

Dossel florestal: a fronteira desconhecida



FOTOS DE JÜRGEN SCHMIDL (A) E SÉRVIO P. RIBEIRO (B)

A diversidade da vida na Terra ainda não é compreendida em sua totalidade. Não se sabe quantas espécies existem, ou que habitats contêm maior diversidade de organismos. Parte dessa carência de informações decorre do fato de que os topos de praticamente todas as florestas do planeta têm sido menos estudados que a camada abaixo das copas (sub-bosque) ou os solos. Um novo projeto internacional pretende dar um passo importante na busca por tais respostas.

Esse projeto, denominado Investigating the Biodiversity of Soil and Canopy Arthropods (Investigando a Biodiversidade de Artrópodes do Solo e do Dossel) e conhecido pela sigla Ibisca, utiliza novas técnicas para alcançar os dosséis florestais e estudar a variação – do solo ao topo – das espécies de insetos em uma floresta tropical. A iniciativa, coordenada pelo Smithsonian Tropical Research Institute (Instituto Smithsonian de Pesquisa Tropi-

cal, norte-americano) e pelo projeto Radeau des Cimes (Consórcio Balsa dos Topos, sediado na França), é apoiada por empresas e reúne cerca de 50 entomólogos, ecólogos e botânicos de 32 países, inclusive o Brasil.

A área protegida do canal do Panamá, mais de 100 anos após sua construção, contém hoje florestas de porte impressionante e grande interesse científico. Como o canal precisava da água que descia de suas encostas e era necessário minimizar o assoreamento, seu entorno foi declarado área de proteção permanente, o que garantiu a preservação dessas florestas. Por isso, foi realizado ali, em setembro de 2003, o primeiro grande esforço do Ibisca. Um grande número de pesquisadores se reuniu na ilha de Barro Colorado, no lago Gatún, para dar início a um estudo do dossel florestal, ou seja, toda a estrutura (truncos, galhos, folhagem e cipós) das copas das árvores. Dois brasileiros estavam no grupo: Sérgio

Figura 1. O solo de uma floresta tropical (A) apresenta características ecológicas muito distintas daquelas encontradas no dossel (B)

P. Ribeiro (Universidade Federal de Ouro Preto), estudando estrutura de habitats e insetos galhadores, e Evandro Gama de Oliveira (Conservação Internacional), estudando mariposas. Os resultados dos estudos do Ibisca no Panamá devem ser apresentados este mês.

O dossel superior é a área florestal de mais difícil acesso para estudos. Nessa área há enorme incidência de luz solar e, por isso, ocorrem importantes processos de trocas gasosas e atividades biológicas. Um ambiente quase árido, os topos das árvores têm pouco a ver com a imagem típica de uma floresta tropical vista do solo (figura 1). O esforço para compreender sua ecologia e a diversidade de seres vivos ali existente é recente. A ecologia de dossel, uma das últimas fronteiras da biolo-

gia, está em franca expansão no mundo – inclusive no Brasil.

Insetos, dossel e biodiversidade

Os insetos representam cerca de 95% de todas as espécies viventes no planeta, e são importantes elementos de todo e qualquer processo ecológico em ecossistemas terrestres. A extinção de todos os vertebrados de uma floresta, por exemplo, mudaria várias coisas no ambiente, mas este continuaria a ser uma floresta. Já a extinção dos insetos alteraria a diversidade de formas e adaptações das plantas e o funcionamento dos ecossistemas. A própria vida na Terra não seria como a conhecemos.

A imensa diversidade de insetos torna impossível a tarefa de identificar, descrever e catalogar todas as espécies, como formalmente a ciência requer. Estima-se grosseiramente que haja cerca de 750 mil espécies de insetos catalogadas, com seu tipo padrão depositado em algum museu. Para comparar com outro grupo de seres vivos, basta lembrar que o célebre biólogo evolutivo Ernest Mayr (1905-2005) sustentava a estimativa final de 16 mil espécies de aves ao todo no planeta.

As florestas tropicais detêm o maior número de espécies de insetos no mundo. Por isso, esse é um bom lugar para obter dados sobre diversidade. Estudo feito nas florestas do Panamá levou o entomologista norte-americano Terry Erwin a estimar, em 1982, a existência de 30 milhões de espécies de insetos. Erwin fumigou uma grande árvore da floresta com inseticidas naturais (piretróides), de rápida degradação, e recolheu sob ela os insetos mortos. Com base no número de espécies encontrado e em expectativas quanto à especialidade dos herbívoros, ele chegou ao valor global acima. Estudos recentes, no Panamá e em Papua Nova Guiné,

levaram a uma nova estimativa: de oito a nove milhões de insetos. Ainda assim, em comparação com o número estimado de cerca de 44 mil espécies de vertebrados, os insetos ainda representam cerca de 99% das espécies de animais do planeta.

