



Desafios no caminho do conhecimento

Eficaz e econômico, novo sistema de amostragem permite a realização de inventários integrados da fauna e da flora, em curto e longo prazos

*Por Ricardo Braga-Neto**



Potencialidade natural da região amazônica contrasta com reduzida comunidade local de cientistas, equivalente a 5% dos pesquisadores brasileiros. Como se não bastasse, as unidades de pesquisas estão concentradas nas maiores cidades, como Manaus, no Amazonas, e Belém, no Pará. Compatibilizar megadiversidade com potencial de investigação é o desafio imediato

Embora o Brasil seja considerado um país “megadiverso”, por abrigar cerca de 13% de toda diversidade biológica mundial, raramente é enfatizado que muito dessa riqueza ainda continua desconhecida. Grande parte dela está nas florestas da Amazônia, esse território imenso e heterogêneo, que demanda abordagens inteligentes para conciliar o desenvolvimento socioeconômico e a conservação biológica. O governo federal, através do Plano Amazônia Sustentável (PAS), pretende favorecer a integração da região com o restante do país de forma planejada, visando aumentar ali a geração de emprego e renda. Estão previstos investimentos maciços em projetos de infra-estrutura, ampliação da oferta de energia, construção de rodovias e o uso sustentável dos recursos naturais. Para que os impactos sobre a biodiversidade sejam minimizados, é necessário que informações sobre a distribuição espacial das espécies e sobre processos ecológicos sejam incluídas no planejamento de uso da terra, ou seja, no zoneamento ecológico-econômico previsto no PAS. Entretanto, dada a enorme extensão territorial da Amazônia o conhecimento sobre a biogeografia da maioria das espécies ainda é insuficiente. E novas espécies continuam a ser descobertas até mesmo nas vizinhanças dos grandes centros urbanos.

Também é pequeno o número de cientistas que atuam na região: menos de 5% dos pesquisadores do país. Mesmo assim, a capacidade de pesquisa está concentrada nas maiores cidades, como Manaus e Belém. Os pesquisadores sediados no interior pertencem a instituições distintas com agendas diferentes. A falta de integração leva a lacunas no conhecimento e à sobreposição de esforços, com pesquisadores coletando dados que já estão disponíveis nas gavetas de outros colegas. Com essa fragmentação, as informações geradas têm pouca utilidade para manejo ou direcionamento de políticas públicas. Como não é possível preservar toda a Amazônia, decisões precisam ser tomadas sobre onde e quais intervenções humanas são mais apropriadas para cada região. O problema é que as áreas e processos ecológicos mais importantes para um grupo biológico, como plantas, podem não ser os mais importantes para outros, como os sapos. O desafio é criar condições que atendam as necessidades do maior número de pesquisadores e outros usuários, dentro das limitações dos escassos recursos disponíveis.

Esforço Integrado

Na Amazônia, a prática já mostrou que iniciativas direcionadas para integrar pesquisas na região, embora raras, resultaram em mais benefícios quando comparadas a estudos isolados. Com base nessa constatação, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) estruturou o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), um programa nacional que visa intensificar atividades de pesquisa no Brasil, estimulando inventários biológicos, modernização de coleções biológicas e estudos para uso econômico da biodiversidade.

O objetivo principal do PPBio na região amazônica é aproveitar a experiência dos grandes centros de pesquisa

Como se a carência de pesquisadores não bastasse, modelo atual de trabalho faz com que haja superposição e desperdício de recursos, historicamente escassos. Estratégia definida pelo PPBio, com adoção do sistema de grades, aumenta eficiência das pesquisas ao permitir comparações entre áreas já investigadas com outras ainda desconhecidas

sediados na região para fortalecer iniciativas regionais, visando aumentar a produção científica fora do eixo Manaus-Belém. Em cada estado da foi criado um núcleo regional, composto por vários órgãos e instituições públicas e privadas. Esses núcleos regionais coordenam as ações de pesquisa e capacitação e podem criar outros núcleos em regiões remotas. A identificação de necessidades de capacitação é uma das atividades mais importantes, porque varia entre regiões. Os trabalhos de pesquisa estão integrados com essas atividades, que vão desde o treinamento de guias e parataxonomistas, programas de iniciação científica nas escolas, até cursos de pós-graduação e intercâmbio de pesquisadores.

