados pela bactéria penetram no intestino médio das larvas até entrar na cavidade do corpo, causando assim uma infecção que leva a larva a morte ([Behrens et al., 2007](#)). A AFB é uma doença grave não só capaz de matar indivíduos infectados, mas também potencialmente letal para as colônias infectadas ([Ashiralieva & Genersch, 2006](#)). A principal forma de transmissão é por equipamentos que foram utilizados em colônias afetadas (Feldlaufer et al., 2001). A Loque americana causa grandes prejuízos no mundo, que podem ser consequência do impacto negativo sobre a agricultura e a indústria apícola

([Steinkraus & Morse, 1992](#); [Crailsheim & Riessberger-Gallé, 2001](#)).

Os prejuízos econômicos podem ser avaliados de acordo com o número de colônias com crias mortas, demanda de mão de obra em manejos extras e custos com medicamentos ([Gende et al., 2010](#)). Esse agente patogênico é fatal para as larvas, enquanto as abelhas adultas não são susceptíveis à doença ([Albo et al., 2003](#)).

O hábito de higiene das abelhas dificulta a identificação de colônias doentes, já que as operárias removem as larvas infectadas antes que a doença se torne visível ao olho humano ([Spivak & Reuter, 2001](#)). Existem, no mundo, estudos em busca de plantas com substâncias antibacterianas. No Brasil, há uma rica biodiversidade com numerosos compostos que podem contribuir para a saúde das abelhas, dentre elas a *Calendula officinalis*, *Cariniana domestica* e *Nasturtium officinale* ([Piana et al., 2015](#)). [Albo et al. \(2003\)](#) encontraram em seus estudos que pequenas concentrações de óleos essenciais de plantas aromáticas como tomilho (*Thymus vulgaris*), capim limão (*Cymbopogon citratus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e orégano (*Origanum Vulgare*) são eficientes no controle da loque americana, visto que reduzem os níveis de resistência da bactéria.

Em muitos países, o tratamento da Loque Americana é feito através do uso de antibióticos, entretanto esse tipo de tratamento pode deixar resíduos no mel, sendo proibido em quase todo território Europeu. Entretanto em países como Suíça, Reino Unido e Bélgica são estabelecidos LMR (limites máximos de resíduos) que giram em torno de 0,001 mg/kg a 0,05 mg/kg para cada grupo de antibióticos ([Bogdanov, 2006](#)).

#### *Nosemose*

A doença noseemose é causada por fungos *Nosema* spp. (*Nosema ceranae* e *Nosema apis*). Esses são parasitas intracelulares obrigatórios que crescem e se reproduzem no intestino médio das abelhas, podendo se espalhar por todos os tecidos do hospedeiro, incluindo o cérebro e tecido abdominal ([Rutrecht & Brown, 2008](#); [Corby-Harris et al., 2016](#)). Essa doença não apresenta sintomas externos, o que dificulta sua identificação e faz com que, muitas das vezes não seja percebida ([Malone & Giaccon, 1996](#)). As principais consequências são a redução do tempo de vida da abelha e do número de indivíduos da colônia e menor produtividade de mel ([Whitaker](#)

[et al., 2010](#)). A doença pode infectar todos os membros da colônia, incluindo abelhas operárias, zangões e rainhas ([Araneda et al., 2015](#)). Apesar de a doença acometer todos os indivíduos da colônia, ela está associada a abelhas operárias. A noseemose é a mais difundida doença que acomete abelhas adultas, provocando grandes perdas econômicas no mundo ([Giersch et al., 2009](#)). A noseemose se tornou mais problemática do que costumava ser no passado ([Vandame & Palacio, 2010](#)). Desde a década de 1960, esse tipo de doença não era um problema, pois quase desapareceu com a africanização das abelhas. Esses são parasitas comuns de abelhas e estão distribuídos no mundo, porém a ocorrência se dá com maior frequência em países de clima temperado ([Moritz et al., 2010](#)).

