



Grupos-Alvo para levantamento e monitoramento da Biodiversidade

Instrutores (INPA/PPBio/CENBAM): Flávia Costa, William Magnusson, Albertina Lima, Fernanda Coelho, Pedro Ivo Simões, Jansen Zuanon, Julio do Vale, André Galuch, Amanda Mortati, Rafael Leitão, Fabio Rohe e Adriane Morais.

Monitores (PPBio/CENBAM): Maria Aparecida Freitas, Carmozina Araujo.

Auxílio na preparação de material didático: Fernanda Costa.

Carga Horária: 50 hs

Local: Reserva Ducke, Manaus

Conteúdo Programático:

Dia 1. Manhã

Apresentação do sistema de transectos e parcelas permanentes

Grupos-alvo para monitoramento da Biodiversidade

Dia 1. Tarde

Preparação de Material; Instalação de programas; Divisão dos grupos; programação.

Familiarização com os grupos

Dia 1. Noite

Preparação para amostragem no dia seguinte

Dia2 a 6. Manhã

Práticas com grupos

Dia 2 a 6. Tarde

Tabulação de dados e análises

Dia2 a 6. Noite

Apresentações de grupos-alvo

Dia 7. Manhã

Discussão final

Aula 1. Manha

Elementos necessários para um Sistema de amostragem e monitoramento da Biodiversidade

Para ser eficaz e eficiente, um sistema de amostragem e monitoramento da biodiversidade deve ter as seguintes características:

- (1) Ser **padronizado**.
- (2) Permitir **pesquisas integradas** de todas os taxa.
- (3) Ser **grande o suficiente** para monitorar todos os elementos da biodiversidade e processos ecossistêmicos.
- (4) Ser **modular** para permitir comparações com amostragem menos intensivas feitas em áreas muito grandes.
- (5) Ser **compatível** com iniciativas já existentes.
- (6) Ser implementável com a **mão de obra existente**.
- (7) **Disponibilizar** dados rapidamente de uma forma utilizável para atender às demandas de profissionais envolvidos com manejo e outros interessados.

Padronização da Escala dos Levantamentos

A maioria dos pesquisadores usa técnicas padronizadas de laboratório ou coleta e há muita discussão sobre qual padrão adotar. No entanto, novas e melhores técnicas são encontradas continuamente. É praticamente impossível, e não muito vantajoso, tentar restringir pesquisadores em relação a quais reagentes eles usam ou até mesmo qual tipo de armadilha eles adotam para capturar os organismos de seu interesse. Esse não é um problema tão grande quanto parece, e freqüentemente é possível calibrar novos métodos que permitem comparações com dados coletados previamente. Entretanto, dados coletados em escalas geográficas diferentes geralmente não podem ser comparados (Urban 2005³). Medidas de biodiversidade, como riqueza de espécies, composição de comunidades, variabilidade genética, mudança de biomassa e produtividade são todas fortemente dependentes de escala. Esse o motivo porque é praticamente impossível utilizar os extensos bancos de dados que foram desenvolvidos nas últimas quatro décadas para embasar o manejo ou para o entendimento de o que determina a distribuição da biodiversidade. Os pesquisadores do PELD Sítio 1 e participantes das fases iniciais do desenvolvimento do PPBio discutiram exaustivamente as possibilidades, baseados em dados dos estudos financiados com recursos do PPG7 em savanas (Cintra 2002)⁴ e em estudos financiados pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) em florestas tropicais. O sistema de amostragem

inicial na Reserva Florestal Adolpho Ducke (Reserva Ducke) cobriu 64 km² e serviu para validar metodologia. No entanto, essa área é grande demais para ser implementada em uma larga escala. Estudos por Carlos Peres da Universidade de Anglia (UK) e seus colaboradores mostraram que transectos em linha reta de 5 km são o suficiente para levantamentos da maioria dos mamíferos de grande porte, e um sistema de amostragem cobrindo 25 km² (5 Km x 5 Km) pode ser implementado a custo moderado.

Dentro desse sistema, as parcelas permanentes terrestres são espaçadas pela distância mínima de 1 km, fornecendo um número razoável de réplicas para estudos em um mesmo sítio (30-60). Variáveis topográficas geralmente não estão autocorrelacionadas espacialmente para parcelas separadas por essa distância em florestas tropicais na Amazônia Central (Kinupp & Magnusson 2005⁵, Magnusson et al. 2005²).

O comprimento de cada parcela foi de 250 m, porque isto providenciou uma quantidade de organismos maiores, como árvores, adequado para análises de comunidades. Esse comprimento de parcela foi independentemente selecionado por Alwyn Gentry em seus estudos em florestas por todo o mundo e provou ser valioso para muitas análises (Phillips & Miller 2002⁶). O desenho da parcela usado nos sítios do PPBio difere do de A. Gentry por não ser reto e seguir a curva de nível (cota altitudinal) para minimizar a variação edáfica dentro das parcelas. Magnusson et al. 2005² explicam essa lógica.

A grade (veja figura no final dessa página) de 25 km² é adequada para estudos de populações da maioria dos organismos, e é apropriada para estudos de hidrologia e hidroquímica em bacias hidrográficas, erosão, distribuição de organismos introduzidos, mudança de biomassa e outros processos em escala de paisagem importantes para pessoas envolvidas com o gerenciamento do uso da terra como o manejo florestal e o manejo de parques e reservas. Portanto, foi adotado com unidade básica para sítios maiores. Módulos menores são utilizados para avaliações rápidas, porém o arranjo espacial dentro dos módulos deve ser mantido para preservar a comparabilidade com sítios maiores e outros levantamentos. Esse desenho é congruente com a abordagem hierárquica recomendada por Lawson et al. 2005⁷.

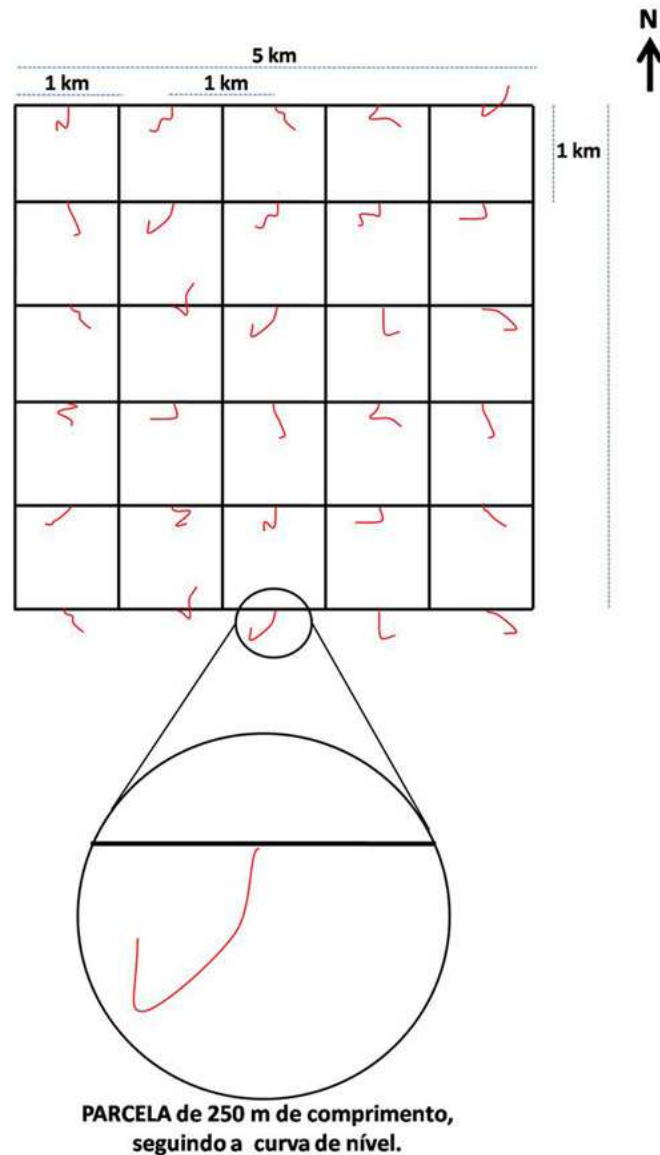
Muitos taxonomistas consideram levantamentos de campo uma forma de produzir listas de espécies. No entanto, listas de espécies são de uso muito limitado para planejamento do uso da terra, estabelecimento de cotas de extração, estimativas de valor de recursos ou outras atividades de interesse para a maioria dos usuários. Planejamento do uso da terra requer informação sobre complementaridade biótica entre sítios (Margules & Pressey 2000⁸) e isso pode ser determinado em levantamentos completos (inventários) ou levantamentos cuidadosamente padronizados para relações geográficas entre módulos de amostragem.

