

INCT da Biodiversidade Amazônica

Coordenador: William Ernest Magnusson

Vice Coordenadora: Noemia Kazue Ishikawa

Comitê Gestor:

Fabricio Baccaro, 01746963964, Doutorado, Universidade Federal do Amazonas (Manaus);

Fernando Pereira de Mendonça, 02392022950, Universidade Federal do Amazonas (Coari);

Marcos Vital, 22644660491, Doutorado, Universidade Federal de Roraima;

Marcos Silveira, 61088790925, Doutorado, Universidade Federal de Acre;

Rubiani de Cassia Pagotto, 12152658833, Doutorado, Universidade Federal de Rondônia;

Fabricio Berton Zanchi, 65859936249, Doutorado, Universidade Federal do Amazonas (Humaitá);

Rodrigo Ferreira Fadini, 05762741605, Doutorado, Universidade Federal do Oeste do Pará;

Domingos de Jesus Rodrigues, 62261401191, Doutorado, Universidade Federal de Mato Grosso;

José Júlio de Toledo, 92133215115, Doutorado, Universidade Federal do Amapá.

Descrição do grupo proponente com o detalhamento das atividades e responsabilidades de cada membro da equipe:

William Ernest Magnusson, 130815002-49: Coordenador.

Noemia Kazue Ishikawa, 879319749-72: Vice Coordenadora.

Charles Clement, 07576480297: Integração de agrobiodiversidade.

Albertina Pimentel Lima, 11058552287: Avaliação de impactos ambientais.

Claudia Keller, 47944170044: Integração de programas de pós-graduação.

Fabricio Baccaro, 01746963964: Integração internacional.

Fernando Pereira de Mendonça, 02392022950: Integração de atividades no Médio Rio Solimões.

Marcos Vital, 22644660491: Integração de atividades em Roraima.

Marcos Silveira, 61088790925: Integração de atividades no Acre.

Rubiani de Cassia Pagotto, 12152658833: Integração de atividades em Rondônia.

Fabricio Berton Zanchi, 65859936249: Integração de atividades no sul do Amazonas.

Rodrigo Ferreira Fadini, 05762741605: Integração de atividades no Oeste de Pará.

Domingos de Jesus Rodrigues, 62261401191: Integração de atividades no Mato Grosso.

Alan Cavalcanti da Cunha: 17553300225: Integração de atividades no Amapá.

Estrutura organizacional e funcional do instituto

O CENBAM é um Centro Temático e um programa mobilizador, que envolve uma rede de pesquisa e ensino organizada regionalmente (Amazônia), mas com fortes interações com outras redes nacionais e internacionais. Também, o CENBAM é um centro integrador. Existe a concepção de que pesquisas básicas, como taxonomia e morfologia, são importantes para ações aplicadas, como gestão territorial e o desenvolvimento de novos produtos. No entanto, nem todas as pesquisas básicas são aproveitadas e, a noção de que qualquer pesquisa desta natureza seja importante porque “alguém” a “usará” no futuro nem sempre se confirma na prática. Da mesma forma, a noção de que qualquer pesquisa com potencial de gerar retorno financeiro para algum usuário é importante para o desenvolvimento regional tem pouco suporte. Cada linha de investigação sempre terá suas peculiaridades, e o avanço da ciência está amplamente baseado em resultados inesperados (Doak et al. 2008). Apesar disso, ao aproximar ciência básica e aplicada, todos os pesquisadores podem se beneficiar e os custos de estudos integrados são muito menores que estudos independentes e isolados, que geram duplicação de esforço e não fazem uso eficiente da mão-de-obra disponível (Magnusson 1999).

O CENBAM não pode atuar como a principal fonte financiadora para qualquer uma das linhas de investigação associadas com a biodiversidade amazônica. Uma avaliação preliminar das necessidades de financiamento para um quadro limitado de projetos demonstrativos

associados com essa proposta indica um custo mínimo de R\$20.000.000,00 apenas para o componente de pesquisa, sem contar os custos de mão-de-obra e de infra-estrutura. Assim, é importante obter vantagem de todas as fontes de financiamento disponíveis. Os custos mais elevados de pesquisa estão quase sempre associados com pagamento de pessoal. Centenas de milhões de reais são gastos todo ano nos salários de pesquisadores amazônicos por universidades federais, estaduais e privadas, assim como por instituições de pesquisa, como o INPA, MPEG, Instituto Mamirauá e EMBRAPA. A infraestrutura acumulada também consome uma quantia de centenas de milhões de reais. O pessoal de universidades e de instituições é sobrecarregado com responsabilidades administrativas, de modo que grande parte da pesquisa é feita por estudantes de mestrado e doutorado, que recebem também um suporte agregado na forma de bolsas de agências financiadoras como a CAPES e o CNPq. Esse investimento obviamente não está gerando tantos resultados práticos como poderia gerar. É provável que o custo médio de uma publicação ou patente por pesquisadores brasileiros na Amazônia seja da ordem de R\$1.000.000,00 ou mais!

O CENBAM não tem a intenção de competir ou de substituir qualquer das organizações e agências financiadoras existentes. Ao invés disso, ele procura integrar iniciativas existentes em redes regionais eficientes de conhecimento-produção. Muitas das atividades do centro são relacionadas com o diagnóstico da capacidade existente e da existência de lacunas. Entretanto, outras iniciativas já estão em funcionamento em escalas menores, e o CENBAM se concentrará na integração dos centros regionais ao longo da Amazônia.

O conhecimento é gerado por pesquisadores individuais que frequentemente se agregam em grupos de pesquisa. Idealmente, grupos de pesquisa deveriam ser estendidos entre organizações, mas membros da maioria dos grupos de pesquisa estão reunidos dentro de apenas uma organização. Por reconhecer a necessidade de integração de instituições locais, o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI) estabeleceu núcleos regionais em muitas cidades da Amazônia. Esses núcleos integram várias organizações que geram, usam e disseminam conhecimento sobre a biodiversidade. Os núcleos regionais do PPBio existem no Amazonas (INPA, UFAM, IDSM), Roraima (UFRR, UERR, ICMBIO, EMBRAPA, MIRR, COSEMA/PMBV, INPA), Pará (MPEG, UFPA, Ufopa), Maranhão (UEMA), Acre (UFAC, EMBRAPA, ICMBIO, SEF-AC, SEMA-AC, UNINORTE, FUNTEC, INPA), Rondônia (UNIR, EMBRAPA, FSL, SEDAM, SEMA, SIPAM, CRPM, INPA), Mato Grosso (UFMT, UNEMAT), e Amapá (UNIFAP, EMBRAPA, IEPA, INCRA), assim como outros núcleos ainda não integrados ao CENBAM. Comitês regionais do PPBio com representantes de cada organização tomam decisões sobre as necessidades de pesquisa e manejo em sítios PELD. O INPA tem campi regionais no Pará, Roraima, Rondônia e no Acre, que participam desses comitês.

Educação de pós-graduação é conduzida por universidades em cada um dos núcleos regionais, e essas atividades são sustentadas e, em extensão limitada, integradas com o PROCAD da CAPES e com o Programa Casadinho do CNPq. Entretanto, PROCAD e Casadinho tem períodos restritos de atuação (geralmente 2 a 4 anos). Integração de programas de pós-graduação em estudos locais é uma prioridade para a maioria dos comitês do PPBio. A integração entre centros regionais é prioridade do CENBAM.

Como indicado na introdução, mesmo com a integração local de organizações, a maioria dos centros regionais carecem de recursos humanos e de infraestrutura laboratorial para compor cadeias conhecimento-produção funcionais. Esse é o nível no qual o CENBAM atua. Os representantes dos centros regionais do CENBAM vem de organizações inseridas no contexto dos núcleos regionais do PPBio que possuem ou estão formando programas de pós-graduação. Dessa forma, eles representam componentes de pesquisa e educação das cadeias de conhecimento-produção. Entretanto, a concentração em altas organizações significa que eles terão que se vincular com representantes de Secretarias municipais de educação, ICMBIO e outros membros dos núcleos regionais do PPBio mais diretamente envolvidos com educação pública e extensão, para atingir os objetivos de disseminação do programa do CENBAM.

Os membros do comitê administrativo do CENBAM se encontrarão todo ano para avaliar os resultados, indicar novas direções de pesquisas, e tomar decisões orçamentárias. Eles são responsáveis pela integração de oportunidades de financiamento oferecido pelas Fundações da Amparo à Pesquisa (FAP's) estaduais, negócios locais, e outras atividades do CENBAM. Eles são também responsáveis pelo estabelecimento de escritórios do CENBAM em outros centros regionais, supervisionando as atividades dos centros de bolsas locais, mantendo informações sobre atividades locais do CENBAM na internet, e garantindo que todos os dados coletados com suporte do CENBAM sejam disponibilizados para o acesso público.

Definição das tarefas de cada entidade participante

Tabela 1. Nome e função das instituições participantes dentro da proposta do INCT CENBAM.

Instituição	UF	Função
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA	AM	Executora/Sede
Universidade Federal do Acre	AC	Laboratório associado
Universidade Federal do Amapá	AP	Laboratório associado
Universidade Federal do Amazonas - UFAM	AM	Laboratório associado
Universidade Federal do Amazonas – campus Coari	AM	Laboratório associado
Instituto de Saúde e Biotecnologia – UFAM Coari	AM	Laboratório associado
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – UFAM – campus Humaitá	AM	Laboratório associado
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT	MT	Laboratório associado
Universidade Federal de Mato Grosso	MT	Laboratório associado
Universidade Federal de Rondônia - UNIR	RO	Laboratório associado
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Roraima	RR	Laboratório associado
Governo do Estado de Roraima – Instituto de Criminalística de Roraima	RR	Laboratório associado
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE	PE	Laboratório associado
Universidade Federal de Roraima	RR	Laboratório associado
Universidade Federal do Oeste do Pará	PA	Laboratório associado
Universidade Federal do Pará	PA	Laboratório associado
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA	MA	Laboratório associado
Universidade Estadual de Roraima	RR	Laboratório associado
Universidad Mayor de San Andrés	BOL	Laboratório associado
Centro de Estudos Superiores de Tefé - UEA	AM	Laboratório associado
Universidad del Peru	PER	Laboratório associado

Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP	USP	Laboratório associado
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (Flona de Tefé e Reserva Extrativista do Rio Cajari)	AM	Laboratório associado
IFAM – Campus São Gabriel da Cachoeira	AM	Laboratório associado
Macquarie University	AUS	Laboratório associado
Tottori Mycological Institute	JAP	Laboratório associado
Tottori University	JAP	Laboratório associado
WCS Brasil – Associação Conservação da Vida Silvestre	AM	Laboratório associado

Descrição dos mecanismos para promover a interação entre os grupos de pesquisa participantes

Toda a estrutura do CENBAM gira em torno da promoção de interações entre grupos de pesquisa, sejam consolidados ou em formação. A integração se dará no estágio de planejamento, para garantir que o material coletado por um grupo seja também útil para os outros grupos. O mecanismo principal de integração entre grupos será o de decisões conjuntas tomadas pelo Comitê Gestor Executivo do CENBAM, após consulta com os comitês gestores dos centros regionais. O Comitê Gestor Executivo se reunirá com regularidade mínima anual, de preferência, cada vez em um centro regional diferente, para acompanhar mais de perto o progresso das atividades e sugerir novos direcionamentos de pesquisa. Os resultados dessas reuniões, assim como todos os programas de pesquisa, são disponibilizados no *website* do CENBAM, para que todos os participantes estejam a par de todas as atividades do centro. O Comitê Gestor Executivo inclui representantes de todas as linhas principais de pesquisa e de todos os centros regionais, e convida membros *ad hoc* para assessorar o comitê em tópicos específicos.

O sistema RAPELD de amostragem foi desenvolvido para permitir a análise integrada de dados de diferentes disciplinas relacionadas à biodiversidade. Metodologia padronizada permite a inclusão de grupos de pesquisa em formação, associada a componentes de treinamento. Estudantes locais de pós-graduação têm um papel central na consolidação de linhas de pesquisa em áreas remotas, e todas as atividades de pesquisa no CENBAM estão intimamente ligadas a atividades de treinamento em vários níveis de formação. Os membros do Comitê Gestor Executivo terão a responsabilidade de manter ligações com os comitês gestores regionais, para identificar as demandas dos grupos de pesquisa emergentes e integrá-las em projetos com pesquisadores de mais experiência.

A produção científica em parceria é promovida através de workshops para análise conjunta de dados, nos quais os pesquisadores mais experientes interagem com estudantes e pesquisadores menos experientes, o que permitirá realizar análises e escrever trabalhos que não seriam possíveis se cada pesquisador ou estudante trabalhasse sozinho. Estes workshops são também importantes para integrar os dados coletados em múltiplos sítios.

Detalhamento do programa de formação de pessoal

O CENBAM atua com programas de pós-graduação das instituições envolvidas em três níveis: estruturação de programas, conteúdo de disciplinas e orientação de alunos. O modelo de reestruturação de programas segue o de projetos Casadinho/CNPq e PROCAD/CAPES que o Programa de Pós-Graduação em Ecologia do INPA (PG-ECO) manteve ou mantém com outros

programas de pós-graduação de instituições amazônicas. O PG-ECO é o único programa de pós-graduação nível 6 da CAPES na área de atuação do projeto e o único que pode atuar como catalisador para outros programas. Projetos como Casadinho e PROCAD são muito eficientes, mas promovem interação apenas entre dois ou três programas. Considerando as limitações de cada centro regional, o CENBAM propõe mecanismos que promovam integração entre todos os programas participantes, aproveitando as capacidades complementares de cada um.

