

## Polinização em florestas tropicais: lições de Caxiuana Pollination in tropical forests: lessons from Caxiuana

Márcia Motta Maués  
EMBRAPA Amazônia Oriental

Marlúcia Bonifácio Martins  
Museu Paraense Emílio Goeldi/MCTI

A polinização é um serviço ambiental crucial para o funcionamento do ecossistema, com mecanismos que podem envolver o vento, a água e os animais. Apesar de algumas espécies tropicais possuírem interessantes adaptações para polinização e dispersão pelo vento, as florestas tropicais, de modo geral, têm alta dependência em relação aos agentes polinizadores bióticos, uma vez que a maioria das espécies arbóreas é polinizada por animais (Degen & Roubik, 2004). Quando mediado por animais, o processo de polinização envolve recursos para alimentação (néctar, pólen), construção de ninhos (ceras, óleos), formulação de compostos de atração sexual (aromas) e atrativos visuais nas flores para chamar a atenção dos polinizadores. A coevolução entre flores e polinizadores foi determinante para a diversificação de abelhas, borboletas, mariposas, moscas, beija-flores, morcegos, entre outros. Em contrapartida, esses animais facilitaram a radiação adaptativa e a diversificação das plantas com flores (Endress, 1994).

Insetos, pássaros e morcegos são vetores cruciais para a disseminação do pólen. Porém, quando se fala em preservação de florestas tropicais, raramente sua importância é lembrada. Conhecer a atuação desses animais no processo de polinização é fundamental para entender os mecanismos de perpetuação das florestas.

Nesse sentido, foi criado o Curso Internacional de Campo sobre Polinização, cujo objetivo é documentar aspectos da botânica, zoologia e ecologia envolvidos nas interações planta-polinizador em diferentes biomas. Trata-se de uma atividade vinculada à Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP) e ao Programa Brasileiro para Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores. A primeira edição desse curso ocorreu no México, em 1990, em coparticipação entre a Universidade de Guelph (Canadá) e o Jardim Botânico, Estação de Biologia Chamela y Los Tuxtlas, da Universidade Nacional Autónoma do México (UNAM, México). Em 2001, o curso foi oferecido em duas edições, uma pela Universidade Nacional de Heredia (Costa Rica) e a outra pela Universidade de Saint Louis, Missouri Botanical Garden (USA). A partir de 2003, o Curso sobre Polinização vem sendo realizado no Brasil, inicialmente na Chapada Diamantina (na Bahia), sob a coordenação do Professor Dr. Peter Kevan (University of Guelph, Canadá) e da Professora Dr.<sup>a</sup> Blandina Felipe Viana (Universidade Federal da Bahia), com edições bianuais, passando a ser anuais e itinerantes a partir de 2008.

Em 2011, foi editada a primeira versão do curso em bioma amazônico, o qual foi organizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Amazônia Oriental e pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), com o apoio do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Projeto Global Environment Facility/United Nations Environment Programme/Food and Agriculture Organization (GEF/UNEP/FAO) Polinizadores – Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO), Programa de Pesquisa em Biodiversidade da Amazônia Oriental (PPBio), International Union of Biological Sciences (IUBS), Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada – Canadian Pollination Initiative (NSERC-CANPOLIN), Conselho Nacional para o Desenvolvimento (CND), entre vários parceiros da iniciativa privada.



Para a edição de 2011, a Estação Científica Ferreira Penna (EFCF) – pertencente ao Museu Paraense Emílio Goeldi, situada na Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã – foi escolhida como sede. A vegetação da FLONA de Caxiuanã, com área total de 330 mil hectares, é composta por floresta ombrófila densa de terras baixas, cobrindo 85% da área, sendo o restante ocupado por floresta de igapó e manchas de vegetação aberta. É a maior Unidade de Conservação existente no interflúvio Tocantins e Xingu. Criada em 1961, ocupa parte dos municípios de Melgaço e de Portel, inserindo-se na bacia do rio Anapu. A edição de um curso dessa natureza na região amazônica facilitou a participação de estudantes e pesquisadores residentes na Pan-Amazônia e oportunizou a pessoas de outras regiões do país e do mundo o contato com a complexidade da floresta em seus vários aspectos, especificamente com as interações de polinização.

