

Efeito de fungos entomopatogênicos no deslocamento de operárias de *Apis mellifera*

Effect of entomopathogenic fungi on the displacement of *Apis mellifera* workers

RESUMO

Bruna Luciane Escher
brunaescher@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil.

Michele Potrich
michelepotrich@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil.

Evertton Ricardi Lozano da Silva
everttonricardi@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil.

Fabiana Martins Costa Maia
fabeezoo@gmail.com
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil.

Edgar de Souza Vismara
edgarvismara@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil.

Gabriela Libardoni
gabbylibardoni@hotmail.com
Universidade Estadual de
Londrina, Londrina, Paraná,
Brasil

Raiza Abati
raizaabati@gmail.com
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil

Letícia da Silva Ribeiro
leticiaaribeiro@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil.

Leonardo Tozzetti Alves
leonardo_tozzetti@hotmail.com

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos fungos *Beauveria bassiana*, *Isaria fumorosea*, *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma harzianum* na sobrevivência e no deslocamento das abelhas operárias de *Apis mellifera* recém-emergidas em condições de laboratório. Foram estabelecidos cinco tratamentos, cada um com sete repetições. Cinco repetições foram utilizadas para a análise de sobrevivência e duas para os testes de deslocamento, contendo 20 insetos cada repetição. Os produtos foram utilizados conforme recomendação do fabricante. 290 µl de cada suspensão foram pulverizadas em placas de petri de vidro, as quais receberam, por duas horas, abelhas operárias recém-emergidas. Posteriormente, foram transferidas para gaiolas de PVC contendo água e dieta. O bioensaio foi alocado em sala de criação de insetos climatizada (26 ± 2° C, UR 60 ± 10%). A avaliação da longevidade ocorreu periodicamente, de 6 até 168 horas. Após 24 horas de contato com os fungos, foram realizadas as análises de deslocamento. Para isto utilizou-se uma torre de voo. Verificou-se que fungo *M. anisopliae* afetou negativamente a sobrevivência e o deslocamento das operárias, bem como *I. fumorosea* e *T. harzianum*. O fungo *B. bassiana* não interferiu de forma significativa na sobrevivência e mostrou menor impacto no deslocamento das operárias.

PALAVRAS-CHAVE: Abelhas. Entomopatógenos. Sobrevivência. Efeito Subletal. Voo.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of fungi *Beauveria bassiana*, *Isaria fumorosea*, *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma harzianum* in the survival and displacement of *Apis mellifera* newly emerged worker bees under laboratory conditions. For this, five treatments were established, each with seven replicates. Five replicates were used for survival analysis and two for displacement tests, with 20 insects each repetition. The products were used according to the manufacturer's recommendation. 290 µl of each suspension was sprayed on glass petri dishes, which received newly emerged worker bees for two hours. Subsequently, they were transferred to PVC cages containing water and diet. The entire bioassay was placed in an air-conditioned insect rearing room (26 ± 2° C, UR 60 ± 10%). The evaluation of longevity occurred periodically, from 6 to 168 hours. After 24 hours of contact with the fungi, displacement analyzes were performed. For this, a flight



Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil.

José Carlos Bianchini Júnior
jose.bianchiniutfpr@gmail.com
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil

Andressa Faleira Andrade
andressafaleira@outlook.com
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil

Brandali Pereira Blauzius
brandali192@gmail.com
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil

Andréia da Silva Broncowiski
bruncowiski@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Dois Vizinhos,
Paraná, Brasil.

Recebido: 03 out. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está
licenciado sob os termos da Licença
Creative Commons-Atribuição 4.0
Internacional.



tower was used. It was found that the fungus *M. anisopliae* negatively affected the survival and displacement of workers, as the fungi *I. fumorosea* and *T. harzianum*. *B. bassiana* fungus did not significantly interfere at survival and showed less impact on workers' displacement.

KEYWORDS: Bees. Entomopathogens. Survival. Sublethal effect. Flight.

INTRODUÇÃO

Abelhas *Apis mellifera* L. são insetos que pertencem a Classe Insecta, Ordem Hymenoptera e Família Apidae. Elas são indivíduos sociais que vivem em castas, isto é, cada uma possui uma função dentro da colmeia e há diferenças morfológicas junto dessas funções, em geral uma colmeia possui uma rainha, cerca de 5.000 a 100.000 operárias e de 0 a 400 zangões (ANDRADE, 2010; FARIAS, 2013; PEREIRA et al., 2003).

