

ATUALIDADES SOBRE O DESAPARECIMENTO DAS ABELHAS AFRICANIZADAS APIS MELLIFERA NO BRASIL E A IMPORTÂNCIA DE SUA CONSERVAÇÃO

Lucas da Silva Morais, Edgar Rodrigues de Araujo Neto, Leandro Alves da Silva, Nailton Oliveira de Sousa Chagas, Andreia Maria da Silva, Hérica Girlane Tertulino Domingos, Tuanny Daniele de Araújo Gomes, Katia Peres Gramacho, Débora Andréa Evangelista Façanha

RESUMO: A saúde das abelhas é crucial para o planeta e para o equilíbrio dos ecossistemas, já que, na busca do pólen, esses insetos polinizam plantações de frutas, legumes e grãos, responsáveis pela alta produção da agricultura no planeta. No Brasil essa atividade é destacada as abelhas africanizadas *Apis mellifera*, as quais tem hábitos generalistas e caracterizam-se devido a sua alta prolificidade. Nas últimas décadas, o declínio dos polinizadores, principalmente das abelhas estão preocupando os pesquisadores, ameaçando a agricultura no planeta. Esse declínio populacional está recebendo o nome de “colony collapse disorder” CCD. Ainda não foi descoberto o principal motivo do CCD. Pesquisadores afirmam que esses motivos estão inteiramente ligados a saúde das abelhas, ocasionados pela associação de diversos fatores que afetam seu sistema imunológico e conseqüentemente a saúde da colônia. Diante disto, esta revisão enfatiza atualidades sobre o conceito do CCD, as possíveis causas associadas ao desaparecimento das abelhas, tais como o manejo inadequado e déficit nutricional, os patógenos e pragas, o uso indiscriminado de agrotóxico, as alterações climáticas e outros fatores, bem como mecanismos e estratégias para a conservação das abelhas africanizadas *Apis mellifera* no Brasil. Também fornecemos caminhos para pesquisas futuras que beneficiariam a saúde e a sobrevivência das abelhas.

Palavras-chave: CCD, Preservação, Manejo

INTRODUÇÃO

As abelhas fazem parte dos animais associados à visitação de flores, as quais se destacam por ser um dos principais insetos polinizadores. Elas são responsáveis pela polinização de cerca de 70% das plantas cultivadas para consumo humano (Klein *et al.*, 2007). Segundo GIANNINI *et al.* (2015), em 141 espécies de plantas cultivadas no Brasil, as quais usadas na alimentação, produção animal, combustíveis e outros insumos, estima-se que cerca de 60% destas dependem da polinização animal. Essa relação entre planta e abelha é de suma importância, pois sendo elas as maiores representantes dos polinizadores, servem como biodindicadoras da saúde dos ecossistemas (COUVILLON;RATNIEKS, 2015; ROLLIN *et al.*, 2016).

As abelhas *Apis mellifera*, devido ao seu comportamento forrageiro generalista, têm sido utilizadas em todo o mundo como agente principal de plantas cultivadas, em decorrência do seu manejo facilitado, tamanho populacional de suas colônias, e sua facilidade de adaptação em diferentes ecossistemas. No entanto, os serviços de polinização nas áreas agrícolas, não dependem exclusivamente das abelhas domésticas, mas da associação com as abelhas silvestres dos devidos ecossistemas (GARIBALDI *et al.*, 2013; ROSA *et al.*, 2019).

No Brasil, as abelhas africanizadas *Apis mellifera*, se caracteriza como um polí-híbrido que resultou do cruzamento da abelha africana (*Apis mellifera scutellata*) com subespécies europeias *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera carnica* e *Apis mellifera mellifera* anteriormente introduzidas no Brasil (GONÇALVES;GRAMACHO, 1999). A abelha africanizada é assim denominada em virtude da maior predominância das características genéticas das abelhas africanas, tais como rusticidade, alta capacidade de produção, rápida adaptação e desenvolvimento, resistência a doenças e alta prolificidade (GONÇALVES;GRAMACHO, 1999).

