

Ornitofilia nos Neotrópicos e nos Paleotrópicos

Ornithophily in Neotropics and Paleotropics

Walquíria A Brunelli^{1,*}

1. Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas. Universidade Vila Velha. Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. CEP 20102-770. Bolsista Mestrado FAPES

*Autor para correspondência: wbbunelli@gmail.com

Resumo A polinização pode ser definida como a transferência de grãos de pólen das anteras para o estigma, podendo ser em uma mesma flor ou entre flores distintas. Flores ornitófilas possuem mecanismos florais específicos para a visitação dos pássaros que são encontrados em muitas partes do mundo, cada um restrito a uma área geográfica. Os beija-flores são excepcionalmente neotropicais e nenhum outro grupo de aves é tão característico. A base da alimentação dos beija-flores é o néctar, portanto, flores polinizadas por eles possuem muito néctar, estão reunidas em inflorescências, possuem cores brilhantes, são tubulares, pendentes, antese diurna, ausência de odores, corola aberta e de fácil acesso. Os beija-flores possuem bicos longos e estreitos, que variam de comprimento e curvatura especializados para se alimentar de néctar. As flores geralmente não fornecem poleiros, pois os beija-flores tem a capacidade de pairar em voo diferente dos pássaros ornitófilos do Velho mundo que precisam pousar próximo a flor para se alimentar. Alguns pássaros ornitófilos do Velho Mundo apresentam grande semelhança com o beija-flor. Evidências de fósseis na Europa sugere que a evolução inicial de beija-flor não é exclusiva do Novo Mundo, além de mostrar que pássaros ornitófilos do Velho Mundo são parentes próximos dos beija-flores e que algumas flores contêm traços que se assemelham com as do Velho mundo. Mas ainda não se sabe as razões que levaram à extinção dos beija-flores no Velho Mundo.

Palavras-chaves Ornitófilos, beija-flor, Velho mundo, Novo Mundo.

Abstract Pollination can be defined as the transfer of pollen from anther to stigma, which may be the same flower in a flower or between different. Ornithophilous flowers have floral arrangements specific to the visitation of birds that are found in many parts of the world, each restricted to a geographical area. The hummingbirds are exceptionally Neotropical and no other group of birds is so

characteristic. The staple diet of hummingbirds nectar is thus pollinated flowers have much nectar they are gathered in clusters, have bright colors, are tubular, pending, diurnal anthesis, no odors, corolla open and easily accessible. Hummingbirds have long beaks and narrow, ranging in length and curvature specialized to feed on nectar. The flowers usually do not provide perches because the hummingbirds have the ability to hover in flight different from the Old World birds bird watchers who need land near the flower to feed. Some Old World birds bird watchers have great similarity with the hummingbird. Evidence from fossils suggests that in Europe the early evolution of hummingbird is not unique to the New World, and to show that the Old World birds bird watchers are close relatives of the hummingbirds and flowers contain some features that resemble those of the Old world. But still do not know the reasons that led to the extinction of hummingbirds in the Old World.

Keywords: bird watchers, hummingbird, Old World, New World

Introdução

Varias são as interações conhecidas entre plantas e animais, dentre elas a polinização, que pode ser definida como a transferência de grãos de pólen das anteras para o estigma, podendo ser em uma mesma flor ou entre flores distintas (Araujo *et al.* 2009). É um processo chave em comunidades terrestres, sendo um pré-requisito essencial para o desenvolvimento das sementes e frutos, podendo afetar diretamente o sucesso reprodutivo das plantas (Camargo *et al.* 2011). Características florais como: odor, cor, disponibilidade de néctar, formato e outros recursos estão relacionados com os polinizadores (Araujo *et al.* 2009).

A relação entre as plantas e aves polinizadoras, envolve basicamente, dois processos: o transporte de pólen entre plantas que

é realizado por animais forrageando, promovendo a polinização, e a produção de recursos que atrai polinizadores até as flores (Mendonça e Anjos 2003). Estes podem oferecer diferentes substâncias nutritivas como: pólen, néctar, óleo, tecidos florais (Camargo *et al.* 2011). Os recursos florais mais procurados pelos polinizadores vertebrados são pólen e néctar (Araujo *et al.* 2009).

Um conjunto de caracteres florais que estão associados com seus visitantes específicos têm sido usados para caracterizar as de Síndrome de polinização (Sakai *et al.*, 1998).

Flores polinizadas por pássaros possuem mecanismos florais específicos para a visita do mesmo, sendo esta a “síndrome de ornitofilia” (Stiles 1981). Flores ornitófilas podem constituir 10-15% de todas as espécies de angiospermas em uma dada comunidade vegetal neotropical (Dziedzioch *et al.* 2003).

