

LBA

FOLHA  
AMAZÔNICA

Boletim do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA)

## Próximos passos para construir o futuro do LBA

Mercedes Bustamante - Presidente da CCI

Em nome do Comitê Científico Internacional (CCI) do "Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia" (LBA), manifesto o reconhecimento ao valioso trabalho do Comitê de Treinamento e Educação na organização do 2º. Congresso de Estudantes e Bolsistas do LBA bem como as organizadores e colaboradores desta edição especial da Folha Amazônica.

Em sua primeira fase, que ora encerramos, o LBA teve como objetivo central a compreensão do papel da Amazônia no sistema climático da Terra, dos impactos climáticos dos usos da terra da região e dos possíveis efeitos das mudanças globais nos próprios ecossistemas amazônicos. Coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia a quem cabe a importante função de coordenação política do LBA e tendo o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) como responsável pela coordenação técnico-científica, de implementação e de operacionalização, este empreendimento científico pode ser considerado a mais bem sucedida iniciativa de pesquisa multi- e interdisciplinar na Amazônia. Sob liderança brasileira, consolidou-se uma rede de pesquisadores e instituições com mais de 1000 pesquisadores em mais de uma centena de instituições brasileiras, amazônicas e de outras regiões do Brasil, dos Estados Unidos e da União Européia.

Além da geração de conhecimento científico crucial para a compreensão do funcionamento integrado dos ecossistemas amazônicos e do cerrado (divulgado em artigos em revistas de grande circulação internacional e em cinco números especiais dedicados ao LBA entre 2002 e 2004), e do Sistema de Informações e Dados do LBA,

o LBA-DIS (com acesso público e mantido pelo CPTEC/INPE (<http://lba.cptec.inpe.br/>)), o LBA construiu ao longo de sua existência um valioso patrimônio humano, representado por mais de 600 jovens pesquisadores treinados, entre os quais mais de 200 mestres e cerca de 200 doutores formados em cursos estabelecidos no Brasil e no exterior. O LBA também tem induzido a criação de novos cursos de pós-graduação, núcleos de pesquisa e o fortalecimento dos grupos já existentes nas instituições brasileiras, especialmente na Amazônia. Esse patrimônio de informações e recursos humanos é um legado importante para projetos em andamento e futuros na Amazônia e na definição de políticas públicas de desenvolvimento regional.

Atualmente, o LBA prepara-se para uma nova fase, que consolidará o aproveitamento máximo da infraestrutura estabelecida e a continuidade das pesquisas em andamento, em médio e longo prazo. Em sua última reunião, realizada em junho de 2005, o CCI discutiu e aprovou proposta para a definição do Termo de Referência de um Instituto Virtual de Pesquisas que deverá suceder o LBA. Este instituto, inicialmente denominado Experimento da Interação Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA2) manterá em seu foco as interações biosfera-atmosfera na Amazônia, em especial, o funcionamento dos diversos ecossistemas amazônicos e suas alterações em função das mudanças dos usos da terra e do clima global. De acordo com a proposta aprovada, será um programa brasileiro, coordenado pelo MCT, organizado em redes de pesquisa e com colaboração internacional, com ênfase especial na parceria com outros países amazônicos. As atividades do CCI como órgão con-

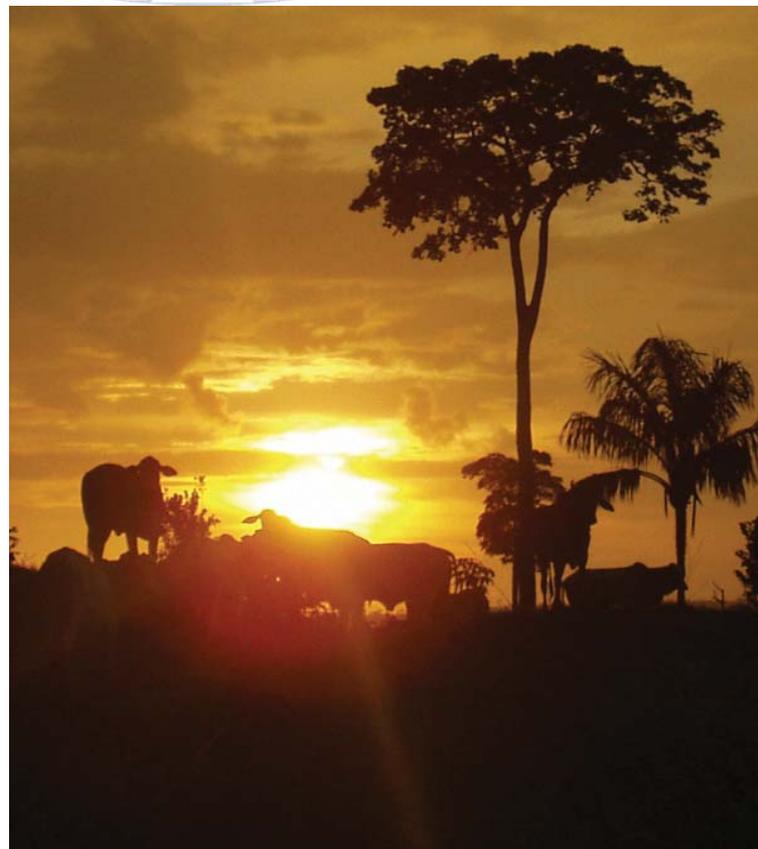
sultivo seriam mantidas. Além da proposta do Termo de Referência, o CCI recomendou estratégias para discussão, sob coordenação do MCT, da agenda científica da nova fase do LBA. A primeira delas envolve a organização de um workshop no segundo semestre de 2005 para intercâmbio entre os diferentes programas científicos em andamento na região amazônica. Em um segundo momento, um workshop internacional deverá subsidiar a elaboração de um novo plano experimental para o LBA2.

A busca de financiamento para o apoio logístico e a manutenção da infra-estrutura de campo instalada é, hoje, um fator decisivo. Recursos su-

plementares foram recentemente alocados pelo MCT permitindo a continuidade do Programa LBA. Outras iniciativas estão em andamento para o aporte de recursos específicos.

O planejamento adequado, a competência científica dos participantes e o seu programa de formação de recursos humanos nos permitiram fazer do LBA um marco internacional no que se refere a pesquisas interdisciplinares integradas na Amazônia. É sobre tão marcante experiência de sucesso do LBA que encontraremos as melhores chances de progresso na nova fase que iniciamos.

Edição  
Especial de  
T & E



Pôr-do-sol na BR-317, Acre, em abril de 2005, foto - I. Foster Brown



# Editorial

É com muito prazer que dedicamos esta edição da Folha Amazônica ao componente de Treinamento e Educação do Projeto LBA, considerado por todos os participantes como um grande sucesso do Programa.

