

Organizadores

Marcio L. Oliveira
Fabrício B. Baccaro

Ricardo Braga-Neto
William E. Magnusson



RESERVA DUCKE

A BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA ATRAVÉS DE UMA GRADE

Organizadores ::

Márcio Luiz de Oliveira
Fabrício B. Baccaro
Ricardo Braga-Neto
William E. Magnusson

Projeto gráfico e produção ::

Áttema Design Editorial Ltda. • www.attema.com.br

Reserva Florestal Adolpho Ducke

Endereço: Km 26 da Estrada Manaus-Itacoatiara (AM-010) - Manaus - AM - Brasil

Tel.: (92) 3643-3252/3219 • Fax: (92) 3643-3252

E-mail: ppbio@inpa.gov.br • Site: <http://www.inpa.gov.br/reservas/reservas2.php>



Este livro foi produzido com recursos do INPA, CNPq e PPBio/MCT

Organizadores

Marcio L. Oliveira
Fabrício B. Baccaro

Ricardo Braga-Neto
William E. Magnusson



RESERVA DUCKE

A BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA ATRAVÉS DE UMA GRADE

MANAUS • 2008





Copyright © 2008 - Reserva Florestal Adolpho Ducke

Todos os direitos reservados

Organizadores

Márcio Luiz de Oliveira

Fabício B. Baccaro

Ricardo Braga-Neto

William E. Magnusson

Capa, projeto gráfico, diagramação e produção

Áttema Design Editorial • www.attema.com.br

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Diretor: Adalberto Luis val

Catálogo na Fonte

B615 Reserva Ducke: A biodiversidade amazônica através de uma grade / Organizadores: Márcio Luiz de Oliveira, Fabício B. Baccaro, Ricardo Braga-Neto, William E. Magnusson — Manaus : Áttema Design Editorial, 2008.
1 CD-ROM ; color. ; (4 ¾ pol.).
ISBN : 978-85-99387-06-1

1. Reserva Florestal Adolpho Ducke. 2. Biodiversidade – Amazônia.

3. Programa de Pesquisa em Biodiversidade. I. Oliveira, Márcio Luiz. II.

Baccaro, Fabício B. III. Braga-Neto, Ricardo. IV Magnusson, William E.

CDD 19. ed. 581.9811



Rua Barroso, 355, 2º andar, Sala G • Centro
CEP 69010-050 • Manaus • AM • Brasil
Tel.: 55 (92) 3622-1312 • attema@attema.com.br

Adalberto Luis Val

Diretor do INPA

Prefácio

Uma reserva biológica, a Ducke, um projeto, o PPBio, um grupo de cientistas apaixonados por diversidade biológica e sensibilidade para decodificar informações científicas resulta numa obra singular, *Reserva Ducke – A Biodiversidade Amazônica através de uma grade*, que neste momento é disponibilizada para a sociedade. Esta obra é de interesse para pesquisadores, cientistas, amantes da natureza, admiradores da biodiversidade e estudantes interessados em conhecer uma metodologia especial para estudo da biodiversidade – as grades, por meio das quais se apresenta aqui uma nova forma de ver a diversidade biológica da Reserva Ducke.

Reserva Ducke vai dos Fungos aos Primatas, passando pela descrição e ocorrência da Flora, dos Invertebrados do solo, dos Insetos aquáticos, dos Gafanhotos, dos Peixes, dos Sapos, dos Lagartos e dos Mamíferos. Faz isso de forma organizada, por meio de trilhas distribuídas no espaço, formando uma grade, que permitem o deslocamento de pessoal e equipamentos. Parcelas permanentes são assinaladas em cada grade o que possibilita que informações sejam agregadas ao longo do tempo, bem como evita a duplicidade de uma dada amostragem. Diversas grades foram implantadas na Amazônia e os estudos nelas realizados começam a ser disponibilizados de forma também organizada. Reserva Ducke inclui os resultados iniciais do PPBio Amazônia Ocidental realizado na Reserva Florestal Adolpho Ducke. O PPBio é um programa de grande importância do governo brasileiro voltado para o estudo da biodiversidade e que está em consonância com a Convenção sobre a Diversidade Biológica, bem como com a Política Nacional de Biodiversidade. Os recursos alocados ao PPBio têm sido essenciais para o avanço dos estudos da biodiversidade na Amazônia.

A Reserva Ducke pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. É uma área de 100 Km², hoje cercada pela cidade de Manaus, mas ainda praticamente intocada. Trata-se de uma das áreas mais bem estudadas da Amazônia brasileira e tem contribuído com informações de grande

relevância para o entendimento da dinâmica ecológica da Amazônia, como é o caso da presente obra. A grande vantagem de estudos planejados e executados em áreas como a Reserva Ducke é a agregação de novas informações de tal forma que ao longo do tempo ganhamos informações científicas mais e mais robustas. Os estudos na Reserva Ducke a presente obra incluída indicam claramente que estamos muito longe de conhecer a diversidade biológica neste espaço que é a Amazônia. Indicam, ainda, que há muito mais a ser desvendado, hoje escondido por detrás da infinidade de cores e formas de plantas e animais que interagem de forma delicada entre si e com o meio em que vivem. Por isso, antes que generalizações sejam possíveis é necessário avançar com amostragens e estudos nos diferentes níveis da organização biológica. Interessa não só quantos animais e plantas há num lugar, mas, também, como vivem.

Reserva Ducke tem um poder quase mágico de conseguir mostrar de forma simples, clara e objetiva as muitas dimensões dos milhares e milhares de organismos que vivem na floresta amazônica. Ricamente ilustrado, conduz o leitor para o ambiente onde plantas e animais vivem na sua forma mais original, onde se ajustam à dinâmica do ambiente, onde interagem entre si, com os de sua espécie e com os de outras espécies. Os matizes da diversidade biológica vão sendo revelados com maestria por um grupo de cientistas altamente qualificados que procurou abstrair-se da linguagem hermética da ciência para nos brindar com essa bela obra. Recomendo a todos os amantes da natureza esta aprazível viagem pela Reserva Ducke – a Biodiversidade Amazônica através de uma grade.

Ione Egler

*Ministério da Ciência e Tecnologia
Secretaria Executiva
Assessoria de Captação de Recursos*

Apresentação

O desenvolvimento de pesquisa na Amazônia representa um grande desafio para a comunidade científica. A imensidão das distâncias, as dificuldades logísticas e a carência de fontes de recursos destinadas à manutenção de atividades de pesquisa em longo prazo são fatores que dificultam a superação do maior problema para o avanço do conhecimento na Amazônia que é a qualificação e fixação de recursos humanos na região.

Em muitas áreas da ciência, dentre eles a biologia, a Amazônia significa um novo mundo a ser descoberto. Fascinados pela oportunidade de desvendar tantos conhecimentos de fundamental importância para o funcionamento do planeta e para a compreensão da humanidade, cientistas de todo o mundo têm se dirigido à Amazônia há séculos. Antes mesmo de o Brasil possuir suas primeiras instituições de pesquisa, várias expedições científicas já haviam sido organizadas por museus de história natural e instituições de pesquisas estrangeiras. Os materiais coletados àquela época ainda estão, em sua grande maioria, bem identificados e preservados nas coleções biológicas históricas daquelas instituições centenárias.

O Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) fundado em 1866, e o Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA) fundado em 1952 são consideradas as duas instituições de referências no estudo da biodiversidade Amazônica, possuindo acervos biológicos científicos significativos da região amazônica, mas que ainda são comparativamente bem menores que os acervos internacionais e mesmo alguns acervos nacionais mantidos fora da região norte.

Ao longo das últimas décadas, várias iniciativas têm sido adotadas no sentido de atrair e manter o capital intelectual na região Amazônica, para minimizar a carência de pesquisadores qualificados da região. No caso da pesquisa em biodiversidade, o impacto da inconstância da manutenção das equipes de pesquisa tem se refletido na dificuldade de estabelecer programas de inventários sistemáticos de longo prazo, bem como de ampliar e aprimorar infra-estruturas de pesquisa básica das instituições da



região, como por exemplo, as coleções biológicas que abrigam os materiais testemunho colhidos em inventários. Assim, o avanço do conhecimento é lento e comparativamente mais dispendioso do que se houvesse um quadro de maior estabilidade e manutenção do capital intelectual.

Assim, apesar de o Brasil possuir cerca de 20% da biodiversidade do planeta, possui apenas cerca de 1% do acervo científico do mundo; o que significa dizer que o avanço do conhecimento sobre a nossa biodiversidade brasileira depende do acesso a dados e informações que estão associados a materiais biológicos depositados em coleções de instituições estrangeiras.

Buscando equacionar a carência de um instrumento de financiamento a pesquisa de longo prazo na área de biodiversidade, e que também estivesse voltado à qualificação e fixação de recursos humanos da região, ao fortalecimento institucional e ao aprimoramento da cooperação nacional e internacional, o Ministério da Ciência e Tecnologia instituiu o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Esse Programa buscou estabelecer uma agenda unificadora mínima que pudesse, por um lado articular os esforços de pesquisa da região, e por outro elaborar produtos ou serviços demandados por entidades parceiras do PPBio.

Este livro representa um importante produto do PPBio, que foi o desenvolvimento de um método de inventário padronizado — o RAPELD, que tem como principal cliente os órgãos oficiais de conservação ambiental responsáveis por gestão de unidades de conservação. Além do desenho amostral (método RAPELD), o PPBio também instituiu protocolos para dados ambientais e para diferentes grupos taxonômicos, para que os resultados dos inventários pudessem ser comparáveis e modeláveis. A definição de protocolos exigiu muita negociação entre os pesquisadores; pois o melhor método é sempre aquele que produz os dados que o pesquisador quer para a sua pesquisa individual. Porém, a manutenção dessa estratégia inviabilizaria o estabelecimento de um instrumento de financiamento de longo prazo e que tem como foco o fortalecimento das instituições da região.

Os diferentes capítulos desse livro apresentam a eficiência amostral dos diversos protocolos desenhados para cada grupo taxonômico que foram testados na Reserva Ducke — uma área que serviu para calibrar os protocolos do PPBio. Cada capítulo apresenta um conjunto de conclusões e de notas sobre implicações para atividades de conservação que são voltadas ao aprimoramento e disseminação do método para mais pesquisadores e para as demais áreas de inventário do PPBio.

O último capítulo fecha com chave de ouro o belo trabalho interdisciplinar da aguerrida equipe de pesquisadores do PPBio, ao construir um sistema de informação que permitirá por em prática nosso sonho de integrar diferentes bases de dados científicos e manter os dados sobre a biodiversidade brasileira e sobre o meio físico preservados em longo prazo, passíveis de modelagem, disponíveis para diferentes estudos e acessíveis por vários segmentos sociais.



Sumário

A Reserva Ducke	11
Flora	21
Fungos	31
Primatas	39
Mamíferos de médio e grande porte	51
Peixes	63
Aves	77
Sapos	87
Lagartos	99



Invertebrados do solo.	109
Insetos aquáticos	123
Gafanhotos	131
Base de dados para inventários de biodiversidade	145
Colaboradores	161

Fabrizio B. Baccaro
Debora P. Drucker
Julio do Vale
Marcio L. de Oliveira
Célio Magalhães
Nadja Lepsch-Cunha
William E. Magnusson

A Reserva Ducke

A diversidade biológica possui inestimável valor para a sobrevivência da humanidade. Além dos serviços ambientais que proporciona como, por exemplo, a purificação da água, a ciclagem de nutrientes e a manutenção das condições climáticas, a diversidade biológica constitui uma importante fonte de recursos com aplicação alimentar, medicinal, industrial, entre outras. O Brasil abriga cerca de 20% de toda biodiversidade mundial, majoritariamente distribuída em ecossistemas florestais. As florestas tropicais amazônicas respondem por cerca de 25% das florestas remanescentes do planeta, e no Brasil, ocupam quase metade do território nacional, tendo grande valor estratégico para o País.

A complexa tarefa de descobrir, descrever, caracterizar e fazer bom uso dos produtos derivados da enorme diversidade biológica brasileira, assim como de entender padrões de mudanças da estrutura e função da biodiversidade e seus impactos na sociedade, exige um esforço científico cooperativo e articulado. Nesse intuito, o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) criou o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) que, desde 2004, conta com a participação de dezenas de cientistas e gestores públicos ligados principalmente às áreas de meio ambiente e de ciência e tecnologia na Amazônia.

O que é o PPBio?

O PPBio é um programa de pesquisa gerado a partir de demandas vindas da sociedade brasileira e desenvolvido em consonância com a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Política Nacional de Biodiversidade. Criado em 2004, tem a missão de desenvolver uma política de Ciência, Tecnologia e Inovação que priorize competências em diversos campos do conhecimento, gere, integre e dissemine informações sobre biodiversidade que possam ser utilizadas para diferentes finalidades. O objetivo central do PPBio é articular a competência regional e nacional para que o conhecimento da biodiversidade brasileira seja ampliado e disseminado de forma planejada e coordenada.

O PPBio adota um modelo de gestão descentralizado, no qual a implementação de ações se faz em articulação com agências de fomento à pesquisa e com apoio direto de institutos de pesquisa e universidades, denominados de Núcleos Executores (NEx). O PPBio Amazônia é coordenado por dois Núcleos Executores. Na parte oriental, a articulação é realizada pelo NEx Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e no lado ocidental, pelo NEx Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). O principal papel de cada NEx é articular esforços com outras instituições de ensino, pesquisa e gestão sócio-ambiental que atuam na geração de conhecimento sobre a biodiversidade de regiões ou biomas específicos. Essas instituições formam os chamados Núcleos Regionais (NRs). Existem atualmente seis NRs formalmente criados e operantes, um em cada estado que compõe a Amazônia brasileira (Figura 1). Segundo a estratégia de implementação do Programa, é por meio desse processo de articulação que se busca aprimorar a coordenação de atividades de pesquisa, ampliar e dar foco à formação e capacitação de recursos humanos, bem como estimular a fixação de pessoal qualificado nas regiões mais carentes do país.

Para alcançar seus objetivos de forma coordenada o Programa está organizado em três Componentes, que realizam ações de pesquisa diretamente com os NRs. São eles:

- Componente Modernização de Coleções Biológicas, que apóia a manutenção, ampliação e informatização de acervos biológicos (coleções *ex situ*).
- Componente Rede de Inventários Biológicos, que instala e mantém uma rede integrada de inventários da biota (sítios de pesquisa).
- Componente Projetos Temáticos da Biodiversidade, que apóia pesquisas destinadas a utilizar a biodiversidade e posteriormente transformá-la em bens e serviços.

Sítios de pesquisas PPBio

Um sistema integrado de informações sobre a biodiversidade é essencial ao conhecimento, uso e conservação do patrimônio biológico. Porém, a falta de padronização da escala de trabalho, do método de georreferenciamento e da definição de áreas de estudo, favorece a duplicação de trabalhos de levantamento de dados, gera desperdício de recursos públicos e inviabiliza a construção de um sistema de informação por gerar dados muitas vezes incompatíveis com as análises planejadas.

A estratégia básica de amostragem do PPBio segue o desenho espacial (RAPELD) desenvolvido para o Programa “Pesquisas Ecológicas de Longa-Duração” (PELD / CNPq), e permite inventários rápidos (RAPs) para avaliação da complementaridade biótica e planejamento do uso da terra na Amazônia. No sítio de pesquisa é instalado um sistema de trilhas formando uma grade de 25 km² (Figura 2) e ao menos um acampamento de campo (Figura 3). Ao longo das trilhas leste-oeste, a cada 1 km, são instaladas parcelas permanentes de 250 por 40 m, que seguem a curva de nível do terreno (Figura 4). Nessas parcelas é realizada a maioria dos levantamentos abióticos e bióticos. A grade



△

Figura 1 :: Abrangência espacial do Programa PPBio, mostrando a localização dos Núcleos Executores e Regionais, e das grades e módulos de inventários na Amazônia e no restante do país. Em vermelho, estão os sítios implementados e, em amarelo, os previstos. (Imagem: Juliana Schietti)

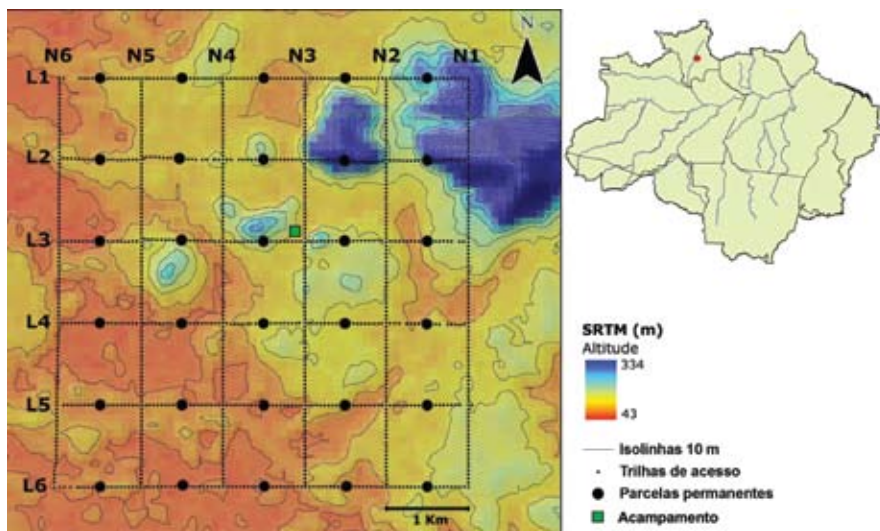
de trilhas, além de servir para deslocamento, pode ser utilizada para o estudo dos táxons que não podem ser amostrados nas parcelas. Todas as trilhas são abertas por empresas de topografia e informações básicas sobre a área, como tipo de solo, estrutura da vegetação, altitude e inclinação do terreno são disponibilizadas no Portal PPBio na Internet (<http://ppbio.inpa.gov.br>). O PPBio parte do pressuposto que a informação sobre biodiversidade coletada com recursos públicos deve ser pública. Por isso, todos os dados biológicos e informações sobre as características ambientais, coletados com financiamento do Programa, ficam disponíveis no Portal do PPBio dois anos após as coletas conforme política de disponibilidade de dados do programa (http://ppbio.inpa.gov.br/Port/inventarios/disponibilidade/document_view).

O sistema de amostragem de parcelas permanentes permite que ao longo do tempo, mais informações sejam agregadas aos locais estudados, evitando que a mesma informação seja amostrada várias vezes. Informações básicas das parcelas permanentes de todos os sítios de pesquisas são coletadas e processadas por especialistas e ficam disponíveis no Portal do PPBio na Internet. Essas informações abrangem **dados abióticos** como características do solo, elevação topográfica, inclinação do terreno, características da água e **dados bióticos** como abertura do dossel e estrutura arbórea.

A distribuição sistemática de parcelas na paisagem permite estimativas não tendenciosas da distribuição, abundância e biomassa das espécies em cada sítio, e comparações entre sítios. Além disso, esse delineamento permite melhor integração dos dados porque:

- É padronizado;
- É grande o suficiente para monitorar todos os elementos da biodiversidade e processos ecossistêmicos;
- É modular, o que permite comparações com amostragem menos intensivas;
- É compatível com iniciativas já existentes;
- É facilmente implementável;
- Disponibiliza a informação rapidamente de uma forma utilizável para atender às demandas de profissionais envolvidos com manejo e outros interessados.

Neste livro, são apresentados resultados iniciais do PPBio Amazônia Ocidental, que mostram diversas aplicações deste sistema de trabalho numa das áreas mais estudadas da Amazônia brasileira, a Reserva Florestal Adolpho Ducke.



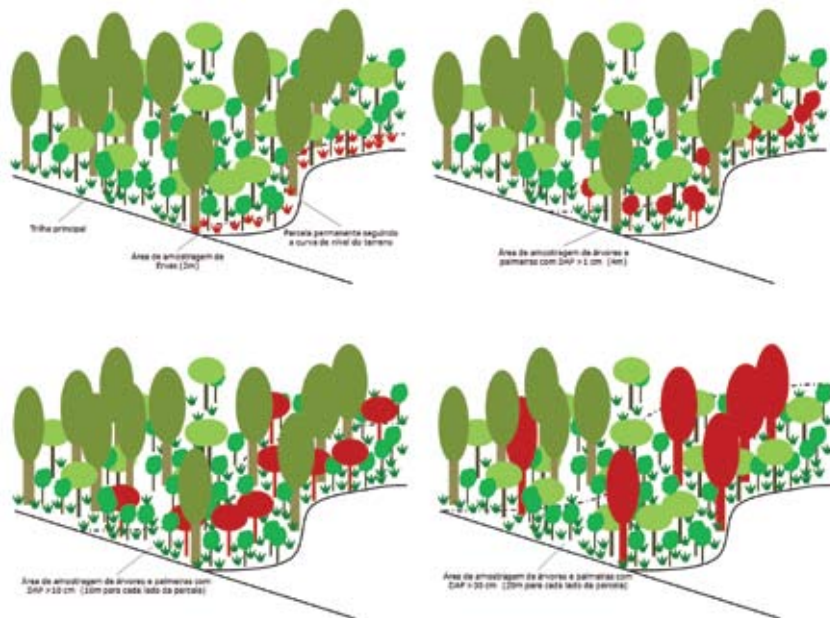
△

Figura 2 :: Grade completa (25 km²) instalada no Parque Nacional do Viruá em Roraima. As letras e números se referem aos nomes das trilhas, N (norte-sul) e L (leste-oeste). Para maiores informações sobre outros sítios de coleta do PPBio visite nosso portal (<http://ppbio.inpa.gov.br>).



△

Figura 3 :: Acampamento instalado dentro da grade de trilhas. Cada grade do PPBio tem pelo menos um acampamento equipado com utensílios de cozinha, pia e poço de água.



△

Figura 4 :: Esquema das parcelas terrestres com distribuição regular ao longo da curva de nível do terreno. Dependendo da densidade do organismo, a parcela pode ter diferentes larguras que permitem a adequação do esforço amostral. A figura mostra parcelas de diferentes larguras utilizadas para estudar árvores, palmeiras e ervas.

A Reserva Ducke

A Reserva Florestal Adolpho Ducke (Reserva Ducke) foi criada em 1963 por meio da Lei Estadual nº 41, de 16 de fevereiro de 1963, que legalizou o ato de cessão da área da Reserva do Governo do Amazonas ao INPA. Naquela época, seus 100 km² de floresta tropical úmida de terra firme eram praticamente intocados e cercados por floresta contínua de características similares. No ano 2000, a expansão urbana da cidade de Manaus havia chegado aos limites da Reserva Ducke. Atualmente, bairros populares fazem contato com a borda sul da reserva, e a floresta no entorno das bordas leste, norte e, especialmente, oeste, se encontra fragmentada e degradada. Desde então, a Reserva Ducke vem sofrendo um processo de transformação em um grande parque urbano (Figura 5).

A Reserva Ducke é administrada pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e foi declarada Reserva Ecológica em 1972, havendo apenas um local de plantação de árvores de valor comercial em seu extremo noroeste. Como não faz parte do Sistema Nacional

de Unidades de Conservação (SNUC), ela não se beneficia das vantagens desse sistema, como o direito legal à manutenção de uma zona tampão em seu entorno. Por outro lado, sua condição de reserva independente permite a realização de atividades de pesquisa que sofreriam grandes restrições na maioria das categorias do SNUC.

O clima da reserva é classificado como tropical úmido, com umidade relativa de 75-86% e precipitação anual de 1.750 a 2.500 mm. A estação chuvosa ocorre de novembro a maio, sendo os meses de março e abril os de maior precipitação. A estação seca ocorre de junho a outubro, sendo setembro normalmente o mês mais seco. A temperatura média anual é de 26 °C existindo pouca variação térmica durante o ano, com as temperaturas médias mensais diferindo entre si em menos que 3 °C. A maior variação de temperatura ocorre ao longo do dia, podendo chegar a 8 °C.

A topografia é um importante fator na formação de solos na região da Amazônia Central. Nos platôs os solos são argilosos e nas vertentes, a fração de argila vai gradativamente diminuindo até predominar a fração de areia nas áreas de

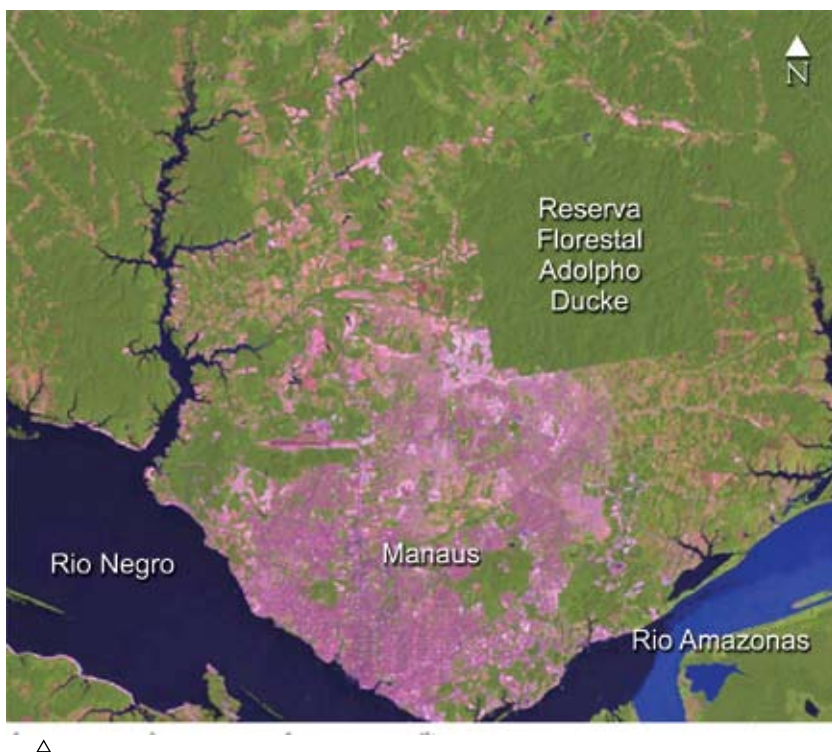


Figura 5 :: Imagem Landsat (2003) da região de Manaus. Principalmente na porção sudoeste, a cidade já se encontra em contato com os limites da Reserva Ducke. (fonte: Siglab/Inpa).

baixios. Na Reserva Ducke, o terreno é formado basicamente por platôs com altitudes variando de 80 a 140 m de altitude. Os baixios são freqüentemente inundados na época das chuvas, sendo que grande parte deles apresentam igarapés, mesmo durante a estação seca.

No eixo Norte-Sul a reserva é cortada por um platô central, que é o divisor de águas entre duas bacias hidrográficas. No lado oeste estão os igarapés que deságuam no rio Negro e a leste drenam os igarapés que são afluentes do rio Amazonas. Quase todas nascentes desses corpos de água estão dentro da reserva, o que preserva a integridade desse sistema.

Toda a região está coberta pela floresta tropical úmida de baixa altitude, com dossel bastante fechado e sub-bosque com pouca luminosidade, caracterizado pela abundância de palmeiras acaules como *Astrocaryum* spp. e *Attalea* spp. A flora é extremamente diversificada, com aproximadamente 1.000 espécies de árvores com altura entre 30 e 35 metros, com árvores emergentes alcançando 45 a 50 metros.

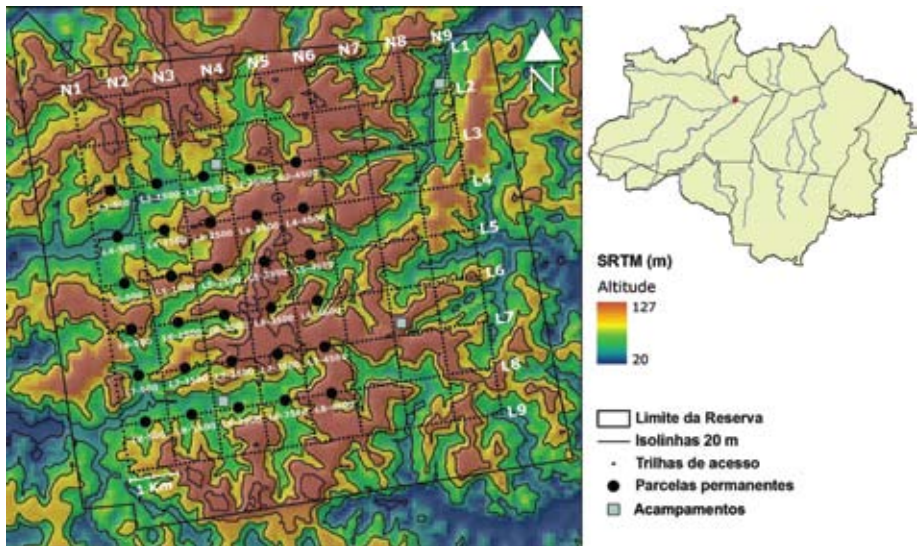
A Reserva Ducke é localidade-tipo de dezenas de espécies e foi objeto de alguns dos guias de campo mais completos que existem para região neotropical, como o da flora (Ribeiro et al., 1999), serpentes (Martins & Oliveira, 1998), miriápodos (Adis, 2002), sapos (Lima et al., 2006) e lagartos (Vitt et al., 2008).

A grade da Reserva Ducke

A Reserva Ducke foi o primeiro sítio de pesquisa a ter o sistema RAPELD implantado. Em 2000, um sistema de trilhas foi instalado, formando uma malha de 64 km² que cobre toda a reserva, exceto uma borda externa de 1 km de largura (Figura 6). O sistema de trilhas dá acesso a 72 parcelas permanentes de 1 ha, para amostragem de fauna e flora terrestres, e 38 pontos permanentes de amostragens em igarapés e poças associadas, para amostragem de organismos aquáticos e ripários. A maioria das generalizações em ecologia neotropical foi baseada em estudos realizados em reservas como La Selva (Costa Rica) e Barro Colorado (Panamá), que possuem apenas alguns quilômetros quadrados de extensão. O sistema de 64 km² de trilhas na Reserva Ducke permite a avaliação dos efeitos da escala espacial de amostragem sobre essas generalizações.

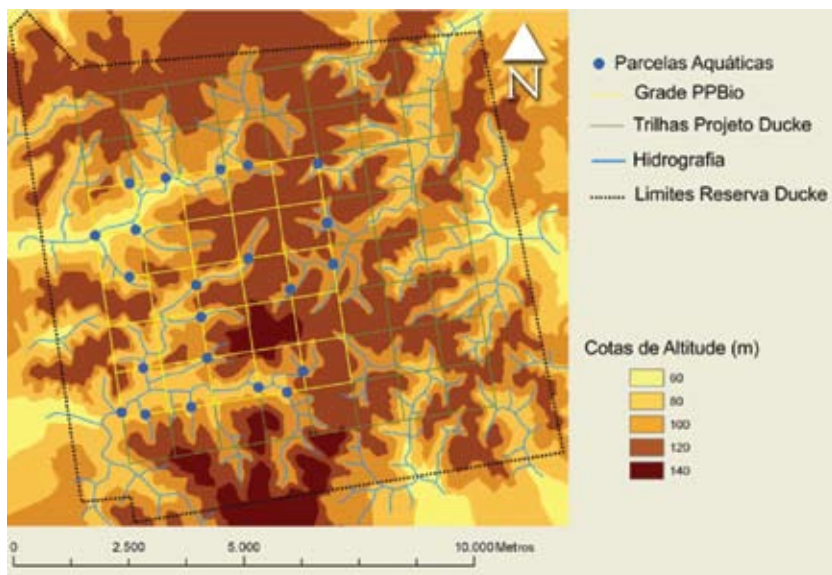
Parte desse sistema de trilhas foi definido como grade completa para comparações com outros sítios do PPBio que possuem grades de 25 km² (Figura 2). No total, são 30 parcelas terrestres de 1 ha, 22 parcelas aquáticas (Figura 7) e 22 parcelas ripárias (adjacentes aos igarapés).

Os estudos reunidos neste livro foram conduzidos entre 2000 e 2006, mas também apresentam informações sobre pesquisas anteriores.



△

Figura 6 :: Grade de trilhas instalada na Reserva Ducke, com destaque para a grade completa (25 km²) do PPBio. As letras e números (N1, L3 etc.) se referem aos nomes das trilhas (N, norte-sul e L, leste-oeste). Os círculos pretos representam as parcelas permanentes, identificadas por código alfa-numérico (p.ex.: L4-4500, L3-2500).



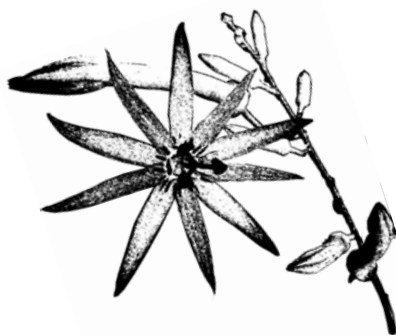
△

Figura 7 :: Parcelas aquáticas na grade completa de 25 km² (em amarelo) instalada na Reserva Ducke.

Sugestões de Leitura

- Lima, A. P., Magnusson, W. E., Menin, M., Erdtmann, L. K., Rodrigues D. J., Keller C., Hödi, W. 2006. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central. Áttema Design Editorial, Manaus. 168 pp.
- Magnusson, W.E., Lima, A.P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F.R.C., Castilho, C.V. & Kinupp, V.F. 2005. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, v.5 (n2) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/fullpaper?bn01005022005+en>
- Portal PPBio. Disponível na internet através do endereço: <http://ppbio.inpa.gov.br/Port>
- Ribeiro, J. E. L. S., Hopkins, M. J. G., Vincentini, A., Sothers, C. A., Costa, M. A. S., Brito, J. M., Souza, M. A. D., Martins, L. H. P., Lohmann, L. G., Assunção, P. A. C. L., Pereira, E. C., Silva, C. F., Mesquita, M. R., Procópio, L. C. 1999. *Flora da Reserva Ducke*. INPA-DFID, Manaus, Amazonas. 800 pp.
- Vitt, L., Magnusson, W.E., Ávila Pires, T.C., Lima, A.P. 2008. *Guia de lagartos da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central*. Áttema Design Editorial, Manaus, 176 pp.

Flávia Costa
Carolina Castilho
Debora P. Drucker
Valdely Kinupp
Anselmo Nogueira
Wilson Spironello



Flora

A Reserva Ducke é uma das áreas com a flora mais bem estudada da Amazônia. Devido ao esforço de um grande grupo de especialistas brasileiros e estrangeiros, que se dedicaram durante cinco anos, foi produzido um guia de identificação da flora vascular da reserva, a *Flora da Reserva Ducke* (Ribeiro *et al.*), que é considerada uma das melhores publicações do gênero. Guias similares para a flora amazônica existem apenas para a Guiana Francesa, de Scott Mori e colaboradores, e para a região de Iquitos, no Peru, de Rodolfo Vasquez Martinez e colaboradores. Os estudos ecológicos desenvolvidos dentro da grade de 64 km² foram em grande parte possíveis devido à existência deste guia. Entretanto, o guia se restringiu principalmente à porção noroeste da reserva, onde havia antes um sistema não padronizado de trilhas. Com a abertura da grade de trilhas, uma grande área da reserva se tornou disponível para pesquisa e coleta. Os novos estudos da flora dentro desta grade concentraram-se nas parcelas permanentes, mas ao se percorrer a malha de trilhas descobriu-se espécies antes desconhecidas para a Reserva Ducke. Até o momento, sete estudos intensivos da composição e riqueza de espécies foram conduzidos nas parcelas permanentes da grade de 64 km², envolvendo os seguintes grupos biológicos: arbustos do gênero *Psychotria* (família Rubiaceae), arbustos do gênero *Piper* (família Piperaceae), ervas terrestres, ervas terrestres de áreas ripárias, palmeiras, lianas e árvores.

As florestas tropicais geralmente apresentam alta diversidade de espécies de plantas, mas ao mesmo tempo baixa densidade de indivíduos. Mais da metade das espécies de árvores apresenta menos de um indivíduo por hectare. Sendo assim, a maioria destas espécies corre sérios riscos de extinção local, porque a perturbação florestal está aumentando rapidamente devido ao avanço da ocupação humana na Amazônia. Espécies florestais de interesse comercial são as primeiras a

sofrerem com a ocupação humana. A conservação destas espécies, a exemplo do pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) e acariquara (*Minquartia guianensis*), que durante décadas vem sendo intensamente exploradas, se faz necessária frente à acelerada taxa de redução de suas populações. No entanto, para o correto manejo e conservação destas espécies, é necessário conhecer a densidade de suas populações. Métodos tradicionais de inventário fornecem geralmente pouca informação sobre espécies raras. Sendo assim, métodos alternativos foram testados na Reserva Ducke, para determinar seu potencial para a estimativa da densidade populacional de espécies raras.

Neste capítulo, nós procuramos mostrar: 1) como a ampliação da área amostral na Reserva Ducke aumentou o número de espécies registradas para diferentes formas de vida vegetais; 2) quais as características das espécies antes não registradas; 3) quais são as estimativas de riqueza de espécies da reserva, para alguns grupos, a partir de levantamentos duplos; 4) os grandes padrões de composição detectados no estudo das parcelas permanentes; 5) qual a relação entre a representação da riqueza de espécies e a representação da composição nas parcelas permanentes; e 6) o potencial das trilhas para estudos de espécies raras.

Aumento no número de espécies

Na Flora da Reserva Ducke foram registradas 96 espécies de ervas terrestres, distribuídas em 16 famílias de angiospermas e 9 famílias de pteridófitas (samambaias). A expansão da área amostral permitiu que 12 novas espécies fossem registradas para a reserva. *Mapania macrophylla* (Figura 1a) e *Monotagma* sp. 3 foram encontradas apenas fora das parcelas amostrais, constituindo cada uma delas um pequeno aglomerado de indivíduos encontrado em um único ponto na grade de trilhas. *Ischnosiphon hirsutus* e *Monotagma* sp. 4 foram encontradas apenas na porção leste da reserva, que não havia sido amostrada intensivamente pelos pesquisadores do projeto Flora. *Calathea excapa* (Figura 1b), *Dieffenbachia* sp. 2 e *Dieffenbachia* sp. 3 foram espécies relativamente raras, restritas a 3, 5 e 6 parcelas respectivamente. *Calyptracarya glomerulata* não foi uma espécie rara, e possivelmente não apareceu na Flora por problemas de identificação.

Para o gênero *Psychotria*, Valdely Kinupp encontrou quatro registros novos dentro das parcelas amostradas, de espécies que não estavam na Flora: *Psychotria stipulosa*, *P. turbinella* (Figuras 2), *P. variegata* e *Psychotria* sp. 1 (Figura 3). Além destes, mais dois novos registros foram feitos fora das parcelas permanentes: *P. egensis* e *P. microbotrys*. Um dos novos registros

(*Psychotria* sp. 1) é uma espécie nova em processo de descrição. Esta espécie, aparentemente, é rara na reserva e na região ou, ao menos, pouco coletada, havendo uma única coleta fora da Reserva Ducke depositada no Herbário INPA. *Psychotria stipulosa* e *P. turbinella* foram muito raras, com



△

Figura 1:: A) *Mapania macrophylla* (Cyperaceae); B) *Calathea excapa* (Marantaceae)



△

Figura 2 :: *Psychotria turbinella* (Rubiaceae)

registro de apenas um indivíduo para cada uma. *P. variegata* e *Psychotria* sp. 1 tiveram maior número de indivíduos (67 e 51 respectivamente), mas concentrados em 1 ou 2 parcelas. Os autores da Flora da Reserva Ducke, em uma área restrita da reserva (aproximadamente 20% do total de 10.000 ha) encontraram 27 espécies deste gênero, e destas, 18 foram encontradas nas 61 parcelas amostradas. Portanto, com o acréscimo de seis espécies a riqueza subiu para 33 espécies de *Psychotria* na Reserva Ducke.

A Flora da Reserva Ducke registrou 43 táxons de palmeiras, sendo 38 espécies e seis variedades ou sub-espécies. O estudo de Jean Louis Guillaumet e colaboradores nas 72 parcelas de distribuição regular (grade de 64 km²) encontrou três novos registros de espécies: *Attalea* sp., *Geonoma macrostachys* var. *acaulis* e *Geonoma* sp. As três espécies foram extremamente raras, ocorrendo em uma ou duas parcelas, com apenas um indivíduo por parcela. *Bactris balanophora* foi a única espécie registrada na Flora que não foi encontrada nas parcelas.

Foram registradas 23 espécies arbustivas de *Piper* na Flora da reserva, e a amostragem de Ana Raquel de Mesquita Garcia encontrou 18 destas espécies em 68 parcelas permanentes. Quatro novos registros de espécies foram feitos nas parcelas permanentes. Destas, *P. pseudoglabrescens* ocorreu apenas em uma parcela na drenagem leste, e *P. mourai* teve a maior parte das ocorrências na drenagem leste. *P. capitarianum* e *P. curtistilum* foram espécies relativamente frequentes (14 a 19 parcelas), mas com baixa abundância local.

A identificação de todas as famílias de árvores ainda não foi completada, e ilustraremos aqui o padrão de acréscimo de espécies para a família Lecythidaceae, que é uma das famílias com maior abundância nas florestas da Amazônia Central. A Flora da Reserva registrou 38 espécies, das quais Carolina Castilho encontrou 34 nas 72 parcelas da grade de 64 km². A amostragem nas parcelas permanentes revelou nove espécies antes não registradas para a Reserva Ducke. Destas, *Eschweilera amazonica*, *Gustavia* sp., *Lecythis assuncioni*, *L. barnebyi*, *L. chartacea* foram espécies muito raras, com um a seis indivíduos na amostragem total. *Eschweilera cyathiformis*, *E. laeviscarpa*, *E. rankini* e *Eschweilera* sp. foram espécies relativamente raras, com 21 a 34 indivíduos na amostragem total. *E. cyathiformis* (29 indivíduos) esteve restrita às parcelas da drenagem leste da reserva, que não havia sido anteriormente amostrada.