Na primeira fase do INCT, O PG-ECO realizou um PROCAD com a UNIFAP (AP), UFAC (AC) e UFRR (RR), baseados no uso de grades RAPELD para pesquisa e treinamento. O CENBAM não pretende replicar projetos do tipo PROCAD ou Casadinho, mas, sim, integrá-los por meio de mecanismos que permitam maior grau de interação entre as IES dos diferentes centros regionais e maior mobilidade interinstitucional de docentes. Vários centros regionais não possuem programas de pós-graduação e, nesse caso, o objetivo do CENBAM é o aumento da qualidade das disciplinas ministradas na graduação e em escolas técnicas. Um objetivo estratégico do CENBAM é o de estimular o MEC e as secretarias estaduais de educação a criar um maior número de vagas permanentes e contratos temporários de longo prazo nas universidades e outros centros de educação regionais. No entanto, no curto prazo, o aumento da qualidade na educação e capacitação regional de nível técnico e superior dependerá, em grande parte, do aumento da mobilidade entre centros regionais. O incremento da interação científica entre instituições beneficia o ambiente educacional nessas instituições, assim como os pesquisadores envolvidos.

Programas de pós-graduação em centros regionais normalmente são formados na área de avaliação “Multidisciplinar” da CAPES. Isso não significa que esses programas integrem várias disciplinas em cadeias de produção de conhecimento, como proposto pelo CENBAM, mas que eles não dispõem de massa crítica de doutores para criar programas em áreas de concentração específicas. A consolidação de programas existentes e a criação de novos programas requer que eles sejam verdadeiramente multidisciplinares, integrando informação de diferentes áreas de concentração, ou os egressos desses programas não estarão preparados para atender as demandas do mercado. Essa é uma das principais razões pelas quais será necessário promover ações de integração entre IES dos diferentes centros regionais. A integração necessária para pesquisa é também necessária para a educação de nível superior. É necessário promover a sinergia entre pesquisa e pós-graduação para criar cadeias funcionais de produção de conhecimento, que é o objetivo primordial do CENBAM.

O conteúdo de disciplinas normalmente reflete a experiência do docente, mais do que as demandas de futuros empregadores. A maioria dos programas de pós-graduação não possui cursos eficientes de Planejamento de Pesquisa, que mostrem como a informação de diferentes disciplinas pode ser integrada para resolver problemas práticos. Nos centros regionais onde ainda não existem programas de pós-graduação, avanços consideráveis podem ser feitos por meio da reestruturação de disciplinas de graduação e de escolas técnicas. Encontros regulares entre os coordenadores de pós-graduação das instituições envolvidas serão necessários para promover e orientar os esforços de integração. Por isso, o CENBAM organiza oficinas em diferentes centros regionais envolvendo os programas de pós-graduação existentes e representantes de potenciais novos programas. Nesta fase, estamos promovendo a criação de cursos de graduação para biólogos indígenas.

O aumento da mobilidade entre centros regionais cria oportunidades de coorientação de alunos de pós-graduação, possibilitando a realização de teses e dissertações com enfoque mais relevante que o definido no âmbito mais restrito da disciplina de um único orientador. Os métodos padrão de financiamento promovem a competição entre pesquisadores e restringem as possibilidades de realização de estudos integrados de fato. A filosofia do CENBAM é a de estimular a publicação de trabalhos com múltiplos autores, a integração entre disciplinas ministradas por diferentes docentes e a coorientação de alunos de pós-graduação. Especialmente para alunos de doutorado, essas ações abrem possibilidades de estudos comparativos entre sítios.

Cadeias de produção de conhecimento em biodiversidade não começam com alunos de pós-graduação, nem sequer com pesquisadores. Muito do conhecimento sobre a biodiversidade amazônica está contido no conhecimento individual ou coletivo dos habitantes locais que interagem com a biodiversidade amazônica diariamente. Atualmente, muito esforço é investido em acessar esse conhecimento e transferir os benefícios resultantes ao longo da cadeia de produção. Os benefícios para os moradores locais, no entanto, são essencialmente de ordem financeira, sem que haja integração dos mesmos na cadeia de produção ou conservação do conhecimento tradicional. A importância de habitantes locais no processo de procura, coleta e transferência de produtos ao pesquisador é muito pouco valorada, e o potencial dessas pessoas, se educadas para compreender o valor de seu conhecimento para outros segmentos da sociedade, é praticamente inexplorado.

O conceito de que os habitantes locais da Amazônia se satisfazem com um modo de vida de subsistência, como eternos provedores não participativos de informação sobre a biodiversidade para pesquisadores, é ingênuo e discorda da evolução histórica de sociedades em outras partes do mundo. Os habitantes locais da Amazônia querem serviços de saúde de qualidade e educação para seus filhos, e todos dependem em algum grau de produtos industrializados. Se eles não vislumbram potencial para atingir esses anseios por meio de atividades econômicas ligadas à biodiversidade, eles certamente darão preferência a atividades que reduzem drasticamente os recursos da biodiversidade, como a agricultura e a mineração.

Educação é um processo complexo. Na maioria dos países industrializados o processo de educação formal leva de 10 a 20 anos. O ambiente social próximo e as opiniões da família e outros grupos de convívio são influências importantes. Por isso atividades educacionais devem levar em conta grupos mais amplos do que apenas os alunos envolvidos. Habitantes locais prestam serviços importantes a pesquisadores como guias, coletores, escaladores, etc., mas geralmente recebem baixa remuneração, porque essas atividades não formam parte de um processo de educação formal e são consideradas de baixo nível. No entanto, em sítios PELD e outros sítios com atividades coordenadas de vários grupos de pesquisa, essas atividades são valoradas, e os guias e coletores com mais experiência e habilidade demandam remuneração mais alta. Serviços de guia e coleta são importantes atividades de suporte da pesquisa e cursos de treinamento servem não apenas para capacitar recursos humanos mais qualificados de apoio à pesquisa, mas também para que essas pessoas compreendam a importância e o valor de seu trabalho.

Em muitas áreas, como, por exemplo, as reservas extrativistas e de uso sustentável, os moradores estão envolvidos diretamente nas decisões sobre uso da terra. Em outras áreas, os moradores estão envolvidos diretamente como usuários de serviços ambientais. O nível de educação nessas áreas normalmente é deficiente, e os moradores tem pouca ideia do valor dos serviços da biodiversidade em relação ao valor de outros tipos de uso da terra. Por isso, cursos de treinamento voltados para habitantes locais proporcionam dois benefícios: eles capacitam recursos humanos locais para contribuir mais e melhor para as atividades científicas, ao mesmo tempo em que são educados sobre o valor de seus serviços para pesquisadores e a sociedade em geral. As atividades listadas nessa seção referem-se principalmente ao treinamento de pessoal para atividades de suporte à pesquisa. Atividades direcionadas às comunidades como um todo estão listadas no detalhamento das ações de transferência de conhecimento à sociedade.

Agências como o IBAMA e as secretarias de estado de meio ambiente formam o elo final de uma cadeia de produção de conhecimento e tem a responsabilidade de tomada de decisões sobre licenciamentos ou aprovação de projetos de infraestrutura de grande vulto que têm grande impacto sobre a sociedade. A atualização e capacitação de técnicos dessas agências no marco teórico, planejamento e metodologia de avaliação e monitoramento da biodiversidade tem sido uma demanda das próprias agências, e vem de encontro a um dos objetivos principais do CENBAM. Cursos de treinamento de curto prazo são oferecidos aos técnicos de agências de controle e licenciamento ambiental, e são baseados em perspectivas concretas de decisões eminentes que a agência em questão tenha que tomar. Sempre que possível, os cursos incluem treinamento de campo em sítios onde licenciamento, monitoramento ou certificação florestal

esteja sendo realizado. Essa abordagem permite a derivação em tempo real de indicadores para problemas práticos enfrentados por especialistas em colaboração com agências governamentais e as empresas que elas contratam para realizar esses serviços.

Todas as atividades de treinamento de pessoal de apoio locais estão ligadas a amostragens ou monitoramentos que estejam sendo realizados em sua área de residência. Um dos principais problemas relacionados ao emprego de moradores locais em apoio à pesquisa é que eles fazem parte da força de trabalho informal, quase sempre sem os benefícios do emprego formal. Uma justificativa para esse fato é que não existe uma demanda consistente para pessoal de apoio com habilidades na área de biodiversidade. Se a demanda de mercado para pessoal de apoio à pesquisa em biodiversidade é esporádica e imprevisível, os encargos laborais tornam inviável a contratação formal para a maioria dos projetos. No entanto, projetos de grande vulto na área de biodiversidade, como o CENBAM, que atuam através de uma rede institucional, criam uma demanda alta e consistente de mão de obra de apoio à pesquisa que não tem como ser coberta com o pessoal de apoio técnico disponível nas instituições partícipes, e gera um mercado de serviços ligados à biodiversidade para comunidades locais em cada centro regional. O CENBAM mantém um cadastro de técnicos em biodiversidade, incluindo informação sobre sua qualificação e experiência, e um cadastro de projetos em andamento em cada região, para maximizar a continuidade e o potencial de emprego dos técnicos cadastrados.

Existem fortes demandas por apoio a capacitação entre as instituições dos centros regionais, principalmente para capacitação de parataxônomos (principalmente em Botânica), capacitação de pessoal técnico e de pesquisa em informatização e gerenciamento de coleções, ministração de cursos de uso de software específico, treinamento em vários níveis em técnicas de coleta, preservação e identificação taxonômica para vários grupos, treinamento em metodologias de amostragem RAPELD e cursos de desenho amostral, estatística básica e multivariada, ecologia de comunidades e populações, treinamento em vários níveis em técnicas moleculares e procedimentos em bioprospecção.

Os produtos esperados nos primeiros quatro anos da fase financiada neste edital são as seguintes:

- (1) treinamento de > 500 moradores locais para apoio a projetos de amostragem de biodiversidade;
- (2) treinamento de > 50 técnicos de agências ambientais;
- (3) pelo menos 60 dissertações de mestrado e 20 teses de doutorado concluídas ou em andamento;
- (4) aumento mínimo de 50% na produção científica dos cursos de pós-graduação;
- (5) criação ou processo de criação em andamento de dois novos cursos de PG;
- (6) criação ou atualização/reestruturação de pelo menos 25 disciplinas de pós-graduação e/ou graduação nos centros regionais.

Descrição detalhada do programa do instituto

O Centro de Biodiversidade Amazônica (CENBAM) coordena uma rede de instituições Amazônicas envolvidas em estudos sobre a biodiversidade. A estrutura desta rede difere de outras redes existentes em aspectos inovadores, que são detalhados nas seções abaixo. O termo “biodiversidade” usado nesta proposta segue as Diretrizes para a Política Nacional de Biodiversidade (DECRETO Nº 4.339 22/08/2002) (DPNB), que definem a posição oficial do governo Brasileiro no que se refere às áreas abrangidas por esse termo. O objetivo do CENBAM é criar e consolidar cadeias de produção baseadas em conhecimentos científicos sólidos, que se iniciam com estudos sobre a biodiversidade, gerando, ao final, informações, produtos ou processos importantes para usuários específicos a curto, médio e longo prazo.

A Amazônia ocupa uma posição de destaque em relação à biodiversidade mundial, e exerce um papel importante nos ciclos globais de carbono e água que afetam outras regiões, inclusive as áreas mais importantes para a agricultura no Brasil (Marengo 2007). Apesar disso, a pesquisa na Amazônia ainda é relativamente incipiente e fragmentada, e não exerce o impacto necessário sobre políticas públicas para uma região tão importante. O investimento em ciência na Amazônia é baixo e, por muitos anos, impostos pagos por contribuintes da Amazônia subsidiaram pesquisas no sudeste brasileiro. No entanto, a falta de recursos não é a única causa da falta de investimentos em pesquisa na Amazônia. Não há pesquisadores suficientes na Amazônia para captar os recursos disponíveis. Isto resulta em um círculo vicioso, no qual a falta de infraestrutura leva à falta de recursos humanos qualificados para pesquisa; a falta de recursos humanos qualificados leva à baixa produtividade científica; a baixa produtividade científica diminui a competitividade por recursos financeiros; e a falta de financiamento impede o treinamento de recursos humanos locais. A única maneira de quebrar este círculo é criar condições para que os residentes da Amazônia, desde guias locais até pesquisadores e empresários, participem efetivamente do processo de geração do conhecimento e se beneficiem dos resultados obtidos. Este é o objetivo do INCT da Biodiversidade Amazônica.