O curso tratou de questões relacionadas desde a evolução das interações entre plantas e animais até a biologia da conservação. Nas aulas teóricas, foram discutidos diversos assuntos envolvendo a ecologia da polinização, baseados em publicações científicas clássicas e recentes. Nas atividades práticas, foram realizados exercícios e demonstrações em campo e em laboratório a respeito da polinização, com a elaboração de miniprojetos, cujos resultados foram apresentados pelas equipes de participantes ao final do curso. Os resultados obtidos durante os miniprojetos realizados pelos participantes do evento estão contidos no dossiê intitulado “Polinização em florestas tropicais: lições de Caxiuanã/ Pollination in tropical forests: lessons from Caxiuanã”, publicado na presente edição do Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais. Essa coletânea de artigos é pioneira no tema para a região e representa os primeiros registros de interações para várias das espécies tratadas neste número.

Todo o material botânico e entomológico coletado na FLONA de Caxiuanã durante o curso foi registrado no Herbário do anteriormente denominado Instituto Agrônômico do Norte (IAN) e os insetos foram depositados na Coleção Entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi, respectivamente, recebendo número de tombo. Entre as abelhas coletadas, registrou-se uma espécie nova para a ciência, descrita por Oliveira *et al.* (2012). Trata-se de uma abelha da família Halictidae, que recebeu o nome de *Chlerogelloides nexosa* sp. n. O holótipo está depositado na Coleção Entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém, Pará.

Os artigos que compõem esta edição abordam questões relacionadas à polinização abiótica, como o trabalho intitulado “Particle filtration through a humid tropical forest canopy”, da autoria de Gail MacInnis, David Greene, Jason Straka e Peter Kevan, o primeiro do sumário desta edição. Nele, a hipótese de que a polinização mediada pelo vento (anemofilia) é quase inexistente em florestas tropicais úmidas é discutida, com base em um experimento que analisou a mecânica desse processo de polinização, por meio da dispersão e filtragem de partículas que simulavam a trajetória de pólen através de estratos da copa de uma floresta tropical densa, como a da FLONA de Caxiuanã. Para isso, os autores realizaram a simulação da liberação de pólen acima do dossel, a 40 m de altura e, utilizando dados e estimativas de densidade do dossel, foi testado um dos poucos modelos existentes para prever os efeitos dessa dispersão: o modelo de Bache (1979), que incorpora o diâmetro da folha, a probabilidade de retenção e a velocidade de fluxo devido ao vento ameno, explicou aproximadamente 85% da variação do volume de pólen simulado, capturado através da copa. Apesar de a copa reter a maior parte do ‘pólen’ lançado do alto do dossel, alguns poucos grãos ainda foram capturados perto do chão da floresta. Isso sugere que pode haver um maior potencial físico para polinização anemófila em florestas tropicais úmidas do que previamente assumido.

O segundo artigo, intitulado “Floral biology, morphology and ecological niche modelling of *Caraipa grandifolia* (Calophyllaceae), an important Amazonian floodplain tree”, de autoria de Leonardo M. Versieux, André Luis Acosta, Alexandre Luis Jordão, Alexsandro Zidko e Ulysses Madureira Maia, tratou da polinização de uma espécie arbustiva da

família Calophyllaceae, pertencente ao gênero *Caraipa*. A grande diversidade floral desta família a leva a ser polinizada por diversos agentes bióticos, incluindo abelhas, besouros, moscas, beija-flores e periquitos. Esse gênero tem 22 espécies no Brasil e aproximadamente 30 na América do Sul, que variam de pequenas a grandes árvores ou arbustos, com ocorrência em diferentes tipos de vegetação. Esse estudo investigou a biologia floral e morfologia de *Caraipa grandifolia*, buscando afinidades bioclimáticas dessa espécie, considerando sua ocorrência em áreas alagadas, nas margens de rios. Entre os visitantes florais, foram encontrados insetos das ordens Orthoptera e Hymenoptera. A melitofilia é discutida como a possível síndrome de polinização, uma vez que os visitantes frequentes foram abelhas do gênero *Trigona*. Insetos da ordem Thysanoptera também foram encontrados no interior das flores. Imaturos de Lepidoptera e Curculionidae foram observados entre as flores, e alguns deles parecem construir uma camuflagem eficiente, usando estames das flores de *C. grandifolia*.