Pássaros antófilos são encontrados em muitas partes do mundo, cada um restrito a uma área geográfica. Meliphagidae (*honeyeaters*) ocorre na Austrália, Drepanididae uma família endêmica do Havaí, o Promeropidae e Nectariniidae são caracteristicamente da África e o Trochilidae (beija-flores) ocorre nas Américas (Mendonça e Anjos 2003). Portanto as aves podem ser polinizadores suplementares em ambientes onde os insetos têm baixas densidades populacionais, como em ecossistemas de grande altitude e ambientes secos (Cronk e Ojeda 2008).

Ornitofilia nos Neotrópicos

Os beija-flores (Trochilidae) são exclusivamente neotropicais e nenhum grupo de aves é tão característico da fauna Neotropical (Mayr 2005). Sua maior concentração ocorre perto do Equador na região dos Andes, onde a Colômbia tem 143 e o Brasil 80 espécies de beija-flores (Sick 2001), mas também são encontrados no sul da América do Sul e Alasca. Compõem uma das maiores famílias de aves, com cerca de 328 espécies (Mayr 2004). São os principais polinizadores dentre os vertebrados, sendo responsável pela polinização de cerca de 15% das espécies de plantas de uma comunidade na região Neotropical (Leal *et al.* 2006; Machado *et al.* 2007; Las-Casas *et al.* 2012).

As principais espécies de beija-flores encontradas no Neotrópico são os da família Phaethornithinae, onde estão as principais espécies: *Glaucis hirsuta*, *Phaethornis eruynome*, *Phaethornis rumber*, *Rampodon naevius*, *Phaethornis pretrei*, *Amazilia láctea*, *Augastes lumachella*, *Colibri serrirostris*, *Chrysolampis mosquitus*, *Calliphlox amethystina*, *Chlorostilbon lucidus* e os da família Trochilinae com as principais espécies: *Aphantochroa cirrhochloris*, *Calliphlox umethystina*, *Chlorostilbon aureoventris*, *Clytolaema rubricuuda*, *Hylochuris cyanus*, *Leucochloris albicollis*, *Lophornis chalybea*, *Melanotrocbilus fuscus*, *Stephanoxis lalandi*, *Tbalurunia fircata*, *T. glaucopis* (Machado *et al.* 2007; Buzato *et al.* 2000).

Beija-flores estão inseridos em comunidades com grande diversidade de recursos e nichos alimentares mais especializados, contendo flores com fenótipos individualizados onde a mesma pode selecionar os seus visitantes florais (Fleming e Muchhala 2008).

A base da alimentação dos beija-flores é o néctar que fornecem imediatamente a energia necessária para seu voo (Sick 2001), e, portanto, eles são dependentes da floração de plantas ornitófilas ao longo do ano (Buzato *et al.* 2000). Flores polinizadas por beija-flor geralmente estão reunidas em inflorescência (Quirino e Machado 2001), possuem cores brilhantes, sendo as vermelhas as preferidas, pois os beija-flores são altamente sensíveis a cores, como já sugere o colorido variado de sua plumagem (Sick 2001). As flores possuem também muito néctar escondido na base do tubo floral, sendo este um mecanismo recompensa (Stiles 1981). São flores tubulares e pendentes, portanto os beija-flores possuem bicos longos e estreitos, que variam principalmente de comprimento e curvatura que facilita a retirada de néctar para se alimentar, embora os insetos também façam parte da sua dieta, pois o néctar é pobre em aminoácidos essenciais (Yanega e Rubega, 2004). As flores ornitófilas apresentam antese diurna, ausência de odores, corola aberta e de fácil acesso (Rocca e Sazima 2010) e nem sempre fornecem poleiros perto da flor, pois os beija-flores tem a capacidade de pairar em voo permitindo-lhes ficar imóvel na frente das flores alimentando-se do néctar sem precisar pousar sobre a mesma. Esta última característica distingue as flores ornitófilas Neotropicas das flores ornitófilas Paleotropicas, pois flores do velho mundo fornecem ramos perto da flor, ou partes da flor para que as aves nectarívoras possam pousar se alimentam de néctar (Mayr 2005).

Uma flor adaptada à polinização com voo pairando pode ser pequena e delicada em relação a uma flor que precisa suportar o peso de um polinizador do Velho Mundo (Fleming e Muchhala 2008).

Flores e beija-flores tem uma associação mutualista, onde o néctar é a principal fonte de alimento, que ao buscar o mesmo de flor em flor, atua como importante agente polinizador de diversas espécies de flores (Grant 1994; Abreu e Vieira 2004). Os beija-flores representam um grupo numericamente e ecologicamente dominante nas interações aves-flores na região Neotropical (Mendonça e Anjos 2005).

