

ABELHAS UTILIZAM CAMPOS ELETROSTÁTICOS COMO FATOR DE DECISÃO EM VISITA FLORAL?

VAGNER LUIZ GRAEFF FILHO¹; JOSÉ PEDRO SPIES NOLIBOS²; SABRINA LORANDI³ GUSTAVO MAIA SOUZA⁴; CRISTIANO AGRA ISERHARD⁵

¹Universidade Federal De Pelotas - UFPEL – vagner.filho966@gmail.com

²Universidade Federal De Pelotas - UFPEL – jpnolibos@gmail.com

³Universidade Federal do Rio Grande FURG – sabri_lorandi@hotmail.com

⁴Universidade Federal De Pelotas - UFPEL – cristianoagra@yahoo.com

⁵Universidade Federal De Pelotas - UFPEL – gumaia.gms@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Abelhas tem uma forte ligação evolutiva com as plantas angiospermas (que produzem flores e frutos) , por isso tornaram-se ao longo do tempo suas principais polinizadoras, carregando pólen obtido nas estruturas masculinas até as estruturas femininas das flores (MICHENER, 2007). A polinização é um processo muitas vezes essencial para a formação de frutos e sementes viáveis. Estima-se que mais de 80 % das plantas selvagens dependem totalmente ou se beneficiam da polinização realizada por animais (KREMEN et al. 2007). Em troca, abelhas recebem recursos essenciais para sobrevivência, uma vez que o pólen oferece grande quantidade de proteína, e o néctar fornece energia, e ainda óleos e perfumes florais que podem ser usados para construção de ninhos, alimentação de crias e para atração durante o processo de reprodução (MICHENER, 2007).

Contudo, para que o fenômeno da polinização feita por animais aconteça, as plantas precisam utilizar de estratégias de atração, oferecendo recursos que satisfaça alguma necessidade animal, sendo as três principais: reprodução, abrigo e alimentação. A coloração, formato de flores e fragrâncias voláteis sinalizam a disponibilização de recursos florais e ambiente propício, onde óleos, perfumes, néctar, pólen e água satisfazem as necessidades de alimentação (AGOSTINI et al, 2014).

É suposto que o campo eletromagnético e seu formato gerado em uma flor, geralmente carregada negativamente, pode ser outro fator de atração (CLARKE et al, 2013), visto que os potenciais elétricos na superfície das plantas se alteram durante o dia, tanto por atividade interna da planta, quanto por fatores externos como o contato com partículas de poeira, gotas de chuva, inseticidas e insetos voadores. Em consequência, campos eletrostáticos são emitidos a partir desses potenciais (BURR, 1945; MAW, 1961)

Esses campos eletrostáticos interpretados por insetos voadores com capacidade de eletorrecepção, ou seja, a capacidade de perceber e interpretar campos elétricos, poderiam servir como indicativos de disponibilidade de recursos florais. Isso se torna possível sabendo que insetos voadores como abelhas tendem a desenvolver cargas elétricas positivas de potencial elétrico até 450 V em seu corpo devido ao atrito com partículas do ar durante o voo (GREGGERS, 2013). Desta maneira, o pouso de um inseto voador em uma flor carregada negativamente poderia neutralizar o campo elétrico desta, deixando marcas que interpretadas por visitantes posteriores seriam um indicativo de uma flor com recursos florais já explorados (CLARKE, 2013).

Hsu e colaboradores (2007) demonstraram que abelhas melíferas (*Apis melífera*) podem usar campos magnéticos para orientação, mesmo com

intensidade abaixo de 26 nT (nano-tesla). Clarke et al. (2013) demonstraram que abelhas *Bombus terrestris* percebem campos magnéticos e os associam às recompensas em flores artificiais. Chicas-Mosier et al. (2020) comprovaram que abelhas podem servir-se de anomalias magnéticas presentes no ambiente como ferramenta auxiliar de localização durante o forrageamento.