Cerca de 87% das plantas dependem de polinizadores como a abelha para se reproduzir. Desta forma, eles têm papel fundamental, não só no aumento da quantidade da produção como na qualidade de seus produtos. Assim, eles contribuem para maior rentabilidade e lucratividade do cultivo (A.B.E.L.H.A., 2015; FONSECA, 2005; FONSECA, 2012).

O Brasil é um país com alto potencial agrícola, portanto, depende das abelhas. Aproximadamente um terço das culturas brasileiras dependem totalmente ou parcialmente da polinização biótica (A.B.E.L.H.A., 2015; FREITAS, 2004; FONSECA, 2010; GIANNINI et al., 2015).

Os polinizadores se caracterizam por transportar partículas microscópicas. Com isso, existe a possibilidade de transportar diversos agentes de controle utilizados na agricultura e nas culturas florestais. Contudo, os polinizadores são prejudicados pelos defensivos sintéticos utilizados principalmente em áreas de cultivo. A principal causa da morte das abelhas é por entrarem em contato com as flores após estas receberem os pesticidas (AMARO, 2009; FREITAS; PINHEIRO, 2012).

Com isso vale ressaltar que é fundamental a conservação da biodiversidade em torno da área onde se pratica atividades agrícolas, assim tornando-se um lar seguro para diversos polinizadores (A.B.E.L.H.A., 2015; ANDRIAN; FAVATO, 2009).

Visto a importância dos polinizadores não só para a agricultura mas para a vida, tem-se cada vez mais pensado na questão de praticar o Biocontrole ou Controle Biológico de pragas para as culturas de forma que diminua o colapso, desordem e a mortalidade das abelhas ao entrar em contato com inseticidas químicos sintéticos.

Conforme citado, as abelhas apresentam papel fundamental para o planeta. Sendo assim, são realizados estudos sobre o efeito dos agentes de Controle Biológico nas mesmas que não são consideradas alvos, para obter informação e verificar se são seguros e possíveis de serem utilizados. Assim, ocorrendo a redução do uso de inseticidas químicos sintéticos nas culturas.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar através das metodologias se os fungos entomopatogênicos *B. bassiana*, *I. fumorosea*, *M. anisopliae* e *T. harzianum* vão estar interferindo na longevidade e no deslocamento das abelhas operárias de *A. mellifera* em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Fungos: Os produtos biológicos utilizados nos bioensaios foram o Boveril *B. bassiana* $1,0 \times 10^8$ conídios viáveis.g⁻¹, Challenger *I. fumorosea* $2,5 \times 10^9$ conídios viáveis.mL⁻¹, Metarril *M. anisopliae* $1,39 \times 10^8$ conídios viáveis.g⁻¹, e Trichodermil T. harzianum $2,0 \times 10^9$ conídios viáveis.mL⁻¹. Sendo esses à base de fungos que foram obtidos através da Koppert Biological Systems (Piracicaba/SP).

Tabela-01: Tratamentos com fungos entomopatogênicos, nome comercial do produto, agente biológico, recomendação L/ha, recomendação de dosagem para o controle de insetos pragas e dosagem usada no experimento.

Tratamento	Nome comercial	Agente biológico	Recomendação de calda L/ha a campo	Recomendação dosagem	Pulverização com 290 µl
T1	Água destilada esterilizada	-	-	100 ml	100 ml
T2	Boveril	<i>B. bassiana</i>	200	750 g	0,375 g
T3	Challenger	<i>I. fumorosea</i>	150	1250 ml	0,83 ml
T4	Metarril WPE 9	<i>M. anisopliae</i>	250	625 g	0,25 g
T5	Trichodermil SC 1306	<i>T. harzianum</i>	80	75 ml	93 ml

Fonte: Autoria própria (2020).

Abelhas: As abelhas africanizadas operárias de *A. mellifera* com, aproximadamente, 48 horas de vida, foram apanhadas da UNEPE Apicultura, localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Os quadros de ninhadas foram selecionados com base na qualidade e quantidade de oviposição da rainha. No início os quadros foram marcados após 19 dias foram retirados do apiário. Estes foram acondicionados em papel kraft e levados para o laboratório de Controle Biológico I, mantidos em câmara climatizada tipo B.O.D. ($30^\circ \pm 2^\circ\text{C}$, UR $60 \pm 10\%$ e sem fotoperíodo) para simular o ambiente da colmeia até sua emergência.