Estratégias para Inventários

O modelo atual, em que cada pesquisador instala sua própria infra-estrutura para o trabalho de campo cria sobreposição de esforços e desperdício de dinheiro. O PPBio definiu um modelo mais útil para a maioria dos pesquisadores e de usuários fora do mundo acadêmico, como empresários, comunidades extrativistas e órgãos responsáveis por decisões sobre o uso da terra. O sistema contempla simultaneamente estudos ecológicos e econômicos de longo prazo (Peld) e estudos rápidos (RAP, sigla para inventários rápidos), daí o nome Rapeld. A metodologia garante a comparação entre sítios mais estudados com outros com menor ou nenhum conhecimento



© FRONTPAGE/SHUTTERSTOCK

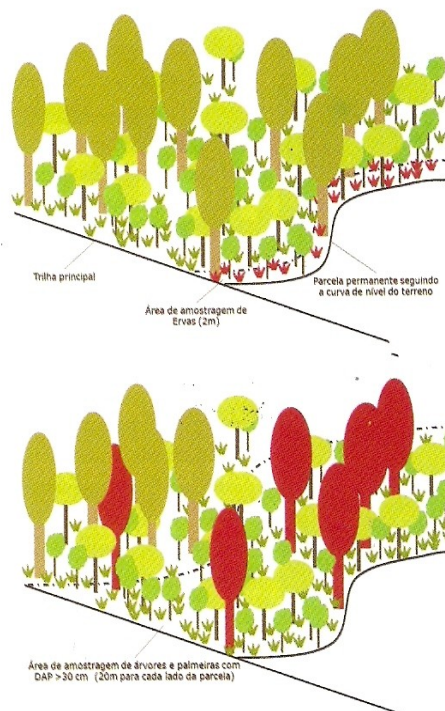
e integra informações obtidas em locais diferentes.

Onde não há estradas e rios navegáveis, a maioria dos pesquisadores precisa de trilhas de acesso e parcelas de amostragem para identificar e quantificar a biodiversidade. Essas unidades de amostragem também são usadas para quantificar as características físico-químicas do ambiente, dados essenciais para determinar taxas de extração sustentáveis para produtos florestais, e os prováveis efeitos de mudanças climáticas e outros impactos da ação do homem. A grade completa é um sistema de amostragem formado por um conjunto de trilhas dispostas regularmente em 25 km², e acampamentos permanentes que permitem a estada de pesquisadores. Em geral, a grade completa é usada como sítio Peld, mas grades maiores (como a grade da Reserva Ducke, de 64 km²) ou conjuntos de grades e módulos (partes da grade), também podem ser usados como sítios Peld, dependendo das possibilidades de cada local. Ao longo das trilhas são instaladas unidades amostrais (parcelas) de distribuição uniforme, algumas das quais amostram o ambiente sistematicamente e outras amostram ambientes particulares, como riachos e vegetação ripária (aquela que ocorre ao longo da margem de rios e lagos).

O objetivo do sistema de grades é maximizar a variação nos fatores ambientais entre pontos de amostragem para aumentar a probabilidade de amostrar adequadamente as comunidades biológi-

PARCELAS SOB MEDIDA

A amostragem da maioria dos organismos (árvores, ervas, formigas, sapos, répteis, fungos, aranhas, escorpiões, ácaros etc.) ocorre em parcelas distribuídas regularmente na paisagem. Dependendo da densidade do organismo, a parcela pode ter diferentes larguras que permitem a adequação do esforço amostral. A área da parcela não precisa ser contínua, de forma que uma parcela pode ser composta por unidades menores localizadas em um ou ambos os lados da linha central da parcela. A figura mostra parcelas de diferentes larguras utilizadas para estudar plantas lenhosas, palmeiras e ervas.