Diversas hipóteses surgiram para explicar o mecanismo usado para esta magnetorecepção. A mais aceita atualmente para *Apis mellifera* é baseada no acúmulo de grânulos de ferro (Fe_3O_4 e FeOOH) em vesículas no abdome desses animais, as quais ligadas ao sistema sensor podem ser utilizadas para orientação espacial (HSU, 2007). Outras estruturas também podem ser utilizadas para a percepção magnética, e variam conforme a espécie estudada. Abelhas da espécie *Bombus terrestris* utilizam cerdas para a percepção magnética, o movimento gerado nesses pelos é captado por sensores mecânicos e gera informações transmitidas ao sistema nervoso da abelha (SUTTON, 2016). Por outro lado, abelhas-sem-ferrão possivelmente utilizam as antenas para magnetorecepção (LUCANO, 2005). Por entender-se que é possível a utilização de diferentes estruturas surge a indagação se é viável a existência de estruturas ainda não estudadas, porém os estudos na área ainda são bastante incipientes.

Visto a escassez de conhecimentos, estudos e divulgação sobre este assunto, justifica-se esta revisão bibliográfica. Tendo o intuito de tornar-se prelúdio para o interesse referente ao tema e a implicação desse processo na relação entre abelhas e flores. Além de como isso pode ser refletido na construção do conhecimento humano e tecnológico visando a melhoria de futuras práticas de conservação de áreas naturais, sistemas agrícolas, práticas de apicultura e meliponicultura.

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado a partir de revisão de literatura nas bases de arquivos científicos, Periódicos Capes, Google Scholar, utilizando as palavras chaves BEE, MAGNETORECEPTION, ELECTRORECEPTION, MAGNETIC-ELECTRIC-FIELD, FLOWER. Foram selecionados os que se adequam ao assunto com base nos temas citados nos títulos dos artigos e em seus resumos. Os critérios para escolha dos artigos a serem revisados foram de aproximação ao tema escolhido, se tratando minimamente da capacidade de percepção magnética-elétrica por abelhas, assim como a composição do artigo, possuindo as características mínimas necessárias para o entendimento da construção do conhecimento, tais como descrição da metodologia utilizada e as referências às afirmações do artigo. As plataformas mostraram um grande número de artigos relacionados às palavras chave, porém poucos mostraram-se capazes de suprir as perguntas referentes a revisão. Para análise do conteúdo foram determinadas três categorias: 1- O artigo aborda a capacidade de magnetorecepção. 2- O artigo abordava a associação entre campos magnéticos-elétricos à recompensas florais. 3- O artigo aborda a escolha de visita floral em flores naturais relacionada a intensidade de campos magnéticos-elétricos da flor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram revisados seis artigos encontrados a plataforma Google Scholar, e cinco artigos na plataforma Periódicos CAPES. Dentre os onze artigos, dois artigos se distanciaram do tema e não tratavam da capacidade de percepção e interpretação da campos magnéticos, apenas expunham abelhas a diferentes intensidades de campos magnéticos para visualização de alterações comportamentais e bioquímicas, como envelhecimento, movimento de antenas, localização de colméia, e construção de favos, portanto não contemplavam o primeiro critério determinado.

Dos nove artigos que descreviam magnetorecepção cinco artigos usavam associações entre recompensas florais e os campos magnéticos, em geral criados com a utilização de bobinas elétricas. Alguns destes usaram flores artificiais construídas com bobinas geradoras de campo, outros usaram campos magnéticos em proximidade dos alimentadores para o estudo de anomalias eletromagnéticas, tais como as de ocorrência natural ou as geradas por construções humanas, como antenas de rádio e telefone, roteadores, etc.

Em meio aos artigos revisados foram encontradas especulações sobre o uso dessas capacidades de eletorrecepção para a decisão de visitação floral durante o forrageamento de abelhas. Segundo as hipóteses, flores, que em geral possuem cargas elétricas negativas na superfície de seus tecidos, geram um campo eletrostático suficientemente intenso para ser percebido por uma abelha em vôo próximo a flor de interesse (CLARKE,2013). E a partir disso realizar decisões de visita floral, sabendo que flores com cargas elétricas negativas neutralizadas por um inseto voador, que carrega cargas positivas, teriam marcas elétricas indicativas de recursos florais já explorados previamente (GREGGERS, 2013).