Muitas redes virtuais envolvendo biodiversidade e instituições Amazônicas têm sido criadas nos últimos anos. Essas redes foram desenvolvidas com objetivos de alto padrão e muitos participantes da presente proposta estiveram ou estão envolvidos nestas redes. No entanto, essas redes virtuais não tiveram o efeito que se esperava quando foram criadas, e é importante considerar as possíveis limitações impostas pela estrutura dessas redes. A maioria foi constituída por uma instituição sede, geralmente situada no sudeste do Brasil, no exterior ou nos centros relativamente desenvolvidos de Manaus e Belém. Instituições dos centros regionais no interior da Amazônia estavam inseridas de forma que a rede assumia uma configuração de estrela, com cada centro regional ligado à instituição-sede, e o contato entre as instituições regionais acontecendo principalmente através da instituição-sede. Essa estrutura contrasta com redes altamente efetivas elaboradas por organizações não governamentais, principalmente no que se refere à coordenação socioeconômica, com ligações entre os centros regionais tão efetivas quanto as ligações entre os centros regionais e a instituição-sede, resultando em uma configuração de fato em rede ou, ao menos, de teia de aranha. A rede do CENBAM enfatiza em igual medida o intercâmbio e colaboração científicos entre os centros regionais e entre os centros regionais e a instituição-sede. Assim sendo, todas as instituições e regiões estarão em contato, colaborando e intercambiando conhecimento e resultados práticos. Isso significa que a rede será funcional, não virtual.

A maioria dos centros regionais não possui a infraestrutura ou recursos humanos capacitados suficientes para montar cadeias de produção completas baseadas na biodiversidade, mas o potencial de agregação de capacidades entre centros é muito grande. Devido à limitação de recursos humanos e materiais disponíveis, a maioria das instituições regionais tem investido em partes específicas da cadeia de produção de conhecimento, como coleções biológicas, cursos de pós-graduação direcionados a áreas específicas, laboratórios de genética ou bioquímica, infraestrutura de sistemas de informação geográfica, ou atividades de extensão agrária. É importante identificar elos da cadeia de produção que não estão bem desenvolvidos na Amazônia, mas é igualmente importante fazer uso da capacidade que já está instalada. Uma limitação das redes anteriores reside no fato de que elas tentaram instalar cadeias de produção completas em cada centro regional, ou usaram os centros regionais apenas para a obtenção de informação ou produtos que beneficiariam as instituições sede. Um dos principais objetivos do CENBAM é aumentar a mobilidade e a colaboração entre os centros regionais, assim como estimular ações de liderança e integração nas instituições amazônicas, rompendo a tendência de perpetuação dos centros regionais como meros fornecedores de matéria prima.

A DPNB define várias áreas prioritárias para estudos sobre a biodiversidade e está claro que o CENBAM não pode atuar efetivamente em todas elas. Além disso, existem muitas iniciativas excelentes em andamento que, apesar de poderem não resultar em cadeias de produção completas, estão consolidando áreas que são essenciais para algumas ou todas as

cadeias de produção. É importante, portanto, que o CENBAM integre essas iniciativas e evite a duplicação de esforço. Por exemplo, a DNPB contempla iniciativas taxonômicas, o que já está sendo promovido pelo Projeto Taxonomistas NY Botanical Garden no Acre, por meio do intercâmbio de especialistas em taxonomia e treinamento de recursos humanos locais. O Projeto GENOMA instalou infraestrutura para análises genéticas em muitos centros regionais. O Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) vêm instalando vários sítios de pesquisa ecológica de longa duração (PELD) em colaboração com centros regionais, e o PPG7 e outros projetos têm financiado iniciativas de bioprospecção. A integração dos esforços existentes em cadeias de produção efetivas é um dos objetivos primordiais do CENBAM.

O CENBAM está focado em atividades que requerem estudos *in situ* da biodiversidade na Amazônia, e que necessariamente incluem a avaliação dos processos ecossistêmicos locais contemplados na DNPB, como a relação entre assembleias biológicas e a hidrologia, e o uso de parcelas permanentes de amostragem de vegetação para a avaliação da biomassa florestal e estoques de carbono. Esses estudos proporcionam dados importantes para alguns usuários, especialmente as agências governamentais responsáveis pelo planejamento do uso da terra. No entanto, o CENBAM não incluirá estudos de modelagem climática e sensoriamento remoto que não requeiram dados coletados em campo na Amazônia. Estes estudos estão contemplados em outras iniciativas, como LBA e GEOMA, sendo que o CENBAM apenas atuará como um elo entre estas iniciativas.

As Diretrizes para a Política Nacional da Biodiversidade contemplam cinco componentes principais: (1) Conhecimento da Biodiversidade, (2) Conservação da Biodiversidade, (3) Uso Sustentável dos Componentes da Biodiversidade, (4) Monitoramento, Avaliação e Mitigação dos Impactos sobre a Biodiversidade, e (5) Consolidação Institucional. Diretrizes específicas são definidas para cada componente no sentido de atingir objetivos nacionais. Esta estruturação é útil para organizar tópicos, mas ela fragmenta cadeias de produção de conhecimento, que se estruturam transversalmente, passando por vários ou todos os componentes acima. Essa fragmentação de esforço é o que tem restringido o uso do conhecimento da biodiversidade na Amazônia, apesar do grande avanço técnico em alguns componentes. O processo deve se iniciar com a instalação ou consolidação de instituições, porque são as instituições que promovem a ligação entre os componentes. A ausência de uma estrutura institucional transversal gerou uma situação perversa, na qual os componentes competem entre si por recursos limitados, sem considerar que o enfraquecimento de um elo da cadeia de produção de conhecimento enfraquece o sistema como um todo. A presente proposta não pode atender todas as questões relacionadas à biodiversidade na Amazônia. Porém, ela procura alcançar integração institucional enfocando questões específicas e mostrando como elas podem ser respondidas de modo mais eficaz a partir de ações integradas de todos os componentes, o que geralmente requer ações integradas de diversos centros regionais para lidar com cada questão.

Os principais usos da pesquisa em biodiversidade envolvem a produção de informação para (1) conservação e manejo da terra, (2) manejo da vida silvestre, produtos florestais e outros produtos obtidos diretamente de indústrias extrativistas, (3) bioprospecção e (4) domesticação de variedades e desenvolvimento de novas práticas agrícolas. Informações obtidas para um destes usos podem também ser úteis para os demais, portanto é importante sempre ter em mente todos os prováveis usuários de informações geradas por meio da aplicação de recursos limitados e, assim, evitar duplicação desnecessária de esforços.

A maioria desses usos requer a identificação correta de espécies ou outras unidades taxonômicas relevantes, informação sobre a distribuição e abundância dos organismos e, a relação entre distribuições de organismos e o uso potencial e efetivo da terra. A mesma informação é necessária para o zoneamento de unidades de conservação, planejamento regional do uso da terra, avaliação de impactos ambientais, determinação de cotas de extração para indústrias extrativistas e a identificação do potencial econômico de novos produtos. Diferenças no processo de levantamento de informações geralmente estão relacionadas com o tempo disponível para a obtenção da informação (frequentemente limitado no caso de avaliação de

impactos ambientais) ou com a amplitude geográfica (geralmente limitada no caso de indústrias locais). Apesar da falta de financiamento crônica, coleções biológicas (Gotelli 2004) e sítios de pesquisas de campo com infraestrutura adequada (Magnusson et al. 2008) constituem a base para a maioria das pesquisas sobre biodiversidade. Entretanto, nem todos os estudos baseados em material de coleção ou coletas de campo são úteis para usuários finais a curto e médio prazo. Usando métodos padronizados que geram informação para um amplo espectro de usuários finais, taxonomistas e ecólogos podem aumentar consideravelmente o valor de seu trabalho para outros grupos (Gotelli 2004) e atrair investimentos que normalmente não estariam disponíveis para atividades estritamente acadêmicas.

Em resumo, o CENBAM criou uma rede de trabalho inovadora entre instituições amazônicas que atuam em pesquisa sobre biodiversidade, usando recursos limitados disponíveis para aprofundar o conhecimento sobre biodiversidade e os fatores que a afetam, integrando diferentes partes da cadeia de produção de conhecimento para obter produtos úteis para a sociedade, atuando como catalisadores para atrair novas fontes de financiamento para a pesquisa em biodiversidade na Amazônia.

Detalhamento das principais linhas de pesquisa

Mantenhamos as mesmas linhas de pesquisa da primeira fase, somente com mudanças na ênfase devido fontes de financiamento alternativas, especialmente para genética e bioprospecção.

Linha de pesquisa 1 – Integração das linhas de pesquisa

O aspecto mais inovador da proposta de CENBAM está na integração entre as linhas de pesquisa em uma escala inédita no âmbito amazônico. Muitas das inovações propostas com respeito à integração dos esforços de pesquisa em uma escala geográfica tão ampla podem parecer radicais, mas sua eficácia foi comprovada na primeira fase do INCT. Os níveis de interação entre as linhas de pesquisa são muitos e variados, e não é possível detalhá-los todos aqui. No entanto, um diagrama muito simplificado da interação entre linhas de pesquisa, que não mostra retroalimentação, ilustra a importância da integração (Fig. 1).

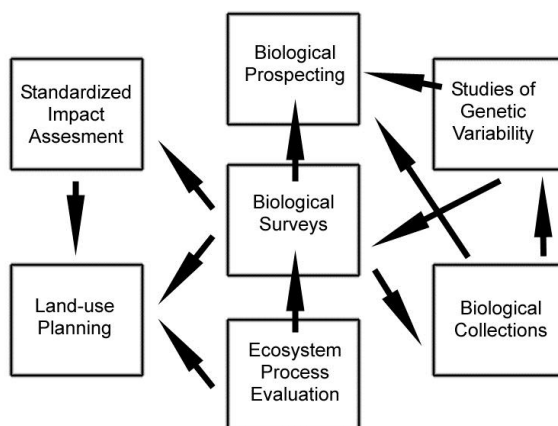


Figura 1. Principais interações entre as linhas de pesquisa do CENBAM

Possivelmente, o maior desafio é o da gestão de dados do projeto. Pesquisadores individuais, e mesmo instituições de pesquisa, normalmente não dispõem de recursos para manter bancos de dados, especialmente na Amazônia; por isso grandes organizações são

necessárias para assegurar o armazenamento adequado de dados (Lynch 2008). Não se trata apenas de *hardware*, apesar de que seja importante que existam cópias de segurança distribuídas entre as instituições participantes. Em geral, há um desequilíbrio entre o número de pesquisadores responsáveis pela aquisição de dados em campo ou laboratório e a quantidade de pessoas trabalhando com a infraestrutura de tecnologia de informação. O gerenciamento de dados requer recursos humanos dedicados à comprovação da qualidade dos dados e à sua inclusão no repositório de dados em formatos que permitam acesso eficiente. A simples inexistência de metadados primários (descrições detalhadas de como os dados em cada arquivo foram obtidos) restringe a utilidade da maioria dos dados atualmente disponíveis.

Um princípio básico do CENBAM é o de que os dados coletados em terras da União, por servidores públicos, ou por meio de financiamento público, devem ser disponibilizados publicamente no menor tempo possível. Por isso, todos os participantes do projeto deverão disponibilizar seus metadados *online* até um mês após cada coleta e os dados devem ser disponibilizados até um ano após a coleta, exceto os casos que envolvam acesso ao conhecimento tradicional ou potencial de produção de patentes. Esses procedimentos são semelhantes aos de outros projetos de grande vulto na área de biodiversidade, como o Tropical Ecology Assessment and Monitoring Initiative (TEAM) e o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Por outro lado, esses critérios de disponibilização de dados requerem que o CENBAM disponha de infra-estrutura e pessoal necessários para a manutenção de um repositório de dados dessa magnitude. O CENBAM virou um Member Node de DataONE em 2014, que facilitará a interoperabilidade entre nossos repositórios e repositórios nacionais e internacionais, mas este também aumentou a responsabilidade.

O desenvolvimento de tecnologia de armazenamento digital de dados não é um objetivo primordial do CENBAM. Muitos programas de gerenciamento de dados, tanto de propriedade como livres, estão disponíveis no mercado, e muitos outros aparecerão no futuro. O objetivo do gerenciamento de dados no CENBAM é o de assegurar a acessibilidade e integridade dos dados por meio da implementação de um sistema de informação para o gerenciamento de dados de biodiversidade. Estamos desenvolvendo estas ações como componente do Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR). Os programas convencionais de gerenciamento de bases de dados atualmente disponíveis têm dois componentes: um mecanismo de armazenamento de tabelas de dados e um mecanismo de busca. Todos são capazes de importar arquivos de texto para compor as tabelas de dados, apesar de que os dados podem ficar armazenados em formatos que não são compatíveis com outros programas. A tecnologia de armazenamento de dados para material de museus e herbários tem avançado com programas como Brahms e Specify, e mecanismos de busca, como os disponibilizados pelo Programa BIOTA-FAPESP <http://www.biota.org.br>. No entanto, sistemas de informação para dados ecológicos de campo ainda estão em seus estágios iniciais de desenvolvimento, e enfrentam grandes desafios tecnológicos, como o de criar uma estrutura de dados verdadeiramente genérica, que possa acomodar dados de todo tipo de levantamento. Tabelas definidas estaticamente não satisfazem as demandas de gerenciamento de dados ecológicos, porque o tipo de dados produzidos por um projeto como esse é tipicamente imprevisível. Estamos colaborando com iniciativas internacionais, como EU BON e GEO BON para o desenvolvimento de sistemas genéricos que podem providenciar as informações demandadas por governos e outros usuários.