Das 48 espécies de Bignoniaceae registradas pela Flora, Anselmo Nogueira encontrou 39 espécies com hábito de trepadeira lenhosa (lianas) em 34 das parcelas permanentes, incluindo duas espécies anteriormente não registradas pela Flora: *Pleonotoma dendrotricha* e *Adenocalymma* sp. Foram encontrados 16 indivíduos de *P. dendrotricha*, concentrados em um grupo de seis



△

Figura 3 :: A) *Psychotria* sp. 1 (Rubiaceae). Material herborizado; B) Frutos maduros suculentos azuis e pilosos revestidos por brácteas pilosas vinho; C) Ramo com frutos maduros e folhas maduras.

parcelas próximas entre si, no platô central da reserva. *Adenocalymma* sp. foi rara, com apenas dois indivíduos em toda a amostragem.

Em geral, as espécies antes não documentadas foram espécies raras (aquelas que combinam baixa abundância e baixa frequência de ocorrência) ou espécies com área de distribuição restrita, como por exemplo, as que ocorreram somente em uma das duas principais bacias de drenagem da reserva. Para se detectar estas espécies, é necessário ter um número grande de amostras e que estas amostras estejam bem distribuídas na paisagem. Nossos resultados mostram que uma grande área de cobertura na distribuição das parcelas é importante para obter uma boa representação das espécies presentes em uma região. As parcelas permanentes distribuídas sistematicamente permitiram que uma grande porcentagem das espécies documentadas anteriormente na pequena área de estudo intensivo da Flora da Reserva Ducke fosse amostrada, com menos esforço.

Estimativas de riqueza de espécies da reserva

Na área amostrada pelo Projeto Flora da Reserva Ducke, Valdely Kinupp registrou 17 das 27 espécies de *Psychotria* encontradas na Flora; mas não encontrou espécies que não haviam sido antes registradas. Assumindo que nenhuma espécie de *Psychotria* tenha sido registrada pelo Projeto Flora fora da área de sobreposição, isto indica que as buscas intensivas da equipe do Projeto Flora em aproximadamente 20% da reserva foram suficientes para encontrar a maioria ou todas as espécies de *Psychotria* nesta área. Em contraste, os inventários menos intensivos por Kinupp revelaram apenas 63% das espécies presentes nesta área. Baseado nesta estimativa de eficiência amostral, e no fato de que Kinupp encontrou 24 espécies em seu inventário sobre toda a reserva na grade de 64 km² (incluindo espécies encontradas durante o trajeto entre parcelas), nós estimamos que um inventário tão intensivo como o usado pelo Projeto Flora sobre toda a reserva encontraria em torno de $24/0.63 = 38$ espécies na reserva (veja como os cálculos são feitos na Tabela 1). Se algumas das espécies registradas pelo Projeto Flora foram encontradas apenas fora da área de 20 km², a estimativa do número de espécies na reserva poderia ser até maior.

As estimativas usando a mesma metodologia para os outros grupos são mostradas na Tabela 1. Mesmo quando a eficiência de amostragem nas parcelas foi alta, o número de espécies potencialmente presentes na reserva, mas ainda não encontradas, é alto. O número potencial de espécies de lianas Bignoniaceae não foi calculado porque o número de parcelas amostradas coincidentes com a área amostrada pela Flora da Reserva Ducke foi muito pequeno. Alguns destes valores podem estar superestimados, já que a eficiência amostral e o número de amostras coincidentes não foram

Tabela 1 :: Cálculo do número de espécies potencialmente presentes na Reserva Ducke, estimado a partir do método de levantamentos duplos.

▽

Grupo de Estudo	Nsp restritas à Flora (Nssp1)	Nsp restritas ao segundo inventário (Nssp2)	Nsp Comum aos 2 inventários (NsspC)	Número de parcelas amostradas	Número de parcelas coincidentes com a área da Flora	Eficiência da amostragem do 2º inventário *	Nsp estimado** para a reserva	Nsp conhecido atualmente***
Lecythidaceae	4	4	37	72	18	90 %	54	47
Ervas terrestres	34	5	58	59	15	63 %	138	108
<i>Piper</i>	10	3	14	68	18	58 %	39	27
Palmeiras	6	1	37	72	18	86 %	52 [§]	46 [§]

* Cálculo da Eficiência de amostragem (Ef): $Ef = NsspC / (NsspC + Nssp1)$. NsspC - Número de espécies comum a ambos os levantamentos. Nssp1 - Número de espécies restrito ao primeiro levantamento. ** Cálculo do número estimado de espécies (NEspp): $NEspp = NTspp2 / Ef$. NTspp2 = número total de espécies no segundo levantamento.

*** Somatório do número de espécies registrado na Flora e os novos registros feitos pelos responsáveis por cada grupo. § - Para palmeiras, foram consideradas no cálculo as sub-espécies e variedades, e portanto o número estimado se refere ao número potencial de novas taxa, e não de espécies.

tão altos. Além disso, na área de sobreposição entre o Projeto Flora e as parcelas do PPBio, as parcelas não cobrem todos os diferentes ambientes da reserva, o que pode ter diminuído artificialmente a eficiência da amostragem usada para estimar o número de espécies para a reserva.

Grandes padrões de composição

A composição de todos os grupos de plantas estudados na Reserva Ducke esteve fortemente associada ao solo, mudando gradativamente ao longo do gradiente que vai de solos mais arenosos, pobres e mal drenados (nas áreas mais baixas) até solos mais argilosos, ricos e bem drenados (nas áreas mais altas). Além de variar em função do solo, a composição de espécies também variou em função da inclinação do terreno. Embora todos os grupos de plantas estudados tenham mostrado variação florística associada aos gradientes de solo e topografia, a forma e intensidade das respostas variaram entre os grupos.

O estudo de Kinupp foi o primeiro a analisar a distribuição de espécies de um grupo vegetal (*Psychotria*) em toda a Reserva Ducke. *Psychotria* é um gênero de Rubiaceae constituído principalmente por arbustos e arvoretas de sub-

bosque. Kinupp e Magnusson mostraram que, ao contrário do que se pensava anteriormente, a especificidade de habitat das espécies não está associada à sua abundância local, ou à sua frequência de ocorrência na reserva.

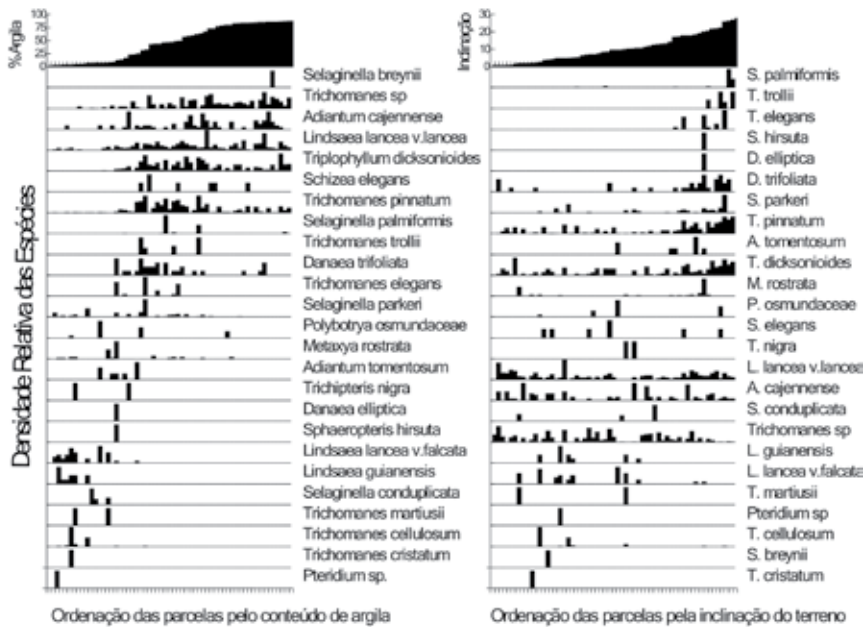
Tradicionalmente, considera-se que a Reserva Ducke, como também outras áreas da Amazônia Central, é composta por diferentes habitats associados à variação topográfica – as áreas mais altas e planas (platôs), as áreas inclinadas (vertentes) e as áreas mais baixas (baixios). Entretanto, Débora Drucker mostrou que existem mudanças abruptas na composição de vegetação herbácea apenas dentro dos primeiros metros de distância da margem dos riachos. A maioria das espécies tem distribuição ampla em relação aos gradientes de altitude e solo.

Os grupos de plantas estudados não formaram grupos distintos associados às classes de solos, que justificariam a separação destas classes arbitrárias como sendo diferentes habitats. O único grupo no qual as espécies mostraram forte relação com o tipo de solo foi o das samambaias. A figura 4 mostra como a composição de espécies de samambaias, um dos grupos de ervas analisados, muda em função do solo e da inclinação do terreno. Embora algumas espécies estejam presentes ao longo de todo o gradiente ambiental, a maior parte esteve restrita ou teve maior abundância em uma parte dele. O padrão de distribuição de *Psychotria* foi diferente, com algumas espécies restritas às áreas arenosas e úmidas, mas a maior parte das espécies ocorrendo sobre praticamente todo o gradiente topográfico. Um padrão bastante semelhante ao de *Psychotria* ocorre para palmeiras e para as lianas Bignoniaceae. Os resultados dos estudos com *Psychotria*, palmeiras e lianas Bignoniaceae concordam com o resultado de Drucker, que mostra que as áreas próximas aos cursos d'água são as mais distintas, suportando comunidades diferenciadas, e que a composição das comunidades tende a ser mais homogênea entre vertentes e platôs.

Para vários grupos analisados, houve também diferenciação na composição de espécies entre as duas bacias de drenagem da reserva, o que significa que há espécies restritas a uma ou outra drenagem. Por exemplo, para a família Marantaceae, *Ischnosiphon hirsutus*, *Monotagma* sp. 2 e *Monotagma breviscapum* estiveram restritas às parcelas da drenagem leste, enquanto *Monotagma tomentosum*, *M. vaginatum* e *M. plurispicatum* estiveram restritas às parcelas da drenagem oeste.

Potencial das trilhas para estudos de espécies raras

A amostragem de transectos lineares de Wilson Spironello cobriu aproximadamente 8 km de trilhas para acariquara (*Minquartia guianensis*), e



△

Figura 4 :: Distribuição das espécies de samambaia terrestres encontradas na Reserva Ducke, ao longo dos gradientes de textura do solo (representada pela porcentagem de argila) e inclinação do terreno.

encontrou 140 indivíduos com DAP ≥ 10 cm. Desta forma, a densidade estimada de acariquara na Reserva Ducke foi de $8,5 (\pm 1,4)$ ind./ha. Para o pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), a amostragem cobriu aproximadamente 59 km de trilhas, nos quais 13 indivíduos foram encontrados. A densidade estimada de pau-rosa foi de $0,54 (\pm 5,4)$ ind./ha.

Na amostragem com parcelas permanentes de Carolina Castilho, que totalizou 72 ha de inventário, foram encontrados 6 indivíduos de pau-rosa, sendo apenas 2 indivíduos maiores que 10 cm de DAP. Para acariquara, foram encontrados 215 indivíduos, sendo 180 acima de 10 cm de DAP. A estimativa de densidade para plantas maiores que 10 cm de DAP foi então de 0.03 ind./ha para pau-rosa e 2.5 ind./ha para a acariquara.

Os resultados mostram uma grande variação entre os dois métodos utilizados. A amostragem com parcelas claramente subestimou a densidade de pau-rosa, o que sugere que a amostragem de espécies com baixa densidade pode ser feita de forma mais eficiente e com melhores resultados usando transectos lineares, e que este método tem grande potencial para a estimativa de recursos madeireiros.

Conclusões e implicações conservacionistas

É preciso conhecer toda a riqueza de espécies para entender a composição? As estimativas baseadas nos levantamentos duplos indicam que o número de espécies dos grupos de plantas aqui examinados, que ainda não foram encontradas na reserva, está em torno de 55. Isto significa que, mesmo na Reserva Ducke, que é uma das áreas mais bem conhecidas floristicamente na Amazônia, aproximadamente 20% das espécies destes grupos, potencialmente presentes na reserva, ainda não são conhecidas. Além disso, nas parcelas de distribuição uniforme, o número de espécies amostrado foi em geral menor que o número de espécies documentado pela Flora da Reserva Ducke.

Apesar destas limitações, para todos os grupos estudados o sistema de trilhas e parcelas RAPELD adotados pelo PPBio permitiu detectar os principais padrões de composição associados aos grandes gradientes ecológicos. Estes resultados sugerem que é inviável conhecer toda a riqueza de espécies de qualquer sítio amostral, mesmo com amostragens intensivas, mas isso não impede que os grandes padrões de composição sejam descobertos.

Do ponto de vista do planejamento do uso da terra e da conservação, entender estes padrões é mais importante do que tentar obter listas exaustivas de espécies.

Sugestões de leitura

- Costa, F.R.C., Magnusson, W.E., Luizão, R.C. 2006. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology* 93: 863-878.
- Drucker, D.P., Costa, F.R.C., Magnusson, W.E. 2008. How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests? A test with terrestrial herbs. *Journal of Tropical Ecology* 24: 65-74.
- Kinupp, V.F. & Magnusson, W.E. 2005. Spatial patterns in the understory genus *Psychotria* in central Amazonia: effects of distance and topography. *Journal of Tropical Ecology* 21: 1-12.
- Magnusson, W.E., Caughley, G.J., Grigg, G.C. 1978. A double-survey estimate of population size from incomplete counts. *The Journal of Wildlife Management* 42: 174-176.
- Ribeiro, J. E. L. S., Hopkins, M. J. G., Vincentini, A., Sothers, C. A., Costa, M. A. S., Brito, J. M., Souza, M. A. D., Martins, L. H. P., Lohmann, L. G., Assunção, P. A. C. L., Pereira, E. C., Silva, C. F., Mesquita, M. R., Procópio, L. C. 1999. *Flora da Reserva Ducke*. INPA-DFID, Manaus, Amazonas. 800 pp.

Ricardo Braga-Neto
Regina Luizão
William E. Magnusson

Fungos



Fungos desempenham funções ecológicas muito importantes nos ecossistemas terrestres como decompositores, patógenos e simbiontes, mas são relativamente pouco estudados no Brasil. São organismos muito diversificados e dotados de um imenso potencial biotecnológico, e exercem papel fundamental na ciclagem de nutrientes e na manutenção das florestas tropicais. Eles constituem um reino à parte, embora usualmente não sejam considerados em inventários biológicos, o que em parte pode ser explicado pela escassez de pesquisadores. Conseqüentemente, os fungos exercem pouca influência sobre o planejamento da conservação da biodiversidade na Amazônia.

Falta de informação sobre a diversidade de fungos

Um dos problemas de estudos de fungos em larga escala está relacionado à dificuldade de se identificar as espécies em campo, sendo necessário fotografar, coletar, descrever morfolologicamente e secar os corpos de frutificação registrados, um processo que demanda muito tempo. A identificação das espécies envolve caracteres microscópicos, de forma que a identificação de grandes coleções por especialistas pode demorar bastante tempo. Entretanto, esses problemas não deveriam impedir a inclusão dos fungos em inventários de biodiversidade, dada sua importância para muitos processos ecossistêmicos. Dessa forma, avaliamos qual é a proporção de espécies de fungos de serrapilheira que pode ser agrupada somente por caracteres macroscópicos.

Neste capítulo, são apresentados resultados iniciais sobre padrões de distribuição temporal e espacial de corpos de frutificação das espécies mais comuns de fungos de serrapilheira na Reserva Ducke. Duas variáveis ambientais foram selecionadas para investigar seus efeitos sobre a distribuição dos corpos de frutificação: a quantidade de chuva e a porcentagem de argila no solo. A chuva está associada à variação temporal na produção de

corpos de frutificação. A textura do solo possivelmente reflete a influência indireta de diversos fatores ambientais relacionados com a distribuição espacial dos corpos de frutificação, como a topografia e a disponibilidade de nutrientes e a distribuição espacial da comunidade de plantas.

Por que os fungos de serrapilheira?

Os fungos escolhidos para a realização deste estudo são decompositores, alimentando-se de folhas e galhos finos na serrapilheira sobre o solo. Eles pertencem ao grande grupo dos fungos basidiomicetos, onde também estão incluídas espécies conhecidas popularmente como orelhas-de-pau, cogumelos, chapéus-de-sapo e ferrugens. Os gêneros mais comuns que ocorrem na serrapilheira são *Marasmius* Fr., *Marasmiellus* Murrill, *Crinipellis* Pat., *Tetrapyrgos* E. Horak, *Mycena* (Pers.) Roussel e *Hemimycena* Singer, cujos corpos de frutificação (Figura 1) são diferentes para cada espécie e podem ser utilizados para identificação através da comparação morfológica em coleções de fungos.

Em florestas tropicais, a serrapilheira (composta por folhas e galhos pequenos) representa a maior parte da entrada de biomassa para o sistema de decomposição e também para os fungos saprófitos (decompositores de matéria orgânica morta de origem vegetal). A produção de serrapilheira fina ocorre ao longo de todo o ano na Reserva Ducke, geralmente com um pico de produção na estação seca, e aparentemente não está relacionada ao tipo de solo. A biomassa produzida pelos fungos (crescimento do micélio e dos corpos de frutificação) acarreta em imobilização e conservação de nutrientes, reduzindo a perda por lixiviação na estação chuvosa. Quando os fungos morrem, condicionados por ciclos de chuva e estiagem, seus nutrientes são liberados em pulsos de mineralização, de modo que a absorção sincronizada pelas plantas favorece a conservação de nutrientes no ecossistema. Esse é um processo particularmente importante em florestas tropicais sobre solos pobres, como ocorre amplamente na Amazônia Central. Além disso, os fungos conectam as folhas a galhos finos na serrapilheira (Figura 2), favorecendo a retenção local de matéria orgânica e a conservação de nutrientes em terrenos inclinados.

Esforço amostral

Os fungos foram coletados em 30 parcelas de 0,25 x 250 m em duas ocasiões, uma no período seco e outra no chuvoso. Cerca de 1200 corpos de frutificação foram classificados em 87 morfo-espécies. Durante o período seco de coleta, 635 corpos de frutificação foram agrupados em 61 morfo-espécies e no período chuvoso, 558 em 58 morfo-espécies. Não houve diferença entre o número de morfo-espécies observadas ou



△

Figura 1 :: Corpos de frutificação de fungos decompositores crescendo sobre folhas e sobre galhos finos na serrapilheira: A) *Marasmius* aff. *castellanoi* Singer, B) *Marasmius leoninus* Berk., C) *Tetrapyrgos nigripes* (Schwein.) E. Horak, D) *Marasmius* cf. *tageticolor* Berk., E) *Marasmius* sp. e F) *Marasmiellus semiustus* (Berk. & M.A. Curtis) Singer.

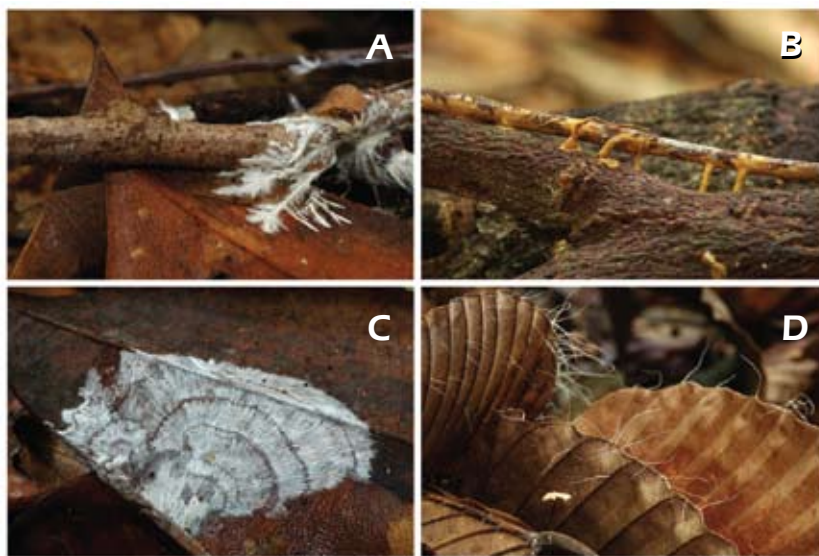
entre o número de corpos de frutificação nos dois períodos de amostragem. Mais de 60%, ou seja, 55 das 87 morfo-espécies foram registradas em apenas um dos períodos de coleta. O esforço amostral deste estudo não foi suficiente para registrar a maioria das espécies de fungos de serrapilheira na Reserva Ducke e mais espécies serão encontradas à medida que se aumentar o esforço amostral.

Relações dos fungos com o ambiente

Em períodos secos (chuva acumulada em três dias inferior a 10 mm), o número de morfo-espécies foi relacionado com a quantidade de chuva e pela qualidade do solo. Quanto mais choveu e quanto menor o conteúdo

de argila no solo, mais morfo-espécies foram encontradas (Figura 3). Portanto, mais morfoespécies foram encontradas nas áreas mais baixas e arenosas nos períodos secos. Entretanto, para as parcelas amostradas em períodos chuvosos (chuva acumulada em três dias superior a 10 mm), apenas a chuva foi relacionada com o número de morfo-espécies, mas não foi detectada relação com o solo (Figura 3).

A produção de corpos de frutificação em florestas tropicais parece estar estruturada no tempo e no espaço ao longo de gradientes edáficos (características relacionadas ao solo) e de pluviosidade. Tanto a chuva quanto a porcentagem de argila no solo indicaram diferenças no número de morfo-espécies na Reserva Ducke. Entretanto, a resposta do número de morfo-espécies em relação aos fatores edáficos depende da chuva. A precipitação é um fator determinante da disponibilidade de água em ecos-



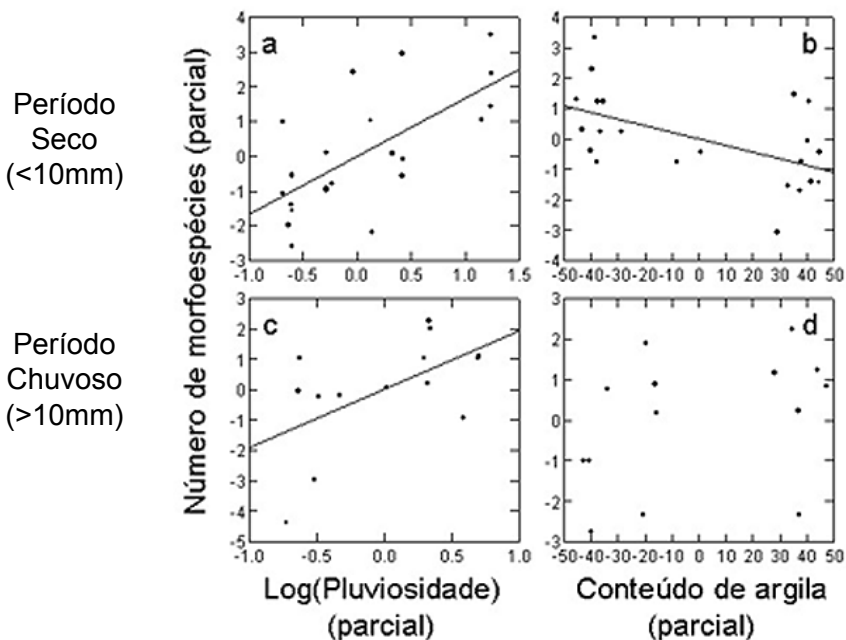
△

Figura 2 :: Estruturas produzidas pelos fungos conectam diferentes componentes na serrapilheira, favorecendo a retenção de nutrientes em terrenos inclinados.

sistemas florestais, mas o gradiente de umidade aparentemente depende dos padrões de drenagem na paisagem, que são determinados pelo relevo. As áreas mais baixas são relativamente mais úmidas, especialmente nos meses mais secos do ano, tendendo a favorecer a atividade dos fungos, a produção de corpos de frutificação e a chance de detecção. Embora a condição adequada varie entre espécies, a produção de corpos de frutificação é menor em períodos de baixa precipitação. A ausência de relação entre qualidade do solo no período chuvoso e o número de morfo-espécies pode estar relacionada

com a diminuição da influência da topografia sobre o gradiente de umidade. Porém, a influência da chuva não diferiu entre os dois períodos de umidade: quanto mais choveu, mais morfo-espécies foram registradas.

O número de morfo-espécies foi influenciado pelo conteúdo de argila no solo nos períodos secos, mas os efeitos da argila são indiretos. Esses resultados indicam que a produção de corpos de frutificação da comunidade de fungos de serrapilheira é espacialmente explicada por diferenças no solo, mas não implicam necessariamente que a espécie seja influenciada pela variação espacial nas características do solo. A influência da comunidade de plantas sobre a distribuição espacial dos fungos de serrapilheira é considerada alta, devido à seletividade taxonômica (ocorrência em um grupo restrito de espécies de hospedeiros) de muitas espécies. Em grandes escalas espaciais, a distribuição de espécies de *Marasmius* e de *Marasmiellus*, dois gêneros comuns na serrapilheira, coincide com padrões de distribuição de plantas fanerógamas (plantas com flores) em grandes escalas. Na Reserva Ducke, as plantas não estão distribuídas ao acaso no espaço, sendo estruturadas por fatores topográficos e edáficos (relacionados ao solo), e é provável que as espécies de fungos que apresentem seletividade taxonômica sejam influenciadas pela distribuição diferencial de seus hospedeiros.



△
Figura 3 :: Gráficos dos efeitos da pluviosidade e do conteúdo de argila sobre o número de morfoespécies em períodos secos (a, b) e chuvosos (c, d).

Fungos em florestas tropicais: entender para conservar

Os trópicos abrigam a maior parte da diversidade de fungos desconhecida. Entretanto, a falta de padronização entre estudos limita a compreensão de como a diversidade de fungos está organizada no espaço em diferentes escalas, uma informação imprescindível para o planejamento da conservação da biodiversidade. O sistema de grades na Reserva Ducke permitiu investigar, de uma forma integrada, como a diversidade de fungos de serrapilheira está estruturada no espaço em meso-escala (25 km²). A dimensão espacial da grade favoreceu a inclusão de heterogeneidade ambiental, permitindo determinar a influência de variáveis ambientais sobre a produção de corpos de frutificação, o que poderá favorecer inventários futuros.

A maioria dos corpos de frutificação das espécies de fungos de serrapilheira apresenta baixa detectabilidade, o que pode confundir a percepção das ocorrências. Embora não haja um tempo mínimo definido para a duração de um inventário de fungos, provavelmente seriam necessários alguns anos de levantamentos para se detectar a maioria das espécies de fungos de serrapilheira na Reserva Ducke. Embora os fungos de serrapilheira produzam corpos de frutificação em maior frequência que outros fungos, a baixa detectabilidade da maioria das espécies limita a determinação das ocorrências e implica na necessidade de realizarem-se coletas sucessivas nas mesmas parcelas para garantir a detecção da maioria das espécies. Os resultados apresentados indicam que é viável realizar-se avaliações da biodiversidade de fungos em escalas relevantes para o planejamento da conservação, desde que a variação temporal e espacial sejam consideradas explicitamente.

É importante ressaltar que este estudo foi viabilizado porque o programa PP-Bio possui um sistema de amostragem e de disponibilização dos dados que favoreceu a integração de resultados obtidos por diferentes pesquisadores. Essa perspectiva de integração é extremamente oportuna para estudos de diversidade de fungos em diferentes locais na Amazônia, pois permite que um pesquisador dedique seus esforços em seu grupo de interesse contando com dados disponíveis para utilização, incluindo variáveis ambientais (como a altitude, características do solo, abertura do dossel, inclinação do terreno, etc.), variáveis bióticas (distribuição espacial de árvores, herbáceas, etc.) e geográficas (coordenadas geográficas das parcelas).

Conclusões e implicações conservacionistas

Levantamentos sobre padrões de distribuição de fungos em larga escala são extremamente necessários para o Brasil. Porém, é necessário haver planejamento para harmonizar a execução dos inventários com a

identificação das espécies em tempo hábil. Neste estudo, a maior parte dos espécimes (aproximadamente 90%) pode ser identificada macroscopicamente em morfo-espécies, o que favorece a execução de novos inventários padronizados em outros sítios. Entretanto, é imprescindível que as coleções sejam depositadas em herbário para permitir a identificação ou descrição de novas espécies por especialistas. Assim, será possível avaliar a taxa de erro do processo de morfo-especiação.

A variação na produção dos corpos de frutificação ao longo do tempo depende das características do habitat. Portanto, é importante conduzir inventários sobre a maior parte da paisagem em qualquer período para maximizar o número de espécies encontradas. Embora estudos de longo prazo sejam necessários para detectar a maioria das espécies, pois a fenologia de frutificação varia entre habitats e a detecção delas é baixa, é muito importante amostrar fungos em diferentes sítios de estudo, preferencialmente de maneira padronizada e integrada. Dessa forma, informações necessárias para conhecer e avaliar a distribuição geográfica dos táxons serão geradas, e medidas conservacionistas poderão ser indicadas com maior objetividade.

Sugestões de leitura

- Braga-Neto, R. 2007. Guia de morfoespécies de fungos de liteira da Reserva Ducke - http://ppbio.inpa.gov.br/Port/inventarios/guias/Guia_fungos_RFAD.pdf
- Braga-Neto, R.; Luizão, R.C.C.; Magnusson, W.E.; Zuquim, G.; Castilho, C.V. 2008. Leaf litter fungi in a Central Amazonian forest: the influence of rainfall, soil and topography on the distribution of fruiting bodies. *Biodiversity and Conservation* 17: 2701-2712 - <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-007-9247-6>
- O'Dell, T.E.; Lodge, D.J.; Mueller, G.M. 2004. Approaches to sampling macrofungi. In: Mueller GM, Bills GF, Foster MS (eds) *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press, San Diego - http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2004/fpl_2004_odell001.pdf
- Lodge D.J.; Ammirati J.F.; O'Dell T.E.; Mueller G.M. 2004. Collecting and describing macrofungi. In: Mueller GM, Bills GF, Foster MS (eds) *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press, San Diego - http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2004/fpl_2004_lodge001.pdf
- Singer, R.; Araujo, I.J.S. 1979. A comparison of litter decomposing and ectomycorrhizal Basidiomycetes in latosol-terra-firme rain forest and white podzol campinarana. *Acta Amazonica* 9(1): 25-41



Marcelo Gordo
Lilian F. Rodrigues
Marcelo D. Vidal
Wilson R. Spironello



Primatas

No Brasil, os primatas são representados por 18 gêneros, que agrupam 103 espécies. Deste total, 80 ocorrem em território amazônico e 11 estão ameaçadas de extinção. Apesar do número expressivo na Amazônia, boa parte das espécies que ocorrem neste território apresenta carência de informações ecológicas e populacionais.

A diversidade de tamanhos, estrutura corporal, comportamentos e ecologia dos primatas refletem em diferenças no uso do hábitat, dieta, hábitos locomotores e organização social. Espécies com baixas taxas reprodutivas, longos períodos de gestação e baixa fecundidade, como os grandes primatas da família Atelidae (macacos-aranha e barrigudos), necessitam de grandes áreas de vida. Assim, a perda e fragmentação do hábitat, somados à caça, são as principais ameaças para o declínio de suas populações.

Os primatas, assim como outros mamíferos de médio e grande porte, desempenham um importante papel na manutenção e regeneração de florestas tropicais, além de serem importantes indicadores de qualidade ambiental. Esse grupo de animais também constitui um componente fundamental no estabelecimento de estratégias de conservação nos biomas, regiões e países.

Na Amazônia, os grandes rios funcionam como barreiras, delimitando muitas vezes as distribuições geográficas dos primatas, provocando vários endemismos e alta diversidade de modo geral. Apesar da grande diversidade de espécies de primatas que ocorrem na Amazônia, a região de Manaus não apresenta essa característica, contudo comporta espécies com diferentes características e hábitos, tais como: guaribas (*Alouatta macconnelli*), macacos-prego (*Cebus apella*), macacos-de-cheiro (*Saimiri*

sciureus), sauins-de-mãos-dourada (*Saguinus midas*) e sauins-de-coleira (*Saguinus bicolor*).

Muitas destas espécies ainda são encontradas próximas a áreas urbanas, a exemplo da Reserva Ducke, situada ao Norte da cidade de Manaus, que possui uma área de 10.000 hectares de floresta de terra firme primária, encontrando-se em seu limite nordeste conectada à floresta contínua. Entretanto, a expansão urbana poderá contribuir para o seu completo isolamento, transformando a reserva em um grande fragmento florestal urbano.

Apesar da Reserva Ducke há muito tempo ser um pólo de referência em pesquisas de campo na Amazônia, poucas delas envolveram mamíferos, especialmente primatas, como o sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*). Esta espécie é endêmica da região de Manaus a Itacoatiara, área que vem sofrendo grande pressão antrópica, como desmatamento e fragmentação florestal. A perda de hábitat vem promovendo uma redução em suas populações naturais e hoje a espécie encontra-se na lista de animais ameaçados de extinção, na categoria de Criticamente Ameaçado.

Diante disto, este capítulo tem como objetivos: (1) apresentar e discutir informações sobre ecologia, história natural, status de conservação e necessidades de formulação de políticas de conservação das espécies de primatas encontradas na Reserva Ducke; e (2) reforçar a importância desta reserva como uma das áreas prioritárias de pesquisa e preservação da vida silvestre, bem como a necessidade de pesquisas complementares e ações de conservação.

Riqueza de espécies

No total, seis espécies de primatas foram registradas na Reserva Ducke:

GUARIBA, bugio, barbado - *Alouatta macconnelli* (Figura 1), possui a distribuição mais ampla de seu gênero na Amazônia. Possui cauda preênsil e pêlos mais longos na região da garganta. Machos e fêmeas de *A. macconnelli* têm a pelagem marrom avermelhada (dourada), sendo que a única diferença entre eles é que os machos são maiores, com um peso médio quando adultos de 7,3 kg. Vive em grupos estáveis e coesos de 5 a 11 indivíduos, mas na Reserva Ducke também foram registrados grupos menores e indivíduos solitários. Sua presença é sempre percebida devido ao odor de suas fezes e porque emitem sons bastante altos ao longo do dia ou da noite. A vocalização é possível porque possuem uma estrutura óssea na garganta que funciona como uma caixa de ressonância. Outra característica interessante dos guaribas é a dieta exclusivamente vegetariana, baseada em frutos, flores e principalmente folhas, motivo pelo qual têm o

metabolismo um pouco mais baixo do que os demais primatas. São animais que, apesar de seu porte, utilizam pequenas áreas de vida, cerca de 20-30 ha. Resultados de dois estudos realizados na Reserva Ducke mostraram uma densidade populacional de guaribas de 0,66 e de 2,5 grupos/km², por Vidal & Rodrigues e pelo projeto TEAM, respectivamente. A variação é decorrente provavelmente de efeitos de método e período de amostragem.

MACACO-ARANHA, coatá, kuamba - *Ateles paniscus* (Figura 2), está entre os maiores primatas das Américas, ocorrendo no Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname e Venezuela. No Brasil, ocorre a leste dos rios Negro e Branco e ao norte do rio Amazonas. Esta espécie é mais restrita às florestas primárias de terra firme, sendo um dos primeiros primatas a desaparecer com a caça e também com a degradação das florestas. Sua pelagem é negra e seu rosto, quase sem pêlos, é rosado. Os membros são bem longos, assim como a cauda, que é preênsil e praticamente um quinto membro. As mãos não possuem polegar, sendo visíveis apenas quatro dedos. As fêmeas têm uma protuberância na vagina, o que leva muitas pessoas a pensarem que são machos. O peso médio dos adultos é de 10,5 kg. Vivem em grandes grupos sociais de até 30 indivíduos, divididos em subgrupos menores (apresentam mecanismos de fissão-fusão). Dentro do grupo as únicas associações estáveis são entre fêmeas e filhotes. Alimenta-se basicamente da polpa de frutos maduros, podendo ainda comer algumas folhas novas e flores. São animais que utilizam grande área de vida na região do estudo, alcançando cerca de 1.000 ha. Na Reserva Ducke, esta espécie só foi



△

Figura 1 :: Guariba, *Alouatta macconnelli* (foto: Sarah Boyle)



△

Figura 2 :: Macaco-aranha, *Ateles paniscus* (foto: Sarah Boyle)

registrada pelo projeto TEAM, apenas em uma das duas parcelas amostradas, resultando em uma densidade muito baixa, em torno de 0,043 grupos/km². Fato provavelmente ligado à pressão de caça.

MACACO-PREGO - *Cebus apella* (Figura 3) é o primata de maior distribuição geográfica das Américas. É um animal que mostra preferência pela parte central do dossel, embora possa forragear no chão e em níveis mais altos da copa das árvores. Os macacos-prego mostram uma preferência por áreas ao longo dos cursos de igarapés e possuem área de vida bastante grande, podendo



△

Figura 3 :: Macaco-prego, *Cebus apella* (foto: Wilson Spironello)

atingir 850 ha. Apresenta dimorfismo sexual no tamanho, sendo os machos adultos maiores que as fêmeas, com um peso médio dos adultos de 3,1 kg. Sua dieta é variada (onívoros), utilizando polpa de frutos maduros, invertebrados, pequenos vertebrados (mamíferos, ovos e filhotes de aves), seiva, néctar e sementes, como as de castanha-de-macaco (*Cariniana micrantha* - Lecythidaceae), alcançadas após golpear fortemente os frutos contra os troncos para abri-los. Geralmente, os grupos sociais na Reserva Ducke são bem numerosos, até 36 indivíduos, com composição variável e que normalmente contêm pelo menos dois machos e duas fêmeas adultos, sendo um dos machos líder do grupo. Sua densidade na Reserva Ducke foi estimada em 0,31 (TEAM) e 0,67 (Vidal & Rodrigues) grupos/km².

CUXIÚ - *Chiropotes sagulatus* (Figura 4), ocorre na Amazônia ao norte do rio Amazonas e leste dos rios Branco e Negro, estendendo-se até a região das Guianas e Suriname. Habita florestas altas de terra firme, eventualmente ocorrendo em outros habitats. Responde negativamente à fragmentação das florestas. Vivem em grupos sociais relativamente grandes, que podem chegar a 37 indivíduos, compostos por machos e fêmeas em proporções semelhantes, onde os adultos apresentam um peso médio de 3 kg. Frequentemente, utiliza mecanismo de fissão-fusão semelhante ao do macaco-aranha, no qual os membros do grupo podem se dividir em subgrupos por períodos de tempo variáveis. A área de vida pode alcançar até 500 ha. Frequentemente são vistos em bandos



△

Figura 4 :: Cuxiú, *Chiropotes sagulatus* (foto: Anselmo D’Affonseca)

mistos com macaco-prego. São predadores de sementes imaturas, cuja dieta é complementada com polpa de frutos maduros, folhas jovens e insetos. Na Reserva Ducke a densidade de cuxiús foi estimada em 0,30 (Vidal & Rodrigues) e 1,19 (TEAM) agrupamentos/km².

PARAUACU – *Pithecia pithecia* (Figura 5), ocorre na Amazônia ao norte do rio Amazonas e leste dos rios Negro e Branco até a Venezuela, Guianas e Suriname. Ocupa uma variedade de habitats florestais. Possui dicromatismo sexual, no qual os machos são pretos com os pêlos da face menores e dourados/avermelhados (ou brancos) e as fêmeas possuem os pêlos da face mais longos com a cor igual a do corpo (marrom acinzentado), com um peso médio dos adultos de 2 kg. Vive em grupos sociais pequenos, com cerca de 6 indivíduos. Utiliza uma área de vida pequena, em torno de 10-20 ha. Eventualmente pode ser visto em grupos mistos com saúns-de-coleira. Alimenta-se basicamente de sementes imaturas e polpa de frutos, apreciando muito os frutos das palmeiras bacaba (*Oenocarpus* spp.) e inajá (*Attalea maripa*), assim como frutos e sementes (maduros ou verdes) da Moraceae *Helicostylis tomentosa* e das espécies de *Inga* (Fabaceae). Ocorre em densidades baixas e poucos indivíduos por grupo, em florestas sem



△

Figura 5 :: Parauacu, *Pithecia pithecia*, macho e fêmea (foto: Anselmo D’Affonseca)

perturbação. Sua densidade na Reserva Ducke foi estimada em 0,64 (Vidal & Rodrigues) e 1,97 grupos/km² (TEAM).

