



RECURSOS FLORAIS, ATRATIVOS, SÍNDROME DE MELITOFILIA E ECOLOGIA COGNITIVA DA POLINIZAÇÃO DA *Borreria Scabiosoides* (RUBIACEAE)

JOSÉ BRUNO DA SILVA AZEVEDO

RESUMO

Introdução: A *Borreria scabiosoides* apresenta habito herbáceo, de origem nativa, com período de floração nos meses de maio, junho e julho, possuindo um sistema de polinização feito por abelhas. A *Borreria scabiosoides* sinalizam as abelhas através dos seus recursos florais, como cor, forma, odor, tamanho, estímulos, dentre outros. As abelhas se alimentam de pólen e néctar. **Objetivo:** Descobrir os aspectos dos recursos florais, atrativos, síndromes da polinização e ecologia cognitiva da polinização dessa espécie de planta. **Metodologia:** A coleta de dados ocorreu no período de Maio à Julho de 2022, no sítio Gamelas, município de Nova Floresta, Paraíba. Todas as observações foram realizadas em campo desse estudo, sendo complementadas através da análise de fotografias que foram tiradas no celular. **Resultados:** A *Borreria scabiosoides* foi visitada apenas por abelhas *Apis mellifera*, que carregaram grãos de pólen e forragearam as flores dessa planta no período sazonal. A disponibilidade de água das chuvas também possibilitou uma boa regulação na taxa de secreção dessa planta. A *Borreria scabiosoides* possui perfumes com moléculas lipofílicas, dividindo o seu baixo peso molecular e votalizando rapidamente no espaço. A *Apis mellifera* utilizou a quimiorrecepção do olfato a longa distância. Essas abelhas também fizeram a sinalização através de footprints de pegadas, evitando visitar flores recém visitadas e com pouco recurso floral. Essas abelhas mostraram ter cognição inter-relacionadas e indissociáveis, como a percepção, aprendizado, memória de trabalho, memória de longo prazo e atenção. **Conclusão:** Suas flores produzem uma grande quantidade de pólen, garantindo a reprodução e alimentação da *Apis mellifera*, que mostrou ter constância floral e possuiu preferência em polinizar apenas as flores da *Borreria scabiosoides*. Na maioria das vezes pode ser desvantajoso que as abelhas *Apis mellifera* manipulem novas flores de outras espécies de plantas, devido ao alto custo de energia e tempo.

Palavras-chave: Atrativos; *Borreria scabiosoides*; Recursos florais; Polinização; Síndrome de melitofilia.

1. INTRODUÇÃO

A *Borreria scabiosoides* apresenta habito herbáceo, de origem nativa, com período de floração nos meses de maio, junho e julho, possuindo um sistema de polinização feito por abelhas.

Para que a transferência de pólen entre diferentes flores da mesma espécie ocorra, é necessário, antes, que os visitantes encontrem as flores e se aproximem delas. Essa é a

principal função dos atrativos florais: sinalizar aos visitantes a presença de recursos e instigar os animais a realizarem visitas. Entre os principais sinais utilizados pelas plantas estão as cores e perfumes das flores, que podem ter evoluído em resposta a pressões evolutivas relacionadas com os polinizadores e seus diferentes sistemas de percepção. O reconhecimento dos sinais florais é fundamental nas interações entre plantas e polinizadores (VARASSIN et al. 2014).

Todas as espécies de abelhas se alimentam de recursos florais, entre eles néctar e pólen. O néctar representa a fonte de energia para os adultos e imaturos e as abelhas utilizam a proboscide para obter este recurso. O pólen representa a principal fonte proteica e é disponibilizado para os imaturos dentro da célula de cria. A coleta deste recurso pelas fêmeas adultas requer manipulação das flores, tanto para a retirada do pólen contido nas anteras como para acondicioná-lo em estrutura de transporte, de forma a não perdê-lo durante o percurso até o ninho (PINHEIRO et al. 2014).

As características florais com as quais nos deparamos em nosso dia a dia podem atrair facilmente a nossa atenção e despertar nossos sentidos através de estímulos que emitem. O surgimento de determinados padrões florais, como cor, forma, tamanho, emissão de odores, presença de estímulos táteis, térmicos, gustatórios etc. Em cada grupo de plantas, resulta de um processo interativo entre estas e seus visitantes florais (BRITO et al. 2014).