Cópias de segurança dos dados originais são da responsabilidade de cada pesquisador, mas o CENBAM armazena arquivos PDF dos dados brutos, para permitir a investigação de erros de transcrição. Todos os dados são acompanhados de metadados que descrevem como os dados foram coletados. O padrão de metadados adotado é o EML – Ecological Metadata Language, uma especificação de metadados criada para documentar séries de dados ecológicos, desenvolvida no National Center for Ecological Analysis and Synthesis (NCEAS), na Universidade da Califórnia, EUA (Fegraus et al. 2005). Esse procedimento permitiu o treinamento de pesquisadores e estudantes na documentação de dados de campo na primeira fase do INCT. Arquivos de texto digitais de todos os dados são disponibilizados através do

CENBAM e *websites* associados, para permitir o uso em qualquer programa de manipulação de dados definido pelo usuário.

O Programa Biota/Fapesp produziu conhecimento que recentemente resultou em uma contribuição para a formulação de políticas públicas. O mapa da biodiversidade paulista (Rodrigues 2008), que utilizou principalmente a base de dados SinBiota/speciesLink, reuniu esforços de pesquisadores especialistas em diversos grupos taxonômicos do Programa Biota. Além da contribuição científica individual para cada sub-disciplina em biologia, os resultados foram agregados de forma a produzir um estudo de síntese importante que foi reconhecido pelos governantes e utilizado para embasar a resolução 15 (13 de Março de 2008) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), estabelecendo novos critérios para a concessão de autorização para a supressão de vegetação nativa no âmbito do Estado. Esse é um importante exemplo de uso de resultados de um projeto de pesquisa na elaboração de estratégias de gerenciamento ambiental. A ação poderia ter sido ainda mais efetiva se todos os dados armazenados no sistema BIOTA estivessem corretamente georeferenciados. Uma parte considerável dos registros não pôde ser usada devido à falta de referências geográficas ou a referenciamento incorreto. Para evitar esse tipo de problema, qualquer tipo de dado armazenado no sistema do CENBAM deverá ser, obrigatoriamente georeferenciado. A informação espacial é de crucial importância, pois muitas das questões centrais no estudo da biodiversidade são de natureza espacial. Como as mudanças globais e o desmatamento influenciam espécies e ecossistemas em escala local? Como estão relacionadas a diversidade de espécies e o funcionamento de ecossistemas? Como os padrões de biodiversidade diferem em função da escala de análise? Quais relações causais podem ser identificadas? Qual é a magnitude do efeito da autocorrelação espacial na determinação desses padrões?

O modo de organização e manipulação de dados de biodiversidade e como hipóteses são criadas são parte da complexidade da Ecologia como ciência (Cuddington & Beisner 2005, El-Hani 2006, Hilborn & Mangel 1997, Pickett et al. 1994, Taylor 2005), assim como o é o desenvolvimento de métodos de integração de dados de biodiversidade (Andelman et al. 2004). O número de publicações científicas nessa área vem aumentando, como as relacionadas a iniciativas de escala internacional, como o Tropical Ecology Assessment and Monitoring Network (TEAM) (Fegraus et al. 2005) e o Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD) (Brunt 2006). Um periódico dedicado a esse tema foi lançado recentemente (Ecological Informatics) (i.e. Michener 2006). O CENBAM atua nessa fronteira do conhecimento.

Um dos problemas principais confrontados por instituições amazônicas em centros regionais é o da falta de recursos humanos capacitados em análise estatística, além do alto custo de licenças de instalação de *softwares*, e a falta de conhecimento sobre como os dados que estão sendo coletados serão usados por outros pesquisadores. Cada área de pesquisa tem seu próprio vocabulário técnico e metodologia. Entretanto, todas elas têm em comum a necessidade de desenhos amostrais robustos (Magnusson & Mourão 2003). A maioria das análises estatísticas requeridas por usuários de instituições amazônicas podem ser realizadas usando *software* livre, como o programa R. O treinamento de estudantes e professores para o desenvolvimento correto de desenhos amostrais e experimentais é uma das maneiras mais eficientes de fomentar a comunicação inter-disciplinar. Existe uma comunidade internacional que desenvolve programas baseados na linguagem R, e nosso grupo tem desenvolvido ferramentas em R para a solução de problemas específicos. Na presente linha de pesquisa, procuramos identificar as necessidades de cada pesquisador em cada centro, realizar treinamentos no uso de técnicas básicas e, quando necessário, promover o contato entre pesquisadores e programadores para a solução de problemas que não podem ser resolvidos por meio dos programas atualmente disponíveis.

Processos que operam em escalas geográficas amplas, como a da bacia Amazônica, possuem uma forte estruturação espacial, o que afeta a análise e interpretação de dados. A compreensão de processos espacialmente estruturados, tanto intra como entre sítios, não é uma questão trivial (Fortin & Dale 2005). Avanços recentes em estatística espacial levaram ao desenvolvimento de procedimentos que permitem o entendimento, ou, ao menos, a documentação das escalas nas quais atuam esses processos (Bocard & Legendre 2002). Poucos

pesquisadores, no entanto, compreendem ou usam análise espacial em seu trabalho. Dra Marie José Fortin participou do INCT na primeira fase através de uma bolsa de Ciência sem Fronteiras e ministrou cursos em Manaus e Santarém. A presente proposta inclui financiamento para a avaliação do uso de estatística espacial dentro e entre sítios PELD, para agregar valor a estudos individuais, assim como a implementação do uso de técnicas padronizadas que podem ser empregadas pela maioria dos pesquisadores para comparações dentro e entre sítios. Além disso, o CENBAM oferecerá cursos de análise usando Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Inicialmente, esta proposta é baseada em torno de centros regionais localizados nas capitais de cada estado. Entretanto, é esperado que cada uma dessas instituições fomente outros centros em suas regiões. O Estado do Amazonas ocupa uma grande parte da Amazônia brasileira, mas tem uma densidade extremamente baixa de pesquisadores fora do município de Manaus. O processo de estabelecimento de núcleos regionais já teve início em São Gabriel da Cachoeira, Tefé, e Humaitá, e em outras cidades que possuem campi de universidades federais ou estaduais. O principal problema nesses centros é a coordenação científica, uma área não considerada pela maioria das agências financiadoras.

Disponibilizaremos dados espaciais para diferentes grupos de usuários. Especialmente quatro deles, especificados abaixo, desde usuários mais numerosos que usam dados simples, até os menos numerosos que utilizam dados complexos.

(1) Escolas e público em geral precisam de dados simples, visuais, bastante sintetizados em visualizadores fáceis de manipular e de compreender. Os dados podem ser de distribuição de espécies amazônicas, riqueza, características bióticas e abióticas e ponto de coleta. Esse tipo de difusão de dados é também uma maneira de informar o público sobre o que está sendo pesquisado, onde e por quem.

(2) Profissionais, porém não usuários de SIG ou bases de dados, necessitam de dados geográficos elaborados para responder a demandas específicas. Esses profissionais podem trabalhar em unidades de conservação, valorização econômica de produtos florestais, apoio a políticas públicas, principalmente dentro de organizações governamentais. Aqui, nosso objetivo é criar um acesso ergonômico a dados geográficos para que usuários possam acessar dados sem necessidade de treinamento específico e possam focar em suas análises e decisões.

(3) Interface de *citizen science* e profissionais. Na segunda fase, serão criadas revistas eletrônicas para a publicação de fotos e vídeos documentando localidades de espécies brasileiras. Serão criadas revistas para pelo menos sete grupos taxonômicos. As revistas terão revisão por editores e, quando necessário, revisores. A ideia é de produzir um meio de comunicação situado entre as revistas científicas, lidas por poucos, e os Wikis, que tem qualidade duvidosa para a maioria dos fins. Com isso, esperamos envolver muito mais pessoas no caminho para ciência.

(4) Usuários profissionais em SIG ou geoestatística, modelagem, ou macroecologia necessitam de camadas ou tabelas elaboradas com agregação de dados de acordo com regras específicas. Geralmente a sequência de trabalho com esse tipo de usuário é uma troca de arquivos nos quais o usuário agrega dados às tabelas de forma a permitir que o gerenciador da base de dados crie novas agregações com consultas SQL. Atualmente, está sendo realizada uma experimentação com os três tipos de usuários supracitados.

Linha de pesquisa 2 – Desenvolvimento de métodos padronizados para inventários e monitoramento de biodiversidade de curto, médio e longo prazo

Nosso grupo de pesquisa tem desenvolvido, ao longo dos últimos anos, métodos espacialmente padronizados para inventários biológicos no âmbito do Programa PELD (Magnusson et al. 2013), o que resultou em métodos aplicáveis para um amplo grupo de taxa e processos ecológicos <http://ppbio.inpa.gov.br/Eng/public/>. No entanto, o método RAPELD também foi dimensionado para levantamentos rápidos (RAP) para avaliação de impactos ambientais (Magnusson et al. 2008, 2013). Muitos dos métodos que são apropriados para

estudos de médio e longo prazo não são financeiramente e/ou logisticamente viáveis para o tipo de estudo RAP que normalmente é requerido para avaliações de impacto ambiental e concessão de licenças ambientais. Por isso é importante desenvolver técnicas de aplicação mais rápida, que também possam ser empregadas em sítios PELD, que frequentemente são usados como controle ou para calibrar os resultados da amostragem RAP.

Não é produtivo limitar o tipo de estudos que podem ser realizados em sítios PELD, porque um dos principais objetivos desses sítios é o de detectar processos ainda não previstos (Doak et al. 2008). Não é possível amostrar todos os elementos da biodiversidade em um curto espaço de tempo, mesmo em uma área pequena. No entanto, as agências ambientais necessitam de informação de amostragens RAP que possam ser utilizadas na tomada de decisões no curto prazo. Infelizmente, as agências ambientais têm a tendência a não basear suas decisões em grupos-alvo, que são úteis para a tomada de decisões e que são amostráveis no curto espaço de tempo disponível. Isso tem resultado em mal-entendidos e críticas possivelmente injustas aos biólogos por não produzir dados úteis para o manejo de espécies. Por isso, esforço considerável do presente projeto envolverá trabalho com agências ambientais (IBAMA, ICMBIO, INCRA, secretarias estaduais de meio ambiente, etc.), para que os grupos-alvo de levantamentos RAP sejam definidos em conjunto com pesquisadores, levando em conta as limitações financeiras e logísticas inerentes a amostragens de curto prazo.

O desenvolvimento de métodos padrão e sua adoção por órgão do governo foi uma dos sucessos maiores da primeira fase do INCT (Magnusson et al. 2013). No entanto, são necessárias avaliações para determinar em qual grau cada método é eficiente e eficaz, e estas só podem ser feitas em colaboração com os usuários. Portanto, esta linha envolve colaborações com órgãos governamentais e empresas de consultoria ecológica em estudos de caso. Também, novas padronizações estão sendo propostas, inclusive para inclusão de outros biomas, e estamos criando listas de discussão e propondo reuniões com especialistas de todas as regiões brasileiras para aprimorar as técnicas.

Linha de pesquisa 3 – Avaliação de processos ecossistêmicos: estoques de carbono e recursos hidrológicos em sítios PELD no âmbito da bacia amazônica

Sítios do Projeto Ecológico de Longa Duração – PELD são importantes para o estudo de processos locais e o treinamento de estudantes da região em pesquisa científica. Eles também têm uma importante função na avaliação de processos de larga escala, que abrangem toda a bacia amazônica, especialmente no que se refere a processos globais, como as mudanças climáticas. Apesar de mais de 50% do território brasileiro ser ocupado pela Amazônia, existem apenas quatro sítios PELD oficiais na Amazônia até o momento, todos localizados no eixo Belém-Manaus. Outros 30 sítios PELD estão distribuídos em outras regiões do Brasil. A justificativa principal para a não instalação de outros sítios PELD na Amazônia foi a de que não havia outras instituições suficientemente qualificadas para receber o financiamento. Apesar da suposta superioridade das instituições localizadas no sul e leste do Brasil, após 10 anos, os demais sítios PELD em outras regiões do Brasil não produziram um único estudo com abordagem intersítio. Em uma tentativa de reduzir a distorção no esforço de pesquisa, nós desenvolvemos uma metodologia padronizada e de baixo custo aplicável a estudos de biodiversidade de longo e curto prazo, resultando no sistema RAPELD (Magnusson et al. 2005, 2008, 2013).

O Programa PPBio (MCT) financiou, ou está financiando, a instalação de módulos padrão RAPELD na Amazônia. Além disso, o número de módulos instalados por outras instituições está crescendo exponencialmente. Cada grade completa RAPELD dispõe de 30 parcelas de amostragem permanente distribuídas uniformemente sobre 25 km², além de um número variável de parcelas de amostragem permanente para aspectos mais específicos da paisagem, como corpos de água e zonas ripárias. Os módulos menores dispõem de cinco ou dez parcelas de amostragem permanente uniformemente distribuída, e um número proporcionalmente menor dos outros tipos de parcelas de amostragem permanente. Esse desenho permite evitar a tendenciosidade associada a parcelas nas quais ocorrem perdas

repentinhas de biomassa e longo tempo de recuperação em consequência da queda natural de árvores (Fisher et al. 2008). O sistema RAPELD tem sido usado para relacionar a biomassa arbórea acima do solo com características edáficas e topográficas (Castilho et al. 2006, 2010), e é possível obter estimativas muito mais precisas de associação com variáveis ambientais para modelagem que as que se obtém por meio de outros métodos. Até o momento, estudos de biomassa arbórea em sítios RAPELD foram financiados apenas pelo PELD/Brasil e projetos individuais de pesquisadores no entorno de Manaus. É muito importante, no entanto, produzir esse tipo de dado para todas as regiões amazônicas. O CENBAM implementará e coordenará estudos de biomassa arbórea em todos os sítios usando o sistema RAPELD, sob a responsabilidade de pesquisadores em cada centro regional. Detalhes sobre a metodologia usada nesses estudos pode ser encontrada em Castilho et al. (2006, 2010) e Emílio et al. (2013).