Porém, não foi encontrado durante a revisão nenhum artigo contendo experimentos que comprovem uma interação entre abelhas e campos eletrostáticos de florações reais, apenas testes usando bobinas geradoras de campo e flores artificiais. Possivelmente pelas dificuldades em realizar medições em campos de baixa intensidade de flores e em controlar a disponibilidade de recompensas florais (CLARKE,2017).

Ainda, segundo a lei de Coulomb ($F = (K.Q.q)/d^2$) as forças de atração diminuem exponencialmente à medida que as cargas se distanciam, o que dificultaria a percepção a distância desses campos por abelhas se tratando de cargas de baixa intensidade. Outro problema metodológico em fazer essas relações, é o uso de bobinas geradoras de campos magnéticos para explicar um fenômeno que provavelmente envolve cargas eletrostáticas, que diferem em natureza entre si. Campos magnéticos experimentados são gerados a partir de cargas elétricas em movimento e possuem indissociabilidade entre os pólos positivo e negativo, diferente das cargas eletrostáticas observadas na superfície de plantas, que não possuem os dois pólos elétricos ligados e não estão relacionadas a cargas em movimento (BURR, 1945; MAW,1961).

Contudo, a hipótese não pode ser descartada, visto que se trata de uma área nova de conhecimento e de crescente interesse, além de abrir possibilidades para um melhor entendimento acerca do comportamento de abelhas em forrageamento e dos processos envolvidos na polinização, também se relaciona aos interesses da sociedade moderna visto a dependência humana frente aos processos de polinização e aos interesses na conservação de espécies e nos aspectos que as rodeiam.



4. CONCLUSÕES

Podemos concluir a partir da revisão que a capacidade de percepção e associação de campos magnéticos à recompensas florais em flores artificiais existe entre as espécies abelhas mais estudadas, porém ainda é pouco elucidado se esse processo acontece ao nível das cargas presentes em flores reais, e se isso pode ser realmente utilizado como fator na decisão da visita floral. Portanto, são necessários futuros estudos que demonstrem com mais clareza esse processo na natureza.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI et al. In: RECH, A.R. et al. **Biologia da polinização**, 1º Edição, Rio de Janeiro, Projeto Cultural, 2014.

BURR, H. S. Diurnal Potentials In The Maple Tree, Yale University School of Medicine, 1945.

CHICAS-MOSIER, et al. Low Strength Magnetic Fields Serve as a Cue for Foraging Honey Bees but Prior Experience is More Indicative of Choice, **Bioelectromagnetics** 41:458--470, 2020.

CLARKE, Dominic. et al. Detection and Learning of Floral Electric Fields by Bumblebees, **Science** vol. 340, p. 66-69, Reino unido, 2013.

CLARKE, Dominic. et al. The bee, the flower, and the electric field: electric ecology and aerial electroreception, **Springer**, Reino unido, 2017.

GREGGERS U, Koch G, Schmidt V, et al. 2013 Reception and learning of electric fields in bees. Proc R Soc B280: 20130528. **Proceedings of Royal Society**, Alemanha, 2013.

HSU, Chin-Yuan. Et al. Magnetoreception System in Honeybees (*Apis mellifera*), **PLoS ONE**, Taiwan, 2007.

KREMEN, Claire. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change, **Ecology Letters**:10: 299–314, 2007.

LUCANO, M, J. Et al. Stingless bee antennae: A magnetic sensory organ?. **BioMetals**, Rio de Janeiro, 2006.

MAW, M, G. Behaviour of an Insect on an Electrically Charged Surface. 1961.

MICHENER, Charles D. **The Bees Of The World**. 2 Ed. Estados Unidos da América: Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007.

SUTTON, Gregory P. Et al. Mechanosensory hairs in bumblebees (*Bombus terrestris*) detect weak electric fields, **PNAS**, Reino Unido, 2016.