Para a montagem do bioensaio I, (contato com superfície vítrea pulverizada), contendo os tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T5), foram realizadas sete repetições das quais cinco foram usadas para o bioensaio I e duas para o bioensaio II. Para isto, foram autoclavadas 35 Placas de Petri de vidro (15 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura), ponteiras e cinco Erlenmeyer com 200 ml de água destilada esterilizada. Em quatro destes Erlenmeyer foi adicionado Tween 80® (0,01%) a água.

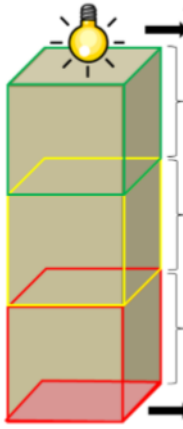
As concentrações foram preparadas através da diluição dos produtos à base de fungos entomopatogênicos em água destilada esterilizada. Destas suspensões, 290 µ de cada produto foi pulverizado nas Placas de Petri com o auxílio do aerógrafo Pneumatic Sagyma® acoplado a uma bomba Tecnal® (TE-058) de pressão constante ($1,2 \text{ kgf.cm}^{-1}$). As placas foram levadas para total evaporação da água na câmara de fluxo unidirecional horizontal laminar (VECO®).

Posteriormente apanhou-se os quadros da câmara climatizada e em seguida as abelhas com, aproximadamente, 48 h de vida, foram anestesiadas com CO₂ por até 120 segundos. Estas foram separadas nas Placas de Petri com 10 indivíduos cada e levadas para a sala de criação de insetos com ambiente climatizado (26 ± 2°C, UR 60 ± 10% e fotoperíodo de 12 h) por 2 horas. Em seguida, estas abelhas foram transferidas para gaiolas de PVC (20 cm de altura x 15 cm de diâmetro), sendo o correspondente as abelhas de duas Placas de Petri por gaiola, contabilizando assim 20 abelhas, totalizando 350 insetos no experimento. Foi realizada a identificação e as abelhas foram alimentadas com pasta cândi (mel e açúcar de confeitiro) e algodão embebido com água apropriada sobre tecido tipo *voil* fixado na gaiola.

O bioensaio foi alocado na sala de criação de insetos climatizada iniciando a avaliação de longevidade as 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas. Durante a avaliação as abelhas mortas foram desinfetadas no álcool 70% e em seguida em água destilada esterilizada. Por fim foram acondicionadas em uma Placa de Petri pequena forrada com papel filtro (câmara úmida) e levadas para a câmara climatizada (26 ± 2°C, UR 60 ± 10% e fotoperíodo de 12 h) com o objetivo de avaliar a proliferação do fungo.

Após 24 horas em contato com os fungos, as duas repetições (gaiolas) extras foram retiradas da sala de criação para os testes de voo (deslocamento vertical) e queda livre (retomada de voo). Nesse bioensaio foram utilizados 10 insetos para cada teste. As abelhas foram levadas ao laboratório de Controle Biológico II, em uma sala com ausência de luz, junto a torre de voo (35 cm x 35 cm de largura e 105 cm de altura) contendo uma lâmpada no topo e uma fita métrica no centro interior. Assim, foi possível analisar em qual dos cinco estratos a abelha se deslocou ou retomou o voo. Sendo os estratos classificados conforme *et al.*, (2015), (figura 01):

Figura 01-Representação esquemática da Torre de voo e tabela com os estratos para deslocamento vertical e retomada de voo de *Apis mellifera*.



Estrato	Deslocamento vertical	Retomada de voo
V	Voo até a fonte luminosa	Voo direto a luz/não há queda
IV	Deslocamento máximo entre 70 e 105 cm	Queda com retomada de voo entre 70 e 105
III	Deslocamento máximo entre 35 e 70 cm	Queda com retomada de voo entre 35 e 70
II	Deslocamento máximo entre 1 e 35 cm	Queda com retomada de voo entre 1 e 35
I	Permanência em 0 cm/não ocorrência de deslocamento	Queda direta a base/sem retomada de voo

Fonte: Sampaio, Amanda Roberta. 2020

Na análise do deslocamento vertical (voo), foi liberada na base inferior da torre uma abelha por vez, no qual cronometrou-se um minuto, sendo esse o tempo