A agricultura está se intensificando, e com isso, prejuízos ambientais já estão sendo relatados, dentre eles, o declínio dos polinizadores. Nas últimas décadas, trabalhos tem mostrado reduções no número de polinizadores e nos serviços de polinização, no entanto essa redução está associada a vários fatores (POTTS *et al.*, 2016). Os principais fatores que estão relacionado ao declínio dos polinizadores, são associados ao estresse das colônias, devido ao manejo inadequado, uso indiscriminado de agrotóxico nas culturas agrícolas, entre outros (CAIRES;BARCELOS, 2017).

Com o declínio dos polinizadores ocorrendo em velocidade acelerada, é inegável a necessidade de sua conservação, principalmente no Brasil, no qual a agricultura representa 68% do PIB do país. No entanto ainda pouco se comenta sobre a conservação das abelhas africanizadas, tendo em vista essa necessidade, nessa revisão são apresentados os principais motivos envolvendo o desaparecimento das abelhas africanizadas no Brasil e as perspectivas para sua conservação.

Colony Collapse Disorder (CCD)

Desde muitos anos, os cientistas já vêm alertando sobre a mortalidade das abelhas em todo mundo, insetos cruciais para a manutenção e desenvolvimento da agricultura, bem como para o equilíbrio do ecossistema. Segundo Teixeira et al. (2014) esse declínio chegou, conhecido como Colony Collapse Disorder (CCD), em português é chamado de distúrbio do colapso das colônias (DCC), no qual a principal causa não é conhecida, mas é caracterizado pela interação de diversos fatores, tais como; o manejo inadequado, o uso indiscriminado de agrotóxicos, fatores climáticos e problemas associados a patógenos.

Ao longo do tempo, diversas causas do CCD têm sido propostas, entretanto é visto que nenhum fator individual deve ser responsável pela síndrome (PIRES et al., 2016). Cox-Foster et al. (2007) verificou que os altos níveis de patógenos continuam sendo identificados nas abelhas afetadas pelo CCD e que não há um patógeno específico associado. Estudos vêm mostrando que parasitas como o ácaro *Varroa destructor* e o microsporídeo *Nosema Ceranae*, tidos inicialmente como os principais parasitas relacionados ao CCD, não foram capazes de confirmar a responsabilidade sobre o colapso. Os agrotóxicos, também não mostraram especificidade, no entanto alguns apresentam associações com parasitas que acabam levando as abelhas a morte (PETTIS et al., 2013). Sobretudo, esses estudos demonstram que o CCD não está associado a algo específico, e sim, uma gama de fatores que combinados levam as colônias à uma sobrecarga de estresse (CORNMAN et al., 2012).

Nos últimos meses, a mortalidade alcançou números alarmantes no Brasil. No entanto, quando se trata de CCD no Brasil, os relatos são mais recentes e por apicultores empiricamente, pois até o início dos anos 2000, não haviam registros na literatura sobre a perda em massa de colônias (VANDAME;PALACIO, 2010; PIRES et al., 2016). As perdas registradas eram decorrentes da indisponibilidade de recursos naturais, falta de

manejo ou o consumo das abelhas pelo pólen tóxico de barbatimão (*Stryphnodendron* spp.) (CARVALHO;MESSAGE, 2004).

Os relatos sobre o tema começaram a surgir após a demonstração das possíveis causas em eventos relacionados, como congressos e conferências. Já em 2008, surgiu o primeiro relato de CCD no Brasil, até então só encontrado nos Estados Unidos e Europa, no entanto, mesmo apresentando características semelhantes aos casos de CCD já descritos, entretanto, não foi possível concluir o que tenha ocasionado esse colapso (GONÇALVES, 2012; PIRES et al., 2016). Partindo da premissa desse achado, se faz necessário estudos que aprofundem essas possíveis causas e os efeitos sinérgicos entre os agrotóxicos e os patógenos nas abelhas.