O terceiro artigo, intitulado “Biologia floral e visitantes de *Cordia nodosa*: uma espécie com dimorfismo estilar na Amazônia”, tem autoria de Christiano Peres Coelho, André Rech e Valdivino do Carmo. Aborda uma estratégia floral comum em espécies do gênero *Cordia*, a heterostilia, na qual ocorre um polimorfismo no tamanho do estilete, com implicações no sistema reprodutivo. *Cordia nodosa* é considerada uma espécie heterostílica, pois as medidas de comprimento do estilete revelaram uma variação contínua, enquanto os estames apresentam tamanho fixo. Foram feitas avaliações do crescimento de tubos polínicos após diversos testes de polinização, as quais revelaram que não há autoincompatibilidade no nível do estilete, porém não foi possível obter dados das etapas subsequentes. Entre os visitantes florais, abelhas coletoras de néctar e pólen foram os mais frequentes, sendo também registradas visitas de vespas e borboletas. Os autores discutem a relação entre os recursos florais ofertados, pólen e néctar, com os polinizadores e o fluxo gênico.

O artigo “Floral biology and nectar production dynamics of *Pachira aquatica* Aubl. (Malvaceae) in the eastern Amazon”, de autoria de Catalina Angel-Coca, Rejane Gomes, Lorraine Adderley, Juliana do Nascimento Bendini e Julian Medina Gutierrez, versa sobre aspectos da biologia floral desta planta, detalhando a dinâmica de produção e remoção do néctar pelos visitantes florais. *Pachira aquatica* é uma árvore nativa da região amazônica, comum nas margens do rio Curuá, em Caxiuana. Os autores analisaram o padrão de produção do néctar da flor durante doze horas (desde 00:00 h até 12:00 h) e o efeito da remoção de néctar e da polinização cruzada sobre a produção de açúcar. Foi calculado também o *standing crop*, o qual representa a quantidade de néctar presente em uma flor exposta aos polinizadores. Os autores verificaram que a remoção de néctar tende a afetar negativamente a produção de açúcar, apesar de a relação não ser estatisticamente significativa, não sendo constatado, porém, nenhum efeito da polinização sobre a produção de néctar. O *standing crop* não foi significativamente diferente daquele do controle, indicando que há uma baixa taxa de visitação. Tanto as características florais quanto as de produção de néctar indicam que a planta tem um alto potencial de ser visitada por uma ampla gama de visitantes florais, especialmente morcegos, aves e abelhas.

No último artigo, “Floral biology and visitors of *Montrichardia arborescens* (L.) Schott (Araceae) in Caxiuana National Forest, Amazon Region, Brazil”, de Camila N. Junqueira, Jennifer Muir e Alana Pindar, estudou-se a biologia floral e a polinização de uma espécie aquática do gênero *Montrichardia*, de cuja biologia floral pouco se sabe, apesar de tal espécie ser amplamente distribuída em toda a Amazônia brasileira. A literatura sobre *M. arborescens* traz informações contrastantes sobre os visitantes florais. Estudou-se ainda o desenvolvimento da inflorescência, sua função reprodutiva, além de terem sido determinados o tamanho do fruto e os principais visitantes. Essa planta tem atividade termogênica nas inflorescências, as quais emitiram mais calor durante visitas no horário da manhã, em comparação com visitas

noturnas. O número de visitantes florais foi drasticamente inferior ao informado em outros estudos. Dos 75 indivíduos observados, apenas sete tinham visitantes. Os resultados também não mostraram nenhuma diferença significativa na viabilidade do pólen ao longo da espata. O número de carpelos por fruto não mostrou nenhum efeito significativo sobre o tamanho e forma dos frutos.

Todos esses trabalhos trazem informações novas sobre a biologia e a ecologia da polinização da flora de Caxiuanã. Mais do que refletir o sucesso do curso em treinar pesquisadores para o estudo da polinização, os artigos apresentados neste número demonstram a riqueza e a complexidade das relações interespecíficas na floresta, instigando o empreendimento de outras pesquisas no tema para desvendar a imensa riqueza de relações estruturantes dessa floresta. Como organizadoras desta coletânea, desejamos a todos uma leitura agradável e que esse conjunto de trabalhos venha a despertar o interesse de jovens pesquisadores para os estudos da biologia e da ecologia da polinização.

## REFERÊNCIAS

- BACHE, D. H., 1979. Particle transport within plant canopies – I. A framework for analysis. **Atmospheric Environment** 13(9): 1257-1262.
- DEGEN, B. & D. W. ROUBIK, 2004. Effects of animal pollination on pollen dispersal, selfing, and effective population size of tropical trees: a simulation study. **Biotropica** 36(2): 165-179.
- ENDRESS, P. K., 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**: 1-511. Cambridge University Press, Cambridge.
- OLIVEIRA, F. F., M. S. ENGEL & T. A. MAHLMANN, 2012. A new *Chlerogelloides* from northeastern Brazil and French Guiana, with a key to the species (Hymenoptera, Halictidae). **ZooKeys** (185): 41-53.