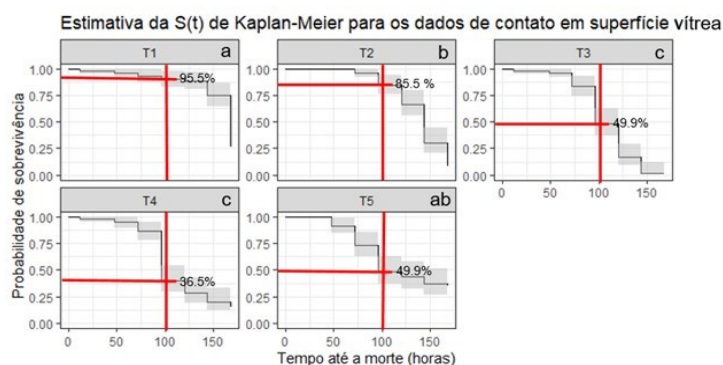
para avaliar em qual estrato máximo ela conseguiu alcançar e, após marcado, o inseto foi descartado. Para a avaliação da retomada de voo (queda livre) as abelhas foram liberadas no topo da torre de voo para observar em qual estrato houve a retomada de voo ou o voo direto à fonte de luz, os mesmos também foram anotados e os insetos descartados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

BIOENSAIO I: Contato com a superfície vítrea pulverizada.

Para esse bioensaio, com 100 horas de experimento (gráfico 01), verificou-se que 36,5% das abelhas oriundas do tratamento com o fungo *M. anisopliae* (T4) estavam vivas. O tratamento realizado com o fungo *I. fumorosea* (T3) reduziu a sobrevivência, restando apenas 49,9% das abelhas vivas, o mesmo ocorreu com o *T. harzianum* (T5), ou seja, afetaram expressivamente a sobrevivência das abelhas. Enquanto isso, para as abelhas provenientes do tratamento com o fungo *B. bassiana* (T2), 85,5% estavam vivas e, para a testemunha (T1) 95,5% das abelhas operárias *A. mellifera* sobreviveram depois de 100 horas de experimento.

Gráfico 01-Sobrevivência de forrageiras de *A. mellifera* africanizada em contato na superfície vítrea tratada com os fungos, análise por Kaplan-Meier. Onde: T1 (Água destilada esterilizada) 100 ml, T2 (*B. bassiana*) 0,375g, T3 (*I. fumorosea*) 0,83 ml, T4 (*M. anisopliae*) 0,25g e T5 (*T. harzianum*) 0,93 ml da dose recomendada. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h. UTFPR Dois Vizinhos.



Fonte: Autoria própria (2020).

No presente trabalho pode-se observar que os fungos *M. anisopliae*, *I. fumorosea* e *T. harzianum* provocam a mortalidade das abelhas, à vista disso, em 100 horas o fungo *M. anisopliae* provocou maior redução na sobrevivência de *A. mellifera*, posteriormente, os fungos *I. fumorosea* e *T. harzianum*. Nesse sentido, o tratamento que mais se aproximou da testemunha, ou seja, o que menos interferiu na sobrevivência das abelhas foi o fungo *B. bassiana*. Em trabalhos conduzidos por Colombo (2019), o contato de operárias de *A. mellifera* com superfície vítrea tratada, com *B. bassiana* (IBCB 66) apresentaram sobrevivência de 95,04 horas, as oriundas de *M. anisopliae* (IBCB 425) 73.35 horas e o tratamento controle com 90.40 horas. Em trabalhos semelhantes com superfície vítrea tratada com *B. bassiana* (Boveril® WP) e *M. anisopliae* (Metarril® WP) provocou redução na sobrevivência das abelhas. No referido trabalho, *B. bassiana* reduziu a

sobrevivência para 93.3 horas e *M. anisopliae* reduziu a sobrevivência para 128 horas, enquanto no tratamento controle as abelhas apresentaram 197.8 horas de sobrevivência (POTRICH *et al.*, 2018).

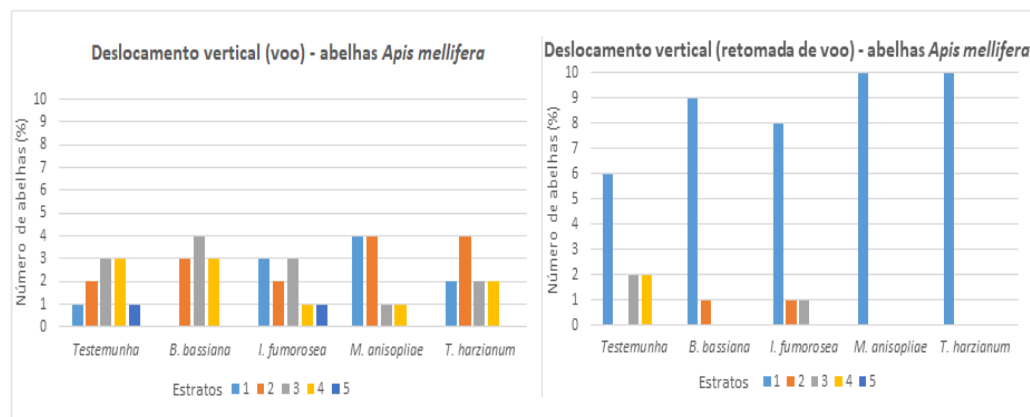
Há trabalhos que evidenciam abelhas como vetores do fungo *T. harzianum* para o controle de *Botrytis cinerea* (Sclerotiniaceae) no morangueiro, o qual mostra que o fungo não interfere na sobrevivência das mesmas (KOVACH; PETZOLDT; HARMAN, 1999).