A maioria das florestas do mundo nunca foi devidamente estudada quanto à distribuição de insetos em todos os seus habitats, seja verticalmente em um ponto (do solo ao dossel), seja nos diferentes locais do ecossistema. A aparente homogeneidade de uma floresta esconde uma sucessão de mudanças ecológicas sutis, que determina preferências das espécies de plantas, e, portanto, de todas as demais formas de vida. Além das diferenças horizontais, ocorrem importantes mudanças microclimáticas, por causa da variação na penetração da luz solar nas diversas camadas de folhas. O projeto Ibisca focalizou esses dois níveis de variação. Foram estabelecidos nove sítios de pesquisa no Parque Nacional San Lorenzo, situado no litoral caribenho do Panamá, e em cada um foi delimitada uma área de 400 m², do solo ao dossel. Em cada área foram feitos vários esforços complementares de amostragem de insetos, além da descrição da composição da flora (por botânicos do Instituto Smithsonian).

Técnicas de acesso ao topo da floresta

Coletar insetos no dossel superior não é uma tarefa trivial. As dificuldades e limitações impostas pela altura e pelos poucos pontos de acesso e de fixação geram riscos que precisam ser previstos e controlados. A expressão ‘última fronteira da biologia’, atribuída por alguns à pesquisa em dosséis, deve-se em parte à semelhança das condições de trabalho com as de outras atividades científicas de grande exigência física, como a pesquisa oceanográfica.

A pesquisa em dossel depende de uma série de técnicas e equipamentos.

Entre os métodos mais simples e baratos está a escalada livre em corda, uma variação de técnicas usadas em cavernas e montanhas. Primeiro é preciso ‘balar’ a árvore, etapa às vezes demorada que consiste em lançar sobre um galho (com uma funda ou besta) um peso ligado a um fio grosso de nylon atado a uma corda fina. Esta será usada para puxar a corda de escalada, através da qual o pesquisador subirá, usando um equipamento de ascensão (figura 2). Nesse processo, é importante conferir a resistência do galho e adotar várias outras medidas de segurança.

Muitas vezes é recomendável, para garantir acesso sem restrições ao dossel de um trecho de floresta, usar métodos mais caros e pesados. O consórcio interna-

Figura 2. O biólogo suíço Yves Basset, pesquisador do Instituto Smithsonian e idealizador do projeto Ibisca, tomando notas no dossel, usando técnicas de escalada





Figura 3. Gôndola do guindaste de dossel próxima a galhos do dossel superior onde um pesquisador prepara-se para coletas com guarda-chuva entomológico

cional The Canopy Crane Network (Rede de Guindastes de Dossel) mantém uma dezena de guindastes dentro de florestas em diversos países (dois no Panamá). O braço desses guindastes sustenta uma gôndola pequena (para um pesquisador) ou uma grande (para até seis pessoas), presas por cabos de aço (figura 3). As gôndolas podem ser movidas para cima e para baixo dentro do raio de ação do guindaste, de quase um hectare. Com a gôndola pequena é possível descer entre os galhos e se aproximar do solo em praticamente qualquer ponto da floresta, simulando condições de coletas feitas por escalada de corda, sendo que nesse caso a escolha do

ponto de coleta não se limitará àqueles locais em que se pode fixar a corda nas árvores.

O projeto Ibisca somou tais métodos de pesquisa de longa duração em dosséis às incríveis técnicas voadoras do Radeau des Cimes. Esse consórcio reúne cientistas de várias universidades francesas e entidades como o Opération Canopée (Operação Dossel), fundado pelo botânico francês Francis Hallé (especialista em arquitetura de copas de árvores); a organização não-governamental franco-brasileira Pró-Natura Internacional; e o grupo Océan Vert (Oceano Verde), criado por botânicos, pilotos de balão e escaladores profissionais de árvores, que desenvolveu vários equipamentos que permitem o acesso a pontos nos topos das árvores.