SAUIM-DE-COLEIRA, sauim-de-duas-cores, sauim-de-Manaus, *Saguinus bicolor* (Figura 6) pertence à família Callitrichidae, que é a família dos micos. Nela estão presentes os menores primatas do mundo. Os sauins-de-coleira, quando adultos, pesam cerca de 500 gramas e



△

Figura 6 :: Sauim-de-coleira, *Saguinus bicolor* (foto: Marcelo Gordo).

medem aproximadamente 28 cm de corpo com uma cauda de cerca de 39 cm. Os sauíns são territoriais e utilizam um sistema de vocalizações para delimitar e defender seu território, mas não é raro que ocorram confrontos físicos entre grupos vizinhos. Os grupos podem variar entre dois e 12 indivíduos, onde apenas a fêmea dominante gera os filhotes. Essa fêmea pode parir duas vezes ao ano e geralmente nascem gêmeos, que depois de um tempo são cuidados e carregados por todos os membros do grupo. Dentro da Ducke é a espécie de primata mais estudada. Um grupo de sauíns acompanhado por radiotelemetria, com número de indivíduos variando entre sete e nove, utiliza uma área de vida em torno de 100 ha, onde as áreas de campinarana e de baixios com floresta mais aberta têm sido as mais usadas. A base da alimentação são frutos e insetos, mas consomem pequenos vertebrados e até ovos de aves. Eventualmente utilizam néctar e seiva elaborada de algumas plantas. São ativos entre as 06:00 e 16:00 horas aproximadamente, e costumam dormir em emaranhados de cipó, base de folhas de palmeiras e eventualmente em ocos de troncos de árvores. A densidade de sauíns na Reserva Ducke foi estimada em cerca de um grupo/km² pelo Projeto Sauim-de-Coleira e por Vidal, sendo que o projeto TEAM estimou 1,14 grupos/km². Entretanto foi registrada uma distribuição não uniforme dos grupos ao longo das trilhas, havendo, aparentemente, alguns locais com densidades maiores do que outros. A ocorrência e o tamanho dos grupos de sauíns apresentaram relação com alguns parâmetros da estrutura da floresta, indicando que o tipo de ambiente afeta sua presença, seja por disponibilidade de alimentos, como para evitar predadores. Outro fator importante em relação à espécie é que ela apresenta uma distribuição geográfica restrita à parte dos municípios de Manaus, Rio Preto da Eva e Itacoatiara, cobrindo cerca de 7.500 km². Por sofrer inúmeras ameaças, como perda e fragmentação de florestas, está classificada como “criticamente ameaçada” pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) e pelas listas nacionais de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção.

Variáveis ambientais

A heterogeneidade ambiental e distâncias geográficas podem ser responsáveis por diferenças encontradas entre populações e comunidades naturais de espécies de primatas, mesmo em escala local, a exemplo da Reserva Ducke. As diferenças encontradas entre os resultados podem ser em função da distribuição irregular dos animais na floresta. Fato que pode interferir nos resultados, já que a presença dos primatas em um hábitat está

positivamente ou negativamente relacionada com as variações estruturais da floresta. Por exemplo, vários estudos com outros sauius corroboram a preferência do sauiim-de-coleira para forragear em ambientes com maior concentração de troncos mortos em pé, e também o de evitar ambientes com maior abertura de dossel, comportamentos estes que podem estar relacionados a disponibilidade de recursos e diminuir o risco de predação, respectivamente. Entretanto, de modo contraditório, as áreas mais usadas pelo grupo acompanhado por telemetria foram em vegetação de campinarana, que apresentam o dossel mais aberto, mostrando a necessidade de mais estudos.

Outro aspecto importante em relação às variações em estimativas de densidade é a forma de análise de dados e o esforço amostral. Apesar das técnicas de coleta de dados serem semelhantes nos diferentes estudos, o fato da análise considerar ou não a probabilidade diferenciada de avistamento de um animal pelo observador em relação à distância entre eles e a distância entre o animal detectado e a trilha, pode superestimar os resultados ou o contrário. O ideal é aplicar o fator de correção em relação à eficiência do observador usando o Programa Distance, mas isso requer um número mínimo de 40 avistamentos para cada espécie a ser avaliada. Ou seja, é importante um grande esforço amostral nos censos de primatas, além de uma amostragem representativa da área a ser estudada. Fato que pode ter interferido nos resultados encontrados entre os diferentes estudos. Neste contexto vale ressaltar a importância de uma metodologia padronizada para efeito de comparação das comunidades de primatas em diferentes regiões.

S. bicolor é a espécie da Reserva Ducke com maior volume de informações, mesmo assim, ainda insuficientes. A área de vida encontrada para a espécie nesta reserva foi de 100 ha, área bem superior às estimativas obtidas em fragmentos florestais urbanos. Um grupo que foi acompanhado em um fragmento florestal utilizou uma área de vida de 12 ha enquanto dois grupos no Parque Municipal do Mindu, apresentaram áreas de vida de 10 e 15 ha. Será necessário estimar a área de vida de mais grupos dentro da Reserva Ducke, usando os mesmos métodos, preferencialmente, para avaliar se essa diferença em relação aos fragmentos é um padrão ou se é apenas parte de uma grande variação da população como um todo.

Indiscutivelmente, as trilhas em forma de grade construídas na Reserva Ducke pelo Projeto PELD e pelo PPBio permitem a execução de uma ampla gama de projetos focando os primatas de uma forma representativa para toda a reserva, uma vez que atravessam diferentes topografias, vegetações e habitats, e possibilitam ao observador o acesso a diferentes pontos, caminhando com boa visibilidade. Todas

essas características são relevantes para muitas linhas de pesquisa e monitoramento das populações de primatas, desde levantamentos até trabalhos sobre área de vida e comportamento. Programas semelhantes deveriam ser implementados nas áreas adjacentes, possibilitando entender melhor o status de conservação e ecologia das populações de primatas dentro e fora da reserva.

Implicações para conservação

As espécies mais ameaçadas de extinção são aquelas que apresentam distribuição geográfica restrita e se encontram nas áreas mais urbanizadas. A área da Reserva Ducke enquadra-se nesse último ponto. A pressão antrópica é cada vez mais intensa, seja pela proximidade com a cidade, pela extração de madeira, pela caça ou pelos efeitos da fragmentação (em processo). Esta pressão demanda que programas de monitoramento, educação ambiental, consolidação de corredores ecológicos e fiscalização sejam implementados com rigor e consolidados em longo prazo. Tais ações são imprescindíveis para a conservação dessas populações de primatas, especialmente aquelas com baixas densidades, como é o caso do macaco-aranha e aquelas em risco de extinção, a exemplo do sauí-de-coleira. O monitoramento de populações, distribuição e outros aspectos ecológicos das espécies de primatas presentes na Reserva Ducke também são relevantes para entendermos a dinâmica populacional, pois as diferentes espécies respondem às mudanças e pressões ambientais em tempo e forma diferentes.

Os conhecimentos sobre os primatas na Reserva Ducke ainda são de abrangência limitada, sendo importante a implementação de novas pesquisas e monitoramentos (bem como a continuidade e a ampliação das já existentes) sobre ecologia, história natural, comportamento e conservação, incorporando toda a reserva, inclusive a periferia, todas as espécies e diferentes grupos por espécie.

É preciso assegurar o fluxo gênico entre áreas e a integridade da comunidade de primatas na Reserva Ducke, o que é possível através da manutenção de corredores ecológicos eficientes para todas as espécies e a conservação de grandes áreas com cobertura florestal nativa, como é o caso da área do Centro de Instruções de Guerra na Selva (CIGS). Programas de educação ambiental junto aos moradores do entorno e ações de fiscalização são urgentes para minimizar os impactos e pressões antrópicas hoje existentes.

Agradecimentos

Agradecemos ao PPBio, CNPq, CAPES, CI, WWF, Tropical Ecology Assessment & Monitoring Network (TEAM), Fundação Moore, Programa Natureza, PROBIO, FNMA, Apenheul Primate Conservation Trust, Shaldon Wildlife Trust, Philadelphia Zoo e IEB pelo auxílio logístico e financeiro. Assim como ao pesquisador Renato Cintra e os assistentes de campo José Jerônimo, Lucas Mergulhão, Patrícia Rosas-Ribeiro, José Eremildes, Marlon Tavares, Fabiano Calleia, Grace Cardoso, Odilamar Menezes, Marisângela Pinto, Sandro Moraes, Abraham Moreira, Flecha e Nana. Ainda a José Anselmo D’Affonseca e Sarah Boyle pelas fotos.

Sugestões de leitura

- Centro de Proteção de Primatas Brasileiros (CPB). - <http://www.ibama.gov.br/cpb/>
IUCN. Red Data Book. - <http://www.iucn.org/themes/ssc/redlist2006>
Machado, A.B.M.; Martins, C.S.; Drumond, G.M. 2005. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção, incluindo as listas das espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
Projeto Sauim-de-Coleira. - <http://www.projetosauim.ufam.edu.br>
Projeto TEAM. - <http://www.teaminitiative.org/portal/server.pt>
Röhe, F. 2006. Área de contato entre as distribuições geográficas de *Saguinus midas* e *Saguinus bicolor*: a importância de interações e fatores ecológicos. Dissertação de Mestrado, INPA/UFAM, Manaus, AM.
SILVA JÚNIOR, J. S. & FIGUEIREDO, W. M. B. 2002. Revisão sistemática dos cuxiús, gênero *Chiropotes* Lesson, 1840 (Primates, Pitheciidae). In: *Livro de resumos do X Congresso Brasileiro de Primatologia*, Belém, PA. p.21.
Vidal, M.D. 2003. Influência de componentes da estrutura da floresta no uso do habitat, tamanho de grupos e densidade do Sauim-de-Coleira (*Saguinus bicolor* Callitrichidae) em floresta de terra firme na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, INPA/UFAM, Manaus, AM.
Vidal & Rodrigues 2006. Levantamento de primatas em uma área de terra firme na Amazônia Central. In: *Anais do VII Congresso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre na Amazônia e América Latina*. - http://www.uesc.br/zoologia/producao/Resumos_VII_Congresso_Manejo_Fauna.pdf



Antonio Rossano Mendes Pontes
Tânia Sanaiotti
William E. Magnusson



Mamíferos de médio e grande porte

A pesar dos vários trabalhos realizados nos neotrópicos para avaliar a diversidade e abundância de mamíferos de médio e grande porte em florestas tropicais, este grupo animal ainda é pouco conhecido na Reserva Ducke. Estes trabalhos mostraram que em florestas neotropicais a fauna de mamíferos arbóreos é mais abundante que a fauna terrestre, e que amostragens, na maioria dos casos, mostram apenas uma fração do número de espécies presentes.

Muitas variáveis afetam a diversidade e abundância de mamíferos de médio e grande porte, como o tipo de solo, densidade do subosque, proximidade dos rios, se a floresta é de terra firme ou alagável, área de vida da espécie, temperatura do ar, estrutura da vegetação, competição, pluviosidade, sazonalidade, e, nos casos em que a área é sujeita à presença humana, mudanças e impactos antrópicos. A heterogeneidade de tipos de floresta (p.ex.: terra firme, várzea), de habitats (p.ex.: floresta de baixo) e a distribuição das fontes de alimentos, também são importantes variáveis afetando a ocorrência e a abundância das espécies.

Mudanças substanciais nos ecossistemas podem causar a extinção local ou regional de muitas espécies de mamíferos em áreas extensivas de florestas neotropicais. Em áreas próximas às aglomerações humanas, onde processos ecológicos importantes para a manutenção da floresta podem ser afetados, o fenômeno denominado de “floresta vazia” é comum. Por exemplo, os gogós-de-sola (*Bassaricyon beddardi*) são extremamente exigentes em relação a tipos de floresta e micro-ambientes, enquanto outros, como os porcos-do-mato ou queixadas (*Tayassu pecari*) podem passar anos utilizando áreas relativamente pequenas, mas em períodos mais longos necessitam de grandes áreas onde realizam movimentos migratórios. Por causa das

diferenças entre tipos de florestas e seus micro-habitats, levantamentos mais abrangentes são mais úteis porque geram informações sobre áreas grandes, as quais são necessárias para estabelecer prioridades para conservação.

Levantamentos de mamíferos de médio e grande porte nos neotrópicos geralmente foram realizados em um ou mais transectos lineares estabelecidos arbitrariamente no ambiente a ser estudado. Entretanto, esta metodologia requer apenas uma distância mínima entre os transectos, e não uma distribuição uniforme entre eles no ambiente; os transectos utilizados nem sempre são marcados para repetições no futuro e geralmente não abrangem a maioria das variações ambientais presentes.



△

Figura 1 :: A maioria das espécies tem hábito terrestre, mas algumas também utilizam a vegetação para se deslocar. A) Onça parda, *Puma concolor*; B) Mambira, *Tamandua tetradactyla*; C) Onça pintada, *Panthera onca*. (fotos: L. C. Marigo)

A instalação do sistema de amostragem RAPELD na Reserva Ducke tem ampliado significativamente a eficiência deste método, por permitir a extensão dos levantamentos para toda a área da reserva (ampliação do universo dos levantamentos e conseqüentemente a captação da heterogeneidade de habitats) e facilitar levantamentos rápidos de biodiversidade (RAP). Além disso, numa grade de trilhas permanentes, os levantamentos podem ser repetidos no futuro, produzindo trabalhos ecológicos e conservacionistas, adicionalmente aos de sistemática.

Neste trabalho, analisamos a eficiência do método de censo de transecto em linha para a detecção de mamíferos de médio e grande porte através de levantamentos rápidos realizados nas trilhas da grade completa (25 km²) do PPBio na Reserva Ducke; comparamos os resultados deste método com os levantamentos rápidos realizados na grade maior (64 km²), assim como com os levantamentos rápidos realizados em outras duas grades completas do PPBio em Roraima (Estação Ecológica de Maracá e Parque Nacional do Viruá).

Riqueza de espécies

Em 6 dias de levantamentos na grade completa do PPBio (25 km²), foram registradas 13 espécies de mamíferos de médio e grande porte, em 120 km percorridos (2 trilhas de 5 km por dia). Nos levantamentos na grade maior (64 km²), em 18 dias foram percorridos 144 km (1 trilha de 8 km por dia), e também foram registradas 13 espécies, apesar de que algumas diferiram entre os levantamentos (Tabela 1).

Considerando que de acordo com a literatura a comunidade de mamíferos de médio e grande porte da área é composta por 42 espécies, os resultados aqui apresentados equivalem ao registro de 30% de todas as espécies tanto no caso da grade completa (25 km²) do PPBio quanto no caso da grade maior. Os dois levantamentos combinados permitiram o registro de 19 das 42 espécies da área, ou seja, 45% de toda a comunidade de mamíferos presumida de ocorrer na área (Tabela 1).

Na grade de 25 km² do PPBio os grupos com o maior número de registros foram: cutias (*Dasyprocta leporina*); seguido pelos primatas, macaco-prego (*Cebus apella*), saguim-de-coleira (*Saguinus bicolour*), parauacú (*Pithecia pithecia*), guariba (*Alouatta macconnelli*) e cuxiú, (*Chiropotes sagulatus*); esquilos (*Sciurus aestuans*); veados (*Mazama americana*); antas (*Tapirus terrestris*) e finalmente furões (*Galictis vittata*).

Dentre os 42 mamíferos referidos para a área, oito estão incluídos na lista brasileira de espécies ameaçadas e dez estão inclusos na lista vermelha da IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources).

Tabela 1 :: Mamíferos da Reserva Ducke, Manaus, Brasil

Espécie	Forma de Detecção						Distribuição Literatura	Status Conservacionista	
	Grade	Obs. Ocas.*	Grade	Obs. Ocas.	Fezes	Pegadas		IBAMA (2005)**	IUCN (2007)***
	PELD	PELD	PPBio	PPBio	PPBio	PPBio			
Caititu (<i>Pecari tajacu</i>)	X						X		baixo risco
Queixada (<i>Tayassu pecan</i>)							X		baixo risco
Veado catigueiro (<i>Mazama cf. gouazoubira</i>)		X					X		desconhecido
Veado matoeiro (<i>Mazama americana</i>)		X	X				X		desconhecido
Cachorro-do-mato (<i>Speothos venaticus</i>)							X	vulnerável	vulnerável
Raposa (<i>Cerdacyon thous</i>)							X		pouco preocupante
Guaxinim (<i>Procyon cancrivorus</i>)							X		pouco preocupante
Quatí (<i>Nasua nasua</i>)		X					X		baixo risco
Ariranha (<i>Pteronura brasiliensis</i>)							X	vulnerável	ameaçado
Furão (<i>Galictis vittata</i>)			X				X		baixo risco
Irara (<i>Eira barbara</i>)							X		baixo risco
Lontra (<i>Lontra longicaudis</i>)							X		desconhecido



Continuação da Tabela 1



Espécie	Forma de Detecção						Distribuição Literatura	Status Conservacionista	
	Grade	Obs. Ocas.*	Grade	Obs. Ocas.	Fezes	Pegadas		IBAMA (2005)**	IUCN (2007)***
	PELD	PELD	PPBio	PPBio	PPBio	PPBio			
Gato-do-mato (<i>Leopardus tigrinus</i>)							X	vulnerável	quase ameaçado
Gato-maracajá/ jaguarir. (<i>Leopardus pardalis</i>)						X	X	vulnerável	pouco preocupante
Jaguarundi (<i>Puma yagouaroundi</i>)							X		pouco preocupante
Maracajá-peludo (<i>Leopardus wiedii</i>)							X	vulnerável	pouco preocupante
Onça parda (<i>Puma concolor</i>)						X	X		quase ameaçado
Onça pintada/ canguçú (<i>Panthera onca</i>)					X	X	X	vulnerável	quase ameaçado
Preguiça-de-bentinho (<i>Bradypus tridactylus</i>)	X						X		pouco preocupante
Tamanduá (<i>Cyclopes didactylus</i>)							X		pouco preocupante
Preguiça-real (<i>Choloepus didactylus</i>)							X		pouco preocupante
Mambira (<i>Tamandua tetradactyla</i>)	X						X		pouco preocupante
Tamanduá-bandeira (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>)							X	vulnerável	quase ameaçado



Continuação da Tabela 1



Espécie	Forma de Detecção						Distribuição Literatura	Status Conservacionista	
	Grade	Obs. Ocas.*	Grade	Obs. Ocas.	Fezes	Pegadas		IBAMA (2005)**	IUCN (2007)***
	PELD	PELD	PPBio	PPBio	PPBio	PPBio			
Tatú-canastra (<i>Priodontes maximus</i>)							X	vulnerável	vulnerável
Tatú-galinha (<i>Dasypus novemcinctus</i>)							X		pouco preocupante
Tatú-15-quilos (<i>D. kappleri</i>)							X		pouco preocupante
Tatú-rabo-de-couro (<i>Cabassous unicinctus</i>)							X		pouco preocupante
Coelho Tapiti (<i>Sylvilagus brasiliensis</i>)							X		baixo risco
Anta (<i>Tapirus terrestris</i>)		X	X				X		vulnerável
Guariba (<i>Alouatta macconnelli</i>)	X		X	X	X		X	criticamente ameaçado	pouco preocupante
Macaco-aranha (<i>Ateles paniscus</i>)							X		pouco preocupante
Sauim-de-coleira (<i>Saguinus bicolor</i>)	X	X	X	X			X		criticamente ameaçado
Macaco-de-cheiro (<i>Saimiri sciureus</i>)							X		pouco preocupante
Macaco-prego (<i>Cebus apella</i>)	X	X	X	X			X		pouco preocupante



Continuação da Tabela 1



Espécie	Forma de Detecção						Distribuição Literatura	Status Conservacionista	
	Grade	Obs. Ocas.*	Grade	Obs. Ocas.	Fezes	Pegadas			
	PELD	PELD	PPBio	PPBio	PPBio	PPBio		IBAMA (2005)**	IUCN (2007)***
Parauacú (<i>Pithecia pithecia</i>)	X	X	X	X			X	criticamente ameaçado	pouco preocupante
Cuxiú (<i>Chiropotes sagulatus</i>)		X	X	X			X	ameaçado	ameaçado
Capivara (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>)							X		pouco preocupante
Paca (<i>Cuniculus paca</i>)							X		baixo risco
Cutia (<i>Dasyprocta</i> cf. <i>leporina</i>)			X	X			X		baixo risco
Cutiara (<i>Myoprocta acouchy</i>)		X					X		baixo risco
Esquilo (<i>Guerlinguetus aestuans</i>)			X				X		baixo risco
Porco-espinho (<i>Coendou prehensilis</i>)							X		baixo risco
SUB-TOTAIS	13		13			42	8	10 (32)	
	19								
TOTAL	42								42

Destes, três foram registrados nos levantamentos da grade de 64 km², e cinco na grade de 25 km². Outras 32 espécies estão incluídas nas categorias de menor risco ou os dados disponíveis não permitem avaliar a situação da espécie da IUCN. O total de espécies consideradas sob algum risco de ameaça corresponde ao total de espécies da Reserva Ducke (Tabela 1).

Comparação entre sítios

Com um esforço semelhante e com o mesmo desenho amostral nas três áreas do PPBio, foram registradas 10 espécies na Reserva Ducke, 8 espécies na ESEC Maracá, e 10 espécies no PARNA Viruá, o que mostra que o método é comparável entre as diferentes áreas.

Nos primeiros seis dias de levantamentos na ESEC Maracá realizados por Mendes Pontes e colaboradores, foram registradas 8 espécies na chamada mata de terra firme do extremo leste da ilha, e 12 na chamada floresta mista, o que confirma a eficiência deste método em registrar espécies esperadas para tal esforço e num período de tempo equivalente.

Os resultados de Mendes Pontes e colaboradores permitem classificar os mamíferos da Amazônia Ocidental de florestas de terra firme *lato senso* em relação à sua função de detecção sobre a trilha, nas seguintes categorias (Tabela 2):

Os resultados obtidos na Reserva Ducke e nas outras duas áreas (ESEC Maracá e PARNA Viruá), indicam que mais de 95 % das visualizações foram da categoria muito comuns, inclusive com a cutia como sendo a mais abundante em todos os sítios. Os resultados mostram que, apesar da caça ser praticada na Reserva Ducke (foram registrados tiros durante os levantamentos e encontrou-se

Tabela 2 :: Espécies de mamíferos classificadas em função da frequência de observação

<div>▽</div> Frequência de observação	Espécies de mamíferos (nomes populares)
Muito comuns ¹	<i>cutias e cutiarias; esquilos ou quatipurús; macacos (prego, guaribas, macacos-aranha, macacos-de-cheiro, parauacús, cuxiús, macacos-da-noite); veado; caititú e queixada; anta; onça pintada e canguiçú</i>
Comuns ²	<i>irara ou papa-mel; gogó-de-sola, jupará e quati; tamanduá-bandeira, tamanduá-mirim ou mambira; onça-parda ou suçuarana</i>
Raros ³	<i>Raposa e cachorro-do-mato; tatús: tatú-canastra, rabo-de-couro, tatú-galinha, etc.; preguiças: preguiça de bentinho, preguiça-real, etc.; tamanduá; jaguarundi; furão; paca; porco-espinho ou cuandú</i>
Improváveis ⁴	<i>jaguaritica, gato-maracajá-verdadeiro, ou maracajá-açú; gato-maracajá ou gato-peludo; gato-do-mato-pequeno ou gato-do-mato-maracajá; coelho tapiti; lontra e ariranha; guaxinim; capivara</i>

(1) função de detecção próximo ou igual a 1, e número de registros a partir de 10 até 196.

(2) número de registros entre 9 e 5.

(3) número de registros entre 4 e 1.

(4) função de detecção próximo de zero; requerem um esforço amostral muito maior; recomenda-se métodos complementares, como armadilhas fotográficas ou de pegadas.

armadilhas “mutás” em trilhas próximas à borda da reserva), a área se constitui em patrimônio de valor incalculável para a região, visto que ainda abriga uma comunidade de mamíferos de médio e grande porte, aparentemente com baixo impacto. Possivelmente, isto é devido à conexão da mata da Reserva Ducke com a floresta continua adjacente, que funciona como uma fonte de espécies. Isso favorece a recolonização da área, pois caso alguma espécie seja levada à extinção local, a área pode voltar a ser repovoada a partir de outras áreas de floresta. Entretanto, devido ao crescimento urbano e aumento da pressão sobre a reserva, é provável que futuramente algumas espécies de mamíferos sofram com o crescente isolamento da Reserva Ducke.

Espécies ameaçadas de extinção

Apesar de todas as espécies da Reserva Ducke estarem submetidas a algum tipo de ameaça, algumas estão em status mais preocupantes. Estão presentes na Reserva Ducke 10 espécies de mamíferos de médio e grande porte ameaçados de extinção segundo os critérios da lista brasileira e internacional da IUCN. Dessas, algumas populações parecem flutuar drasticamente, as quais são esporadicamente registradas e subseqüentemente passam longos períodos sem serem visualizadas. Algumas espécies podem ser mais suscetíveis à extinção local devido à caça e à necessidade de grandes áreas para manutenção de populações viáveis, como o macaco-aranha (*Ateles paniscus*), os porcos queixadas (*Tayassu pecari*) (Figura 2) e caititus (*Pecari tajacu*) e a anta (*Tapirus terrestris*).



△

Figura 2 :: Embora não sejam comuns na Reserva Ducke, a existência de lamaçais favorece o estabelecimento de porcos e antas. (foto: L.C. Marigo)

O intervalo de tempo em que não são registrados na reserva pode estar associado ao período necessário para outros indivíduos repovoarem a área, vindos das florestas-fonte. Essas espécies com área de uso muito grande, podem realizar grandes migrações supra-anuais, podendo se ausentar da área por longos períodos.

A manutenção em longo prazo de populações mínimas viáveis da espécie mais ameaçada da Reserva Ducke, o sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*) e o seu monitoramento em toda a área é um dos fatores mais importantes na garantia de sobrevivência da espécie. O possível isolamento da área, entretanto, representa uma ameaça iminente à variabilidade genética das populações.

Potencial do sistema de grades para o estudo de mamíferos

O sistema de grades veio contribuir substancialmente para a melhoria da qualidade dos dados obtidos, dependendo apenas do esforço amostral. Este sistema cobre quase a totalidade da Reserva Ducke e possibilita não apenas levantamentos, mas também outros tipos de trabalhos, como o monitoramento detalhado destas espécies ao longo do tempo visando melhor entendimento da sua dinâmica populacional. Isto certamente terá importantes implicações conservacionistas.

Os levantamentos rápidos nas grades completas (25 km²) revelaram o mesmo conjunto de espécies que levantamentos tradicionais e têm a vantagem de que podem ser repetidos para estudos de longo prazo. Como muitas espécies não costumam ser detectadas em levantamentos rápidos, a continuação dos estudos ecológicos de longa duração são necessários para entender a dinâmica de populações de mamíferos de médio e de grande porte na Amazônia.

Agradecimentos

O trabalho na grade do PPBio foi realizado através do Programa PPBio do INPA-MCT e de uma bolsa de Pós-Doutoramento do CT-Petro/CT-Amazônia do CNPq. Os levantamentos na grade do PELD foram realizados pelo técnico José Ribeiro acompanhado do segundo observador técnico ou bolsistas apoiados pelo INPA-CPEC e DSER, CNPq/PNOPG e CNPq/PCI. O IBAMA-Roraima tornou possível a realização dos inventários na ESEC Maracá e no PARNA Viruá.



Sugestões de leitura

Reis, N. L., Peracchi, A. L., Pedro, W. A., Lima, I. P. 2006. Mamíferos do Brasil. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 437 pp.

Emmons, L., Feer, F. 1997. Neotropical Rainforest mammals, a field guide. University of Chicago, Chicago.

Eisenberg, J., Redford, K. H. 1999. Mammals of the Neotropics, the Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia and Brazil. Vol. 3. University of Chicago, Chicago.

Fernando Mendonça
Victor Pazin
Helder Espírito Santo
Jansen Zuanon
William E. Magnusson



Peixes

Na Amazônia Central, os riachos de terra firme, regionalmente chamados de igarapés, apresentam águas ácidas, devido à presença de ácidos húmicos e fúlvicos (substâncias que se originam da decomposição de folhas mortas no solo da floresta, sendo transportadas pelas enxurradas, durante o período chuvoso, para os igarapés). São cursos d'água pobres em nutrientes e a densa cobertura florestal impede que a luz atinja a superfície da água, de forma que plantas aquáticas são raras. Em função dessa forte limitação à produção primária no ambiente aquático, as cadeias alimentares são dependentes de material orgânico proveniente da floresta. Entretanto, pequenos peixes são freqüentemente abundantes, podendo ser encontradas de 20 a 50 espécies em um único igarapé.

Pequenos riachos são intimamente influenciados pela vegetação que os margeia, tanto nas suas características físicas e químicas quanto biológicas. Durante o período chuvoso, formam-se poças temporárias nas margens ao longo dos baixios dos igarapés, com a própria água da chuva, ou pelo transbordamento destes. Essas poças são relativamente pequenas e pouco profundas, com uma fase seca anual de intensidade e duração variável, e abrigam comunidades típicas de organismos aquáticos. A retenção de água e formação de poças temporárias parecem estar relacionadas ao complexo sistema de raízes dos ambientes marginais, à composição do solo e à morfologia do canal do riacho, com forte influência do clima regional e topografia.

Na Amazônia, há uma carência de estudos sobre as comunidades de organismos aquáticos que habitam os igarapés e os sistemas de poças marginais, sendo que alguns estudos demonstraram a importância dos peixes como predadores e mantenedores da diversidade de girinos nessas poças marginais.

Nos últimos quinze anos houve um acúmulo razoável de informações sobre a composição e estrutura geral de assembléias de peixes em igarapés na Amazônia Central. No entanto, quase todos os estudos referem-se a períodos curtos de tempo, geralmente contidos em um único ano ou ciclo hidrológico. Tal condição impede que se faça uma avaliação da estabilidade das assembléias de peixes em igarapés, e dificulta a comparação entre resultados de estudos realizados em diferentes fases do ciclo hidrológico.

A Reserva Ducke em Manaus constitui hoje uma das regiões amazônicas de floresta primária mais bem estudadas, principalmente no que se refere à flora; entretanto, estudos ictiológicos nesta área eram escassos até a virada do milênio. Três novas espécies de peixes foram descritas na reserva (Figura 1) e duas outras foram descobertas recentemente e encontram-se em processo de descrição formal (Figura 2). Apesar dessas descobertas, apenas 13 espécies de peixes haviam sido registradas na Reserva após 40 anos de atividades naquela área, em função principalmente das dificuldades de acesso à maior parte dos igarapés. Além disso, não havia nenhum estudo sobre as relações ecológicas entre a fauna de peixes e as características estruturais, físicas e químicas desses ambientes aquáticos.

Neste sentido, desde 2001 temos estudado a fauna de peixes de 35 igarapés de terra-firme pertencentes às duas bacias hidrográficas da Reserva Ducke (ver Introdução). Esses estudos têm os seguintes objetivos: (1) determinar a composição da ictiofauna dos diferentes igarapés das bacias hidrográficas existentes na Reserva; (2) analisar a influência de fatores ambientais sobre a composição e estrutura das assembléias de peixes, tanto nos igarapés como nos sistemas de poças marginais associadas; (3) avaliar as possíveis variações sazonais e interanuais nas assembléias de peixes; e (4) discutir estratégias de manejo para a Reserva Ducke, sob a perspectiva dos ambientes aquáticos e sua fauna associada. No presente capítulo, apresentamos uma síntese das informações obtidas até o momento, como parte dos estudos ecológicos de longa duração desenvolvidos na Reserva Ducke.

Riqueza de espécies

Os estudos realizados até o presente momento nos igarapés e em poças marginais da Reserva Ducke indicam uma ictiofauna rica, com pelo menos 71 espécies, pertencentes a seis ordens e 21 famílias (Tabela 1; Figuras 3 e 4).

Os Characiformes (piabas, jejus, entre outros) constituíram o grupo de maior riqueza e abundância, com 23 espécies e 79,5% do número de exemplares coletados. Foram encontrados 17 espécies de Siluriformes (bagres e bodós), 13 de Gymnotiformes (poraquê e sarapós) e 13 de Perciformes

(acarás). Cyprinodontiformes (barrigudinhos e peixes anuais) contribuíram com 2 espécies e Synbranchiformes (mussuns) com apenas uma espécie. Os Perciformes foram o segundo grupo mais abundante, com 7,1% do total coletado, seguidos de Gymnotiformes (5,4%), Cyprinodontiformes (5,1%), Siluriformes (2,6%) e Synbranchiformes (0,3%).



△

Figura 1 :: Espécies de peixes descritas a partir de exemplares coletados nos igarapés da Reserva Ducke. De cima para baixo: *Bryconops inpai*, *Rineloricaria heteroptera* e *Rivulus kirovskyi*.



△

Figura 2 :: Espécies de peixes em processo de descrição a partir de exemplares coletados nos igarapés da Reserva Ducke. De cima para baixo: *Pigydianops* sp. n. e *Nemuroglanis* sp. n.

Em média, ocorreram 15 espécies em cada riacho, independente do tamanho do mesmo. As espécies mais amplamente distribuídas pelos igarapés da Reserva foram *Aequidens pallidus*, encontrada em 36 das 38 parcelas aquáticas; *Hyphessobrycon melazonatus* e *Pyrrhulina* cf. *brevis*, encontradas em 35 parcelas; *Helogenes marmoratus* em 33 parcelas; e *Erythrinus erythrinus* em 31 parcelas. Seis espécies tiveram altas abundâncias, representando 71,2% de todos os indivíduos coletados. Destacaram-se *Hyphessobrycon melazonatus* e *Pyrrhulina* cf. *brevis*, representando 28,7% e 17,5% dos exemplares, seguidas por *Bryconops giacopinii* (7,6%), *Hemigramus* cf. *pretoensis* (6,4%), *Aequidens pallidus* (5,6%) e *Microcharacidium eleotrioides* (5%).

As assembléias de peixes presentes nas poças temporárias foram compostas por subconjuntos de 18 espécies de pequeno porte, pertencentes a 6 ordens e 9 famílias (Tabela 1) e amplamente distribuídas pela reserva. Destas espécies, 16 ocorreram também nos igarapés, e apenas *Nannostomus beckfordi* e *Rivulus obscurus* ocorreram exclusivamente nas poças. Das 18 espécies registradas, 13 (72%) foram encontradas em ambas as bacias de drenagem. O número de espécies por poça variou de 1 a 10. As espécies mais amplamente distribuídas pelas

Tabela 1 :: Composição da ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke por bacia de drenagem. “I” indica espécies capturadas somente nos igarapés, “P” capturadas somente nas poças e “I/P” em ambos os ambientes. * Registro visual, espécie não coletada.

▽

ESPÉCIE	Bacia Oeste	Bacia Leste
CHARACIFORMES		
ACESTORRHYNCHIDAE		
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	I	I
CHARACIDAE		
<i>Aphiocharacidium</i> sp.	-	I
<i>Bryconops</i> cf. <i>caudomaculatus</i>	-	I
<i>Bryconops giacopinii</i>	I	I
<i>Bryconops inpai</i>	I	I
<i>Gnathocharax steindachneri</i>	I	-
<i>Hemigrammus</i> cf. <i>pretoensis</i>	I	I
<i>Hyphessobrycon</i> cf. <i>agulha</i>	I	I
<i>Hyphessobrycon melazonatus</i>	I/P	I/P
<i>Iguanodectes geisleri</i>	I	-
<i>Phenacogaster</i> aff. <i>megalostictus</i>	-	I
CRENUCHIDAE		
<i>Ammocryptocharax elegans</i>	-	I
<i>Characidium</i> cf. <i>pteroides</i>	I	-
<i>Crenuchus spilurus</i>	I/P	I/P
<i>Microcharacidium eleotrioides</i>	I/P	I
<i>Poecilocharax weitzmani</i>	I/P	-
ERYTHRINIDAE		
<i>Erythrinus erythrinus</i>	I/P	I/P
<i>Hoplias malabaricus</i>	I/P	I/P
GASTEROPELECIDAE		
<i>Carnegiella strigata</i>	I	-
LEBIASINIDAE		
<i>Copella nigrofasciata</i>	I/P	I/P
<i>Nannostomus beckfordi</i>	P	-
<i>Nannostomus marginatus</i>	I	I
<i>Pyrhulina</i> cf. <i>brevis</i>	I/P	I/P
<i>Pyrhulina</i> cf. <i>laeta</i>	P	I/P
SILURIFORMES		
AUCHENIPTERIDAE		
<i>Auchenipterichthys punctatus</i>	-	I
CALLICHTHYIDAE		
<i>Callichthys callichthys</i>	I/P	I/P
CETOPSIDAE		
<i>Helogenes marmoratus</i>	I	I

▷

Continuação Tabela 1 ::



ESPÉCIE	Bacia Oeste	Bacia Leste
<i>Denticetopsis seducta</i>	-	I
LORICARIIDAE		
<i>Ancistrus</i> aff. <i>hoplogeny</i> s	-	I
<i>Falowela</i> cf. <i>schreitmülleri</i>	-	I
<i>Parotocinclus longirostris</i>	I	-
<i>Rineloricaria heteroptera</i>	I	-
<i>Rineloricaria lanceolata</i>	I	-
HEPTAPTERIDAE		
<i>Imparfinis pristos</i>	I	I
<i>Mastiglanis asopos</i>	-	I
<i>Nemuroglanis</i> sp. n.	-	I
<i>Rhamdia quelen</i>	-	I
<i>Brachyglanis frenata</i>	-	I
PSEUDOPIMELODIDAE		
<i>Batrachoglanis raninus</i>	I	-
TRICHOMYCTERIDAE		
<i>Ituglanis</i> aff. <i>amazonicus</i>	I	I
<i>Pygidianops</i> sp. n.	I	I
GYMNOTIFORMES		
GYMNOTIDAE		
<i>Electrophorus electricus</i> *	I	-
<i>Gymnotus anguillaris</i>	I	I
<i>Gymnotus cataniapo</i>	-	I/P
<i>Gymnotus pedanopterus</i>	I	I
<i>Gymnotus</i> sp.	I	I
HYPOPOMIDAE		
<i>Hypopygus lepturus</i>	I	I
<i>Microsternarchus bilineatus</i>	-	I
<i>Microsternarchus</i> sp.	-	I
<i>Steatogenys duida</i>	I	I
<i>Stegostenopus cryptogenes</i>	I	I
RHAMPHICHTHYIDAE		
<i>Gymnorhamphichthys petiti</i>	I	I
STERNOPYGIIDAE		
<i>Eigenmania macrops</i>	-	I
<i>Sternopygus macrurus</i>	I	I
PERCIFORMES		
CICHLIDAE		
<i>Aequidens pallidus</i>	I/P	I/P
<i>Apistogramma agassizi</i>	P	I/P



Continuação Tabela 1 ::



ESPÉCIE	Bacia Oeste	Bacia Leste
<i>Apistogramma cf. steindachneri</i>	I	I/P
<i>Crenicichla aff. inpa</i>	I	-
<i>Crenicichla inpa</i>	I	-
<i>Crenicichla lenticulata</i>	I	-
<i>Crenicichla sp.</i>	I	-
<i>Hypselecara coryphaenoides</i>	I	-
<i>Heros severus</i>	I	-
<i>Laetacara thayeri</i>	-	I
<i>Mesonauta insignis</i>	I	-
<i>Satanoperca daemon</i>	I	-
POLYCENTRIDAE		
<i>Monocirrhus polyacanthus</i>	I	-
CYPRINODONTIFORMES		
RIVULIDAE		
<i>Rivulus compressus</i>	I/P	I/P
<i>Rivulus kirovskyi</i>	I/P	I/P
<i>Rivulus obscurus</i>	P	-
SYNBRANCHIFORMES		
SYNBRANCHIDAE		
<i>Synbranchus sp.</i>	I/P	I/P

poças da Reserva foram *Rivulus kirovskyi*, encontrada em 27 das 28 parcelas, *R. compressus*, em 18 parcelas, *Erythrinus erythrinus* em 16 parcelas e *Pyrrhulina gr. brevis* em 15 parcelas. Foi detectado um padrão hierárquico de distribuição das espécies, sendo que poças menores apresentaram um subconjunto das espécies encontradas em poças maiores.

Os Characiformes formaram o grupo mais rico nas poças, com quatro famílias e 10 espécies. Os Cyprinodontiformes (espécies de *Rivulus*) tiveram a maior abundância, com 52% dos exemplares coletados. As cinco espécies mais abundantes (*Rivulus kirovskyi*, 43,5%; *Pyrrhulina gr. brevis*, 12,8%; *Copella nigrofasciata*, 11,9%; *Rivulus compressus*, 8,2%; *Hyphessobrycon melazonatus*, 5,7%) representaram 82% de todos os exemplares encontrados.

Distribuição na Reserva

Considerando tanto os peixes coletados nos igarapés quanto nas poças, verificou-se que a distribuição de muitas espécies foi relacionada com as bacias hidrográficas. Do total de espécies registradas, 33 foram encontra-

das em ambos os lados do divisor de águas, enquanto que 21 ocorreram apenas na bacia Oeste e 17 foram exclusivas da bacia Leste.

A composição de espécies de peixes nos igarapés foi significativamente relacionada com a presença de ácidos húmicos, quantidade de partículas em suspensão, velocidade da correnteza, vazão e com o tipo de substrato (especialmente troncos e bancos de folhiço). A riqueza de espécies por



△

Figura 3 :: Espécies de peixes representantes de algumas ordens taxonômicas presentes nos igarapés da Reserva Ducke. De cima para baixo: jeju (*Erythrinus erythrinus*) e piaba (*Hyphessobrycon melazonatus*), Characiformes; acará (*Aequidens pallidus*), Perciformes; sarapó (*Gymnotus anguillaris*), Gymnotiformes.

trecho amostrado (diversidade local) foi pequena em relação à riqueza total encontrada, indicando uma alta diversidade regional.

Houve variações temporais na composição e abundância de espécies nos igarapés, mas há fortes evidências de que processos previsíveis de mudança na ictiofauna contribuem para manter sua estrutura geral ao longo do tempo. Foi possível verificar que as assembléias de peixes apresentam algumas mudanças entre os períodos de chuva e de seca, em função de variações na quantidade de exemplares das espécies mais comuns e abundantes nos igarapés. Essas variações sazonais foram ligeiramente diferentes entre as duas bacias que drenam a reserva, o que indica a existência de processos diferenciados atuando sobre as assembléias de peixes, possivelmente relacionados às características estruturais dessas bacias. Mudanças na composição de espécies ao longo de períodos maiores de tempo (anos) também foram detectadas, mas decorreram de variações na presença de espécies raras ou pouco abundantes nas amostras.



△

Figura 4 :: Espécies de peixes representantes de algumas ordens taxonômicas presentes nos igarapés da Reserva Ducke. De cima para baixo: bagre-folha (*Helogens marmoratus*), Siluriformes; rívalo (*Rivulus compressus*), Cyprinodontiformes; mussum (*Synbranchus* sp.), Synbranchiformes.