Para o fungo *I. fumorosea* não existe trabalhos semelhantes publicados, avaliando o efeito dele sobre *A. mellifera*. Entretanto, para o fungo *I. fumorosea* existe trabalhos que objetivaram determinar o efeito do mesmo sobre o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* R. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Dois isolados desse fungo (IBCB 367 e IBCB 394) foram utilizados nos testes. O trabalho avaliou o número de ovos de *Anagasta kuehnelia* Z. (Lepidoptera: Pyralidae) parasitados por *T. pretiosum*, percentual de emergência, longevidade, duração do período ovo-adulto, razão sexual, longevidade das fêmeas que parasitaram os ovos e a mortalidade dos adultos emergentes de *T. pretiosum* todos em contato com o fungo *I. fumorosea*. De acordo com o trabalho, esses isolados de *I. fumorosea* são seletivos para *T. pretiosum* em laboratório (POTRICH *et al.*, 2020).

BIOENSAIO II: Deslocamento vertical (voo e queda)

No ensaio de voo as abelhas *A. mellifera* expostas ao fungo *B. bassiana*, alcançaram o estrato III (40%), e as demais ficaram dispersas nos outros estratos. As abelhas oriundas do fungo *I. fumorosea*, 30% permaneceram no estrato I e 30% voaram ao estrato III, enquanto as operárias em contato com o fungo *M. anisopliae* 40% permaneceram no estrato I e 40% alcançaram o estrato II, sendo estes, os estratos mais baixos da torre de voo. As abelhas oriundas do tratamento com o fungo *T. harzianum*, em sua maioria, voaram até o estrato II. Já para as abelhas oriundas da testemunha, houve maior número de abelhas que alcançaram os estratos III e IV (gráfico 02).

Gráfico 02 e 03- Estratos alcançados em deslocamento vertical (teste de voo e retomada de voo) por abelhas operárias *A. mellifera* recém-emergidas após contato com fungos pulverizados em superfície vítrea.



Fonte: Autoria própria (2020).

No ensaio de queda (retomada de voo) das abelhas operárias *A. mellifera* expostas ao fungo *B. bassiana* 90% das abelhas se enquadraram no estrato I e 10% alcançaram o estrato II. As abelhas oriundas do fungo *I. fumorosea*, 80% permaneceram no estrato I e o restante nos estratos III e II. As abelhas expostas aos fungos *M. anisopliae* e *T. harzianum* permaneceram todas no estrato I. o tratamento referente ao controle, 60% das abelhas permaneceram no estrato I e o restante das abelhas retomaram o voo nos estratos II e IV (gráfico 03).

Se comparado as mesmas metodologias na análise de voo de abelhas operárias *A. mellifera* forrageiras com o trabalho de Boeira (2019), para o teste de voo, os tratamentos oriundos dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* diferiram do presente trabalho, pois, nele as operárias do teste com *B. bassiana* 30% atingiram o estrato V. Para o tratamento direcionado ao fungo *M. anisopliae* 50% chegaram ao estrato V. Seguidamente, para a testemunha 70% atingiram o estrato V. Na análise de retomada de voo, no trabalho realizado por Boeira (2019), o teste exposto ao fungo *B. bassiana*, 40% retomaram o voo diretamente para o estrato V. Em seguida, no teste resultante da testemunha, 60% das abelhas retomaram o voo no estrato V.

Esse resultado difere do presente trabalho principalmente pela diferença morfológica das abelhas africanizadas *A. mellifera*, uma vez que naquele trabalho foi realizado com abelhas operárias forrageiras. Já no atual trabalho foi utilizado abelhas recém-emergidas. Desta forma, para esse bioensaio (deslocamento vertical) não houve diferença significativa na presença dos fungos *B. bassiana*, *I. fumorosea*, *M. anisopliae* e *T. harzianum*.