Levantamentos completos são financeiramente inviáveis para a maioria dos grupos

taxonômicos (Magnusson et al. 2005², Ribeiro 1995⁹). Assim, a amostragem padronizada permite a avaliação de ausências falsas (MacKenzie et al. 2003¹⁰, Field & Possingham 2005¹¹, Huettmann 2005¹², MacKenzie 2005²⁶, Manley et al.²⁷, Vojta 2005.²⁸), e permite análises de dados utilizando métodos que são pouco afetados por ausências falsas (por exemplo Reyers et al. 2002¹³), essencial para eficiência de levantamentos. A padronização é um pré-requisito para

quantificar a incerteza, e a estimativa de ausências falsas é o primeiro passo para o manejo de paisagens para conservação sob incerteza (Burgman et al. 2005¹⁴).

Os protocolos usados estão disponíveis nos metadados de cada sítio.



Levantamentos Integrados

Infra-estrutura de acesso (trilhas, parcelas) e acomodação para pesquisadores estão entre os itens mais custosos para qualquer sistema de levantamento. Estudos independentes por pesquisadores especializados em cada táxon resulta em uma desnecessária duplicação de esforços (Lawson et al. 2005⁷). Isso resulta em custos totais de ordens de magnitude maior do que pode ser alcançado por levantamentos integrados das mesmas taxa. Falta de planejamento é também um problema para profissionais envolvidos com o manejo de parques e reservas porque eles não podem controlar, ou monitorar, os impactos causados por pesquisadores se eles não sabem de antemão onde o esforço de coleta será aplicado. Além da economia de recursos financeiros, um sistema integrado permanente para a maioria dos

levantamentos permite que esses profissionais controlem o acesso e monitorem áreas potencialmente sensíveis.

Dados para grupos de organismos diferentes e dados ambientais não podem ser integrados se coletados em escalas diferentes (mais informações em **padronização**). Levantamentos integrados permitem também análises eficientes de dados coletados na mesma escala. A tabela seguinte contém dados típicos de coletas realizadas em levantamentos não coordenados:

Parcela	Densidade da Espécie	Estrutura da Vegetação	Solo	Altitude
A	4.3	55		
B	5.9			
C	6.7		78	
D	3.8	34		36
E	6.4			

O pesquisador coletou dados de densidade de seu organismo favorito em todas as parcelas que eram de interesse ao seu estudo em particular. Outros pesquisadores coletaram dados no mesmo sítio para estrutura da vegetação, granulometria do solo e altitude, mas os pontos de coleta coincidiram apenas em alguns casos. Análises integradas não são possíveis porque o computador normalmente eliminará parcelas que não contêm dados para todas as variáveis. É possível solicitar que o pacote estatístico ou um Sistema de Informação Geográfica (GIS) “invente” dados por extrapolação/interpolação de outras localidades levantadas, mas poucos pesquisadores fazem isso devido à questionável validade das análises subseqüentes. De qualquer forma, os graus de liberdade para análises estatísticas não devem ser maiores do que o número real de sítios investigados. A tabela seguinte contém dados estruturados que permitem uma ampla variedade de análises, e o uso dos dados por uma ampla variedade de usuários:

Parcela	Densidade da Espécie	Estrutura da Vegetação	Solo	Altitude
A	4.3	55	28	23
B	5.9	87	44	113
C	6.7	65	78	57
D	3.8	34	59	36
E	6.4	66	41	98

Esse tipo de dado pode ser coletado a custo bem mais baixo, e são úteis para a maioria dos usuários. Por esse motivo, levantamentos do PPBio são baseados em **módulos** padronizados, cada um podendo ser usado para uma ampla variedade de organismos.

Tamanho Grande

Parcelas de Gentry foram usadas para descrever a variação da diversidade dentro e entre unidades de área geográfica. Entretanto, há alta Diversidade Beta em pequena escala (1 - 10 km) na vegetação de florestas tropicais, mesmo dentro do mesmo “tipo” de vegetação, como a floresta de terra firme (Clark et al. 1999¹⁵, Phillips et al. 2003¹⁶, Tuomisto & Ruokolainen 1994¹⁷, Vormisto et al. 2000¹⁸, Tuomisto et al. 2003¹⁹). Portanto, a área amostrada para comparações dentro de um mesmo sítio precisa ser grande. Parcelas pequenas (1 - 100 ha) capturam uma parte muito pequena da diversidade de um sítio para a maioria dos grupos taxonômicos. Esse é o principal motivo que muitas parcelas de 0.1 ha são bem mais eficientes que parcelas de 1 há com a mesma área total (Phillips et al. 2003). Para comparações entre sítios, consideramos que o sistema de grade representa uma única parcela composta por muitas sub-parcelas. Para análises dentro do mesmo sítio, cada parcela ou módulo de amostragem adotado deve ser considerado uma réplica independente.

A unidade básica para levantamentos em sítios maiores proposta dentro do PPBio é um sistema de trilhas em forma de grade de 5 km x 5 km sobre o qual parcelas permanentes são distribuídas sistematicamente. Sítios de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração são utilizados para monitorar mudanças em variáveis ambientais e biológicas, e o sítio como um todo precisa ser grande o suficiente para monitorar fenômenos que são de interesse de usuários como profissionais envolvidos com manejo florestal, gestão de reservas e planejamento do uso da

terra. Parcelas menores (1 – 100 ha) podem ser úteis para questões específicas, e parcelas ainda menores podem revelar espécies não-descritas, mas são de pouca utilidade para capturar a diversidade de organismos grandes ou móveis, muitos dos quais são de interesse econômico ou conservacionista. Processos ecossistêmicos, como acumulação de biomassa, erosão, poluição e sedimentação atuam em grandes áreas, e só podem ser avaliados sob em grandes áreas. Por exemplo, dentro da maioria dos talhões florestais, é possível encontrar manchas de 1 ha praticamente intactos, manchas de 1 ha que foram cortadas e áreas extensas com estradas e trilhas compactadas. No entanto, ninguém precisa apontar para profissionais em manejo florestal sobre esses efeitos, eles são óbvios. Esses profissionais estão interessados em fenômenos de larga escala que podem afetar a biodiversidade ou os retornos econômicos no futuro. Somente sistemas de amostragem que cobrem dezenas de quilômetros quadrados podem fornecer a informação necessária para o gerenciamento do uso da terra.