A estrutura das assembléias de peixes nas poças também foi influenciada por fatores locais relacionados à estrutura do habitat, como área e profundidade da poça, abertura do dossel e tempo de permanência de água nas poças. Fatores físico-químicos da água não tiveram efeitos detectáveis sobre essas assembléias de peixes. Surpreendentemente, não foi encontrada relação entre a composição, riqueza e abundância de peixes nas poças e os peixes dos trechos de riachos adjacentes, indicando que parte dessa ictiofauna ocorre predominantemente nas poças, que têm uma dinâmica própria.

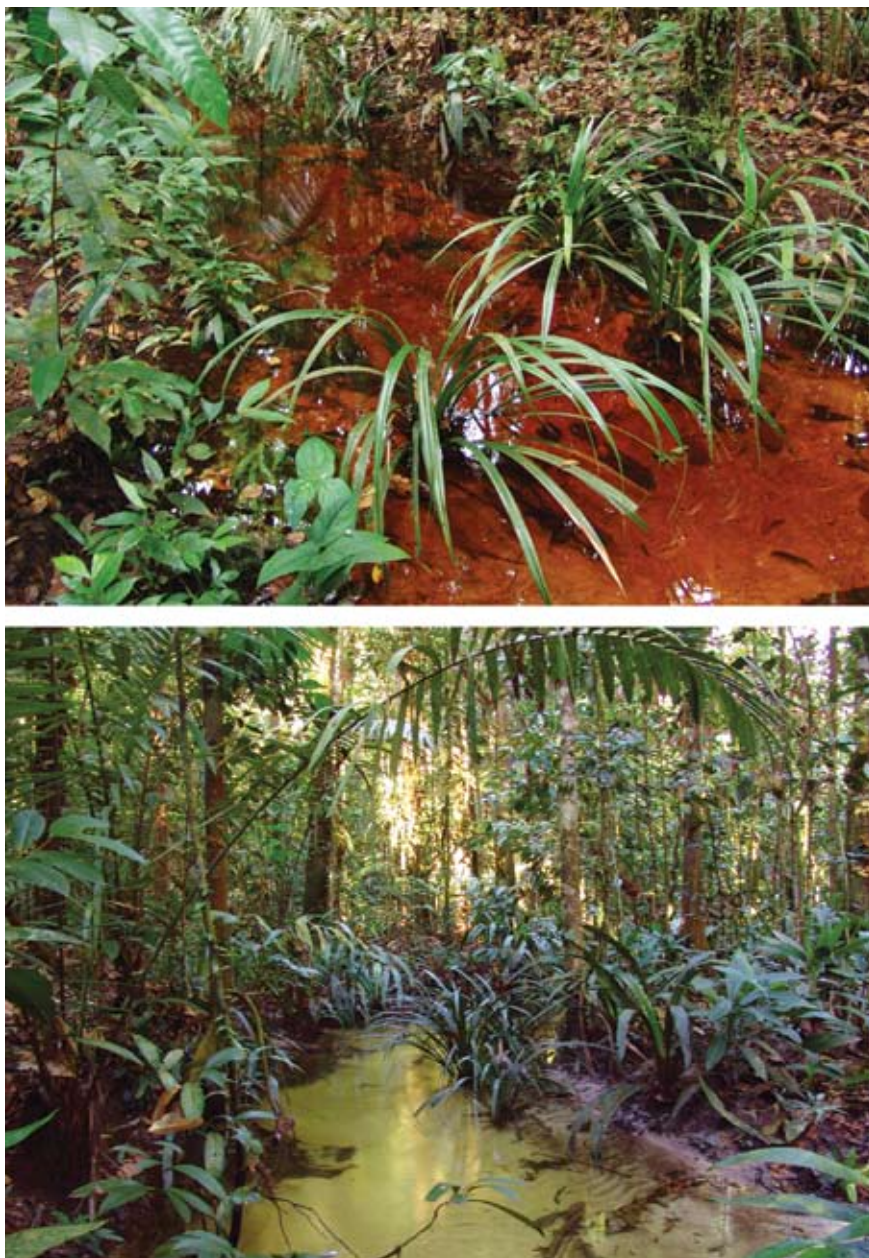
Em conjunto, os dados obtidos para igarapés e poças indicam que as duas bacias hidrográficas presentes da Reserva Ducke apresentam características estruturais diferentes, e devem ser consideradas como unidades de manejo distintas no planejamento de ações de conservação para aquela área.

Conclusões e implicações conservacionistas

Após a implementação do sistema de trilhas na Reserva Ducke, foi possível ter acesso a um número muito maior de igarapés naquela área, até então desconhecidos do ponto de vista ictiofaunístico. Essa facilidade de acesso possibilitou um estudo muito mais efetivo da ictiofauna presente naquela Unidade de Conservação, quadruplicando o número de espécies registradas na Reserva Ducke em um curto espaço de tempo. Além do conhecimento adequado da biodiversidade presente naquela área, esses resultados evidenciaram a importância da Reserva Ducke para a conservação da ictiofauna de igarapés no contexto regional.

Os resultados obtidos até o momento mostram que a Reserva Ducke abriga uma ictiofauna rica, que representa uma parcela importante da diversidade de peixes de igarapés de terra firme na região de Manaus. Entretanto, considerando a elevada diversidade regional de espécies de peixes, é necessário criar ou implementar efetivamente mais unidades de conservação, incluindo extensas áreas de cabeceiras de diversas microbacias hidrográficas, possibilitando a proteção de uma parcela significativa da diversidade ictiofaunística na Amazônia Central.

Além disso, a estratégia de criar parcelas aquáticas permanentes resultou na possibilidade de realizar amostragens repetidas ao longo do tempo, o que tem sido uma das maiores deficiências detectadas nos estudos ecológicos na Amazônia. Ainda, o uso de protocolos padronizados de amostragem tem permitido comparar os resultados obtidos de forma estatisticamente robusta, o que aumenta significativamente o valor das informações geradas para o monitoramento e o manejo da biodiversidade naquela área.



△

Figura 5 :: Diferenças na topografia e na formação dos solos das bacias hidrográficas presentes na Reserva Ducke influenciam as características físico-químicas dos igarapés, e consequentemente, a ictiofauna associada. Por exemplo, os igarapés da bacia Oeste apresentam águas pretas (acima), com maior quantidade de ácidos húmicos do que os igarapés de águas claras (abaixo) da Bacia Leste.

Na época da implementação da Reserva Ducke, Manaus contava com uma população de aproximadamente 173.000 habitantes em uma área de 3.000 hectares. O IBGE estima que a população de Manaus hoje seja de aproximadamente 1.600.000 habitantes, distribuídos em uma área de 11.500 hectares. Devido ao acelerado crescimento urbano, atualmente a cidade está envolvendo a Reserva Ducke, tornando-a um grande fragmento florestal. Aliado ao crescimento desordenado, os desmatamentos e as queimadas realizados por pequenos agricultores em suas fronteiras, bem como a poluição de igarapés por efluentes domésticos, ameaçam a integridade da reserva e dos igarapés que a drenam. Essas modificações ambientais põem em risco a conservação da ictiofauna dos igarapés da Reserva Ducke, que representa hoje um dos últimos locais com nascentes preservadas na área urbana de Manaus.

Além dos problemas decorrentes do isolamento, os igarapés podem constituir importantes vetores para a propagação de perturbações ambientais na área da reserva. Como exemplo disso, poluição e invasão por espécies exóticas já são fatos comuns nos igarapés localizados na periferia da Reserva Ducke, vários deles conectados diretamente às redes de drenagem daquela área. Sem uma ação urgente e coordenada para garantir a integridade da Reserva Ducke, os igarapés estarão sujeitos a alterações ambientais potencialmente irreversíveis, com perda de uma parte importante da diversidade regional de peixes.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos de campo e alunos da Pós-Graduação do INPA, pela ajuda inestimável nas atividades de campo; aos técnicos da DSER/INPA, pela permissão para a realização dos estudos na reserva; ao IBAMA, pela concessão de licenças de coleta; ao PPBIO e PELD, pela criação e manutenção do sistema de trilhas que permitiu a realização deste estudo; à FAPEAM, CNPq e Fundação "O Boticário" de Proteção à Natureza, pelo financiamento a projetos de pesquisa sobre a fauna de igarapés; ao CNPq e ao Programa BECA, pela concessão de bolsas de estudo a autores deste trabalho. Os autores agradecem também a F. C. T. Lima, M. de Pinna, F. A. Bockmann, I. Fichberg e L. H. Rapp Py-Daniel pelo auxílio na identificação de espécies de peixes.

Sugestões de leitura

Projeto Igarapés (www.igarapes.bio.br)

O Projeto Igarapés vem sendo desenvolvido desde 2001 e tem como objetivo principal contribuir para o conhecimento ecológico dos sistemas de riachos de terra-firme na Amazônia brasileira, avaliando a ocorrência e



distribuição das espécies de organismos aquáticos, sua história natural, e os fatores bióticos e abióticos que influenciam a estrutura dessas comunidades biológicas. No site do projeto estão disponíveis informações sobre os membros da equipe, publicações, dissertações e teses e metodologias de coletas utilizadas.



Renato Cintra

Aves



Os estudos sobre a história natural e biologia de aves na Reserva Ducke começaram a mais de 30 anos atrás com trabalhos pioneiros sobre área de uso, comportamento alimentar, reprodução e ocorrência das espécies. Após esse período, ornitólogos visitaram a reserva e seus trabalhos geraram listas de espécies ou estudos ecológicos sobre a relação entre a fenologia, a estrutura da floresta e a dinâmica de comunidades de aves, sobre a reprodução de aves e ainda um estudo que utilizou uma parte da reserva como “controle experimental” para investigar a influência da fragmentação florestal urbana em aves. Entretanto, o acesso limitado a áreas da reserva devido à escassez de trilhas, concentradas somente na parte noroeste, impossibilitou a realização de estudos sistematizados para levantamento da biodiversidade na maior parte da reserva.

Recentemente, com a instalação do sistema de grades de trilhas na reserva (grade de 64 km²), novos estudos começaram a expandir as áreas amostradas e, conseqüentemente, melhoraram o conhecimento de como a maioria das espécies, diurnas e noturnas, está distribuída na reserva. Assim, muitas espécies foram adicionadas às listas ornitológicas que não mudaram por décadas. Além disso, alguns estudos ecológicos recentes (apoiado pelo projeto PNOPg-CNPq) mostraram como as espécies usavam os diferentes micro-habitats e como a variação em grande escala espacial na heterogeneidade da floresta influencia a ocorrência, a abundância e a composição da comunidade de aves.

Nesse capítulo foram sumarizados os resultados de estudos realizados antes e depois da instalação da grade na Reserva Ducke, que abrange uma grande área (6.400 ha) composta predominantemente por floresta de terra firme.

Estudos ornitológicos antes da instalação da grade de trilhas

Os estudos no período entre 1972 e 2000, apesar de terem sido concentrados no máximo em 10% da área da reserva em sua parte Noroeste, produziram listas bastante completas de espécies de aves e descreveram o comportamento alimentar, a dieta, o tamanho das áreas de uso, o comportamento reprodutivo e a reprodução de espécies (Tabela 1).

Fazendo observações diretas durante quase um ano, Willis registrou 289 espécies de aves, incluindo áreas nas bordas e entorno da Reserva Ducke. Dessas, ele considerou que 218 eram de florestas naturais e 56 invasoras e oportunistas, que para se manter na área dependem de atividades humanas como abertura de clareiras e desmatamentos parciais.



△

Figura 1 :: O Japiim (*Cacicus cela*) faz ninhos coloniais que são construídos pelas fêmeas. Machos e fêmeas alimentam os filhotes com larvas de borboletas. Ocorrem em áreas mais abertas de florestas secundárias na borda da Reserva Ducke. (foto: L. C. Marigo)

Estudos ornitológicos depois da instalação da grade de trilhas

A partir de 2001, a grade de 64 km² teve um impacto imediato, ampliando a escala espacial em que os estudos passaram a ser realizados na Reserva Ducke de 10% para 64% da área da reserva (Tabela 1), pois 26% da área

Tabela 1 :: Estudos sobre aves realizados na Reserva Ducke, Amazônia Central e porcentagem de área utilizada.

▽

Autor	Ano	Assunto e grupo estudado	% da área da Reserva
Willis	1972	Comportamento de arapaçu (<i>Dendrocincla fuliginosa</i>)	10
Oniki & Willis	1972	Comportamento de papa-formigas e arapaçus	10
Willis	1977	Lista de espécies de aves e descrição da comunidade	10
Willis <i>et al.</i>	1978	Comportamento e reprodução (<i>Pipromorpha macconelli</i>)	< 0,001
Oniki	1979a	Reprodução de várias espécies	10
Oniki	1979b	Sucesso reprodutivo em aves	5
Willis	1979	Comportamento e área de uso (<i>Dendrocincla merula</i>)	5
Oniki & Willis	1982a	Reprodução de várias espécies	10
Oniki & Willis	1982b	Reprodução de várias espécies	10
Oniki & Willis	1982c	Reprodução de várias espécies	10
Willis	1982a	Comportamento (<i>Galbula albirostris</i>)	0,01
Willis	1982b	Área de uso (<i>Hylexetastes perroti</i>)	10
Willis	1982c	Área de uso (<i>Percnostola rufifrons</i>)	0,01
Willis	1982d	Alimentação, área de uso (<i>Hylophilax poicilinota</i>)	1
Willis	1983a	Comportamento alimentar (<i>Piaya melanogaster</i>)	< 0,01
Willis	1983b	Comportamento (<i>Xiphorhynchus pardalotus</i>)	< 0,01
Cintra	1990	Comportamento reprodutivo beija-flor (<i>Heliothrix aurita</i>)	< 0,0001
Forrester	1993	Lista de espécies para Amazônia Central e Brasil	< 0,0001
Cohn-Haft <i>et al.</i>	1997	Lista de espécies para a Amazônia Central	< 10
Borges & Guilherme	2000	Assembléias de aves de sub-bosque da floresta	< 1
Barros	2003	Distribuição espacial de 5 espécies de corujas	64
Sanaïotti <i>et al.</i>	2004	Reprodução de gavião-real	< 0,0001
Naka	2004	Assembléia de aves do dossel	< 0,001
Cintra & <i>et al.</i>	2006	Distribuição espacial de arapaçus (<i>Dendrocincla</i>)	64
Naka & Cintra	2007	Assembléia de aves do dossel	< 0,001
Banks & Cintra	2007	Guildas em clareiras	5
Costa <i>et al.</i>	2007	Comunidade total	2
Cintra & Cancelli	2007	Distribuição espacial de arapaçus (11 espécies)	64
Cintra & Cancelli	2007	Distribuição espacial (<i>Hylophilax poicilinota</i>)	64
Cintra & Naka	2008	Comunidade total	64
Banks & Cintra	2008	Comunidades em clareiras	5
Barros & Cintra	2008	Comparação da distribuição de 3 espécies de corujas	64

total foram deixados fora do sistema da grade como um entorno de proteção. Segundo Cintra e Naka, os censos acústicos e censos com redes ornitológicas aumentaram em quase 50 espécies a lista original publicada por Willis para a Reserva Ducke.

Censos padronizados

Entre 2002 e 2004, Renato Cintra e colaboradores, registraram em redes ornitológicas, 140 espécies de aves associadas a ambiente de floresta de terra firme nos 72 transectos de 1 km da grade de trilhas da Reserva Ducke. Destas, 110 espécies foram usadas nas análises (as que ocorreram no mínimo duas vezes nas capturas). Nenhuma delas é endêmica da área da reserva e nenhuma é listada como ameaçada de extinção na Amazônia Central. Quase todas as espécies são residentes permanentes e, portanto, reproduzem-se na Reserva Ducke; somente 1% são migrantes do hemisfério norte e nenhum migrante austral foi capturado, apesar de que alguns ocorrem na área. As famílias com maior riqueza de espécies foram *Thamnophilidae* (23 espécies), *Tyrannidae* (13 espécies), e *Dendrocolaptidae* (9 espécies). Vinte e oito espécies (25,5%) ocorreram somente uma vez nas capturas. Pelo menos dez delas ocorrem no sub-bosque e também no dossel da floresta, o que desmistifica a idéia de que redes ornitológicas só capturam aves de estratos inferiores da floresta.

Em 2006, pelo grupo Team/CI, Thiago Costa e colaboradores, realizaram censos de aves, permanecendo durante 10 minutos em cada um dos 36 pontos distantes 200 m um dos outros e distribuídos ao longo de seis transectos em cada uma das duas parcelas de 100 hectares dentro da Reserva, usadas pelo projeto TEAM (www.teaminitiative.org). Eles registraram 181 espécies de aves trabalhando em duas parcelas de 100 ha dentro da Reserva Ducke, sendo 156 na parcela próxima à base administrativa e 153 na área do igarapé Ipiranga. Apesar de as duas parcelas se situarem entre 6 e 7 km uma da outra, elas apresentaram 128 espécies em comum. Esses resultados mostram como pode ser alta a diversidade da avifauna, ainda que áreas estudadas representem apenas 2% da área total da reserva.

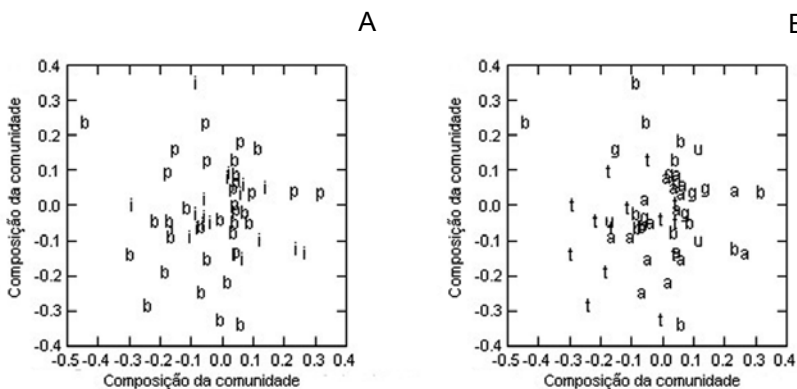
Diferenças na comunidade de aves de sub-bosque

Para entender a organização da comunidade de aves, Cintra e Naka construíram matrizes qualitativas de composição das espécies (dados de presença ou ausência de espécies por área). A composição da comunidade de aves amostrada com redes ornitológicas em 72 transectos e através de censos acústicos (22 transectos) foi investigada. Apesar de apresentar os

resultados para cada um separadamente, Cintra e Naka não pretenderam comparar os dois métodos, mas usá-los como procedimentos complementares para verificar a consistência nos resultados em diferentes escalas espaciais.

Para mostrar visualmente a similaridade na composição da comunidade de aves entre as áreas amostradas, foram produzidos gráficos para as espécies capturadas nas redes ornitológicas. Na figura 2A cada letra representa uma parcela das 72 amostras com redes. Muitos pontos de baixo (b) agruparam-se na parte inferior da figura, e muitos de platô (p) na parte superior indicando que a composição das espécies difere entre esses dois extremos topográficos dentro da reserva. A maioria dos pontos correspondentes às comunidades de aves de áreas inclinadas (i) ficaram na posição central na figura, integrando um gradiente entre os pontos mais dispersos correspondentes a áreas de baixo e platô (Figura 2). Os agrupamentos de pontos mostram um gradiente por espécies que normalmente habitam um compartimento da floresta, platô, baixo e áreas inclinadas (Figuras 3, 4 e 5).

Os resultados das análises também indicam que a composição da comunidade apresenta um gradiente mudando espacialmente entre as micro-bacias hidrográficas na área da Reserva Ducke, e com diferenças significativas



△

Figura 2 :: Similaridade na composição qualitativa da comunidade de aves capturadas com redes ornitológicas na Reserva Ducke. Foram usadas análises estatísticas multivariadas do tipo co-ordenadas principais (PCoA) em matrizes de presença/ausência de espécies por amostras. Cada letra representa uma das 72 amostras com redes. Quanto mais próximas as letras mais similar é a composição da comunidade de aves. Em (A), as letras correspondem às parcelas, localizadas em platô (p), áreas inclinadas (i) e baixo (b); em (B), são comparadas as 4 micro-bacias hidrográficas da reserva, bacia do Acará (a), bacia do Tinga (t), bacia do Bolívia (b), bacia do Ipiranga (g). As análises das micro-bacias foram baseadas em dados para 55 parcelas porque não foram incluídas aquelas que ocorrem nas cotas centrais da reserva.



△

Figura 3 :: A coruja-de-crista (*Lophotrix cristata*) é uma espécie pouco conhecida no mundo. A grade de trilhas criou condições para a execução do primeiro estudo sobre a ecologia dessa espécie no Brasil, evidenciando sua abundância na Reserva Ducke, onde ocorre principalmente nas áreas de platô. (foto: Rick & Nora Bowers).

▷

Figura 4 :: A Saracura-três-potes (*Aramides cajanea*), anda em casais em baixios ou perto de margens d'água. Comem insetos, caramujos e pequenos peixes. A reprodução começa em agosto quando constroem mais de um ninho, em um cria os filhotes por algum tempo e depois muda com eles para o outro ninho. (foto: L. C. Marigo)



△

Figura 5 :: O Udu ou Juruva (*Momotus momota*) ocorrem em áreas inclinadas da Reserva. Cantam somente no início das manhãs ou nos finais de tarde fazendo um som parecido com “udu, udu, uuudu”. Alimentam-se de insetos, aranhas, pequenos sapos e lagartos. O período reprodutivo começa a partir de julho. Fazem ninhos no solo de barrancos, cavando um túnel com uma câmara no final onde criam os filhotes. (foto: L. C. Marigo)

entre as bacias. Na figura 2B, a composição de espécies da micro-bacia do igarapé Tinga (t) ficou agrupada no lado esquerdo e as do igarapé Ipiranga (g) no lado direito, mostrando que ocorrem composições de espécies significativamente diferentes nessas duas micro-bacias.

Conclusões e Implicações conservacionistas

Os resultados dos estudos antes e depois da instalação da grade mostram que a Reserva Ducke ainda tem uma floresta que mantém uma alta diversidade de aves, similar a outras áreas de terra firme na Amazônia. Os estudos pioneiros e anteriores à instalação da grade (Tabela 1) foram fundamentais para gerar informações sobre a biologia das espécies, fornecendo uma idéia de como elas usam o ambiente da floresta. Essas informações são básicas e ajudam na elaboração de planos de manejo em unidades de conservação na Amazônia.

O uso de redes ornitológicas tem sido criticado por ornitólogos trabalhando em florestas tropicais alegando que elas capturam aves que talvez não pertençam à mesma área onde as redes foram abertas, e também capturam mais aves de sub-bosque. Entretanto, o uso de redes ajuda a padronizar o esforço de amostragem, é razoável para espécies de aves que são sedentárias e territoriais, contribui muito para entender a distribuição de um maior número de espécies, além de detectar aquelas de voo muito rápido e normalmente não registradas por outros métodos usuais como, contagem por pontos, mapeamento por pontos e transectos lineares.

Neste capítulo, foram apresentados resultados baseados em amostragem padronizadas, indicando que o método é adequado para estudar a ocorrência de aves como arapaçus e também aves frugívoras, nectarívoras e insetívoras, incluindo papa-formigas, papa-moscas, beija-flores (Figura 6), juritis, surucuás, falcões e algumas espécies de dossel. Durante um dos estudos realizados na reserva, pelo menos 140 espécies de aves foram capturadas em redes e correspondem a 64% das 218 espécies exclusivas de florestas primárias registradas para a reserva. Além disso, as redes registraram 11 espécies de arapaçus, representando 79% das 14 espécies desse grupo registrados para a Reserva.

Em geral os resultados dos vários estudos relatados aqui sugerem fortemente que a heterogeneidade da floresta amazônica pode influenciar a ocorrência, abundância e composição de espécies de aves, principalmente aquelas dependentes e encontradas principalmente em ambientes florestais como os arapaçus. Na Reserva Ducke, Cintra e colaboradores usando mais de um tipo de método (redes e censos acústicos) foi encontrado que a variação em alguns componentes de estrutura da floresta tem influenciado significativamente mudanças na composição de espécies e também individualmente a ocorrência e abundância de muitas espécies de aves.



△

Figura 6 :: O beija-flor do rabo branco-rubro (*Phaetornis ruber*) é um dos menores beija-flores da natureza, pesando em média 2,5g. Ocorre ao longo dos igarapés nos baixios. Alimentam-se de néctar e pequenos insetos que ficam presos em teias de aranha. (foto: L. C. Marigo)

Cada espécie ou grupo de ave pode ser influenciado de uma maneira própria devido a peculiaridades biológicas e a variações espaciais nos diferentes componentes da estrutura da floresta na Reserva Ducke. Por exemplo, Barros e Cintra mostraram que a coruja-de-crista *Lophotrix cristata*, uma das menos conhecidas do mundo, mas comum e amplamente distribuída na Reserva, ocorre mais em áreas de platôs e áreas com maior abundância de troncos mortos em pé. Cintra e Cancelli mostraram que o Rendadinho (*Hylophilax poecilinota*) uma espécie muito difícil de ver na floresta, ocorre mais em áreas com maior quantidade de folhigo e naquelas distantes de igarapés. Em outro estudo sobre onze espécies de arapaçus, Cintra e Cancelli encontraram que a abundância de *Xiphorhynchus pardalotus* aumenta com o aumento na distância de ambientes aquáticos e diminui nas partes mais elevadas dentro da reserva e que a abundância de *Glyphorhynchus spirurus* aumenta com o aumento de áreas com clareiras. Os resultados ajudam a entender os fatores que influenciam a estrutura da comunidade de aves em florestas tropicais. A variação local na estrutura da floresta talvez crie oportunidade para a partição de microhabitat e do habitat, contribuindo para a coexistência de uma alta riqueza de espécies e, portanto, para a manutenção de elevada diversidade local.

O uso de grades de trilhas certamente tem contribuído muito, não só para testar múltiplas metodologias científicas, mas também para aumentar significativamente a nossa compreensão dos padrões de distribuição da

biodiversidade da avifauna na floresta Amazônica. Replicar as grades significa não somente aumentar a eficiência em gerar informações para conhecer a biodiversidade em escalas locais e regionais, mas também permitir estudos comparativos com esforços padronizados. Além disso, as grades têm o potencial de maximizar a formação criteriosa de mais cientistas para atuar na região, pois têm contribuído para a coleta de dados de alta qualidade em vários estudos de alunos de pós-graduação.

Agradecimentos

A Bill Magnusson pelo convite para participar desse livro com esse capítulo. Os biólogos Obed Barros, Sidnei Dantas, Karina Amaral, Adrianny Maruoka, Daniely Felix e os técnicos Francisco Bezerra, João Rocha, Geronimo, Marlison Ferreira, Lucas Mergulhão, foram muito competentes no auxílio de campo com as redes ornitológicas e Luciano Naka com os censos acústicos. Jessica Cancelli ajudou na organização do banco de dados e Luiz Cláudio Marigo gentilmente cedeu as fotos usadas neste capítulo. Esse estudo foi financiado pelo PELD-CNPq, PNOpG-CNPq e PPBio-MCT-INPA.

Sugestões de leitura

- Borges, S.H. & Guilherme, E. 2000. Comunidade de aves em um fragmento florestal urbano em Manaus, Amazonas, Brasil. *Ararajuba* 8: 17-23.
- Cintra, R., A. E. Maruoka & L. N. Naka. 2006. Abundance of two *Dendrocincia* woodcreepers (Aves: Dendrocolaptidae) in relation to forest structure in central Amazônia. *Acta Amazonica* 36(2):209-220.
- Cohn-Haft, M., Whittaker, A. & P.C. Stouffer 1997. A new look at the "species poor" central amazon: the avifauna north of Manaus, Brazil. *Ornithological Monographs* 48:205-235.
- Naka, L. N. 2004. Structure and organization of canopy bird assemblages in Central Amazonia. *Auk* 121:88102.
- Oniki, Y. & E.O. Willis. 1972. Studies of Ant-following birds north of the eastern Amazon. *Acta Amazonica* 2 : 127-151.
- Willis, E. O. 1977. Lista preliminar das aves da parte noroeste e áreas vizinhas da Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 37 (3):585-601. A Reserva Ducke como base para inventários biológicos na Amazônia.



Marcelo Menin
Albertina P. Lima
Domingos Rodrigues
Fabiano Waldez



Sapos

A Reserva Ducke é um dos sítios mais intensivamente usados para estudos ecológicos na Amazônia Central. Ao longo do tempo foram realizados diversos estudos com sapos adultos e girinos, sendo que alguns estudos envolveram a elaboração de chaves de identificação de girinos, estrutura de comunidades de girinos e ecologia de populações e comunidades de adultos. Durante mais de 25 anos de estudos intensivos de anuros, foram registradas um total de 43 espécies. Porém, estes estudos foram concentrados na parte noroeste da Reserva, próximo à sede da administração e cobriram uma área menor que 10 km².

A instalação do sistema de amostragem RAPELD permitiu a extensão destes estudos com anuros para toda a área da reserva, facilitando inventários rápidos e a descoberta de sete espécies de sapos ainda não registradas para a área. A facilidade de percorrer todas as áreas permitiu a publicação do primeiro guia de campo de anuros da Reserva Ducke, incluindo ilustrações das 50 espécies registradas, mostrando que a otimização do delineamento para estudos ecológicos e de manejo também tende a otimizar o número de espécies detectadas para estudos de sistemática. Além disso, o sistema de trilhas permitiu os primeiros estudos que buscaram determinar as relações entre a distribuição das espécies e fatores ambientais. Estes estudos foram desenvolvidos em 72 parcelas permanentes distribuídas uniformemente sobre a grade de trilhas de 64 km² da Reserva Ducke, com levantamentos de abundância de espécies de anuros diurnos de serrapilheira, e a assembléia de anuros noturnos. Outro estudo sobre a assembléia de girinos foi desenvolvido em 31 parcelas localizadas ao longo das margens de igarapés e oito poças isoladas dos igarapés.

Pequenos anuros diurnos de serrapilheira, cuja reprodução envolve o desenvolvimento das larvas na água, possuem distribuições mais restritas, vivendo principalmente nas áreas ripárias (próximas aos corpos d'água). As espécies cujos girinos não dependem de água para completar seu desenvolvimento e aquelas cujos girinos se desenvolvem na água acumulada em bromélias foram as mais abundantes e encontraram-se distribuídas em toda a área da reserva. Um padrão semelhante foi encontrado para espécies noturnas. Por outro lado, espécies cujas larvas possuem uma fase na água, foram registradas em menor frequência nas parcelas e ao longo das trilhas.

As larvas de anuros mais abundantes foram as das espécies que utilizam as áreas ripárias, indicando que existe um ambiente próximo às drenagens dos igarapés que é de extrema importância para a conservação da diversidade de anuros. Os estudos de Guimarães (2004), Menin (2005) e Rodrigues (2006) tiveram o objetivo de avaliar a diversidade beta (diversidade de espécies entre diferentes habitats) das comunidades de sapos e os fatores ambientais que afetam a distribuição dessas espécies. Foram utilizados métodos de amostragens rápidas e de baixo custo, que se mostraram eficientes na determinação da riqueza, distribuição e abundância das espécies. Neste capítulo, 1) avaliamos a eficiência dos métodos de amostragem rápidos utilizados nos levantamentos de anuros no sistema de amostragem na grade de 64 km² da Reserva Ducke e 2) comparamos com grades completas de 25 km², utilizadas pelo PPBio em levantamentos de biodiversidade, e estudos anteriores realizados ao longo de 25 anos.

Os estudos foram realizados no período de novembro/2002 a maio/2005 utilizando como unidades amostrais as 72 parcelas terrestres de distribuição uniforme com 250 m de comprimento, 31 parcelas nas margens dos igarapés, 8 poças distantes dos igarapés e encontros ocasionais ao longo das trilhas.

Para avaliar se a localização do sistema de amostragem afeta muito as espécies encontradas, mesmo em áreas grandes como a grade completa de 25 km², os 64 km² da Reserva foram subdivididos em seis sub-unidades de 25 km² com 30 parcelas terrestres, 60 km de trilhas e um número de parcelas ripárias e poças isoladas variando com o número de igarapés (Figuras 1, 2 e 3).

Riqueza de espécies

Após a implementação do sistema de trilhas do RAPELD na Reserva Ducke, foram registradas 50 espécies de anuros, das quais doze são encontradas predominantemente nas margens de lagos e poças temporárias em áreas abertas ou poças de bordas de floresta (*Rhinella granulosa*, *R. marina*, *Dendropsophus minutus*, *Hypsiboas lanciformis*, *Scinax boesemani*, *S. garbei*, *S. ruber*, *Leptodactylus* (*Lithodytes*) *hylaedactylus*, *L. fuscus*, *L. longirostris*,

L. petersii e *Elachistocleis bicolor*). A localização da grade favoreceu a detecção de espécies de interior de floresta primária, pois nenhuma área de borda foi incluída. Das 38 espécies registradas nos 64 km² (Tabela 1), sete espécies (*Atelopus spumarius*, *Ceratophrys cornuta*, *Dendropsophus* cf. *brevifrons*, *Ctenophryne geayi*, *Chiasmocleis hudsoni*, *C. shudikarensis* e *Pipa arrabali*) foram registradas pela primeira vez na reserva em estágios reprodutivos.

Entre as 38 espécies de interior de floresta, *Hypsiboas boans* e *Osteocephalus buckleyi* são espécies que habitam os igarapés e reproduzem na estação seca, hábitat e época que não foram alvos dos levantamentos e, portanto, não foram registradas (Tabela 1). Para as comparações entre as áreas não incluímos estas espécies.

Na sub-divisão Grade PPBio (grade usada como padrão para comparações no PPBio, Figura 1) das 36 espécies detectadas pelos métodos de amostragem empregados, somente *Ceratophrys cornuta*, *Phyllomedusa bicolor* e *Chiasmocleis shudikarensis* não foram registradas (Tabela 1). Porém essas espécies também foram raras nas amostragens de toda a grade (64 km²). *Atelopus spumarius*, espécie que é encontrada somente na bacia leste da Reserva, foi detectada em apenas uma das 30 parcelas terrestres na grade padrão PPBio.

Na subdivisão 1 (Figura 1), que corresponde a uma área central da reserva envolvendo as duas bacias de drenagem, *C. cornuta*, *Ch. shudikarensis*, *Ct. geayi* não foram registradas nas amostragens das parcelas (Tabela 1). Essas espécies também foram raras nas amostragens de toda a grade da Reserva Ducke.

Nas subdivisões 2 a 5 (Figura 2), a área com menor diversidade foi a área 3, onde ocorre somente uma poça isolada. Não foram detectadas as espécies *C. cornuta*, *L. mytaceus*, *Ph. bicolor*, *Ph. tarsius*, *Ch. shudikarensis* e *Ct. geayi* (Tabela 1). A subdivisão 4, foi aquela onde se encontrou o maior número de poças isoladas (Figura 3), e também onde foi encontrado o maior número de espécies (Tabela 1). As subdivisões 2 e 5 foram semelhantes a subdivisão 1, onde não foram detectadas as duas espécies mais raras da reserva (*C. cornuta* e *Ch. shudikarensis*). *Ctenophryne geayi* foi detectada somente com armadilhas de queda (pit fall) enquanto *L. (L.) lineatus* foi encontrada somente em uma parcela terrestre de distribuição uniforme, sendo que outros indivíduos foram encontrados ocasionalmente. Os indivíduos de *P. pipa* foram registrados em quatro parcelas ripárias e também em encontros ocasionais, enquanto, *Ch. shudikarensis* e *C. cornuta* foram detectados somente em duas poças isoladas na drenagem leste da reserva, na bacia do igarapé Tinga, indicando que estas espécies são difíceis de serem detectadas.

Este estudo demonstrou a viabilidade dos métodos empregados para registro da diversidade e abundância da maioria das espécies na área, permitindo determinar que as espécies mais abundantes são aquelas com reprodução

Tabela 1 :: Presença/ausência das espécies de anuros de interior de floresta registradas em diferentes tipos de amostragem na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus. Grade Completa (64 km²): 72 parcelas terrestres, 31 parcelas ripárias e oito poças isoladas; Grade PP-Bio e Áreas 1, 2, 3, 4 e 5 (25 km²): 30 parcelas terrestres e número variado de parcelas ripárias e poças isoladas. (*) Espécie detectada somente em armadilhas de queda (pitfall traps).

▽

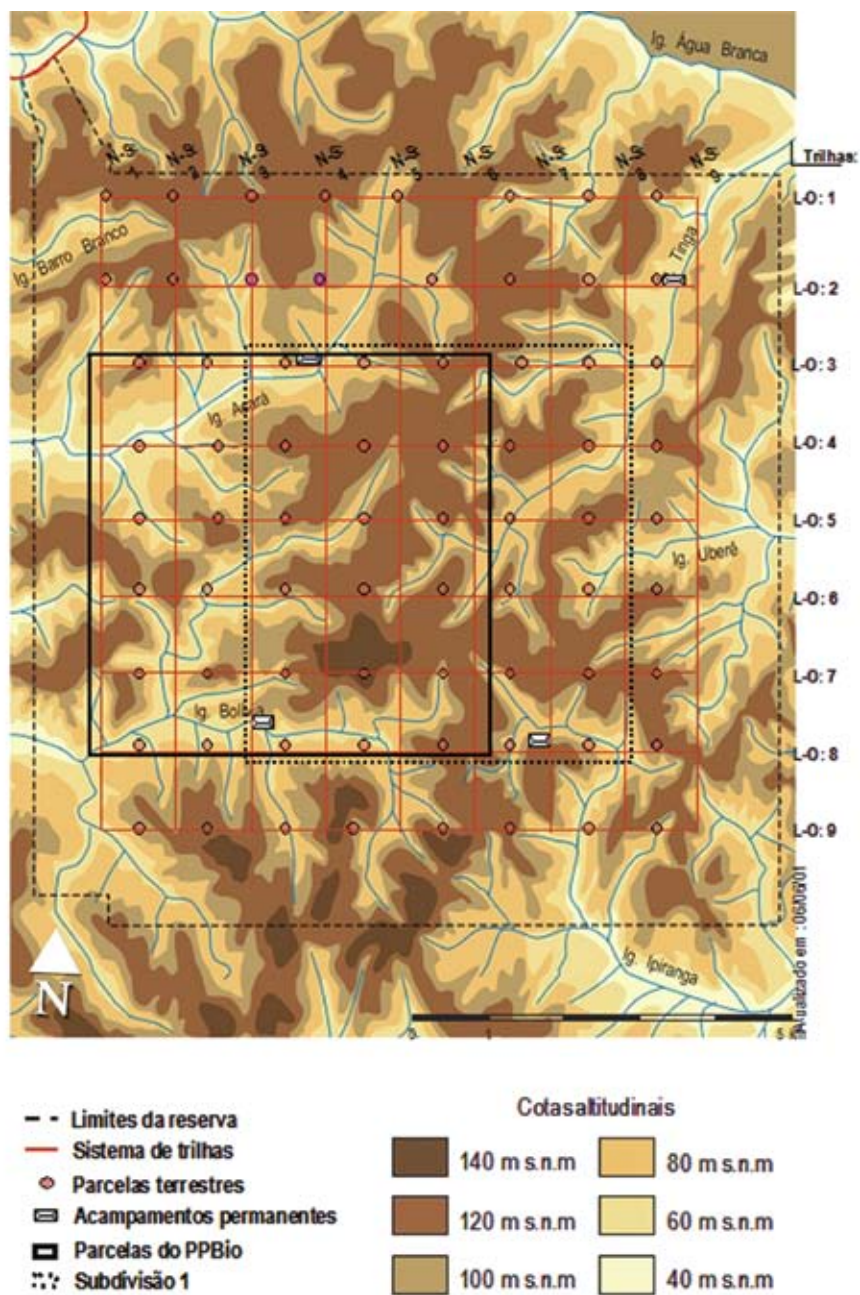
Família/Espécie	Grade completa	Grade PPBio	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Aromobatidae							
<i>Allobates</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1
<i>Allobates femoralis</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Anomaloglossus stepheni</i>	1	1	1	1	1	1	1
Bufonidae							
<i>Atelopus spumarius</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dendrophryniscus minutus</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rhinella proboscidea</i>	1	1	1	1	1	1	1
Centrolenidae							
<i>Cochranella oyampiensis</i>	1	1	1	1	1	1	1
Ceratophryidae							
<i>Ceratophrys cornuta</i>	1	0	0	0	0	1	0
Hylidae							
<i>Dendropsophus</i> cf. <i>brevifrons</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hypsiboas boans</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypsiboas geographicus</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hypsiboas cinerascens</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Osteocephalus buckleyi</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Osteocephalus oophagus</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Osteocephalus taurinus</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	1	0	1	1	0	1	1
<i>Phyllomedusa tarsius</i>	1	1	1	1	0	1	1
<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Phyllomedusa vaillanti</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	1	1	1	1	1	1	1
Leptodactylidae							
<i>Leptodactylus</i> (Li.) aff. <i>andreae</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Leptodactylus</i> (Li.) <i>lineatus</i>	1	1	1	1	1	0	0
<i>Leptodactylus knudseni</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	1	1	1	0	0	1	1
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Leptodactylus riveroi</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Leptodactylus stenodema</i>	1	1	1	1	1	1	1
Microhylidae							
<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	1	1	1	1	1	1	0
<i>Chiasmocleis shudikarensis</i>	1	0	0	0	0	1	0
<i>Ctenophryne geayi</i> *	1	1	0	1	0	0	0

Continuação da Tabela 1 ::

Família/Espécie	Grade completa	Grade PPBio	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
<i>Synapturanus mirandaribeiroi</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Synapturanus cf. salseri</i>	1	1	1	1	1	1	1
Pipidae							
<i>Pipa arrabali</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pipa pipa</i>	1	1	1	1	1	1	1
Strabomantidae							
<i>Pristimantis fenestratus</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pristimantis ockendeni</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pristimantis zimmermanae</i>	1	1	1	1	1	1	1
Número de Espécies	36	33	33	33	30	34	31

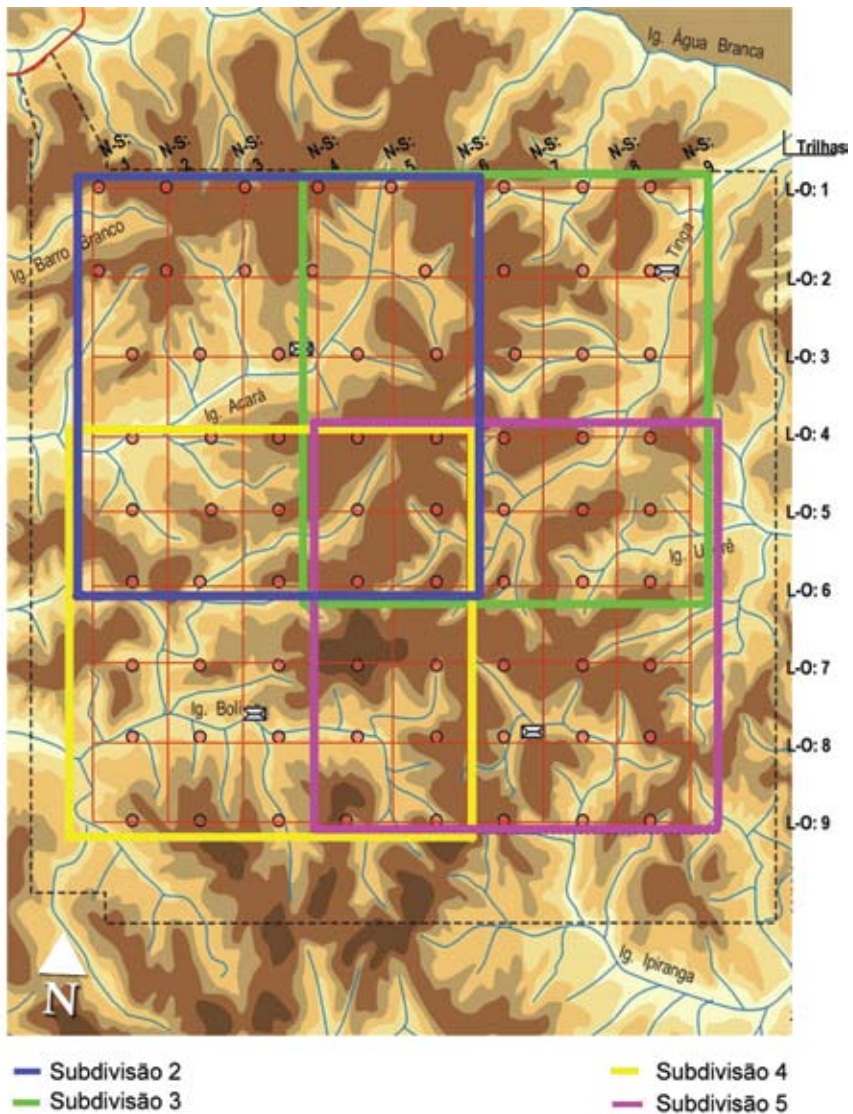
independente de corpos d'água (Figura 4). As espécies que dependem das áreas ripárias para reprodução (Figura 5) são raramente encontradas em áreas longe de riachos, mas adultos e girinos são freqüentemente encontrados na zona ripária, indicando que estas espécies possivelmente utilizam as florestas do entorno dos riachos como corredores para dispersão. Por outro lado, as espécies que reproduzem em poças isoladas, são raramente encontradas, indicando uma baixa abundância e um movimento restrito em volta destes corpos d'água. As espécies mais abundantes e amplamente distribuídas neste estudo foram aquelas que possuem especializações reprodutivas, tais como desenvolvimento direto (*Pristimantis* spp.), ou os girinos se desenvolvem em ninhos terrestres como ocorre em *L. (L.) aff. andreae*, *Synapturanus* spp. e *Anomaloglossus stepheni* (Figura 4), ou em ambientes especiais como bromélias e possuem cuidado parental (cuidado dos pais com os filhotes) que é o caso de *O. oophagus*. Espécies com reprodução especializada também foram mais abundantes nos estudos realizados em outras florestas da região Neotropical e na Amazônia central com anuros de serrapilheira. Nesses ambientes, muitas espécies possuem modos reprodutivos terrestres com o desenvolvimento de girinos ou ovos fora da água.