Visão, fragrâncias e sabores, tato, sensibilidade eletromagnética, noção de tempo, estimação de distâncias, medida de direção, estabelecimento de pontos de referências e, ainda uma memória para armazenar e lembrar todas essas informações de maneira seletiva seriam parte dessa rede de comunicação entre as formas de vida e o ambiente físico, estando estruturados e adaptados de acordo com os ecossistemas aos quais pertencem (BRITO et al. 2014).

O objetivo desse estudo é descobrir através de algumas observações, quais são os recursos florais, os atrativos, as síndromes da polinização e a ecologia cognitiva da polinização da *Borreria scabiosoides*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de dados ocorreu no período do dia 26 de maio à 20 de julho de 2022, no sítio Gamelas, município de Nova Floresta, Paraíba (6° 27' 18" S 36° 12' 10" O), cuja vegetação é predominante do tipo caatinga aberta, com várias espécies de plantas com habito herbáceo, pertencentes a família Rubiaceae. Na área de estudo, a *Borreria scabiosoides* é encontrada de maneira esparsa, em áreas alteradas e abertas. O município de Nova Floresta-PB, pertence a área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, possui o índice de aridez e o risco de seca, estar acima de 500 metros de altitude acima do nível do mar, possui clima tropical de altitude (WIKIPEDIA, 2022).

Foi selecionado apenas a *Borreria scabiosoides* para a coleta dos dados fenológicos da biologia floral. Para confirmar a identificação dessa espécie, utilizou-se o guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II e a chave de identificação para as principais famílias de Angiospermas nativas e cultivadas do

Brasil. Todas as observações foram realizadas em campo desse estudo, sendo complementadas através da análise de fotografias que foram tiradas no celular.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa planta foi visitada pelas abelhas *Apis mellifera*, que possui uma adaptação física

nas flores desta espécie de planta, mostrando serem sendo capazes de carregar os grãos de pólen e forragear essas flores no período sazonal dos meses de maio, junho e julho de 2022.

As abelhas *Apis mellifera* conseguiram manipular as flores de *Borreria scabiosoides*, voando de uma flor para outra, buscando minimizar o seu tempo em encontrar as flores. Os grãos de pólen dessas plantas constituíram a dieta dessas abelhas.

A camada de exina do grão de pólen não é digerida pela maioria das abelhas, sendo então descartadas nas fezes. A camada da intina é composta por pectina e celulose, mostrando ser bastante difícil na digestão (AGOSTINI et al. 2014).



Figura 1: Visualização das anteras da *Borreria scabiosoides*.

A *Borreria scabiosoides* possui flores que produzem uma grande quantidade de grãos de pólen, garantindo a alimentação e a reprodução das abelhas *Apis mellifera*. Os grãos de pólen que são utilizados na alimentação dessas abelhas não possuem mais função reprodutiva.

As abelhas *Apis mellifera* consumiram involuntariamente o néctar dessas flores, fazendo o mutualismo do transporte de pólen, propiciando a reprodução da *Borreria scabiosoides*. O néctar dessas flores é uma matéria-prima na fabricação do mel dessas abelhas.

Se o néctar for distribuído de modo agrupado entre as plantas, os visitantes que encontrarem flores com maior quantidade de néctar irão se mover apenas entre as flores vizinhas, enquanto os visitantes que encontrarem flores com pouca quantidade de néctar irão evitar flores vizinhas (AGOSTINI et a. 2014).

O clima dessa região de estudo é seco, mas a disponibilidade de água das chuvas nos meses de maio, junho e julho possibilitou uma boa regulação na taxa de secreção do néctar da *Borreria scabiosoides*. Também deu pra perceber que as flores dessa planta não possuíam variabilidade do néctar numa mesma planta, mesmo ocupando diferentes posições na inflorescência. O microambiente ao redor dessa planta não era diferente e não havia diferenças na idade das flores e nem diferença nas visitas realizadas por essas abelhas.