FABRÍCIO BACCARO



© DREAMSTIME



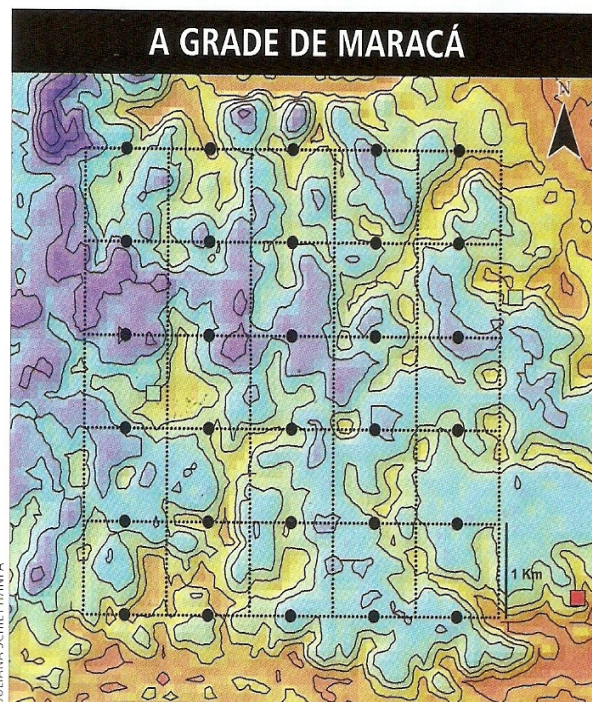
© LUIS LOURO/SHUTTERSTOCK

cas, para o que são necessárias áreas grandes. Ao mesmo tempo, ele permite minimizar a variação nos fatores abióticos que afetam essas comunidades em cada ponto amostral dentro da grade, o que requer unidades amostrais pequenas (por exemplo, parcelas, transectos). A forma das parcelas terrestres também é importante. Considerando que as propriedades do solo e a profundidade do lençol freático são determinantes para a distribuição das espécies de plantas e muitos outros organismos, e que essas características estão fortemente relacionadas com a topografia, o sistema utiliza parcelas finas e longas (250 metros), com seu maior eixo orientado ao longo da curva de nível do terreno. Esse desenho minimiza a variação interna da topografia e composição do solo em cada parcela, e permite investigar o efeito dessas características ambientais na distribuição de espécies e processos ecológicos, delineamento essencial para identificar efeitos ambientais sutis. Em cada grade completa (25 km²), existem 30 parcelas distribuídas uniformemente, e um número variado de parcelas ripárias e aquáticas, o que permite a execução dos inventários de forma integrada. O número de parcelas aquáticas e ripárias depende da quantidade de cursos d'água que cortam a grade.

As parcelas permanentes de 250 metros podem ser usadas para estudar vários organismos, até em estágios de vida diferentes, através do ajuste da sua largura ou distribuição de subamostras ao longo de sua extensão. Os organismos muito abundantes, que podem ser amostrados em escalas menores (insetos, aracnídeos, lagartos, fungos etc.), são coletados em áreas pequenas, normalmente próximas à linha central da parcela. Alguns animais e plantas que possuem menor densidade, como árvores grandes e roedores, são amostrados

em faixas mais largas ao longo da parcela, a partir da linha central. Assim, a área da unidade amostral varia de acordo com a necessidade de cada estudo, mas a extensão de 250 metros é mantida. Por exemplo, parcelas de 2 x 250 metros foram usadas para estudar ervas terrestres, enquanto parcelas de 40 x 250 metros foram usadas para estudar árvores com mais de 30 cm de diâmetro. Porém, não faz sentido procurar organismos com baixa densidade e/ou grande mobilidade, como a maioria de espécies de árvores de valor econômico, macacos, felinos, porcos e aves maiores, em parcelas de 250 metros. Esses organismos normalmente são amostrados ao longo das trilhas de 5 km. O objetivo é ajustar o esforço de coleta de forma integrada e padronizada, permitindo estudos sobre qualquer grupo biológico, sem, contudo, perder de vista o interesse individual de cada estudo.

Mapa topográfico da Estação Ecológica de Maracá com grade completa e acampamentos instalados. A grade é um sítio de pesquisas ecológicas de longa duração (Peld) importante para a região



RESULTADOS DE QUALIDADE

Um problema adicional da investigação científica na Amazônia está na compartimentação de dados, envolvendo de zoologia a botânica, entre outras áreas. Pesquisadores desconhecem dados uns dos outros e muitos deles acumulam informações até a aposentadoria ou morte. Nova proposta é que essas informações sejam de domínio público e estejam disponíveis a qualquer usuário interessado