Métodos atualmente utilizados para estimar a biomassa arbórea acima do solo requerem a marcação e identificação de um grande número de árvores (Baker et al. 2004, Chave et al. 2006). Esse procedimento é vantajoso no que se refere a coleta de material botânico, estimativas do valor de recursos florestais, seguimento da dinâmica populacional de árvores, estudos genéticos e de bioprospecção. No entanto, o procedimento pode vir a ser contra produtivo em estudos nos quais se requer apenas conhecer a estrutura geral da floresta e estimativas grosseiras de biomassa arbórea. Avanços recentes na tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging) possibilitam estudos mais detalhados da estrutura florestal do que era possível anteriormente. O sítio RAPELD da Reserva Ducke, em Manaus, foi recentemente incluído em um estudo LIDAR aéreo do Projeto LBA. No entanto, o alto custo do LIDAR aéreo impede seu emprego em áreas grandes. O LIDAR terrestre é relativamente mais barato e pode ser operado por pesquisadores após um curto treinamento, abrindo a possibilidade de realização de estudos LiDAR em todos os centros regionais, e da calibração de dados LiDAR com tamanhos e identidades conhecidos de árvores em várias florestas na Amazônia. Portanto, esse projeto também avaliará o potencial que o LiDAR terrestre tem para substituir a medição detalhada de árvores individuais em estudos de curto prazo de estimativa de biomassa arbórea.

Um dos principais fatores que afetam a estrutura da floresta e a biodiversidade é a profundidade do lençol freático (Drucker et al. 2008, Schiatti et al. 2013). Há evidências de que muitos solos amazônicos são supersaturados, e modelos foram desenvolvidos para mapear as condições hidrológicas do terreno usando a profundidade do espelho d'água a partir de dados de sensoriamento remoto SRTM (HAND) (Rennó et al. 2008, Schiatti et al. 2013). No entanto, os dados usados para calibrar o modelo provêm de um único sítio. Portanto, a acurácia do modelo para predições de larga escala é desconhecida (apesar da disponibilidade de dados SRTM). Dados desse tipo são essenciais para entender os efeitos das mudanças climáticas, porque a profundidade da água no solo provavelmente será afetada muito antes que os efeitos diretos do aumento da temperatura e diminuição de chuva impactem os organismos. Pesquisadores do INPE/LBA estão colaborando com participantes dessa proposta em estudos sobre o efeito da topografia e clima sobre a profundidade do nível d'água em duas grades RAPELD na região de Manaus, e em módulos ao longo da BR-319. A informação necessária para calibrar os modelos é crítica para aumentar a acurácia da modelagem de efeitos de mudanças climáticas e do uso do solo sobre a distribuição da maioria dos componentes da biodiversidade, e sua coleta não é difícil. Piezômetros podem ser instalados e monitorados por técnicos locais, e todos os centros regionais incluídos na presente proposta têm a capacidade de supervisionar esses estudos a partir de um treinamento mínimo. Portanto, piezômetros superficiais (até uma profundidade de 6 m) serão instalados em todas as parcelas onde estejam sendo realizados estudos de biomassa arbórea, para relacionar a dinâmica do nível da água no solo com o estoque e dinâmica da biomassa arbórea.

Linha de pesquisa 4 – Estudos de biodiversidade e dos fatores que a afetam na escala da bacia amazônica

Decisões sobre o uso da terra requerem informações sobre a complementaridade de locais em termos de recursos naturais e composição de espécies. No caso da biodiversidade, a medida de diferenças entre locais (diversidade beta) é intimamente ligada à escala espaço-

temporal que está sendo analisada (Nekola & White 2002). Os algoritmos utilizados para fazer decisões sobre o uso da terra usam o conceito de complementaridade (Pressey 2004) e se quisermos incluir a biodiversidade em tais decisões é necessário ter sistemas de monitoramento em escalas espaço-temporais comparáveis. Este foi um dos critérios usados no desenvolvimento do sistema RAPELD (Magnusson et al. 2005, 2013).

A utilização de escalas espaço-temporais comparáveis permite detectar a composição de comunidades e a diversidade genética de populações, bem como prever a distribuição de espécies e o efeito de alterações ambientais a curto e longo prazo. Esta linha de pesquisa visa realizar inventários biológicos padronizados em sítios RAPELD da Amazônia Brasileira, de modo que a distribuição da biodiversidade seja entendida desde a escala local até a escala amazônica. A metodologia a ser utilizada difere daquela tradicionalmente empregada em levantamentos de biodiversidade, uma vez que objetiva um estudo integrado, que possibilitará a comparação dos resultados entre diferentes sítios e grupos, assim como a relação destes com variáveis ambientais.

A utilização dos mesmos pontos de amostragem e, portanto, da mesma escala espacial, será possível através da utilização de módulos RAPELD estabelecidos pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio. Cada grade completa RAPELD é formada por trilhas de 5x5 km, com espaçamento de 1x1 km entre si. Trinta parcelas com marcações permanentes e de distribuição uniforme são instaladas na grade, a distâncias de 1 km uma da outra cobrindo uma área de 25 km². Também, um número variado de parcelas é instalado em habitats mais específicos, tais como zonas ripárias ou riachos. Além disso, uma dimensão da grade é mantida em 5 km de comprimento, para possibilitar a amostragem de animais com grandes áreas de vida, como é o caso dos grandes mamíferos. A padronização do desenho amostral tem como principal característica a fácil comparação dos dados de diferentes grupos, por haver referências precisas do local, período de coleta e esforço amostral, ou pelo fato de que os dados vem todos dos mesmos pontos. Isso possibilita que diversos pesquisadores possam fazer trabalhos em conjunto, correlacionando seus resultados e explorando as interações ecológicas que ocorrem entre táxons distintos.

O tipo de amostragem proposta permite análises conjuntas de diversos grupos biológicos em um mesmo sítio, desde microrganismos até mamíferos de grande porte, de modo que projetos que envolvam especialistas em diferentes grupos gerem resultados integrados em um espaço de tempo curto e a um custo significativamente menor que o sistema atual de pesquisadores trabalhando independentemente. Além disso, essa metodologia possui grande potencial de aplicação no acompanhamento ao longo prazo dos efeitos de impactos antrópicos sobre organismos, como mudanças climáticas, desflorestamento e poluição (Magnusson et al. 2013).

Alguns processos ecológicos atuam em escalas que só podem ser entendidas através da integração dos dados de diversos sítios amostrais (Baccaro 2006). Além disso, modelos de relações ecológicas desenvolvidos a partir de dados de apenas um sítio amostral possuem pouco ou nenhum poder preditivo em outros sítios (Cordeiro 2008). Em curto prazo, as comparações entre sítios podem ser realizadas promovendo o deslocamento de determinados pesquisadores através de sítios PELD, porém, monitoramentos de longo prazo (assim como a detecção dos padrões resultantes) somente será possível quando a capacidade para estudos de alta qualidade estiver instalada em cada sítio PELD, incluindo infraestrutura e recursos humanos.

Esse projeto possui duas partes. Na primeira, a mobilidade de determinados pesquisadores capacitados será financiada para a realização de inventários biológicos padronizados em diferentes sítios PELD, permitindo assim a comparação entre sítios. Em um segundo momento, esses pesquisadores irão colaborar com os centros regionais para capacitar as instituições no desenvolvimento de estudos de longo prazo dos organismos ou processos ecológicos em questão.

Propomos utilizar módulos ou grades de amostragem RAPELD seguindo as diretrizes do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) para aumentar a eficiência de estudos de

monitoramento de biodiversidade na Amazônia, já que este sistema está baseado no uso de protocolos de amostragem padronizados e integrados espacialmente. Sítios de amostragem RAPELD já estão em operação nas regiões de Manaus, Amapá e Roraima, Rio Branco (Acre), São Gabriel da Cachoeira (AM), Santarém (PA), Rondônia, Humaitá (RO), Gurupi (Maranhão) Caxuanã (Pará), Santarém (Pará) e Sinop (MT).

Estudos durante a primeira fase do INCT mostraram que paisagens aparentemente **prístinas** carregam um forte sinal de ocupação humana (Levis et al. 2012). Grande parte da biodiversidade amazônica se encontra em Terras Indígenas, e uma grande ênfase será colocada na capacitação de biólogos indígenas para monitorar a biodiversidade nas suas terras. Também, a expansão da sociedade brasileira moderna na Amazônia gera novas demandas, tanto para melhorar organismos para atender demandas humanas, como para entender a dinâmica evolutiva das populações ainda não objeto de melhoramento, mas sujeitos ao impacto da sociedade moderna. Os povos indígenas da Amazônia domesticaram populações de numerosas espécies de interesse, bem como manejaram e cultivaram populações de outras (Clement, 1999). A compreensão das modificações genéticas indígenas ajudará a planejar futuras intervenções, tanto de melhoramento, como de manejo e cultivo, bem como de conservação em ambientes perturbados ou quase naturais.

Linha de pesquisa 5 – Reestruturação, informatização e capacitação de recursos humanos das coleções biológicas da Amazônia

Esta linha não compete com outros projetos ou até outros INCTs dedicados somente a coleções. Complementa estas e somente está direcionada a completar cadeias de produção de conhecimento específicas na Amazônia.

O Brasil hospeda cerca de 20% da biodiversidade do planeta, mas detém somente 1% do acervo biológico científico do mundo (CRIA 2008). Conhecer nossa biodiversidade é o primeiro componente da Política Nacional de Biodiversidade (conf. Decreto no. 4.339 de 22/08/2002). Entretanto, tarefas básicas como a coleta, a identificação e o depósito dos exemplares em coleções científicas para testemunho e posterior consulta são deveres de casa que não têm sido feitos adequadamente. Sem eles não temos como usar nossos propalados recursos naturais de forma sustentável. O profissional qualificado para realizar essas tarefas é o taxonomista, até porque a diferença entre uma planta que mata e a que cura pode ser muito sutil. A Amazônia ocupa cerca de 50% do território nacional e é detentora de uma das maiores biodiversidades do planeta, mas nela atuam menos de 5% dos pesquisadores existentes no país de acordo com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Somado a isso, dos 2.449 programas de pós-graduação existentes no país, apenas 102 estão sediados em instituições amazônicas (Val *et al.* 2007). Além de contar com poucos pesquisadores e doutores (aproximadamente 1 a cada 920 km²) as instituições amazônicas, que pesquisam a biodiversidade da região, não conseguem atender a demanda por esse conhecimento na amplitude e velocidade que seriam desejáveis. No CENBAN atacamos esse problema de frente, fortalecendo os pesquisadores que trabalham nas instituições parceiras, treinando bolsistas e parataxônomos, formando taxonomistas locais e atraindo taxonomistas para atuarem juntos nessa tarefa de conhecer a biodiversidade amazônica.

Outro aspecto que ainda precisa ser considerado é a falta de coleções para se guardar amostras da biodiversidade estudada. O número de instituições sediadas na região e possuidoras de coleções zoológicas é inferior ao de outras regiões brasileiras. Basicamente, apenas duas instituições reúnem coleções zoológicas importantes, o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) em Belém e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) em Manaus. Nos demais estados, as poucas coleções existentes não têm recebido a atenção e investimentos necessários a sua manutenção, havendo inclusive situações em que o pesquisador é obrigado a descartar parte do acervo por falta de infraestrutura necessária à preservação do mesmo. Como poderemos fazer levantamentos da nossa biodiversidade se coleções regionais são escassas e precárias e, não temos onde guardar os testemunhos para consulta posterior? Por conta disso, é necessário melhorar a infraestrutura das coleções das instituições parceiras nos centros regionais, dotando-

as de condições mínimas para abrigar e manter adequadamente seus acervos.

Pouco adianta fazer levantamentos para se conhecer a biodiversidade amazônica e depositarmos o material testemunho em uma coleção biológica adequada, se não houver uma forma eficaz de recuperar as informações e disponibilizá-las nas instituições de origem. Para tanto, existe a necessidade de que os dados de todo material depositado em coleções da região estejam digitalizados e disponíveis *on line* para consultas por parte de estudiosos, ambientalistas, tomadores de decisão, órgãos governamentais e ONGs. A proposta do CENBAM é usar o que há de mais avançado em termos de padrões e protocolos que permitam a comunicação entre bancos de dados de diferentes coleções e treinar e contratar pessoal para tratamento de dados e gerenciamento de coleções. Não pretendemos reinventar a roda, mas sim aproveitar experiências anteriores e em parceria com outras instituições e parceiros nacionais e internacionais. Esse objetivo é a principal meta da linha de pesquisa 1 deste projeto: disponibilizar informações sobre a biodiversidade amazônica para diversos públicos de uma forma atraente e intuitiva.