Embora não tenha uma base científica, os apicultores começaram a relatar os desaparecimentos das suas colmeias, atualmente o Brasil conta com o aplicativo “Bee Alert”, proposto pela ONG Bee or not to be, no qual os apicultores conseguem registrar suas colônias que desapareceram por causas semelhantes ao CCD, e a partir daí, pesquisadores conseguem desenvolver pesquisas direcionadas à essas causas. Os possíveis motivos relacionados ao colapso são discutidos logo abaixo.

Manejo Inadequado e Déficit Nutricional

A população dos polinizadores está em decréscimo a níveis que podem interromper os serviços dos polinizadores nos ecossistemas naturais e agrícola, além da deficiência na capacidade reprodutiva de plantas silvestres (KREMEN et al., 2004; ROSA et al., 2019). Na ausência dos polinizadores nativos, as abelhas da espécie *Apis mellifera*, desempenha um papel fundamental, devido ao seu hábito generalista, o que auxilia na manutenção de diversas plantas. Por exercerem essa função, o manejo adequado é uma ferramenta fundamental para a conservação desses insetos.

Um dos principais desafios para garantir a continuidade da colônia é o manejo adequado, no qual no Brasil ele está atrelado a diversos tipos, tais como para o sombreamento em áreas mais áridas, fontes de água limitada, especificidade nos tipos de atividades desenvolvidas com as abelhas (apicultura fixa ou migratória), seus fins (produção de subprodutos e polinização) e o manejo alimentar, através do fornecimento de alimentação suplementar que é de suma importância nos períodos de escassez de alimentos para as abelhas, geralmente ocorre nos finais das floradas (VIDAL, 2013; SANTOS et al., 2016).

O déficit nutricional da colônia acaba prejudicando as reservas de alimento, a manutenção e saúde das crias, promove o canibalismo por conta das operárias com as crias na busca de proteínas, além da saúde das futuras gerações das colônias, que está ligado as causas de desaparecimento das abelhas, o CCD (BRODSCHNEIDER;CRAILSHEIM, 2010; DEGRANDI-HOFFMAN;CHEN, 2015). A falta de nutrientes nas abelhas, enfraquece seu sistema imunológico, facilitando a infestação por parasitas e doenças.

O pólen e o néctar são as fontes de alimentos naturais que as abelhas necessitam para suprir sua necessidade nutricional. Esses alimentos variam em suas composições, pois dependem da sua origem botânica. A deficiência desses nutrientes compromete o desenvolvimento da colônia, diminuindo a longevidade desses insetos, favorece o estresse, o qual acarreta o aparecimento de doenças, assim como prejudica a capacidade produtiva da colônia (MORAIS et al., 2018). Entretanto pesquisas para determinar as principais necessidades nutricionais das abelhas, não são tão simples, pois cada casta (operaria, zangão e rainha), cada fase de desenvolvimento, idade e época do ano tem sua necessidade. Principalmente quando falamos no Brasil, com sua vasta diversidade florística e clima variado.

A dieta das abelhas *Apis mellifera* inclui uma variedade de plantas, devido ao seu comportamento generalista de busca dos recursos florais. A alimentação balanceada se dá através de áreas com vegetação diversificada, no qual as abelhas tem acesso a pólen de diferentes fontes, onde garantem o equilíbrio nutricional. No entanto áreas de monocultura sofrem com deficiência dos nutrientes essenciais, o que prejudica a imunidade das abelhas (BRODSCHNEIDER;CRAILSHEIM, 2010; HICKS et al., 2016).

Com a falta de alimento na natureza, o apicultor deve suplementar as colônias sempre que necessário, até em períodos produtivos. A fonte de carboidrato utilizada com frequência pelos apicultores para substituir o néctar, é o xarope de açúcar em diferentes proporções, já a fonte proteica para substituir o pólen, ainda não está bem difundida, o ideal é que tenha 20 a 23% de proteína bruta e todos os aminoácidos considerados essenciais (SEREIA et al., 2010). No entanto ainda não há uma dieta perfeita no mercado, geralmente são formuladas regionalmente com plantas locais, o que torna necessário o desenvolvimento de pesquisas nesta área.