O ambiente desse estudo possui alta elevação e latitude, por isso que as flores dessas plantas são bastante visitadas por abelhas *Apis mellifera*. As flores da *Borreria scabiosoides* possuem menor valor energético de néctar em ambientes com elevações e altitudes baixas. Como o ambiente desse estudo possui elevações e latitudes altas, o néctar das flores dessa planta possuem muito valor energético para as abelhas.

Muitas flores possuem diferentes tipos de padrões de reflectância, por isso que para as abelhas vários tipos de flores vermelhas podem parecer ultravioletas, verdes ou azuis. As abelhas conseguem detectar mais facilmente as flores que não são vermelhas nos ambientes que apresentam flores azuis e vermelhas, reduzindo os recursos florais que são azuis e emitindo preferência por flores que não são vermelhas (VARASSIN et al. 2014).

As abelhas *Apis mellifera* costumam visitar flores mais atrativas e que variam na faixa do violeta, rosa, azul e amarelo. Essas abelhas preferem flores que possuem simetria bilateral e guias de néctar. Flores com cores vermelhas são invisíveis para as abelhas *Apis mellifera*, sendo que elas possuem preferência por cores brancas que absorvem o ultravioleta e por flores vermelhas que refletem. A planta *Borreria scabiosoides* possui perfumes com moléculas lipofílicas que volatiliza rapidamente no espaço devido ao seu baixo peso molecular.

Os pássaros visitam as flores vermelhas com mais frequência, não por serem preferidas por eles, mas pela diminuição da competição com as abelhas, levando a uma divisão de nicho na comunidade. Assim, a cor vermelha pode estar associada com o aumento da detecção por parte dos pássaros ou com a diminuição da detecção por parte das abelhas ou ambos (VARASSIN et al. 2014).

As abelhas *Apis mellifera* conseguiram induzir uma memória olfativa de longo e curto prazo por vários dias, permitindo que essas abelhas voltassem a visitar em dias subsequentes as flores da *Borreria scabiosoides*. Deu pra visualizar que a *Apis mellifera* utilizou a quimiorrecepção do contato ao paladar e a quimiorrecepção do olfato a longa distância.

O reconhecimento floral ou a sinalização foi mediada pelas abelhas *Apis mellifera* através do footprints, deixando pegadas olfativas nas flores da *Borreria scabiosoides* que foram recém visitadas. Essas pegadas são compostas por hidrocarbonetos que estão presentes no tarso, ficando retidas por pelo menos duas horas nas flores da *Borreria scabiosoides*. Isso mostra que a sinalização química se dar através de pegadas, não afetando a presença dos recursos, mas o comportamento dessas abelhas que evitaram visitar flores que foram recém visitas e que possuíam pouco recurso a oferece-las.

A *Borreria scabiosoides* é uma planta melitofilia que é polinizada apenas por abelhas. A sua cor varia do ultravioleta ao amarelo intenso, frequentemente com guias visuais de pólen ou néctar. Apresentam apenas antese diurna, com néctar escondido em pequena quantidade e com alta concentração de açúcares.

A *Borreria scabiosoides* é uma angiosperma que juntamente com a visita das abelhas *Apis mellifera* consegue formar um grupo de organismos que interagem entre si e sustentam as cadeias ecológicas desse ambiente terrestre em biomassa e exuberância.

A proteção do pólen, a seleção de visitantes e a promoção da polinização com a deposição mais precisa de pólen no corpo das abelhas serviram como vantagens adaptativas para garantir o sucesso reprodutivo dessa planta (PINHEIRO et al. 2014).

As abelhas *Apis mellifera* foram os componentes essenciais na biodiversidade desse ambiente de estudo, fornecendo vários serviços ecológicos, atuando na primeira etapa da reprodução sexuada da *Borreria scabiosoides*, além de serem fundamentais na manutenção desse ambiente com habitat natural.

As abelhas *Apis mellifera* reagiram aos recursos e atrativos através do seu aprendizado e instinto. Os sistemas sensoriais e os sinais florais dessas abelhas selecionaram diferentes rotas e mecanismos dependentes da atividade que elas iriam realizar.