Os parasitas intracelulares obrigatórios entram no hospedeiro por via oral e necessitam de energia para se reproduzir ([Naug & Gibbs, 2009](#); [Forsgren & Fries, 2010](#)). Sendo assim, as abelhas infectadas tem uma maior demanda energética, fazendo com que haja um aumento na busca por alimento, que traz por consequência uma maior transmissão horizontal dos esporos do parasita ([Woyciechowski & Kozlowski, 1998](#)). A substância mais eficaz no controle desse parasita é o fumagilina ([Costa et al., 2010](#)). Segundo os autores, seguem estudos pelo mundo em busca de produtos que sejam ecologicamente permitidos. Isso se dá pela possibilidade da doença desenvolver resistência aos produtos químicos ([Araneda et al., 2015](#)). O uso de produtos químicos integrados em conjunto com produtos naturais alternativos no tratamento de doenças pode ajudar a reduzir a contaminação dos produtos apícolas ([Albo et al., 2003](#)). Outros métodos preventivos de controle seriam a instalação das colmeias em locais com pouca umidade e a desinfecção de equipamentos com ácido acético entre um manejo e outro ([Maistrello et al., 2008](#)).

#### *Desordem do colapso das colônias (CCD)*

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), a CCD não foi detectada no país. No Brasil, o abandono de colônias e morte das abelhas acontece, no entanto, em consequência de outros fatores como aplicação de agrotóxico, consumo de plantas tóxicas, morte por fome e por doenças. Esses fatores que apresentam sintomas bem diferentes dos causados pela CCD ([Vandame & Palacio, 2010](#)). A desordem do colapso das colônias (CCD) foi relatada pela primeira vez em 2006 e tem causas

multifatoriais que podem ser reconhecidas apenas após sua ocorrência. É caracterizada pela rápida perda de abelhas operárias adultas, com ausência de indivíduos mortos dentro ou próximo a colônia, enfraquecimento ou morte da colônia com excesso de crias quando comparado à população adulta (Cox-Foster et al., 2007; Soroker et al., 2010). Esse fenômeno, inexplicável até o presente momento, se tornou uma preocupação crescente para governos e organizações internacionais, que aumentaram os investimentos relacionados à investigação da sua origem. A importância da CCD decorre não só das grandes perdas da produção apícola, mas das perdas indiretas causadas pela falta de polinização das culturas de interesse econômico (Granberg et al., 2013). Existe uma hipótese que a CCD é causada por um agente infeccioso ainda não identificado. Essa ideia é baseada em evidências que a transmissão se dá através da reutilização de equipamentos que foram utilizados em colônias contaminadas e que a transmissão pode ser quebrada por irradiação (Cox-Foster et al., 2007).

Van Engelsdorp et al. (2007) encontraram em seus estudos uma correlação entre a CCD o Fungo *Nosema* e altas taxas infestação por *Varroa destructor*. Entretanto, Stevanovic et al. (2010) relataram que o aumento na carga de patógenos em colônias que apresentam a CCD pode ser consequência do menor poder de defesa, visto o reduzido número de abelhas nelas encontradas. Alguns estudos relatam que na maioria das vezes as colônias que apresentam CCD são encontradas com algum tipo de infecção, que é consequência secundária resultante de alguns elementos ou combinação de fatores que reduzem a capacidade das abelhas em mitigar a infecção (Conte et al., 2010; Tokarz et al., 2011; Cornman et al., 2012). Além da relação da doença com cargas de patógenos, existe a possibilidade de esse fenômeno ser provocado por pesticidas, que independentemente da CCD já contribuía a décadas para o declínio para o declínio das abelhas (Johnson et al., 2010).

### *Pesticidas*

Apesar de muitas culturas agrícolas fornecerem amplas fontes de néctar e pólen, são na maioria das vezes consideradas grandes ameaças as abelhas, em consequência da realização de práticas ecologicamente incorretas. Entre essas práticas, podemos citar como principal aplicação de pesticidas. As abelhas operárias estão mais impostas aos pesticidas durante as visitas em

busca de recursos alimentares, entretanto todos os indivíduos da colônia estão sujeitas à contaminação. As abelhas que desenvolvem atividades no interior da colônia consomem e alimentam as larvas com pólen e néctar que podem estar contaminados (Pham-Delègue et al., 2002). O grande número e frequência da aplicação de pesticidas nas lavouras fazem com o pólen e néctar de plantas cultivadas represente um risco claro para abelhas e outros polinizadores naturais (Sanchez-Bayo & Goka, 2014).

A criação dos transgênicos beneficiou a apicultura através da redução da aplicação de pesticidas em culturas protegidas por *Bacillus thuringiensis* (Bt). Por outro lado a mudança para variedades transgênicas resistentes a herbicidas propicia uma maior aplicação desses, causando impacto negativo sobre a diversidade floral, visto que plantas daninhas também fornecem subsídios para abelhas (Johnson et al., 2010).