As espécies *Ph. bicolor*, *L. mystaceus*, *C. cornuta* e *Ch. shudikarensis* foram encontradas somente em poças isoladas. A baixa abundância dessas espécies nas amostragens pode ser resultado da especificidade de hábitat. Essas espécies são naturalmente raras, pois corpos d'água grandes e isolados dos igarapés também são raros na reserva. Jean Marc Hero e colaboradores detectaram que 85% dos indivíduos de *Ph. bicolor* marcados em uma poça foram encontrados em estações reprodutivas posteriores na mesma poça, indicando uma baixa taxa de deslocamento para esta espécie. A presença destas espécies está restrita aos sítios reprodutivos dentro da floresta e, a baixa abundância nas amostragens, aparentemente reflete a detecção diferencial das espécies no ambiente. Por exemplo, na área de estudos (64 km²) os



△

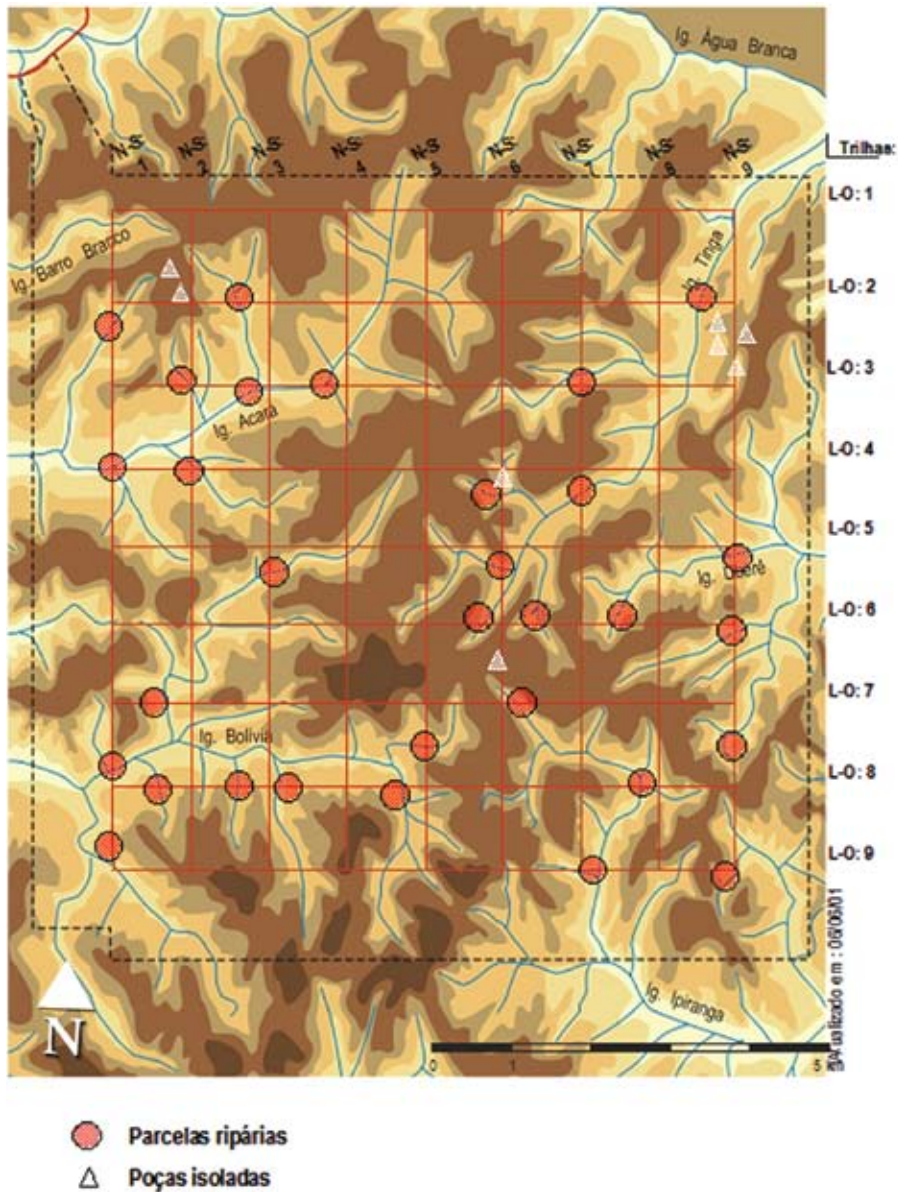
Figura 1 :: Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Florestal Adolpho Ducke com a disposição do sistema de trilhas, das 72 parcelas terrestres de distribuição uniforme e das delimitações das 30 parcelas do PPBio e subdivisão 1 (25 km²).



△

Figura 2 :: Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Florestal Adolpho Ducke com a disposição do sistema de trilhas, das 72 parcelas terrestres de distribuição uniforme e das delimitações das 30 parcelas das subdivisões 2, 3, 4 e 5 (25 km²).

sítios de amostragem foram distribuídos de forma uniforme, enquanto os sítios próximos a igarapés representam 25% do total de 72 parcelas. A baixa detecção das espécies ripárias indica que estas espécies utilizam as margens dos igarapés como corredores de dispersão, reduzindo a chance de encontro destas em áreas distantes dos corpos d'água.



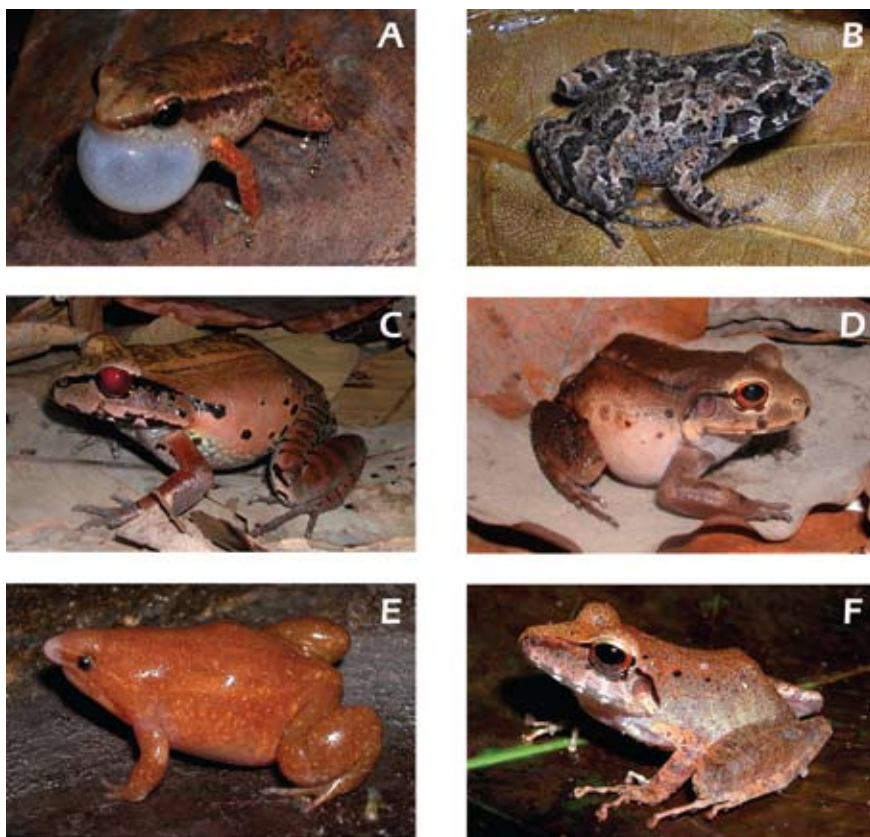
△

Figura 3 :: Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Florestal Adolpho Ducke com a disposição do sistema de trilhas, das 31 parcelas ripárias e das oito poças isoladas.

Considerando a subdivisão usada como padrão para comparações com outros sítios do PPBio, houve uma pequena redução do número de espécies quando comparado com a grade completa, onde 95 % das espécies do

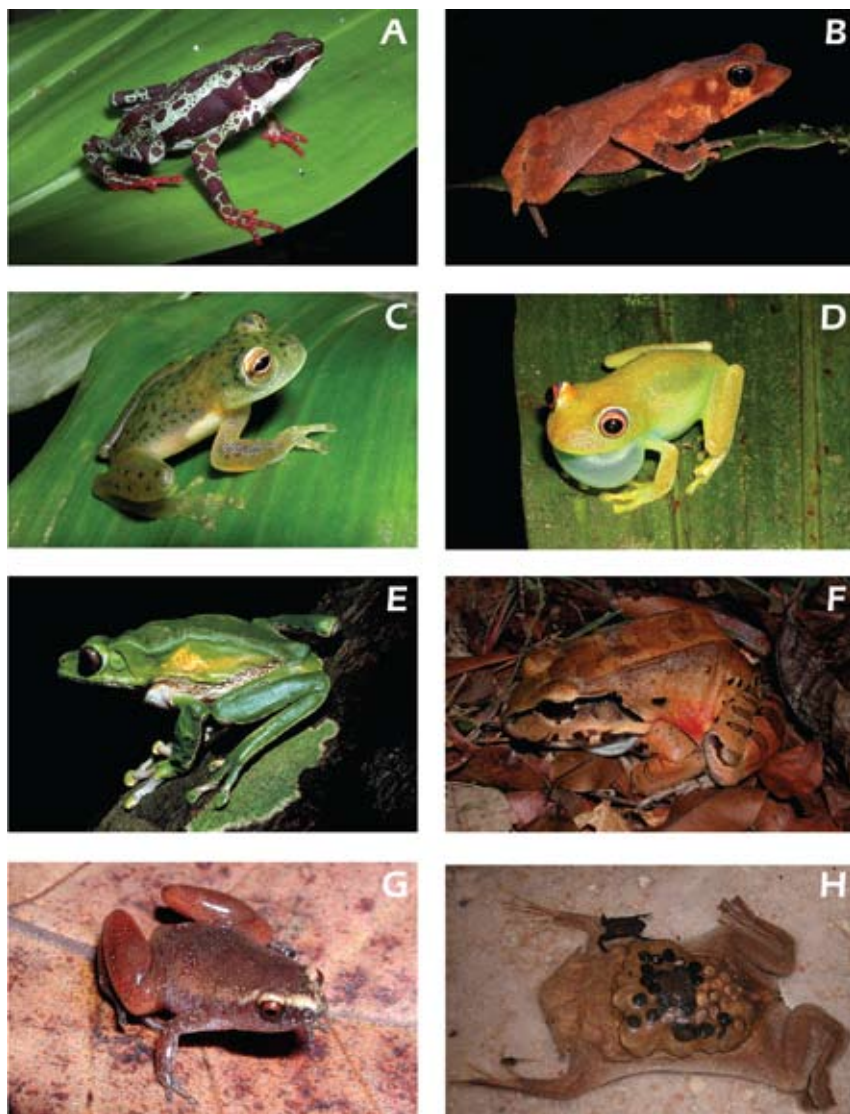
interior de floresta foram registradas. As outras três espécies que não foram encontradas na grade do PPBio são espécies pouco abundantes ou que não puderam ser detectadas com os métodos empregados, ou ainda que ocorrem em ambientes específicos, tais como poças isoladas. Se as parcelas do PPBio tivessem sido instaladas em outras áreas alternativas, somente as espécies pouco abundantes não teriam sido amostradas.

A base de dados do presente estudo permite monitoramentos futuros das populações e a identificação de eventuais mudanças nos tamanhos destas populações, implicando na elaboração de estratégias para conservação, tais como o Plano de Manejo para a Reserva. Além disso, este estudo também permite a comparação com outras áreas para levantamento da diversidade de espécies.



△

Figura 4 :: Espécies de sapos da Reserva Ducke com reprodução terrestre. A) *Anomaloglossus stepheni*; B) *Leptodactylus* aff. *andreae*; C) *Leptodactylus pentadactylus*; D) *Leptodactylus stenodema*; E) *Synapturanus* cf. *salseri* e F) *Pristimantis fenestratus*. (fotos: William E. Magnusson e Albertina P. Lima)



△

Figura 5 :: Espécies de sapos da Reserva Ducke com reprodução em igarapés ou poças temporárias ou permanentes. A) *Atelopus spumarius*; B) *Rhinella proboscidea*; C) *Cochranella oyampiensis*; D) *Hypsiboas cinerascens*; E) *Phyllomedusa bicolor*; F) *Leptodactylus knudseni*, G) *Chiasmocleis hudsoni* e H) *Pipa pipa*. (fotos: William E. Magnusson e Albertina P. Lima)

Conclusões e implicações conservacionistas

Quando levantamentos biológicos de uma área, como uma reserva ou local a ser impactado por um empreendimento são feitos, normalmente não se sabe

a distribuição das espécies. Para tentar coletar um maior número de informações, com menor custo e tempo, a maioria dos pesquisadores estratifica as amostragens por unidades paisagísticas óbvias em imagens de sensoriamento remoto. No caso da Reserva Ducke, não existe evidência distinta em imagem de sensoriamento remoto, no entanto, em escala local é evidente a diferença entre as áreas ripárias e as áreas afastadas dos igarapés, entre áreas perto de poças isoladas e outras áreas.

Os resultados deste estudo mostram que amostras feitas em áreas pequenas (1 - 5 km²) podem captar muito pouco da diversidade local. Além disso, a localização do sistema de amostragem afeta muito as espécies encontradas, mesmo em grades grandes (25 km²) como o padrão do PPBio.

Na Reserva Ducke a subdivisão de 25 km² escolhida para comparações com outros sítios PPBio-PELD, foi definida principalmente por razões logísticas (Figura 1). Mesmo uma grade localizada no centro da reserva (subdivisão 1, Figura 1), captando as duas bacias de drenagem não teria amostrado todas as espécies de anuros de interior de floresta, diferentemente da comunidade de lagartos, em que qualquer localização da grade de 25 km² capta todas as espécies (ver o capítulo de Lagartos neste livro).

Áreas maiores que 25 km² provavelmente não são viáveis para estudos intensivos de processos ecológicos, mas áreas de manejo como Parques Nacionais e concessões de extração de madeira, normalmente são muito maiores. Por isto, é importante associar módulos menores da grade completa para amostrar a biodiversidade da região, e calibrar os modelos de processos ecológicos oriundos da grade sobre uma área maior.

Manchas paisagísticas óbvias em imagens de sensoriamento remoto são unidades potenciais para estratificação de amostragens. No entanto, é importante lembrar que as manchas paisagísticas não são necessariamente unidades ecológicas, ou unidades potenciais para planejamento de manejo. Na maioria dos casos, bacias hidrográficas são unidades ecológicas mais apropriadas para planejamento do uso da terra. Este estudo mostrou diferenças na anurofauna entre bacias hidrográficas, independente de diferenças paisagísticas grosseiras reconhecidas antes do estudo. Portanto, recomenda-se que a estratificação de amostragem para a localização de módulos seja realizada em relação a ambas manchas paisagísticas e bacias de drenagem.

Agradecimentos

Nós agradecemos J. S. Lopes, M. M. Lima, J. T. Nascimento e E. V. Farias pelo auxílio nas atividades de campo; W. E. Magnusson pelas críticas e sugestões; Ibama pelas autorizações de coleta (027/02, 036/03,

099/04, 062/05, 095/05); CNPq pelo suporte financeiro (550651/01-2, 471453/03-0); CAPES pelas bolsas de pós-graduação para Marcelo Menin e Fabiano Waldez e CNPq pela bolsa de pós-graduação para Domingos J. Rodrigues.

Sugestões de leitura

- Guimarães, F.W.S. 2004. *Distribuição de espécies da herpetofauna de liteira na Amazônia central: influência de fatores ambientais em uma meso-escala espacial*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 57pp.
- Hero, J.-M. 1990. An illustrated key to tadpoles occurring in the Central Amazon rainforest, Manaus, Amazonas, Brasil. *Amazoniana*, 11(2):201-262.
- Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; Hödl, W. 2006. *Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central = Guide to the frogs to Reserva Adolpho Ducke, central Amazonia*. Áttema Design Editorial, Manaus, Brasil. 168p.
- Menin, M. 2005. *Padrões de distribuição e abundância de anuros em 64 km² de floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 103pp.
- Menin, M.; Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Waldez, F. 2007. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, 23:539-547.
- Menin, M.; Waldez, F.; Lima, A.P. 2008. Temporal variation in the abundance and number of species of frogs in 10,000 ha of a forest in Central Amazonia, Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 3:68-81.
- Rodrigues, D.J. 2006. *Influência de fatores bióticos e abióticos na distribuição temporal e espacial das comunidades de girinos em poças temporárias em 64 km² de floresta de terra firme na Amazônia Central*. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 98pp.

Maria Goretti M. Pinto
William E. Magnusson
Albertina P. Lima



Lagartos

Os lagartos são considerados organismos modelo para estudos ecológicos, pois o grupo é geralmente abundante e pouco diversificado localmente, as espécies possuem mobilidade restrita e são relativamente fáceis de identificar. O grupo pode ser um bom bio-indicador e, através do seu estudo, pode-se aprender sobre a organização das comunidades naturais e entender porque os ecossistemas seguem regras aparentes, conhecimentos essenciais para pessoas que manejam ecossistemas e tomadores de decisões.

Apesar da Reserva Ducke ser uma das áreas mais estudadas da Amazônia Central, poucos estudos sobre lagartos foram realizados lá. Apenas dezoito espécies de lagartos haviam sido registradas para a Reserva Ducke até 2002. O primeiro levantamento da comunidade de lagartos em toda a extensão da reserva foi realizado em 2006, identificando 26 espécies, sendo nove espécies inéditas para a área. Durante o estudo, a espécie *Ptychoglossus brevifrontalis* foi registrada pela primeira vez no Estado do Amazonas. Por outro lado, a espécie *Iphisa elegans* não foi avistada, apesar de registrada anteriormente para a reserva. A maioria das espécies foi encontrada em todas as partes da reserva, mas cinco espécies foram associadas às áreas mais baixas, próximas a igarapés, atribuindo maior riqueza de lagartos a este tipo de local.

Com riqueza total de 27 espécies, a área é comparável com as demais localidades da Bacia Amazônica, que variam de 20 a 30 espécies de lagartos. Com o contínuo avanço da zona urbana sobre a reserva, é possível ainda que mais três espécies que habitam áreas da cidade de Manaus, *Polychrus marmoratus*, *Tropidurus hispidus* e *Cnemidophorus* sp., venham a colonizar a reserva no futuro (Figura 1).

Para acompanhar este tipo de mudança e avaliar as perdas e/ou ganhos de biodiversidade, os estudos de levantamento de espécies e monitoramento são ferramentas essenciais, desde que bem planejados e executados.



Figura 1 :: A) *Tropidurus hispidus* e B) *Cnemidophorus* sp. que foram introduzidas na Amazônia Central, nos arredores da cidade de Manaus. Essas espécies já podem ser encontradas em áreas abertas em volta da Reserva Ducke.

O Estudo

Na Reserva Ducke, foi instalada uma grade de 64 km² com 72 parcelas em 2000, objetivando o levantamento sistemático e integrado de biodiversidade e fatores abióticos. Em 2006, o PPBio delimitou uma grade menor de 25 km² e com 30 parcelas na região oeste da grade maior. Neste trabalho

avaliou-se o efeito de localização da grade completa de 25 km² selecionada pelo PPBio (grade PPBio) e de outras cinco grades alternativas do mesmo tamanho (1, 2, 3, 4 e Meio), em relação à grade maior, e também o efeito de dois métodos de amostragem no número de espécies de lagartos encontradas. A grade 1 localiza-se no canto noroeste da grade maior, a grade 2 no canto nordeste, a grade 3 no canto sudoeste, a grade 4 no canto sudeste e a grade central localiza-se no centro da Reserva (Figura 2).

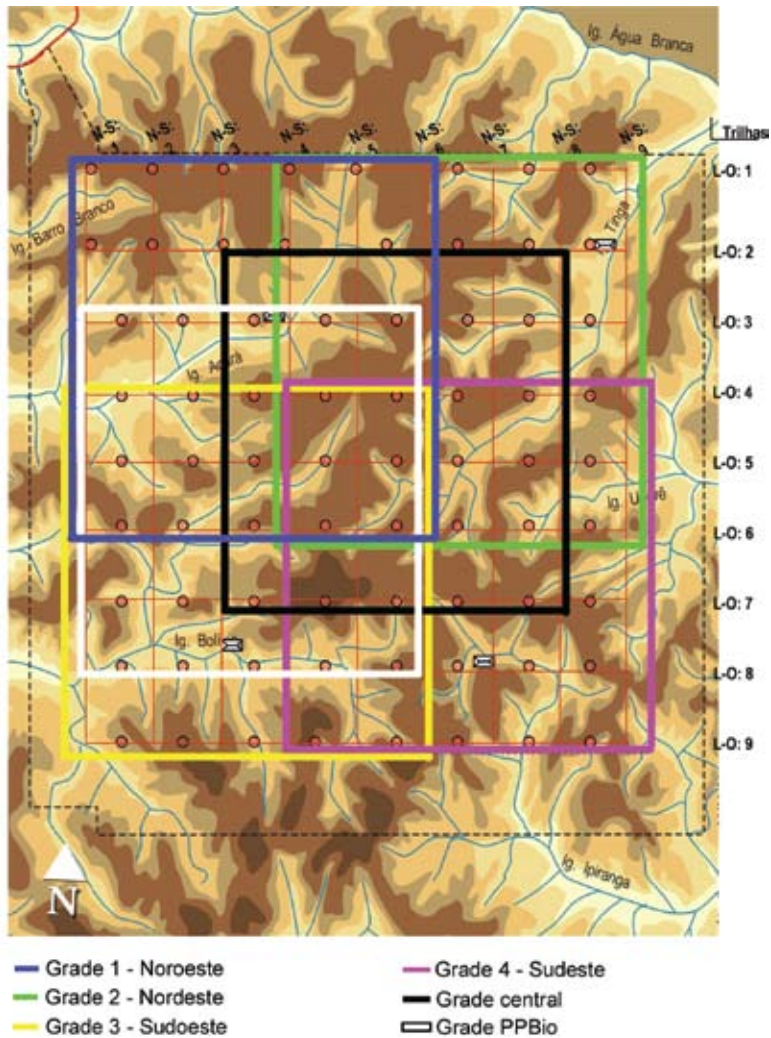


Figura 2 :: Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Florestal Adolpho Ducke com a disposição do sistema de trilhas, das 72 parcelas terrestres de distribuição uniforme e das delimitações das 30 parcelas das subdivisões 1, 2, 3, 4, central e grade PPBio.

Para amostrar a comunidade de lagartos nas parcelas da Reserva Ducke, foram utilizados dois métodos: levantamento visual (busca na liteira – camada de folhas caídas no chão da floresta - aliada à amostragem visual) e armadilhas de interceptação e queda (“pitfall”). O levantamento visual foi realizado em todas as 72 parcelas, enquanto as armadilhas foram instaladas em apenas 32 parcelas, na parte norte da reserva.

Riqueza de espécies

Das 26 espécies registradas durante o estudo, somente *Hemidactylus mabouia*, a lagartixa de parede, espécie introduzida e freqüentemente encontrada em edificações, estava fora da grade de 64 km². Na Reserva Ducke, essa espécie habita a área dos alojamentos e dos postos de vigilância, nas bordas da reserva, distante aproximadamente 1 km da grade.

Iguana iguana foi registrada na região dos alojamentos e numa trilha de acesso, no chão, sob dossel aberto na beira de igarapé. A espécie é grande (pode alcançar mais de 1,50 m de comprimento) e heliófila (prefere locais expostos ao sol), sendo que raramente deve entrar na floresta. Portanto, não foi encontrada nas parcelas, assim como *Anolis ortonii*, que só foi registrada numa árvore à margem do igarapé Acará, sendo atacada por uma formiga. Esta espécie pode ser rara na reserva, pode possuir hábitos muito crípticos (discretos) e/ou ocupar ambientes específicos, pouco amostrados.

O gênero *Leposoma* apresenta duas espécies na Ducke (*L. percarinatum* e *L. cf. guianense* – Ávila-Pires, com. pessoal), mas não foram diferenciadas até o término do trabalho de campo e todas foram registradas como *Leposoma spp.* A distribuição dos espécimes coletados indica que as duas espécies ocorrem sintopicamente, nos mesmos locais, em toda a reserva.

Bachia panoplia e *Ptychoglossus brevifrontalis* só foram registradas pelas armadilhas de queda (Figura 3). *Neusticurus bicarinatus* e *Alopoglossus angulatus* também foram pouco coletadas. A primeira é semi-aquática, habitando igarapés e áreas alagadas, enquanto *A. angulatus* habita áreas próximas a cursos d’água. Como as parcelas próximas a igarapés representam apenas 25% das 72 parcelas, é possível que estas espécies tenham sido subamostradas. *Uracentron azureum*, que habita o dossel, e *Tecadactylus rapicauda*, de hábito noturno, foram raras, provavelmente devido aos métodos utilizados. *Tupinambis teguixin* (teiú), espécie grande (pode alcançar mais de um metro de comprimento), heliófila e que necessita de grandes áreas pra viver, foi relativamente rara na reserva, sendo esperado que não use muito o interior da floresta por ser mais sombrio.

As grades 1 e PPBio registraram 20 espécies, enquanto as grades 2, 3 e Central registraram 19 espécies e a grade 4 registrou 17 (Tabela 1). Somente as espécies mais raras ou sub-amostradas não foram registradas em uma, duas ou três grades alternativas, indicando que todas as grades foram razoavelmente eficientes em revelar a maioria das espécies de lagartos da comunidade. Entretanto, houve diferença visível na abundância registrada, sendo que as grades 1, 3 e PPBio (localizadas principalmente no lado oeste) foram mais abundantes em lagartos do que as grades 2 e 4 (localizadas principalmente no lado leste), o que pode estar associado à maior densidade de árvores no lado leste da reserva. A maior densidade de árvores resulta em menor insolação no chão da floresta, desfavorecendo várias espécies de lagartos que utilizam as manchas de sol.

Comparando a grade PPBio com a grade de 64 km² da Ducke, conclui-se que a localização escolhida é bem representativa da área da reserva, em relação ao número de espécies de lagartos detectáveis com o método de levantamento visual, pois a grade PPBio registrou as 20 espécies registradas na grade maior. Isto ocorreu porque a maioria das espécies de lagartos da Reserva Ducke é generalista no uso do habitat e está presente em toda



△
Figura 3 :: A) *Bachia panoplia* e B) *Ptychoglossus brevifrontalis* vivem no folhicho da floresta e só foram registradas pelas armadilhas de queda. (fotos: Bill Quatman)

Tabela 1 :: Número de registros das espécies de lagartos amostradas na Reserva Ducke, Manaus, AM, através de levantamento visual na grade completa (25 km²) e em cinco grades alternativas.

▽

Famílias / Espécies	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade do meio	Grade PPBio
Gekkonidae						
<i>Coleodactylus amazonicus</i>	202	216	281	211	283	279
<i>Pseudogonatodes guianensis</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Gonatoes humeralis</i>	340	213	367	274	288	360
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	3	1	2	1	1	2
Scincidae						
<i>Mabuya nigropunctata</i>	58	77	85	73	68	75
Teiidae						
<i>Kentropyx calcarata</i>	166	104	155	93	120	154
<i>Ameiva ameiva</i>	9	9	8	11	4	8
<i>Tupinambis teguixin</i>	1	1	2	1	1	2
Iguanidae						
<i>Uranoscodon supersilius</i>	7	1	8	2	2	7
<i>Uracentron azureum</i>	2	0	1	0	0	2
<i>Plica umbra</i>	28	27	24	17	29	26
<i>Plica plica</i>	7	1	5	7	9	4
<i>Anolis fuscoauratus</i>	94	79	96	93	92	94
<i>Anolis nitens nitens</i>	8	2	3	2	2	4
<i>Anolis punctatus</i>	15	8	16	6	16	18
Gymnophthalmidae						
<i>Neusticurus bicarinatus</i>	2	1	0	0	1	1
<i>Leposoma spp.</i>	12	11	17	12	11	11
<i>Arthrosaura reticulata</i>	27	16	36	24	30	33
<i>Alopoglossus angulatus</i>	2	1	1	0	2	2
<i>Bachia panoplia</i>						
<i>Ptychoglossus brevifrontalis</i>						
<i>Tretioscincus agilis</i>	22	23	18	16	18	21
Total	1005	792	1123	844	978	1104

a área, diferentemente do que acontece, por exemplo, com os anfíbios anuros, que têm muitas espécies especialistas, restritas a alguns ambientes (Menin et. al., capítulo deste livro).

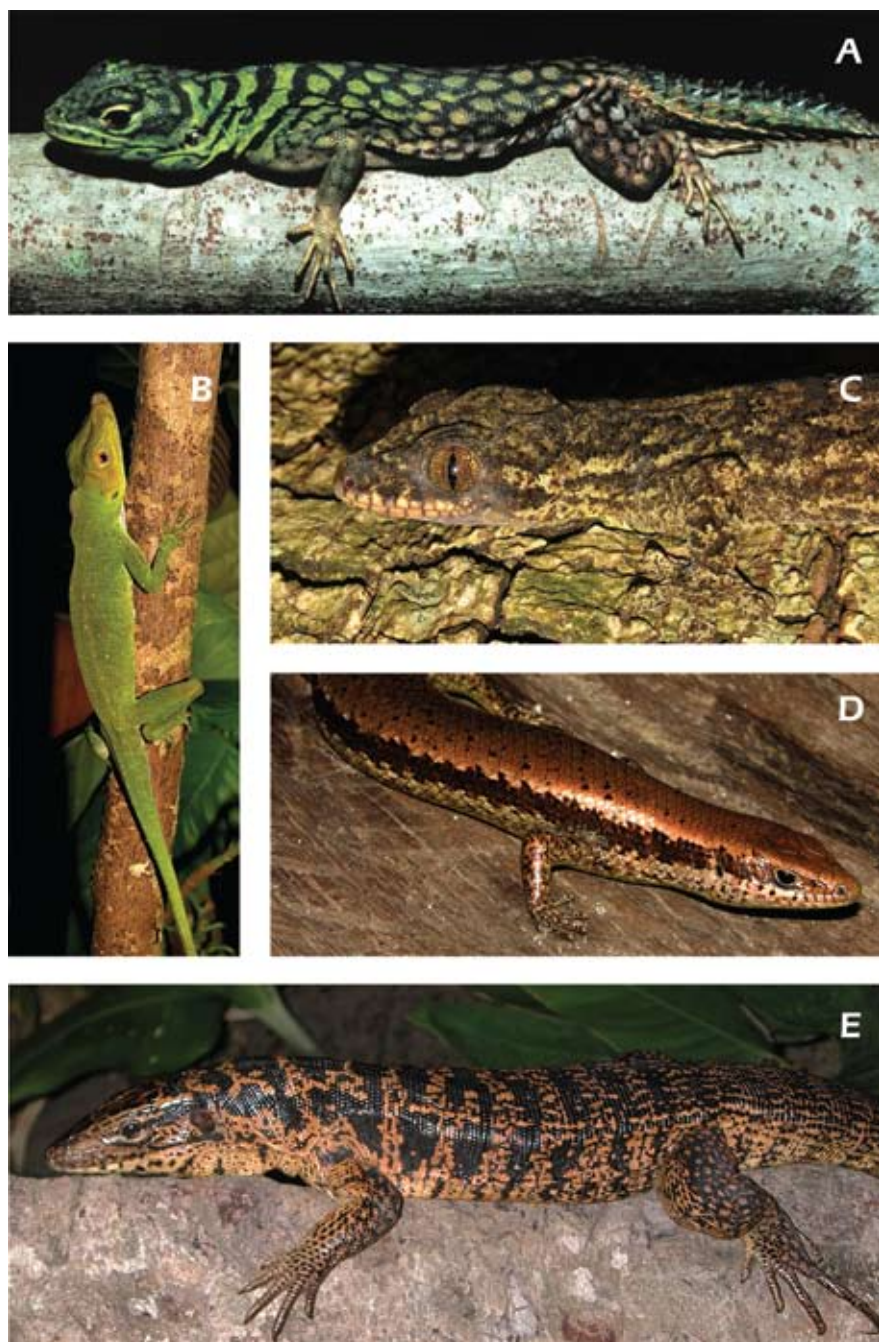
Amostragem Visual X Armadilhas de Queda

O levantamento visual possibilitou registrar duas espécies a mais que o método de armadilhas (Tabela 2), e maior frequência de espécies. Também se registrou por esse método, nas 32 parcelas, cinco espécies que não foram coletadas nas armadilhas: *Mabuya nigropunctata*, *Tupinambis teguixin*, *Anolis punctatus*, *Tecadactylus rapicauda* e *Uracentron azureum* (Figura 4). Por outro lado, *Bachia panoplia*, espécie de hábito fossorial (vive no solo), e *P. brevifrontalis*, que habita a liteira (vive na camada de folhas e raízes sobre o solo), só foram coletadas nas armadilhas, sendo que esta foi registrada pela primeira vez no Estado do Amazonas. *Pseudogonatodes guianensis* também foi coletada somente nas armadilhas, nas 32 parcelas,

Tabela 2 :: Número de registros das espécies de lagartos amostradas na Reserva Ducke, Manaus, AM, através de levantamento visual e com armadilhas, em 32 parcelas.

▽

Famílias / Espécies	Levantamentos visuais	Armadilhas
Gekkonidae		
<i>C.amazonicus</i>	223	5
<i>P.guianensis</i>	0	7
<i>G.humeralis</i>	253	1
<i>T.rapicauda</i>	3	0
Scincidae		
<i>M.nigropunctata</i>	69	0
Teiidae		
<i>K.calcarata</i>	146	51
<i>A.ameiva</i>	8	4
<i>T.teguixin</i>	1	0
Iguanidae		
<i>U.supersilius</i>	1	1
<i>U.azureum</i>	1	0
<i>P.umbra</i>	28	5
<i>P.plica</i>	3	1
<i>A.fuscoauratus</i>	90	3
<i>A.nitens nitens</i>	7	1
<i>A.punctatus</i>	6	0
Gymnophthalmidae		
<i>N.bicarinatus</i>	0	0
<i>Leposoma spp.</i>	10	43
<i>A.reticulata</i>	24	73
<i>A.angulatus</i>	0	0
<i>B.panoplia</i>	0	2
<i>P.brevifrontalis</i>	0	2
<i>T.aquilis</i>	21	7
Total	894	206



△
Figura 4 :: A) As espécies *Uracentron azureum*; B) *Anolis punctatus*; C) *Tecadactylus rapicauda*; D) *Mabuya nigropunctata* e E) *Tupinambis teguixin* só foram detectadas através do levantamento visual, que foi o método mais eficiente e de menor custo.

apesar de ter sido registrada por levantamento visual em outras duas parcelas da grade maior.

No geral, as armadilhas amostraram menos espécies e em menor abundância do que o método de levantamento visual, apesar de terem sido melhores para capturar lagartos da família *Gymnophthalmidae*. Apesar desse estudo ter obtido uma das maiores taxas de captura já registradas no Brasil para armadilhas de queda, os levantamentos visuais foram mais econômicos e eficazes, revelando mais espécies por dinheiro investido.

Nenhum dos dois métodos é suficiente para amostrar o número total de espécies de lagartos da comunidade. Eles podem ser complementares, para estudos de levantamentos de fauna. Pode-se dizer que os dois métodos registram comunidades com composições diferentes, já que amostram espécies e principalmente abundâncias diferentes.

O tempo gasto para realizar os três levantamentos nas 32 parcelas foi um pouco maior que para utilizar as armadilhas, mas o método de armadilhas foi bem mais caro, com emprego de mais pessoas e logística mais complexa. O método de armadilhas requer pessoas com muita disposição física e apresenta a vantagem de eliminar erros tendenciosos causados pelas variações entre coletores. No entanto, as armadilhas (baldes) não podem ser instaladas em terrenos alagáveis, em afloramentos rochosos ou terrenos muito acidentados, inviabilizando a amostragem das espécies restritas a estas áreas e criando um viés geográfico na amostragem.

Conclusões

A grade completa de 25 km² foi tão eficaz quanto a grade de 64 km² da Reserva Ducke para amostrar as espécies de lagartos que ocupam o interior da floresta, indicando que a grade apresentou bom tamanho e localização. Já que a maioria das espécies de lagartos da área é generalista no uso do habitat, a grade completa contemplou a variação de habitat necessária, basicamente áreas baixas com igarapés e áreas mais altas, para amostrar a comunidade do interior da floresta.

As armadilhas “pitfall” amostraram menos espécies e em menor abundância do que o método de levantamento visual, mas as armadilhas registraram algumas espécies não visualizadas através do levantamento visual. Assim, sugere-se a utilização prioritária do método de levantamento visual para amostragem de comunidades de lagartos para fins de comparações entre habitats e identificação de padrões de distribuição em comunidades de lagartos, em floresta de terra firme, na Amazônia. As armadilhas “pitfall” devem ser utilizadas quando houver recursos disponíveis, especialmente

em projetos de monitoramento de longo prazo, quando o custo pode ser distribuído por um período maior, e quando o objetivo principal for maximizar a captura de espécies semi-fossoriais, discretas e as terrícolas mais ágeis.