O Projeto LBA foi inovador ao iniciar novas linhas de pesquisa em temas que não faziam parte da Agenda de Pesquisas da maioria das instituições Amazônicas, estimular colaborações institucionais e fazer uso de tecnologia de ponta que não existia na região. Por isso, o LBA, desde a sua concepção, ainda na fase de planejamento, teve de investir na formação e treinamento de recursos humanos, em especial da própria região amazônica, para começar e dar continuidade a esses tipos de pesquisas. Assim surgiu o componente de Treinamento e Educação do LBA, criado em 1995, com as tarefas específicas de (1) desenvolver os recursos humanos para o programa, com ênfase na Amazônia e na região contígua do Cerrado, e (2) fornecer um retorno direto para os países anfitriões em termos do fortalecimento de suas comunidades científicas.

Para cuidar das muitas atividades que seriam desenvolvidas, foi criado um Comitê, cujo coordenador e demais membros representassem várias instituições brasileiras e linhas de pesquisas do Projeto LBA. Desse modo, o Comitê de Treinamento e Educação foi coordenado pelo Dr. Luiz Martinelli do CENA/USP entre 1995-1997, pela Dra. Tatiana de Sá da EMBRAPA/CPAA entre 1998-2000 e pela dupla formada pela Dra. Mercedes Bustamante da UnB e Dra. Julia Cohen da UFPA entre 2000-2002.

Atualmente, o Comitê de Treinamento e Educação (T&E), coordenado por Regina C. C. Luizão, é composto por 16 membros de várias Instituições de ensino e pesquisa do Brasil, entre as quais o INPA, MPEG, UFPA, EMBRAPA, UFMT, INPE, CENA-USP, e UNIR.

O Comitê de Treinamento e Educação tem promovido cursos, treinamentos e oficinas especializados nas várias disciplinas. Alguns dos primeiros cursos e workshops ilustram bem as novidades dos temas abrangidos: "Operação de Sítios Experimentais"; "Segurança de Torres e Primeiros-Socorros"; "Fundamentos

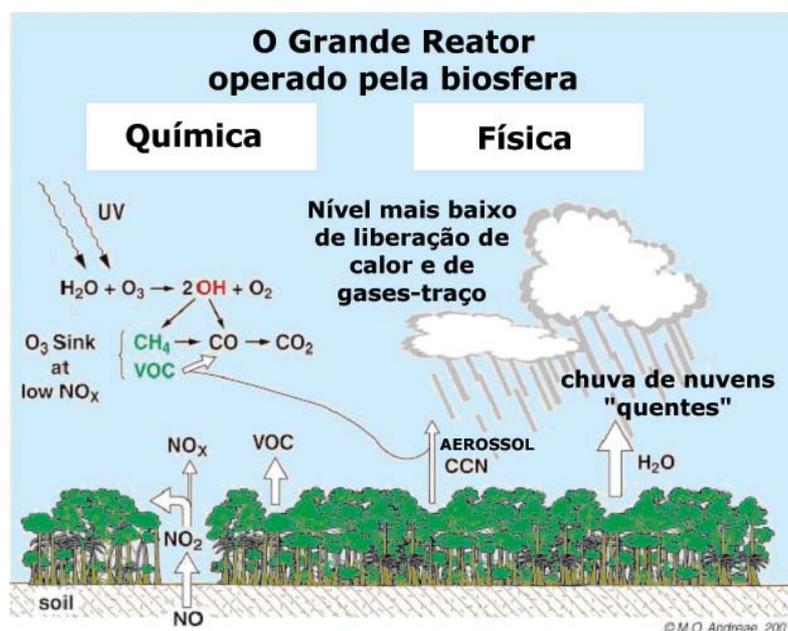
## Os Cientistas e a Fronteira: Reflexões sobre a preparação de pesquisadores para o trabalho na Amazônia

Diógenes S. Alves<sup>1</sup>

O LBA pode ser visto como "a" fronteira do conhecimento sobre a relação entre o funcionamento dos ecossistemas amazônicos, de um lado, e a conversão de grandes áreas de floresta

LBA, requer apreender essas duas perspectivas sem o quê surge o risco de discussões sem consequências práticas maiores quando a ciência não pode oferecer contribuições para os problemas da Fronteira. Como são os

ecossistemas, como mostram, por exemplo, os estudos que revelaram como nuvens, chuvas e tempestades podem ser afetadas por partículas emitidas pela floresta ou por queimadas ou como os padrões de transfor-



Modelo esquemático das interações entre a biosfera-atmosfera ilustrando compostos orgânicos e nuvens nos trópicos. Fonte: M.O. Andreae 2001 *The Biosphere: Pilot or Passenger on Spaceship Earth?* (<http://www.mpch-mainz.mpg.de/~biogeo/Andreae-PilotPassenger-2001.pdf>)

para uso agrícola ou os riscos das mudanças climáticas globais, de outro. Sob outra perspectiva, pode ser visto como um experimento "na" Fronteira, uma região de oportunidades e da expansão da agricultura, ou de conflitos, assentamentos humanos precários, altas taxas de desmatamento e violência. A questão da sustentabilidade, interesse central do

cientistas que lidam com esses problemas? Qual formação e qual disposição devem ter?

Os grandes desafios enfrentados pela ciência para discutir as questões de sustentabilidade se originam na fronteira entre várias disciplinas. A pesquisa do LBA vem sendo um grande laboratório para trabalhar na área de sobreposição entre clima e

mação da paisagem podem influenciar mudanças no clima. Essas experiências sugerem inúmeras oportunidades para as gerações de pesquisadores que começam a se formar no LBA ao mesmo tempo em que confirmam que o trabalho na fronteira entre disciplinas exige talento e predisposição particulares para construir novas articulações entre disciplinas - são necessários esforços para preparar os cientistas para uma ciência ainda nova, mais transdisciplinar.

A necessidade de preparar o cientista para atitudes e problemas transdisciplinares transcende as exigências da ciência do LBA. Mais que isso, ultrapassar as barreiras disciplinares tradicionais é um dos poucos caminhos

*continua na página 3*

de Meteorologia Aplicada à Ecologia"; "Mudanças Globais e Desenvolvimento Sustentável" e, "Integração de Atividades de Modelagem Ecológica no LBA".

A meta inicial do LBA era formar 100 novos doutores para a Amazônia o que, à época, equivaleria a um aumento de quase 20% no número de doutores atuantes na região. Em 2003, essa meta já havia sido alcançada, tendo sido atualmente ultrapassada em 50%.

Até janeiro de 2005, os registros cumulativos de estudantes e bolsistas cadastrados no projeto somavam 856 pessoas, classificadas por categoria em: 330 bacharelados ou bacharéis, 270 mestrados ou mestres, 256 doutorandos ou doutores e cerca de 30

pós-doutores com atividades desenvolvidas no Projeto.

As atividades do T&E e os recursos do LBA incentivaram várias instituições parceiras a criar novos cursos de graduação e pós-graduação. Assim, em 2002, surgiu o Mestrado em Física e Meio Ambiente na UFMT; em seguida, o Curso de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente na UNIR de Ji-Paraná. Em 2005 foi criado o Bacharelado em Física no Campus de Santarém da UFPA, que culminou numa abertura de concurso para cinco doutores em Física para atuarem no Curso e, mais recentemente, foi instituído o Mestrado Interinstitucional em Ciências Ambientais (UFPA, EMBRAPA, MPEG) no Pará, criado em junho de

2005, iniciando a primeira turma em agosto próximo.