A Diversidade Alfa (parcelas pequenas) em áreas tropicais pode não ser muito maior do que em áreas temperadas, mas a mudança de espécies entre parcelas (Diversidade Beta) pode levar a uma Diversidade Gama muito mais alta (Mendonça et al. 2005²⁰). Além disso, para um dado tamanho de parcela, índices de Diversidade Alfa são normalmente inversamente relacionados ao tamanho médio de organismos dentro da taxa sendo estudada (Magurran 2004²¹). Por esse motivo, estimativas de Diversidade Alfa normalmente são de pouca utilidade para pesquisa aplicada ou teórica (O'Hara 2005²²). A distribuição de parcelas sobre 25 km² permite a avaliação de Diversidade Alfa e Beta na escala de paisagem potencialmente útil para o planejamento do uso da terra, e permite a avaliação da maioria, senão de todos, os componentes da biodiversidade.

Parcelas pequenas (1-100 ha) capturam uma amostra muito pequena da variação topográfica e edáfica na maioria das áreas (veja figura em Compatibilidade com Iniciativas Existentes), e a maioria dos organismos é especialista em determinada faixa do gradiente topográfico ou edáfico. Grades pequenas fornecem muito pouca informação sobre organismos fortemente associados com características da drenagem, as quais são freqüentemente as primeiras a sofrer o impacto de atividades humanas. O tamanho grande também é importante porque espaço pode ser substituído por tempo em relações integradas espécie-tempo-área (Adler et al. 2005²³). É mais fácil obter auxílios a curto prazo com produtos de rápido retorno do que obter auxílios de longo prazo para produtos que levarão muito tempo para aparecer. Grades do PPBio formam a único sistema de levantamento amplamente utilizado que inclui todos os tamanhos de organismos terrestres e aquáticos em ambientes não inundados a um custo razoável e em tempo hábil.

Grades e Módulos

Na escala da bacia Amazônica (ou de país, ou de estado), cada grade é uma unidade amostral, e as unidades de amostragem menores são sub-unidades. Para estudos ecológicos de longa duração dentro do mesmo Sítio, há módulos padronizados espacialmente explícitos que permitem a comparação dentro e entre grades. Nem todos os organismos podem ser amostrados eficientemente na mesma unidade amostral. Entretanto, quanto mais taxa for amostrada dentro da mesma unidade amostral, tanto mais comparações podem ser feitas, e maior a chance de descobrir substitutos (surrogates) para a biodiversidade com uma boa

relação custo-benefício. Também, muitos dos grupos com potencial econômico para a indústria farmacêutica (por exemplo fungos, bactérias, viroses, insetos que concentram compostos secundários em plantas) estão intimamente relacionados com organismos maiores, como plantas lenhosas ou vertebrados. Somente estudos integrados podem revelar essas interações, e permitir a avaliação do valor econômico de indústrias extrativas.

Variáveis preditivas, tais como características do solo, química da água e estrutura da vegetação, podem ser registradas para módulos padronizados, tornando desnecessário cada pesquisador investir tempo e dinheiro para a obtenção dos mesmos dados. Como a coleta de dados de variáveis preditivas (por exemplo análises químicas de solo) é freqüentemente mais custosa que a coleta de organismos, a redução em duplicação de esforços pode levar a uma economia ordens de magnitude maior do que uma simples análise do tempo envolvido. A redução da duplicação de esforços pode também ser importante para profissionais envolvidos com o manejo de parques e reservas. Apesar de métodos de coleta de dados ambientais (por exemplo amostras de solo, coletores de liteira, medidas de todas as plantas em uma dada área pequena) normalmente oferecem um pequeno impacto, a multiplicação desse impacto pelo número de pesquisadores utilizando o sítio seria preocupante. Portanto, evitar a duplicação da coleta de dados também beneficia o gerenciamento de parques e reservas.

Por esses motivos, pesquisadores definiram uma série de módulos padronizados que podem ser usados para grupos de organismos específicos. É possível que outros módulos sejam incluídos no futuro, conforme o surgimento de demandas, mas atualmente todos os organismos que foram estudados nas grades do PPBio puderam ser levantados eficientemente em um dos seguintes módulos:

(1) Parcelas Terrestres: parcelas distribuídas sistematicamente ao longo da grade, apropriadas para estimativas de biomassa (de micróbios a flora lenhosa), a maioria de invertebrados terrestres, pequenos vertebrados e a maioria da flora.

(2) Parcelas Aquáticas: parcelas em cursos d'água apropriadas para peixes, crustáceos, insetos aquáticos e vegetação aquática.

(3) Parcelas Ripárias: parcelas ao longo da beira dos cursos de água, apropriadas para vegetação ripária e espécies que não são aquáticas, mas são intimamente associadas aos cursos de água (por exemplo anuros, cobras, peixes e girinos de poças).

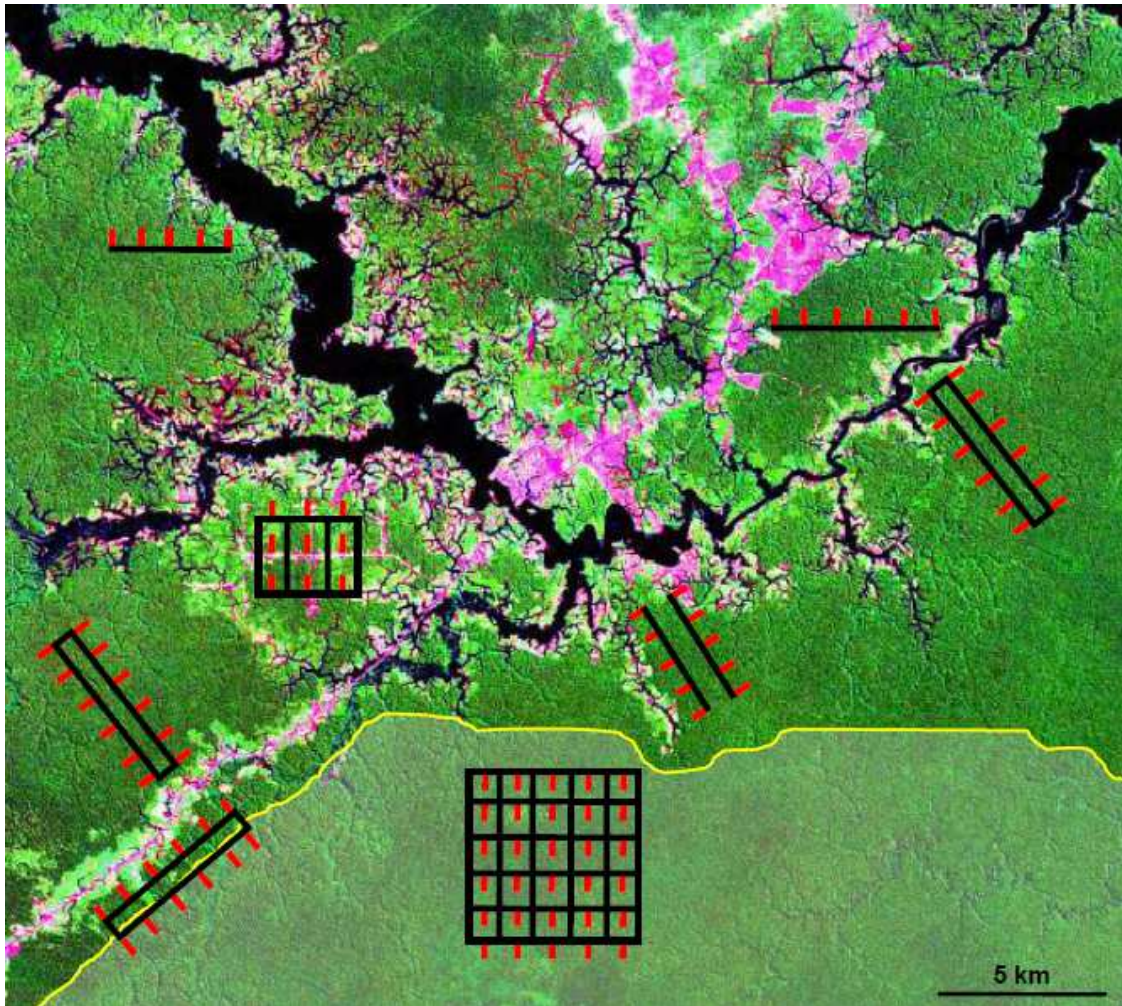
(4) Trilhas: transectos apropriados para vertebrados de médio e grande porte, e plantas raras, que podem ser úteis para estudos de variação genética dentro de uma mesma grade.