O levantamento sistemático da comunidade de lagartos realizado em toda a extensão da Reserva Ducke, utilizando dois métodos de amostragem, representa o marco inicial para o monitoramento daquela comunidade. A continuação do estudo, através de levantamentos análogos periódicos, deve permitir análises importantes sobre o efeito do crescimento urbano sobre a biodiversidade local e regional, à medida que o crescimento da cidade de Manaus pressiona mais a Reserva Ducke. A Convenção da Diversidade Biológica, ratificada pelo Congresso Nacional, reconhece a importância deste tipo de estudo e incentiva a realização dos mesmos. Assim, os estudos produzidos no âmbito do PPBio constituem importante iniciativa brasileira neste sentido.

Agradecimentos

Agradecemos aos ajudantes de campo: Edivaldo Vasconcelos, Ayres Lopes, José Lopes e Paulo Lopes; a T. C. S. Ávila-Pires pela identificação dos *Leposoma* spp. , Bill Quatman, pelo apoio no trabalho de campo e pelas fotos; ao IBAMA, pelas licenças de coleta concedidas através do processo 02010.005187/02-14; à FAPEAM, pelo auxílio concedido através do processo 786/2003 (Programa Jovem Cientista Amazonida) e ao CNPq pela bolsa de estudos a MGMP e pelo financiamento concedido a Albertina Lima, através do PNOGP.

Sugestões de leitura

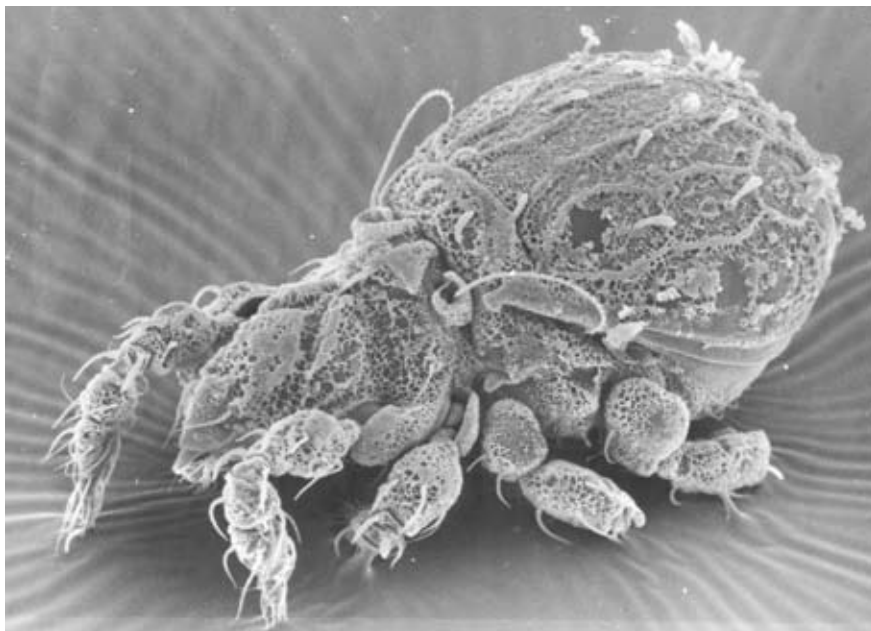
- Ávila-Pires, T. C. S. 1995. Lizards of Brazilian Amazon. *Zool. Verh. Leiden*. 299: 3-706.
- Menin, M. 2005. Padrões de distribuição e abundância de anuros em 64 km² de floresta de terra firme na Amazônia Central. Tese de Doutorado, INPA/UFAM, Manaus, Amazonas.
- Pianka, E. R. & Vitt, L. J. 2003. Lizards. Windows to the evolution of diversity. University of California Press, California, USA.
- Pinto, M. G. M. 2006. Diversidade beta, métodos de amostragem e influência de fatores ambientais sobre uma comunidade de lagartos na Amazônia Central. Tese de Doutorado. INPA/UFAM, Manaus, AM.

Elizabeth Franklin
Nair Otaviano Aguiar
Eliane Débora Leite Soares



Invertebrados do Solo

A serrapilheira é a camada de folhas, galhos e demais materiais orgânicos em decomposição sobre o solo dos ecossistemas florestais. Estes dois ambientes, a serrapilheira e o solo, são habitados por diversos grupos de invertebrados. Os meso-invertebrados são aqueles animais maiores que 100 μm e menores que 2 mm de comprimento e os macro-invertebrados são os maiores que 2 mm. Estes grupos têm como um dos principais representantes os ácaros (Figura 1) e as formigas (Figura 2), respectivamente. Para levantamentos rápidos da biodiversidade são utilizados grupos-alvo capazes de fornecer respostas e/ou indicações satisfatórias em curto espaço de tempo. Os invertebrados são indicadores úteis porque são ecológica e funcionalmente importantes e exercem papel vital na decomposição, na formação do solo e em outros processos do ecossistema. Por exemplo, muitos são importantes no consumo e na decomposição da matéria orgânica, assim como constituem fonte alimentar para muitas outras espécies animais, como anfíbios, calangos, pássaros e mamíferos. Os invertebrados conhecidos como “engenheiros-do-solo”, produzem grande variedade de poros e outras estruturas organominerais (macro-agregados, montículos e ninhos) que possuem o efeito de descompactar o solo, facilitando a infiltração da água, nutrientes em solução e oxigênio para as plantas. Outros são predadores, com potencial para serem usados como controle biológico de pragas agrícolas. Aliado à importância destes animais, eles são abundantes e relativamente simples de coletar. Existe ainda um grande número de espécies, sendo que muitas são específicas de um habitat. Desse modo, para contribuir com as decisões sobre a manutenção das espécies e de manejo de ambientes, os invertebrados podem ser selecionados como indicadores ambientais, para serem monitorados de modo que as mudanças no ambiente possam ser detectadas ou ainda como indicadores ecológicos, para serem usados para avaliar o impacto das perturbações ambientais sobre as comunidades biológicas.



△

Figura1 :: Representante dos meso-invertebrados. Ácaro (Sub-ordem Oribatida), pertencente ao gênero *Eremobelba*. Posição dorso-lateral. Microscopia Eletrônica (X 186), (imagem: G. Alberti e Franklin, E.)

Entre os meso-invertebrados do solo, predominam pequenos artrópodes, tais como os ácaros (Cheliceriformes, Classe Acari) e hexapodes conhecidos como colêmbolos (Classe Entognatha: Ordem Collembola) e as formigas (Classe Insecta: Ordem Hymenoptera). Esses organismos são muito abundantes e diversificados, podem atingir milhares de indivíduos e centenas de espécies por metro quadrado na superfície do solo. Desde 1996, alguns estudos sobre os meso-invertebrados da serrapilheira e do solo têm se concentrado em inventários em escala meso-espacial (área representativa em relação ao tamanho de uma reserva ecológica) em ambientes florestais e fragmentados, como os efetuados em uma savana na Amazônia oriental, em Alter do Chão, Estado do Pará, Brasil. Outra grande área de amostragem (aproximadamente 10.000 ha) é a Reserva Ducke, situada a cerca de 30 km de Manaus. A Reserva Ducke é um mosaico composto por vários tipos de solos e de vegetação. Essa heterogeneidade ambiental gera diferentes condições de recursos alimentares e de habitat, uma vez que os invertebrados do solo são afetados por numerosos fatores como a topografia, características do solo e características da camada de serrapilheira. Entretanto, a contribuição dessas variáveis ambientais na composição e distribuição da fauna de invertebrados do solo não tem sido bem estudada na Amazônia.

Na Reserva Ducke, já foram realizadas diversas investigações sobre pequenos invertebrados do solo, porém, principalmente devido à dificuldade de locomoção dentro da reserva antes da implantação de uma grade de 64 km² utilizada pelo PPBio, as coletas estiveram concentradas em aproximadamente 5% da área da reserva. Desse modo, as variações de solo (física e química), altitude, inclinação e estrutura de vegetação da reserva não foram completamente enfocadas. Poucos grupos, principalmente entre os meso-invertebrados, foram estudados em níveis de gêneros ou de espécies.

Em 2003, três dissertações de mestrado efetuadas pela equipe de invertebrados do solo do PPBio, enfocando os meso e macro-invertebrados foram realizadas na grade da reserva e registraram dados das relações desses animais com fatores ambientais (altitude e inclinação do terreno, porcentagem de argila e de carbono do solo e quantidade de serrapilheira). Nesse capítulo, comparamos alguns resultados extraídos dessas dissertações e acrescentamos outras informações da equipe sobre os avanços que a grade propiciou ao conhecimento dos invertebrados da serrapilheira e do solo da reserva, dando ênfase aos ácaros oribatídeos e aos pseudoescorpiões.

Nessas pesquisas foram coletados 38.131 invertebrados, distribuídos em 47 categorias zoológicas (Tabela 1). Cerca de 50% deste total foi composto pelos insetos hexápodos em geral (Classes Insecta e Entognatha) e 21% pelos arachnídeos (Classe Arachnida). Entre os insetos, os grupos mais



△

Figura 2 :: Representante dos macro-invertebrados. *Crematogaster stollii*, espécie de formiga, pertencente à classe Insecta: Ordem Hymenoptera. Posição lateral. (imagem: PPBio/INPA)

Tabela 1 :: Número total de indivíduos e frequência de meso- e macro-invertebrados da serrapilheira e do solo na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Brasil. A seqüência dos grupos está organizada dos mais abundantes até os menos abundantes na coluna de abundância total.

▽

CATEGORIAS ZOOLOGICAS		ABUNDÂNCIA			FREQUÊNCIA	
		Aparelho de Berlese Mesofauna	Coleta Manual Macrofauna	Total	Aparelho de Berlese Mesofauna	Coleta Manual Macrofauna
Hexapoda	Hymenoptera: Formicidae	1379	14709	16088	276	326
	Isoptera	249	5124	5373	54	53
	Collembola	1765	453	2218	315	182
	Coleoptera adultos	181	606	787	128	211
	Coleoptera imaturos	109	363	472	77	143
	Lepidoptera imaturos	5	317	322	5	48
	Diptera imaturos	40	262	302	34	100
	Diplura	116	111	227	96	81
	Blattodea	5	159	164	5	106
	Hemiptera-Heteroptera imaturos	5	111	116	5	75
	Orthoptera: Gryllidae	7	102	109	7	66
	Hemiptera-Heteroptera adultos	21	81	102	21	58
	Diptera adultos	46	54	100	41	38
	Hemiptera-Homoptera imaturos	61	24	85	39	21
	Psocoptera	44	28	72	36	16
	Dermaptera	2	48	50	2	38
	Hymenoptera: outros	22	28	50	22	17
	Embioptera	2	37	39	2	34
	Hemiptera-Homoptera adultos	27	10	37	27	10
	Protura	32	0	32	14	0
	Thysanoptera	9	22	31	9	18
	Neuroptera: Myrmeleontidae	1	28	29	1	21
	Trichoptera imaturos	5	0	5	5	0
	Thysanura	2	2	4	1	1
	Mantodea	0	1	1	0	1

▷

Continuação da Tabela 1 ::



CATEGORIAS ZOOLOGICAS		ABUNDÂNCIA			FREQÜÊNCIA	
		Aparelho de Berlese Mesofauna	Coleta Manual Macrofauna	Total	Aparelho de Berlese Mesofauna	Coleta Manual Macrofauna
Arachnida	Acari: Oribatida	3753	196	3949	342	77
	Acari: outros	2154	166	2320	277	101
	Araneae	205	895	1100	113	283
	Pseudoscorpionida	183	656	839	111	251
	Opilionida	34	183	217	8	121
	Uropygi	4	27	31	4	22
	Ricinulei	3	22	25	3	19
	Scorpionida	0	4	4	0	4
	Palpigradi	2	0	2	1	0
	Schizomida	1	0	1	1	0
Myriapoda	Diplopoda	85	844	929	55	270
	Chilopoda	41	165	206	37	115
	Symphyla	129	40	169	93	34
	Paupopoda	48	1	49	38	1
Crustacea	Isopoda	56	887	943	47	267
	Copepoda	2	0	2	1	0
Annelida	Oligochaeta	21	491	512	16	169
	Hirudinea	0	3	3	0	3
Mollusca	Gastropoda	0	8	8	0	8
Platyhelminthes	Turbellaria	0	4	4	0	4



Continuação da Tabela 1 ::



CATEGORIAS ZOOLOGICAS		ABUNDÂNCIA			FREQUÊNCIA	
		Aparelho de Berlese Mesofauna	Coleta Manual Macrofauna	Total	Aparelho de Berlese Mesofauna	Coleta Manual Macrofauna
Nematoda	Nematoda	0	2	2	0	1
Onychophora	Onychophora: <i>Peripatus</i>	0	1	1	0	1
Total		10856	27275	38131		

abundantes foram as formigas (Formicidae), os isópteros ou cupins (Isoptera), os colêmbolos, os coleópteros ou besouros (Coleoptera) adultos e imaturos, as lagartas de borboletas e/ou mariposas (Lepidoptera imaturos), os tapurús de moscas (Diptera imaturos) e os dipluros (Diplura). Entre os arachnídeos, os ácaros oribatídeos e não oribatídeos (Acari), as aranhas (Araneae) e os pseudoescorpiões (Pseudoscorpionida) foram os mais abundantes. Entre os miriápodes (Myriapoda), dominaram os diplópodos, conhecidos como embuá ou gongolo (Diplopoda) e os quilópodos, conhecidos como centopéia ou piolhos-de-cobra (Chilopoda). Os tatuzinhos de jardim (Crustácea: Isopoda) e as minhocas (Annelida: Oligochaeta) também foram abundantes. Esses grupos mais abundantes também tiveram altas frequências (quantas vezes esses animais foram registrados nas amostras de cada método de coleta). Isso significa que eles se distribuem por toda a reserva. Os outros grupos foram menos abundantes e menos frequentes.

Apesar da grande extensão da grade de amostragem (64 km²), representativa de grande parte das variações do solo, topografia e tipos de vegetação na reserva, a identificação dos meso-invertebrados em grupos taxonômicos superiores, como Classe e Ordem, não foi suficiente para detectar as variações que ocorrem em sua distribuição em função das variáveis ambientais. Estas categorias abrangem muitos gêneros e

espécies, tornando difícil a percepção de suas relações com os fatores do meio ambiente. Partindo desses resultados preliminares, os ácaros oribatídeos e os pseudoescorpiões foram identificados em nível de espécie e os exemplos são mostrados a seguir.

Ácaros oribatídeos

Devido à dificuldade de triagem e identificação, até o momento apenas as espécies coletadas em três das nove trilhas da grade da Reserva Ducke foram identificadas, representando apenas 17% do esforço de coleta empregado. Foram encontrados 405 indivíduos, distribuídos em 21 espécies e 36 morfo-espécies (espécies ainda não identificadas completamente ou provavelmente novas para a ciência). Estes números superam os obtidos para a reserva antes da implantação da grade (26 espécies e 25 morfo-espécies). Foram incluídos novos registros de espécies (Tabela 2) e foi aumentado o número de espécies conhecidas na reserva de 51 para 87, sendo que 63% são morfo-espécies. O número de espécies desconhecidas para a ciência encontrado neste estudo (cerca de 65%) está acima de qualquer expectativa, mostrando uma situação semelhante à de 35 anos atrás, com as primeiras coletas na área. O táxon de ácaro oribatídeo mais abundante foi a sub-espécie *Trachyoribates (Rostrozetes) ovulum ovulum* (16% do total), seguida de *Perscheloribates (P.) minusculus* (11%). O primeiro, juntamente com a espécie *Pergalumna passinpunctata* foram as mais frequentes, tendo sido registradas em mais de 25% das sub-amostras triadas, seguidas das espécies *Scheloribates* sp. B, *Epilohmannia* sp. A e da sub-espécie *Scheloribates (S.) praeincisus acuticlava*.

Análises preliminares mostram a correlação das espécies mais frequentes e abundantes com as variáveis ambientais (Tabela 3). A abundância de *Epilohmannia* sp. possui correlação positiva com o aumento da porcentagem de argila, ou seja, é esperado que um maior número de indivíduos seja encontrado nos locais com maior percentual de argila. Contudo, a correlação é negativa com a serrapilheira, indicando que essa espécie não está presente em grande número nos locais com pouca serrapilheira. Dois fatores (% de argila e % de Carbono) influenciam positivamente *Pergalumna passinpunctata*, resultando num aumento de sua abundância. A abundância de *Perscheloribates (P.) minusculus* é maior com o aumento da porcentagem de argila. A abundância de *Trachyoribates (Rostrozetes) ovulum ovulum* possui relação negativa com a porcentagem de carbono. *Trychoribates (Rostrozetes) sp.* possui relação negativa com a porcentagem de carbono, mas positiva com a serrapilheira. A inclinação do terreno

Tabela 2 :: Diversidade de ácaros oribatídeos (Acari: oribatida) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Brasil. A sequência dos táxons está organizada em ordem alfabética.



Espécies	Esse estudo		Beck (1971)
	Registros	Novo registro	
1 <i>Afronothrus</i> sp.	X		X
2 <i>Allonothrus</i> (A.) <i>neotropicus</i>			X
3 <i>Allonothrus</i> (A.) sp.	X		X
4 <i>Arceremaeus</i> sp.			X
5 <i>Archegozetes longisetosus</i>	X		X
6 <i>Carabodes</i> sp.			X
7 <i>Cavernocepheus monstruosus</i>			X
8 <i>Cyrthermannia vicinicornuta</i>	X		X
9 <i>Dolicheremaeus bolivianus</i>	X		X
10 <i>Dolicheremaeus</i> sp.	X		X
11 <i>Eohypochthonius</i> sp.			X
12 <i>Epactozetes</i> sp.			X
13 <i>?Epidamaeus</i> (<i>Akrodamaeus</i>) sp.	X	X	
14 <i>Epilohmannia</i> sp.	X		X
15 <i>Eremaezetes</i> sp.			X
16 <i>Eremaezetes</i> sp. A	X		X
17 <i>Eremaezetes</i> sp. B	X		X
18 <i>Eremobelba</i> sp.			X
19 <i>Eremobelba foliata</i>			X
20 <i>Eremaeus translamellatus</i>			X
21 <i>Euphthiracarus</i> sp. A	X	X	
22 <i>Euphthiracarus</i> sp. B	X	X	
23 <i>Fosseremus</i> sp.			X
24 <i>Galumna hamifer</i>	X	X	
25 <i>Galumna</i> sp. A	X		X
26 <i>Galumna</i> sp. B	X	X	
27 <i>Geminoppia velata</i>	X	X	
28 <i>Gibiicepheus</i> sp.			X
29 <i>Hamobates</i> sp.			X
30 <i>Haplophorella</i> sp.			X
31 <i>Heterobelba crassisetosa</i>			X
32 <i>Heterobelba</i> sp.	X		X
33 <i>Hoplophthiracarus</i> sp.			X
34 <i>Lamellobates</i> sp.	X		X
35 <i>Licneremaeus</i> sp.			X
36 <i>Lohmannia</i> sp.			X

Continuação da Tabela 2 ::



Espécies	Esse estudo		Beck (1971)
	Registros	Novo registro	
37 <i>Malacoangelia remigera</i>	X	X	
38 <i>Malaconothrus (Cristonothrus) neoplumosus</i>			X
39 <i>Malaconothrus (Cristonothrus) hauseri</i>	X		X
40 <i>Meristacarus</i> sp.	X	X	
41 <i>Microtegeus</i> sp.	X		X
42 <i>Nanhermannia</i> sp.			X
43 <i>Neocarabodes</i> sp.			X
44 <i>Nesiacarus</i> sp.	X	X	
45 <i>Oribotritia</i> sp.			X
46 <i>Orthogalumna</i> sp.			X
47 <i>Pergalumna foveolata</i>			X
48 <i>Pergalumna passimpunctata</i>	X	X	
49 <i>Pergalumna</i> sp. A	X		X
50 <i>Perscheloribates (P.) minusculus</i>	X	X	
51 <i>Phtiracarus</i> sp. B	X	X	
52 <i>Phtiracarus</i> sp. C	X	X	
53 <i>Phtiracarus</i> sp. D	X	X	
54 <i>Phtiracarus</i> sp. E	X	X	
55 <i>Pilobatella</i> sp.	X	X	
56 <i>Protoribates (P.) capucinus capucinus</i>	X	X	
57 <i>Rhynchoribates dilatatus</i>	X	X	
58 <i>Rhynchoribates</i> sp.	X		X
59 <i>Rhysotritia</i> sp.			X
60 <i>Rhysotritia comteae</i>			X
61 <i>Scapheremaeus</i> sp.			X
62 <i>Scheloribates (S.) praeincisus acuticlava</i>	X		X
63 <i>Scheloribates (S.)</i> sp. C	X	X	
64 <i>Scheloribates (S.)</i> sp. D	X	X	
65 <i>Scheloribates (S.)</i> sp. E	X	X	
66 <i>Scheloribates (S.)</i> sp. F	X	X	
67 <i>Solenozetes</i> sp.	X	X	
68 <i>Spathulocephus amazonicus</i>	X		X
69 <i>Sternoppia reticulata</i>	X	X	
70 <i>Sternopia</i> sp. A	X	X	
71 <i>Sternopia</i> sp. B	X	X	
72 <i>Suctobelba</i> sp.	X	X	
73 <i>Tecteremaeus anoporus</i>	X	X	

Continuação da Tabela 2 ::



Espécies	Esse estudo		Beck (1971)
	Registros	Novo registro	
74 <i>Tectocepheus</i> sp.	X		X
75 <i>Tegeozetes tunicatus</i>			X
76 <i>Teleioliodes ghanensis</i>	X		X
77 <i>Trachyoribates (Rostrozetes) bothulifer</i>	X	X	
78 <i>Trachyoribates (Rostrozetes) carinatus</i>			X
79 <i>Trachyoribates (Rostrozetes) cristatus</i>	X	X	
80 <i>Trachyoribates (Rostrozetes) ovulum ovulum</i>	X		X
81 <i>Trachyoribates (Rostrozetes) rimachensis</i>	X		X
82 <i>Trachyoribates (Rostrozetes) sp.</i>	X		X
83 <i>Truncozetes mucronatus</i>	X		X
84 <i>Tuberocepheus</i> sp.	X	X	
85 <i>Xenillus (X.) brasilianus</i>			X
86 <i>Xenolohmannia</i> sp.	X	X	
87 <i>Yoshibodes</i> sp.	X	X	
Total	57	36	51

não exerceu influência no número de indivíduos das espécies de ácaros oribatídeos.

Apesar dos resultados promissores obtidos entre as espécies de ácaros oribatídeos e as variáveis ambientais, aproximadamente 65% das espécies desse grupo hiperdiverso, ainda são desconhecidas. A falta de especialistas treinados (taxonomistas), capazes de classificar e de descrever os artrópodes coletados na região Amazônica é ainda um grande problema. Pesquisas realizadas em 25 ambientes do norte do Brasil e um no Peru mostraram que de um total de 444 táxons de ácaros oribatídeos, cerca de 300 eram ainda desconhecidos para a ciência. Além disso, apenas 15 espécies novas para a ciência foram descritas nos últimos 15 anos na região amazônica, o que significa uma taxa de apenas uma espécie descrita por ano.

Os pseudoescorpiões

Investigamos se esses invertebrados podem ser usados como indicadores biológicos para monitorar mudanças ambientais. Dez espécies foram registradas (Tabela 4), sendo dois registros inéditos para a reserva (um macho adulto de *Tyrannochthonius amazonicus* e dois adultos, macho e fêmea, de *T. irmlieri*). Os resultados deste trabalho aumentaram de 16 para 18, o total de espécies

Tabela 3 :: Valores médios, mínimos e máximos das variáveis ambientais e valores dos coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os táxons mais freqüentes e abundantes de ácaros oribatídeos (Acari: Oribatida). Os valores entre 0,3 e 0,6 indicam uma relação média; acima de 0,6 indicam relação forte

▽		Inclinação (graus)	Argila (%)	Carbono (%)	Folhiço (g)
Variáveis analisadas	Média	10,7	49,2	3,6	12,7
	Valores mínimos	0,83	4	1,4	7,1
	Valores máximos	26	87	5,5	21,5
Táxons	<i>Epilohmannia</i> sp.	-0,233	0,619	0,296	-0,337
	<i>Pergalumna passinpunctata</i>	-0,165	0,681	0,522	0,167
	<i>Perscheloribates</i> (P.) <i>minusculus</i>	0,29	0,301	-0,178	-0,254
	<i>Scheloribates</i> (S.) <i>praeincisus acuticlava</i>	0,146	0,278	0,262	0,195
	<i>Trachyoribates</i> (Rostrozetes) <i>ovulum ovulum</i>	-0,123	0,223	-0,457	0,097
	<i>Trachyoribates</i> (Rostrozetes) sp.	-0,014	-0,261	-0,728	0,333

conhecidas para Reserva Ducke. Dois fatores não apontam para a comunidade de pseudoescorpiões como bons indicadores biológicos na reserva. O primeiro é a falta de correlação com a inclinação do terreno, porcentagem de argila, porcentagem de carbono e quantidade de folhiço, significando que os pseudoescorpiões não são sensíveis a essas variáveis. O outro fator é a falta de diferença entre as comunidades das duas bacias de drenagem, indicando que esses invertebrados estão igualmente distribuídos na área estudada e são predadores generalistas. Apesar desses resultados e da falta de conhecimentos sobre a biologia, a história de vida e a taxonomia, os pseudoescorpiões como um grupo são cosmopolitas, fáceis de encontrar e de medir. Comparando com estudos prévios na reserva, observamos que possuem um padrão consistente de abundância e diversidade através dos anos, mostrando a estabilidade da comunidade, o que pode ser comprovado principalmente através da comparação com as mudanças ambientais que

Tabela 4 :: Pseudoscorpionida na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Brasil. (E) Espécies edáficas; (T) Espécies de troncos. Extraída de Aguiar et al. (2006). Os dados são provenientes das coletas dos macro e meso-invertebrados da serrapilheira e do solo.



		Morais (1985)	Adis & Mahnert (1993)	Mahnert & Adis (2003)	Aguiar et al.(2006)	
		Método de Extração				
		Kempson	Kempson	Indefinido	Coleta Manual	Berlese- Tullgren
		Profundidade no solo				
		0.0 - 7.0 cm	0 -14 cm	Indefinida	Serrapilheira	0 - 5 cm
CHTHONIIDAE						
1	<i>Pseudochthonius homodentatus</i> ^E	X	X	X	X	X
2	<i>Pseudochthonius tuxeni</i> ^E	X		X		
3	<i>Tyrannochthonius irmleri</i> ^E				X	
4	<i>Tyrannochthonius amazonicus</i> ^E					X
5	<i>Tyrannochthonius minor</i> ^E	X	X	X	X	X
6	<i>Tyrannochthonius rotundimanus</i> ^E	X		X		X
TRIDENCHTHONIIDAE						
7	<i>Tridenchthonius brasiliensis</i> ^E			X		
IDEORONCIDAE						
8	<i>Albiorix gracilis</i> ^E	X	X	X	X	X
9	<i>Albiorix arboricola</i> ^{E,T*}	X				
SYARINIDAE						
10	<i>Ideobisium schusteri</i> ^E	X	X	X	X	X
11	<i>Ideoblothrus tenuis</i> ^E	X	X	X	X	
12	<i>Microblothrus tridens</i> ^E	X	X	X		X

* De acordo com Mahnert & Adis (1985)

Continuação da Tabela 4 ::

▽		Morais (1985)	Adis & Mahnert (1993)	Mahnert & Adis (2003)	Aguiar et al.(2006)	
		Método de Extração				
		Kempson	Kempson	Indefinido	Coleta Manual	Berlese- Tullgren
		Profundidade no solo				
		0.0 - 7.0 cm	0 - 14 cm	Indefinida	Serrapilheira	0 - 5 cm
ATEMNIDAE						
13	<i>Brazilatemnus browni</i> ^É	X	X	X	X	X
14	<i>Caecatemus setosipygus</i> ^É	X		X		
CHERNETIDAE						
15	<i>Lustrochernes intermedius</i> ^T			X		
16	<i>Lustrochernes similis</i> ^{T **}	X		X		
17	<i>Phymatochernes crassimanus</i> ^T			X		
18	<i>Pseudopilanus crassifemoratus</i> ^É	X		X		

** Identificado por Morais (1985) como *Lustrochernes* sp.; confirmado como *L. similis* (Adis, J., comunicação pessoal)

poderão ocorrer na reserva. Para reforçar as tendências aqui observadas, será necessário efetuar investigações em escala meso-espacial e de longa duração, compreendendo outros habitats e outras variáveis preditoras como a umidade, a estrutura da vegetação e a cobertura de dossel.

A riqueza de espécies em cada parcela de 40 x 250 m oscilou entre 0 a 7 espécies nas 72 parcelas. O número mais freqüente de espécies registrado por parcela foi de 3 (em 18 das 72 parcelas), 4 (em 16 parcelas) e 5 (em 15 parcelas). Cinco espécies foram coletadas na primeira parcela amostrada (Linha Leste/Oeste 1, parcela do ponto 500 m), mais três espécies foram acumuladas na segunda e uma outra na terceira, resultando num número acumulativo de 9 espécies. A curva de aparecimento de novas espécies somente se estabilizou com 26 parcelas, o que corresponde a 18 km², quando as 10 espécies foram finalmente registradas. *Tyrannochthonius amazonicus* e *T. irmleri*, muito abundantes em áreas inundáveis de florestas de igapó e *T. amazonicus*, abundante também em áreas inundáveis de florestas de várzea, podem ser agora

relatadas como extremamente raras na Reserva Ducke, situada em terra firme. Desse modo, constatou-se que uma vasta área amostral é necessária para detectar espécies raras como essas, antes consideradas como praticamente exclusivas de florestas inundáveis.

Conclusões e implicações conservacionistas

A grade instalada na Reserva Ducke proporcionou, pela primeira vez, um inventário dos invertebrados numa escala amostral significativa de uma reserva biológica na Amazônia Central. Porém, nossos resultados mostraram que a identificação dos invertebrados em nível de grandes grupos não foi suficiente para mostrar sua relação com os fatores ambientais analisados e a identificação em níveis taxonômicos de gêneros e espécies necessita ser realizada. Além do mais, o efeito das variações geográficas aumenta com o tamanho da área amostrada, tornando mais difícil interpretar os efeitos biológicos e das variáveis ambientais. Em nossos inventários, não estamos nos referindo a metros, mas a quilômetros de área inventariada em ordem de atingir a escala espacial da reserva. Neste estudo, dois exemplos (ácaros oribatídeos e pseudoescorpiões) mostraram claramente que em nível de espécies os resultados foram mais promissores, revelando a distribuição das mesmas na área geográfica da reserva e suas relações com algumas variáveis do ambiente físico no qual se encontram. A continuação destas investigações poderá contribuir com as futuras implicações sobre a manutenção das espécies e de manejo de ambientes, de modo a preservar ao máximo a biodiversidade da área.

Sugestões de leitura

- Franklin, E. N., Morais, J. W. & Santos, E. M. R. (2001) Density and biomass of Acari and Collembola in primary forest, secondary forest and polycultures in central Amazonia. *Andrias* 15, 141-153.
- Franklin, E., Magnusson, W., Luizão, F.J., 2005. Relative effects of biotic and abiotic factors on the composition of soil invertebrates communities in an Amazonian savannah. *Appl. Soil Ecol.* 29, 259-273.
- Franklin, E. And Morais, J. W. 2006. Soil Mesofauna in Central Amazon. In: *Soil Biodiversity and Other Brazilian Ecosystems*. Moreira, F.M.S. Siqueira, J.O., Brussaard, L. (Eds.), CABI Publishing, pp. 142-162.
- Höfer, H., Hanagarth, W., Garcia, M., Martius, C., Franklin, E., Römcke, J., Beck, L., 2001. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. *Eur. J. Soil. Biol.* 37, 229-235.
- Lavelle, P., Spain, A.V., 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publishers. 654 pp.

Maria José do Nascimento Lopes
Ana Maria de Oliveira Pes
Carlos Augusto Silva de Azevêdo
Patricia Reis
Domingos Leonardo Vieira Pereira
José Moacir Ferreira Ribeiro
Neusa Hamada
Ruth Leila Ferreira-Keppler & José Albertino Rafael



Insetos aquáticos

[estima-se que os insetos tenham se originado há cerca de 300 milhões de anos e, durante este tempo, evoluíram em muitas direções, tornando-se adaptados a viver em quase todos os tipos de habitat. Em sua evolução, adaptaram suas necessidades de suprimento de alimento, proteção contra inimigos, organização social e adaptação a condições ambientais específicas de forma que, diversos grupos, em algum momento de sua vida, encontram-se associados ao ambiente de água doce ou salobra.

Os insetos aquáticos são organismos que apresentam uma estreita relação com ambientes aquáticos, passando uma fase de sua vida nesses ambientes ou usando-os para se alimentar ou viver. Entre os mais conhecidos estão os da ordem Odonata, conhecidos popularmente como libélulas, lavadeiras ou jacintas, pois são vistosos e encontrados sempre próximos aos cursos d'água. Também são aquáticos alguns insetos pertencentes à ordem Diptera como os carapanãs, mosquitos, pernilongos ou muriçocas, vetores de doenças como a malária, dengue e febre amarela, e os piuns ou borrachudos, vetores da oncocercose ou cegueira dos rios.

Insetos das ordens Trichoptera, Megaloptera, Plecoptera, Ephemeroptera e Odonata (Figuras 1 a 4, 6, 7, 10 a 16) possuem pelo menos um estágio de desenvolvimento na água enquanto os adultos são sempre de vida terrestre. Algumas espécies de Heteroptera (percevejos) e de Coleoptera (besouros) (Figuras 5, 8 e 9) tanto adultos quanto imaturos são encontrados sob a água. Há também espécies semi-aquáticas que vivem nas margens dos corpos d'água (alguns Heteroptera) ou associados à interface ar-água (Collembola), ou ainda, vivendo acima da superfície da água, mas, submergindo para evitar predadores (Orthoptera).

Apesar dos insetos aquáticos imaturos não serem muito conhecidos pelas pessoas, eles são importantes para a manutenção de corpos d'água como lagos, igarapés ou rios. Isso porque, ao se alimentarem transformam troncos e folhas caídas, entre outros materiais dentro da água, em partículas menores que poderão ser utilizadas por outros organismos. Além disso, são fontes de alimento para organismos tais como peixes, tartarugas, sapos, aves e morcegos. Devido ao papel desempenhado no funcionamento de ecossistemas aquáticos, os insetos aquáticos podem ser utilizados como indicadores biológicos de perturbações ambientais nesses ambientes.

A maioria das pesquisas efetuadas com insetos aquáticos na Reserva Ducke foi realizada em apenas um dos quadrantes de sua área total e, em poucos igarapés. Somente após a implementação do sistema de trilhas, adotado e replicado em outros locais pelo PPBio, trabalhos padronizados e facilmente integráveis sobre insetos aquáticos foram realizados em toda a área da reserva. O sistema de trilhas permitiu acessar entre 38 e 39 pontos de igarapés, distribuídos na Reserva Ducke, possibilitando a comparação da composição, abundância e riqueza de insetos aquáticos nas duas bacias hidrográficas presentes na reserva (ver Introdução).

Esta fauna revelou-se bastante rica, tendo sido registradas 54 famílias de insetos distribuídas nas ordens Trichoptera, Ephemeroptera, Diptera, Odonata, Heteroptera, Coleoptera, Plecoptera, Lepidoptera e Blattodea (Tabela 1; Figuras 1 a 19). Na bacia oeste registrou-se 53 famílias, sendo nove representadas por poucos indivíduos (cinco ou menos) e na bacia leste registrou-se 49 famílias, sendo oito com poucos indivíduos. De um modo geral a família Chironomidae foi a mais abundante, representando 36 % ($n = 7.189$) do total de insetos coletados. Este foi o primeiro estudo em que foi realizado um esforço conjunto para a obtenção de insetos aquáticos, utilizando metodologia padronizada, na grade da Reserva Ducke, na estação seca e na chuvosa.

Uma pergunta que surge ao analisar o mapa da Reserva Ducke (Figura 1) é: “existe diferença na composição e abundância de insetos aquáticos entre as duas bacias de drenagem?” Esse tipo de investigação que relaciona características da água e ambiente com distribuição e ocorrência de espécies são muito importantes, pois os conhecimentos gerados podem ser utilizados como subsídio para planos de manejo e auxiliar na escolha de áreas de preservação.

Um estudo sobre a comunidade de peixes da Reserva Ducke indicou diferenças na composição de espécies entre as duas bacias existentes na Reserva. Contrariamente, os resultados aqui obtidos com insetos aquáticos sugerem que não há diferença significativa entre as mesmas bacias hidrográficas. Entretanto, neste estudo foram comparados apenas os insetos das ordens Megaloptera e Plecoptera, pouco diversas na região Neotropical.

Insetos aquáticos antes e depois da grade

Antes da instalação da grade na Reserva Ducke eram conhecidas somente 18 espécies de Trichoptera, baseado em coletas realizadas em alguns trechos dos igarapés Acará e Barro Branco. Após a implantação da grade foram registrados 66 morfo-tipos distribuídos em 12 famílias e 24 gêneros.



△

Figuras 1 a 7 :: Representantes das ordens Trichoptera: 1) Larva e 2) adulto de Hydroptilidae, 3) Odontoceridae, 4) Leptoceridae. Heteroptera: 5) Naucoridae. Megaloptera: 6) larva e 7) adulto de Corydalidae.

Um novo gênero com uma nova espécie, *Amazonatolica hamadae*, foram descritos e a família Sericostomatidae foi registrada pela primeira vez para a Região Norte. Foram coletados, pela primeira vez no estado do Amazonas, os táxons *Flintiella* (Hydroptilidae), *Amphoropsyche* (Leptoceridae). Os adultos de 11 espécies foram associados às suas larvas e suas descrições estão sendo realizadas.

Somente duas espécies de Megaloptera, *Protosialis flammata* e *Chloronia hieroglyphica* haviam sido registradas para a reserva. Utilizando a grade, foram coletadas 1.340 larvas de mais três espécies além dessas: *Corydalus nubilus*, *C. batesii*, *C. ignotus*. Foram descritas pela primeira vez, larvas das espécies citadas acima e, a larva de *C. hieroglyphica* foi redescrita.

A fauna de Chironomidae, entre os insetos aquáticos, era a melhor conhecida, entretanto, os registros existentes também estavam restritos, principalmente, à área do igarapé Barro Branco. Utilizando a grade, foram obtidas 11.650 larvas da família Chironomidae e identificados 97 gêneros e/ou morfo-tipos. Para o gênero *Polypedilum* foram identificados 14 morfo-tipos de larvas, sendo que, por meio de criação em laboratório, quatro foram associados aos seus respectivos adultos. Além de duas prováveis espécies novas desse gênero, sete prováveis novos gêneros foram detectados e serão enviados para especialistas para estudos taxonômicos.

O conhecimento sobre a fauna de Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos da reserva também estava restrito, principalmente ao igarapé Barro Branco, onde foram registradas 14 espécies. Após a implementação da grade, foram coletados 1.899 espécimes, sendo 10 morfo-tipos e 25 espécies pertencentes a 12 gêneros de Gerromorpha e seis gêneros de Nepomorpha. O material examinado permitiu o registro de *Rhagovelia tenuipes* (Veliidae) para a Amazônia e três espécies novas, cada uma pertencente aos gêneros *Hebrus* (Hebridae), *Microvelia* e *Paravelia*. Este trabalho resultou em chaves de identificação para famílias e gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha na Amazônia Central.

Para os Ephemeroptera da reserva, a situação não era diferente. Antes da instalação da grade conheciam somente cinco espécies com duas famílias, todos da área do igarapé Barro Branco. Nos levantamentos realizados na grade, foram obtidas seis famílias (Tabela 1) e reconhecidas 12 espécies. Da família Leptophlebiidae obteve-se 804 larvas, sendo reconhecidos sete gêneros com uma espécie para cada um. A riqueza de espécies de Leptophlebiidae é diferente entre as estações, sendo o período chuvoso o mais rico em espécies.

Sete espécies de Plecoptera eram conhecidas para a reserva anteriormente. Após a implementação da grade, esse número subiu para nove. Usando as

trilhas como acesso a áreas mais remotas, foram coletados 399 indivíduos adultos da família Perlidae, única família registrada no Amazonas até o momento. Os Plecoptera adultos voam durante o ano todo, mas em maior abundância na estação chuvosa e as espécies que apresentaram maior densidade populacional ocorreram em ambas as bacias hidrográficas. A fêmea de *E. froehlichii* foi descrita e uma nova espécie, *Macrogyonoplax anae*, coletada apenas no lado leste da Reserva Ducke foi descrita.