Os principais problemas são em consequência dos pesticidas sistêmicos, que são translocados no sistema vascular da planta, contaminando pólen e néctar. Esses, quando utilizados pelas abelhas prejudicam o desenvolvimento da colônia e a qualidade dos seus produtos (Kubik et al., 1999). Dos diversos pesticidas utilizados no mundo, o grupo dos neonicotinóides tem recebido a maior atenção, pois são compostos muito utilizados pela sua baixa toxicidade aos vertebrados e longa duração (Johnson et al., 2010; Krupke et al., 2012). No entanto esses podem prejudicar as funções cognitivas das abelhas (Zhang & Nieh, 2015).

Os neonicotinóides mimetizam a ação da acetilcolina e não são degradados pela acetilcolinesterase, eles se encaixam no receptor da acetilcolina na membrana das células pós-sinápticas, abrindo canais de Na<sup>+</sup> na mesma, com consequente hiperatividade nervosa, seguido de colapso do sistema nervoso (Sattelle et al., 1985; Beadle et al., 1989). Esses colapsos podem paralisar os insetos, expondo a necessidade de novos estudos afim de relacionar os neonicotinóides com a CCD (Sanchez-Bayo & Goka, 2014). O potencial para maior exposição das abelhas ocorre durante plantio, onde concentrações extremamente elevadas de neonicotinóides e outros inseticidas são expelidos para o ambiente (Krupke et al., 2012). Samson-Robert et al. (2014) encontraram concentrações de inseticidas em poças de água frequentadas por abelhas no entorno de lavouras. Apesar de ser em

pequenas concentrações, a exposição repetida por meio do consumo, pode trazer consequências para o desenvolvimento das colônias.

### Considerações Finais

As abelhas são importantes, tanto para sistemas agrícolas, quanto para sistemas não agrícolas, o que faz delas, conseqüentemente, grandes responsáveis pela manutenção de várias espécies vegetal e animal. Seus trabalhos de polinização são calculados em bilhões de dólares, no entanto passam despercebidos e são desconhecidos por muitos. Percebida a importância desses insetos e a situação de risco a qual se encontra a apicultura, devido ao desaparecimento das abelhas em muitos países, tornam-se necessários o investimento em novas pesquisas e a geração de subsídios para a expansão da apicultura.

### Referências Bibliográficas

- Adams, S. J., K. Heinrich, M. Hetmanski, R. J. Fussell, S. Wilkins, H. M. Thompson, and M. Sharman. 2007. Study of the depletion of tylosin residues in honey extracted from treated honeybee (*Apis mellifera*) colonies and the effect of the shook swarm procedure. *Apidologie*, 38, 315-322.
- Albo, G., C. Henning, J. Ringuet, F. Reynaldi, M. De Giusti, and A. Alippi. 2003. Evaluation of some essential oils for the control and prevention of American Foulbrood disease in honey bees. *Apidologie*, 34, 417-427.
- Alves, L. H. S., P. C. R. Cassinobra, and F. Prezoto. 2015. Efeito dos fatores abióticos sobre a atividade forrageadora de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 em inflorescências de *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). *Acta Scientiarum, Animal Science*, 37, 405-409.
- Araneda, X., M. Cumian, and D. Morales. 2015. Distribution, epidemiological characteristics and control methods of the pathogen *Nosema ceranae* Fries in honey bees *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae). *Archivos de Medicina Veterinaria*, 47, 129-138.
- Ashiralieva, A., and E. Genersch. 2006. Reclassification, genotypes and virulence of *Paenibacillus larvae*, the etiological agent of American foulbrood in honeybees—a review. *Apidologie*, 37, 411.
- Bacha Júnior, G. L., A. S. Felipe-Silva, and P. L. Pereira. 2009. Taxa de infestação por ácaro *Varroa destructor* em apiários sob georreferenciamento. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61, 1471-1473.
- Beadle, D. J., G. Horseman, Y. Pichon, M. Amar, and T. Shimahara. 1989. Acetylcholine-activated ion channels in embryonic cockroach neurones growing in culture. *Journal of Experimental Biology*, 142, 337-355.
- Behrens, D., E. Forsgren, I. Fries, and R. Moritz. 2007. Infection of drone larvae (*Apis mellifera*) with American foulbrood. *Apidologie* 38: 281-288.
- Berry, J. A., W. B. Owens, and K. S. Delaplane. 2010. Small-cell comb foundation does not impede *Varroa mite* population growth in honey bee colonies. *Apidologie* 41: 40-44.
- Bogdanov, S. 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie* 37: 1-18.
- Büchler, R., S. Berg, and Y. Le Conte. 2010. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in Europe. *Apidologie* 41: 393-408.
- Camargo, S. C., R. C. Garcia, A. Feiden, E. S. Vasconcelos, B. G. Pires, A. M. Hartleben, F. J. Moraes, J. Giasson, and E. S. Mittanck. 2014. Implementation of a geographic information system (GIS) for the planning of beekeeping in the west region of Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86, 955-971.
- Chiari, W. C., V. d. A. A. Toledo, M. C. C. Ruvolo-Takasusuki, A. J. B. Oliveira, E. S. Sakaguti, V. M. Attencia, F. M. Costa, and M. H. Mitsui. 2005. Pollination of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 31-36.
- Conte, Y., M. Ellis, and W. Ritter. 2010. *Varroa mites* and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses? *Apidologie* 41: 353-363.
- Corby-Harris, V., L. Snyder, C. A. D. Meador, R. Naldo, B. Mott, and K. E. Anderson. 2016. *Parasaccharibacter apium*, gen. nov., sp. nov., improves honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) resistance to *Nosema*. *Journal of Economic Entomology*, 1, 1-7.
- Cornman, R. S., D. R. Tarpy, Y. Chen, L. Jeffreys, D. Lopez, J. S. Pettis, and J. D. Evans. 2012. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *Plos One*, 7, e43562.
- Costa, C., M. Lodesani, and L. Maistrello. 2010. Effect of thymol and resveratrol administered with candy or syrup on the development of