Esses módulos se mostraram eficazes para organismos em planícies de inundação no Pantanal, savanas amazônicas e florestas tropicais. Dado o sucesso de sua aplicação nesses ambientes, é provável que esses módulos serão eficazes na maioria dos ecossistemas terrestres ou semiterrestres. O esquema de amostragem ainda não foi testado em planícies de inundação de várzeas, áreas costeiras ou marinhas. No entanto, o desenho amostral com trilhas e parcelas permanentes que seguem a cota altitudinal (ou seja, profundidade) poderia ser usado para amostrar a biodiversidade em grandes ecossistemas aquáticos (incluindo ecossistemas

marinhos). Somente o modo de transporte e instrumentos de amostragem teriam que ser modificados.

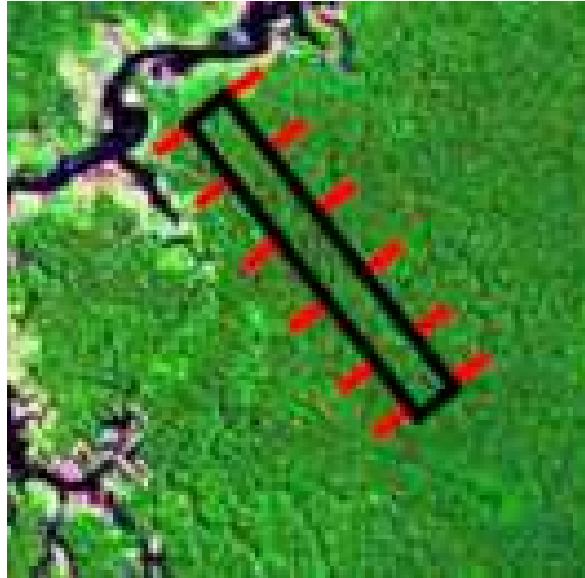
A natureza modular das parcelas do PPBio é importante porque não é viável instalar grades grandes em áreas distantes de infra-estrutura ou em áreas nas quais o desenvolvimento vai eliminar completamente a maioria da biodiversidade no curto prazo. Portanto, é necessário ter módulos padronizados que podem ser implementados rapidamente e a baixo custo para avaliações rápidas (RAP). Comparações tornam-se mais difíceis à medida em que o desenho diverge da grade completa utilizada em levantamentos nos sítios maiores. Além disso, é difícil atrair pesquisadores para conduzir o monitoramento em grades que não têm réplicas de módulos o suficiente para conduzir estudos auto-suficientes como os necessários para dissertações de mestrado e teses de doutorado (**veja Mão-de-Obra**). Entretanto, com os ajustes estatísticos apropriados, muitas análises úteis podem ser feitas.

Grades que não cobrem 5 km x 5 km foram usadas para avaliar a distribuição da biodiversidade numa área na qual foi mais importante ter replicação do que precisão, e na qual trilhas existentes permitiram a instalação de grades a baixo custo (por exemplo parcelas permanentes no PDBFF). Pares de trilhas de 5 Km (distantes 1 Km uma da outra) foram utilizadas como unidades amostrais para avaliar potenciais impactos ao longo da rodovia BR 319 entre Manaus e Porto Velho (como demonstra figura no fim da página). Parcelas ripárias um pouco menores (200 m) do que as utilizadas normalmente no PPBio (250 m) foram utilizadas para avaliar a distribuição de anfíbios em remanescentes urbanos na cidade de Brisbane, Austrália. Parcelas aquáticas foram usadas para conduzir levantamentos de peixes em áreas potencialmente impactáveis pela exploração de gás e petróleo na Amazônia. A figura ilustra como módulos poderiam ser utilizados em volta da grade primária no Parque Nacional do Viruá para levantamentos em área remotas, unidades fisionômicas visíveis em imagens obtidas por sensoramento remoto, e para avaliar impactos antrópicos em áreas em volta do Parque. Essa figura é hipotética, pois até hoje apenas o gride primário foi instalado. O treinamento de pesquisadores e estudantes no Sítio maior instalará a capacidade local para levantamentos RAP no futuro próximo.



EFICIÊNCIA EM PROJETOS DE GRANDE PORTE

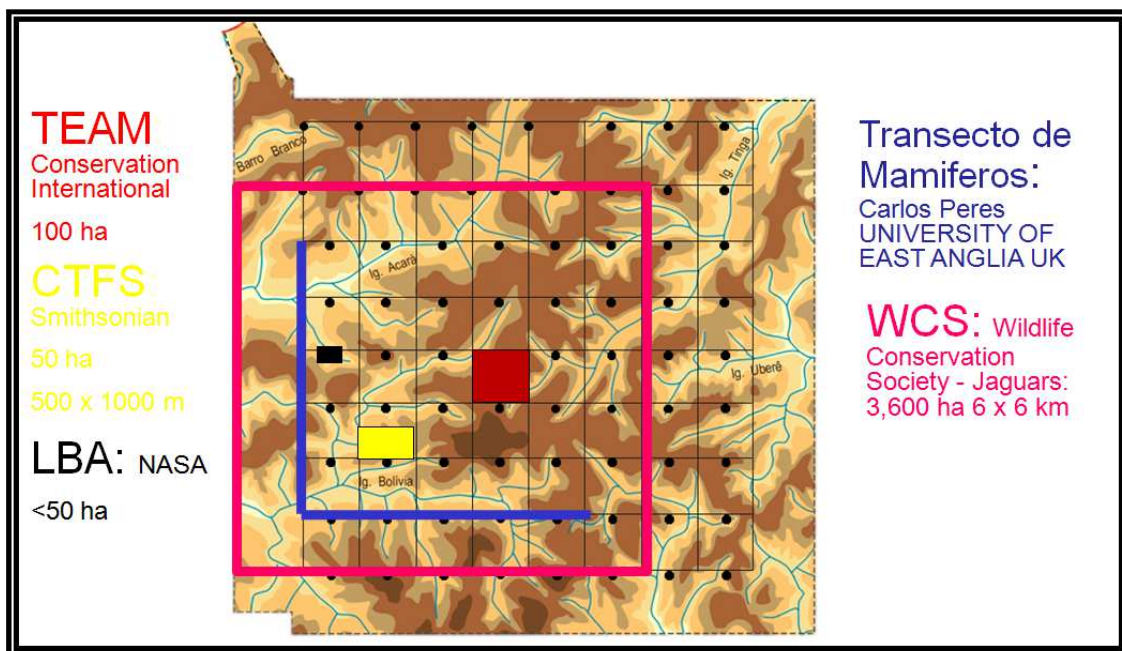
Para se obter um resultado mais eficiente no monitoramento de impactos ambientais em projetos de grande porte (extração de madeira, represas hidrelétricas e outros) e que promova tal monitoramento em todos os elementos da biodiversidade e processos ecossistêmicos, indicamos o seguinte módulo: 2 trilhas paralelas de 5 Km distantes 1 Km entre si, com parcelas de distribuição uniforme e número variável de parcelas aquáticas e ripárias, como demonstra a figura abaixo.



Compatibilidade com Iniciativas Existentes

Diversas iniciativas para o monitoramento da biodiversidade vêm acontecendo. Pelos motivos já abordados, essas iniciativas têm limitações taxonômicas ou de cobertura geográfica. No entanto, elas acumularam dados extremamente valiosos que podem ser utilizados para avaliar tendências de longo prazo de alguns grupos. Para maximizar a utilidade de grades e módulos usados para bioprospecção e avaliação de impacto, é importante que dados dessas iniciativas possam ser integrados com os dados coletados no PPBio. Essa foi uma das principais considerações no desenho das primeiras grades e módulos do PPBio.

A figura seguinte mostra a grade do PPBio com módulos usados por alguns dos principais projetos de monitoramento da biodiversidade ou de ecossistemas.



A parcela central de 100 ha (vermelho) utilizada pelos Sítios iniciais do TEAM da Conservation International cabe dentro de um dos quadrados de 1 km x 1 km delimitados pelo sistema de grade do PPBio (veja o quadrado vermelho na figura). Há duas parcelas do TEAM dentro da Reserva Ducke. O levantamento da vegetação é feito em parcelas menores dentro das parcelas de 100 ha e plantas lenhosas de grande porte só são levantadas em uma parcela central de 1 ha. Parcelas do TEAM são muito pequenas para o monitoramento eficaz da maioria dos mamíferos. Por isso, armadilhas fotográficas (camera trapping) e outros levantamentos são realizados fora da parcela principal, a qual sofre distúrbios intensos pela presença humana. Trilhas do PPBio fornecem acesso às áreas adjacentes, e as armadilhas fotográficas do TEAM são utilizadas ao longo de toda a Reserva Ducke, utilizando as trilhas do PPBio para acesso.

A Smithsonian Institution, pela iniciativa CTFS, instalou parcelas de 50 ha (amarelo) de alto custo por todo o mundo, e essas parcelas vem sendo usadas para revolucionar o pensamento sobre a dinâmica de florestas tropicais. Uma parcela padrão de 50 ha da CTFS cobriria metade de um dos quadrados de 1 km x 1 km delimitado pelo sistema de grade do PPBio (veja o quadrado amarelo na figura). A CTFS planeja instalar uma parcela dentro da grade na Reserva Ducke, mas está aguardando disponibilidade de recursos (Kyle Harms, comunicação pessoal).

O Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera (LBA) na Amazônia foi inicialmente um projeto conjunto entre a agência espacial norte-americana NASA/EUA, a União Européia e o Ministério da Ciência e Tecnologia Brasileiro (MCT), o qual está atualmente sendo continuado como um projeto exclusivamente brasileiro. É um exemplo da utilização de alta tecnologia para estudos de processos ecossistêmicos que são mais eficazes quando inseridos em um programa de mesoescala como o PPBio para utilizar amplamente os dados produzidos com alto custo (veja o quadrado preto na figura). Uma iniciativa coordenada entre o LBA e o PPBio planeja instalar grades do PPBio em volta de cada torre de fluxo do LBA.

Parcelas padrão de 1 ha para levantamento de vegetação são usadas em estudos convencionais de botânica e de ciências florestais e também podem ser facilmente acomodados dentro das grades do PPBio. A grade da Reserva Ducke já está inserida no Amazon Tree Diversity Network. Na grade do PPBio na Ilha de Maracá (RR) muitas parcelas permanentes para estudos de vegetação instaladas por José Fragoso e colaboradores. Heraldo Vasconcelos utilizou módulos iguais às parcelas permanentes terrestres do PPBio para amostrar formigas em áreas nas quais a vegetação tinha sido levantada em parcelas convencionais de 1 ha dentro do PDBFF.

Carlos Peres da Universidade de Anglia (UK) e seus colaboradores vêm conduzindo levantamentos extensivos de mamíferos de médio e grande porte ao longo de toda a Amazônia. Muitos desses levantamentos foram baseados em transectos padronizados de 5 km. A grade do PPBio foi desenhada para permitir levantamentos de mamíferos comparáveis com esses já conduzidos por Peres e seus colaboradores (veja as linhas azuis na figura).

A Wildlife Conservation Society (WCS) conduz estudos intensos com onças (*Panthera onca*), um predador de topo na maioria dos ecossistemas terrestres da América do Sul. Um grade de 36 km² é considerado ótimo para estudo de onças (Andrew Taber, comunicação pessoal).

Apesar de parecer muito maior do que a grade do PPBio, essa área pode ser obtida simplesmente acrescentando trilhas extra para cobrir uma faixa de 1 km em volta da grade básica (veja a linha magenta na figura). Outro predador de topo, o Gavião Real (*Harpia harpyja*), foi detectado e estudado na Reserva Ducke utilizando o sistema de grade do PPBio (Tânia Sanaïotti, comunicação pessoal).

Mão de Obra para Implementar Levantamentos

A maioria das propostas de monitoramento da biodiversidade em longo prazo afundaram devido à falta de recursos financeiros para empregar o grande número de técnicos qualificados pelo longo período que é necessário para o monitoramento, bem como os altos custos para instalar alguns sistemas. Por exemplo, as parcelas da CTFS mantidas pelo Smithsonian Institution custam mais de US\$ 300.000 para instalar e conduzir um simples levantamento de plantas vasculares, e isso para uma parcela que cobre apenas 50 ha. Poucas organizações possuem a capacidade de instalar grandes quantidades de parcelas como essa.

Os principais interessados no monitoramento a longo prazo dos Sítios PPBio PELD são organizações responsáveis por Reservas (por exemplo Parques Nacionais e autoridades relacionadas com a Fauna Silvestre), organizações responsáveis pelo planejamento do uso da terra (por exemplo prefeituras e agências ambientais federais), Universidades precisando de Sítios para treinar estudantes, donos de terras privadas com objetivos econômicos ou conservacionistas e outros atores envolvidos com o uso da terra. São esses interessados que devem fornecer a infra-estrutura de manutenção do Sítio. Os custos são muito moderados. Muito freqüentemente, grades podem ser instalados por estudantes de engenharia ou por estudantes conduzindo levantamentos. Mesmo com a contratação de terceiros para instalar a grade, o custo é menor que US\$ 50.000 no Brasil, e isso fornece a infra-estrutura para fazer levantamentos de todos os grupos da biodiversidade numa escala que é relevante para o manejo. O envolvimento desses atores é importante. Eles não apenas protegem a grade, eles asseguram que os pesquisadores conduzam pesquisas na escala relevante para o manejo utilizando metodologias de levantamento consistentes.

As primeiras grades na Amazônia foram financiados pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), ou diretamente ou via CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). No entanto, o número financiado pelo MCT é atualmente menor do que o número proposto, ou já instalado com o financiamento de outras organizações. Quase todos os levantamentos RAP feitos utilizando a metodologia PPBio foram financiados por grupos de interesses especiais. Módulos menores podem ser instalados com uma fração do custo da grade total, normalmente menos de R\$10.000 por módulo.

Acadêmicos de Universidades e pesquisadores profissionais precisam estar envolvidos para assegurar rigor científico e qualidade de dados. No entanto, tais profissionais são poucos e normalmente sobrecarregados. É simplesmente inviável tentar basear a maior parte dos levantamentos de biodiversidade nesses indivíduos, apesar de sua competência indubitável. Portanto, a maior parte do levantamento deve ser feito por estudantes universitários.

Estudantes universitários, especialmente aqueles conduzindo dissertações de mestrado ou teses de doutorado, estão entre os cientistas mais produtivos. Mais importante, eles ainda são

jovens e têm o desejo de trabalhar em áreas remotas sob condições difíceis, e normalmente recebem bolsas ou outro financiamento, e assim não precisam gerar muitas das responsabilidades legais custosas associadas com leis trabalhistas. É provável que nenhuma quantia de dinheiro seria o suficiente para atrair essas pessoas dedicadas para fazer simples trabalhos técnicos. Além da infra-estrutura e acesso, os estudantes têm um banco de dados com a maior parte dos dados ambientais ele/ela precisará para responder perguntas científicas interessantes sobre um táxon em particular, e o acesso a dados de outras taxa coletados por outros pesquisadores (leia mais em Levantamentos Integrados). O estudante pode concentrar na biologia do seu grupo, sabendo que dados sobre a grade estarão disponíveis, e que poderá participar de estudos integrados. Devido à disponibilidade de dados ambientais de alta qualidade, trabalhos que teriam sido somente listas de espécies glorificadas tornam-se publicáveis em revistas científicas de alta qualidade. A primeira grade do PPBio no Pantanal foi financiada pelo Ministério da Educação (MEC/CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) com um auxílio dado para aumentar a produtividade de professores e estudantes em uma Universidade Federal.

A interação entre estudantes e gestores é um dos aspectos mais importantes dos Sítios do PPBio, e importante para treinar a próxima geração de profissionais do uso da terra. A grade da Reserva Ducke, que é quase 3 vezes o tamanho de uma grade do PPBio padrão, tem sido pesquisada para biomassa arbórea acima do solo (duas vezes), peixes de igarapés (duas vezes), peixes de poças, lagartos, sapos, girinos, plantas lenhosas, vegetação herbácea e muitos grupos entomológicos desde que a grade foi instalada em 2000. Todos os levantamentos foram conduzidos por estudantes como parte de suas teses e dissertações, e a maioria foi publicada ou aceita para publicação em revistas científicas de alto nível.

Gestores muitas vezes perguntam com qual periodicidade os levantamentos devem ser conduzidos. Em alguns casos pode ser necessário subsidiar levantamentos por alguns taxa de especial interesse. No entanto, para a maioria dos grupos, pesquisadores estarão avaliando a probabilidade de mudanças temporais. Algumas características, como solo, podem mudar lentamente, e haverá interesse científico (e de manejo) apenas em levantamentos com décadas de intervalos. Em comparação, grupos como borboletas podem responder a uma variação anual de clima. Outros grupos, como formigas ou macacos, podem mostrar respostas intermediárias. Não há motivo para uma atitude paternalística quanto a levantamentos. Expectativas de mudança resultam em interesse científico e de manejo. Pesquisadores (e seus estudantes) estão sempre atentos para resultados publicáveis. A informação contida no banco de dados sobre diversas formas de vida e variáveis ambientais também conduz à formulação e teste de hipóteses sobre conexões e interações ecológicas sutis. A estrutura PELD transforma o monitoramento em uma atividade científica altamente lucrativa, mesmo quando não há retorno financeiro imediato. Bioprospecção e outras atividades econômicas geram seus próprios financiamentos.

Há bastante financiamento disponível para trabalhos com biodiversidade em áreas remotas e interessantes, como a Amazônia. No entanto, pouco trabalho é feito devido à falta de mão de obra qualificada. Muito freqüentemente, universidades locais possuem cientistas residentes, mas muitos deles tornaram-se envolvidos em um círculo vicioso de baixa produtividade tornando-os não competitivos para a obtenção de auxílios, o que significa que eles não

conseguem melhorar sua produtividade. Agências financiadoras são compreensivelmente hesitantes em fornecer financiamento para estudos com desenhos experimentais de baixa qualidade, e para pesquisadores que são pouco produtivos e com poucos contatos científicos. O objetivo do PPBio, especialmente dos Sítios PELD, é quebrar esse círculo de improdutividade.

Os Sítios PELD trazem um desenho experimental robusto no qual até mesmo inventários básicos podem ser utilizados para responder questões importantes em relação à biodiversidade e a processos ecossistêmicos. O Programa PPBio oferece treinamento para estudantes e pesquisadores locais e, mais importante, fornece o fluxo de trocas científicas entre consórcios regionais e Instituições estabelecidas em outras regiões que é necessário para manter a qualidade da pesquisa. Portanto, o PPBio oferece uma estrutura geral para intercâmbio entre pesquisadores locais, nacionais e internacionais da qual todos podem se beneficiar.

Disponibilidade de Dados

O PPBio trabalha com o princípio que dados coletados em terras públicas, ou por funcionários públicos, ou utilizando a infra-estrutura fornecida por financiamento público, são propriedade pública e devem ser disponibilizados em tempo hábil para os profissionais que os demandam. A disponibilidade de dados no PPBio é governada por um Documento explícito de Política de Dados, em fase de elaboração. Em essência, este afirma que dados devem ser inseridos no banco de dados depois de poucos meses após a coleta, mas não é tornado público antes de um período de dois anos sem a permissão do coletor responsável. Depois disso, com poucas exceções, os dados são públicos e livremente acessíveis pela Internet. Restrições quanto a disponibilização de dados depois de dois anos são feitas apenas se a publicação pode transgredir os direitos de terceiros (por exemplo conhecimento tradicional) ou resultar na exposição de espécies ao perigo (por exemplo registros de espécies ameaçadas de valor econômico).

Vários bancos de dados de biológicos e ecológicos estão disponíveis, mas a maioria tem pouca utilidade para pessoas que não foram os coletores dos dados. Um dos principais motivos é que não é possível construir bancos de dados nos quais é eficiente extrair informações quando as questões gerais que motivaram a coleta de dados não são conhecidas de antemão. Os bancos de dados do PPBio são desenhados para uso por pessoas interessadas na distribuição da biodiversidade e fatores que a afetam. Os campos de dados básicos que permitem consultas estão associados com coordenadas geográficas e datas. Dados nos arquivos principais estão sempre acompanhados por informações detalhadas sobre o esforço de coleta. É essa a informação que permite a estimativa de ausências falsas (leia mais em padronização), e a estimativa do valor econômico (densidade) de recursos.

Metadados descrevem os dados e como os mesmos foram coletados. Metadados devem ser disponibilizados imediatamente, às vezes até mesmo antes da coleta para que outros pesquisadores e gestores saibam o que está sendo coletado e onde. Metadados são essenciais para tornar os dados utilizáveis por outros pesquisadores. O protocolo de metadados adotado pelo PPBio segue o padrão EML (Ecological Metadata Language). O armazenamento de dados sem os metadados adequados não é permitido no PPBio.

Dados são sempre geograficamente explícitos. O PPBio torna disponível dados de quatro tipos:

- (1) Dados sobre organismos ou dados ambientais em módulos padrões de Sítios PPBio PELD. Dados desse tipo são os mais completos e os mais úteis para o monitoramento de longo prazo e comparações geográficas. Dados ambientais padrão são fornecidos para módulos dentro das grades do PPBio. Esses provavelmente são adequados para a maioria das análises. Como administradores de reservas ou pesquisadores podem ter dados mais detalhados sobre determinada grade, recomendamos que pesquisadores interessados chequem a disponibilidade de dados para grades específicas no planejamento de seus estudos. Estudos de monitoramento nas grades devem utilizar os métodos descritos em metadados de dados de estudos anteriores do PPBio, ou incluir uma fase de calibração dentro do projeto para garantir que os dados são comparáveis. Pesquisadores devem fornecer os dados para todos os módulos do PPBio de um determinado tipo (leia mais em **módulos**) dentro de uma grade e concordar em seguir a Política de Dados do PPBio.
- (2) Dados RAP para uma área geográfica específica, coletados utilizando **módulos**, mas não o sistema de grade completo dos sítios padrão PPBio PELD. Esse tipo de dados é mais útil para estudos de impactos ambientais e para extrapolações para áreas maiores. Se esses dados serão utilizados para monitoramento a longo prazo, pesquisadores e gestores devem procurar por financiamento a longo prazo, porque esses módulos não são tão atrativos para estudantes e outros pesquisadores para levantamentos repetidos (leia mais em **mão de obra**). Pesquisadores devem concordar em seguir a política de dados do PPBio.
- (3) Dados ecológicos coletados antes do PPBio pela utilização de diferentes metodologias. Esse tipo de dados só será disponibilizado pelo PPBio se os autores fornecerem metadados espaciais e temporais detalhados que potencialmente permitem calibração de dados com a metodologia atualmente utilizada dentro do PPBio. Ou seja, o esforço de coleta deve ser explícito e passível de ser repetido. Pesquisadores devem concordar em seguir a política de dados do PPBio.
- (4) Dados ad hoc sobre a distribuição de organismos. Esse é o grupo de dados com menor qualidade (a terceira camada de Lawson et al. 2005⁷). Esse tipo de dados é de pouco uso além de descrever a distribuição conhecida de organismos, mas pode ser o único tipo de dados disponível para alguns organismos de alta mobilidade, como Gaviões Reais. Os requerimentos mínimos para esse tipo de dados são a data e as coordenadas geográficas. O esforço de coleta não será disponível. Esses dados são disponibilizados principalmente para que alguns participantes do PPBio (por exemplo IBAMA) tenham acesso fácil aos dados. Outros bancos de dados (por exemplo BIOTA-FAPESP) já tornaram dados como esses disponíveis de uma forma muito útil para registros de localidades embasados por espécimes depositados em coleções. Apesar desse não ser um foco principal do Componente Inventários do PPBio, é um foco principal do Componente Coleções Biológicas do PPBio, e partes interessadas que tenham coletado espécimes devem contatar os coordenadores de Componente Coleções.

A identificação de espécimes e o armazenamento seguro em museus são essenciais para levantamentos biológicos. Essa é uma responsabilidade do Componente Coleções Biológicas do PPBio. Entretanto, o material tombado em museus é tão útil quanto a informação de onde e quando que foi coletado. Portanto, todas as identificações de campo do Componente Inventários Biológicos do PPBio devem ser acompanhadas por dados de referência ao material depositado em museus. Isso significa informação sobre números de coleta no campo e números de tombamento. O componente de informação do PPBio está desenvolvendo métodos de integração on-line de informações de campo com registros em museus.

A disponibilização de dados é muito importante financeiramente para o PPBio. É a colaboração e a disponibilidade de dados integrados que tornam a pesquisa em grades PPBio tão atraentes. Sem essa atração, o programa teria que financiar diretamente todo o monitoramento pelo governo ou organizações privadas, e isso não é viável.

Alvos para o monitoramento da Biodiversidade

Gestores freqüentemente encomendam estudos sobre a “biodiversidade”, sem entender que não é factível obter dados sobre todos os aspectos da biodiversidade em tempo hábil com os recursos normalmente disponíveis para levantamentos biológicos. Alvos apropriados para monitoramento em estudos de impactos ambientais, unidades de conservação e concessões florestais tem sido discutidos em reuniões organizadas pelo MMA, IBAMA, ICMBIO/ARPA, e SFB durante os últimos anos e estes servem como base para decisões para casos específicos. A seguir, discutiremos sugestões para monitoramento de grupos biológicos em concessões florestais, mas os exemplos exemplificam conceitos sobre eficácia e eficiência importantes para qualquer monitoramento da biodiversidade.

Todas as reuniões recomendaram o uso do RAPELD, que é o sistema adotado pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). O sistema RAPELD foi desenhado para permitir levantamentos de qualquer componente da biodiversidade, mas o sistema não define os alvos, que precisam ser determinados em relação às necessidades de cada usuário, e os recursos disponíveis. É de se esperar que, no longo prazo, levantamentos de todos os grupos sejam feitos em todos os módulos RAPELD, mas isto não é um objetivo viável no curto prazo. Aqui, descrevemos como seriam levantamentos em módulos RAPELD padrão (5km x 1km), mas a mesma lógica aplica a módulos maiores ou menores.

Vegetação

Todas as reuniões recomendaram levantamentos da vegetação, mas levantamentos de todos os grupos seriam muito caros em termos de recursos financeiros e tempo. Um grupo que pode ser amostrado rapidamente, e que tem valor para muitos usuários, é composto das árvores de valor comercial com diâmetro acima do peito (DAP) >30 cm. Este grupo pode ser amostrado nas trilhas do módulo com o auxílio de parataxonomos experientes em trabalhos madeireiros, usando o método de transecção de linha (Buckland et al. 1993). A experiência da Dra Ana Albernaz (com pess.) do Museu Paraense Emílio Goeldi indica que o levantamento de um módulo padrão (5km x 1km) levaria 3-4 dias, providenciando dados úteis para estimar o valor

madeireiro da floresta e a complementaridade na composição das árvores do dossel. No primeiro levantamento em uma unidade de produção anual (UPA), as árvores deveriam ter sido marcadas no levantamento 100% e o levantamento para fins de monitoramento serve para validar o trabalho do concessionário. Em levantamentos subsequentes, as árvores devem ser marcadas para permitir avaliação da dinâmica das espécies sendo exploradas (Natalino Silva com pess.).

Grupos de espécies não madeireiras podem ser afetados por atividades madeireiras, mudanças climáticas, e outras intervenções humanas. Infelizmente, levantamentos de todos os grupos não madeireiros seria muito difícil, principalmente porque é difícil obter material fértil em muitas épocas do ano, e muitas espécies de ervas tem distribuições muito limitadas, independente das atividades humanas. Um grupo que é relativamente fácil de identificar em todas as épocas do ano é Pteridófitas, e o grupo pode ser amostrado em parcelas RAPELD com grande precisão. Existem guias de identificação relativamente completos, e a maioria das espécies tem distribuições pan-amazônicas, sendo limitadas somente pelas condições ecológicas no local. Por tanto, são excelentes indicadores ecológicos.

Mamíferos

Mamíferos tem grande apelo para o grande público, especialmente as espécies de grande e médio porte. No entanto, as espécies menores apresentam dificuldades de captura e identificação que limitam seu uso em levantamentos padronizados em grande escala. As espécies de grande e médio porte, que são os alvos de caça, são relativamente fáceis de ser amostradas em transecções de linha, usando as trilhas do módulo. Levantamentos de primatas, um grupo sensível a mudanças na estrutura da floresta ocasionadas por corte seletivo de madeira são especialmente fáceis de amostrar. Os grupos de aves mais caçadas e ameaçadas (p. ex. Cracidae) também podem ser amostrados nos mesmos levantamentos.

Anfíbios

Anfíbios são considerados ameaçados no mundo inteiro e são bons indicadores de perturbação humana. Alguns anfíbios são extremamente difíceis de detectar, especialmente as cecílias. No entanto, anuros são relativamente fáceis de detectar. As espécies diurnas são úteis para indicar mudanças antrópicas porque não são restritas a áreas com água livre (Menin et al 2007). Seria relativamente fácil e econômica conduzir levantamentos de anuros diurnos em parcelas RAPELD de distribuição uniforme. Espécies noturnas também podem ser incluídas, mas isto exigiria um nível de experiência maior.

Peixes

Os sistemas aquáticos são os mais impactados pelas ações humanas na maior parte do mundo, e peixes são sensíveis indicadores de efeitos de extração de madeira na Amazônia (Dias et al. 2010). Os riachos são integradores de impactos através da bacia hidrográfica, e devem ser monitorados com frequência. Invertebrados podem ser indicadores sensíveis, mas a identificação de estágios imaturos de insetos amazônicos é difícil. Em contraste, peixes são relativamente fáceis de identificar, e guias de identificação estão sendo desenvolvidos (Zuanon, com. pess.).

Processos ecossistêmicos

Processos ecossistêmicos não foram identificados como alvos nas reuniões supracitadas, provavelmente porque as reuniões enfatizaram a biodiversidade. No entanto, o sistema RAPELD permite o monitoramento de alguns processos ecossistêmicos a pouco custo extra. As condições físico-químicas dos cursos de água são amostradas rotineiramente em levantamentos da ictiofauna (Mendonça et al. 2005). O custo de instalar piezômetros (para monitoramento da flutuação da profundidade do lençol freático) em parcelas RAPELD é baixo, e estes podem ser monitorados durante os levantamentos de organismos em parcelas (anuros, pteridófitas), ou por pessoas locais.

O custo de monitorar estoques de carbono é maior. Este requer a medição e marcação de árvores em parcelas distribuídas através da paisagem (10 por módulo) e a identificação das espécies, geralmente a partir de material estéril. O tempo de campo para estas atividades deve ser em torno de 4-5 dias cada por parcela. Mesmo sem identificar as espécies (que reduz a precisão de estimativas de carbono), a atividade requer 4-5 dias de trabalho por parcela na primeira passagem. Levantamentos subseqüentes são muito mais rápidos porque a maioria das plantas já está marcada/identificada. Como o mercado de carbono pode ser importante para UCs (mas talvez não para concessões florestais), o investimento pode valer a pena.

Referências

- ¹Belovsky, G.E., Botkin, D.B., Crowl, T.A., Cummins, K.W., Franklin, J.F., Hunter Jr., M. L., Joern, A., Lindenmayer, D.B., MacMahon, J.A., Margules, C.R., Scott, J.M. 2004. Ten suggestions to strengthen the science of Ecology. *BioScience*: Vol. 54, No. 4: 345-351.
- ²Magnusson, W.E.; Lima, A.P.; Luizão, R.; Luizão, F.; Costa, F.R.C.; Castilho, C.V. e Kinupp, V.F. RAPELD: uma modificação do método de Gentry para inventários de biodiversidade em sítios para pesquisa ecológica de longa duração. *Biota Neotrop.* Jul/Dez 2005, vol. 5, no. 2.
- ³Urban, D.L. 2005. Modeling ecological processes across scales. *Ecology* 86(8):1996-2006.
- ⁴ Cintra, R. 2002. As interações entre savannas e florestas na Amazônia e sua importância para a biodiversidade. Pp 17-21, 190-191. In: Livro de Resultados dos Projetos de Pesquisa Dirigida (PPDs) – PPG7.
- ⁵ Kinupp, V. F. & W.E. Magnusson. 2005. Spatial Patterns in the Understorey Shrub Genus *Psychotria* in Central Amazonia: Effects of Distance and Topography. *Journal of Tropical Ecology*, v. 21, p. 363-374.
- ⁶Phillips, O. & J. S. Miller. 2002. *Global Patterns of Plant Biodiversity: Alwyn H. Gentry's Forest Transect Data Set*. Missouri Botanical Garden Press, St Louis.
- ⁷Lawson, B. E., G. Wardell-Johnson, R. J. S. Beeton & D. Pullar. 2005. A hierarchical framework for multi-purpose ecological datasets. *Programme and Abstracts: Ecological Society of Australia Brisbane 2005*:109.
- ⁸Margules, C.R. & R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- ⁹Ribeiro, E. M. dos Santos. 2005. *Diversidade e Distribuição de Ácaros Oribatídeos (ACARI:ORIBATIDA) e a Análise do Esforço Amostral nos Padrões Vistos na Comunidade, em Savana Amazônica na Região de Alter do Chão, no Pará. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas (Entomologia))*
- ¹⁰ MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Jame, E.H., Melinda. G.K., Franklind, A.B. 2003. Estimating site occupancy, colonization and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology*: Vol. 84, No. 8, pp. 2200–2207.
- ¹¹Field, S. A., A. J. Tyre & H. Possingham. 2005. Optimizing allocation of monitoring effort under economic and observational constraints. *Journal of Wildlife Management* 69(2):473-482.
- ¹² Huettmann, F. 2005. Databases and science-based management in the context of wildlife and habitat: toward a certified ISO standard for objective decision-making for the Global community by using the internet. *Journal of Wildlife Management* 69(2):466-472.

- ¹³ Reyers, B., Fairbanks, D.H.K., Wessels, K.J., van Jaarsveld, A.S. 2002. A multicriteria approach to reserve selection: addressing long-term biodiversity maintenance. *Biodiversity and Conservation* 11:769-793.
- ¹⁴ Burgman, M. A., D. B. Lindenmayer & J. Elith. 2005. Managing landscapes for conservation under uncertainty. *Ecology* 86(8):2007-2017.
- ¹⁵ Clark, D.B., Palmer, M.W. & Clark, D.A. 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology*, 80, 2662–2675.
- ¹⁶ Phillips, O., Vargas Nuñez, P., Monteagudo Lorenzo, A., Cruz Peña, A., Zans Chuspe, M.-E., Sánchez Galiano, W. 2003. Habitat association among amazonian tree species: a landscape-scale approach. *Journal of Ecology*, 91, 757–775.
- ¹⁷ Tuomisto, H. e K. Ruokolainen. 1994. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science* 5(1): 25-34.
- ¹⁸ Vormisto, J., Phillips, O.L., Ruokolainen, K., Tuomisto, H. & Vásquez, R. 2000. A comparison of fine-scale distribution patterns of four plant groups in an Amazonian rainforest. *Ecography*, 23:49–359.
- ¹⁹ Tuomisto, H., Ruokolainen, K. Aguilar, M., Sarmiento, A. 2003. Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. *Journal of Ecology* 91: 743-756.
- ²¹ Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford.
- ²² O'Hara, R. B. 2005. Species richness estimators: how many species can dance on the head of a pin. *Journal of Animal Ecology* 74(2):375-386.
- ²³ Adler, P. B., E. P. White, W. K. Lauenroth, D. M. Kaufman, A. Rassweiler & J. A. Rusak. 2005. Evidence for a general species-time-area relationship. *Ecology* 86(8):2032-2039.
- ²⁴ Burgman, M. A., D. B. Lindenmayer & J. E. 2005. Managing landscapes for conservation under uncertainty. *Ecology* 86(8):2007-2017.
- ²⁵ Sargeant, G. A., M. A. Sovada, C. C. Slivinski & D. A. Johnson. 2005. Markov chain Monte Carlo estimation of species distributions: a case study of the swift fox in western Kansas. *Journal of Wildlife Management* 69(2):483-497.
- ²⁶ MacKenzie, D. I. 2005. What are the issues with presence-absence data for wildlife managers? *Journal of Wildlife Management* 69(3):849-860.



²⁷Manley, P.N., Schlesinger, M.D., Roth, J.K., van Horne, B. 2005. A field-based evaluation of a presence-absence protocol for monitoring ecoregional-scale biodiversity. *Journal of Wildlife Management* 69(3):950-966.

²⁸Vojta, C. 2005. Old dog, new tricks: innovations with presence-absence information. *Journal of Wildlife Management* 69(3):845-848.