As flores da *Borreria scabiosoides* disputaram apenas a atenção das abelhas *Apis mellifera*, utilizando uma ampla gama de cores para gerar algumas sensações a serem determinadas. Essas abelhas também estavam equipadas com pigmentos visuais capazes de decodificar as informações refletidas pela superfície de seus estímulos, pois as abelhas *Apis*

mellifera são bastante sensíveis na faixa do ultravioleta. Apesar de nós seres humanos não sermos capazes de conseguir enxergar esse comprimento de onda, as flores *Borreria scabiosoides* refletem na faixa do espectro, permitindo que as abelhas *Apis mellifera* sejam capazes de perceber esses comprimentos de ondas, passando a explorar as flores da *Borreria scabiosoides* através da sua visualização.

As abelhas tem visão tricromática, ou seja, possuem fotorreceptores com picos de excitação em três faixas diferentes do espectro visual: ultravioleta (344), azul (436) e verde

(556). A visão tricromática UV-azul-verde parece ser a condição ancestral de todos os insetos pterigota desde o Devoniano, existindo, porém variações (BRITO et al. 2014). As abelhas *Apis mellifera* tendem a visitar flores amarelas, violetas, rosas e azuis. Raramente essas abelhas visitam flores vermelhas.

As abelhas *Apis mellifera* conseguem rapidamente associar os estímulos coloridos através das recompensas, convertendo-se em organismos modelo na hora em que vão conduzir os experimentos sobre a sua capacidade visual. Essas abelhas não possuem fotorreceptores capazes de reconhecer ou discriminar a cor vermelha nas flores, através dos mecanismos cromáticos. Para isso ela não pode possuir refletância na faixa do ultravioleta.

As abelhas *Apis mellifera* possuem sensores químicos, geralmente na parte das anteras e da mandíbula, que interceptam as moléculas de odor. Dois a cinco neurônios desses sensores conseguem conectar-se com o cérebro dessas abelhas. As moléculas de odor ligam-se as proteínas específicas nessas regiões, desencadeando uma reação que culmina na transmissão do impulso nervoso até o cérebro dessas abelhas, que conseguira interpretar a mensagem do odor específico.

A *Borreria scabiosoides* sincronizou suas emissões máximas com pico de visitação das abelhas *Apis mellifera*, mostrando atrai-las durante uma escala temporal, favorecendo a visitação de exploração de suas flores apenas no horário da manhã e da tarde.

A *Borreria scabiosoides* promoveu um sinal espécie-específico, onde as fragrâncias das suas flores conseguiram facilitar o aprendizado da visitação das abelhas *Apis mellifera*. Essa planta aumentou a transferência do seu pólen e mostrou uma boa eficiência de forrageio.

As abelhas *Apis mellifera* escolheram e restringiram a visitar apenas as plantas da *Borreria scabiosoides* e ignoraram a existência de todas as outras espécies de plantas com flores que estavam ao redor da *Borreria scabiosoides*, apesar de algumas espécies serem mais recompensadoras ou até mesmo energeticamente iguais.

A *Apis mellifera* mostrou ter constância floral, possuindo preferência em polinizar apenas as flores da *Borreria scabiosoides*, talvez pelo fato de suas flores emitirem múltiplos sinais, tais como (forma, estímulos táteis, odor e cor), podendo ter preferência aprendida ou inata. A *Apis mellifera* também possuiu grande capacidade em conseguir memorizar os lugares por onde transitavam no ambiente, retornando para as fontes de recursos florais da *Borreria scabiosoides*.

As abelhas treinadas em apenas uma tarefa são mais eficientes que aquelas que aprenderam mais de uma em um curto espaço de tempo. Elas cometem menos erros, apresentam um tempo menor de manuseamento das flores, corrigem erros rapidamente e as transições entre flores da mesma espécie são inicialmente mais rápidas (BRITO et al. 2014).

Além disso, se dois estímulos usados durante o treinamento, como cor e odor, são substituídos por dois novos estímulos da mesma natureza, a memória para os dois primeiros parece ser apagada. Esses dois novos estímulos não podem ser estocados simultaneamente na memória de trabalho das abelhas (BRITO et al. 2014).

Para coletar pólen em flores de anteras poricidas, a *Apis mellifera* agarra-se a uma antera ou a um conjunto de estames e vibra a musculatura do tórax. A vibração é

transmitida para as estruturas florais e faz com que os grãos de pólen, geralmente pequenos e secos, sejam liberados das anteras para a superfície abdominal e/ou torácica da abelha (PINHEIRO et al. 2014).

De acordo com PINHEIRO et al (2014) durante a coleta por vibração, o pólen para reprodução é depositado em um local do corpo do visitante (região dorsal e/ou dorsolateral), que contata o estigma da flor e de onde normalmente não é retirado pela abelha. Enquanto isso, o pólen para alimentação do visitante é depositado na região ventral do corpo da *Apis melífera*, de onde pode ser retirado e transportado para o ninho.

Os machos da *Apis melífera*, percorrem rotas fixas durante a coleta de odor, onde a mesma rota pode ser usada por mais de um macho dessa espécie em diferentes intervalos de tempo. Os machos podem agitar suas asas para conseguir levantar o seu voo e voar em forma de círculos em alguns instantes. Os machos da *Apis melífera* também descansam na vegetação.

Os machos da *Apis melífera* executam movimentos específicos e intrínsecos com as pernas durante os voos circulares e transferem o perfume dos recipientes das tíbias posteriores para o tufo de pelos das tíbias médias, onde o odor é ventilado e soprado ao ar pelo movimento das asas (PINHEIRO et al, 2014). Os machos conseguem emitir borrifos de perfumes no ar. Já as fêmeas da *Apis melífera* são atraídas às rotas de coleta de odor dos machos, principalmente nos locais onde eles liberam os perfumes.

4. CONCLUSÃO

As abelhas *Apis melífera*, costumaram visitar apenas as flores da *Borreria scabiosoides*, sendo polinizadores bastante eficientes em relação as demais espécies de plantas que estavam ao redor desta planta. Na maioria das vezes pode ser desvantajoso que as abelhas *Apis mellifera* manipulem novas flores de outras espécies de plantas, devido ao alto custo de energia e tempo. Em alguns momentos, as abelhas *Apis mellifera* não procuraram flores de outras espécies, devido não conhecerem os atributos qualitativos dos recursos florais encontrados nesse ambiente, ou talvez porque as flores da *Borreria scabiosoides* garantiam o retorno dos seus recursos, sendo mais vantajoso e efetivo que as abelhas *Apis mellifera* trabalhem apenas em uma espécie de planta.

5. REFERÊNCIAS

ATRATIVOS. VARASSIN, Isabela Galarda; AMARAL-NETO, Láercio Peixoto. In: RECH, R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO**. Ceres Belchior, Comitê Editorial do Ministério do Meio Ambiente, Rio de Janeiro, 1. ed., 2014. pp. 151-168.

ECOLOGIA COGNITIVA DA POLINIZAÇÃO. BRITO, Vinícius; TELLES, Francismeire; LUNAU, Klaus. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C.

BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO. Ceres Belchior, Comitê Editorial do Ministério do Meio Ambiente, Rio de Janeiro, 1. ed., 2014. pp. 418-438.

Nova Floresta. In: WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. 2022. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Nova_Floresta. Acesso em 16 jul. 2022.

POLINIZAÇÃO POR ABELHAS. In. PINHEIRO, Mardiore; GAGLIANONE, Maria

Cristina;

NUNES, Carlos Eduardo Pereira; SIGRIST, Maria Rosângela; SANTOS, Isabel Alves.
In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **BIOLOGIA
DA POLINIZAÇÃO**. Ceres Belchior, Comitê Editorial do Ministério do Meio Ambiente,
Rio de Janeiro, 1. ed., 2014. pp. 206-223.

RECURSOS FLORAIS. AGOSTINI, Kayna; LOPES, Ariadna Valentina; MACHADO,
Isabel Cristina. *In:* RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C.
BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO. Ceres Belchior, Comitê Editorial do Ministério do Meio
Ambiente, Rio de Janeiro, 1. ed., 2014. pp 129-150.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação
das famílias de Fanerógramas nativas e exóticas no Brasil, baseado na APG II**. Nova
Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo, Brasil. 2008.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação
das famílias de Fanerógramas nativas e exóticas no Brasil, baseado na APG II**. Nova
Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo, Brasil. 2005.