

LBA FOLHA AMAZÔNICA

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

Nesta Edição:

Física do Clima

Mudanças climáticas provocadas pela ação do homem estão ocorrendo em intervalos cada vez mais curtos, se comparadas às mudanças naturais do passado. *pág 2*

Armazenamento e Troca de Carbono

O LBA avança, mas esbarra nas complexidades dos ecossistemas. *pág 3*

Biogeoquímica

Por que algumas áreas de pastagens perdem sua produtividade mais rapidamente que outras? Conheça alguns resultados dos estudos de Biogeoquímica do LBA. *pág 4*

Hidrologia de Superfície e Química da Água

Impactos dos desmatamentos já são sentidos nos igarapés. Alterações na ciclagem de nutrientes e na biodiversidade de pequenos rios podem ter implicações significativas nas emissões de carbono. *pág 4*

Química da Atmosfera

Partículas de aerossóis de queimadas na Amazônia alteram a formação de nuvens. Seus efeitos podem atingir inclusive o sul do país. *pág 5*

Mudanças do Uso da Terra e da Cobertura Vegetal

A ciência pode contribuir para estabelecer cenários de governança para os usos da terra. *pág 6*

Dimensões Humanas

O desafio de tratar, de forma integrada, as ciências humanas, sociais, e naturais em estudos comuns. Conheça as propostas dos estudos de Dimensões Humanas do LBA. *pág 6*

LBA DIS

Um sistema de informações e dados aberto a toda a sociedade. *pág 7*

Treinamento e Educação

Novas oportunidades a jovens cientistas. *pág 8*

LBA em Números

pág 8

Editorial

pág 2

Projeto LBA: Entendendo as complexas interações da biosfera-atmosfera na Amazônia

Flávio Luizão - INPA

Este número da Folha Amazônica foi preparado especialmente visando a realização da III Conferência Científica do LBA, que acontece em Brasília, Distrito Federal, entre os dias 27 e 29 de julho de 2004. Com mais de 600 trabalhos científicos aceitos, a Conferência deve ser considerada um marco que atesta o sucesso e a maturidade do maior programa de pesquisas ambientais em regiões tropicais já executado. Com o objetivo de aprofundar a compreensão do papel da Amazônia e das mudanças nos usos da terra no sistema climático da Terra e, também, da influência das mudanças globais no funcionamento dos ecossistemas amazônicos, o Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), formulado a partir de vários grandes projetos de colaboração científica executados anteriormente, tanto nacionais como internacionais, contempla sete grandes temas de pesquisas que são tratados de maneira multi- e inter-disciplinar.

A Folha Amazônica apresenta neste número especial uma pequena síntese dos resultados das pesquisas dos sete temas

científicos do LBA, assim como apresenta informações sobre as atividades de seu Comitê de Treinamento e Educação.

A abordagem muito ampla e integrada dos temas científicos interagindo entre si (alguns, como Mudanças do Uso da Terra e

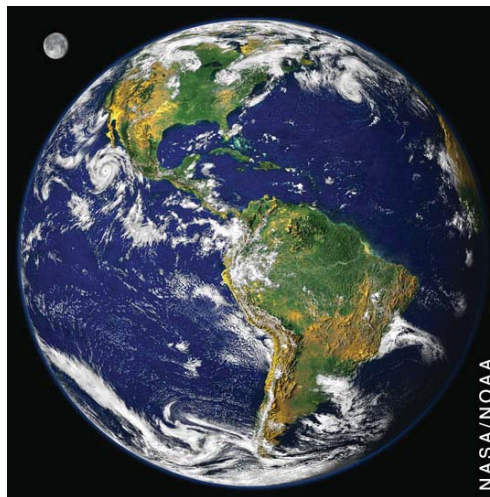
observações de fluxos de gases e energia constituída de torres metálicas, com sensores levados por balões e com barcos, diversos aviões e satélites.

Os resultados têm sido notáveis e chegam a explicar mecanismos complexos como o da

formação de nuvens e chuvas na Amazônia: que as árvores emitem compostos orgânicos voláteis - COVs (domínio da Bioquímica); que na atmosfera sobre a floresta, durante a estação chuvosa, as moléculas de COVs formam minúsculos cristais ou aerossóis (Química Atmosférica); que na ausência de outros aerossóis, esses cristais servem como núcleos de condensação de nuvens, atraindo muito vapor d'água (Física do Clima) que formam

grandes e pesadas gotas de chuva, que logo se precipitam na mesma região em que foram formadas, num mecanismo rápido e eficiente.

Junto com boa ciência, o forte investimento na formação de centenas de jovens cientistas amazônicos fornece a garantia da continuidade das pesquisas nos temas científicos do LBA (principalmente por meio das instituições locais) e bases sólidas para o desenvolvimento racional da região.



Dimensões Humanas permeiam os demais) tem permitido aglutinar as informações necessárias para começar a responder às grandes questões científicas relevantes para o desenvolvimento sustentável de uma região tão complexa como a Amazônia. Essa integração exige estudos em diferentes escalas temporais e espaciais, que utilizam uma gama de metodologias e equipamentos: desde medidas de processos locais, em grandes transeções cruzando a região, uma rede de

Editorial

A Terceira Conferência Científica do LBA, que estará ocorrendo de 27 a 29 de julho, em Brasília, demonstra o sucesso e a maturidade do experimento LBA. As novas descobertas científicas do LBA que serão apresentadas e discutidas em Brasília são muito importantes para o entendimento dos processos que regulam o funcionamento dos ecossistemas amazônicos. A compreensão dos processos climáticos, de ciclagem de carbono e nutrientes, da biogeoquímica de águas, e de muitos outros aspectos da ecologia e das dimensões humanas dos usos da terra na Amazônia, estará auxiliando a subsidiar políticas públicas sustentáveis para a região. Por ser o centro político do país, esta conferência do LBA realiza-se em Brasília, para permitir ampla participação de formuladores e implementadores de políticas públicas para a Amazônia de órgãos governamentais.