Linha de pesquisa 6 – Genética aplicada à biodiversidade

Esta linha não compete com outros projetos ou até outros INCTs dedicados somente a genética. Complementa estas e somente está direcionada a completar cadeias de produção de conhecimento específicas na Amazônia.

A Biodiversidade pode ser representada hierarquicamente em três níveis: diversidade de ecossistemas (habitats e interações inter-específicas), diversidade de espécies e diversidade genética. A manutenção de cada componente é estreitamente interdependente e, juntos, são responsáveis pela estabilidade ecológica e contínua evolução dos ecossistemas (Wilson 1986).

Estima-se que o Brasil detenha entre 15 e 20% da biodiversidade global e pelo menos metade está nas florestas amazônicas (Lewinsohn & Prado 2005). Paralelo a esta biodiversidade natural, a Amazônia possui uma agrobiodiversidade. A região foi importante para a domesticação de cultivos, comparável com a região do sudeste asiático em termos numéricos e econômicos (Clement 1999). Estudos recentes determinaram ou sugeriram que a maioria dos eventos de domesticação ocorreu na periferia da Amazônia, especialmente no sudoeste (Acre, Rondônia, Bolívia e o sul do Peru), no oeste (Peru, Equador, sul da Colômbia e o alto Rio Solimões no Amazonas) e no noroeste (Roraima, alto Rio Negro no Amazonas, leste da Colômbia e centro sul da Venezuela) (Clement 2006; Clement & Junqueira 2008). De seus centros de domesticação, essas espécies foram dispersas na Amazônia e nos Neotrópicos na era pré-Colombiana e posteriormente no mundo tropical (Pickersgill, 2007). Alguns desses cultivos já são importantes, como mandioca, pupunha, cacau e abacaxi, e outros são emergentes ou importantes dentro da Amazônia, como pimenta picante, biribá, abiu e urucum.

Identificar as concentrações de diversidade atual e as prováveis vias de dispersão é importante para orientar futuras prospecções que apoiarão programas de melhoramento genético e conservação, essenciais para permitir a expansão da importância econômica de cada cultivo em um mercado cada vez mais competitivo. O grau de diferenciação genética intra e interespecífico da fauna e flora da Amazônia ainda é pouco conhecido, assim como o conhecimento científico atual da taxonomia das espécies ali viventes. Os desafios logísticos que a Amazônia oferece exigem pesquisas integradas e multidisciplinares para compreender a diversidade biológica na sua plenitude e transferir os benefícios desse conhecimento para a sociedade. Integrar ações de levantamentos de espécies e organização de material biológico depositado em coleções com pesquisas de diversidade genética é o foco desta linha de pesquisa.

Uma das grandes questões que tem ocupado cientistas é como se originou a grande diversidade em diferentes biomas do Brasil, em especial a Amazônia. Diversos modelos e hipóteses explicativas têm sido propostos nas últimas décadas, baseados principalmente em estudos de distribuição e da ecologia das espécies, aliados ao conhecimento da história geológica e climática da região, sem, entretanto, chegar a uma perspectiva abrangente e conclusiva. Resultados recentes (Moritz et al. 2000) têm mostrado que integrar a estes estudos a análise da diversidade genética molecular de um grande número de espécies nativas

(filogeografia comparada) é possivelmente a abordagem mais promissora para se entender os processos que deram origem a esta alta diversidade. Para que as identificações taxonômicas das espécies sejam adequadamente realizadas, é imprescindível que os estudos de campo propostos estejam associados não apenas a estudos sistemáticos envolvendo a morfologia e morfometria dos exemplares, mas também a genética dos táxons em questão.

Já existem algumas seqüências de DNA de organismos amazônicos oriundos de várias partes da Amazônia depositados em bancos públicos (GenBank), mas ainda são incipientes tanto em termos da cobertura das espécies quanto da distribuição geográfica. Uma comparação entre essas seqüências e as das áreas de estudo propostas é fundamental para a caracterização das espécies e sua relação com outras áreas amazônicas.

Linha de pesquisa 7 – Bioprospecção

Esta linha não compete com outros projetos ou outros INCTs dedicados somente a bioprospecção. Complementa estes e somente está direcionada a completar cadeias de produção de conhecimento específicas na Amazônia.

Nos últimos anos, tem aumentado significativamente a procura por produtos concebidos dentro do conceito de “natureza e sustentabilidade”, no que se poderia denominar “corrida naturalista”. A Amazônia, com sua biodiversidade praticamente inexplorada, tem atraído a atenção de pesquisadores, empresários e comerciantes de todas as partes do mundo. É enorme o potencial da floresta como fonte de novos fármacos, cosméticos e nutracêuticos, não só pela sua biodiversidade intrínseca, mas também pelo conhecimento tradicional associado às comunidades amazônicas.

Dados recentes mostram que, só nos Estados Unidos, um quarto das receitas médicas aviadas em farmácias contém, em suas formulações, substâncias extraídas de plantas, 13% contém substâncias originadas de microorganismos e outras 3%, de animais. Assim, 41% dos medicamentos têm origem na biodiversidade. Este valor pode crescer ainda consideravelmente, pois apenas 3% das plantas floríferas do mundo (cerca de 5.000 das 220.000 descritas - Wilson 1988) foram examinadas à procura de substâncias com atividade biológica. Se considerarmos que ainda há muitas plantas que não foram sequer descritas para a ciência, é prever com segurança que o número de espécies pesquisadas com atividade biológica vai aumentar muito.

Um dos fundamentos para se estudar a química das plantas é a busca de substâncias ativas. Um ponto a ser ressaltado é a necessidade de se testar as plantas brasileiras com o intuito de encontrar substâncias que promovam a cura ou, pelo menos, o alívio aos efeitos nocivos das doenças típicas do Brasil, mas sem esquecer o potencial de gerar produtos para enfermidades de importância mundial. As grandes indústrias farmacêuticas transnacionais investem enormes quantidades de recursos na busca de medicamentos para doenças como a AIDS, mal de Alzheimer, câncer, depressão, diabetes, doenças cardíacas, derrame e osteoporose, entre outras, visando os lucros que os pacientes que sofrem dessas doenças podem gerar (Montanari e Bolzani 2001).

De forma bem simplificada, os organismos a serem estudadas do ponto de vista químico são pré-selecionados por terem alguma descrição de uso, ou seja, por serem usados por populações tradicionais (índios, ribeirinhos, etc.), ou por serem de gêneros ou famílias para os quais já foram descritas atividades biológicas. O Brasil e, particularmente a Amazônia têm um enorme potencial biológico para estudos químicos, a partir dos quais podem ser encontradas moléculas ativas, ou modelos químicos para serem transformados em moléculas ativas.

O estudo de substâncias bioativas de organismos da Amazônia representa uma importante linha de pesquisa, pela possibilidade de utilização e valorização de mais um produto da floresta, gerando alternativas de produção, emprego e melhorias socioeconômicas. Portanto, a sociedade local torna-se a grande beneficiária dos resultados do projeto. Esta linha de pesquisa trata dos procedimentos necessários para a efetiva viabilização da cadeia entre a pesquisa básica e a aplicada. A estrutura em forma de rede desta proposta facilita a integração, barateando custos e produzindo produtos com maior valor agregado. Cada etapa da linha de pesquisa está

integrada a outras linhas desta proposta. A linha abrange desde as coletas, a identificação, a preparação de extratos, a avaliação do teor de nutrientes ou o potencial biológico/farmacológico dos extratos. Para isso, vamos aproveitar a estrutura e funcionamento dos herbários locais e conjuntamente com taxonomistas, que compõem a Linha de pesquisa de “Coleções Biológicas” para identificar as espécies. Pretendemos trabalhar em sintonia com ecólogos e alunos dos Núcleos Regionais, que integram a Linha de pesquisa de “Inventários Biológicos”, para aumentar a quantidade de material biológico que é necessário para a extração e isolamento de princípios ativos. Será também avaliada a toxicidade dos compostos. Serão ministrados cursos para capacitar os mais diversos níveis e haverá uma grande preocupação em divulgar os resultados, sejam através de artigos científicos, comunicações em congressos e patentes, quando for o caso.

Objetivos

A proposta para o período basicamente segue os objetivos do bem sucedido plano anterior, e a justificativa geral continua a mesma. No entanto, a experiência da primeira fase mostrou que algumas ações precisam ser reforçadas, e outras podem ser diminuídas e complementadas com outras fontes. Existem outros editais para infraestrutura e equipamentos, e a maioria dos núcleos regionais foi atendida em relação à instalação de adequação de laboratórios e compra de equipamentos. Ainda existe a necessidade de compra de alguns equipamentos, reformas, e a instalação de infraestrutura de campo, mas é importante consolidar os resultados já alcançados.

Nesta proposta, nós vamos dar mais ênfase em oito ações estratégicas: (1) oficinas de publicação e intercâmbio de pesquisadores para aumentar a produção e competitividade de núcleos regionais; (2) a consolidação de linhas de pesquisa comuns entre núcleos para aumentar a eficiência de trabalho em rede; (3) a implementação de técnicas de ponta, como o uso de *Light Detection And Ranging* (LiDAR) e espectroscopia na infravermelha próxima (NIRs), em todos os núcleos para permitir estudos de estrutura da vegetação e identificação taxonômica mais eficientes e econômicos; (4) a consolidação do sistema de manejo de dados de acordo com as exigências do Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr) em todos os núcleos; (5) a inclusão de grupos indígenas nos núcleos regionais e ações de capacitação direcionadas especificamente às suas demandas; (6) aumento na divulgação da ciência para o público, especialmente através de internet, e a inclusão do envolvimento do público na ciência através de *citizen science*; (7) aumento no número de projetos conduzidos em colaboração com empresas e órgãos governamentais; e (8) aumentar as interações com pesquisadores de outros países, especialmente da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), para transferir tecnologia desenvolvido pelo INCT internacionalmente e aprender através de suas experiências em diferentes ambientes sociais. Todas estas ações foram contempladas na primeira fase, mas cada uma pode ser intensificada, como descrito a seguir:

(1) O INCT resultou em aumento na produção de publicações científicas em todos os núcleos regionais. No entanto, o aumento não foi uniforme, e alguns núcleos geradores de grande número de dados ainda tem uma produção limitada. A maioria dos dados está alimentando repositórios e está disponível para o público, mas isto não é suficiente por si só porque os pesquisadores dos núcleos não são competitivos em editais nacionais por falta de produção, e a coleta de dados sem produção é um mal exemplo para os alunos destes núcleos. Para sanar esta deficiência, nós vamos aumentar o número de oficinas de publicação em cada núcleo e estimular visitas de curto prazo entre pesquisadores produtivos e pesquisadores com dificuldades de publicar para escrever trabalhos em colaboração. Em alguns casos, os produtos serão patentes e processos em vez de publicações, mas a necessidade é a mesma.

(2) Alguns estudos em rede estão gerando publicações de alto impacto em colaboração com redes internacionais, como RAINFOR e ATDN. No entanto, nem todos os núcleos estão participando por falta de capacidade de completar os inventários necessários. Também, a falta de equipamentos e treinamento ainda limita trabalhos colaborativos entre laboratórios. São

necessários cursos de capacitação de curta duração e trabalhos em colaboração para finalizar os estudos. Também, nenhum dos núcleos, inclusive a instituição sede, tem técnicos suficientes para atender a demanda criada. Portanto, será necessária a contratação de técnicos e bolsistas para completar vários dos estudos em rede.

(3) Alguns dos aspectos mais trabalhosos em estudos da biodiversidade são a avaliação da estrutura da floresta e a listagem de espécies presentes. No entanto, recentes avanços tecnológicos, como o uso de LiDAR do chão e espectroscopia na infravermelho (NIRs) próximo estão reduzindo custos e permitindo comparações entre locais, mesmo para espécies ainda não identificadas. No entanto, o alto custo e a necessidade de calibração impedem que todos os núcleos possam adquirir os equipamentos. Felizmente, é relativamente barato transportar equipamentos (LiDAR) ou amostras (para NIRs) entre núcleos. É necessário somente organizar a coleta e disponibilizar os dados.

(4) O INCT recentemente foi incluído como Member Node no DataONE, uma rede internacional sobre dados da biodiversidade, e está colaborando há vários anos com o sistema brasileiro para dados biológicos (SiBBR). Os dados coletados dentro do INCT são a base destas colaborações, mas nem todos os núcleos tem a mesma eficiência em armazenar dados, e nenhum ainda está aproveitando para publicar *data papers*, que é atual direção da ciência mundial. A manutenção e disponibilização de dados é uma das atividades mais caras, e estudos internacionais indicam que 15 – 20% dos recursos de um projeto são necessários para garantir a qualidade e integridade dos dados. Isto é mais importante ainda para estudos em rede e a disponibilização de dados a serem usados por tomadores de decisões. Portanto, é importante fortalecer esta linha no INCT, tanto na instituição sede como nos núcleos associados.

(5) Grande parte da Amazônia está em Terras Indígenas, e os povos indígenas são detentores de grande parte do conhecimento tradicional sobre a biodiversidade. No entanto, não estão envolvidos na maioria dos projetos sobre a biodiversidade, que não possuem programas específicos para formar biólogos indígenas. O CENBAM tem recebido solicitações de apoio a estudos de biodiversidade por povos indígenas, especialmente os Kayapó no sul do Pará e os Baniwa no noroeste da Amazônia. Negociações estão começando com o Conselho Indígena de Roraima (CIR). Por isso, é importante incluir recursos para atender as demandas crescentes de grupos indígenas.