Patógenos e Pragas

O comércio globalizado acaba se tornando um vetor para a entrada de agentes patogênicos e predadores que prejudicam as populações de abelhas em todo o mundo. Além do comércio, outra fonte de disseminação de parasitos, é a desinformação de pequenos e grandes agricultores e apicultores acabam tendo e são levados a cometerem erros que acabam prejudicando as abelhas. além do manejo inadequado, que é a porta de entrada para grande parte dos problemas relacionado a saúde das abelhas, outros fatores também estão associados a esse colapso, como as bactérias, fungos, vírus e ácaros (GOULSON, 2015; POTTS et al. 2016).

A propagação das doenças das abelhas *Apis mellifera* representa um crescente problema, essas exercem efeitos deletérios nas colônias e em nível individual, o que também é encontrado nos subprodutos comercializados (MESSAGE et al., 2012). No Brasil, Message et al. (2012) realizou um apanhado geral sobre os primeiros registros de patógenos, parasitas e predadores das abelhas *Apis mellifera*, em que alguns estão associados ao desaparecimento das abelhas, no qual se encontra as bactérias *Melissococcus pluton*, atualmente *Melissococcus plutonius*, agente causadora da cria pútrida europeia, *Paenibacillus larvae*, agente causadora da cria pútrida americana, o fungo *Aschospaera apis*, agente causador da cria giz, os parasitas *Acarapis woodi* e *Varroa jacobsoni* (atualmente *Varroa destructor*), protozoários *Malpighamoeba mellificae* e *Nosema apis* (atualmente classificado como fungo), os nematoides *Agamomermis* sp. e *Gordius* sp., as moscas *Melaloncha ronnai*, *Sarcophaga surrubea* e *Braula coeca*; as traças *Achroia grisella* e *Galleria mellonella*, o percevejo *Apiomerus lanipes*, a formiga *Myrmeleon januarius*, além dos vírus *Filamentous virus*, *Acute paralysis virus* (ABPV), *Black queen cell virus* (BQCV) e *Cloudy wing virus* (CWV). Recentemente foi relatado como agente patogênico o besouro *Aethina túmida* (PEREIRA et al., 2019).

A nutrição das abelhas é essencial no controle de patógenos e pragas, pois as abelhas bem nutridas conseguem manter seu sistema imunológico fortalecido. Assim, a relação entre o equilíbrio nutricional e resposta imunológica aos parasitas está inteiramente ligada. A suplementação realizada pelos apicultores é de suma importância, pois qualquer déficit que a colônia tiver será utilizada por agentes patogênicos.

A utilização de ferramentas e técnicas é essencial na conservação das abelhas africanizadas. Atualmente vem sendo utilizado o melhoramento genético através da

seleção de linhagens de abelhas resistentes a doenças, utilizando a técnica do comportamento higiênico, o qual é uma forma importante de imunidade social (GONÇALVES;GRAMACHO, 1999; CREMER et al. 2007). Através da desinformação do apicultor sobre o melhoramento genético, eles acabam utilizando antibióticos, antivirais, acaricidas e outros meios que em longo prazo podem ser prejudiciais para as abelhas e para o próprio ser humano, através do consumo dos subprodutos acaba se contaminando.

Recentemente pesquisas realizadas no Brasil apontam que as causas do CCD está correlacionada com a crescente vulnerabilidade das abelhas, devido a fragilidade do sistema imunológico ocasionada por patógenos e parasitas e casos de coinfeção (SANTOS et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2014). No entanto o monitoramento dos apiários ainda é ineficiente, o que compromete o acesso a informações sobre os patógenos e pragas existentes.