- Nosema ceranae and on the longevity of honeybees (*Apis mellifera* L.) in laboratory conditions. *Apidologie* 41: 141-150.
- Cox-Foster, D. L., S. Conlan, E. C. Holmes, G. Palacios, J. D. Evans, N. A. Moran, P.-L. Quan, T. Briese, M. Hornig, and D. M. Geiser. 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, 318, 283-287.
- Crailsheim, K., and U. Riessberger-Gallé. 2001. Honey bee age-dependent resistance against American foulbrood. *Apidologie* 32: 91-103.
- Decourtye, A., E. Mader, and N. Desneux. 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Apidologie* 41, 264-277.
- Frazier, M., E. Muli, T. Conklin, D. Schmehl, B. Torto, J. Frazier, J. Tumlinson, J. D. Evans, and S. Raina. 2010. A scientific note on *Varroa destructor* found in East Africa; threat or opportunity? *Apidologie*, 41, 463-465.
- Forsgren, E., and I. Fries. 2010. Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees. *Veterinary Parasitology*, 170, 212-217.
- Francis, R. M., S. L. Nielsen, and P. Kryger. 2013. *Varroa*-virus interaction in collapsing honey bee colonies. *Plos One*, 8, e57540.
- Gende, L. B., J. Principal, M. D. Maggi, S. M. Palacios, R. Fritz, and M. J. Eguaras. 2010. *Melia azedarach* extract and essential oils of *Cinnamomun zeylancum*, *Mentha piperita* and *Lavandula officinalis* as a control of *Paenibacillus* larvae. *Zootecnia Tropical*, 26: 151-156.
- Giersch, T., T. Berg, F. Galea, and M. Hornitzky. 2009. *Nosema ceranae* infects honey bees (*Apis mellifera*) and contaminates honey in Australia. *Apidologie* 40: 117-123.
- Granberg, F., M. Vicente-Rubiano, C. Rubio-Guerri, O. E. Karlsson, D. Kukielka, S. Belák, and J. M. Sánchez-Vizcaíno. 2013. Metagenomic detection of viral pathogens in spanish honeybees: co-infection by aphid lethal paralysis, Israel acute paralysis and lake sinai viruses. *Plos One*, 8, e57459.
- Higes, M., R. Martín-Hernández, and A. Meana. 2010. *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis. *Apidologie*, 41, 375-392.
- Imperatriz-Fonseca, V. L., and P. Nunes-Silva. 2010. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*, 10, 59-62.
- Johnson, R. M., M. D. Ellis, C. A. Mullin, and M. Frazier. 2010. Pesticides and honey bee toxicity—USA. *Apidologie*, 41, 312-331.
- Khan, A. S., V. D. Matos, and P. V. P. S. Lima. 2009. Desempenho da apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e fatores condicionantes. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 47, 651-676.
- Krupke, C. H., G. J. Hunt, B. D. Eitzer, G. Andino, and K. Given. 2012. Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *Plos One*, 7, e29268.
- Kubik, M., J. Nowacki, A. Pidek, Z. Warakomska, L. Michalczuk, and W. Goszczynski. 1999. Pesticide residues in bee products collected from cherry trees protected during blooming period with contact and systemic fungicides. *Apidologie* 30, 521-532.
- Lee, K. V., N. Steinhauer, K. Rennich, M. E. Wilson, D. R. Tarpy, D. M. Caron, R. Rose, K. S. Delaplane, K. Baylis, and E. J. Lengerich. 2015. A national survey of managed honey bee 2013–2014 annual colony losses in the USA. *Apidologie* 46, 292-305.
- Maistrello, L., M. Lodesani, C. Costa, F. Leonardi, G. Marani, M. Caldon, F. Mutinelli, and A. Granato. 2008. Screening of natural compounds for the control of nosema disease in honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie* 39, 436-445.
- Malerbo-Souza, D. T., R. H. Nogueira-Couto, and L. A. Couto. 2003. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). *Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science*, 40, 4.
- Malone, L. A., and H. A. Giaccon. 1996. Effects of *Nosema apis* Zander on inbred New Zealand honey bees (*Apis mellifera ligustica* L.) Inbred colonies, longevity, seasonal effect. *Apidologie* 27, 479-486.
- Martel, A.-C., S. Zeggane, C. Aurières, P. Drajnudel, J.-P. Faucon, and M. Aubert. 2007. Acaricide residues in honey and wax after treatment of honey bee colonies with Apivar® or Asuntol® 50. *Apidologie*, 38, 534-544.
- Martinez, O. A., and A. E. E. Soares. 2012. Melhoramento genético na apicultura comercial para produção da própolis. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13: 982-990.