Alguns grupos de plantas são altamente dependentes da polinização por beija-flor, como por exemplos na Mata Atlântica as espécies das famílias de Gesneriaceae, Fabaceae, Heliconiaceae, Lobeliaceae, Rubiaceae, Acanthaceae e Bromeliaceae (Rocca e Sazima 2010). Segundo Kaehler *et al.* (2005) em bromélias, a ornitofilia é a síndrome predominante devido suas principais características, como: brácteas florais com tonalidade vermelha, flores amarelas, tubulares, alta produção de néctar com concentração de açúcares mediana e antese diurna (Mendonça e Anjos 2003). Sua floração sequencial é de extrema importância, pois contribui para a eficiência do sistema de polinização dos beija-flores (Machado e Semir 2006). Todas essas características qualificam as bromélias como o recurso mais importante para beija-flores (Mendonça e Anjos 2003) que são praticamente inexistentes no Velho Mundo (Fleming e Muchhala 2008).

Polinizadores Vertebrados do Novo Mundo são diferentes

dos do Velho Mundo em termos de sua maior riqueza de espécies, maior diversidade morfológica, taxonômica e ecológica além de uma maior especialização morfológica das flores Neotropicais (Fleming e Muchhala 2008).

Ornitofilia nos Paleotrópicos

Beija-flores não ocorrem no Velho Mundo. Evidências de fósseis na Europa sugere que a evolução inicial deste grupo não era exclusiva do Novo Mundo (Mayr 2004) e a maior parte da evolução destas aves teve no início no período Terciário no Velho Mundo (Cronk e Ojeda 2008).

Beija-flores são mais evoluídos que os *sunbirds*, sendo mais diversificados taxonomicamente, mais especializados morfológicamente e comportamentalmente para a polinização (Fleming e Muchhala 2008). Mas apresentam uma semelhança muito superficial, que são os bicos em forma de agulhas (Sick 2001). *Sunbirds* (Nectariniidae) ou até mesmo o Falcão-traça *Macroglossum stellatarum* (um inseto), podem ser confundidos com os beija-flores (Mayr 2005). *Sunbirds* e *spidehunters* (Nectariniidae) são os principais grupos de pássaros polinizadores na África e na Ásia. Os *honeyeaters* (Meliphagidae) são polinizadores muito importantes de *staphelioid* Ericaceae (Epacridaceae), Myrtaceae e Proteaceae na Austrália, Nova Zelândia e Havaí. Outros grupos importantes são os Orioles americanos (Icteridae) na América do Norte e Sul, os *honeycreepers* (Thraupidae) na América tropical, e o havaiano *honeycreepers* (Fringillidae, Drepanidinae subfamília). Na África, Zosteropidae constitui outro grupo importante, assim como a do Sul africano *sugar-birds* (Promeropidae) (Cronk e Ojeda 2008).

Evidências mostram que beija-flores são os parentes vivos mais próximos dos andorinhões (Apodidae e Hemiprocnidae) encontrados no Velho Mundo, e ambos são classificados dentro de um grupo chamado Apodiformes que por sua vez são relacionados com aves da família Aegothelidae, um pequeno grupo de aves insectívoras crepuscular, que ocorre na região Austrália (Mayr 2002). Beija-flores são diferenciados de andorinhões e todos os outros pássaros por serem nectívoros e por conseguir pairar em vôo. Aves da família Aegothelidae e andorinhões têm um bico curto e largo em relação ao do beija-flor, facilitando a captura de insetos. É provável que, nas fases iniciais da sua evolução, os beija-flores também foram insetívoros, recolhendo insetos da parte inferior das folhas e flores ou próximo a elas (Mayr 2005).

Aves do Velho Mundo não são capazes de pairar em vôo quando querem chupar o néctar (Sick 2001), por isso as flores em sua maioria ficam na posição horizontal e suas corolas são mais abertas deixando as estruturas reprodutivas mais expostas. Com isso os pássaros ornitófilos do Velho Mundo podem pousar sobre a flor ou próximo a ela para se alimentar do néctar (Quirino e Machado 2001).

Alguns botânicos tem notado que algumas plantas do Velho Mundo exibem uma morfologia floral muito semelhante

às polinizadas por beija-flor no Novo Mundo, como por exemplo, *Agapetes* spp (Ericaceae), dos Himalaias, *Canarina eminii* (Campanulaceae), no leste Africano, e *Impatiens sakeriana* (Balsaminaceae) e *Sabicea speiosa* (Rubiaceae), no oeste Africano e *Tecomaria capensis* (Bignoniaceae), da região Sul-Africana.

A descoberta de fósseis de beija-flores na Europa sugere que os traços de flores dessas plantas podem de fato ser uma adaptação à polinização por beija-flores. Após o desaparecimento de beija-flores do Velho Mundo, a sua polinização pode ter sido tomada por abelhas e outros insetos (Mayr 2005). Infelizmente, as razões que levaram à extinção dos beija-flores no Velho Mundo ainda são desconhecidas. Qualquer hipótese sobre sua extinção no Velho Mundo é, no entanto, dificultada pelo fato de que os ossos dos beija-flores são muito pequenos e são preservados apenas em circunstâncias particulares (Mayr 2005).