O LBA cresceu enormemente durante sua existência. Uma indicação de seu crescimento e dinamismo pode ser deduzida pelos números de trabalhos das Conferências Científicas do LBA. Quando da primeira Conferência Científica do LBA, em Belém, Pará, em julho de 2000, 282 trabalhos foram apresentados. Nesta Terceira Conferência Científica serão mostrados 611 trabalhos. Indiscutivelmente, esta é a maior reunião científica que contempla exclusivamente o conhecimento científico da região amazônica. O experimento LBA cresceu e amadureceu. O conhecimento gerado pelo LBA está fornecendo subsídios para políticas de manejo sustentável às dos vastos recursos naturais da Amazônia no futuro. As centenas de estudantes formados no programa LBA irão contribuir para a continuidade das pesquisas, no futuro, para o desenvolvimento tecnológico e elaboração de políticas públicas de utilização de seus recursos naturais. A interdisciplinaridade inerente ao trabalho do LBA está funcionando a todo vapor, o que pode ser observado pelo grande número de trabalhos

transversais às disciplinas temáticas.

A coordenação geral do LBA, exercida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), anteriormente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e, nos últimos dois anos, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), tem tido papel chave no sucesso do experimento. O grande número de universidades e institutos de pesquisas brasileiros e estrangeiros participantes do LBA atesta o interesse da comunidade científica na temática do LBA, e o árduo trabalho que, ao longo de tantos anos, está produzindo resultados científicos de alta qualidade, atestados por vários artigos científicos em periódicos da qualidade de Science e Nature. Os recentes volumes especiais dedicados ao LBA de

revistas importantes nas suas áreas de atuação, como o Journal of Geophysical Research, Global Change Biology, Oecologia, Remote Sensing of the Environment e outras, demonstram o dinamismo da pesquisa do LBA.

O apoio de agências de fomento brasileiras como o CNPq, CAPES, FINEP e FAPESP foi chave para o sucesso do LBA. Fora do Brasil, o LBA recebeu apoio expressivo de várias agências dos Estados Unidos, como a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), Departamento de Agricultura (USDA), Serviço Florestal (USFS), Fundação Nacional da Ciência (NSF) e muitas outras. A Comissão Européia e várias agências nacionais de fomento na Europa também contribuíram substancialmente para as pesquisas do

LBA, que contou também com importante apoio do Instituto Interamericano de Pesquisas sobre Mudanças Globais (IAI).

A Terceira Conferência Científica do LBA em Brasília será um marco na pesquisa ambiental do país, atestando a maturidade e o sucesso do LBA. Contamos com a presença e participação ativa de todos nesta Conferência.

Paulo Artaxo
Mercedes Bustamante
Michael Keller
Flávio Luizão

Coordenadores de Terceira Conferência Científica do LBA

O clima amazônico e a interação com a biosfera

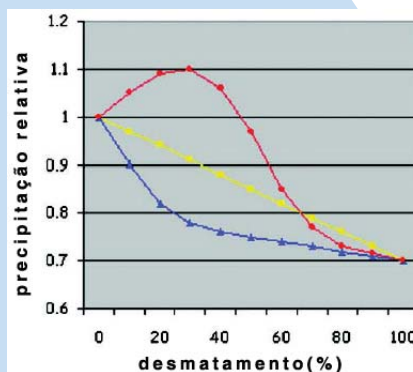
Maria Assunção F. da Silva Dias - USP

A Amazônia evoca imagens de floresta e de chuva, de um clima tropical úmido num ecossistema caracterizado por biodiversidade e árvores imensas. O equilíbrio entre o ecossistema e o clima ocorre principalmente pelo fornecimento de umidade da vegetação para a atmosfera para a formação de nuvens que precipitam e devolvem a água à biosfera. No processo de chuva, a vegetação também emite alguns compostos orgânicos voláteis que facilitam o processo de formação das gotículas de água nas nuvens. Desta forma, floresta e clima mantêm-se em um equilíbrio que pode, no entanto, ser alterado por diversos fatores naturais e também pela ação do homem.

A variabilidade natural do clima ocorre em resposta às variações nas correntes oceânicas e às variações na inclinação do eixo de rotação da Terra. Na Amazônia, observam-se variações em períodos de 10 a 20 anos, em que sucessivamente chove mais ou menos que o valor médio anual. Quando ocorre o fenômeno El Niño, há chuvas pouco abundantes, principalmente na parte leste e norte da Amazônia. Essas variações não chegam a afetar de forma

marcante o equilíbrio entre clima e floresta, pois não são mudanças permanentes, mas sim oscilações ao redor do equilíbrio. No passado remoto, no entanto, há registros paleoclimatológicos que indicam períodos em que houve uma diminuição considerável da área de floresta, sugerindo longos períodos de seca em que a vegetação nativa parece ter sofrido pela falta de chuvas, tendo sido substituída por vegetação resistente à

derrubadas e a vegetação é queimada, dando lugar a pastagens ou áreas de plantio. Um efeito drástico de desmatamento total da Amazônia substituindo a mata nativa por pastagens ou agricultura já era objeto de pesquisas desde antes do início do Projeto LBA. Simulações numéricas em computadores indicavam um aumento da temperatura e diminuição das chuvas. Esse resultado era esperado, pois a vegetação nativa, com raízes profundas, é responsável pela



Estas três linhas indicam possibilidades de desmatamento na Amazônia. A linha vermelha destaca-se das demais, e é um dos resultados do LBA, indicando que o desmatamento aumenta as chuvas enquanto for limitado. Após ultrapassar um certo limiar, o desmatamento causa, necessariamente, uma redução das chuvas.

manutenção da umidade do ar mesmo na estação menos chuvosa do ano. No entanto, a Amazônia vem sendo desmatada pelas bordas, principalmente ao sul e a leste, e em estrias que vão avançando gradualmente. Entretanto, um dos resultados das simulações numéricas desse desmatamento regional é, na verdade, bastante inesperado: as chuvas

seca, típica de cerrado. Eventualmente, com o retorno das chuvas, ressurgem a floresta numa escala de tempo de centenas a milhares de anos.

Nas últimas três décadas surge, de forma bastante intensiva, a ação humana na Amazônia em que árvores são

continua na página 3

O clima amazônico e a interação...
continuação da página 2

nas regiões que incluem desmatamento são mais abundantes na estação chuvosa e menos abundantes na estação seca, fazendo com que o regime de chuvas se assemelhe ao regime de chuvas do cerrado ao sul da Amazônia. No total anual, o efeito final é de um aumento da chuva. A figura mostra três linhas que indicam as possibilidades de efeito do desmatamento nas chuvas na Amazônia. A linha vermelha destaca-se das demais, e é um dos resultados do LBA, indicando que o desmatamento aumenta as chuvas enquanto for limitado. Após se ultrapassar um certo limiar, o desmatamento causa, necessariamente, uma redução das chuvas.

As queimadas, além de associadas ao processo de desmatamento, produzem fumaça, partículas de fuligem e gases que são levados para cima, inicialmente pelo calor da queima e depois são transportados pelos ventos para distâncias que podem chegar a milhares de quilômetros de distância do ponto de origem. As queimadas induzem um transporte de matéria orgânica e gases para longe, quebrando um processo local de troca entre a floresta e a atmosfera. Além disso, as partículas produzidas pela queima - os chamados aerossóis - interferem no processo de formação de nuvens e, em consequência, nas chuvas. No fim da estação mais seca, a presença de aerossóis aumenta, em muito, o número de núcleos de condensação de gotinhas de chuva que, devido à competição pela umidade disponível, são gotas muito pequenas e não têm peso suficiente para cair. O primeiro efeito é a inibição das chuvas nessa época do ano. As nuvens muitas vezes se dissipam sem chover e, em algumas ocasiões, acabam transformando-se em nuvens de tempestade com ventos fortes, pedras de gelo e muitos relâmpagos.

Em resumo, as alterações provocadas pelo homem vêm causando alterações inesperadas no ciclo hidrológico da Amazônia, testando a sustentabilidade do equilíbrio e indicando possíveis mudanças permanentes. A preocupação é maior quando se constata que as mudanças estão ocorrendo num intervalo de tempo extremamente reduzido, se comparado às mudanças naturais ocorridas no passado.

Desvendando os mistérios do carbono na Amazônia: O LBA avança, mas esbarra nas complexidades dos ecossistemas

Antonio Donato Nobre - INPA

O projeto LBA conseguiu, em poucos anos, instalar e consolidar a melhor e maior rede de estudos e de observações ambientais que a Amazônia jamais viu, comparável com redes existentes em países desenvolvidos. Com um grande número de estudos nas torres de medidas de fluxos de vapor de água, dióxido de carbono, calor sensível e outros gases entre a superfície vegetada e a atmosfera, em parcelas florestais, em bacias hidrográficas monitoradas e em transectos comparativos esperava-se obter ao longo de poucos anos evidências massiças e convincentes sobre as magnitudes, o destino e o processamento do carbono trocado com a atmosfera pelos ecossistemas amazônicos. Todavia, quanto mais se estudam os diferentes e contrastantes ecossistemas espalhados pela região, mais se verifica a riqueza e complexidade destes ecossistemas em múltiplas escalas e mais se constata a necessidade de aprofundamento e ampliação da abordagem.

Em uma comparação útil, quanto mais se investigam os mistérios do corpo humano, que pertence a apenas uma espécie, mais se descobre a microscópica e paradoxalmente gigantesca complexidade deste organismo. Imagine-se, na Amazônia, a magnitude de complexidade que os pesquisadores e estudantes do LBA se deparam em ecossistemas com milhões de diferentes espécies de organismos, milhões de km², tudo interligado entre si e com o ambiente numa miríade de conexões, formando teias magníficas...

O carbono é apenas a matéria prima principal destas construções vivas multidimensionais. Para entender seus estoques, fluxos e

controles existe, sabemos agora, a necessidade de se compreender melhor a lógica biológica de fixação, consumo, alocação, a relação com os ciclos da água e de nutrientes, os processos de seleção estabilizadora verso os efeitos desestabilizadores em comunidades afetadas pelas alterações no ambiente, entre tantos fatores.

Mesmo assim, o projeto LBA tem avançado, revelando algumas destas complexidades, ou ao menos indicando a necessidade de aprofundamento. A descoberta da importância de emissões de compostos voláteis de carbono pelas plantas na geração de partículas de condensação de nuvens (chamadas de aerossóis) na atmosfera, associada à revelação da importância desses aerossóis na dinâmica de formação de nuvens e chuva, gera impacto suficiente para revolucionar o que se conhecia sobre as relações da floresta com a chuva. Esse controle biológico do processo gerador de gotas nas nuvens e, portanto, da chuva, mediado pelos compostos emitidos pelas plantas em quantidades muito pequenas e em ritmos pouco conhecidos, pode estar relacionado às razões intrínsecas das plantas e, portanto, não evidente com simples medições de fluxos. Por sua vez, quando a quantidade e a distribuição de chuva numa área de floresta é alterada, altera-se também a capacidade desse ecossistema de capturar e reter carbono.

Outros estudos da distribuição e crescimento de biomassa em diversos pontos da Amazônia relacionaram estes com alguns parâmetros simples de tipos de solos e sua fertilidade, revelando surpreendentes e ricos padrões ecológicos regionais, indicando que talvez as florestas não perturbadas da Amazônia como um

todo estejam funcionando como pequeno sumidouro do excesso de CO₂ atmosférico. Estudos em uma bacia hidrográfica associando controles hidrológicos com a vegetação revelam até em escalas locais a variabilidade e riqueza nos mosaicos de ecossistemas, cada um com metabolismo próprio e diversificado.

Como então gerar números confiáveis para as interações deste portentoso e imensamente diverso bioma com a atmosfera? Os estudos de trocas de CO₂ com torres apresentam resultados importantes para trocas diurnas dos ecossistemas. Mas sua notória incapacidade de medir fluxos noturnos de maneira confiável tem dificultado a aplicação de seus números para inferências sobre trocas totais de longo prazo. Complementarmente, estudos iniciantes da distribuição continental de tênues alterações na concentração de CO₂ na atmosfera prometem ampliar muito a capacidade de monitorar o comportamento integrado de trocas para todo o bioma Amazônico.

Entretanto, mesmo que consigamos medir e descrever com confiança como a atmosfera interage presentemente com os ecossistemas na Amazônia, estaremos, ainda, longe de poder afirmar com fundamento os porquês, se estudos ecofisiológicos e biológicos não forem aprofundados. Sem saber os porquês, fica muito difícil antecipar as respostas deste bioma às mudanças climáticas globais. Como se vê, o projeto LBA, apesar de seu enorme impacto e vastas descobertas, apenas começou a descobrir a "ponta do iceberg" da complexidade amazônica.



Antonio Nobre



Ministério da
Ciência e Tecnologia



Alguns resultados de estudos biogeoquímicos no LBA

Eric A. Davidson WHRC (EUA)

Nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio são essenciais para a vida humana, a vida das plantas e animais. A área de estudos que observa os caminhos que esses nutrientes percorrem nos solos, plantas, animais, águas subterrâneas, cursos de água e atmosfera é chamada de *biogeoquímica*. Estudos em Biogeoquímica representam uma parte significativa das pesquisas do LBA para entender o papel crítico que esses nutrientes desempenham no crescimento das plantas, no funcionamento da floresta, na produtividade agrícola e na qualidade do ar e da água. O objetivo é produzir um melhor entendimento de como os ciclos de nutrientes podem ser afetados pelo uso da terra e como o manejo dos ciclos dos nutrientes pode ser incluído nas estratégias de desenvolvimento sustentável.

Os estudos biogeoquímicos geralmente incluem medidas de estoques de nutrientes (por exemplo, qual a quantidade de nitrogênio presente nas folhas, troncos de árvores, solos, etc, em um dado momento de uma escala temporal) e os fluxos desses nutrientes (por exemplo, qual a quantidade anual de nitrogênio que, pela queda das folhas, vai para o solo, o quanto é lixiviado do solo para as águas subterrâneas em cada evento de chuva, ou qual a quantidade exportada do ecossistema via riachos e rios durante cada estação).

Diversos tipos de instrumentos são empregados nesses estudos, que vão de simples cestos colocados na floresta para a coleta de folhas que caem das árvores a sofisticados equipamentos automatizados para a obtenção de amostras de água de rios.

Um dos avanços significativos do LBA refere-se ao entendimento das razões pelas quais algumas áreas de pastagens tomam-se degradadas em menos tempo que outras, que mantêm-se produtivas por muito mais tempo. Quando as áreas de pastagens tomam-se degradadas, arbustos e ervas, considerados “ervas daninhas” pelos criadores, começam a crescer com mais vigor do que a gramínea plantada

para a pastagem. O controle dessas ervas é feito pelo uso do fogo, em queimadas sucessivas e freqüentes. Entretanto, as queimadas mostram-se ineficazes para o combate dessas ervas e as áreas acabam sendo abandonadas.

As pesquisas do LBA têm observado que, em muitos casos, o nitrogênio e o fósforo tomam-se limitados para o crescimento de plantas em áreas degradadas de pastagens. O nitrogênio se perde sob a forma de gases e pelas cinzas levadas pelo vento durante as queimadas, afetando não apenas a qualidade do ar regional, mas também a fertilidade do solo. Parte do fósforo se perde nas cinzas e acaba também ficando indisponível no material orgânico acumulado resultante da grama e plantas nativas mortas. As sementes nativas se desenvolvem mais do que a grama exótica em pastagens degradadas porque apresentam melhor adaptação às condições de escassez desses nutrientes. Essa limitação de nutrientes tem sido observada muito freqüentemente em solos grandemente alterados, muito comuns no Pará. Apesar de serem encontrados solos degradados nos estados da Amazônia ocidental – Rondônia e Acre – solos mais férteis são também comuns nessas regiões, de modo que a degradação das pastagens é sempre um processo mais gradativo nesses estados. É interessante observar que riachos e rios apresentam um padrão similar, com mais nutrientes sendo naturalmente lixiviados dos solos ricos da região ocidental da Amazônia.

Esses resultados ajudam a explicar a razão pela qual o uso de fertilizantes em práticas de manejo de pastagens é mais comum na Amazônia oriental comparativamente à Amazônia ocidental, onde o manejo de pastagens pode ser mais ou menos favorável. Esses resultados têm também implicações importantes para as taxas de crescimento de florestas secundárias, que se seguem ao abandono de pastagens, e para o manejo da qualidade da água drenada dos ecossistemas florestais e agrícolas.

Mudanças no uso da terra e a química das águas superficiais

Alex V. Krusche CENA-USP

Javier Tomasela INPE

Imagens já famosas do satélite Landsat mostram como o desmatamento evoluiu no estado de Rondônia, através de um eixo central formado pela BR-364 e diversas estradas perpendiculares secundárias. A ação humana nesse processo de ocupação tem afetado os cursos de água na região. Uma vez que esse tipo de ocupação da terra não leva em consideração as características naturais como relevo, disponibilidade de água, ou tipos de solos, pode-se esperar que algumas propriedades prosperem e outras fiquem fadadas ao abandono.

A bacia do rio Ji-Paraná, que é entrecortada ao sul e na sua região central por essa estrada, é um exemplo de como se dá esse processo. Nela, as pastagens que foram mantidas ao longo do tempo encontram-se intimamente relacionadas com a presença de solos mais ricos em nutrientes, propícios para o uso agro-pastoril e, ao mesmo tempo, a composição dos solos mostra estreita relação com a química das águas. Regiões com solos mais arenosos e menor disponibilidade de bases apresentam rios com concentrações iônicas em suas águas menores que aquelas onde os solos são mais ricos em bases, nas quais encontramos as maiores concentrações de cátions e ânions.

Assim, os estudos sobre os efeitos das mudanças nos usos da terra na química das águas superficiais de Rondônia efetuados na bacia do rio Ji-Paraná apresentam certa ambigüidade resultante da correlação entre uma característica natural - os tipos de substrato geológico e os solos resultantes - e outra antropogênica, que é a presença mais intensa de pastagens sobre os solos mais ricos.

Provavelmente, o efeito mais direto da conversão de florestas em pastagens seja a amplificação da exportação de materiais do sistema terrestre para os aquáticos devido à

compactação dos solos nas pastagens. Entretanto, as diferenças observadas na química das águas dessa bacia podem também ter origem na variabilidade natural pré-existente. Por outro lado, numa análise mais detalhada desses processos, comparando-se rios muito pequenos - os “igarapés”, com cobertura exclusivamente de floresta ou de pastagem, observam-se alterações drásticas na estrutura e funções desses ecossistemas. Na Fazenda Nova Vida (Ariquemes, RO), por exemplo, após a conversão da floresta em pastagem, os igarapés têm seus corpos de água invadidos pela gramínea nativa *Paspallum*, que deixa de ter seu crescimento limitado pelo sombreamento da copa da floresta. Em alguns trechos, a lâmina de água desaparece sob uma densa população dessa gramínea, o que adiciona uma grande quantidade de material orgânico ao sistema aquático. Com isso, condições aeróbias anteriormente existentes na floresta tomam-se quase anaeróbias (pela decomposição do material orgânico e/ou respiração pelas raízes), alterando a ciclagem de nutrientes e a biodiversidade desses rios. Com o déficit de oxigênio, passam a predominar comunidades que não são estritamente aeróbias e gases, como o CO₂ chegam a ter suas emissões para a atmosfera triplicadas. Como essa via de ciclagem do carbono na Amazônia foi também recentemente identificada como a mais importante nos seus grandes rios, o impacto potencial dessas mudanças é extremamente significativo. Outros nutrientes, como nitrogênio e potássio, também têm seu ciclo modificado, algo que pode ser observado até mesmo em rios maiores, como é o caso dos rios Urupá e Rolim de Moura, tributários do rio Ji-Paraná. Portanto, a ação antropogênica na região Amazônica, apesar de ainda imperceptível nas águas dos grandes

continua na página 5

A composição da atmosfera amazônica e suas implicações climáticas

Paulo Artaxo - USP

A temática de química atmosférica do LBA lida com processos que regulam a composição da atmosfera Amazônica em termos da concentração de gases e partículas de aerossóis. Na componente de gases mais reativos, as espécies químicas mais importantes são os compostos orgânicos voláteis (chamados de COVs), ozônio (O₃), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO e NO₂) e outros compostos. Os COVs são emitidos pela vegetação e compõem uma família de compostos em que o isopreno e os terpenos são os mais importantes do ponto de vista da interação biosfera-atmosfera na Amazônia. Alguns dos COVs participam ativamente de reações químicas na atmosfera, regulando a concentração de ozônio, do radical hidroxila e outras espécies que afetam o funcionamento do ecossistema como um todo. Trabalhos recentes apontam para diferenças significativas nas taxas de emissão de isopreno entre algumas torres do LBA, mostrando que ainda não conhecemos adequadamente os padrões de emissões desse importante gás. Foram observadas concentrações altas de ozônio, comparáveis aos valores

medidos no centro da cidade de São Paulo, ao redor de Manaus na estação chuvosa, e em regiões de Rondônia na época de queimadas da estação seca. Interações entre as emissões de COVs e óxidos de nitrogênio, tanto em queimadas como pela pluma urbana de Manaus, podem ser as responsáveis pelas altas concentrações de ozônio observadas. O ozônio é um gás fitotóxico, pois danifica os estômatos das plantas pelo seu forte poder oxidante, e tem um efeito a centenas de quilômetros de distância dos locais

dos COVs emitidos. Parte dessas partículas de aerossóis atua como os chamados “Núcleos de Condensação de Nuvens” (NCN), que são responsáveis pela produção das gotículas das nuvens e, em última instância, pela chuva na região amazônica e nas regiões sob sua influência direta.

Trabalhos recentes do LBA mostram que as grandes emissões de partículas de aerossóis produzidas por queimadas alteram de modo fundamental a formação de nuvens.

potencialmente o ciclo hidrológico da maior parte da área do país nos meses em que as emissões causadas por queimadas nas porções oeste, centro e sul da Amazônia são importantes (de agosto a novembro).

Um dos novos aspectos importantes no LBA são as medidas de compostos na água de chuva em algumas localidades como Balbina, ao norte de Manaus, e Rondônia, em particular quanto à deposição de nitrogênio. Sempre imaginávamos que a floresta amazônica fosse limitada pela disponibilidade de fósforo, mas recentemente foi demonstrado que em algumas áreas de florestas secundárias a deposição de nitrogênio auxilia na recuperação de áreas degradadas. Em Rondônia, região amazônica com alterações importantes nos usos da terra, a composição da água de chuva é dominada por nitratos ao invés de amônia, como em regiões remotas da Amazônia. Essas alterações na deposição atmosférica de nitrogênio têm impactos importantes sobre o funcionamento do ecossistema ainda difíceis de serem estimados. A deposição de nitrogênio em Rondônia, em sua maioria na forma de nitratos, chega a níveis elevados - similares aos observados no interior do Estado de São Paulo.

O componente de química atmosférica do LBA está desvendando aspectos importantes do funcionamento do ecossistema Amazônico que serão cruciais para a construção de estratégias de desenvolvimento sustentável para a Amazônia.



Vista aérea de queimada na Amazônia.

Foto: M.O. Andreae, Max-Planck Institute, Alemanha.

Observou-se forte supressão da formação de nuvens rasas na presença de partículas de aerossóis de queimadas.

Essa supressão,

que foi observada com medidas em nuvens e com o uso de sensoriamento remoto, tem o poder de inibir a precipitação em grandes áreas afetadas pelas emissões de queimadas, que podem estar a centenas ou milhares de quilômetros das emissões. Os efeitos podem atingir inclusive a parte central e o sul do país, afetando

das emissões.

As partículas de aerossóis são importantes pelo seu papel de nucleação de nuvens e pelos efeitos no balanço de radiação solar sobre a floresta amazônica. A vegetação emite partículas para a atmosfera através de emissões diretas e através da transformação em partículas de alguns

para a observação da dinâmica de transferência e armazenamento da água nos vários compartimentos do solo, vegetação e atmosfera, como precipitação e evapotranspiração, interceptação da precipitação pela vegetação, profundidade do lençol freático e seus movimentos. Sendo a água o principal componente na regulação da fixação de carbono pelas plantas e nos processos de alocação de

carbono particulado e dissolvido no solo e na drenagem, essas pesquisas ainda incluem a determinação de compostos químicos transportados pela água em cada compartimento, um forte componente de modelagem hidrológica e micrometeorológica voltada à determinação de seqüestro de carbono pela biosfera. Estes estudos demonstram que as conexões entre sistemas terrestres e aquáticos são

importantes componentes do funcionamento dos rios da Amazônia. As formas e taxas de transferências de carbono entre os mesmos ainda necessitam ser melhor quantificadas, em função da variabilidade dos tipos de solos e das características hidrológicas e biogeoquímicas existentes na região, bem como dos impactos da ação antropogênica sobre estes sistemas.

Mudanças no uso da terra e a química das águas...

continuação da pág 4

rios, como o Solimões ou o Negro, já se faz notar nos rios de menor porte, modificando substancialmente o funcionamento e a estrutura desses ecossistemas.

Outros estudos do LBA associados a projetos desenvolvidos na Reserva do Cuieiras, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, em Manaus-Amazonas, vêm sendo desenvolvidos

Ciência e a fronteira da governança na Amazônia

Daniel Nepstad - WHRC (EUA), IPAM e NAEA

N um mundo ideal, grandes florestas seriam abertas livremente a empreendimentos mediante estratégias cuidadosamente planejadas, que buscassem construir economias sustentáveis pelo gerenciamento dos recursos naturais, minimizando-se os custos ecológicos e sociais das fronteiras em expansão. Esse ideal, infelizmente, raramente é atingido pelas sociedades humanas. Ao contrário, regiões florestadas que repentinamente tornaram-se acessíveis à colonização e ao comércio por investimentos na infra-estrutura de transporte são submetidas a uma seqüência previsível de liquidação dos recursos naturais que é devastadora, caótica e violenta.

A rápida exploração dos recursos madeireiros, da fauna, dos minerais, solos e de outros recursos naturais causa picos de atividade econômica que fracassam à medida que os recursos são esgotados, deixando ecossistemas e pessoas empobrecidos ao longo de seu rastro. A riqueza natural de paisagens florestadas, que poderia ter sido usada para capitalizar sistemas sustentáveis de gerenciamento de terra, é esbanjada em ondas temporárias de riquezas que

se acumulam nas mãos dos atores mais poderosos das fronteiras.

A Amazônia pode se tornar a primeira grande exceção a esse legado

de expansão mal planejada de fronteiras de regiões florestadas.

Mediante influências combinadas de uma sociedade civil organizada, de um

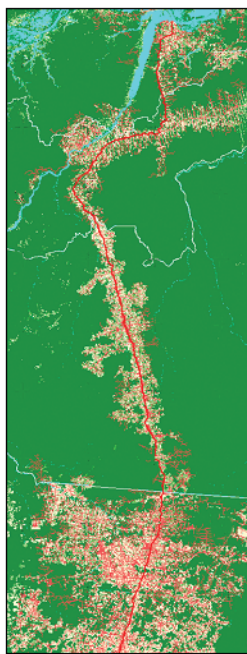
governo responsivo, de um comércio cada vez mais transparente e de uma ciência politicamente relevante, tornou-se claro desde o início do LBA que a governança da fronteira poderia tornar-se uma realidade na Amazônia.

Está claro agora que os novos investimentos em rodovias que abrem caminhos nas regiões de florestas não continuarão sem um processo de planejamento regional que trate das aspirações daqueles que residem nas florestas e que sempre viveram nessas regiões; que chame a atenção para a fragilidade dos ecossistemas e do clima de cada região, e que implemente o poder da Lei sobre o poder da violência e da acumulação de riqueza econômica. Esses processos de planejamento estão bem avançados na rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163) e

continua na página 7



Cenário de "business-as-usual"



Cenário de governança

Cobertura da terra simulada ao longo da Rodovia BR-163 em 2026 tomando cenários de "business-as-usual" e de "governança". Esses mapas fortemente sugerem aos movimentos sociais, ONGs, governos locais e governos nacionais que a pavimentação de rodovias em áreas remotas de florestas não obrigatoriamente leva ao desmatamento descontrolado. Fonte: Soares Filho et al., 2004.

As Dimensões Humanas no LBA

Bertha K. Becker - UFRJ; Diógenes S. Alves - INPE; Mateus Batistella - Embrapa; Eustáquio J. Reis - IPEA/DIMA

As duas questões centrais do LBA são compreender como funciona a Amazônia enquanto um sistema regional e como mudanças de uso da terra e do clima podem afetar esse funcionamento. A concepção do programa preocupa-se em reconhecer os padrões e processos de mudanças de cobertura e uso da terra e formular cenários que incorporem a diversidade e a complexidade das mudanças de uso da terra para melhor definir as condições sob as quais os sistemas amazônicos deverão operar. Ao mesmo tempo, mudanças climáticas e ambientais têm efeito sobre o uso sustentável dos recursos e, de uma forma geral, sobre as populações. É nesse contexto que a

questão das dimensões humanas insere-se: investigar quais e como diferentes fatores humanos podem condicionar os processos de transformação da Amazônia, e compreender como o homem pode sofrer ou adaptar-se a impactos de mudanças no clima ou nos ecossistemas.

Essa questão é cada vez mais importante nos estudos sobre mudanças ambientais, como demonstra a associação entre o IHDP (*International Human Dimensions Programme*), o IGBP (*International Geosphere-Biosphere Programme*) e o WCRP (*World Climate Research Programme*). Seu tratamento pressupõe tratar várias disciplinas de

forma integrada, incluindo as ciências humanas, sociais e naturais em estudos comuns, através de um exercício complexo, seja do ponto de vista epistemológico, seja do ponto de vista de organização da pesquisa, seja do ponto de vista das conseqüências das pesquisas para a sociedade.

No caso do LBA, o desafio da exploração do novo, em alguns casos, do inusitado, que marca as ciências naturais desde o princípio do experimento, torna-se ainda mais complexo e intrincado quando passa a incluir o humano. A forma encontrada de lidar com esse desafio foi o de realizar três exercícios que permitissem trazer as questões humanas para discussão entre as várias

disciplinas: em uma primeira fase, um levantamento da produção científica nas áreas humana e social na década de 1990; em um segundo momento, foram aprofundadas três questões de grande importância na Amazônia; finalmente, a partir desses estudos e de contribuições de especialistas em várias áreas foram identificadas lacunas do conhecimento e elaborada um agenda prioritária de pesquisas.

O levantamento da produção científica no período 1990-2002 incluiu os temas "Cidades e Redes", "Populações, Representações Étnico-culturais e Sociedade", "Dinâmicas Recentes das Atividades Agropecuárias e Extrativistas", e

continua na página 7

Ciência e a fronteira... continuação da página 6

rodovia do Pacífico, de Assis Brasil a Puno, Peru. Mas esses extraordinários processos de planejamento, que atraíram centenas de participantes às suas reuniões periódicas – ministros, governos locais, movimentos sociais, organizações não-governamentais – apenas poderão concretizar todo o seu potencial por meio de uma extensa base de ciência relevante a políticas públicas.

Como a ciência pode alimentar a governança da fronteira?

A contribuição mais importante que a ciência pode fazer para fortalecer os processos de planejamento regionais em andamento na Amazônia é pelo fornecimento de análises claras e acessíveis sobre as implicações climatológicas, ecológicas, econômicas e sociais de cada trajetória de desenvolvimento em questão. A ciência tem o potencial para mapear a rentabilidade potencial da criação de empregos de usos alternativos e competitivos da terra para toda a região. Cabe à ciência identificar regiões, por exemplo, com extrema susceptibilidade ao fogo, chamando a atenção para as bacias hídricas sensíveis e para as potenciais alterações nas chuvas que podem acompanhar cada trajetória. A ciência pode fornecer ferramentas com as quais as interações complexas entre os sistemas climáticos, ecológicos e econômicos - estimulados em cada

cenário de desenvolvimento - sejam simuladas e expressas em números e gráficos.

Em resumo, a ciência pode melhorar a qualidade do planejamento regional se for bem sucedida no fornecimento de informações acessíveis, rigorosas e convincentes.

Um modelo de simulação do futuro desmatamento da rodovia BR-163 sob cenários de “*business-as-usual*” e “governança” (Soares Filho et al. 2004) demonstra a influência potencial dos resultados científicos sob a forma de mapas. O primeiro mapa, ao lado, simula uma futura trajetória de devastação ao longo da Cuiabá-Santarém, pressupondo-se que os padrões de desmatamento continuarão no futuro. O segundo mapa pressupõe que várias medidas restritivas ao desmatamento “não-produtivo”, pelo fato de apoiarem atividades econômicas de base florestal e implementarem a Lei, serão concretizadas, evitando-se as formas mais devastadoras de devastação florestal. Esses mapas foram apresentados em reuniões de grupos de interesse e populações da BR-163, diante de vários ministros, e tornaram-se matéria da revista *Veja*. Ainda assim, esse modelo é apenas um pequeno exemplo do que a ciência poderia oferecer para apoiar os processos de desenvolvimento regionais em andamento.

Dimensões Humanas no LBA... continuação da página 6

“Expansão e Dinâmica das Atividades Industriais”. O exercício revelou um bom número de pesquisas realizadas na região, programas de pós-graduação amadurecidos e participação ativa de centros de pesquisas não universitários. O estudo também permitiu identificar algumas lacunas importantes de pesquisa.

As três questões tratadas a partir do levantamento da produção científica foram: a) população amazônica, tema negligenciado na década de 1990; sistemas produtivos

emergentes e a expansão do agronegócio da soja na Amazônia, incluindo o estabelecimento de sua estrutura logística.

A elaboração de uma agenda de pesquisa foi tratada de forma mais específica em maio deste ano, no seminário “Dimensões Humanas e o LBA”, que reuniu pesquisadores de várias áreas para discutir uma série de questões fundamentais no campo. A partir da identificação de lacunas de conhecimento e da discussão sobre a importância de diversos temas sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, foram considerados

Sistema de Informações e Dados do LBA (LBA-DIS)

O LBA-DIS, Sistema de Informações e Dados do LBA, é uma janela que permite entrar no mundo da pesquisa científica da Amazônia propiciada por este grande Experimento. Todos os dados coletados durante o projeto LBA estão sendo armazenados em um único lugar para que cientistas, professores, estudantes e a sociedade em geral possam ter acesso ao imenso conjunto de dados e informações do LBA. O INPE, a primeira instituição que exerceu a coordenação geral do LBA, e a NASA foram responsáveis pelo desenvolvimento do LBA-DIS. O núcleo de funcionamento desse sistema – o arquivo e distribuição - é mantido no INPE/CPTEC e administrado pelo Escritório Central do LBA, atualmente no INPA, em Manaus. O núcleo do LBA-DIS acha-se também espelhado em *sites* de apoio no INPA, na USP e nos EUA.

O LBA-DIS compõe-se de conjuntos de dados organizados segundo especificidades descritas nos arquivos de *metadados*: quem coletou, onde, que métodos, instrumentos e modelos foram utilizados, enfim, vários detalhes e informações que permitem categorizar os dados. O sistema dispõe de duas ferramentas de busca *on-line*, o LME (Metadata Editor), para acesso aos *metadados* e o “Beija-flor”, que faz o rastreamento dos *metadados* e constrói a base dos dados de interesse do usuário.

O LBA-DIS inclui não apenas os dados coletados por pesquisadores brasileiros e suas contra-partidas estrangeiras. O conjunto original geral abrange dados de estações meteorológicas de todo o mundo, com um subconjunto onde estão incluídos os dados das regiões estudadas pelo LBA que, até o momento, armazena dados relativos ao clima, atmosfera, e florestas; cultivos e pastagens; solos; superfície de água (rios, riachos, terras alagadas); uso e cobertura da terra; biomassa e vegetação.

O LBA-DIS possibilita que essa fonte valiosa e ampla de informações produza infinitas combinações, gerando bases sólidas para estudos nas diversas áreas que compreendem os estudos climáticos e ambientais. A existência deste sistema que é transparente para o usuário e fácil de manejar para os provedores de dados e informações, isto é, para os cientistas, estudantes e técnicos do LBA, está igualmente contribuindo para mudar lentamente a “cultura” prevalente anteriormente no meio científico de não compartilhamento de dados de campo por muitos anos. A nova cultura que o LBA ajuda a disseminar é de compartilhamento dos dados não mais do que dois anos após sua coleta, ou mesmo antes, para maximizar o trabalho interdisciplinar de reunir conjuntos de dados de diferentes disciplinas e assim avançar as fronteiras do conhecimento sobre o complexo universo da Amazônia.

prioritários os seguintes temas: “Questão agrária”, “Sistemas de Produção” e “Mudanças de Cobertura e Uso da Terra”, temas que focalizam os aspectos sócio-econômicos e sócio-ambientais do uso do território; “Logística e Desenvolvimento Regional” e “Mobilidade Populacional e Urbanização”, entendidos como processos que embasam as mudanças no uso do território; “Instituições e Governabilidade” e “Instituições e Políticas em Ciência e Tecnologia”, tendo em vista a necessidade urgente de fortalecimento institucional para o ordenamento do território.

Ao tratarmos das dimensões humanas no LBA, sentimos o interesse de toda a comunidade em contribuir para reduzir e mitigar os impactos da ocupação acelerada e desordenada, assim como para buscar alternativas de desenvolvimento sustentável para as populações rurais e urbanas que tanto cresceram nas últimas décadas. Isso nos estimula a encontrar a melhor forma de fazer a integração entre as ciências humanas e naturais, para que a sociedade e os tomadores de decisão possam usufruir dos resultados das pesquisas.



Novas iniciativas em Treinamento e Educação

Regina C. C. Luizão - INPA

O LBA continua suas ações de T & E para a expansão dos programas de capacitação de novos cientistas da região amazônica. Neste ano foi aprovado o PARAMA (Projeto para o Avanço das Redes Científicas na Amazônia), uma cooperação entre a União Européia e países sul americanos. Esse programa visa à formação de uma nova rede de pesquisa regional de países amazônicos e envolverá a participação de 70 pesquisadores de dez países da América Latina e Europa, que terão o objetivo de avançar o entendimento da estrutura e função da floresta amazônica e de oferecer treinamento a estudantes e cientistas da região, num esforço conjunto para se garantir a continuidade de estudos nestas áreas temáticas. O treinamento de

pesquisadores será feito com a realização de workshops de estudos avançados liderados por pesquisadores latino-americanos e europeus. Serão também oferecidas bolsas a candidatos de alto nível para o desenvolvimento de projetos que estarão endereçando prioridades da Rede Européia de Pesquisa em Mudanças Globais sobre a biodiversidade e o ciclo do carbono, incluindo a diversidade e dinâmica da floresta, biodiversidade vegetal, dinâmica de carbono e toda a fisiologia do ecossistema.

Outra importante iniciativa é a oferta de três bolsas de mestrado pelo Programa de Gerenciamento Ambiental da Universidade de Duke, Estados Unidos. A princípio, terão prioridade candidatos oriundos da região Amazônica. Esse programa de dois anos contempla estudos nas áreas de Política e Economia Ambiental; Segurança e Saúde Ambiental; Gerenciamento de Recursos Florestais; Mudanças Ambientais Globais; Política e Ciência da Conservação; Gerenciamento e

Ciência dos Ecossistemas; e Recursos Hídricos.

Assim, essas parcerias vêm aumentar ainda mais os números excepcionais já conquistados até agora pelo LBA: 249 alunos de graduação, 195 mestres e 196 doutores já foram formados em seis anos de atuação na região amazônica.

Além dos programas formais, o LBA continuará a oferecer cursos e seminários. Cerca de 19 cursos de curta duração e mais de 50 palestras foram ministrados a alunos do LBA, abertos também às comunidades e instituições de ensino e pesquisa da região amazônica. Esses encontros têm propiciado experiências diversas de ensino e aprendizado, não só pela ampliação do conhecimento científico na interação com diferentes grupos de pesquisa, mas também pelo desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita, de coordenação e síntese, exercitadas nos grupos de trabalho.

Desde o início deste ano, com a chegada do Laboratório Portátil de

Informática composto de 12 laptops, iniciou-se o curso itinerante de "Modelagem de Sistemas Ambientais Dinâmicos", coordenado pelo Prof. Marcos Costa, da Universidade Federal de Viçosa, em colaboração com a Universidade de Wisconsin-Madison. Jovens cientistas de Viçosa, Manaus e Cuiabá foram os primeiros a se beneficiar dessa inovação que visa dar oportunidade de aprendizado à comunidade acadêmica em todos os sítios de pesquisa do LBA.

Para a III Conferência Científica do LBA, em Brasília, o Comitê de Treinamento e Educação está apoiando, com passagens e hospedagem, a ida de 118 jovens cientistas brasileiros e sul-americanos, todos eles primeiros-autores em painéis e apresentações orais nas várias sessões da Conferência. Essa iniciativa representa, sem dúvida, mais um grande incentivo que um programa de pesquisa pode dar a seus jovens cientistas.

Folha Amazônica

<http://lba.inpa.gov.br/lba/>

Dr. Carlos A. Nobre, Coordenador Científico do LBA e Presidente do Comitê Científico Internacional do LBA 2004, CPTEC/INPE, Brasil: nobre@cptec.inpe.br;
Dra. Diane Wickland, Gerente do Programa de Ecologia Terrestre, NASA, EUA/Componente LBA-ECO; Dr. Pavel Kabat, Coordenador das Contribuições Europeias do LBA.

Colaboradores desta Edição:

Dr. Paulo Artaxo (USP), Dr. Michael Keller (UNH),
Dra. Mercedes Bustamante (UnB), Dr. Flávio Luizão (INPA),
Dra. Maria Assunção F. da Silva Dias (USP),
Dr. Antonio Nobre (INPA), Dr. Erick Davidson (WHRC),
Dr. Alex Krusche (CENA-USP), Dr. Javier Tomasela (INPE),
Dr. Daniel Nepstad (WHRC, IPAM), Dr. Diógenes Alves (INPE),
Dra. Bertha Becker (UFRJ), Dr. Mateus Batistella (Embrapa),
Dr. Eustáquio Reis (IPEA), Dra. Regina Luizão (INPA),
Dr. Peter Griffith (LBA-ECO), Dra. Ivani Pereira (LBA-ECO).

Apoio Financeiro: LBA - <https://lba.inpa.gov.br> e
LBA-ECO - <http://www.lbaeco.org/lbaeco/>

Jornalista Responsável: Tânia Brandão, MTB 025/DRT-AM,
INPA e MCT, Av. André Araújo, 2936, Manaus, Brasil

Revisão Técnica: Dr. Carlos A. Nobre e Dr. Antônio O. Manzi

Design: Beth Nelson (LBA-ECO)

Comentários e sugestões: eneida@inpa.gov.br

LBA em NÚMEROS

1998 a 2004

PROJETOS			
100% brasileiros		20	
Cooperação			
Brasil x EUA		77	
Brasil x EUA x Países Amazônicos		4	
Brasil x EUA x Europa		1	
Brasil x Europa		16	
Brasil x Europa x Países Amazônicos		2	
TOTAL		120	
INSTITUIÇÕES PARCEIRAS			
Brasileiras (não-amazônicas)		63	
Amazônicas (Brasil e Países Amazônicos)		39	
Estrangeiras		143	
TOTAL		245	
PESQUISADORES		ESTUDANTES E BOLSISTAS	
Brasileiros	990	Graduação	249
Estrangeiros	708	Mestrado	195
TOTAL	1698	Doutorado	196
		TOTAL	640
PUBLICAÇÕES EM REVISTAS CIENTÍFICAS			
Autores e/ou co-autores brasileiros			371
Autores estrangeiros			108
TOTAL			479
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 Amazônica (submetidos)			28