- Message, D., and L. S. Gonçalves. 1995. Effect of the size of worker brood cells of Africanized honey bees on infestation and reproduction of the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 26, 381-386.
- Moritz, R. F. A., J. De Miranda, I. Fries, Y. Le Conte, P. Neumann, and R. J. Paxton. 2010. Research strategies to improve honeybee health in Europe. *Apidologie* 41, 227-242.
- Morse, R. A., and N. W. Calderone. 2000. The value of honey bees as pollinators of US crops in 2000. *Bee culture*, 128, 1-15.
- Mouro, G. F., and V. A. A. Toledo. 2004. Evaluation of *Apis mellifera* Carniolan and Africanized honey bees in royal jelly production. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47, 469-476.
- Naug, D., and A. Gibbs. 2009. Behavioral changes mediated by hunger in honeybees infected with *Nosema ceranae*. *Apidologie*, 40, 595-599.
- Pham-Delègue, M.-H., A. Decourtye, L. Kaiser, and J. Devillers. 2002. Behavioural methods to assess the effects of pesticides on honey bees. *Apidologie*, 33, 425-432.
- Piana, M., T. F. Brum, A. A. Boligon, C. F. Alves, R. B. Freitas, L. T. Nunes, N. J. Mossmann, V. Janovik, R. S. Jesus, and R. A. Vaucher. 2015. In vitro growth-inhibitory effect of Brazilian plants extracts against *Paenibacillus* larvae and toxicity in bees. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87, 1041-1047.
- Pinto, F. A., A. Puker, and L. Barreto. 2012. The ectoparasite mite *Varroa destructor* Anderson and Trueman in southeastern Brazil apiaries: effects of the hygienic behavior of Africanized honey bees on infestation rates. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64, 1194-1199.
- Pinto, F. A., A. Puker, and L. M. R. C. Barreto. 2015. Infestation rate of the mite *Varroa destructor* in commercial apiaries of the Vale do Paraíba and Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67, 631-635.
- Pontara, L. P. M., E. Clemente, D. M. Oliveira, A. Kwiatkowski, C. I. L. F. Rosa, and V. E. Saia. 2012. Physicochemical and microbiological characterization of cassava flower honey samples produced by africanized honeybees. *Food Science and Technology*, 32, 547-552.
- Rinderer, T. E., J. W. Harris, G. J. Hunt, and L. I. Guzman. 2010. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America. *Apidologie*, 41, 409-424.
- Rúa, P., R. Jaffé, R. Dall'Olio, I. Muñoz, and J. Serrano. 2009. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*, 40, 263-284.
- Rutrecht, S. T., and M. J. F. Brown. 2008. Within colony dynamics of *Nosema bombi* infections: disease establishment, epidemiology and potential vertical transmission. *Apidologie*, 39, 504-514.
- Samson-Robert, O., G. Labrie, M. Chagnon, and V. Fournier. 2014. Neonicotinoid-contaminated puddles of water represent a risk of intoxication for honey bees. *Plos One*, 9, e108443.
- Sanchez-Bayo, F., and K. Goka. 2014. Pesticide residues and bees—a risk assessment. *Plos One*, 9, e94482.
- Santos, P. d. R., P. Wielewski, A. L. Halak, P. Faquinello, and V. d. A. A. Toledo. 2015. *Varroa destructor* mite in Africanized honeybee colonies *Apis mellifera* L. under royal jelly or honey production. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37, 315-322.
- Sattelle, D. B., I. D. Harrow, J. A. David, M. Pelhate, J. J. Callec, J. I. Gepner, and L. M. Hall. 1985. Nereistoxin: actions on a CNS acetylcholine receptor/ion channel in the cockroach *Periplaneta americana*. *Journal of Experimental Biologia*, 118, 37-52.
- Sodré, G. S., L. C. Marchini, C. A. De Carvalho, and A. C. Moreti. 2007. Pollen analysis in honey samples from the two main producing regions in the Brazilian northeast. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 79, 381-388.
- Soroker, V., A. Hetzroni, B. Yakobson, D. David, A. David, H. Voet, Y. Slabezki, H. Efrat, S. Levski, and Y. Kamer. 2010. Evaluation of colony losses in Israel in relation to the incidence of pathogens and pests. *Apidologie*, 42, 192-199.
- Southwick, E. E., and L. Southwick. 1992. Estimating the economic value of honey bees (*Hymenoptera: Apidae*) as agricultural pollinators in the United States. *Journal of Economic Entomology*, 85, 621-633.
- Souza, D. L., A. Evangelista-Rodrigues, and M. S. C. Pinto. 2007. As abelhas como agentes

- polinizadores. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 8, 1-3.
- Spivak, M., and G. Reuter. 2001. Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior. *Apidologie*, 32, 555-565.
- Steinkraus, K. H., and R. A. Morse. 1992. American foulbrood incidence in some US and Canadian honeys. *Apidologie*, 23, 497-501.
- Stevanovic, J., Z. Stanimirovic, E. Genersch, S. R. Kovacevic, J. Ljubenkovic, M. Radakovic, and N. Aleksic. 2010. Dominance of *Nosema ceranae* in honey bees in the Balkan countries in the absence of symptoms of colony collapse disorder. *Apidologie*.
- Stout, J. C., and C. L. Morales. 2009. Ecological impacts of invasive alien species on bees. *Apidologie*, 40, 388-409.
- Tassinari, W. S., M. C. Lorenzon, and E. L. Peixoto. 2013. Spatial regression methods to evaluate beekeeping production in the state of Rio de Janeiro. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 553-558.
- Tokarz, R., C. Firth, C. Street, D. L. Cox-Foster, and W. I. Lipkin. 2011. Lack of evidence for an association between Iridovirus and colony collapse disorder. *Plos One*, 6, e21844.
- Toledo, V. A. A., A. E. d. T. Fritzen, C. A. Neves, M. C. C. Ruvolo-Takasusuki, S. H. Sofia, and Y. Terada. 2003. Plants and pollinating bees in Maringá, State of Paraná, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46, 705-710.
- Van Engelsdorp, D., R. Underwood, D. Caron, and J. Hayes Jr. 2007. An estimate of managed colony losses in the winter of 2006-2007: A report commissioned by the Apiary Inspectors of America. *The American Bee Journal*, 147, 599-603.
- Vandame, R., and M. A. Palacio. 2010. Preserved honey bee health in Latin America: a fragile equilibrium due to low-intensity agriculture and beekeeping? *Apidologie*, 41, 243-255.
- Wallner, K. 1999. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30, 235-248.
- Whitaker, J., A. L. Szalanski, and M. Kence. 2010. Molecular detection of *Nosema ceranae* and *N. apis* from Turkish honey bees. *Apidologie*, 42, 174-180.
- Woyciechowski, M., and J. Kozłowski. 1998. Division of labor by division of risk according to worker life expectancy in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 29, 191-205.
- Zayed, A. 2009. Bee genetics and conservation. *Apidologie*, 40, 237-262.
- Zhang, E., and J. C. Nieh. 2015. The neonicotinoid imidacloprid impairs honey bee aversive learning of simulated predation. *Journal of Experimental Biology*, 218, 3199-3205.

**Article History:**

Received 6 October 2016

Accepted 18 October 2016

Available on line 9 December 2016

**License information:** This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.