Todo esse sucesso só foi possível pelo trabalho consciente e engajado de pesquisadores e estudantes. O projeto entra agora em uma nova etapa e nosso compromisso com a formação de recursos humanos permanece mas, agora, com a meta mais ampla de abrir espaços para a fixação dos jovens pesquisadores já formados.

*Regina Luizão, Inpa  
Ivani Pereira, SSAI/NASA  
Mercedes Bustamante, UnB  
Maria de Lourdes Ruivo, MPEG  
Comissão Organizadora do II CEB LBA*

**Os Cientistas e a Fronteira...**  
*continuação da pág 2*

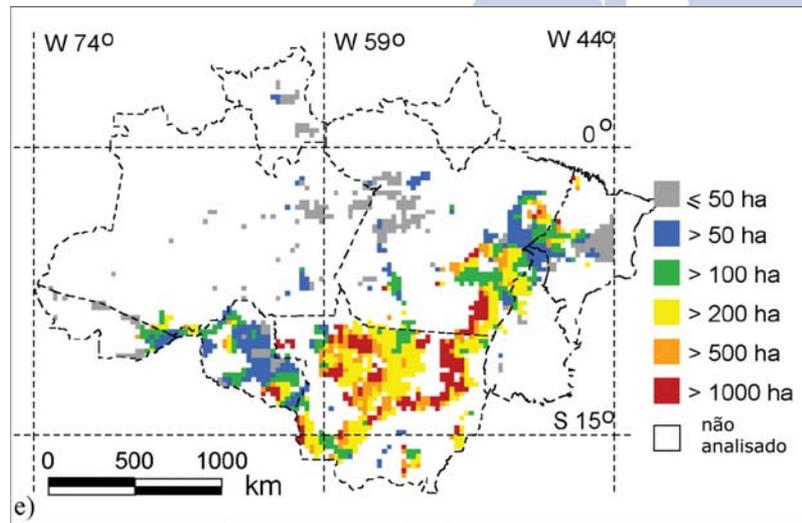
para os cientistas interagirem mais com a sociedade. Para a sociedade, o grande desafio de discutir as questões da sustentabilidade se origina na própria percepção do conceito e decorre das diferenças de percepção e, principalmente, de interesses e aspirações que são difíceis de encaminhar. A Amazônia mostra

diversos exemplos desse dilema, por exemplo, quando são contrapostos desenvolvimento e conservação como alternativas antagônicas para a região. A oposição entre desenvolvimento e conservação é inerente e particularmente aguda na Fronteira, como mostram, por exemplo, as tentativas de implantar leis de Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE) na Amazônia. Sua solução passa pelo campo político,

onde as partes possam se colocar frente a frente e buscar dirimir suas diferenças. Para os cientistas, o desafio da sociedade se traduz em problemas quando a sociedade vem buscar respostas na ciência: a sociedade não é monolítica e recorre aos cientistas em busca de respostas para percepções e interesses diferentes. Alguns podem, por exemplo, buscar soluções para uma agricultura altamente tecnificada que tem se expandido pela Fronteira; outros, para monitorar e, quem sabe, controlar o desmatamento; uns poucos procuram alternativas de uso sustentável da terra; muitos esperam, da ciência, argumentos para uma luta a ser travada fora do campo científico. Nesse caso, o desafio para os cientistas, inicialmente o de trabalhar na fronteira entre disciplinas, assume uma nova dimensão: a de trabalhar para ou entre os diferentes grupos de interesse da Fronteira. Esse desafio pode ser visto, no campo científico, como o de distinguir o problema técnico do problema político, e remete a ampliar ainda mais a diversidade disciplinar para tratar das questões das contradições e dos conflitos, agora críticas.

Isso nos leva a sugerir um panorama fascinante para as gerações de pesquisadores que estão se formando a partir de agora. Antes de concluir, entretanto, é preciso não ignorar alguns desafios peculiares da preparação dos cientistas sob condições como as encontradas no Brasil e, em particular, na Amazônia. É imprescindível considerar as carências de qualificação em algumas áreas que incentivam a manutenção de currículos disciplinares estanques e lembrar das distâncias que separam as ciências naturais das sociais. As novas gerações de cientistas deverão ter talento e predisposição para procurar uma formação disciplinar diversa, que serão necessárias graças às esperanças que a Fronteira coloca na ciência.

*<sup>1</sup> Diógenes S. Alves Dr. Sistemas Digitais E.P. da USP, Dr 3ème Cycle Mathématique/Mention Informatique Université Paris 6. Pesquisador Titular, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos SP.*



*Regiões onde clareiras de diversos tamanhos representaram pelo menos metade da área desflorestada. Período de estudo: 1991-1997 (estudo feito para células de ¼ de grau que apresentaram maior área desflorestada no período e juntas somaram 95% da área desflorestada total). Diferentes padrões de fragmentação da paisagem podem produzir diferentes efeitos sobre a interação biosfera-atmosfera.*

**Ciência e Educação do LBA na Fronteira Trinacional:**

"Gerar e disseminar conhecimento confiável sobre o uso da terra para que as sociedades na região possam decidir o seu futuro"<sup>1</sup>

Em 1996, antes mesmo da aprovação do Projeto "Mudanças na Cobertura e Uso de Terra e a Dinâmica do Carbono em uma Fronteira em Expansão no Oeste da Amazônia: Acre, Brasil" (LC-02), uma reunião do Comitê de Treinamento e Educação do LBA em Rio Branco discutiu ações de capacitação para a região. Esse já era um forte indício de que a formação de novos cientistas seria uma das prioridades do grupo LBA-Acre. Com a aprovação do projeto LC-02 em 1997 e a construção do laboratório no Parque Zoobotânico da UFAC com apoio da NASA, as pesquisas sobre o uso da terra, cobertura vegetal e dinâmica do carbono se consolidaram na região e, em seis anos, a equipe formou jovens cientistas (8 mestres, 2 doutores, 3 mestrandos, 2 doutorandos e 6 estagiários) que produzem pes-

quisa científica e atuam na interface entre a ciência e a sociedade. Esses jovens cientistas, na sua maioria, são formados ou estão se formando na Universidade Federal do Acre e são amazônidas.

Nessa região de fronteira com outros dois países amazônicos - Bolívia e Peru -, o trabalho interativo com as sociedades locais para a disseminação do conhecimento científico e a discussão de alternativas de uso sustentável da terra é crucial, pois "a oposição entre desenvolvimento e conservação é inerente e particularmente aguda na Fronteira" (Diógenes Alves, nesta edição). A educação surge, então, como o meio para "gerar e disseminar conhecimento confiável sobre o uso da terra para que as sociedades na região possam decidir o seu futuro", um lema que orienta e motiva o grupo a fazer pesquisa, en-

sinar e aprender com as comunidades locais.

Como consequência do crescente trabalho interativo com as comunidades regionais, o Grupo LBA-Acre organizou, em 1999, uma re-

união com 17 universidades dos três países e publicou a Declaração do Rio Branco sobre Mudanças Globais que ressaltava a colaboração regional em pesquisa e a disseminação de resultados. Esses esforços resultaram na In-

*continua na página 4*



*Foster Brown parabenizando um jovem pesquisador na Escola Jose Hipolito, Colocacao Agua Boa, Comunidade Sao Pedro, Reserva Extrativista Chico Mendes em abril de 2005.*

<sup>1</sup> I. Foster Brown, pesquisador principal do projeto LC-02, LBA-ECO (1998-2005)

**Ciência e Educação do LBA na Fronteira Trinacional:...**  
*continuação da pág 3*

ciativa MAP para o desenvolvimento e conservação da fronteira trinacional (Madre de Dios-Peru, Acre-Brasil e Pando-Bolívia), cujas reuniões têm atraído um número crescente de comunidades e instituições locais. O encontro MAP-05, durante o qual foram apresentados os resultados das pesquisas do LBA em 2004, reuniu 1.200 pessoas e mais de 200 instituições. Essas pesquisas abrangem estimativas de corte ilegal de madeira, suscetibilidade da floresta ao fogo em períodos de seca prolongada, dinâmica e estrutura florestal com árvores de idade superior a 500 anos, distribuição temporal e espacial de focos de calor na Região MAP e a evolução da cobertura florestal na bacia trinacional do Alto Rio Acre.

Na análise e avaliação dessas atividades pelo Secretário Geral do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), a iniciativa MAP representa um modelo de cooperação a ser adotado para a Amazônia. Atualmente, Brown é o Organizador Científico do MAP e coordena o grupo de

planejamento regional, tendo recebido menção honrosa dos organizadores peruanos pela sua contribuição para a expansão de programas para o desenvolvimento sustentável na fronteira trinacional.

O sucesso das iniciativas que levam a ciência do LBA às comunidades na fronteira vem gerando outras parcerias. O Setor de Estudo do Uso da Terra e de Mudanças Globais (SETEM)



*Monica de los Rios (UFAC): ensinando o uso do software de processamento de imagens SPRING 4.1 e CBERS-2 na Univ. Amazônica de Pando, Cobija, Bolívia*

iniciou um programa de capacitação de comunidades rurais, em cooperação com o Grupo de Pesquisa em Sistemas Agroflorestais do Acre - PESACRE, Federação dos Traba-

lhadores em Agricultura do Estado do Acre - FETACRE e o Ministério do Meio Ambiente -MMA. O programa utiliza o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e imagens orbitais para o desenvolvimento de planos de utilização das propriedades, quantificação dos serviços ambientais e levantamento e validação de estimativas de desmatamento das propriedades rurais que fazem parte do polo do PROAMBIENTE no Estado

do Acre. O GPS e imagens orbitais são usados para a quantificação da área total da propriedade, área aberta e área de floresta para o planejamento do uso da terra.

Os treinamentos são feitos por aulas teóricas e práticas com uso de cro-

quis, imagens de satélites Landsat e Quickbird, técnicas básicas de mapeamento e mensuração de áreas utilizando estimativas de distância, localização com uso de bússola e de unidades de GPS, e imagens de satélite. Materiais educacionais são produzidos em diferentes formatos, refletindo as necessidades e expectativas das comunidades, num trabalho participativo em que todos aprendem - pesquisadores, alunos e agentes comunitários: "Mapa como Ferramenta para Gerenciar Recursos Naturais" (Alechandre et al., 1998b), "Como Fazer Medidas de Distância no Campo" (Alechandre et al., 1998a) e "Aprenda a se Localizar, Produzir Mapas e Calcular Área Usando Dados do GPS" (Serrano & Brown, 2001). Esse material está sendo adaptado para o programa nacional de ensino médio indígena, além de ser usado em cursos de pós-graduação. Secretarias municipais de educação estão utilizando essa abordagem para subsidiar a reforma curricular em escolas rurais de três municípios da fronteira com Bolívia e Peru.

Nos últimos anos, os governos regionais vêm desenvolvendo planos

*continua na página 8*

## Mudanças no uso da terra sobre o funcionamento do Cerrado: As pesquisas nos sítios de Brasília

*Mercedes Bustamante, UnB*

Os projetos LBA realizados no sítio de Brasília visam ao entendimento das mudanças no uso da terra sobre a estrutura e funcionamento de sistemas de Cerrado. Pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação da Universidade de Brasília e ainda pesquisadores da Embrapa-Cerrados e da Universidade Católica de Brasília têm participado dos projetos. Desde 1998, quando os estudos foram iniciados, diversos alunos já defenderam suas teses e dissertações. O projeto "Efeitos atuais e futuros das queimadas de superfície nos estoques de carbono, metabolismo, hidrologia e valores econômicos na Amazônia e Cerrado" comparou os efeitos das queimadas antropogênicas nos fluxos de carbono e água em diferentes fisionomias de Cerrado. Os estudos do Cerrado foram conduzidos na RECOR/IBGE e na Reserva Ecológica de Águas Emendadas, em Brasília. Os fluxos foram determinados com o método dos vórtices turbulentos ("eddy covariance") em quatro áreas do Cerrado submetidas a diferentes regimes de queima e o bal-

anço hídrico do solo determinado em poços de até 8 m de profundidade nas mesmas áreas. Estudos sobre a produção primária dos ecossistemas, estimativas de biomassa de raízes finas e grossas até 8 metros de profundidade, formação e decomposição de liteira e incremento de biomassa de espécies lenhosas também foram conduzidos. Participaram do projeto pesquisadores da UnB, Woods Hole Research Center (WHRC), alunos de pós-graduação e pós-doutores.

O projeto "Os efeitos da exclusão da chuva no Cerrado (Projeto "Seca-Cerrado")" estuda as mudanças funcionais e estruturais que ocorrerão no ecossistema do Cerrado quando se reduz experimentalmente a quantidade de chuva que entra na vegetação. O estudo está sendo conduzido na Reserva Ecológica do Roncador (RECOR/IBGE) em Brasília, onde duas parcelas de 400 metros quadrados cada estão sendo monitoradas. Na parcela experimental, uma cobertura de lona transparente removível exclui parte da precipitação diária durante os meses chuvosos no Cerrado (dezem-

bro a março). Estão sendo mensurados a água do solo disponível para as plantas, fluxo de seiva, potencial hídrico foliar, embolismo em raízes e folhas, variação nos níveis de d18O, d2H e d15N foliar, fenologia de grupos funcionais de plantas, demografia de folhas, índice de área foliar, área foliar específica, abscisão foliar, crescimento de árvores e arbustos, biomassa de raízes grossas, viabilidade e fenologia de raízes finas, fotossíntese de grupos funcionais, condutância estomática, respiração do solo, decomposição da serapilheira e acompanhamento microclimático. O projeto Seca-Cerrado conta com pesquisadores da Universidade de Brasília, do Woods Hole Research Center (WHRC), 7 alunos de pós-graduação (um deles cursando doutorado na University of California), 3 alunos de iniciação e 4 técnicos.

O projeto "Impactos de mudanças no uso da terra nos ciclos de carbono e nitrogênio e troca de gases traço no solo de Savanas do Brasil Central" focalizou os efeitos do fogo e mudanças no uso da terra nos fluxos

solo-atmosfera de dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido nitroso e óxido nítrico. Para determinar o tamanho e diversidade da comunidade microbiana do solo foram estudadas a quantidade e composição de compostos biomarcadores no solo e os fluxos solo-atmosfera de gases de carbono e nitrogênio (CO<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub>O, NO) em diferentes fisionomias de Cerrado, diferentes regimes de queima e em áreas de pastagem e cultivos anuais. Os impactos de mudanças no uso da terra estão também sendo avaliados em estudos sobre a química de águas subsuperficiais e superficiais de pequenos cursos de água. Este projeto conta com a participação de pesquisadores da UnB, da CIRAD/Embrapa-Cerrados), UnB, EPA, e da Universidade da Georgia, EUA. Até o momento, foram defendidas 4 teses de doutorado e 2 dissertações de Mestrado. Estão em andamento mais três teses de doutorado e uma dissertação de Mestrado. Vários bolsistas de Iniciação Científica também estiveram envolvidos nas diversas etapas do projeto.

## Universidade Federal do Pará, Belém Novo Curso de Mestrado em Ciências Ambientais

A sinergia de atuação interdisciplinar e multidisciplinar induzida pelo Programa LBA gerou, além das colaborações científicas de pesquisa naturais, um esforço conjunto para incrementar a formação de recursos humanos em programas de pós-graduação para atender as demandas futuras de pessoal qualificado e assim dar continuidade, expandir e aprofundar os temas de estudos abordados no seu âmbito.

Foi assim, dentro da política de

formalização de parcerias entre os participantes do LBA, que a Universidade Federal do Pará, o Museu Paraense Emilio Goeldi e Embrapa Amazônia Oriental propuseram, e a CAPES aprovou, a oferta do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais. Vale notar que a UFPA já oferece outros cursos de pós-graduação em Zoologia com o MPEG e Agriculturas Familiares e Desenvolvimento com a Embrapa Amazônia Oriental. O novo Curso, entretanto, abrange as áreas de

Geociências, Biogeoquímica e Socioeconomia nos aspectos desenvolvidos pelo LBA, com apoio do INPA, INPE, USP, Embrapa Monitoramento por Satélite, e outros parceiros institucionais.

O Curso consta de disciplinas-tronco para desenvolvimento de uma linguagem comum entre as áreas envolvidas. Os estudantes devem optar entre uma das áreas de Física do Clima ou de Ecossistemas e Usos da Terra.

Para a primeira admissão ao CPCA,

140 candidatos se inscreveram para concorrer às 15 vagas disponíveis. Os candidatos selecionados para a primeira turma iniciarão suas atividades em 15 de agosto de 2005. A admissão da segunda turma está prevista para março de 2006, cujas inscrições deverão começar no mês de setembro próximo. As informações sobre disciplinas, calendário, corpo docente e requisitos, acham-se disponíveis na página do CPCA: [www.ufpa.br/cg/cpca](http://www.ufpa.br/cg/cpca)

## O LBA e o fortalecimento do grupo de pesquisa "Ciclos Biogeoquímicos"

Flávio J. Luizão & Regina C. C. Luizão (INPA-Ecologia, Manaus, AM)

As atividades de treinamento e educação desenvolvidas pelo Projeto LBA exerceram uma influência marcante no crescimento e fortalecimento do grupo de pesquisa de Manaus, registrado no CNPq como "Ciclos Biogeoquímicos de Ecossistemas Terrestres", coordenado por Flávio J. Luizão

Um pequeno grupo iniciou-se em 1994, formado por pesquisadores permanentes e visitantes do INPA que trabalhavam com matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, caracterização e manejo do solo. Em 1999, com o início das atividades dos projetos PELD, atuando em três sítios de estudo (Reservas Ducke, do Cuieiras e do PDBFF) e os dois projetos do componente LBA-Eco, o ND-04 na Estação Experimental da Embrapa e o CD-203 na Reserva do Cuieiras (Ecocarbon + Carbo-Amazonas), foi necessário investir na formação de pessoal. Assim, parte do recurso dos projetos foi alocada para bolsas de mestrado e doutorado, que se somaram às bolsas do Programa de Pós-graduação do INPA, ao PIBIC e ao Programa do LBA/RHAE. Proveu-se também auxílio para viagens de treinamento e eventos, apoio para pesquisa de campo dos estudantes, bem como a melhoria de instalações e adaptações do Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP) do INPA, com recursos LBA (e de projetos associados, como o Rainfor), incluindo

aquisição de novos equipamentos, reagentes, vidrarias, etc.

Estudantes de vários países amazônicos foram envolvidos nos seguintes estudos: (1) Produção e decomposição da liteira e taxas de liberação de nutrientes; (2) Biologia (microorganismos e fauna decompositora) da liteira e do solo e a ciclagem dos nutrientes; (3) Caracterização das pro-



Estudantes de mestrado (Lucerina Trujillo) e de doutorado (Guilherme da Silva e Jorge Ordinolla) no Laboratório de Solos e Plantas do INPA

priedades do solo sob vegetação nativa, manejada e degradada; e, (4) Medições de fluxos e emissões de gases do solo (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>). Os estudantes abaixo mencionados foram orientados pelos pesquisadores Flávio J. Luizão e Regina C.C. Luizão, do INPA.

Sandra Tapia-Coral e Jorge Gallardo-Ordinolla (do Peru) fizeram seus mestrados em Ecologia do INPA, com bolsa do Tratado de Cooperação Amazônica (PEC-PG), no LBA/EMBRAPA sobre a dinâmica de liteira, o aporte de nutrientes em sistemas agroflorestais (SAFs) e a relação entre

quantidade e qualidade da liteira e a macrofauna de SAFs. Em seguida, fizeram seus doutorados sobre a dinâmica da matéria orgânica e nutrientes no solo em SAFs e plantios florestais na Amazônia peruana, especializando-se em ecologia e taxonomia de minhocas (Sandra) e sobre raízes em SAFs (Jorge, em estudo inédito). Agora, ambos devem continuar estudos sobre uso sustentável da terra no Amazonas, com bolsas DCR da FAPEAM.

Guilherme Silva fez mestrado no Projeto SHIFT estudando a influência da qualidade da liteira sobre a biomassa microbiana em capoeiras enriquecidas e, neste ano, termina o doutorado sobre aspectos da biologia do solo em sistemas agroflorestais, dentro do projeto LBA.

Lucerina Trujillo (bolsa PEC-PG) e Ivan Cortes (bolsa LBA/ND-04), ambos da Colômbia, fizeram mestrado em Ecologia no INPA, respectivamente sobre o uso de compostos orgânicos (a partir de resíduos sólidos comuns na região) e sobre relação da macrofauna do solo e a estrutura

física em SAFs. Atualmente, Ivan é professor universitário na Colômbia (Barranquilla) e Lucerina submeteu projeto de Doutorado ao INPA, para estudo da formação e propriedades da terra preta do índio na Amazônia.

Juliete Queiroz, Romilda Paiva, Terezinha Monteiro e Rejane Freitas começaram como bolsistas DTI/RHAE-LBA e depois fizeram seus mestrados Ecologia (Romilda) ou em Ciências Florestais do INPA, duas delas com bolsas de projetos LBA: Juliete (ND-04, para estudar fluxos de gás carbônico e metano no gradiente pastagem-capoeira-SAFs-floresta intacta) e Romilda (Rainfor, para estudar as variações da área foliar específica em função da distribuição de chuvas e da fertilidade do solo na Amazônia brasileira). Terezinha estudou a relação entre a liteira dos baixios e o carbono e nutrientes no igarapé de drenagem e está aguardando bolsa do CT-Amazônia para continuar estudos em bacias hidrográficas, comparando floresta intacta com área manejada. Rejane estudou a ecologia microbiana em capoeiras e seu papel na recuperação de paisagens e agora está se especializando em taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares - tornando-se a única na Amazônia no assunto.

Juliana Souza fez mestrado em Ciências Florestais no INPA com fluxos de CO<sub>2</sub> na topossequência da bacia hidrográfica na ZF-2 e continua no projeto LBA, com pesquisas sobre os fluxos de gases na floresta.

Lucinéia Souza (graduação) e Fa-

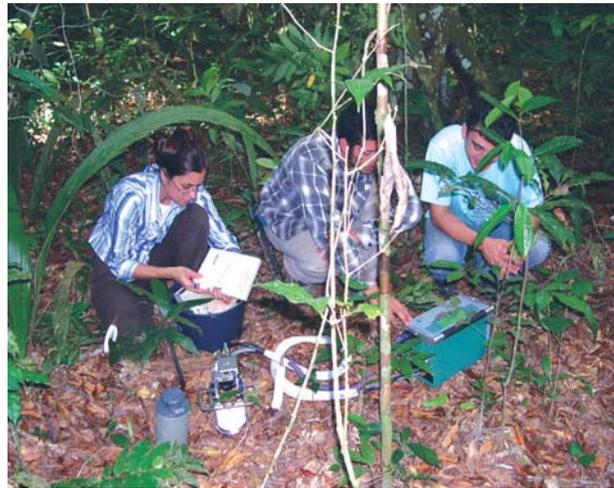
continua na página 8

## Mestrado em Física do Meio Ambiente na UFMT: Pesquisas sobre o Cerrado, Pantanal e Floresta Amazônica

As pesquisas ambientais e climáticas que hoje são desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em Física e Meio Ambiente da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) iniciaram-se com um projeto-piloto implantado na região de Sinop-MT. Apenas uma torre metálica de 42 m, construída com recursos do Sindicato dos Madeireiros do Norte Matogrossense, existia na região para as medições de fluxos de carbono. Com a implementação do LBA, a infra-estrutura de pesquisa foi ampliada e atualmente os pesquisadores da UFMT dispõem de quatro torres, equipadas com sensores de medições de variáveis microclimáticas, instaladas em Sinop, Alta Floresta, Poconé e Juruena, que são utilizadas nas pesquisas nas áreas de interação biosfera-atmosfera, micrometeorologia e balanços globais de massa e energia.

Várias parcerias com instituições brasileiras, européias e norte-americanas que foram criadas a partir do LBA produziram contribuições importantes para o avanço das pesqui-

sas científicas da UFMT: Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT; National Science Foundation - EUA; California State University, San Marcos - EUA; Projeto Milênio LBA; o Proje-



*Medição de efluxo de CO<sub>2</sub> do solo com LICOR e DGM: Luciana Sanches, ProDoc/CAPES, LBA/UFMT; Segundo Durval Pereira, LBA/MT; e Osvaldo Borges Pinto Jr, mestrando LBA/UFMT*

to PELD-Pantanal Norte, e NASA. A implementação do Projeto LBA também contribuiu para ampliar as colaborações entre pesquisadores da UFMT, do INPE e do INPA.

O fortalecimento das pesquisas da UFMT resultou, em 2002, na criação

do Programa de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente em nível de Mestrado, que se concentra nas seguintes áreas: Interação biosfera-atmosfera, com foco na análise de trocas de matérias e energia entre a bio-

sfera e a atmosfera; Climatologia Urbana, que estuda as correlações do comportamento dos elementos meteorológicos com a poluição do ar e as ilhas de calor; e GeoHidro, que abrange estudos da interação solo-água por meio dos métodos geofisi-

cos de imagens de sensoriamento remoto e geoprocessamento, correlacionando bases de dados com informações de qualidade de água, dados hidrológicos e biofísicos.

Além da capacitação de pesquisadores, o Mestrado em Física do Meio Ambiente tem também como meta a formação de profissionais competentes em meio ambiente para atuar em políticas públicas e, assim, poder contribuir para planejamentos ambientais urbanos e rurais, nessa região de crescentes impactos ambientais e acelerada expansão das fronteiras agrícolas. Desde 2002, 53 alunos ingressaram no programa (12 em 2002; 14 em 2003; 11 em 2004; e 16 em 2005). Destes, 20 concluíram o mestrado.

A formação de novos cientistas e a continuidade das pesquisas contribuirão para o conjunto de estudos que visam aumentar a compreensão do funcionamento do cerrado, pantanal e floresta amazônica no contexto das mudanças climáticas regionais e globais.

## Curso itinerante de modelagem: uma iniciativa inovadora

No início do LBA, a disponibilidade de profissionais capacitados a realizar atividades de modelagem ambiental no Brasil era restrita. Por acreditar na importância da formação de mais profissionais nessa área, e procurando ainda manter os custos de treinamento baixos e também construir uma massa crítica de alunos em cada instituição, especialmente na Amazônia, foi desenvolvido pela equipe do pesquisador do LBA Marcos Heil Costa, da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e de seus colaboradores da Universidade de Wisconsin-Madison, EUA, um curso de modelagem itinerante, que compreende um laboratório portátil de informática. O laboratório é constituído de 13 notebooks, 1 projetor multimídia, e 1 hub sem fio, que cabem em 3 malas e são facilmente transportáveis para qualquer lugar no país. O curso, intitulado "Dinâmica de Sistemas Ambientais", foi oferecido em diversas cidades brasileiras, principalmente na Amazônia, durante

o ano de 2004. Basicamente, trata-se de um curso de modelagem de sistemas ambientais que usa ferramentas simples de modelagem. O curso discute as principais transições ambientais pelas quais o planeta está passando hoje em dia e apresenta, para alguns problemas selecionados, as equações que representam a dinâmica dos sistemas envolvidos. Os estudantes - cada um em um laptop - passam aproximadamente metade da carga horária do curso modelando o funcionamento desses sistemas ambientais usando o laboratório de mo-

*Alunos da UFMT, Cuiabá (MT)*

delagem portátil. A estrutura do curso permite a assimilação mais profunda dos conceitos pela prática individual, amplia o uso futuro de técnicas de modelagem, e cria uma massa crítica em cada instituição. O curso tem carga horária de 40 horas (segunda a sexta), com a seguinte programação: 1. Introdução 2. Dinâmica de Sistemas

3. Sistemas biológicos 4. Ciclo do carbono 5. Sistema climático 6. Sistema hidrológico. Normalmente é oferecido para 12 alunos de cada vez, geralmente estudantes dos últimos



filosofia do curso que visa a oferecer treinamento individual ao aluno durante todo o curso. Após a primeira oferta do curso em Viçosa (MG), os cursos foram ministrados em Manaus

(AM), Cuiabá (MT), Rio Branco (AC) e Ji-Paraná (RO), tendo formado aproximadamente 80 alunos. Cada curso é anonimamente avaliado pelos participantes. As críticas e su-gestões vêm sendo incorporadas, numa política de constante melhoria, num esforço para se garantir um ensino

sólido para a formação da nova geração de cientistas vinculados às instituições amazônicas.

dois anos da graduação ou iniciando pós-graduação. Em alguns casos, em razão da alta demanda, outros computadores (providenciados pela organização local do curso) são adicionados ao laboratório portátil para permitir a participação de mais estudantes interessados sem, entretanto, comprometer o nível de aproveitamento e a

## Ampliando a integração de objetivos e instituições numa zona de transição Santarém, PA

A Floresta Nacional do Tapajós (FLONA) em Santarém é uma reserva de florestas primárias com cerca de 600.000 hectares. Nos oito sítios de pesquisa dessa região concentram-se as pesquisas do LBA nas áreas de Armazenamento e Trocas de Carbono (CD), Gases-Traço (TG), Dinâmica dos Nutrientes (ND), Mudanças dos Usos da Terra e da Cobertura Vegetal (LC) que, na sua grande maioria, fazem parte do componente LBA-ECO, financiado pela NASA.

Vários fatores foram decisivos para a escolha dos sítios na região da FLONA para o desenvolvimento desses temas de pesquisa: fatores de ordem geográfica, pois a floresta situa-se às margens do rio Tapajós, próxima à sua confluência com o rio Amazonas, o que permite observar processos relacionados à química das águas e à dinâmica dos nutrientes; essa região da Amazônia apresenta uma estação seca particularmente longa, o que permite observar taxas sazonais das trocas de carbono, dentre outras questões dos ciclos do carbono e biogeoquímicos; na Flona, o IBAMA conduz um experimento de extração seletiva de madeira de baixo impacto, enquanto que a proximidade da rodovia Santarém-Cuiabá traz impactos importantes para a observação das mudanças do uso e da cobertura da terra. Esses fatores formam um conjunto de variáveis importantes para que os estudos dos ciclos biogeoquímicos, do carbono e dos processos químicos e atmosféricos sejam desenvolvidos nessa região.

Em 2000-01, iniciaram-se as atividades de pesquisa de campo de 27 projetos do LBA-ECO. A concentração das atividades de pesquisa de campo nessa região trouxe implicações científicas importantes: as medições dos fluxos em torres altas (65 m) e os inventários de parcelas permanentes, por exemplo, mostraram resultados surpreendentes. Diferentemente do que os modelos baseados em processos funcionais dos ecossistemas previam, os estudos do LBA vêm demonstrando que as antigas florestas primárias da FLONA podem ser um sumidouro líquido do CO<sub>2</sub> atmosférico durante a estação seca. Igualmente importantes foram os avanços em sensoriamento remoto

sobre as alterações dos sub-dosséis, causadas por corte seletivo de madeira, o que pode significar uma grande contribuição para o planejamento e o monitoramento dos usos da terra na região.

Para atender às demandas dos pesquisadores e às necessidades dos grupos de pesquisa foi implantado, no início das atividades dos projetos, o Escritório Regional do LBA, em Santarém, com a missão de gerenciar todo o apoio logístico e administrativo proporcionado às equipes de cientistas, alunos, e técnicos. A infra-estrutura instalada compreende laboratórios de

Nos cinco anos de atividades de pesquisa em Santarém foram realizadas mais de 600 visitas de equipes científicas aos sítios de pesquisa. Atualmente, 27 alunos de cursos das universidades locais estão envolvidos com iniciação científica; três alunos defenderam teses de mestrado, quatro estão em programas de mestrado no CENA-USP, entre os quais Adelaide Michela Silva, que desenvolve estudo sobre as "Alterações no Ciclo do N em uma Cronossequência de Florestas Secundárias na Região Amazônica utilizando a Metodologia Isotópica" e José Mauro Souza de

são oferecidos cursos em áreas associadas aos temas de interesse das pesquisas do LBA. As atividades do Setor de T & E estendem-se também à educação informal, tais como o apoio a eventos locais associados a atividades de ensino e pesquisa, feiras científicas e palestras em escolas de ensino médio.

Para capacitar os professores da rede municipal e estadual de ensino, o LBA desenvolve, em parceria com a Universidade Federal do Pará, o Projeto TE-02 "O projeto LBA: um enfoque didático-pedagógico para o ensino fundamental e médio na região amazônica", do qual participam quatro bolsistas PIBIC e 25 professores da rede de ensino fundamental e médio. Como contribuição permanente às instituições locais de ensino, o LBA-ECO patrocinou a construção, no campus da universidade, de um prédio para atividades de educação contínua, treinamento e capacitação de alunos e técnicos que vêm atraindo um número crescente de estudantes e professores das universidades locais.

Em meados de 2001, foi criado o laboratório de informática no Núcleo de Santarém da EMBRAPA e o laboratório de cromatografia gasosa foi transferido este ano do Escritório Regional do LBA de Santarém para essa instituição, como contribuição permanente do LBA às instituições locais. Está planejada para ocorrer até o fim deste ano a transferência do Escritório Regional do LBA, com seus laboratórios de química e de triagem de liteira, para a área do Núcleo Interinstitucional de Desenvolvimento Sustentável da Amazônia, o qual é formado por um consórcio de instituições: o Ministério da Integração Nacional, sua Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA), a EMBRAPA, a UFPA, a UFRA, o Instituto Eivaldo Lodi (IEL) e o INPA.

Entretanto, uma das iniciativas mais importantes para a sustentabilidade das pesquisas do LBA na região de Santarém foi a criação do Curso de Física Ambiental pela UFPA de Santarém, que teve seus primeiros quarenta alunos iniciando o curso em 2005. O curso de Física Ambiental está contratando oito novos professores, sendo cinco em julho de 2005 e três no primeiro semestre de 2006.