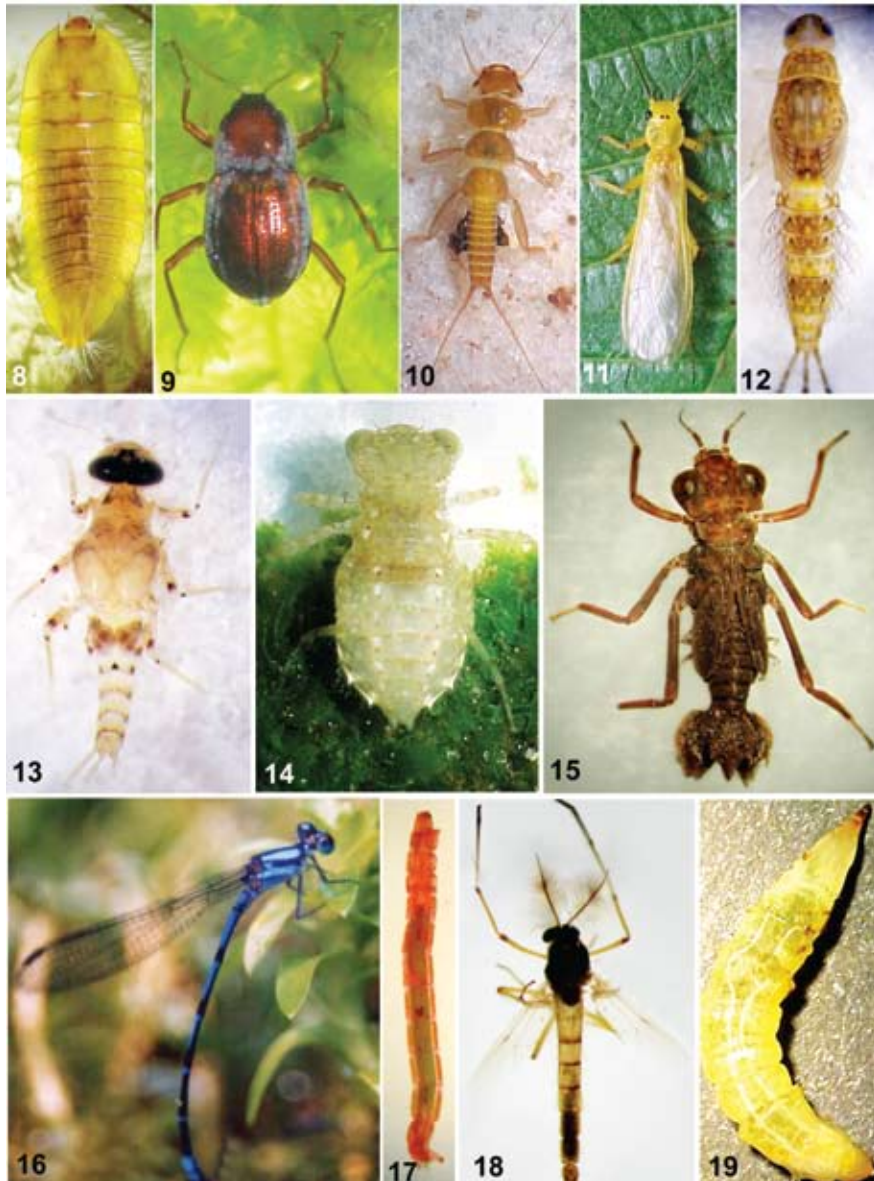
Conclusões e implicações conservacionistas

A grade da reserva permitiu a amostragem de insetos aquáticos em locais não amostrados anteriormente, possibilitando a obtenção de espécies novas para a ciência e novos registros de ocorrência para a Amazônia e para o Brasil. O método de coleta utilizado permitiu a obtenção de amostras padronizadas que poderão ser utilizadas em futuros estudos de comparação entre outras áreas da Amazônia. Além de comparar áreas e entender os padrões de distribuição, um sistema padronizado de amostragem permite acompanhar e avaliar os processos ecológicos e as mudanças que estejam ocorrendo, seja por processos naturais ou ação antrópica, ao longo do tempo.

O método empregado demandou alto custo financeiro, representado pelo tempo necessário para realizar a triagem e os recursos humanos envolvidos nesse processo. Dessa forma, sugerimos que as futuras coletas sejam realizadas apenas no substrato folhoso submerso. Esse substrato é um mais representativo em igarapés de terra firme e, abriga uma grande diversidade de insetos aquáticos. A armadilha Malaise (interceptação de vôo usando uma rede) é uma ferramenta eficiente nas amostragens da forma alada dos insetos aquáticos, particularmente para os Plecoptera e, deve ser utilizada para facilitar e complementar a identificação das formas imaturas, que habitam os cursos d'água.

Os resultados destes estudos indicam que a Reserva Ducke, apesar de representar uma pequena parcela da floresta Amazônica, abriga uma grande diversidade de insetos aquáticos ainda desconhecidos para a Ciência. Por outro lado, a manutenção da diversidade da fauna de insetos aquáticos, bem como seu papel nos ecossistemas aquáticos, depende também da preservação de áreas de nascentes de corpos d'água, rios e lagos, inclusive da vegetação marginal pois, a maioria desses insetos têm seu ciclo de vida estreitamente relacionado com a mesma, dependendo dela para a obtenção de sítios de oviposição, alimentação e abrigo.

Pela importância das funções desempenhadas pelos insetos na manutenção dos ecossistemas aquáticos, por meio de sua participação na cadeia alimentar, ciclagem de nutrientes e, pela sensibilidade destes a alterações



△

Figuras 8-19 :: Representantes das ordens Coleoptera: 8) Larva e 9) adulto de Elmidae; Plecoptera: 10) Ninfas e 11) adulto de Perlidae; Ephemeroptera: 12) Ninfas de Baetidae; 13) Ninfas de Leptohyphidae; Odonata: 14) Ninfas de Libellulidae, 15) ninfas de Polythoridae; 16) adulto de Coenoagrionidae; Diptera: 17) Larva e 18) adulto de Chironomidae; 19) larva de Tabanidae.

antropogênicas é necessário sua inclusão em programas de avaliação da biodiversidade, com aplicação de recursos e esforços no uso de métodos de coleta padronizados.

Agradecimentos

Os projetos desenvolvidos com insetos aquáticos receberam auxílio financeiro do MCT/CNPq – Projeto Universal (processo n. 47.2978/03-9), MCT/INPA e MCT/CNPq. Ao Dr. Márcio L. Oliveira pelas críticas e sugestões ao manuscrito.

Sugestões de leitura

Allan, J.D. 1995. *Stream ecology. Structure and function of running waters*. Chapman & Hall, London. 388pp.

Cleto-Filho, S. E. N.; Walker, I. 2001. Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 31(1): 69-89.

Couceiro, S.R.M., Hamada, N., Luz, S.L.B., Forsberg, B.R.;Pimentel, T.P. 2007. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. *Hydrobiologia*, 575:271–284

Hynes, H.B.N. 1984. The relationships between the taxonomy and the ecology of aquatic insects. In: Resh, V.H.; Rosenberg, D.M. (eds.). *The ecology of aquatic insects*. Praeger Publish, New York, USA. p. 9-23.

Wilson, E.O. (Org.). 1997. *Biodiversidade*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro. Brasil. 657pp.



Ana Lúcia Nunes
Carlos Elias Braga



Gafanhotos

Os insetos da ordem Orthoptera são conhecidos popularmente como gafanhotos, grilos e esperanças. Esses insetos podem ser facilmente reconhecidos por possuírem o terceiro par de pernas adaptadas para saltar, dois pares de asas (primeiro par endurecido denominado tégmina), além de aparelho bucal mastigador. A ordem Orthoptera tem sua origem datada do Período Carbonífero da Era Paleozóica, há 300 milhões de anos, e ainda se destaca como um dos grupos mais antigos da Classe Insecta. Os ortópteros estão subdivididos nas subordens *Caelifera*, antenas curtas como se observam nos gafanhotos e *Ensifera*, antenas longas, como nos grilos e esperanças. Para essa ordem são conhecidas cerca de 25.000 espécies descritas no mundo todo. Os gafanhotos da superfamília Acridoidea são considerados os gafanhotos verdadeiros por possuírem antenas com até 30 segmentos.

A importância ecológica desses animais se deve ao fato de serem desfolhadores naturais que contribuem para o incremento de matéria orgânica no solo e devido a sua grande representatividade nos ambientes. Eles compõem a base alimentar de outros artrópodes (principalmente outros insetos) e de pequenos vertebrados tais como aves, sapos, lagartos e mamíferos, sendo por isso, considerados elementos indispensáveis na cadeia alimentar. Economicamente, destacam-se por apresentar espécies que são consideradas pragas de plantas cultivadas, podendo destruir plantações inteiras em curto espaço de tempo.

Até 2006, nenhuma coleta exclusiva para gafanhotos na Reserva Ducke havia sido realizada. Tal inventário somente ocorreu após a instalação da grade de trilhas e do apoio do PPBio na Amazônia, onde a Ordem Orthoptera, mais especificamente os gafanhotos, foram incluídos como um dos grupos a ser estudado na região amazônica. Atualmente, a Reserva Ducke se encontra sobre forte pressão antrópica, em decorrência do crescimento da cidade de

Manaus que chegou aos seus limites. Por isso, se torna urgente a realização de estudos na reserva, principalmente de grupos ainda não estudados.

Neste capítulo serão apresentadas informações sobre os gafanhotos provenientes da Reserva Ducke que se encontram depositados na Coleção de Invertebrados do INPA e, também de um inventário recentemente realizado na grade da reserva.

A coleta realizada na Reserva Ducke teve a duração de 9 dias e amostrou 2 parcelas da grade maior (64 km²) e 10 parcelas na grade completa (25 km²) do PPBio, através de coleta ativa com rede entomológica. Como as parcelas são permanentes, é possível integrar os dados de levantamentos parciais da grade, como este, e fornecer informações importantes para avaliações de esforço amostral e métodos empregados.

No total, foram coletados 183 exemplares de gafanhotos Acridoidea pertencentes a 3 famílias, 17 gêneros e 20 espécies (Tabela 1). Do número total de gafanhotos coletados, 72, 13% pertencem à família Acrididae que apresentou o maior número de espécies (17 espécies). As famílias Romaleidae e Pyrgomorphidae (Figura 1), quanto ao número de exemplares, apresentaram 22,41% e 5,46% (4 e 1 espécies), respectivamente. A espécie *Clematodina eckardtiana* foi mais abundante e teve ampla distribuição, sendo coletada em todas as parcelas inventariadas, onde foram capturados gafanhotos. Em duas parcelas não foi coletado nenhum gafanhoto, provavelmente devido à forte chuva ocorrida no dia da coleta, que é comum no mês de abril quando foi realizado o levantamento. O número de espécies nas parcelas variou de 0 a 17, sendo a parcela L1-2500 a de maior riqueza específica (Figura 2).

Com os resultados obtidos foi realizada uma análise de estimativa de riqueza de espécies para o estimador Jackknife 1 (Jack 1) que mostrou que a curva do observado (as espécies coletadas) não estabilizou completamente, indicando que é necessário aumentar o esforço de coleta (realizar mais coletas e em um número maior de parcelas da grade) para detectar a maioria das espécies (Figura 3).

Um levantamento sobre a fauna de Orthoptera Acridoidea da Reserva Ducke foi realizado no acervo entomológico da Coleção de Invertebrados do INPA. Esse levantamento mostrou que a coleção abriga 250 exemplares de gafanhotos pertencentes à superfamília Acridoidea oriundos da reserva, pertencentes a 5 famílias, 35 gêneros e 40 espécies (Tabela 2). Na coleção do INPA, encontram-se também os tipos das espécies *Ophthalmolampis gloriosa* Descamps, 1981 e *Ophthalmolampis picea* Descamps, 1981 que são gafanhotos de copa que foram descobertos para o mundo pelos cientistas na Reserva Ducke (Figura 4). O tipo de uma espécie é o exemplar que foi utilizado para a descrição dessa nova espécie. Entre as famílias de Acridoidea da coleção do INPA, a família Acrididae se encontra melhor representada no acervo, com 169 exemplares pertencentes a 26 espécies o que

Tabela 1 :: Famílias, subfamílias, tribos, espécies e número de exemplares, coletados na Reserva Ducke, no período de 26/04/2006 a 04/05/2006.

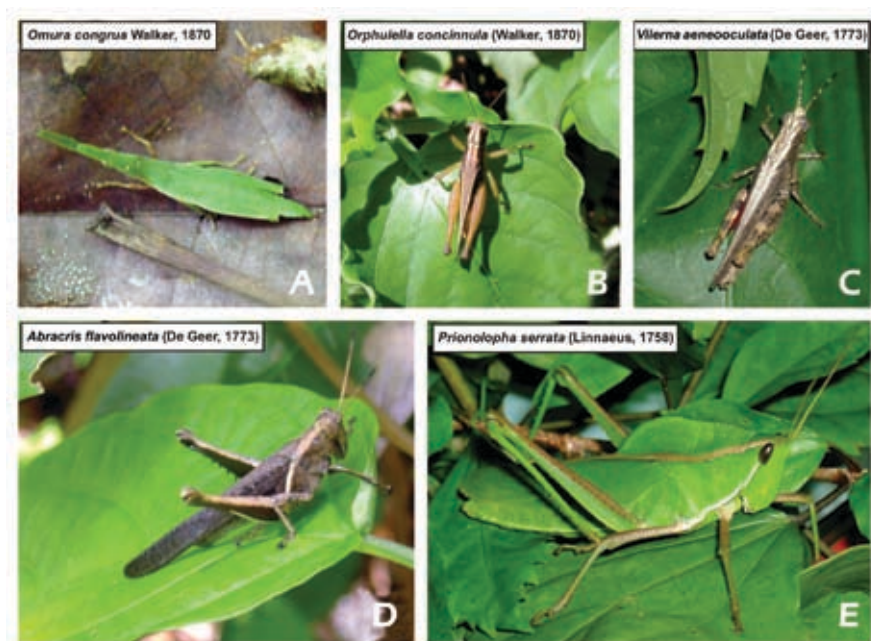
▽

FAMÍLIA	SUBFAMÍLIA	TRIBO	GÊNERO	ESPÉCIE	NÚMERO DE EXEMPLARES
Acrididae	Copiocerinae	Copiocerini	<i>Copiocera</i>	<i>Copiocera matana</i>	2
	Gomphocerinae	Orphulellini	<i>Orphulella</i>	<i>Orphulella concinnula</i>	3
				<i>Orphulella punctata</i>	3
		Compsacrini	<i>Compsacris</i>	<i>Compsacris pulcher</i>	8
	Leptysminae	Chloropseustini	<i>Chloropseustes</i>	<i>Chloropseustes bifurculifer</i>	14
				<i>Chloropseustes leucotylus</i>	6
		Tetrataenini	<i>Tetrataenia</i>	<i>Tetrataenia surinama</i>	2
	Ommatolampinae	Clematodinini	<i>Clematodina</i>	<i>Clematodina eckardtiana</i>	48
		Ommatolampini	<i>Abracris</i>	<i>Abracris dilecta</i>	5
				<i>Abracris flavolineata</i>	6
			<i>Locheuma</i>	<i>Locheuma brunneri</i>	22
			<i>Ommatolampis</i>	<i>Ommatolampis perspicillata</i>	2
			<i>Vilerna</i>	<i>Vilerna aeneooculata</i>	1
		Syntomacrini	<i>Syntomacris</i>	<i>Syntomacris</i> sp.	9
	Proctolabinae	Proctolabini	<i>Leioscapheus</i>	<i>Leioscapheus</i> sp.	1
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	Omurini	<i>Omura</i>	<i>Omura congrua</i>	10
Romaleidae	Bactrophorinae	Ophthalmolampini	<i>Ophthalmolampis</i>	<i>Ophthalmolampis picea</i>	2
	Romaleinae	Phaeopariini	<i>Maculiparia</i>	<i>Maculiparia obtusa solimoensis</i>	11
		Romaleini	<i>Colpolopha</i>	<i>Colpolopha obsoleta</i>	7
			<i>Prionolopha</i>	<i>Prionolopha serrata</i>	18
Não identificados					3
TOTAL					183

corresponde a 67,6% dos exemplares e 65% das espécies do acervo. Em seguida, vêm as famílias Romaleidae (28 exemplares, 11 espécies), Pyrgomorphidae (33 exemplares, 1 espécie), Ommexechidae (2 exemplares, 1 espécie) e Pauliniidae (3 exemplares, 1 espécie).

Os exemplares da coleção oriundos da Reserva Ducke são provenientes de coletas gerais, que objetivaram a captura de diferentes grupos de insetos e que utilizaram vários métodos de coleta (Figura 5). Entre os métodos utilizados na coleta dos gafanhotos, foi com rede entomológica que se capturou o maior número de exemplares e de espécies (182 exemplares, 35 espécies) (Figura 5).

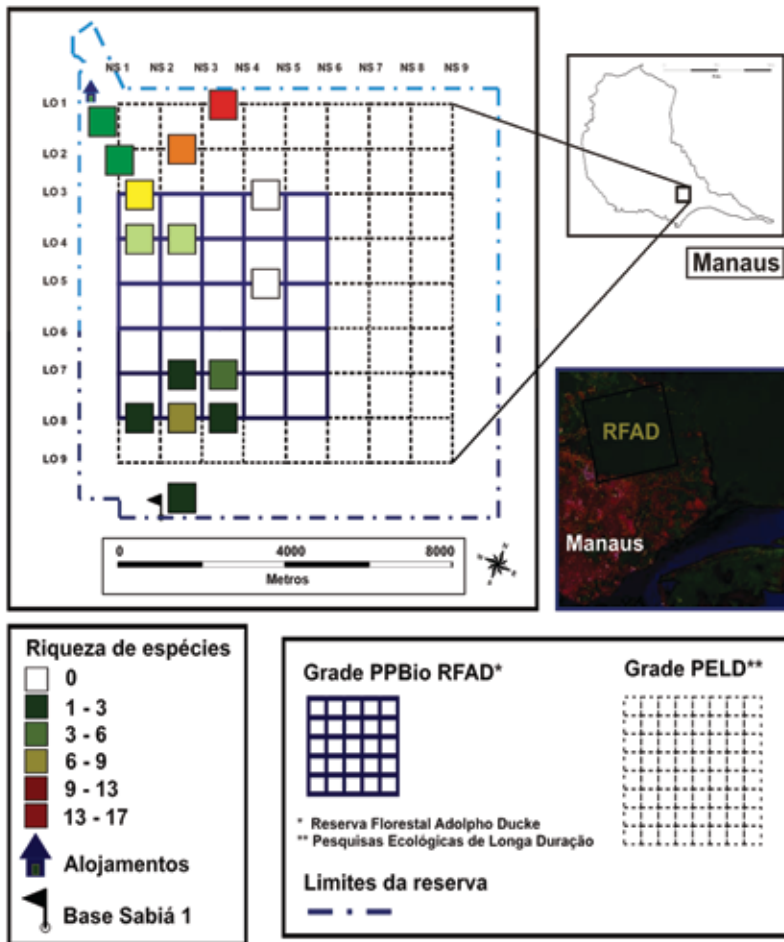
O levantamento na coleção do INPA sobre os gafanhotos da RFAD mostrou, também, que não houveram coletas padronizadas de gafanhotos na Reserva Ducke durante o período de 1962 a 2006, chegando a haver intervalos de até sete anos (1979 a 1986) sem incremento de gafanhotos no acervo (Figura 6). Porém, a partir de 1996 até 2006, pode-se observar uma continuidade de incorporação de gafanhotos provenientes da reserva, na coleção. É importante ressaltar que entre as espécies do acervo da Coleção do INPA, 11 delas são comuns em ambientes abertos de origem antrópica.



△

Figura 1 :: Famílias de gafanhotos Acridoidea inventariadas na grade maior (64 km²) e na grade completa (25 km²) do PPBio na RFAD: A) Pyrgomorphidae; B, C e D) Acrididae e E) Romaleidae. (fotos: A. L. NUNES)

O número de famílias de gafanhotos Acridoidea inventariados na grade da Reserva Ducke foi menor que o número de famílias que ocorrem no Brasil (5 famílias). Este resultado, possivelmente, foi devido ao pequeno esforço de coleta empregado no inventário da grade (apenas 12 parcelas). Quanto a isso, vale ressaltar que, no acervo da Coleção de Invertebrados do INPA todas as 5 famílias, encontram-se representadas com exemplares provenientes da Reserva Ducke. Apesar do pequeno esforço de amostra, os resultados obtidos com o



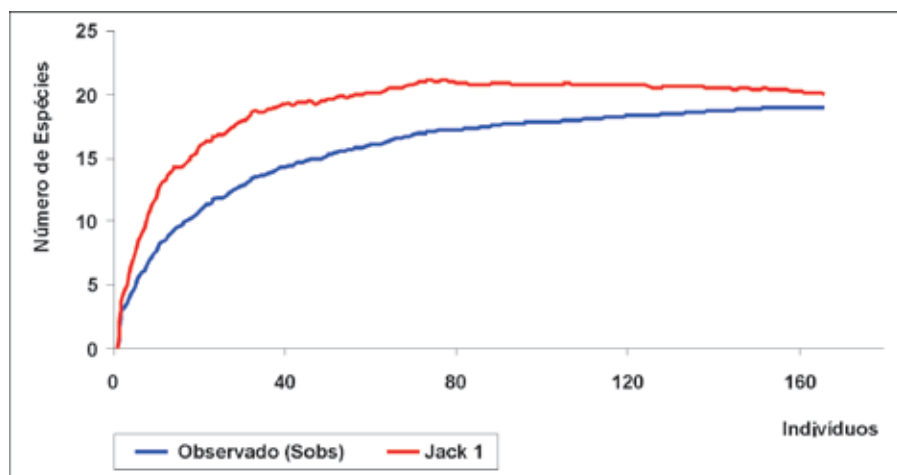
△
Figura 2 :: Mapeamento das parcelas, pontos de coletas ocasionais e riqueza de espécies de gafanhotos Acridoidea inventariados na Reserva Ducke no período de 26/04 a 04/05/2006.

inventário podem ser considerados satisfatórios, visto que, o número de espécies coletadas foi bem próximo ao estimado e duas espécies *Chloropseustes leucotylus* e *Leioscapheus* sp. foram capturadas pela primeira vez na reserva.

Através de observações de campo, foi possível perceber que a parcela onde houve o maior número de espécies de gafanhotos, apresentava áreas mais abertas com a composição florística do sub-bosque bastante diversificada. Ambientes mais abertos e ensolarados possuem vegetação adaptada a essas condições que são propícias para muitas espécies de gafanhotos. Em literatura é conhecida a preferência de gafanhotos Acridoidea por ambientes com vegetação mais ensolarada, ou parcialmente ensolarada, uma vez que muitas espécies são heliófilas e, por isso, necessitam permanecer ao sol a fim de elevar a temperatura do corpo. Nesses ambientes, essas espécies ficam mais expostas, tornando-se facilmente visualizadas e capturadas pelo coletor.

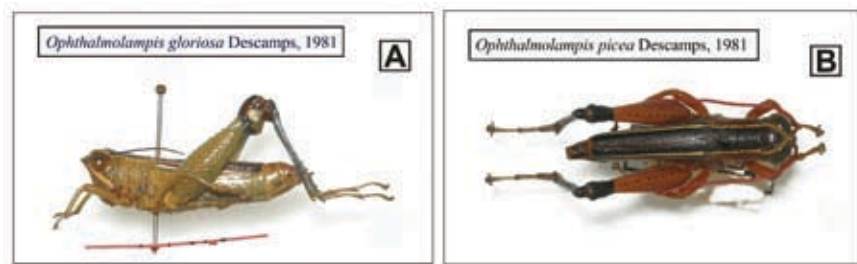
O uso de um sistema de grades em inventários, como a da Reserva Ducke, onde são empregadas metodologias de coleta padronizadas, permite promover comparações entre diferentes áreas de estudo, desde que seja obedecida uma área mínima de amostragem.

Os dados obtidos sobre os Acridoidea da Coleção de Invertebrados do INPA mostram que o número de espécies do acervo (40 espécies) corresponde ao dobro do número de espécies inventariadas nas parcelas e trilhas da reserva (20 espécies). Contudo, deve-se considerar para o acervo, os



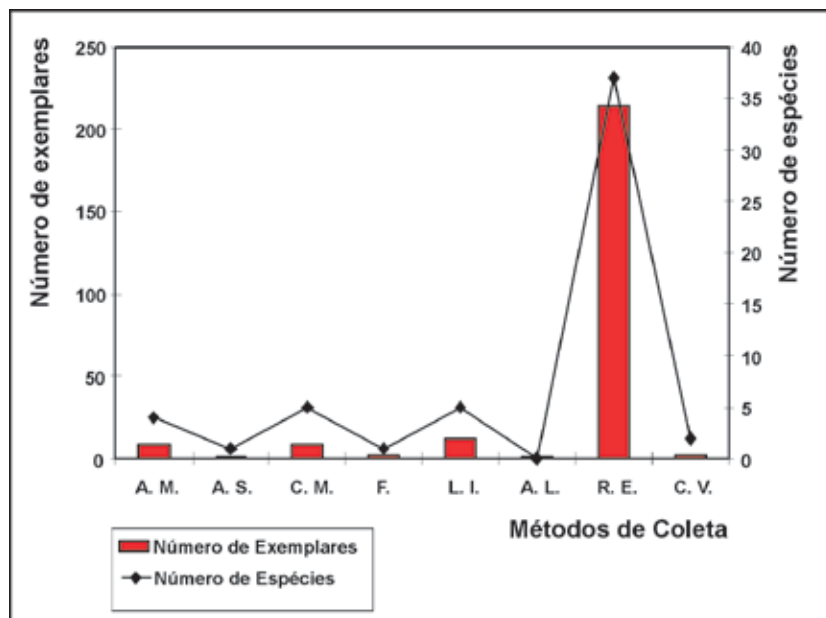
△
Figura 3 :: Curvas acumulativas de espécies de gafanhotos Acridoidea coletados na Reserva Ducke no período de 26/04 a 04/05/2006.

diferentes métodos de coleta utilizados, os quais possibilitaram a captura de gafanhotos que exploram diferentes estratos da vegetação (a copa das árvores, por exemplo) e também o tempo do acervo (46 anos). Entretanto, o acervo de gafanhotos da coleção do INPA é de grande importância por servir de referência para as espécies que ocorrem na Reserva Ducke.



△

Figura 4 :: Espécimes Tipo (Holótipos) de gafanhotos da família Romaleidae descobertos na Reserva Ducke: A) *Ophthalmolampis gloriosa*; B) *Ophthalmolampis picea*. (fotos: A. L. Nunes)



△

Figura 5 :: Número de exemplares e de espécies de gafanhotos Acridoidea procedentes da Coleção de Invertebrados do INPA coletados na Reserva Ducke entre os anos de 1962 a 2006, capturados com os seguintes métodos de coleta: A.M. (Armadilha Malaise); A.S. (Armadilha Suspensa); C.M. (Coleta Manual); F. (Fogging); L. I. (Lençol Iluminado); A.L. (Armadilha Luminosa); R.E. (Rede Entomológica); C.V. (Coleta de Varredura).

Tabela 2 :: Famílias, subfamílias, tribos, espécies e número de exemplares de gafanhotos Acridoidea, depositados na Coleção de Invertebrados do INPA, procedentes da Reserva Florestal Adolpho Ducke. Dados coletados entre os anos de 1962 – 2006.

▽

FAMÍLIA	SUBFAMÍLIA	TRIBO
Acrididae	Acridinae	Hyalopiterygini
	Copiocerinae	Copiocerini
	Cyrtacanthacridinae	Cyrtacanthacridini
	Gomphocerinae	Amblytropidiini
		Compsacrini
		Orphulellini
	Leptysminae	Chloropseustini
		Tetrataeniini
	Melanoplinae	Dichroplini
	Ommatolampinae	Abracrini
		Clematodinini
		Ommatolampini
		Syntomacrini
		Não identificado
	Proctolabinae	Proctolabini
Ommexechidae	Ommexechinae	Ommexechini

	GÊNERO	ESPÉCIE	NÚMERO DE EXEMPLARES
	<i>Metaleptea</i>	<i>Metaleptea adspersa</i>	1
	<i>Orphula</i>	<i>Orphula</i> sp.	1
	<i>Parorphula</i>	<i>Parorphula graminea</i>	2
	<i>Copiocera</i>	<i>Copiocera lepida</i>	1
		<i>Copiocera matana</i>	1
	<i>Monachidium</i>	<i>Monachidium lunum</i>	1
	<i>Schistocerca</i>	<i>Schistocerca nitens nitens</i>	6
	<i>Amblytropidia</i>	<i>Amblytropidia trinitatis</i>	3
	<i>Compsacris</i>	<i>Compsacris pulcher</i>	17
	<i>Orphulella</i>	<i>Orphulella concinnula</i>	6
		<i>Orphulella</i> sp.	10
	<i>Chloropseustes</i>	<i>Chloropseustes bifurculifer</i>	16
	<i>Stenopola</i>	<i>Stenopola dorsalis</i>	4
	<i>Tetrataenia</i>	<i>Tetrataenia surinama</i>	1
	<i>Dichroplus</i>	<i>Dichroplus</i> sp.	2
	<i>Abracris</i>	<i>Abracris dilecta</i>	11
		<i>Abracris flavolineata</i>	40
	<i>Clematodina</i>	<i>Clematodina eckardtiana</i>	3
	<i>Anablysis</i>	<i>Anablysis manausana</i>	1
		<i>Anablysis teres</i>	3
	<i>Locheuma</i>	<i>Locheuma brunneri</i>	13
	<i>Ommatolampis</i>	<i>Ommatolampis perspicillata</i>	12
	<i>Vilerna</i>	<i>Vilerna aeneooculata</i>	4
	<i>Syntomacris</i>	<i>Syntomacris</i> sp.	8
	Não identificado	Não identificado	1
	<i>Poecilocloeus</i>	<i>Poecilocloeus</i> sp.	1
	<i>Ommexecha</i>	<i>Ommexecha brunneri</i>	2

Continuação da Tabela 2 ::

▽

FAMÍLIA	SUBFAMÍLIA	TRIBO
Pauliniidae	Pauliniinae	Pauliniini
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	Omurini
Romaleidae	Bactrophorinae	Ophthalmolalmpini
	Romaleinae	Phaeopariini
		Romaleini

Dessa forma o número de espécies de gafanhotos depositados na Coleção para a Reserva Ducke é bastante satisfatório, visto que, estudos realizados em outras áreas de mata da região amazônica, como é o caso da Reserva Ducke, estimam para esses ambientes, a ocorrência de 35 espécies de gafanhotos Acridoidea.

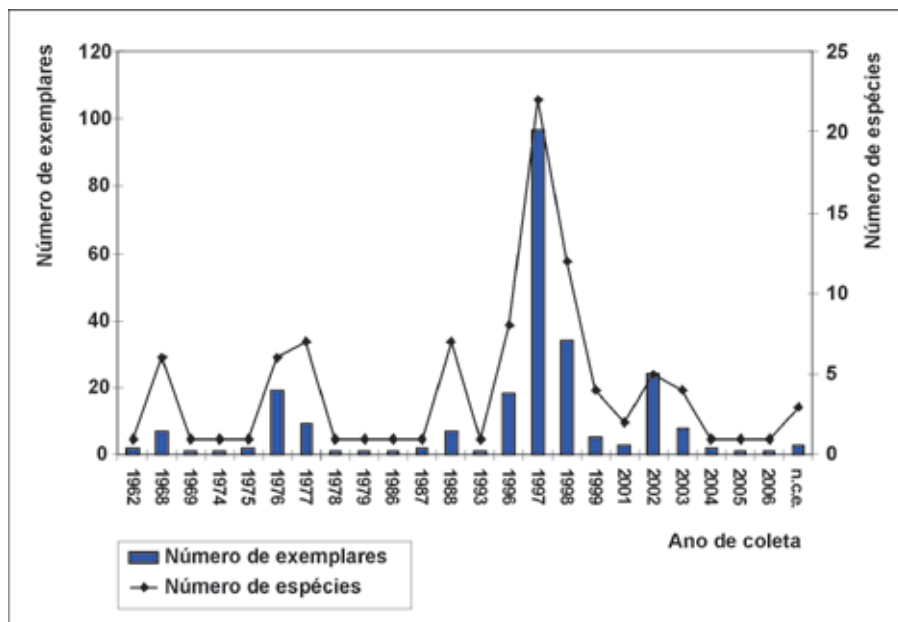
Conclusões e implicações conservacionistas

A partir da implantação das grades ou sistema de trilhas de inventário direcionado na região amazônica, foi possível o desenvolvimento de um protocolo específico para o grupo de Orthoptera Acridoidea (gafanhotos) na Reserva Ducke. A grade permitiu a realização de um inventário rápido que contemplou a coleta de

	GÊNERO	ESPÉCIE	NÚMERO DE EXEMPLARES
	<i>Paulinia</i>	<i>Paulinia acuminata</i>	3
	<i>Omura</i>	<i>Omura congrua</i>	33
	<i>Apophylacris</i>	<i>Apophylacris incondita</i>	1
	<i>Habrolampis</i>	<i>Habrolampis bicolor</i>	1
	<i>Ophthalmolampis</i>	<i>Ophthalmolampis placita</i>	1
	<i>Maculiparia</i>	<i>Maculiparia obtusa solimoensis</i>	8
	<i>Phaeoparia</i>	<i>Phaeoparia lineaalba lineaalba</i>	5
	<i>Aprionacris</i>	<i>Aprionacris fissicauda</i>	1
	<i>Colpolopha</i>	<i>Colpolopha obsoleta</i>	19
	<i>Prionacris</i>	<i>Prionacris cantans</i>	1
	<i>Prionolopha</i>	<i>Prionolopha serrata</i>	1
	<i>Titanacris</i>	<i>Titanacris picticrus picticrus</i>	1
	<i>Tropidacris</i>	<i>Tropidacris collaris</i>	2
	<i>Tropidacris</i>	<i>Tropidacris cristata cristata</i>	2
TOTAL			250

gafanhotos em 12 parcelas, constituindo um levantamento pioneiro sobre esse grupo de insetos na reserva. Esse inventário evidenciou a ocorrência de 20 espécies de gafanhotos, sendo que duas (*Chloropseustes leucotylus* e *Leioscapheus* sp.) não haviam sido coletadas anteriormente na reserva.

A fim de complementar as informações geradas a partir do inventário citado, foi realizado o estudo da arte sobre os Orthoptera-Acridoidea procedentes da Reserva Ducke, a partir de dados secundários do acervo da Coleção de Invertebrados do INPA. Tal estudo mostrou que, anteriormente a implantação das grades na reserva, os gafanhotos incorporados no acervo da Coleção do INPA eram provenientes apenas



△

Figura 6 :: Número de exemplares e de espécies de gafanhotos Acridoidea procedentes da Coleção de Invertebrados do INPA coletados na Reserva Ducke entre os anos de 1962 a 2006, (n.c.e = não consta ano na etiqueta).

de coletas gerais de insetos, tendo sido capturados através do uso de diferentes métodos de coletas, porém, nenhum era específico e nem eficiente para o grupo. Apesar disso, o acervo de gafanhotos oriundos da Reserva Ducke possui o expressivo número de 44 espécies (40 espécies encontradas no acervo da Coleção do INPA; 2 espécies que foram inventariadas e que nunca haviam sido coletadas na reserva e portanto, não faziam parte do acervo e mais 2 espécies tipos). Entretanto, desse total, 11 espécies tem ocorrência exclusiva em ambientes abertos e alterados por ação antrópica. O fato de tais espécies serem encontradas na Reserva Ducke é um indicador de que modificações ambientais já são observadas na área da reserva, o que pode ser visivelmente percebido, principalmente, na região de acesso da portaria da base Sabiá (Figura 2), necessitando urgentemente que medidas e ações sejam implementadas para impedir o avanço de tais mudanças, a fim de garantir a integridade da biota na reserva.

Vale ressaltar que áreas florestadas, como a Reserva Ducke, são de extrema importância para a preservação da biodiversidade local original, inclusive de gafanhotos, visto que são insetos de grande representatividade, desfolhadores naturais que fazem parte da reciclagem de nutrientes no solo

e elementos indispensáveis nas cadeias tróficas. A Reserva Ducke reúne recursos naturais para a manutenção de uma grande quantidade de organismos, pertencentes a vários grupos taxonômicos e, por essa razão, deve ser conservada e mantida. Outro destaque à reserva, refere-se ao fato de que constitui um dos maiores remanescentes florestais ainda em bom estado de conservação nas vizinhanças de Manaus, constituindo, portanto, área verde imprescindível ao clima urbano, visto que, o crescimento demográfico desse município chegou ao entorno da reserva.

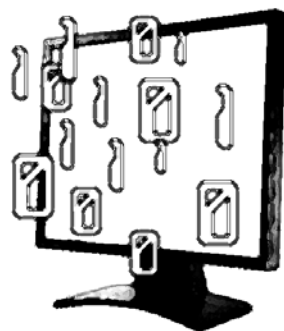
Sugestões de leitura

- Amédégnato, C. 1974. Les genres d'acridiens neotropicaux, leur classification par familles, sous-familles et tribus. *Acrida* (30): 193 – 203.
- Amédégnato, C. 1977. *Étude des Acridoidea Centre et Sud Américains (Catantopinae, Sensu Lato) Anatomie des Genitalia, Classification, Repartition, Phylogenie*. Paris, Université Pierre et Marie. Thèse de Doctorat. 383 pp.
- Descamps, M. 1978. Étude des Ecosystemes Guyanais III – Acridomorpha Dendrophiles (Orthoptera – Caelifera). *Annls. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 14 (3): 301-349.
- Descamps, M. 1981. La Faune Dendrophile Néotropicale VI. Diagnoses Génériques et Spécifiques D'Acridoidea de la Région de Manaus (Orthoptera). *Annls Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 17 (3): 311-330.



Rolf A. de By
Debora P. Drucker
José L. Campos dos Santos

Base de dados para inventários de biodiversidade



Neste capítulo, descrevemos o desenho e a implementação de um sistema para armazenar dados coletados em inventários biológicos. Esses inventários normalmente são realizados com objetivos de coletar informações sobre um grupo biológico específico em uma área geográfica. A Reserva Ducke foi o primeiro local onde os inventários do sistema RAPELD e do Programa PPBio foram conduzidos. Nesse Programa, dois tipos de levantamentos vêm sendo realizados. O primeiro trata do objetivo do PPBio de inventariar e mapear a biodiversidade, e assim pesquisar diferentes formas de vida. O segundo é o mapeamento das características geofísicas da área, realizado de forma a complementar o primeiro. Essa caracterização ambiental pode incluir, por exemplo, dados topográficos (p.ex.: altitude, declividade), composição do solo e nível da água subterrânea, além de dados climáticos (p.ex.: precipitação, temperatura e radiação).

Além de estudar a biodiversidade, o PPBio tem como objetivo tornar os dados desses levantamentos disponíveis para diferentes setores da sociedade, como comunidades locais, profissionais envolvidos com manejo (p.ex.: de fauna silvestre, de pesca, de bacias hidrográficas e florestal), laboratórios farmacêuticos, cientistas, conservacionistas e políticos.

Dados de inventários são uma importante fonte da informação na qual a pesquisa em biodiversidade é fundada. No passado, esses dados eram armazenados em cadernos de campo ou, quando computadorizados, em arquivos de texto ou planilhas. Esse tipo de arquivamento de bases de dados oferece diversas desvantagens. Primeiro, não permite que análises posteriores sejam feitas facilmente e, segundo, não garante uma sobrevivência prolongada dos dados. Frequentemente, depois da publicação de uma análise inicial, usualmente esses dados são perdidos ou esquecidos.

De qualquer forma, é comum que dados de inventários sejam mantidos em um sistema de gerenciamento de base de dados, que são conjuntos de dados armazenados com uma estrutura regular que organiza essa informação. Um tipo de base de dados muito utilizado para armazenar informações biológicas é o sistema de dados relacionais. O modelo relacional é baseado no princípio que todos os dados estão guardados em tabelas e que cada tabela é ligada a outra por uma identificação, muitas vezes denominada de chave, que nunca se repete. Porém, mais um repositório de base de dados relacional padrão não contribui significativamente para o avanço de sistemas de gerenciamento de bases de dados de inventários biológicos. Algumas características de nossa abordagem, no entanto, são inovadoras e asseguram a documentação de dados de inventários biológicos. Elas compreendem três aspectos:

1. Nosso repositório é habilitado espacialmente, o que significa que qualquer tipo de observação de inventários é georreferenciada, permitindo-nos mapeá-las e usá-las em análises espaciais ou geoestatísticas.

2. Nosso repositório foi desenhado de forma a acomodar dados de qualquer tipo de inventário, até mesmo levantamentos futuros para os quais o delineamento ainda terá que ser estabelecido. O repositório é verdadeiramente genérico, contanto que os inventários futuros sigam os princípios do delineamento geral do PPBio. Conseqüentemente, nosso repositório permite a análise futura de dados, mesmo de maneiras ainda não previstas.

3. Nosso sistema foi desenhado e está atualmente sendo desenvolvido pelos princípios de arquitetura orientada a serviços (SOA: “service-oriented architecture”). SOA é uma abordagem para o estabelecimento de aplicativos de sistema na qual as funções são organizadas como serviços, tanto para acomodar usuários externos como para organizar a colaboração entre os componentes do sistema. Isso implica em um arranjo estritamente modular que acomoda facilmente a contribuição de usuários externos, como os pesquisadores que conduzem os inventários ou os futuros usuários dos dados, enquanto permite que funções ainda desconhecidas sejam incorporadas ao sistema no futuro.

Nas próximas seções, discutiremos os requisitos para nosso repositório de inventários, seu desenho conceitual, o subsequente trabalho de implementação, bem como os itens que deverão ser considerados no desenvolvimento futuro do sistema.

Requisitos de um repositório para dados de inventários

O principal objetivo do Sistema de Informação para Inventários Biológicos (“Biological Inventory Database” – BID) é o armazenamento e disponibi-

lização dos dados coletados em levantamentos padronizados. Apesar do processo de aquisição de dados ser padronizado de uma perspectiva biológica e estatística, não se sabe quais as características dos dados que serão obtidos e, dessa forma, tabelas definidas estaticamente não satisfazem as necessidades de gerenciamento de dados do sistema. Essas tabelas são eficientes para armazenar dados coletados em levantamentos de variáveis previamente estabelecidas, mas não para dados de futuros levantamentos de biodiversidade para os quais as variáveis ainda serão estabelecidas.