No Ibisca, foram empregados três desses equipamentos. O Ikos, uma estrutura em forma de icosaedro capaz de abrigar até três pessoas (figura 4), é fixada por escaladores em uma árvore que emerge do dossel e utilizada como base para acesso a outros pontos da floresta. O ‘balanço de dossel’ (figura 5) é um pequeno balão de hélio acoplado a uma cadeirinha de fibra que percorre cabos estendidos sobre as copas

por escaladores profissionais – o balão anula o peso do pesquisador, que pode puxar a si mesmo do solo até o alto e fazer coletas até sobre as árvores. Já a ‘balsa de dossel’ (figura 6) é uma estrutura de tubos flexíveis e infláveis de PVC, que se cruzam no formato de um biscoito *pretzel* e são preenchidos com hélio. Pousada sobre as árvores por um helicóptero, a balsa tem uma entrada central e o espaço interior é forrado com uma tela que permite acesso às folhagens. No Panamá, os pesquisadores caminhavam cerca de uma hora para chegar ao local onde a balsa foi instalada e a alcançavam através de escalada em cordas.

A coleta dos insetos

Para compreender aspectos ecológico-populacionais e avaliar a diversidade de espécies de insetos, os entomologistas precisam trabalhar com amostras sistemáticas de espécimes, que são mortos e montados em coleções. Ao contrário da imagem romântica da busca por espécimes raros de grande valor econômico, o que move o entomologista moderno é a possibilidade de ampliar o conhecimento sobre a ecologia de comunidades dos insetos e sobre padrões ecológicos relacionados à distribuição destes em um ambiente. Tal abordagem depende do estudo comparativo de grande número de insetos coletados aleatoriamente, ao longo de ‘gradientes ambientais’ ou em habitats contrastantes. Isso foi realizado no Panamá.

Munidos de autorizações de coleta fornecidas pelo governo daquele país, os pesquisadores usaram as mais abrangentes metodologias de coletas de solo e dossel. Entre elas estão as ‘armadilhas de intercepto de voo’, em cujas paredes os insetos se chocam, caindo em um pote com líquido de preservação. Tais armadilhas, bem como as armadilhas

Figura 4. Material foliar com galhas coletado nas imediações do Ikos, onde está sendo processado



luminosas e outras atrativas (isca, ou papel pegajoso), foram fundamentais para esse trabalho. Outro método bastante abrangente e importante por seu uso histórico é a fumigação com piretróide natural, composto extraído de flores de crisântemo e que se degrada em poucas horas. O piretróide, lançado por um aparelho (*fogger*) adaptado a partir de propulsores de foguetes, alcança grande altura (figura 7), e os insetos são coletados em lençóis abertos sob as árvores.

Um método inédito foi desenvolvido para estudar insetos cujas larvas causam tumores (as ‘galhas’) nas folhas. O pesquisador desce por uma corda ou pela gôndola, com uma cruz de 1 m x 1 m para delimitar a área de estudo, anotando todas as características da vegetação (número de ‘camadas’, quantidade e aspecto das folhas, espécies vegetais, presença ou ausência de pêlos e danos em folhas e galhos etc.) presente naquele volume vertical. Essas ‘fatias’, batizadas de ‘cilindros de dossel’, são uma criação brasileira para esse projeto. Caracterizar a estrutura do hábitat de dossel de um jeito aleatório e de fácil repetição é uma necessidade metodológica essencial para que novos trabalhos possam confirmar ou refutar os dados obtidos.

Há um ‘cerrado’ no topo das florestas?

As triagens ainda estão sendo feitas, mas é provável que um grande número de espécies novas seja encontrado, como é esperado em levantamentos de insetos em ambientes nunca estudados. O estudo, porém, gera outras ‘descobertas’. A simples pergunta ‘onde está a maior diversidade de espécie em uma floresta, no solo ou dossel?’ levanta, por si só, questões gerais sobre a funcionalidade ecológica da floresta. Do ponto de vista da variação vertical, a grande pergunta é: que importância têm

as alterações microclimáticas decorrentes da diminuição de luz e temperatura da superfície do dossel até o solo? Essas mudanças são graduais entre o solo e o dossel inferior, mas tornam-se drásticas à medida que grande quantidade de luz solar passa a incidir sobre muitas folhas. De úmida, sombreada e sem vento, a floresta torna-se um ambiente árido e ensolarado, com fortes variações nas correntes de ar.

Outro aspecto importante é que o estresse hídrico e nutricional das árvores aumenta com a altura, devido ao maior volume de tecidos (galhos e folhas da copa) para suprir e às dificuldades para levar água e nutrientes das raízes até copas mais altas. Nossas análises preliminares sobre a estrutura da vegetação mostram que a superfície de dossel é um ambiente com maiores semelhanças ecológicas com um cerrado do que com as folhas e árvores que crescem logo abaixo (figura 8). Assim como as folhas de árvores do cerrado, as do dossel superior são duras e fibrosas. O resultado mais surpreendente foi que a dureza das folhas aumentou de modo significativo com a altura da árvore, e a densidade de insetos galhadores acompanhou essa tendência. Os cerrados, de modo semelhante, são conhecidos como um dos ecossistemas de maior diversidade de galhas no planeta. As galhas são causadas nos vegetais por larvas de insetos de di-



versos grupos – essas larvas manipulam os recursos das folhas e drenam nutrientes para si.