© GOERTERMANVALS/SHUTTERSTOCK



R. BRAGA/INPA/PPBio/INPA



W.F. MAGALUS/INPA/PPBio/INPA



A aplicação da metodologia do sistema Rapeld vem apresentando resultados ponderáveis. Como a grade cobre uma grande parte da heterogeneidade ambiental de cada sítio e as parcelas estão estratificadas em função de variações da topografia, tem sido possível descobrir informações cruciais para compreender a dinâmica de absorção do carbono pelas plantas. Um estudo de dois anos na grade de 64 km² da Reserva Ducke, detectou um aumento da biomassa das árvores da reserva. Porém, este incremento não foi homogêneo, uma vez que a biomassa aumentou nas áreas mais altas (platôs) sobre solos argilosos, mas diminuiu nas áreas mais baixas (baixios) sobre solos arenosos. O efeito da topografia sobre a distribuição de espécies foi investigado em vários grupos, de plantas a sapos, e mostrou que as espécies não estão distribuídas de forma homogênea, mesmo em áreas pequenas. A raridade de uma espécie pode ser uma raridade efetiva ou apenas falta de estudos em escalas espaciais mais abrangentes, como a propiciada pela grade.

O tamanho da grade permite estudos de organismos que vivem em pequenos riachos. Usando parcelas aquáticas permanentes é possível, com baixo custo, avaliar a variação temporal da composição das espécies de peixes e outros organismos. Em 2006, um pesquisador, com dados coletados

em 2001 por outro colega, conseguiu em curto intervalo de tempo fazer estudos sobre sazonalidade que seriam impossíveis fora de um arcabouço integrado. Esses estudos sugerem que a estrutura da comunidade baseada na distribuição de abundância de espécies comuns deve ser o foco principal em programas de monitoramento da biodiversidade de peixes em riachos de terra firme, exceto em casos de endemismos, quando atenção especial deve ser dada à distribuição espacial das espécies raras.

Em outro estudo, uma pesquisadora observou que a diversidade de espécies de ervas é maior nos baixios do que nos platôs das parcelas terrestres, e também que a largura das matas ciliares não é fixa como consta nas definições adotadas no Código Florestal (Lei nº 4.771/65). As espécies típicas das matas ciliares ocupam uma faixa de largura variável, que pode chegar até a 100 metros a partir das margens de riachos com menos de 10 metros de largura. Isso resulta numa diferença significativa em relação à largura mínima de 30 metros a ser protegida, como estabelecido pela Lei nº 7.803/1989. O estudo contribui para a compreensão do funcionamento das matas ciliares, indicando que o manejo eficaz dessas áreas poderia ser planejado com base na legislação e em resultados científicos de qualidade.

TRANSPARÊNCIA NOS DADOS

Um dos problemas com as pesquisas realizadas na Amazônia é que a comunidade científica e demais usuários não sabe dos resultados da maioria desses estudos. Além de os resultados usados em publicações científicas serem apresentados tão resumidamente que podem não ser úteis para outras aplicações, muitos pesquisadores acumulam dados não publicados até a aposentadoria ou morte. A política de dados do PPBio, que é aceita por todos os participantes, segue o princípio de que dados coletados por funcionários públicos, ou em terras

públicas, ou com financiamento público, são de domínio público e, portanto, devem estar disponíveis em tempo hábil para os usuários. Com a exceção de dados sensíveis, como aqueles baseados em conhecimento tradicional ou que identificam a localização de uma espécie ameaçada de alto valor comercial, os dados coletados com o apoio do PPBio devem estar à disposição dos interessados, via internet, dentro de um ano após a coleta. Saiba mais em: <http://ppbio.inpa.gov.br/Port/dadosinvent/>

A Flexibilidade dos Módulos

Informações sobre uma área que deve sofrer impactos ambientais somente são úteis se podem ser comparadas com dados de outras áreas para indicar quanto os recursos a serem perdidos são limitados à área em questão. Para essas aplicações e onde são necessárias amostragens estratificadas, o PPBio utiliza módulos, que consistem em unidades de amostragem menores ou em diferentes configurações em relação às grades completas (25 km²). Por serem menores e mais baratos para serem instalados, os módulos podem ser usados em ações de monitoramento e manejo, uma vez que permitem estudos integrados com as grades completas e proporcionam infra-estrutura de campo local, principalmente na forma de trilhas. Conjuntos de módulos permitem a criação de sítios Peld com maior abrangência geográfica que uma grade completa.