A escassez de pesquisas voltadas para sanidade apícola são pontuais e geralmente realizados nas regiões Sul e Sudeste, no entanto levantamentos realizados nas demais regiões ainda são necessários, e pouco se sabe sobre a situação sanitária dos apiários e de colônias de abelhas africanizadas que se encontram na natureza (PIRES et al., 2016). É de suma importância a busca por informações de colônias “selvagens”, pois a grande maioria dos apicultores não controlam os cruzamentos das abelhas rainhas, e esse contato com zangões “selvagens” pode acarretar na disseminação de doenças para a colônia.

Uso Indiscriminado de Agrotóxicos

A agricultura no Brasil, baseada no alto uso de insumos agrícolas, visando o controle de pragas e doenças, utilizando agrotóxicos de diversas classes, tais como os herbicidas, inseticidas e fungicidas, utilizados de maneiras inadequadas, podem trazer graves consequências para as abelhas. O consumo anual de agrotóxicos no Brasil é superior a 300 mil toneladas. Expresso em ingredientes ativos, isto representa mais de 130 mil toneladas de consumo anual destes produtos químicos.

O desaparecimento de colônias de abelhas devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos nas culturas agrícolas, tem ênfase em dois grupos de inseticidas sistêmicos, os neonicotinóides e fipronil (GOULSON, 2015; CASTILHOS et al., 2019). Nos últimos anos, os neonicotinóides foram um grupo importante de inseticidas altamente eficazes e amplamente utilizados (CIREZKO et al., 2016). A utilização dessas classes de

agrotóxicos traz preocupações com as possíveis consequências, devido aos seus efeitos subletais, os quais afetam o comportamento e sistema imunológico, aumentando o risco de contaminação e infecção às abelhas por exposição em longo prazo (CASTILHOS et al., 2019).

Os neonicotinóides agem na sinapse, em substâncias agonistas nas aberturas dos canais de cátions dos receptores de nicotina-acetilcolina (*nAChRs*) dos invertebrados, entretanto nos vertebrados devido as propriedades desses receptores, essas substâncias apresentam baixa toxicidade (TOMIZAWA;CASIDA, 2005). O resultante dessa ação, é a indução contínua da membrana neuronal, no qual através de descargas elétricas, levam à paralisia e exaustão celular dos insetos. Essa ação está associada como uma das principais causas do CCD, onde as abelhas campeiras se infectam no campo e acabam não retornando as suas colônias, esses efeitos podem ser letais e subletais (PIRES et al., 2016).

Os efeitos subletais podem não causar diretamente a mortalidade das abelhas, mas podem se tornar letais com o tempo e / ou tornar as colônias mais sensíveis a reações adversas, acarretando ao colapso da colônia (DIVELY et al. 2015). A exposição contínua a neonicotinóides já foram relatadas por desenvolverem alterações comportamentais e morfofisiológicas que afetam o forrageamento, a qualidade espermática dos zangões para fecundação, a capacidade de aprendizagem, a qualidade dos subprodutos e o vigor da colônia (BLACQUIERE et al., 2012, CIRESKO et al., 2016). No entanto, em estudos com agrotóxicos neonicotinóides administrados com doses recomendadas, não mostraram nenhum efeito significativo nas abelhas (CHAUZAT et al, 2010).

A *Apis mellifera*, por ser uma abelha generalista e com uma população abundante, tem servido como foco principal de estudos de pesticidas, entretanto em estudos realizados por BIDDINGER et al. (2013) e RUNDLÖF et al. (2015), o qual dados encontrados em *Apis mellifera*, não devem ser usados como comparativos para outras espécies, pois há grande variação entre os impactos causados por esses pesticidas. Assim se faz necessário outros estudos com diferentes espécies e populações de polinizadores para entender o verdadeiro impacto desses agrotóxicos.

Resultados obtidos até o momento são controversos, ainda nenhum pesticida foi identificado como responsável do desaparecimento das populações de abelhas, muitos estudos são necessários, no entanto é sabido que o uso contínuo e indiscriminado, bem como os diferentes tipos de exposição e aplicação, pode contribuir para o declínio da saúde das abelhas, promovendo a susceptibilidade de contrair patógenos. Ressaltando a

importância de utilizar as abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) na realização desses bioensaios no Brasil, devido ao seu comportamento generalista e sua facilidade de adaptação em qualquer clima/região.

Alterações Climáticas e Outros Fatores

O declínio acelerado das populações de abelhas nos últimos anos tem levado os cientistas a uma corrida para identificar os principais responsáveis. Dentre eles, pode-se destacar, as alterações climáticas e a influência do aquecimento global na biodiversidade terrestre. David Attenborough em seu documentário “David Attenborough e nosso planeta” estima que em 2060 todos os insetos polinizadores se extingam em ocorrência das atitudes humanas e dá velocidade do aquecimento global.

Os maiores danos ocasionados devido as alterações climáticas se referem à extinção de espécies vegetais, alterações no período de floração e qualidade do néctar presente nas flores (REDDY et al., 2012). No qual em épocas de escassez de alimento, as abelhas buscam armazenar pólen e néctar o máximo que conseguirem para se manterem nesses períodos (POTTS et al., 2016). A qualidade e quantidade de néctar está inteiramente associado ao sistema imunológico das abelhas, o qual quando debilitado, corre o risco de atrair patógenos.

Os polinizadores, sobretudo as abelhas, estão ameaçados pela degradação ambiental, o que faz necessário a estratégias eficazes e políticas públicas para protegê-los (POTTS et al., 2016; SCHLEUNING et al., 2016). Essas alterações podem comprometer a riqueza e abundância dos polinizadores, alterações nas interações polinizadores-plantas e o habitat natural dessas espécies (GIANNINI et al., 2015; STEVENSON et al., 2015). Além disso, o padrão de distribuição geográfica das espécies pode ser alterado pelas mudanças climáticas tendo em vista, a necessidade das abelhas em buscar outras fontes de alimento, tendo que migrar para outras localidades, podendo ocasionar competição com outras espécies (SCHWEIGER et al., 2008).

As abelhas *Apis mellifera*, devido aos seus cruzamentos, e sua capacidade de enxameação adquirida da *Apis mellifera scutellata*, tendem a migrar de áreas bastante degradadas para áreas que forneçam alimento e segurança para seus ninhos e assim prosperarem. Essa migração, também conhecida como enxameação, podendo ser reprodutiva ou enxameação migratória, fazem com o que as abelhas abandonem seu ninho e vão em busca de outras localidades (GONÇALVES, 2012). Essas interferências nos

habitats das abelhas, estão trazendo-as para a cidade, colocando em risco a saúde humana e desses insetos, pois a forma mais utilizada para o controle deles na cidade, é o extermínio da colônia.

Perspectivas para Conservação das Abelhas *Apis mellifera*

Embora as abelhas sejam bastante estudadas, quanto a sua necessidade, importância e aspectos produtivos, no entanto quando se trata de conservação, ainda é necessário o desenvolvimento de pesquisas e estratégias para esse tema.

Atualmente a principal atividade que visa conservar esses animais, está na apicultura, que consiste na criação racional de abelhas do gênero *Apis*, para fins produtivos. No qual os apicultores por dependerem das abelhas para sobreviverem e gerar renda, tendem a tratá-las o melhor possível, pois a perda delas podem acarretar prejuízos financeiros.

A apicultura no Brasil está em crescimento, com o termo sustentabilidade sendo introduzido frequentemente, as pessoas estão se importando mais sobre os assuntos voltados para biodiversidade e sua importância para o planeta. No entanto essa atividade requer que os apicultores busquem maneiras para manter suas colônias sempre saudáveis, nesse contexto o melhoramento genético está sendo utilizado como a melhor ferramenta para atender essas necessidades. Geralmente esses conhecimentos são passados por pesquisadores e instituições específicas da área.

Além dos apicultores, as pessoas que criam abelhas por “hobbie”, exercem um importante papel na conservação dos espécimes, pois com o não visam a produtividade, acabam criando de maneira mais “selvagem” o que facilita a variabilidade genética em programas de conservação.