As características físicas e bioquímicas das folhas expostas ao sol tropical são parecidas, em especial quando faltam nutrientes. Nessas situações, a folha tende a fixar proporcionalmente mais carbono do que consegue converter em proteínas. Esse processo de conversão requer nitrogênio e fósforo, relativamente escassos tanto no cerrado (de solos tipicamente pobres) quanto no topo de

Figura 5. O balanço de dossel em ação – a construção dos equipamentos do Radeau des Cimes (projeto Balsa dos Topos) foi patrocinada pela indústria de PVC Solvin-Solvay



Figura 6. A balsa de dossel momentos antes de ser pousada sobre as copas das árvores

Figura 7. O ecólogo alemão Andreas Floren, da Universidade de Würzburg, fumigando árvores da floresta com piretróide natural



Figura 8. Inseto mastigador de folhas, da família Tetigonoidae, sobre uma folha de *Marila laxiflora* (Clusiaceae), a 40 m de altura, onde as condições ecológicas mostram-se similares às encontradas nos cerrados brasileiros



árvores altas (onde os nutrientes chegam em menor concentração que na copa de árvores baixas no mesmo solo). Assim, as folhas acumulam o excesso de carbono em polímeros estruturais ou de defesa química: ligninas, taninos, flavonóides. Tais compostos, em associação com estruturas anatômicas como pêlos e glândulas secretoras, causam o fenômeno conhecido como esclerofilia (engrossamento e endurecimento das folhas). As folhas mais duras e de baixo teor nutricional devem ter sido um recurso livre de competição onde as galhas evoluíram, por diversas razões, que ainda são investigadas.

Pesquisa de dossel no Brasil

Embora o número de pesquisas de dossel seja pequeno, hoje, no Brasil, o país faz parte de quase todos os consórcios científicos importantes nessa área científica. Uma das organizações que tentam unir esforços para expandir tais estudos, o Global Canopy Programme (Programa Global de Dossel, ou GPC), financia no país o primeiro curso de campo do mundo em ecologia de dossel, oferecido como disciplina de pós-graduação, através de um convênio entre a Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop, MG) e a Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc, BA), em colaboração com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp, SP). Idealizado por uma brasileira (a botânica Talita Fontoura, da Uesc), o curso está na sua terceira edição e já treinou cerca de 50 pesquisadores, mateiros e técnicos em manejo florestal.

Um grande projeto solicitando recursos do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, gerenciado pelo GCP, unirá esforços de cinco países tropicais, com a previsão de construção de guindastes de dossel. A pesquisa de dossel também é recomendada por nota técnica do Ministério de Ciência e Tecnologia brasileiro, dada a sua importância estratégica. A nota surgiu em resposta à De-

claração de Ouro Preto, documento elaborado por participantes do 1º Workshop Internacional de Pesquisas Ecológicas de Dossel (Ouro Preto, julho de 2004) que sumariza as carências de pesquisa nessa área no Brasil. Entre essas carências está a pequena integração das pesquisas de biodiversidade com os projetos de estudos de mudanças climáticas. É evidente que essa integração deve ser o próximo passo, para que se possa entender a importância da floresta nos ciclos biogeoquímicos mais relevantes para o clima global.

Quanto às pesquisas entomológicas, vários projetos estão em andamento em diversos locais no país. Os 'cilindros de dossel' desenvolvidos para o Ibisca já foram aplicados em uma tese de mestrado da Universidade Federal de Viçosa, em colaboração com a Universidade Federal de Ouro Preto, financiada por um programa (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Este mês, os resultados do Ibisca serão apresentados e debatidos em simpósios específicos em três encontros internacionais, um deles no Brasil. A Conferência Internacional da Associação para a Biologia Tropical ocorrerá em Uberlândia (MG) e será uma oportunidade para discutir a pesquisa de estudantes brasileiros em âmbito internacional. Nada mais natural, uma vez que o Brasil tem marcado presença nas origens dessa nova fronteira do conhecimento.

Sérvio P. Ribeiro

Laboratório de Ecologia Evolutiva de Insetos de Dosséis e Sucessão Natural, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto

Bruno Corbara

Radeau des Cimes, Université Blaise-Pascal (França)