Levantamentos podem diferir bastante, o que leva a uma grande diversidade de dados ao longo do tempo. Nosso repositório deve apenas impor algumas regras fundamentais para séries de dados de levantamentos, enquanto permite flexibilidade para acomodar a maioria, senão todos, os levantamentos futuros. Um primeiro problema técnico está caracterizado aqui: **criar uma estrutura de dados verdadeiramente genérica que acomode bases de dados de todos os levantamentos.**

Muitos levantamentos de dados biológicos conduzidos com técnicas padronizadas dependem da coleta de materiais de referência para permitir estudos posteriores em laboratório. Em muitos casos, a identificação é realizada somente nessa fase: o material coletado receberá um nome, ou seja, será cientificamente identificado, bem mais tarde. Enquanto não é identificado, o material é chamado de “amostra”. O sistema BID não foi desenvolvido para embasar totalmente esse trabalho futuro em laboratório, mas deve ser possível integrá-lo com os sistemas de informação de coleções que fornecerão dados para auxiliar as identificações realizadas posteriormente, depois de meses, ou até mesmo anos. **Amostras, ao longo do tempo, são divididas em unidades menores, e esta história de divisões deve ser rastreável.** Este é o segundo desafio técnico.

Quando as identificações são realizadas, deve haver um sistema de referência no qual estão baseadas. A Biologia Sistemática (Taxonomia) é a área do conhecimento responsável por fornecer tais sistemas de referência. No entanto, estes não são estáticos, pois a ciência que estuda a evolução realiza descobertas que são refletidas em alterações nos mesmos. Um sistema de informação para inventários biológicos (BID) não precisa incorporar um subsistema de dados taxonômicos, e sim contar com os vários sistemas de informação em coleções já existentes. Por exemplo, alguns desses sistemas já estão em uso no INPA: BRAHMS (sistema de banco de dados para herbários) e SPECIFY. O terceiro problema técnico é: **desenvolver o sistema de informação para inventários biológicos BID de modo que mudanças em dados taxonômicos (refletidas em alterações em dados taxonômicos nos sistemas de informação de coleções) são acomodadas automaticamente, sem manutenção posterior dentro do sistema BID.**

Desenho conceitual e arquitetura do repositório

Nesta seção, discutimos a arquitetura de aplicativos do sistema BID e providenciamos um esboço de seu conteúdo conceitual em informação. Devido a limitações de espaço, nossa discussão apenas sumariza o desenho do sistema e destaca suas características principais.

O desenho do sistema é fundado em princípios de tecnologia cliente-servidor: o repositório foi construído em um servidor de gerenciamento de banco de dados objeto-relacional, que propicia comunicação com um grande número de softwares de clientes. Além disso, esse servidor foi equipado com capacidade de armazenamento de dados espaciais e funções de manipulação, o que permite o mapeamento “on line” e a realização de análises espaciais. Os formatos de dados permitidos e as funções espaciais associadas são aqueles do “Open Geospatial Consortium” (OGC, em português Consórcio Geoespacial Aberto). Essa organização foi desenhada especificamente para servir o usuário final do sistema via Internet, ao mesmo tempo em que permite o fácil acesso de softwares dedicados de clientes ao repositório, pelo uso de conectores de banco de dados conhecidos como JDBC (“Java Database Connectivity”) ou ODBC (“Open Data Base Connectivity”). A Conectividade de Banco de Dados Java (JDBC) é um conjunto de interfaces de programação padronizadas, escritas em Java, que permite a conexão com um banco de dados e o uso de suas transações SQL (“Structured Query Language”). Atualmente, a linguagem Java está muito difundida, as pessoas utilizam aplicativos em Java quando acessam contas bancárias ou assistem a vídeos na Internet, por exemplo. Por usar linguagem Java e outros conectores difundidos, nosso repositório prevê uma conectividade ampla e fácil ao maior número de aplicativos pessoais possível.

Na discussão a seguir, resumizamos o desenho conceitual do banco de dados com alguns diagramas de classes UML (“Unified Modeling Language”).

Pesquisadores e levantamentos

Nossa abordagem para o desenho do banco de dados visa buscar simplicidade e generalidade ao mesmo tempo. Fornecemos um sumário das classes de objeto mais importantes abaixo. Deixaremos de fora uma discussão detalhada de seus atributos, domínios de dados e possíveis limitações. Sugerimos que o leitor acompanhe a discussão a seguir com referência na figura 1, que é um diagrama parcial, feito para indicar somente as classes de objetos mais proeminentes.

Um **pesquisador** é um ser humano, sobre o qual registraremos certos detalhes. No presente, ele/ela podem ter dois papéis: **responsável pelo levantamento** e/ou **observador** em um levantamento. O responsável

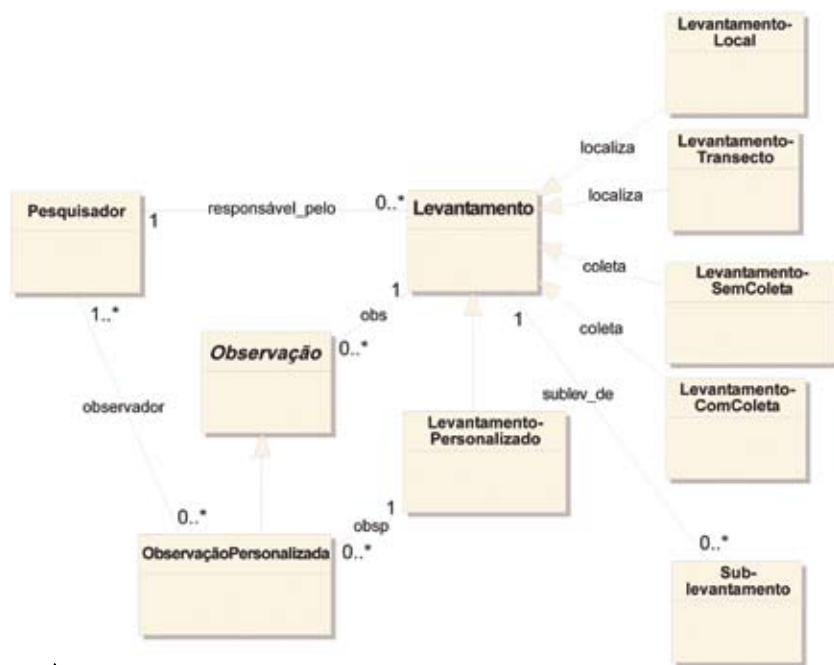


Figura 1 :: Diagrama de classes UML persistente do esquema conceitual da base de dados, envolvendo levantamentos e observações.

pele levantamento providenciará os detalhes sobre o levantamento em tempos distintos:

- antes da excursão de campo: o delineamento dos dados que serão levantados e respectivos metadados (i.e., referência aos métodos utilizados nas coletas);
- depois da realização dos levantamentos: os dados coletados e os metadados relacionados.

Um **levantamento** engloba o trabalho de campo em uma área, normalmente em localidades múltiplas dentro de uma área ao longo de um período de tempo. Observações padronizadas são realizadas em cada localidade. Essas localidades podem, por exemplo, ser posições ao longo de uma trilha, ou ao longo do curso de água.

Existem diferentes tipos de levantamentos e, conseqüentemente, as observações relacionadas a cada um deles também diferem. Levantamentos podem ou não envolver coleta de material nas localidades visitadas. Em levantamentos com coleta, às vezes os materiais são identificados no campo (como censo de aves e primatas), outras vezes são identificados posteriormente no laboratório (inventários de invertebrados e vegetação). No segundo caso, o

material coletado em uma localidade é chamado de **amostra** e registrado com um número de identificação. As amostras representam um problema específico de gerenciamento de dados que deve ser tratado de forma combinada com os sistemas de informação relevantes para coleções biológicas, como já discutimos anteriormente. Para esse fim, dado o número original da amostra, o sistema de informação em coleções utilizado deve ser capaz de gerar duas listas: **uma que contenha as informações das amostras resultantes de divisões da amostra original**, e outra lista **com todos os espécimes em coleções derivados da amostra original até o presente**. Levantamentos com coleta podem gerar observações adicionais *in situ*, como, por exemplo, descrição das circunstâncias do evento de coleta como horário ou temperatura da coleta.

Um **levantamento sem coleta** tipicamente gera um número de observações para cada local de coleta. Pode ser que estas observações originais necessitem de pós-processamento no laboratório, mas assumiremos que isso acontecerá antes dos dados entrarem em nosso sistema BID. Em outras palavras, não é necessário rastrear a história de levantamentos sem coleta.

Outra distinção entre levantamentos é se as localidades são ou não conhecidas *a priori*. Alguns levantamentos, pelo seu delineamento, listam previamente os locais exatos nos quais as observações serão feitas, denominados de **levantamentos localizados**. Outros levantamentos não definem a localização exata, mas normalmente identificam um transecto ao longo do qual as observações serão feitas, e cada observação será individualmente registrada posteriormente junto com a informação sobre o posicionamento georreferenciado, como distância ao longo da trilha e distância da trilha (à direita ou à esquerda). Chamamos esses levantamentos de **levantamentos em transectos**.

Para alguns levantamentos, é relevante registrar quem é o responsável por cada uma das observações ou eventos de coleta. Isso não é o mesmo do que registrar o líder do levantamento, que indica a pessoa responsável por todo o levantamento (isso é algo que sempre deverá ser feito). Aqui nos referimos à indicação de uma pessoa para cada observação, o observador, e chamaremos um levantamento como esse de **levantamento personalizado**. Qualquer observador mencionado aqui deverá estar incluído na lista de pesquisadores.

Ainda temos que fazer mais uma distinção entre levantamentos. Isso acontecerá quando, para embasar o objetivo principal de algum levantamento, medidas ou observações adicionais que não podem ser diretamente atribuídas ou conectadas com as observações principais são feitas durante o período do levantamento. Seguem alguns exemplos:

- Em alguns estudos de herpetofauna, a temperatura do ar é importante para a coleta, e isso pode ser medido três vezes durante a coleta matinal, o que pode acontecer em mais de uma localidade. Para cada uma das medidas, teremos um valor de temperatura do ar e, possivelmente, informações de localidade e de hora.
- Em estudos de avifauna, o horário do dia de um levantamento em transecto é importante, então o horário inicial e final do levantamento devem ser registrados.

Em ambos os casos, o processamento de dados após o trabalho de campo pode produzir valores (temperatura, hora) que podem ser associados com os dados primários de observação. Mas nem sempre isso pode ser feito e, nessas circunstâncias, será permitido que medidas/observações adicionais sejam armazenadas em **sub-levantamentos** separados, relacionados com o levantamento principal. Um levantamento principal pode estar associado a mais de um sub-levantamento.

Qualquer sub-levantamento previsto requer o mesmo trabalho “a priori” que um levantamento principal (i.e., preparação de dados). Mas um sub-levantamento terá alguns aspectos de seu delineamento em comum com o levantamento principal, então é razoável atentar para eles antes da entrada de dados e metadados que pode ser de todas as classes de levantamentos acima discutidas: com ou sem coleta, localizado ou em transecto, personalizado ou não.

Observações e variáveis

Qualquer tipo de levantamento envolve observações, e os dados então registrados são inseridos no sistema BID. Para ajudar a compreensão podemos pensar nos dados registrados em um levantamento como uma tabela única, na qual cada linha representa todos os dados coletados em uma só localidade do levantamento (em um determinado momento). Chamamos essa combinação de dados em um único local em um momento de observação. A classe de objeto para observações aparece na figura 1 e é repetida na figura 2. Seu nome em *itálico* indica que se trata de uma classe abstrata: não pode ser diretamente instanciada. As instâncias procedem de suas subclasses.

Como as observações são tão diferentes, criamos uma lista de subclasses de Observação. São elas: **ObservaçãoPersonalizada**, **ObservaçãoComColeta**, **ObservaçãoComData** e **ObservaçãoComDataEHora**, bem como quatro tipos de classes de observação dependendo da localidade, de acordo com as várias localidades que serão mencionadas e explicadas em detalhe na figura 4. As propriedades dessas subclasses podem até mesmo ser combinadas de forma que, por exemplo, uma observação com coleta possa ser datada e com hora.

Uma coluna nessa tabela imaginária é o que chamamos de **variável do levantamento**. Um dos objetivos principais do delineamento de um levantamento é a identificação das variáveis do levantamento. Isso determina quais **valores de observação** serão gerados em cada localidade do levantamento. Novamente, a classe Valor da Variável Levantada (**ValorVarLevant**) é abstrata. Possui cinco subclasses (Figura 2), todos os nomes terminando com **SVV**. Cada uma dessas classes tem um valor extra de atributo, no qual o tipo de dado varia por classe. Essa técnica está no cerne da solução para obter a generalidade do inventário.

Vamos discutir a técnica descrita acima com um exemplo. Em um levantamento, algumas medidas serão realizadas. Suponhamos que estamos fazendo um levantamento em parcelas aquáticas, e que para cada parcela determinamos o total de sólidos dissolvidos ("TDS", em inglês) em medidas de [mg/l]. No sistema BID, essas medidas criarão um objeto único do **Levantamento**, um objeto da **VariávelLevantada** com um nome **TDS** (varname) e um tipo de variável tipo "float". Esses objetos da **VariávelLevantada** estarão associados com tantos objetos **float_SVV** quanto parcelas aquáticas visitadas no levantamento. Obviamente, haverá mais variáveis levantadas, cada uma delas associada com seus respectivos valores.

Além do nome da variável levantada, no delineamento do levantamento temos também que identificar seu tipo de dado (alfa-numérico, número integral, número real ou outro), decidir se permitiremos entradas de valores

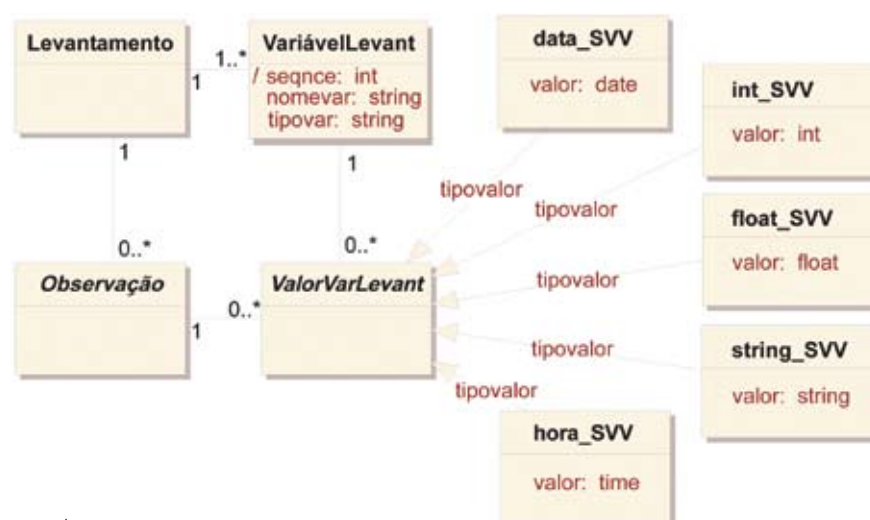


Figura 2 :: Diagrama de classes UML persistente do esquema conceitual da base de dados, envolvendo variáveis levantadas, observações e valores observados.

nulos¹ para a variável e a possibilidade de valores especiais: algumas vezes valores ordinários são atribuídos com significados especiais. Por exemplo, o valor "0.00" pode significar "valor baixo demais para ser medido". Valores especiais devem sempre ser registrados, pois caso contrário sua interpretação correta pode estar em risco. Uma tabela separada será usada para administrar valores especiais de variáveis levantadas.

Algumas variáveis levantadas requerem tratamento especial pelo sistema, e isso deve ser indicado pelo responsável pelo delineamento do levantamento. Temos que saber qual combinação de variáveis levantadas pode ser usado como um identificador de uma observação (i.e., a noção de chave primária). Para um levantamento com uma única observação por parcela, o sufixo identificador da parcela; para aqueles com levantamentos múltiplos por parcela, variáveis adicionais levantadas (que podem ser localização, hora e/ou colunas do observador) são necessárias para identificar aquela observação como única. O motivo pelo qual isso deve ser conhecido tem dois aspectos:

1 - Trata-se de uma decisão importante no delineamento do levantamento, então não deve ficar sem resposta;

2 - Nossa técnica para obter generalidade no manuseio de um arquivo de dados de um levantamento conta com uma radical fragmentação vertical dos arquivos de dados. Para fazer isso, precisamos entender o que constitui a chave primária da tabela original. Se a tabela original tem N atributos nos quais P são atributos que compõem a chave primária, a fragmentação vertical levará, pelo menos ao nível de lógica de banco de dados, a $N - P$ novas tabelas, cada uma com $P + 1$ atributos, nominalmente os atributos originais da chave primária mais um atributo normal de dados.

Para as variáveis levantadas, identificamos um número de subclasses, coincidindo com os vários tipos de dados que valores de observações possam ter. Isso leva a uma fragmentação vertical da tabela de dados imaginária, a qual nos permite tecnicamente a obtenção da generalidade e da independência do delineamento do levantamento.

Razões adicionais para o tratamento especial de alguns atributos do levantamento estão na demanda da verificação de sua consistência lógica pelo sistema. Em outras palavras: localidades identificadas nos dados devem existir, ou pelo menos ser representações razoáveis, observadores devem ser conhecidos pelo sistema, dados de data e hora devem estar no intervalo de tempo do levantamento e assim por diante. Também é previsível que alguns atributos do levantamento saiam de uma lista de valores possíveis, e queremos verificar a consistência desse tipo de dados.

¹ Um valor nulo representa o fato de que nenhum valor foi obtido, que o valor foi perdido ou que não pôde ser obtido. Em geral, significa "valor desconhecido ou não aplicável".

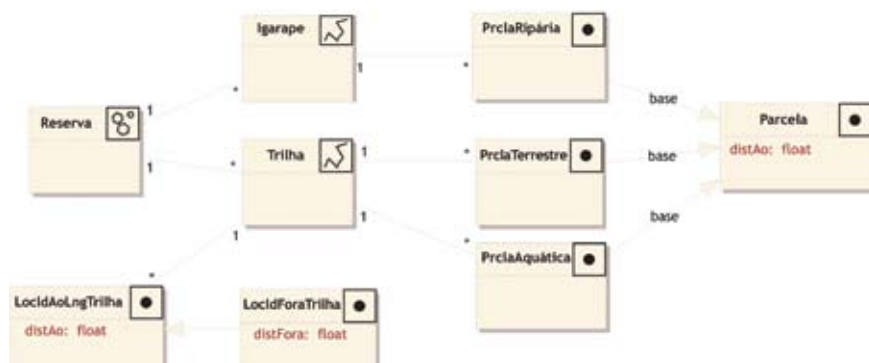
Localidades de Levantamentos

O sistema BID é um sistema de banco de dados habilitado espacialmente, o que nos permite rastrear as localidades dos levantamentos, reservas e trilhas, bem como agregar espacialmente dados de levantamentos em unidades maiores, como sistemas completos de cursos de água, bacias hidrográficas ou interflúvios. No delineamento do sistema, nós consideramos uma quantidade de formas espaciais comumente encontradas em dados de levantamentos. Muito da discussão dessa seção está ilustrada na figura 3.

Em nossa modelagem espacial, utilizamos os padrões amplamente conhecidos, como ponto e polígono, e funções relacionadas de acordo com o estabelecido pelo OGC (“Open Geospatial Consortium”). Esse padrão nos permite armazenar e manipular formas espaciais de modo que podemos utilizá-las para mapeamento, análises espaciais e geoestatísticas, dentre outras.

Sobre o sistema de referência espacial

Todos os dados espaciais armazenados no sistema foram escolhidos para ser representados em um sistema de referência único, WGS 84, o qual é amplamente conhecido como o sistema padrão que a maioria dos instrumentos de posicionamento global (aparelho GPS) opera. A vantagem dessa escolha é que utilizamos um único sistema; a desvantagem é que ele não permite cálculos diretos de distância e área porque é um sistema de referência geográfica. Uma alternativa óbvia seria utilizar as várias zonas projetadas UTM, as quais contornariam essa desvantagem. A abrangência da área estudada pelo



△

Figura 3 :: Diagrama de classes UML do esquema conceitual do banco de dados, envolvendo reservas, trilhas e parcelas de coleta. Essas classes têm conotações de formas espaciais, indicadas por um ícone: multipolígono, linha e ponto, respectivamente.



△

Figura 4 :: Alguns objetos com conotações de formas espaciais: uma reserva (um polígono, em amarelo), um igarapé e sua cabeceira (uma linha, em verde), uma trilha e seu início (uma linha, em vermelho), e algumas parcelas aquáticas (pontos, em azul).

PPBio, entretanto, cobre pelo menos onze zonas UTM, e o uso da projeção UTM implicaria na impossibilidade de comparação direta entre alguns dados. O sistema de banco de dados incorpora funções eficientes que permitem transformar de um sistema de referência para outro, então nossa escolha pelo WGS 84 é adequada e é possível lidar com suas deficiências.

A escolha pelo WGS 84 como sistema de referência espacial para ser usada internamente não interfere em como o usuário final pode fornecer seus dados espaciais, ou como o mesmo pode obter dados espaciais pelo banco de dados. O sistema final acomodará outros sistemas de referência para entrada e saída de dados espaciais.

Áreas Primárias de Levantamento

Uma **reserva** é uma área de estudo, normalmente com um sistema de trilhas, e possivelmente abrangendo igarapés. Usamos o termo reserva no sentido amplo, relacionado a qualquer sítio de estudo no qual as pesquisas são realizadas. A representação típica de uma reserva é uma forma poligonal, ou um conjunto de formas poligonais, no caso de áreas desconexas. Uma trilha pertence a uma reserva. A representação espacial de uma trilha é uma linha com um início definido. É possível realizar medidas

de distância ao longo da trilha, pois localidades às vezes são indicadas por essas distâncias. Como uma trilha, um **igarapé** é normalmente associado a uma reserva. Assumiremos também que temos uma cabeceira de igarapé pré-determinada espacialmente (por algum método adotado).

Uma série de dados consiste em uma coleta de informações, cada uma para uma única localidade, ou possivelmente cada uma para cada combinação de localidade e hora. O nível mais grosseiro de determinação de localidade é a **parcela**. Há parcelas de pelo menos três tipos: **parcelas terrestres**, **aquáticas** e **ripárias**. Cada uma dessas normalmente é identificada com um nome que é formado pela concatenação do nome alfa numérico da trilha, mais a distância em metros do início da trilha (ver Introdução, Figura 6). No caso de parcelas ripárias ou aquáticas, usa-se às vezes o nome do igarapé. É possível derivar uma localidade a partir desses dados se a trilha e o início da trilha são geograficamente referenciados.

Do ponto de vista do gerenciamento dos dados, a distinção entre os três tipos de parcela é praticamente sem importância. A diferença principal entre os tipos de parcelas é no arranjo espacial na área de estudo: parcelas terrestres normalmente são distribuídas em uma grade regular com distâncias fixas pré-estabelecidas; parcelas aquáticas são posicionadas com distâncias normalmente determinadas pelo cruzamento entre as trilhas e os cursos de água, assim como as parcelas ripárias, estas localizadas adjacentes aos igarapés.

Outras Localidades de Levantamento

Alguns levantamentos requerem a determinação da localização em uma escala mais fina do que parcela. O termo que aplicamos para esses locais é **localidade**. Uma **localidade baseada na trilha** é uma localidade determinada pelo nome da trilha e uma distância ao longo da mesma. É muito parecida com as parcelas terrestres, aquáticas e ripárias que vimos acima, mas uma diferença fundamental é que localidades são específicas de determinado levantamento: não haverá um repositório central para elas, e as mesmas serão armazenadas com a série de dados do levantamento relacionado. Dentre as localidades baseadas na trilha, reconhecemos ainda dois tipos: **localidade ao longo da trilha** e **localidade fora da trilha**. A primeira consiste em nome de trilha mais uma distância do início da trilha; a segunda adiciona a essa uma distância medida perpendicular da trilha para a localidade fora da trilha. Por convenção, começando do início da trilha, qualquer distância para a esquerda da trilha é indicada com números negativos, qualquer distância para a direita com números positivos. A unidade é sempre metros.

O trabalho de implementação

O sistema BID, para o qual discutimos as principais características de delineamento nas seções anteriores, é desenvolvido em PostgreSQL, um sistema de gerenciamento de banco de dados de código aberto de alta qualidade. Ele implementa um modelo de dados objeto-relacional e, com a extensão PostGIS que usamos, torna-se um servidor de dados poderoso e habilitado espacialmente. Ele permite disponibilizar o conteúdo de dados, como os de levantamentos e dados espaciais relacionados, a uma grande variedade de clientes. O mecanismo mais importante de disponibilização ao usuário por enquanto é o Portal do PPBio na Internet (<http://ppbio.inpa.gov.br/>), no qual pesquisadores poderão fazer a entrada e saída das séries de dados de inventários.

O trabalho de implementação se concentrou até agora especialmente no desenvolvimento das estruturas de armazenamento principais, que são tabelas derivadas metodicamente do desenho conceitual do sistema, conforme ilustrado nas figuras 1, 2 e 3. Esses diagramas descrevem o sistema apenas parcialmente, e não revelam a estrutura completa da base de dados. Apresentam, porém, a parte mais importante do sistema.

A generalidade obtida por um desenho cuidadoso de alto nível precisa ser funcionalmente implementada, e isso é a parte tecnicamente desafiadora do sistema BID. Colocamos bastante ênfase na funcionalidade primária I/O (“Input/Output”, ou Entrada/Saída), baseados em nosso entendimento do ciclo de informação associado a um levantamento.

Os passos principais do ciclo são:

- Delinear o levantamento e torná-lo conhecido pelo sistema BID;
- Executar o levantamento e coletar os dados em fichas de campo ou equipamentos de armazenamento digital (*dataloggers*, *palm tops*);
- Preparar os dados em arquivos .csv (“comma separate values”, valores separados por vírgula) e inseri-los no sistema BID (*upload*);
- Fragmentar os dados inseridos e reorganizá-los nas tabelas internas apropriadas do sistema BID.

Um ciclo de informação semelhante foi definido para pessoas que desejam extrair dados de levantamentos armazenados no sistema BID, mas não discutimos tal processo nesse capítulo.

A complexidade de fornecer a funcionalidade de generalidade é ilustrada com códigos para o procedimento “**bid_grind_strobs**” que incluímos

aqui. Esse procedimento, implementado na linguagem pgpsql do PostgreSQL, fragmenta um arquivo de dados entrado no sistema em pedaços e armazena esses pedaços nas respectivas tabelas do banco de dados. Esse código contém comentários compreensíveis para permitir que o leitor não especializado em Tecnologia da Informação (TI) tenha uma idéia do objetivo de seu conteúdo. Como não temos a intenção de fazer um exercício de compreensão de códigos, explicamos que este código ilustra duas características proeminentes de nossa abordagem para a implementação.

A primeira é a de sumarização: as primeiras 15 linhas do código garantem que os dados de entrada são apropriados e que não aceitamos dados com defeitos ou inconsistentes com o sistema BID. A segunda característica é a da generalidade: o procedimento analisa o tipo de levantamento e trabalha de acordo, incluindo atributos relevantes, dependendo do tipo de levantamento. Dessa forma, utiliza o procedimento interno “**bid_grind_strobs**”, que realiza o armazenamento de valores de variáveis do levantamento nas várias tabelas SVV que já discutimos. Outros procedimentos armazenados no sistema atual mostram itens similares de sumarização e generalidade.

TABELA 1 :: Código para o procedimento “**bid_grind_strobs**”.



```
CREATE OR REPLACE FUNCTION
bid_grind_strobs(levantnr integer)
RETURNS character varying AS
$BODY$
--- This function intends to create records in STROBS, or one of its subtables,
--- one for each record in levantnr's tmpdatatable, which is the imported csv file.
--- Upon import, Farmfresh stride key values have already been created, and so
--- these can be used for insertion in strobs also.
DECLARE
rec RECORD;
tablename varchar;
cnt int4;
attlist varchar;
BEGIN
--- Verify whether survey with given number levantnr exists, if not, bail out.
IF NOT EXISTS (SELECT * FROM levantamento AS l WHERE l.lid=levantnr) THEN
RAISE EXCEPTION 'Levantamento with identifier number % does not exist.', levantnr;
END IF;
--- See whether it has a temporary data table, if not bail out
SELECT l.tmptablename INTO tablename FROM levantamento AS l WHERE l.lid=levantnr;
IF tablename IS NULL OR length(tablename)=0 THEN
RAISE EXCEPTION 'No temporary data table seems to be currently associated with levantamento %.', levantnr;
END IF;
--- Verify whether tablename exists, if not, bail out.
SELECT * INTO rec FROM pg_catalog.pg_class as c WHERE c.relname=tablename;
IF NOT FOUND THEN
RAISE EXCEPTION 'No table % exists in this database.', tablename;
END IF;
--- Verify whether the strobs of this survey have not already been inserted, if they have been, bail out.
SELECT count(*) INTO cnt FROM strobs WHERE levant = levantnr;
IF cnt > 0 THEN
RAISE EXCEPTION 'A number of % strings-of-observation have already been entered into this database for the given survey.', cnt;
ELSE
--- Let's meet our intentions, and insert the strobs in one or more of the strobs tables.
--- We need to properly analyse which subtable(s) require filling.
--- We go one-on-one.
SELECT * INTO rec FROM levantamento AS l WHERE l.lid=levantnr;
--- First the positioning subtypes:
IF rec.locational_kind='g' THEN attlist = 'x,y';
ELSEIF rec.locational_kind='p' THEN attlist = 'parcela';
ELSEIF rec.locational_kind='t1' THEN attlist = 'tri1ha, dist';
ELSEIF rec.locational_kind='t2' THEN attlist = 'tri1ha, dist, dist_off';
ELSEIF rec.locational_kind='i1' THEN attlist = 'igarape, dist';
ELSEIF rec.locational_kind='i2' THEN attlist = 'igarape, dist, dist_off';
END IF;
PERFORM bid_insert_strobs(rec.tmpdatatable, rec.locational_kind, attlist);
--- Second, those deriving from collects
IF rec.is_collecting_survey THEN
PERFORM bid_insert_strobs(rec.tmpdatatable, 'c', 'lote');
END IF;
--- Third, those deriving from tinkind
IF rec.tining_kind='d' THEN
PERFORM bid_insert_strobs(rec.tmpdatatable, 'd', 'date');
ELSEIF rec.tining_kind='h' THEN
PERFORM bid_insert_strobs(rec.tmpdatatable, 'h', 'datum, hora');
END IF;
--- Fourth, those deriving from personal
IF rec.is_personalized_survey THEN
PERFORM bid_insert_strobs(rec.tmpdatatable, 'p', 'obs_pesq');
END IF;
RETURN 'Strings-of-observation properly included in strobs table.';
END IF;
END;
$BODY$
LANGUAGE 'plpgsql' VOLATILE;
ALTER FUNCTION bid_grind_strobs(integer) OWNER TO postgres;
```


Desenvolvimento futuro

O trabalho já conduzido no desenho e implementação do sistema focou na construção de um sistema de armazenamento e de uma interface na internet para permitir o registro do delineamento de levantamentos, a entrada de dados observados e a saída de dados de levantamentos já conduzidos. Todas as funções estão prontas e o sistema está em fase de teste.

Para uma segunda fase desse projeto, é necessário o estudo de requerimentos para o mapeamento mais avançado e para análises estatísticas e geoestatísticas. Isso nos permitirá construir ferramentas de exploração de dados coletados em uma variedade de formas diferentes. Alguém pode pensar em estudos integrados em reservas ao longo do tempo e de vários grupos de formas de vida, ou em estudos de um só grupo de organismo ao longo de várias reservas. O sistema, quando estiver totalmente constituído, atenderá essas demandas.

No futuro próximo, adicionaremos ao sistema os levantamentos já conduzidos na Reserva Ducke. E, após ajustes e adequações, adicionaremos levantamentos conduzidos em outras áreas de estudo com o delineamento RAPELD, como Parque Nacional do Viruá, Estação Ecológica de Maracá, Universidade Federal de Roraima, Embrapa de Boa Vista, Reserva Biológica do Uatumã, módulos de coleta ao longo da BR-319 e Floresta Nacional de Caxiuanã. Isso nos fornecerá dados que poderão ser experimentados para o desenvolvimento de formas avançadas de mapeamento de ferramentas geoestatísticas. Essas ferramentas também serão disponibilizadas no Portal PPBio na Internet.

Será realizado também mais trabalho na distribuição dos dados levantados em formatos apropriados de metadados. Estamos atualmente investigando qual(is) formato(s) são mais indicados para isso. Nosso objetivo é facilitar o acesso aos dados armazenados pela maior gama de usuários finais possível.

Agradecimentos

Agradecemos Célio Magalhães e o INPA por viabilizar a estadia de Rolf de By e o ITC (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation) por permitir o afastamento sabático de Rolf. Agradecemos também o apoio de Bill Magnusson ao longo de todo o processo de desenvolvimento do sistema e redação desse capítulo e Luciano Ferreira e colaboradores do Projeto LBA na implementação do sistema.

Sugestões de leitura

Geoffrey C. Bowker. Biodiversity datadiversity. *Social Studies of Science*, 30(5):643–683, October 2000.

Jim Arlow and Ila Neustadt. UML 2 and the Unified Process: Practical Object-oriented Analysis and Design. Addison-Wesley, second edition, 2005.

OpenGIS Consortium. OpenGIS simple features specification for SQL. Technical Report 99-049, OpenGIS Consortium, Inc., May 1999. revision 1.1.

PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL 8.2.0. Documentation. Technical report, The PostgreSQL Global Development Group, 2006. 1688 pp.

William K. Michener. Meta-information concepts for ecological data management. *Ecological Informatics*, 1(1):3–7, 2006.

Colaboradores

Albertina Pimentel Lima

Coordenação de Pesquisas em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. Efigênio Sales, 2239. Caixa Postal 478, Manaus, AM. Brasil. CEP 69011-970 (lima@inpa.gov.br).

Ana Lúcia Nunes-Gutjahr

Museu Paraense Emílio Goeldi. Av. Perimetral 1901, Terra Firme. Belém, PA. Brasil. CEP 66077-530 (alnunes@museu-goeldi.br).

Ana Maria Pes

Coordenação de Pesquisas em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo, 2936, Caixa Postal 478, Manaus, AM. Brasil. CEP 69011-970. Bolsista PRODOC-CAPES, Programa de Taxonomia (pesanamaria@yahoo.com.br).

Anselmo Nogueira

Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), São Paulo, SP (anselmoeco@yahoo.com.br).

Antonio Rossano Mendes Pontes

Centro de Ciências Biológicas. Departamento de Zoologia. Universidade Federal de Pernambuco. Rua Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50740-620 (mendespontes@gmail.com).

Carlos Augusto da Silva Azevedo

Universidade Estadual do Maranhão. Centro de Estudos Superiores de Caxias. Departamento de Química e Biologia. Pós-graduação em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo, 2936. Caixa Postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM (carlosaugusto@cesc.uema.br).

Carlos Elias de Souza Braga

Pós-graduação em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo, 2936, Caixa Postal 478, CEP 69060-001, Manaus - AM (cebraga@inpa.gov.br).

Carolina Castilho

EMBRAPA Roraima, Rodovia BR 174, km 8, em Boa Vista, Caixa Postal 133, CEP 69301-970 Boa Vista – Roraima (carolina@cpafrr.embrapa.br).

Célio Ubirajara Magalhães

Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática. Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo 2936, Caixa Postal 478, CEP 69011-970. Manaus, AM (celiomag@inpa.gov.br).

Debora Pignatari Drucker

Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais Universidade Estadual de Campinas. Rua dos Flamboyants, 155. Cidade Universitária Z. Vaz CEP 13084-867, Campinas, SP (deboradrucker@gmail.com).

Domingos Leonardo Vieira Pereira

Pós-graduação em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936, Bairro Petrópolis. Caixa Postal 478, Manaus, AM, CEP 69011-970 (domingos_leonardo@yahoo.com.br).

Domingos J. Rodrigues

Instituto Universitário do Norte Matogrossense. Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Alexandre Ferronato 1200, Setor Industrial, Sinop, MT, CEP 78550-000 (djrodrigues@cpd.ufmt.br).

Eliane Débora Leite Soares

Pós-graduação em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Caixa postal 478. Manaus, AM, Brasil, CEP 69011-970 (elianesoares@click21.com.br).

Elizabeth Franklin

Coordenação de Pesquisas em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis, Caixa postal 478. Manaus, AM, Brasil, CEP 69011-970 (beth@inpa.gov.br).

Fabiano Waldez

Pós-graduação em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. Efigênio Sales, 2239, Caixa Postal 478, Manaus, AM, CEP 69011-970 (fwaldez@yahoo.com.br).

Fabricio Beggiato Baccaro

PPBio. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Av. André Araújo, 2936, Petrópolis. Caixa Postal 478, CEP 69060-001, Manaus. AM. Brasil (fabricera@gmail.com).

Fernando Mendonça

Pós-graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo 2936, Caixa postal 478, Manaus, AM. Brasil, CEP 69011-970 (mendonca@inpa.gov.br).

Flávia Costa

Coordenação de Pesquisas em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. Efigênio Sales, 2239 Caixa Postal 478, Manaus, AM, CEP 69011-970 (flaviacosta001@gmail.com).

Helder M. V. Espírito Santo

Pós-graduação em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. Efigênio Sales, 2239, Caixa Postal 478, Manaus, AM, CEP 69011-970 (helder@inpa.gov.br).

Jansen Zuanon

Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo 2936, Caixa postal 478, CEP 69011-970. Manaus, AM (zuanon@inpa.gov.br).

José Albertino Rafael

Coordenação de Pesquisas em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Caixa Postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM (jarafael@inpa.gov.br).

José Laurindo Campos dos Santos

Coordenação de Ações Estratégicas. Núcleo de BioGeo Informática. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo 2936, Caixa Postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM (lcampos@inpa.gov.br).

Julio Daniel do Vale

Pós-graduação em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Av. André Araújo, 2936, CEP 69060-001, Manaus, AM. (juliodv@inpa.gov.br).

Lílian F. Rodrigues

Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (AM), Programa de Pesquisas (e diagnósticos) em Unidades de Conservação Estaduais do Amazonas (lilian_figueiredo@yahoo.com.br).

Marcelo D. Vidal

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (marcelo.vidal@ibama.gov.br).

Marcelo Gordo

Departamento de Biologia. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Amazonas. Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Bairro Coroado I. CEP 69077-000. Manaus, AM (mgordo@ufam.edu.br).

Marcelo Menin

Departamento de Biologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000, CEP 69077-000, Manaus, AM (menin@ufam.edu.br).

Marcio Luiz de Oliveira

Coordenação de Pesquisas em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM, CEP 69011-970, (mlolivei@inpa.gov.br).

Maria Goretti M. Pinto

Gerência do IBAMA em Tefé, Estrada do Aeroporto, 725, Tefé, AM, CEP 69.470-000 (mgoretimp@yahoo.com.br).

Maria José do Nascimento Lopes

Coordenação de Pesquisas em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Caixa Postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM.
(ferreira@inpa.gov.br).

Nadja Lepsch-Cunha

Coordenação de Assuntos Estratégicos. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM, CEP 69011-970 Brasil (nadja@inpa.gov.br).

Nair Otaviano Aguiar

Departamento de Biologia. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Amazonas. Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Bairro Coroado I. CEP 69077-000. Manaus, AM .
(naguiar@ufamedu.br).

Neusa Hamada

Coordenação de Pesquisas em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Caixa Postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM .
(nhamada@inpa.gov.br).

Patrícia do Rosário Reis

Pós-graduação em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Caixa Postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM .
(pat_reis@yahoo.com.br).

Regina Luizão

Coordenação de Pesquisas em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. Efigênio Sales nº 2239, Manaus, AM. CEP 69011-970, Caixa postal 478. Coordenadora Científica do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (rccl@inpa.gov.br).

Renato Cintra

Coordenação de Pesquisas em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. Efigênio Sales, 2239, Caixa postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM (cintra@inpa.gov.br).

Ricardo Braga-Neto

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. Efigênio Sales 2239, Caixa postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM (saci007@gmail.com).

Rolf A. de By

Department Geo-information Processing, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, 7500 AA Enschede, The Netherlands (deby@itc.nl).

Ruth Leila Menezes Ferreira

Coordenação de Pesquisas em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Caixa postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM (ruth@inpa.gov.br).

Tânia Margarete Sanaiotti

Coordenação de Pesquisas em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. Efigênio Sales, 2239, CEP 69011-970, Caixa postal 478, Manaus, AM (sanaiott@inpa.gov.br).

Valdely Ferreira Kinupp

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Horticultura e Silvicultura. Avenida Bento Gonçalves, 7.712 Saguão Térreo - Prédio Central Agronomia, CEP 91540-000 - Porto Alegre, RS (valkinupp@yahoo.com.br).

Victor F. V. Pazin

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (victor@inpa.gov.br).

William Ernest Magnusson

Coordenação de Pesquisas em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. Efigênio Sales no 2239, Caixa postal 478. Manaus, AM. CEP 69011-970 (bill@inpa.gov.br).

Wilson Spironello

Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. Efigênio Sales, 2239. Caixa postal 478, CEP 69011-970, Manaus, AM (wilson@inpa.gov.br).



Adolpho Ducke (1876 - 1959)

respeite a natureza



Embora o desmatamento causado pela expansão urbana de Manaus esteja isolando a Reserva Ducke de outras florestas, a proximidade da cidade favoreceu o desenvolvimento de uma grande quantidade de estudos científicos, alguns dos quais foram sintetizados nesse volume. A importância desses estudos para a Amazônia é enorme, pois a experiência adquirida revela-se determinante no planejamento de estratégias de pesquisa no Brasil todo, dentro do contexto do Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBio.



Ministério da
Ciência e Tecnologia