A conservação de abelhas no Brasil está tendo um foco importante, principalmente depois de ter compreendido toda sua importância para a agricultura, os pesquisadores começaram a se preocupar com a formação de bancos de germoplasma, que ainda estão em desenvolvimento, assim como a utilização de ferramentas de preservação acima de 0° e criopreservação de células germinativas, o que no exterior já estão bem difundidas. Assim como a técnica de inseminação instrumental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as possíveis causas do desaparecimento das abelhas, ainda é notória a necessidade de novas pesquisas. Embora o CCD seja taxado como a principal causa do sumiço das abelhas nos Estados Unidos e Europa, no Brasil, pouco se sabe sobre o tema.

As ferramentas moleculares utilizadas para compreender qual o real fator que estão levando as abelhas a desaparecerem, já apontam para a impossibilidade de atribuir a um único fator, exceto quando a mortalidade é comprovadamente ocasionada por agrotóxicos letais, o que torna fundamental entender os mecanismos de infecção e coinfeção das abelhas.

No Brasil as principais pesquisas relacionadas ao que pode levar desaparecimento em abelhas africanizadas, estão voltadas aos impactos dos parasitas e patógenos e o efeito dos agrotóxicos usados na agricultura, que estão relacionados ao enfraquecimento da colônia, conseqüentemente a mortandade das abelhas. Se tratando de CCD ainda são relatos de apicultores, e os ensaios experimentais são produzidos “in vitro”.

Ainda assim, se faz necessário minimizar a perda desses insetos, através da conservação das abelhas, além da manutenção das plantas e a profissionalização da apicultura, pois os apicultores no Brasil são os principais conservadores das abelhas. Além do desenvolvimento de políticas públicas e leis mais rigorosas para o uso indiscriminado de agrotóxicos, tido como principal causador da mortandade de abelhas no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIDDINGER DJ et al. Comparative toxicities and synergism of apple orchard pesticides to *Apis mellifera* (L.) and *Osmia cornifrons* (Radoszkowski). PloS one, v. 8, n.9, e72587, 2013.

BLACQUIERE T et al. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. Ecotoxicology, v. 21, n. 4, p. 973-992, 2012.

BRODSCHNEIDER R & CRAILSHEIM K. Nutrition and health in honey bees. Apidologie, v. 41, n.3, p. 278-294, 2010.

CAIRES SC & BARCELOS D. Colapso das abelhas: possíveis causas e conseqüências do seu desaparecimento na natureza. ACTA Apicola Brasilica, v. 5, n.1 , p.11-15, 2017.

CARVALHO ACP & MESSAGE D. A scientific note on the toxic pollen of *Stryphnodendron polyphyllum* (Fabaceae, Mimosoideae) which causes sacbrood-like symptoms. Apidologie, v. 35, n. 1, p. 89-90, 2004.

- CASTILHOS D et al. (2019). Neonicotinoids and fipronil concentrations in honeybees associated with pesticide use in Brazilian agricultural areas. *Apidologie*, v. 50, n. 5, p. 657-668, 2019.
- CHAUZAT MP et al. A case control study and a survey on mortalities of honey bee colonies (*Apis mellifera*) in France during the winter of 2005–6. *Journal of Apicultural Research*, v. 49, n.1, p. 40-51, 2010.
- CIERESZKO A et al. Sperm parameters of honeybee drones exposed to imidacloprid. *Apidologie*, v. 48, n. 2, p. 211-222, 2017.
- CORNMAN RS et al. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *PLoS one*, v. 7, n. 8, e43562, 2012.
- COUVILLON MJ & RATNIEKS, FL. Environmental consultancy: dancing bee bioindicators to evaluate landscape “health”. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 3, p. 44, 2015.
- CREMER S et al. Social immunity. *Current biology*, v.17, n. 16, p. 693-702, 2007.
- DEGRANDI-HOFFMAN G & CHEN Y. Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. *Current Opinion in Insect Science*, v.10, p. 170-176, 2015.
- DIVELY GP et al. Assessment of chronic sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony health. *PloS one*, v. 10, n. 3, e0118748, 2015.
- GARIBALDI LA et al. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611, 2013.
- GIANNINI TC et al. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, v. 108, n.3, p. 849-857, 2015.
- GONÇALVES LS. Consequências do desaparecimento (CCD) das Abelhas no Agronegócio Apícola Internacional e em especial no Brasil. 2012. 10:S24-S25. [Apresentado no Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto, 2012; São Paulo, BR].
- GONÇALVES LS & GRAMACHO KP. Seleção de abelhas para resistência a doenças de crias através do comportamento higiênico. *Mensagem Doce*, v. 52, p. 2-7, 1999.
- GOULSON D. Neonicotinoids impact bumblebee colony fitness in the field; a reanalysis of the UK’s Food & Environment Research Agency 2012 experiment. *PeerJ*, v. 3, e854, 2015.
- HICKS DM et al. Food for pollinators: quantifying the nectar and pollen resources of urban flower meadows. *PloS one*, 11(6), e0158117, 2016.
- KLEIN AM et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, v. 274, n.1608, p. 303-313, 2007.
- KREMEN C et al. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology letters*, v. 7, n.11, p. 1109-1119, 2004.

MESSAGE D et al. Situação da sanidade das abelhas no Brasil. Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais, 237-256, 2012.

MORAIS LS et al. Avaliação de uma dieta proteica a base de farinha de algaroba (*Prosopis juliflora*) como suplementação nutricional para abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. *Semana de Pesquisa da Universidade Tiradentes-SEMPESq*, 18p. 2018.

PEREIRA S et al. Notes on *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in an apiary in the state of Rio de Janeiro. *EntomoBrasilis*, v. 12, n. 2, p. 88-90, 2019.

PETTIS JS et al. Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. *PloS One*, v. 8, n.7, e70182, 2013.

PIRES CSS et al. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

POTTS SG et al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, v. 540, n. 7632, p. 220-229, 2016.

REDDY PV et al. Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 18(2), 121-127, 2012.

ROLLIN O et al. Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development*, v.36, n. 1, p. 8, 2016.

ROSA JM et al. Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: Existe uma explicação?. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 18, n. 1, p. 154-162, 2019.

RUNDLÖF M et al. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521(7550), 77-80, 2015.

SANTOS RG et al. Acceptance rate of Africanized honey bee larvae in hives maintained in the shade and under full sunlight in Northeast Brazil. *ACTA Apicola Brasilica*, v. 4, n. 2, 13-16, 2016.

SANTOS, LG et al. Bee Health in Apiaries in the Paraíba Valley, São Paulo State, Southeast Brazil. *Sociobiology*, v. 61, n. 3, p. 307-312, 2014.

SCHLEUNING M et al. Ecological networks are more sensitive to plant than to animal extinction under climate change. *Nature Communications*, v. 7, n.1, p. 1-9, 2016.

SCHWEIGE O et al. Climate change can cause spatial mismatch of tropically interacting species. *Ecology*, v. 89, n. 12, p. 3472-3479, 2008.

SEREIA MJ et al. Viabilidade financeira da produção de geleia real com abelhas africanizadas suplementadas com diferentes nutrientes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 4, p. 467-474, 2010.

STEVENSON TJ et al. Disrupted seasonal biology impacts health, food security and ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 282, n.1817, p.1453, 2015.

TOMIZAWA M. Neonicotinoid insecticides: molecular features conferring selectivity for insect versus mammalian nicotinic receptors. *Journal of agricultural and food chemistry*, v.48, n. 12, p. 6016-6024, 2000.

VANDAME R & PALACIO MA. Preserved honey bee health in Latin America: a fragile equilibrium due to low-intensity agriculture and beekeeping?. *Apidologie*, v. 41, n.3, p. 243-255, 2010.

VIDAL MDF (2013). Efeitos da seca de 2012 sobre a apicultura nordestina. *Informe Rural Etene*, v. 7, p. 1-5, 2013.