CONCLUSÃO

O fungo *M. anisopliae* interferiu na sobrevivência das operárias, seguido dos fungos *I. fumorosea* e *T. harzianum*. Enquanto o fungo *B. bassiana* não interferiu na sobrevivência das abelhas. Para o deslocamento, não houve diferença significativa, sendo assim, esses fungos não interferem na capacidade de voo das abelhas operárias de *A. mellifera* recém-emergidas em condições de laboratório.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Universidade Estadual de Londrina (UEL) e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pela sustentação que tornou esse trabalho possível.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. L. **Abelhas**. 2010. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010. Disponível em: <https://www.infoescola.com/insetos/abelha/>. Acesso em: 28 abril 2020.

AMARO, P. **É indispensável e urgente reduzir os elevados riscos de mortalidade das abelhas pelos pesticidas: FÓRUM NACIONAL DE APICULTURA – PT.** 2009. Instituto Superior de Agronomia, Ourém, 2009.

BOEIRA, L. M. **Qual é o impacto dos fungos entomopatogênicos sobre operárias forrageiras de *Apis mellifera* africanizada?** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

COLOMBO, F. C. **Seletividade de fungos entomopatogênicos e óleos essenciais a *Apis mellifera* L. (HYMENOPTERA: APIDAE).** Dissertação (Programa de pós-graduação em agroecossistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

FARIAS, P. R. S. **Manual de Entomologia Geral.** Ordem Hymenoptera, p.138, Belém: Pará, 2013.

FAVATO, A. A. L.; ANDRIAN, I. F. **A importância da polinização por insetos na manutenção dos recursos naturais.** Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2532-8.pdf>. Acesso em: 25, jun 2020.

FONSECA, V. L. I. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. Disponível em: <http://files.cesaiifce.webnode.com.br/200000020-bd221be1bb/Servi%C3%A7os%20aos%20ecossistemas,%20com%20%C3%AAnfas e%20nos%20polinizadores%20e%20poliniza%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 25, jun. 2020.

FONSECA, V. L. I.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. Polinizadores no Brasil. In: SARAIVA, A. M. (org.). **Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: São Paulo, 2012. p. 103-105.

FONSECA, V. L. I.; SILVA, P. N. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica.** Campinas, São Paulo, vol. 10, n. 4, p. 59 - 62, out. 2010.

FREITAS, B. M. Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agroecossistemas brasileiros in: PINHEIRO, J. N. (org.) **Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre as abelhas.** Goiás: Brasília, 2012. p. 21-22.

FREITAS, B. M.; FONSECA, V. L. I. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**. São Paulo, São Paulo, vol. 80, p. 44-46, 2005.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; FONSECA, V. L. IMPERATRIZ. The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil. **JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY**. Oxford University Press. Jun. 2015.

KOVACH, J.; PETZOLDT, R.; HARMAN, G. E. Use of Honey Bees and Bumble Bees to Disseminate *Trichoderma harzianum* 1295-22 to Strawberries for Botrytis Control. **Biological Control**, vol. 18, ed. 3, p. 235 – 242. Jul. 1999.

PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; CAMARGO, R. C. R. In: VILELA, S. L. O. (org.). **Embrapa**. Características e Organização. Aspectos morfológicos das abelhas *A. mellifera*. Goiás, Brasília. Jun. 2003.

POTRICH, M.; LIBARDONI, G.; ALVES, F. A. L.; SKI, V.; SILVA, E. R. L.; NEVES, P. M.O.J. *Isaria fumosorosea* selective to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)? **Eur. J. Entomol.** 2020. p. 110–117.

POTRICH, M.; SILVA, R. T.; MAIA, F. MC; LOZANO, E. R. L.; ROSSI, R. M.; COLOMBO, F. C.; TADESCO, F. G.; GOUVEA, A. Efeito de entomopatógenos em *Apis mellifera* L. africanizada (Hymenoptera: Apidae). **Revista Brasileira entomologia**. São Paulo, São Paulo. 2018. vol 62, n. 1, p. 23-28.

SILVA, C. I. Associação brasileira de estudo das abelhas *In*: FREITAS, B. M. (org.). **Agricultura e polinizadores**: o papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil. São Paulo: São Paulo, 2015. p. 10-13.

TOMÉ, H. V. V. et al. Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: Regrettable non-target toxicity of a bioinsecticide. **Chemosphere**. 2015. vol. 124, n. 1, p. 103–109.