(6) O INCT sempre teve grande atuação junto à sociedade. No entanto, estas atividades sempre foram feitas artesanalmente pelos pesquisadores e bolsistas. Hoje em dia, a tecnologia para divulgação, especialmente na área de informática, está muito mais avançada do que pode ser feita pelos pesquisadores nas suas horas vagas. É necessário formar um grupo profissional na área de divulgação que possa prestar apoio a todos os núcleos. Este grupo precisa trabalhar em colaboração com a equipe responsável pelos dados para verificar que as informações estejam chegando em tempo hábil e de forma entendível por todos os interessados na sociedade.

(7) O INCT está trabalhando em colaboração com vários órgãos governamentais e empresas privadas para melhorar a avaliação e o monitoramento da biodiversidade. No entanto, estas relações precisam ser formalizadas ao longo prazo, e o INCT precisa ter pessoal suficiente para atender as demandas, especialmente em relação ao treinamento e certificação.

(8) O INCT regularmente recebe solicitações de pesquisadores de outros países, principalmente dos da OTCA, mas também de outros como Nepal, Inglaterra e Austrália, para apoio em instalação de sítios de monitoramento, desenvolvimento de técnicas de amostragem e manejo de dados. No entanto, não tivermos recursos alocados especificamente para estas ações de capacitação internacional, e as alternativas de financiamento estão tão lentas e burocráticas que as oportunidades passaram antes de serem atendidas. Diante disso, é necessário ter-se recursos alocados especificamente para atender as demandas de outros países.

Metodologia

Um programa abrangente de estudos da biodiversidade amazônica obviamente envolve um enorme número de métodos específicos. Exemplos podem ser encontrados nas mais de 200 publicações produzidas durante a primeira fase, disponíveis através do website do INCT. Aqui nós vamos descrever somente os métodos associados com as principais linhas de atuação do INCT.

(1) Integração

Integração é feita principalmente através das reuniões anuais e os cursos de capacitação. Como cada curso envolve o deslocamento de pesquisadores para um núcleo regional, os cursos estimulam o intercâmbio científico e promovem a pesquisa integrada, mesmo com os membros do núcleo que não estão participando diretamente no curso. Durante a primeira fase, o CENBAM ofereceu mais de 60 cursos para mais de 750 participantes. A principal limitação no número de cursos foi a falta de uma equipe dedicada à coordenação dos cursos. Na segunda fase, estamos propondo contratar uma equipe dedicada, que deve permitir pelo menos dobrar o número de cursos e pessoas capacitadas.

(2) Desenvolvimento de métodos padronizados de amostragem da biodiversidade

Nossa abordagem na primeira fase envolveu duas linhas: a instalação de infraestrutura de campo e o uso de métodos padronizados de coleta de dados para cada grupo. Durante a primeira fase, foram instaladas 133 parcelas permanentes em 11 sítios. Na segunda fase, nós vamos aumentar estes números em pelo menos 50%, mas a ênfase será na consolidação dos sítios e seu uso por equipes locais. Os métodos específicos de instalação de infraestrutura de campo podem ser encontrados em Magnusson et al. (2013).

Métodos de amostragem para uso em sítios de pesquisa padronizados são desenvolvidos por equipes de especialistas e a metodologia disponibilizada em protocolos e vídeos através do website do INCT. Grupos de discussão estão sendo criados em colaboração com o Programa de Pesquisa em Biodiversidade para aprimorar os métodos e verificar que podem ser implementados em todos os biomas brasileiros. Durante a segunda fase do INCT, devem ser desenvolvidos métodos padrão para pelo menos mais 10 grupos biológicos indicadores de mudanças ambientais. O INCT participa de iniciativas internacionais, como GEO BON e EU BON, para avaliar a utilidade de métodos de amostragem para usuários governamentais.

A utilidade dos métodos está sendo avaliada pelos usuários, e estamos trabalhando em colaboração com o IBAMA e empresas de consultoria, que estão usando os métodos para desenvolver análises apropriadas e identificar impedimentos. As interações com os órgãos do governo e empresas particulares ocorrem durante oficinas de trabalho específicas realizadas nas regiões onde os métodos estão sendo empregados.

(3) Disponibilização de informações.

O INCT formou uma equipe de informática para mantê-los os repositórios de dados e outras informações. A equipe está desenvolvendo programas para deixar os programas mais amigáveis para usuários brasileiros e está colaborando com o MCTI e LNCC no desenvolvimento do SiBBr. O INCT também é Member Node de Data One, uma das principais iniciativas internacionais para integrar os repositórios de dados biológicos. Estas atividades serão continuadas. A equipe de informática oferece cursos de capacitação nos núcleos regionais, além de capacitação para integrantes de outras iniciativas nacionais para o conhecimento da biodiversidade, como o PELD e o PPBio.

A disponibilização de informações para o público é feita através de livros, vídeos e cartilhas, exemplos dos quais estão disponíveis no website do INCT. Até o momento, estes foram feitos somente por pesquisadores interessados, que limitou muito o número produzido. Na segunda fase, nós incluiremos especialistas em design e multimídia para aumentar a quantidade e a cobertura geográfica.

Na segunda fase, serão criadas revistas eletrônicas para a publicação de fotos e vídeos documentando localidades de espécies brasileiras. Serão criadas revistas para pelo menos sete grupos taxonômicos. As revistas terão revisão por editores e, quando necessário, revisores. A

ideia é de produzir um meio de comunicação situado entre as revistas científicas, lidas por poucos, e os Wikis, que tem qualidade duvidosa para a maioria dos fins. Com isso, esperamos envolver muito mais pessoas no caminho para ciência.

Vários núcleos regionais já têm exposições itinerantes, operando especialmente em escolas. Durante a segunda fase, pretendemos estimular mais os núcleos a produzirem exposições itinerantes e cursos específicos para alunos de escolas regionais através de intercâmbio e oficinas específicas.

Contribuições científicas e análise da situação atual e pretendida

As principais contribuições científicas serão em relação ao monitoramento da biodiversidade e a avaliação de impactos ambientais em regiões megadiversas, a avaliação da contribuição humana à distribuição da biodiversidade atual, esclarecimento da relação entre a biodiversidade e processos ecossistêmicos na Amazônia, identificação de elementos da biodiversidade que podem ser efetivamente incluídas em correntes de produção econômica, e a ampliação da escala de estudos da biodiversidade através da inclusão de grupos locais em redes internacionais.

Durante a primeira fase do CENBAM, nós avançamos muito em todos estes aspectos, e os resultados podem ser vistos na produção científica listada no website do INCT. Durante a segunda fase, pretendemos calibrar e ajustar os métodos de avaliação da biodiversidade através de trabalhos em conjunto com órgãos do governo e empresas de consultoria aplicando os métodos em situações práticas. Esperamos incluir mais organizações e regiões na avaliação dos métodos. Durante a primeira fase, indicações sobre as pegadas humanas na distribuição da biodiversidade foram principalmente obtidas de informações sobre a distribuição de espécies em uma região. Estas pesquisas serão ampliadas e interpretadas em relação aos dados de variação genética intraespecífica. Os estudos genéticos também serão usados para melhor entender a distribuição de doenças tropicais e seus vetores.

Estudos sobre a estrutura da floresta e estoques de carbono foram conduzidos em um único interflúvio durante a primeira fase. Na segunda fase, serão desenvolvidas técnicas mais avançadas e econômicas para poder envolver pesquisadores de todas as regiões nos estudos. Várias espécies com valor econômico potencial foram identificadas na primeira fase, e viabilidade econômica das potenciais industriais será o foco dos estudos na segunda fase. Muitos dados foram coletados sobre a distribuição da biodiversidade na primeira fase e estes resultaram em publicações em revistas de renome em conjunto com redes internacionais. No entanto, nem todos os núcleos regionais foram incluídos nestes estudos, tornando necessária a ampliação da rede. Novas ferramentas de genética e espectroscopia também permitirão identificações mais precisas e confiáveis.

Explicitação do potencial tecnológico

O CENBAM não atua diretamente nas cadeias de produção de novas drogas devido o tempo e os recursos necessários. Os resultados dos estudos da atividade biológica de substâncias derivadas da biodiversidade potencial, óbvia para desenvolvimento tecnológico em geral, são somente disponibilizados para órgãos do governo e a indústria farmacêutica caso queiram explorá-los.

Estudos sobre fungos comestíveis tem o potencial para aplicação comercial em prazo mais curto porque a tecnologia é bem conhecida para espécies exóticas. Os estudos durante esta fase do CENBAM devem determinar a viabilidade econômica da criação e comercialização de pelo menos uma espécie de fungo amazônico.

Os estudos sobre a identificação de espécies através de NIRs tem aplicação tecnológica em estudos de controle de qualidade e forenses, mas estas ainda estão longe de ter aplicação práticas.

Detalhamento das ações de transferência de conhecimento à sociedade

A transferência de conhecimento à sociedade é feita de várias maneiras. Uma é através de livros, livretos e cartilhas escritos em linguagem acessível. Inclusive, nossos guias de identificação geralmente têm porções introdutórias que podem servir como base para projetos de feira de ciência nas escolas. Um dos projetos específicos é desenvolver macros para permitir datilografar usando as letras usadas exclusivamente em línguas indígenas para facilitar a produção de material didática em forma de cartilhas.

Disponibilizamos no site vídeos sobre a pesquisa, como o da pesquisa na BR 319 disponível no Youtube. Esperamos aumentar o número de vídeos na próxima fase, especialmente em comunidades indígenas onde nossos vídeos serão narrados em línguas indígenas.

Todas as nossas linhas de pesquisa tem ações em relação à divulgação em escolas. Estas continuarão, mas nós vamos apoiar uma ação específica do Ministério da Educação para promover a difusão e popularização da ciência a partir da interação-reflexão-ação na perspectiva interdisciplinar visando à educação básica da rede pública de ensino. Estas ações serão feitas inicialmente em Manaus, mas o propósito é de capacitar pesquisadores e professores de outros núcleos.

Na segunda fase, serão criadas revistas eletrônicas para a publicação de fotos e vídeos documentando localidades de espécies brasileiras. Serão criadas revistas para pelo menos sete grupos taxonômicos. As revistas terão revisão por editores e, quando necessário, revisores. A ideia é de produzir um meio de comunicação situado entre as revistas científicas, lidas por poucos, e os Wikis, que tem qualidade duvidosa para a maioria dos fins. Com isso, esperamos envolver muito mais pessoas no caminho para ciência.

Orçamento – justificativas

Rubrica	Valor
Per Diems	R\$ 856.520
Imported consumables	R\$ -
National consumables	R\$ 658.084
Tickets	R\$ 673.500
Third-person services	R\$ 4.465.606
National equipment	R\$ 316.290
Imported equipment	R\$ 230.000
Scholarships	R\$ 2.793.600
TOTAL	R\$ 9.993.600

Considerando a área coberta pelo INCT (A Amazônia Legal cobre mais que a metade do Brasil), é óbvio que o orçamento apresentado não pode cobrir todos os custos. Como na primeira fase, o orçamento é planejado somente para cobrir ações estratégicas que permite que as participantes possam obter outros financiamentos. As justificativas do orçamento estão listadas a seguir em relação a cada uma das metas:

(1) Os cursos de capacitação são essenciais para alcançar a produção científica em relação à biodiversidade na Amazônia e completar cadeias de produção de conhecimento. Os cursos de capacitação requerem diárias e passagens nacionais e internacionais para professores e, em alguns casos para participantes, material de consumo, serviços de terceiros pessoa física para apoio no campo e serviços de terceiros pessoa jurídica, principalmente para aluguel de veículos e, em alguns casos, aluguel de aviões e pagamento de custos de publicações oriundos de

oficinas de publicação. Alguns cursos requerem material permanente, como computadores, medidores de variáveis ambientais, equipamento de GPS e topografia.

(2) A instalação de infraestrutura padronizada é o principal elo ligando diferentes linhas de pesquisa e as pesquisas em diferentes regiões. A instalação de infraestrutura de campo requer pagamento de diárias e passagens, material de consumo, serviços de terceiros pessoa física para apoio no campo e serviços de terceiros pessoa jurídica, principalmente para aluguel de veículos. Em alguns casos requer material permanente, como containers para manter material de campo em regiões remotas, medidores de variáveis ambientais, equipamento de GPS e topografia, e canoas e motores para dar acesso aos sítios.

(3) A manutenção e adequação da infraestrutura de campo é essencial para o sucesso do INCT. A rede de sítios de pesquisa usando o sistema RAPELD agora é o mais abrangente da América do Sul. A manutenção e adequação da infraestrutura de campo requerem diárias e passagens para acesso aos módulos de pesquisa, material de consumo, serviços de terceiros pessoa física para apoio no campo e serviços de terceiros pessoa jurídica, principalmente para aluguel de veículos. Também requer a compra de material permanente, como containers para segurança de material no campo.