Os módulos mantêm a configuração espacial das parcelas terrestres de distribuição uniforme, distantes no mínimo um quilômetro entre si. Entretanto, a forma dos módulos não é fixa, podendo variar também na extensão das trilhas. Por exemplo, módulos consistindo somente em parcelas aquáticas foram usados para avaliar os efeitos de corte seletivo de madeira em comunidades de peixes. No entanto, o módulo que está sendo mais usado em estudos de impactos é um retângulo formado de duas trilhas de 5 km, ligadas por duas trilhas de um quilômetro nas extremidades. Nesse caso, cada módulo tem 10 parcelas de distribuição uniforme instaladas seguindo o mesmo padrão das grades completas. Módulos desse tipo estão sendo usados para avaliar impactos do asfaltamento de rodovias, e o efeito de represas no rio Madeira, no estado do Amazonas. A vantagem desse sistema é que os inventários de reconhecimento, que normalmente geram informações pontuais, já podem fornecer dados para o monitoramento da biodiversidade em longo prazo.

Presente e Futuro

Embora investimentos em infra-estrutura na Amazônia favoreçam o desenvolvimento de pesquisas em biodiversidade, a carência de pessoas qualificadas para atuar em atividades de pesquisa é um problema crítico que demanda ações imediatas. Durante o período inicial do PPBio, foram priorizados investimentos para instalar infra-estrutura em diversos sítios na Amazônia, e isso facilitou o trabalho de campo de alunos de pós-graduação. Desde 2004, dezenas de dissertações e teses do Inpa foram conduzidas em sítios do PPBio, envolvendo diversos grupos biológicos. Os estudos de pós-graduação foram concentrados em quatro sítios: Reserva Ducke, Rebio Uatumã, Esec Maracá e Parna Viruá

Ações de planejamento do uso da terra e de recursos renováveis devem ser prioridade nesta fase de ocu-



Exemplo hipotético de uma Unidade de Conservação (contorno em amarelo) com uma grade completa (25 km²) e diversos módulos de tamanhos e formatos variados, que podem ser usados para monitoramento da área de entorno

pação da Amazônia. Entretanto, para que as ações de conservação tenham sentido, é preciso que as pessoas de cada localidade tomem parte nesse processo e que recebam o retorno financeiro e cultural da preservação da floresta. As atividades desenvolvidas nos sítios onde o PPBio atua foram usadas para aumentar a inserção das comunidades locais, por meio do treinamento de pessoas na prática de pesquisa de campo. Essas pessoas, em geral jovens, são hoje uma referência positiva em suas comunidades. Com a oportunidade de trabalho junto a alunos e pesquisadores, eles passam a entender a importância da conservação e da pesquisa científica na região.

O sistema Rapeld foi desenvolvido na Amazônia dentro do PPBio, mas já está sendo adotado e implementado por outros grupos em outras regiões do país, e até no exterior. O sistema já permite comparações padronizadas nunca antes possíveis, e está estimulando pesquisa em regiões onde este nível de integração era improvável, cinco anos atrás. Mais importante ainda, fornece um mecanismo para o setor privado contribuir para o conhecimento da biodiversidade, através dos relatórios de impacto ambiental e monitoramento de empreendimentos exigidos por lei.

OS AUTORES: RICARDO BRAGA-NETO é biólogo e tem interesse em ecologia e conservação de fungos tropicais. Colaboraram*: **Fabrizio Baccaro**, administrador de empresas e biólogo, pesquisa ecologia de formigas de solo; **Jerry Penha**, biólogo focado em ecologia de peixes; **Marcelo Menin**, biólogo e professor, investiga ecologia de sapos; **Flavia Costa**, bióloga voltada para ecologia vegetal; **Elizabeth Franklin**, bióloga e trabalha com taxonomia e ecologia de invertebrados; **Marcio Luiz de Oliveira**, também biólogo e estudioso de abelhas; **William Magnusson**, ecólogo e coordenador de atividades do PPBio da Amazônia ocidental. Todos eles são pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa).

PARA CONHECER MAIS

Portal do Programa de Pesquisas em Biodiversidade, <http://ppbio.inpa.gov.br/Port>

Building EDENs: the rise of environmentally distributed ecological networks. Joseph Craine e colab., em *BioScience*, vol. 57, págs. 45-54, 2007.

A program for monitoring biological diversity in the Amazon: an alternative perspective to threat-based monitoring. William Magnusson e colab., em *Biotropica*, vol. 40, págs. 409-411, 2008.