Considerações Finais

A polinização é um processo ecológico entre polinizador e planta que pode influenciar diretamente na distribuição espacial, na riqueza e na abundância, podendo levar a perda de espécies (Yamamoto *et al.* 2007).

As aves desempenham um papel importante nos ecossistemas a serviços de polinização das plantas. Pássaros ornitófilos são os polinizadores vertebrados mais importantes (Rocca e Sazima, 2010) podendo ser encontrados em varias partes do mundo. Beija-flores são polinizadores exclusivos do Novo Mundo, mas embora não haja beija-flores no Velho Mundo, há outros pássaros nectarívoros que desempenham o mesmo papel. Entre estes, os *sunbirds*, que lembram beija-flores na aparência externa, e ambos os grupos são tratadas muitas vezes como o exemplo de convergência entre as aves. É possível que a evolução do beija-flor antecedeu a evolução do *sunbird* no Velho Mundo, e que alguns são adaptados para flores ornitófilas que evoluiu originalmente para a polinização por beija-flores (Mayr 2005).

Referencias

- Abreu CRM, Vieira MF (2004) Os beija-flores e seus recursos florais em um fragmento florestal de Viçosa, sudeste brasileiro. *Lundiana* 5: 129-134.
- Araújo JLO, Quirino ZGM, Gadelha Neto PD, Araújo AC (2009) Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. *Biotemas* 22 : 83-94.
- Buzato S, Sazima M, Sazima, I (2000) Hummingbird pollinated floras at three Atlantic Forest sites. *Biotropica* 32: 824-841.
- Camargo E, Rodrigues LC, Araujo AC (2011) Pollination biology and reproduction of *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanstein (Gesneriaceae) in the Serra da Bodoquena National Park, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica* 11: 125-130.
- Cronk Q, Ojeda I (2008) Bird-pollinated flowers in an evolutionary and molecular context. *Journal of Experimental Botany* 59: 715-727.

- Dziedzioch C, Stevens AD, Gottsberger G (2003) The hummingbird plant community of a tropical montane rain forest in southern Ecuador. **Plant Biology** 5:331-337.
- Fleming TH, Muchhala N (2008) Nectar-feeding bird and bat niches in two worlds: pantropical comparisons of vertebrate pollination systems. **Journal of Biogeography** 35: 764-780.
- Grant V (1994) Historical development of ornithophily in the western North American flora. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 91: 10407-10411.
- Kaehler M, Varassini IG, Goldenberg R (2005) Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 28: 219-228.
- Las-Casas FMG, Azevedo Junior SM, Dias Filho MM (2012) The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. **Brazilian Journal of Biology** 72: 51-58.
- Leal FC, Lopes AVS, Machado IC (2006) Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 29: 379-389.
- Machado CG, Coelho AG, Santana CS, Rodrigues M (2007) Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. **Revista Brasileira de Ornitologia** 15: 267-279.
- Machado CG, Semir J (2006) Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica** 29:163-174.
- Machado CG, Coelho AG, Santana CS, Rodrigues M (2007) Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. **Revista Brasileira de Ornitologia** 15: 267-279
- Mayr G (2002) Osteological evidence for paraphyly of the avian order caprimulgiformes (nightjars and allies). **Journal of Ornithology** 143: 82-97.
- Mayr G (2004) Old World Fossil Record of Modern-Type Hummingbirds. **Science** 304: 861-864.
- Mayr G (2005) Fossil hummingbirds in the Old World. **Biologist** 52: 12-16.
- Mendonça LB, Anjos B (2003) Bird-flower interactions in Brazil: a review. **Ararajuba** 11: 195-205.
- Mendonça LB, Anjos L (2005) Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22: 51-59.
- Quirino ZGM, Machado IC (2001) Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 24: 181-193.
- Rocca MA, Sazima M (2010) Beyond hummingbird-flowers: The other side of ornithophily in the Neotropics. **Oecologia Australis** 14: 67-99.
- Sakai Y, Koller A, Rangell LK, Keller GA, Subramani S (1998) Peroxisome degradation by microautophagy in *Pichia pastoris*: identification of specific steps and morphological intermediates. **Journal of Cell Biology** 141: 625-636.
- Sick H (2001) Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira.
- Stiles FG (1981) Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 68: 323-251.
- Yamamoto LF, Kinoshita SL, Martins FR (2007) Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 21: 553-573.
- Yanega GM, Rubega MA (2004) Hummingbird jaw bends to aid insect capture. **Nature** 428: 615.