Novo Setor de T & E/UFPA: Paulo Coutinho (Gerente Regional do LBA); Regina Luízão (Coordenadora T&E)



Antonio Manzi (Gerente de Implementação do LBA), Elinei Santos (Coordenador campus UFPA) e Marlene R. M. de Freitas (Vice-reitora da UFPA)



Jean Ometto, CD-02 e alunos UFPA: Haroldo Jackson, bolsista CNPq, Andrea Colares, Shirleane Ferreira e Sebastião Lopes, Prof. UFPA.

triagem de liteira, de química e de cromatografia gasosa e o laboratório de informática, com rede compartilhada pelo escritório administrativo, pelo setor de treinamento e educação e pela EMBRAPA. Há ainda instalações destinadas ao apoio aos estudantes (em atividade desde dezembro de 2002) e um bom alojamento na BR-163 (dentro da FLONA). As bases de coleta de dados compreendem sistemas de geração de energia; quatro torres de fluxo; duas torres de acesso à copa; e oito estações meteorológicas.

Moura, que estuda a "Variação isotópica do metano (CH<sub>4</sub>) em sedimentos de rios na Amazônia Ocidental. Um aluno, Hudson Pereira Silva, faz doutorado na Universidade de New Hampshire (EUA) e outro, Raimundo Sousa Lima Junior, cursa o mestrado no INPA.

Com o objetivo de complementar e fortalecer a formação acadêmica para aumentar a competitividade dos estudantes amazônicos no ingresso em programas nacionais e internacionais de pós-graduação

# LBA em NÚMEROS 1998 a 2005

## Ciclos Biogeoquímicos... continuação da pág 5

biane Oliveira (nível técnico, de segundo grau) entraram no grupo como bolsistas ITI/RHAE-LBA, sendo treinadas em bioquímica de solos. Hoje, Fabiane está completando monografia, na UFAM, sobre a recuperação de paisagens (dinâmica de sucessões secundárias sob diferentes históricos de uso das áreas) e prestes a viajar para Porto Rico, para um curso de 6 meses, juntamente com Jéssica Fonseca, outra bolsista ITI do grupo. Lucinéia acaba de ser selecionada para receber bolsa do programa Beca, para curso de 1 ano na França, como parte de seu mestrado.

Recentemente, partes dos estudos desenvolvidos na ZF-2 por vários dos bolsistas resultaram na publicação de um artigo no número especial LBA da Global Change Biology, 2004.

Portanto, definitivamente este grupo de pesquisa tem duas fases em sua história: antes e depois do apoio dado pelo Treinamento e Educação do Projeto LBA. Com este incentivo, o grupo "Ciclos biogeoquímicos" aumentou seu sucesso em fortalecer as competências atuantes na Amazônia, contribuindo para a formação de uma nova geração de pesquisadores nas especialidades relacionadas à Biogeoquímica na Amazônia.

## Ciência e Educação do LBA na Fronteira Trinacional:... continuação da pág 4

para a "integração sul-americana" e a ligação da região aos centros econômicos por meio de uma rede de rodovias e hidrovias. A resposta ambiental imediata a esses processos é a transformação da cobertura florestal, causada por desmatamentos associados às queimadas e outras atividades. Como parte dos projetos de integração, os governos brasileiro e peruano iniciaram um projeto de 800 milhões de dólares para a pavimentação da rodovia Inter-Oceânica que ligará o Acre ao Pacífico. Graças ao trabalho sólido de pesquisa e de disseminação dos resultados do Grupo LBA-Acre, a convite do Governo do Estado do Acre, o Grupo participará do planejamento ambiental, na tentativa de minimizar os impactos que certamente serão produzidos pela abertura da rodovia.

PROJETOS		ESTUDANTES E BOLSISTAS	
100% brasileiros		Graduação	289
Cooperação		Mestrado	197
Brasil x EUA		Doutorado	201
Brasil x EUA x Países Amazônicos	4	<b>TOTAL</b>	<b>687</b>
Brasil x EUA x Europa	2		
Brasil x Europa	17		
Brasil x Europa x Países Amazônicos	2		
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>		
INSTITUIÇÕES PARCEIRAS			
Brasileiras (não-amazônicas)			63
Amazônicas (Brasil e Países Amazônicos)			39
Estrangeiras			143
<b>TOTAL</b>			<b>245</b>
PESQUISADORES			
Brasileiros	1099		
Estrangeiros	738		
<b>TOTAL</b>	<b>1837</b>		
PUBLICAÇÕES EM REVISTAS CIENTÍFICAS			
Autores e/ou co-autores brasileiros			371
Autores estrangeiros			108
<b>TOTAL</b>			<b>479</b>
Artigos em EDIÇÕES ESPECIAIS DO LBA EM REVISTAS CIENTÍFICAS			
Journal of Geographical Research, 2002			57
Ecological Applications, 2003			24
Remote Sense of Environment, 2003			13
Global Change Biology, 2004			26
Intl. Journal of Theoretical & Applied Climatology, 2004			12
Acta Amazonica (submetidos)			15
Theoretical and Applied Climatology volume 78, 2004			12
Acta Amazonica, 2005			13

Nos últimos meses, alunos do LBA-Acre ministraram palestras para mais de 100 pessoas, entre técnicos de prefeituras, lideranças sindicais e estudantes, nos três países, sobre o uso do "software" SPRING 4.1 e imagens CBERS-2 do INPE. Tanto o "software" quanto as imagens estão disponíveis gratuitamente ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)) e servem para facilitar o planejamento do uso da terra na Região MAP. Essa atividade faz parte de um processo de inclusão digital para a região.

Todos esses esforços do LBA-Acre apontam para a consolidação de uma comunidade científica que vem crescendo e se formando "na" e "para" a região. Esta comunidade representa o mais precioso recurso natural da Amazônia - o recurso humano - sem o qual o desenvolvimento e a conservação da região seriam impossíveis.

## Folha Amazônica <http://lba.inpa.gov.br/lba/>

Carlos A. Nobre, Coordenador Científico do LBA, CPTEC/INPE;  
Mercedes Bustamante, Presidente do Comitê Científico Internacional do LBA, UnB; Diane Wickland, Gerente do Programa de Ecologia Terrestre, NASA, EUA/Componente LBA-ECO; Pavel Kabat, Coordenador das Contribuições Europeias do LBA; Flávio J. Luizão, Coordenador Regional do LBA/INPA

### Colaboradores desta edição:

Regina C. C. Luizão, INPA; Mercedes Bustamante, UnB; Irving Foster Brown, UFAC, WHC; Ivani Pereira, SSAI/NASA; Diógenes Alves, INPE; Marcos H. Costa, UFV; Edson Rocha, UFPA, Belém; Jose Ricardo Santos de Souza, UFPA, Belém; José de Souza Nogueira, UFMT; Ricardo Figueiredo, EMBRAPA, Belém; Flávio J. Luizão, INPA; Peter Griffith, SSAI/NASA

Apoio financeiro: LBA - <http://lba.inpa.gov.br>  
Jornalista responsável: Ana Paula Freire, Registro profissional 172 MTb-AM

Revisão Técnica: Flávio J. Luizão, INPA; Regina C. C. Luizão, INPA; e Ivani Pereira, SSAI/NASA

Design: Beth Nelson, LBA-ECO, SSAI/NASA  
Comentários e sugestões: [lbamao@inpa.gov.br](mailto:lbamao@inpa.gov.br)