(4) A realização de reuniões de planejamento estratégico com participantes nacionais e internacionais é a base da proposta. Algumas interações podem ser promovidas através teleconferências, mas estas muitas vezes não funcionam em regiões amazônicas, e são inviáveis para reuniões com mais 10 pessoas. Reuniões regulares do Comitê Gestor e Assessores são exigidos no edital. As reuniões requerem diárias e passagens nacionais e, em alguns casos, de participantes internacionais, material de consumo, e serviços de terceiros pessoa jurídica para imprimir banners etc., e, em alguns casos, para aluguel de veículos.

(5) Levantamentos de grupos taxonômicos alvos e processos ecossistêmicos são necessários para gerar os dados e material para todas as linhas. A capacitação e integração valem pouco sem a geração de novas informações sobre a biodiversidade. Levantamentos de campo requerem pagamento de diárias e passagens, material de consumo, serviços de terceiros pessoa física para apoio no campo e serviços de terceiros pessoa jurídica, principalmente para aluguel de veículos. Em alguns casos requer material permanente, como medidores de variáveis ambientais, equipamento de GPS e topografia.

(6) Análises físicas e laboratoriais necessárias para a caracterização de material biológico. Coletas de material biológico e amostras do ambiente no campo são somente os primeiros passos. Para ser útil para ciência e apresentar fins comerciais, o material precisa ser caracterizado adequadamente em termos genéticos, bioquímicos e estruturais. Para isso é necessário adquirir material de consumo, e serviços de terceiros pessoa jurídica, principalmente para análises que não podem ser feitas nos laboratórios associados. Algumas análises requerem material permanente, como computadores, e espectrofotômetros que incluem o infravermelho (NIRs).

(7) A adequação de laboratórios é necessária para providenciar as condições para a preparação inicial de material e conservação de espécimes biológicos porque a infraestrutura de pesquisa é precária no interior da Amazônia. Por isso será necessário adequar alguns laboratórios para poder tratar do material coletado adequadamente. Isto requer serviços de terceiros pessoa jurídica e a compra de material permanente, como computadores, ar condicionados e armários.

(8) A produção de livros, livretos e cartilhas sobre a biodiversidade amazônica é um dos principais alvos do INCT. A geração de informações sobre a biodiversidade somente é útil se chegarem aos usuários e ao público, de forma que possam ser entendidas e usadas. Isto envolve a editoração de material por pessoas físicas e jurídicas e, em alguns casos, a impressão de cópias por pessoa jurídica.

(9) É estimado que de 15-20% de recursos de um projeto científico devem ser investidos em gerenciamento e disponibilização dos dados. No entanto, a maioria dos projetos não alocam recursos para manejo de dados, e a maioria das instituições no interior de Amazônia não tem a

capacidade para gerenciar os dados. Um programa integrador como o CENBAM pode assumir muitas destas responsabilidades, mas é necessário manter a infraestrutura para acesso aos dados e a integração com iniciativas nacionais, como o SiBBR, e internacionais, como DataONE. Isto requer a contratação de pessoas físicas e jurídicas, além da compra de material permanente como computadores e servidores.

Bolsas a serem solicitadas de Fundações Estaduais

Bolsas não estão sendo pleiteadas das FAPs por causa do valor da bolsa e a inflexibilidade das FAPS em trabalhar com saldo e permite a troca de modalidade quando necessário.

Parcerias com empresas e órgãos públicos

O INCT tem acordos com o ICMBIO (Reserva Extrativista do Rio Cajari e a Flona de Tefé) para capacitação de funcionários e moradores locais em técnicas de monitoramento da biodiversidade. Também, tem uma parceria para ações de capacitação de servidores do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), especialmente com a Divisão de Licenciamento (DILIC), mas o acordo oficial com o IBAMA ainda está em tramite.

O INCT tem acordos oficiais com o F.I.T. Manejo Florestal do Brasil para desenvolvimento de métodos de monitoramento ambiental associado com plantações de *Acacia* (acordo em tramite), com a Agropecuária Aruanã S/A para desenvolvimento de técnicas de cultivo de fungos amazônicos, e com a Maravilha Alimentos Ltda para o uso culinário de fungos.

O INCT tem participado em ações conjuntas com a empresa Santo Antônio Energia que atua na construção de represas, e SETE Soluções, uma empresa de consultoria que avalia impactos ambientais. Acordos oficiais estão sendo desenvolvidos com estas empresas e esperam somente a aprovação jurídica pelo MCTI.

O INCT tem um acordo com o Wildlife Conservation Society (WCS) para o treinamento de profissionais na área de conservação e manejo da biodiversidade.

Disponibilidade de infraestrutura

O INPA disponibiliza salas e veículos para o Instituto, alocou uma Técnica de Apoio a Pesquisa para apoiar o INCT, além de uma Bolsista de Administração. O INPA também construiu um prédio de dois andares para o uso exclusivo do INCT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andelman, S.J., C.M Bowles, M.R. Willig and R.B. Waide. 2004. Understanding environmental complexity through a distributed knowledge network. *BioScience* 54(3):240-246.
- Baccaro, F.B. & Souza, J.L.P. 2006. Relação entre dominância e riqueza de formigas em três florestas na Amazônia Central. *In: XVIII Simpósio de Mirmecologia, São Paulo, SP.*
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D.A., Patino, S., Pitman, N.C.A., Silva, N., Martinez, R.V. 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. **Global Change Biology**. 10: 545-562.
- Boccard & Legendre 2002 Boccard, D. and P. Legendre. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling* 153: 51-68.
- Brunt, J. W. 2006. LTER advances ecological informatics. *The LTER Network News*, 19(2):16–17.

- Castilho, C. V., Magnusson, W. E., Araujo, R. N. O., Luizao, R. C. C., Luizao, F. J., Lima, A. P., Higuchi, N. 2006. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian forest: effects of soil and topography. *Forest Ecology and Management*, 234: 85-96.
- Castilho, C. V., Magnusson, W. E., de Araújo, R. N. O. and Luizão, F. J. (2010), Short-Term Temporal Changes in Tree Live Biomass in a Central Amazonian Forest, Brazil. *Biotropica*, 42: 95–103. doi: 10.1111/j.1744-7429.2009.00543.x
- Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., ter Steege, H., Webb, C.O. 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. **Ecological Applications**. 16(6): 2356–2367.
- Clement, C.R. 1999. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. *Economic Botany*, 53 (2): 188-202.
- Clement, C.R. Fruit trees and the transition to food production in Amazonia. 2006. In: Balee, W.; Erickson, C.L. (Eds.). *Time and Complexity in the Neotropical Lowlands: Studies in Historical Ecology*. New York: Columbia University Press, pp. 165-185.
- Clement, C.R.; Junqueira, A.B. 2008. Plantas domesticadas, uma historia fascinante {Domesticated plants, a fascinating history}. In: Furtado, R. (Org.) *Scientific American Brasil, Coleção Amazônia – Origens*. Sao Paulo: Duetto Editorial, pp. 42-49.
- CRIA. 2008. <http://cria.org.br>. Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras. (Acessado em 15/09/2008).
- Cuddington, K. and B. E. Beisner, editors. 2005. *Ecological paradigms lost: Routes of theory change*. Elsevier Academic Press, Oxford.
- Cordeiro C.L.O. 2008. Estimativas de detecção de primatas e validação de modelos preditivos em duas unidades de conservação na Amazônia, Roraima, Brasil. Tesis de Maestrado. INPA
- Doak, D. F., J. A. Estes, B. S. Halpern, U. Jacob, D. R. Lindberg, J. Lovvorn, D. H. Monson, M. T. Tinker, T. M. Williams, J. T. Wootton, I. Carroll, M. Emmerson, F. Micheli & M. Novak. 2008. Understanding and predicting ecological dynamics: are major surprises inevitable? *Ecology* 89(4):952-961.
- 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.
- El-Hani, C. 2006. Generalizacoes Ecologicas. *II Simpósio de Ecologia Teórica*, 10(1): p. 1-52.
- Emílio et al. 2013. Soil physical constraints limit palm and tree basal area in Amazonian forests. *Plant Ecology & Diversity* 7: 130204073052004.
- Fegraus, E. H., Andelman, S., Jones, M. B. & Schildhauer, M. 2005. Maximizing the value of ecological data with structured metadata: An introduction to ecological metadata language (EML) and principles for metadata creation. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 86(3):158–168.
- Fisher J.L., Hurtt, G.C., Thomas, R.Q., Chambers, J.Q. 2008. Clustered disturbances lead to bias in large-scale estimates based on forest sample plots. *Ecology Letters*, 11: 554–563.
- Fortin M.J. & Dale M.R.T. 2005. *Spatial Analysis. A Guide for Ecologists*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Gotelli, N.J. 2004. A taxonomic wish-list for community ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 359: 585-597.

- Hilborn, R. and M. Mangel. 1997. *The ecological detective: confronting models with data*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- <http://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Biodiversidade%20e%20monitoramento%20ambiental%20integrado.pdf>.
- Levis, C., Souza, P. F., Schiatti, J., Emilio, T., Pinto, J. L. P. V., Clement, C. R., Costa, F. R. C. 2012. Historical Human Footprint on Modern Tree Species Composition in the Purus-Madeira Interfluve, Central Amazonia. *Plos One* 7 (11): 1 - 10, e48559.
- Lewinsohn, T.; Prado, P. 2005. Biodiversidade Brasileira: Síntese do estado atual do conhecimento. SBF, MMA, Brasília.
- Lynch, C. 2008. How do your data grow. *Nature* 455:28-29.
- Magnusson W. 1999. Estatística, delineamento amostral e projetos integrados: a falta de coerência no ensino e na prática. *Brazilian Journal of Ecology*, v. 3, n.1, p. 37-40, 1999.
- Magnusson, W.E. & Mourão, G. 2003. Estatística sem Matemática a ligação entre as questões e a análise. Londrina, Editora Planta.
- Magnusson, W.E.; Lima, A.P.; Luizao, R.; Luizao, F.; Costa, F.R.C.; Castilho, C.V. e Kinupp, V.F. 2005. RAPELD: uma modificação do método de Gentry para inventários de biodiversidade em sítios para pesquisa ecológica de longa duração. *Biota Neotropica*, 5 (2), 1-6.
- Magnusson, W. E., A. P. Lima, C. Keller, A. R. M. Pontes, R. Braga-Neto, F. Costa & F. Baccaro. 2008. Monitoramento de animais silvestres: a experiência do PPBio. Pp. 249-255 *In* Silva, F. P. C., D. A. Gomes-Silva, J. S. Melo & V. M. L. Nascimento (eds) *Coletânea de Textos, Manejo e Monitoramento de Fauna Silvestre em Florestas Tropicais: VII Congresso Internacional sobre Manejo de Fauna na Amazonia e America Latina*, Rio Branco, 01-05 September 2008.
- Magnusson W, Braga-Neto R, Pezzini F, Baccaro F, Bergallo H, Penha J, Rodrigues D, Verdade L, Lima A, Albernaz, A, Hero J-M, Lawson B, Castilho C, Drucker D, Franklin E, Mendonça F, Costa F, Galdino G, Castley G, Zuanon J, Vale J, Santos J, Luizão R, Cintra R, Barbosa R, Lisboa A, Koblitiz R, Cunha, C, Mendes Pontes A (2013) *Biodiversidade e Monitoramento Ambiental Integrado*. Áttema Editorial (Manaus AM).
- Marengo, J.A. 2007 *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. 2. ed. Brasília: MMA.
- Michener, W. K. 2006. Meta-information concepts for ecological data management. *Ecological Informatics*, 1(1):3-7.
- Montanari, C. A.; V. da S. Bolzani. 2001. Drug design based on natural products. *Química Nova*, 24: 105-111.
- Moritz, C., J.L. Patton, C.J. Schneider and T.B. Smith. 2000. Diversification of rainforest faunas: An integrated molecular approach. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 31:533-563.
- Nekola, J.C. & White, P.S. 2002. Conservation, the two pillars of ecological explanation, and the paradigm of distance. *Natural Areas Journal*, 22 (4), 305-310.
- Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: Insights from mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany*, 100: 925-940.
- Pickett, S. T. A., J. Kolasa, and C. G. Jones. 1994. *Ecological understanding: the nature of theory and the theory of nature*. Academic Press, San Diego.
- Pressey, R.L. 2004. Conservation planning and biodiversity: assembling the best data for the job. *Conservation Biology*, 18(6), 1677-1681.

- Rennó C.D., Nobre A.D., Cuartas L.A., Soares J.V., Hodnett M.G., Tomasella J. & Waterloo M.J. (2008) HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment*.
- Rodrigues, R. R. 2008. Diretrizes para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado de São Paulo. Sao Paulo. Secretaria do Meio Ambiente (*no prelo*).
- Schiatti et al. 2013. Vertical distance from drainage drives floristic composition changes in an Amazonian rainforest. *Plant Ecology & Diversity* 7: 1-13.
- Taylor, P. J. 2005. *Unruly complexity : ecology, interpretation, engagement*. University of Chicago Press, Chicago.
- Val, A. L. Garantizado, S. C. S. & Almeida-Val, V. M. F. 2007. Um concerto de múltiplas notas. *Ciência, tecnologia e inovação na Amazônia. Ciência Hoje* 40(239): 24-29.
- Wilson, E.O. 1986. The current state of biological diversity. In: Wilson, E.O. (Ed.). *Biodiversity*. Washington, DC: National Academy Press, pp. 3-18.
- Wilson, E. O. 1988. The current state of biological diversity. IN: Wilson, E. O. (Ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington.