

# INSTITUIÇÕES DE PESQUISA EM MEIO AMBIENTE: o caso do BIOTA e do LBA

Tatiana SCHOR\*

*Universidade Federal do Amazonas*

## Resumo

O questionamento que se faz neste artigo é se programas de pesquisa em meio ambiente podem ser considerados e analisados como instituições. Para analisar este questionamento não basta só explorar em termos teóricos a relação programas de pesquisa-instituições, mas cotejar a análise teórica com estudo de caso. Este artigo fará esta análise a partir de dois programas de pesquisa em meio ambiente o BIOTA e o LBA. Desta análise tem-se que o desenho ou formato do programa é essencial para que se possa pensar em formas diferenciadas de se fazer pesquisa em meio ambiente com temáticas tão complexas como a preservação da biodiversidade ou regulação do clima. Neste sentido, pensar como o arcabouço institucional (a estrutura organizacional e forma institucional) expressa um limite na formação de pesquisa interdisciplinar em ciência ambiental é importante para se sedimentar a instituição formada pelo programa de pesquisa e a possibilidade atuação da sociedade no seu desenho inicial e por conseguinte na disponibilização de seus resultados.

**Palavras-chave:** instituição, pesquisa em meio ambiente, BIOTA, LBA.

## Abstract

This article questions the possibility that environmental research programs be considered as institutions. To analyse this problematic it proposes not only a theoretical approach but also a case study. The case study, necessary to understand the relationship research program-institution, is base on two important environmental research programs that deals with biodiversity (BIOTA) and global environmental change). As a result of the analysis is the consideration that the research program can be considered as an instituion and as such it is necessary to plan the institutional design since the beggining of the program .

**Key-words:** institutions, research in environment, BIOTA, LBA.

## *A controversa definição de instituição*

A relevância do papel das instituições nos processos de mudança ambiental é consensual (King, L. 1997; Constanza, R.2000;Young, O. 2000; Ostrom, E. 1998 e 2002). É neste contexto que se estabelece no seio do International Geosphere-Biosphere Program dentro do Human Dimension of Global Change, o Institutional Dimension of Global Change voltado para o fomento e a pesquisa do papel exercido pelas instituições no processo de mudança ambiental. Porém como, em que medida e qual o significado desse papel é controverso entre os autores que tomam a

abordagem institucional como elemento central para o estudo das questões ambientais. Young (2000) afirma que as diferentes abordagens têm em comum o fato de considerarem que as instituições sociais constituem uma potente força motivadora responsável por uma significativa proporção da mudança na condição dos sistemas biogeofísicos. O autor aponta que existe um número considerável de pesquisas individuais sobre o papel das instituições na mudança ambiental. No entanto este elemento comum não constitui um arcabouço metodológico e epistemológico que os agregue, pois falta aos

pesquisadores em dimensões institucionais da mudança ambiental definições comuns, conceitos centrais, especificações de variáveis chave e um conjunto “harmonioso” de dados para avaliar as hipóteses.

O estudo das instituições, ou como se convencionou chamar o Institucionalismo, se distingue, conforme Théret (2000), dos demais paradigmas das ciências sociais, principalmente das ortodoxias individualistas. É a centralidade atribuída aos institucionalistas ao papel das mediações entre estruturas sociais e comportamentos individuais para assim compreendê-los e analisar suas formas coletivas de expressão que marca esta distinção. Essas mediações, que tornam possíveis tanto a compreensão dos comportamentos individuais quanto as formas coletivas de expressão, são para o autor precisamente as instituições. Young (2000) detalhando mais o conceito de instituição, a considera como um conjunto de regras, procedimentos de tomada de decisão e programas que definem as práticas sociais ou as ações coletivas. De fato o uso da perspectiva dos institucionalistas nos permite ampliar o horizonte de análise para além do individualismo metodológico. No entanto, o termo instituição torna-se uma abstração muito ampla que vai do casamento à moeda, da lei à empresa.

O questionamento que se faz é se programas de pesquisa com temáticas novas, tal qual mudanças climáticas e biodiversidade, e que atuam em regiões que são frágeis em termos institucionais, como na Amazônia, podem ser considerados e analisados como instituições. Para analisar este questionamento não basta só explorar em termos teóricos a relação programas de pesquisa-instituições,

mas cotejar a análise teórica com estudo de caso. Este artigo fará esta análise a partir de dois programas de pesquisa em meio ambiente o BIOTA (Instituto Virtual da Biodiversidade, criado em março de 1999, é o Programa de Pesquisas em Conservação Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo, programa especial da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP) e o LBA (Experimento de Grande Escala de Interação Biosfera-Atmosfera na Amazônia, programa de cooperação internacional vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia criado em 1998).

Quando se trata de processos sociais insipientes tal qual os programas de pesquisa em meio ambiente não bastam constatar a existência de instituições ou realizar julgamento sobre se uma determinada estrutura social é ou não uma instituição. Há de fato a necessidade de aceitar aquilo que os pesquisadores chamam de instituições como evidência de suas ações, subjetividades, intencionalidade e moralidade (Latour, B. 1999b:18). Afinal tratar a relação ator-rede como uma entidade circulante (Law, J. e Hassard J. 1999; Latour, B. 1999b) no sentido de circulação entre as diferentes escalas de análise, dotada parcialmente de consciência, subjetividade e ação do ator (*actoriality*), não deve se restringir à alternância entre um conceito de ordem social, tal como formulado pela sociedade e outro obtido da composição estocástica dos átomos individuais (Latour, B. 1999b:18), isto é, permanecer entre duas escalas de análise sem encontrar uma relação entre elas.

É neste sentido que é necessário definir a forma expositiva da entidade circulante, “programas de pesquisa-instituição”, nas suas

diferenças minuciosas. A definição de instituição de Young é a que se encaixa melhor no caso das instituições que lidam explicitamente com os temas ambientais ou de recursos como regimes ambientais ou regimes de recursos naturais (Young, O. 2000:4). No caso da análise de programas de pesquisa em meio ambiente na Amazônia, a definição de Young é válida pois reflete de maneira precisa o uso do termo que os pesquisadores fazem de instituição. Esta adequação não é por acaso, afinal Young é coordenador e principal cientista social do Institutional Dimension of Global Change.

O estudo das instituições confunde-se e esbarra na discussão acerca das organizações. Young (2000), ao definir instituição delimita o conceito de organização como entidade material com pessoal, escritório, equipamento, orçamento e personalidade legal. Lapassade (1989) quando discute esta questão para os estabelecimentos de ensino define organização como sendo

"o nível da fábrica em sua totalidade, da universidade, do estabelecimento administrativo (...) que se rege ele próprio por novas normas, que faz a mediação entre a base (a "sociedade civil") e o Estado (...) nível de aparelhos, de ligações, da transmissão de ordens, nível da organização burocrática." (1989:15).

Esta tensão, entre as definições de instituição e organização, é muito mais importante do que pode parecer à primeira vista. Na definição de Young as categorias incorporadas sob o conceito de organização englobam aspectos materiais e administrativos. A definição de Lapassade pelo fato de ser uma reflexão a partir da esfera

do ensino percebe que a distinção entre processos materiais da organização do ensino e dos processos de mediação entre a sociedade e o ensino muitas vezes se confundem.

Os programas de pesquisa em meio ambiente, surgem como instituições e por isso são identificadas como tal. São identificadas como tais, pois estes programas viabilizam a mediação entre as estruturas sociais (que neste caso vão desde demandas da sociedade civil organizada por respostas às "crises ambientais", das organizações internacionais de proteção ao meio ambiente, dos governos, das organizações científicas e principalmente os cientistas das ciências da natureza que esbarram em problemas sociais) e os comportamentos individuais (dos diferentes pesquisadores). São essas mediações que geram formas de ação coletiva de enorme importância no processo dinâmico de mudança dos ecossistemas locais e globais. Além disso, como instituições de papel fundamental na complexa dinâmica de mudança sócio-ambiental (Harvey, D. 1996), elas tomam corpo e se territorializam como organizações de pesquisa com escritório, pessoal, material e identidade jurídica.

Assim sendo, conforme mostrar-se-á no decorrer da análise, a necessidade de um estudo detalhado da estrutura organizacional e da forma institucional de programas de pesquisa em meio ambiente torna-se imprescindível para compreender os processos metodológicos de pesquisa interdisciplinar interno aos programas e as opções epistemológicas de análise coletiva dos resultados obtidos e a partir desta análise compreender seu papel como instituições sociais.

## *A Estrutura Organizacional do Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo - O Instituto Virtual da Biodiversidade - BIOTA*

O Instituto Virtual da Biodiversidade, criado em março de 1999, é o Programa de Pesquisas em Conservação Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo, programa especial da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP. Tal como o LBA surge como resposta da comunidade científica às convenções internacionais, neste caso a Convenção sobre a Diversidade Biológica elaborada na ECO-92 e ratificada no Congresso Nacional em 1994.

Como resposta científica à Convenção sobre a Diversidade Biológica, o BIOTA tem como objetivo maior inventariar e caracterizar a biodiversidade do Estado de São Paulo, com isso definindo mecanismos para sua conservação, seu potencial econômico e sua utilização sustentável. Além de sistematizar e padronizar a coleta de dados sobre a biodiversidade do Estado de São Paulo visa criar um inventário catalogado em um banco de dados digital (SinBiota - Sistema de Informação Ambiental do BIOTA) - daí o título Instituto Virtual da Biodiversidade.

O BIOTA surge do reconhecimento, por parte dos pesquisadores da área, da necessidade de se sistematizar a coleta de dados e da demanda por disponibilização das informações sobre a biodiversidade do Estado de São Paulo por parte não só da comunidade acadêmica paulista mas também nacional, internacional e da sociedade civil organizada em defesa da biodiversidade. Havia uma preocupação, por parte da comunidade

científica, em como a coleta de dados estava sendo realizada e quais usos os resultados obtidos estavam tendo. Pois, a partir deste momento em que a identificação de espécies novas tornou-se uma potencial fonte de renda pela lei de patentes.

Com a formalização do Instituto tem-se uma ampliação dos objetivos, entre os quais:

- Estudar, ampliando o conhecimento, e divulgar a biodiversidade;
- Compreender processos geradores, mantenedores e impactantes da biodiversidade;
- Ampliar a capacidade de organizações públicas e privadas de gerenciar, monitorar e utilizar sua biodiversidade;
- Avaliar a efetividade do esforço de conservação no Estado de São Paulo, identificando áreas e componentes prioritários para conservação;
- Desenvolver bases metodológicas e padrões de referência para estudos de impacto ambiental;
- Produzir estimativas de perda de biodiversidade em diferentes escalas espaciais e temporais;
- Subsidiar a tomada de decisão sobre projetos de desenvolvimento;
- Capacitar o Estado e as organizações públicas e privadas para se beneficiar do uso sustentável de seus recursos biológicos e genéticos;
- Capacitar o Estado para estimar o valor da biodiversidade e seus serviços;
- Capacitar as instituições do Estado a atender a disposição e instrumentos legais referentes a organismos vivos, tais como depósito de espécimes<sup>1</sup>.

Para atingir seus amplos objetivos foi necessário que o BIOTA se estruturasse

organizacionalmente de forma suficientemente maleável para que os mais diversos projetos de pesquisa, que envolvessem estudos em diversidade biológica, pudessem ser incorporados. O BIOTA funciona da seguinte forma: existe uma comissão coordenadora que se reúne mensalmente na Fapesp para aprovar os projetos encaminhados para o Instituto. Nesta fase o projeto deve conter no máximo 3 páginas especificando o objetivo da pesquisa, metodologia e o local a ser estudado. Para que este projeto seja aprovado é necessário, no primeiro momento, três condições:

1. que seja um estudo de levantamento da biodiversidade no Estado de São Paulo;
2. que a coleta de dados seja realizada conforme o protocolo de coleta estabelecido pelo BIOTA;
3. dados coletados sejam disponibilizados no banco de dados do Instituto.

A principal preocupação do BIOTA, desde o início, foi com a normatização do processo de coleta de dados e disponibilização desse inventário para toda a comunidade científica, além de incentivar a pesquisa voltada ao estudo da biodiversidade. Para tal sistematização foi elaborada uma Ficha Padrão na qual o pesquisador deveria identificar: tempo; local; identificação das espécies. Esta padronização é muito importante para os mais diferentes tipos de pesquisa tais como inventário faunístico ou extração de fármacos. Outro pré-requisito, além da ficha padrão, é o uso de GPS e o comprometimento de que o material coletado e os dados produzidos entrassem no sistema de banco de dados do SinBIOTA. Todo esse processo de padronização da coleta de dados está fortemente relacionado ao objetivo de

catalogar e disponibilizar essas informações em um banco de dados digital. Além deste banco de dados o BIOTA com a intenção de integrar as informações geradas e relacioná-las com uma base cartográfica digital criou um ATLAS da biodiversidade do Estado de São Paulo que está disponível na internet.

Uma vez que um projeto é aprovado pela comissão coordenadora, ele retorna aos pesquisadores que devem encaminhá-lo a Fapesp. O encaminhamento segue os procedimentos normais da Fapesp para o financiamento com um adendo "*de interesse do Biota*".

Esta estrutura organizacional possibilitou a existência no BIOTA de um amplo escopo de projetos de pesquisa em consonância com os padrões existentes da Fapesp, isto é, desde Iniciação Científica até Projetos Temáticos. Este programa foi um grande sucesso não só em termos de adesões, mas também como forma original de organização de financiamento de pesquisa pela Fapesp gerando em seus moldes outros programas de pesquisa, tais como os Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão - Cepids - estruturados de maneira similar ao BIOTA.

Dadas as diferentes possibilidades e o grande número de projetos de pesquisa, muitos deles individualizados, uma das principais preocupações da comissão científica é a coordenação entre os projetos. Uma solução encontrada foi a realização de Simpósios anuais nos quais, além da apresentação de todas as pesquisas vinculadas ao BIOTA, são realizadas discussões em grupos de trabalho. No III Simpósio do Programa BIOTA/Fapesp, realizado no mês de novembro de 2002 em São Carlos/SP, foram organizados seis Grupos de Trabalho,

com as seguintes temáticas:

1. Inventários bióticos: o que mudou no estado do conhecimento de 1997 a 2002 - cobertura taxonômica, biogeografia e ecologia.
2. Conservação - avaliação do conhecimento e indicadores.
3. Correlação, integração e análise de padrões de distribuição.
4. Aplicação: prospecção, sustentabilidade.
5. Aplicação: divulgação, educação, turismo.
6. Biodiversidade e funcionamento de ecossistemas.

Estas temáticas escolhidas para os Grupos de Trabalho refletem uma preocupação presente desde o início na comissão científica, a da necessidade de se construir uma síntese dos resultados obtidos. Nesta mesma reunião aconteceu o I Workshop de Síntese do BIOTA/Fapesp. Com a existência de um grande número de material coletado e da padronização da pesquisa científica tornou-se necessário buscar um conhecimento mais integrado, este seria o que alguns pesquisadores chamam de parte sintética do programa.

É no momento de síntese que a demanda por uma integração com as outras áreas de pesquisa, principalmente as que lidam com a questão socioeconômica aparece de forma contundente. Afinal, toda a discussão da conservação da biodiversidade e do uso sustentável dos recursos biológicos e genéticos implica em lidar com a 'interferência antrópica'<sup>2</sup>.

São várias as questões formuladas pelos pesquisadores ao cientista social (Caderno de Campo II pp:88-94, 06 11 02 e Ia pp:30-34, 08 11 02): como definir áreas prioritárias para conservação? Como retornar às populações

tradicionais o conhecimento obtido? Qual a melhor forma de se pesquisar o conhecimento tradicional? Porém, a interface entre as áreas ainda não está definida, o que estas questões apontam é uma necessidade consciente por parte dos pesquisadores da área de ciências da natureza de interação e diálogo com as ciências do homem.

A comissão científica fez vários apelos à comunidade acadêmica da área de humanas para enviarem projetos ao BIOTA porém o resultado foi pequeno. É recorrente no discurso dos coordenadores dos projetos a reclamação que os cientistas das ciências do homem não respondem aos editais de pesquisa na área. Uma dessas tentativas mais incisivas aconteceu em uma Seção Especial do I Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade, ocorrido em Indaiatuba/SP (mês de novembro 2002), "*Programa BIOTA da Fapesp: interações entre ciências humanas e biológicas na conservação da biodiversidade*". Um dos coordenadores da comissão científica do BIOTA apresentou o programa aos pesquisadores presentes explicando que o forte viés biológico do programa está vinculado ao seu nascimento, afinal a preocupação inicial do programa foi de realizar inventários biológicos, estudos de ecologia da paisagem e bioprospecção. E, na análise do pesquisador, é este fato que fez com que faltassem projetos na interface com a 'questão social'.

Esta 'questão social' está relacionada, na fala deste coordenador, com a questão da educação ambiental para a preservação da biodiversidade (Fita\_2/BIOTA/Lado A/ 16 10 2002; Caderno de Campo Ia pp:30-34, 08 11 2002). Durante esta mesma reunião o

coordenador expôs que uma das grandes preocupações com relação a esta interface estaria na área de ensino. Reconhecendo esta necessidade, a coordenação científica aprovou um projeto específico coordenado por pesquisadores oriundos das humanidades para tratar da questão da educação ambiental. Apesar desta temática estar sendo encaminhada, o coordenador, ainda durante esta fala, considerou que esta alternativa não dá conta das demais áreas sociais de interesse na discussão no tema de diversidade biológica. O próprio diagnóstico das questões relevantes para o programa manifesta-se mais como demandas de pesquisadores da área de biológicas do que de um debate interdisciplinar (do Tipo 2). Possivelmente os próprios editais elaborados possam ser considerados não atrativos a pesquisadores de ciências humanas em seu enunciado. Uma outra possibilidade seria considerar que de fato editais não são formas usuais de se definir agenda de pesquisa em ciências humanas. Essas possibilidades indicam que esta forma de estruturar a pesquisa em meio ambiente – via editais de pesquisa – não funciona para fomentar pesquisa interdisciplinar do Tipo 2.

A estrutura organizacional do Biotá, fortemente vinculada a uma agência de fomento não especializada na promoção de pesquisa interdisciplinar e ambiental, fez com que o diálogo interdisciplinar entre as ciências do homem e as ciências da natureza ficasse relegado a um segundo, senão terceiro, plano. A estrutura organizacional do BIOTA reflete fortemente a forma de pesquisa nas biológicas o que por sua vez torna a possibilidade de incorporação das ciências humanas no núcleo central (a delimitação das questões científicas, dos procedimentos metodológicos e do

arcabouço epistemológico a ser utilizado) do programa inviável. As ciências do homem, no caso do BIOTA, participam como apêndice do corpo central, chamadas para lidar com questões de transmissão de conhecimento adquirido pelo núcleo central para a sociedade e como promotora de uma “educação ambiental” que preservaria a biodiversidade estudada.

### *A estrutura organizacional do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia - LBA*

O LBA surge em 1996 com o objetivo de tratar das questões principais levantadas pela Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas formulando como questões científicas formuladas para o programa são:

"de que modo a Amazônia funciona, atualmente, como uma entidade regional? E de que modo as mudanças dos usos da terra e do clima afetarão o funcionamento biológico, químico e físico da Amazônia, incluindo sua sustentabilidade e sua influência no clima global? O pressuposto da pesquisa é que o 'uso sustentável de florestas na Amazônia deve basear-se num sólido entendimento científico do meio ambiente'" (Plano Conciso 1996:11).

Este conhecimento com relação ao funcionamento do sistema natural da Amazônia ainda que não consolidado é necessário, pois

"um sólido conhecimento de como funciona o sistema natural (...) ser um pré-requisito para se definir estratégias ótimas de desenvolvimento"(Plano Conciso 1996:11).

Existe desde o início no LBA uma determinação explícita do papel da ciência: esta deve servir, por meio da compreensão do funcionamento do sistema natural, de guia para políticas de desenvolvimento sustentável. Sendo o papel da ciência produzir conhecimento sobre este sistema natural, no caso a Amazônia, buscando compreender sua dinâmica interna e suas relações regionais e globais e, o que é mais importante no caso do LBA, o papel da floresta Amazônica no funcionamento do clima global. Daí a necessidade de se compreender a relação biosfera (a floresta como um todo) e a atmosfera - afinal a Amazônia é ou não é o *pulmão* do mundo?

A questão se a Amazônia é ou não é o *pulmão* do mundo permeia grande parte das preocupações dos cientistas do LBA, pois o fluxo de carbono e sua apropriação pela floresta ainda não está decifrado.

O LBA foi originalmente organizado em seis componentes: Física do Clima, Armazenamento e Trocas de Carbono, Biogeoquímica, Química da Atmosfera, Hidrologia, Usos da Terra e Cobertura Vegetal. Cada um desses componentes com seus próprios temas e questões científicas. Como o próprio nome dos temas mostra, existe uma diversidade de disciplinas científicas incorporadas no programa que o constitui como fortemente interdisciplinar. Por essa razão, a organização e estruturação da primeira fase do programa (1996-2003) foi precedida por um longo período de debate (aproximadamente três anos)<sup>3</sup>. É recorrente entre os cientistas do LBA a lembrança das discussões para a delimitação das questões científicas<sup>4</sup> e a elaboração e redação final do Plano Experimental Conciso. Entre as

dificuldades relatadas deve-se apontar para algumas que foram principais e que tiveram uma solução já de início: a escala, os instrumentos mais adequados e os modelos a serem utilizados. O Comitê Científico Internacional (Science Steering Comitee -SSC) interno ao LBA tem um papel importante no equacionamento dos diferentes aspectos relacionados às questões científicas.

Este comitê científico tem um papel importante na construção do diálogo interdisciplinar tanto em termos epistemológicos (as apresentações dos resultados das áreas específicas) quanto em termos de procedimento de pesquisa (como organizar a pesquisa em conjunto). Existe por parte da coordenação do LBA uma grande preocupação com a construção de uma 'coordenação forte' (Fita 1\_LBA/Lado B/ 26 04 02), que significa nas palavras do coordenador "*ser legítima, ser exercida e principalmente estar atenta à direção de cada sub-projeto, não deixar o pesquisador ficar só na pesquisa individual*". Com esta concepção de coordenação as reuniões semestrais do Comitê Científico são organizadas de maneira a privilegiar a apresentação de cada área e viabilizar o espaço e tempo de debate. E é por essa preocupação - de ficar atento ao direcionamento de cada sub-projeto - que no LBA cada área tem suas questões orientadoras tão bem definidas. É esta estrutura organizacional que diferencia o LBA do BIOTA.

### ***O debate das torres: a importância dos meios de medir***

Esta diferencia na estrutura organizacional entre ambos os programas vem do fato que no caso do BIOTA a questão científica era concretamente realizável, afinal

inventariar e catalogar a biodiversidade do estado de São Paulo é uma demanda científica de padronização dos procedimentos metodológicos das pesquisas que já vinham sendo realizadas. Vale lembrar que parte do processo de padronização realizado pelo BIOTA se referia a incorporação do uso do GPS para georeferenciar os dados. O GPS é uma inovação técnica recente e que possibilita avanço em termos de padronização e catalogação dos dados (Fita\_B/BIOTA/ Lado A/ 161002).

Além do que no que se refere a interdisciplinaridade do Tipo 2 no BIOTA havia pouca expectativa quanto a possibilidade, neste primeiro momento, de se avançar. A solução encontrada de voltar a ação para a educação ambiental é claramente simplificadora no que se refere à temática do uso sustentável dos recursos naturais. Talvez de fato, tal como o coordenador expressou, seja a restrição inicial do objetivo científico do programa que dificultou aproximação dos pesquisadores das ciências humanas do BIOTA.

Já no caso do LBA não só as questões científicas são mais abertas como também os procedimentos de pesquisa, isto é, as formas de medidas que poderiam levar as respostas ainda estão indefinidas, e não só em termos técnicos, mas principalmente em termos de possibilidade de geração de dados que explicitem o funcionamento do sistema natural da Amazônia. Deve se ter claro que o LBA surge, conforme mencionado anteriormente, para atender uma demanda social bastante ampla e tensa. Neste sentido, não se trata de partir para uma pesquisa bem delimitada e com implicações, inclusive políticas, estabelecidas a priori. Não se deve

por este motivo desprezar o esforço científico, e interdisciplinar, do LBA. A dificuldade da resposta deve ser vista como o estímulo à pesquisa. Este fato é perceptível quando se aprofunda o estudo sobre o LBA explicitando como cada um dos componentes formula suas questões e debate as possibilidades metodológicas de se realizar a pesquisa. Faz-se necessário, portanto, a apresentação o mais detalhada possível do processo de constituição do programa, das questões científicas e metodológicas.

A área de **Física do Clima** tem como objetivo, nesta primeira fase do LBA (1996-2003), estudar

"o transporte de energia e água na fase atmosférica dos ciclos de água e energia, e de que modo as interações entre a vegetação e a atmosfera influenciam esses ciclos" (Plano Experimental Conciso, 1996:22),

sendo a primeira tarefa deste componente "*observar e modelar os processos entre a superfície e a atmosfera*". Com esse objetivo formula a seguinte questão científica:

"quais são os componentes meteorológicos e da superfície nos fluxos de energia e água, e como eles variam no espaço, em toda a Amazônia, e no tempo, sazonal e interanualmente, de modo a afetar os balanços regionais de energia e água?" (Plano Experimental Conciso, 1996:22)

Para responder essas questões são utilizadas torres instrumentadas<sup>5</sup> localizadas em sítios espaçados ao longo dos gradientes ecoclimáticos percorrendo a bacia Amazônica. Essas torres realizam medições de variáveis meteorológicas e das trocas de energia, vapor

d'água e dióxido de carbono. Nas duas reuniões da SSC a 12<sup>a</sup> realizada em maio de 2002 em Piracicaba/SP e 13<sup>a</sup> SSC realizada no mês de Novembro de 2002 em Manaus/AM, a questão da utilização das torres para tais medições foi fortemente questionada. Esta crítica se baseia na hipótese de que elas são inadequadas para a medição de fluxos atmosféricos principalmente de dióxido de carbono.

A argumentação dos cientistas está baseada na existência de um diferencial entre o período diurno e noturno. Haveria uma fuga de carbono no período noturno, pois neste período com o esfriamento do solo o dióxido de carbono escoaria pelo relevo voltando à atmosfera em uma distância não captada pelo *footprint* da torre que é de aproximadamente 1 Km (esta hipótese foi apresentada por um pesquisador do INPA na reunião de Manaus – Caderno de Campo la pp:35-45).

Alguns pesquisadores consideram as torres instrumentadas de grande serventia para as medições e análises ecológica e de ciclos de nutrientes, mas para medições de fluxo de carbono, aviões ou até mesmo helicópteros poderiam ser alternativas. Esses instrumentos, porém, apresentam outros tipos de problemas: o tempo de medida, a turbulência e o custo. Vale lembrar que o objetivo principal do LBA, no caso do componente aqui analisado, é compreender o funcionamento do sistema natural da Amazônia o que significa medições em locais de floresta primária, sendo esse um dos argumentos do grupo dos aviões, pois esses chegariam com muito mais facilidade em locais de floresta primária.

O auge do debate das torres aconteceu no segundo semestre de 2002 quando uma das

torres localizada em Rondônia foi *grilada*. A torre estava funcionando a mais de quatro anos em Ji-Paraná, Rondônia, em um local que era de floresta primária e que com o tempo foi sendo ocupada. Naquele ano, o IBAMA iniciou o processo de demarcação de terras, o que gerou uma série de conflitos, entre os quais a ocupação do local da torre, o corte dos cabos e a ameaça a uma das pesquisadoras que estava no local. Dados esses dois problemas (a ameaça e o fato do local não ser mais de floresta primária) e tendo em vista a disputa com relação a qual instrumento deverá ser utilizado para as medidas atmosféricas, foi decidido mudar a torre de lugar. Quando o IBAMA foi informado dessa decisão pediu, e convenceu os pesquisadores que a remoção da torre naquele momento pareceria aos *grileiros* uma vitória. Assim, os instrumentos e o pessoal técnico foram retirados, permanecendo só a estrutura metálica da torre no local. Neste contexto foi iniciada a reunião de Manaus, gerando um acalorado debate acerca do próximo local para a instalação da torre de Rondônia.

Existiam duas propostas concorrentes para possíveis localizações da Torre. Uma formulada por um pesquisador do INPA: a outra torre deveria estar localizada a uma distância determinada da torre de Manaus (ZF3<sup>6</sup>) para captar o fluxo noturno de dióxido de carbono. A outra proposta sustentada por um pesquisador da NASA e coordenador científico do LBA-Ecology (que são os projetos do LBA financiados diretamente pela NASA), assume que as torres não são os melhores instrumentos para a medição dos fluxos de carbono, e propõe que esta seja utilizada para análises de ecologia e biogeoquímica. Por isso a torre poderia ser deslocada para a Ilha do

Bananal, que seria um sítio novo de terras inundadas que está em um projeto LBA-Instituto do Milênio do CNPq/MCT. Obviamente existem muitos interesses de pesquisa em conflito e por essa razão as discussões têm sido acirradas. Essa discussão é interessante para o argumento deste artigo em dois aspectos.

O primeiro aspecto diz respeito à maneira pela qual o debate tomou forma. A argumentação do pesquisador do INPA tinha como ponto central o fato de que havia uma hipótese científica a ser testada<sup>7</sup> e que neste sentido a localização da torre teria um sentido científico claro. Este mesmo pesquisador argumentou que a transferência da torre para a outra localidade estava relacionada com questões políticas de interação LBA-CNPq, pois ali não havia nenhuma hipótese formulada que justificaria a utilização da torre.

O pesquisador da NASA utilizou a imprecisão das medidas oferecidas pela torre como justificativa para sua utilização nas pesquisas ecossistêmicas e não de fluxo atmosférico. Durante esse debate a pesquisadora responsável pela 'dimensão humana', sétimo componente do LBA que surgiu após a elaboração do Plano *Experimental Conciso*, fez um questionamento interessante: quais são os critérios de localização das torres além do de área de floresta primária? O que se quer medir e comparar? Como a questão instrumental de medida de fluxo atmosférico não está resolvida a resposta ao questionamento da pesquisadora ficou em aberto, tal como a transferência da torre. Só em 2003 a polêmica encontrou uma solução: haveria uma outra torre perto da primeira para testar a hipótese do pesquisador do INPA além de uma na

região de Bananal e ainda uma terceira localizada no alto Rio Negro perto de São Gabriel da Cachoeira.

Com relação à torre a ser localizada perto de São Gabriel da Cachoeira houve discussões muito interessantes sobre a interferência do tipo de solo na absorção do carbono além da discussão acerca da interferência do relevo no funcionamento dos instrumentos de medida localizados na torre. Em termos políticos a localização da torre nesta área é tema de grande preocupação não só dos pesquisadores do LBA, mas principalmente dos pesquisadores do INPA e de algumas organizações da sociedade civil, pois está localidade faz parte de terras indígenas. A localização da torre em terras indígenas é ainda mais problemática pelo fato de que o LBA é um programa de pesquisa de cooperação internacional.

Um segundo aspecto interessante deste debate refere-se à incerteza dos instrumentos utilizados. Todos os componentes do LBA têm em comum o objetivo de criar ou atualizar os modelos que explicam o funcionamento do sistema natural da Amazônia. Esses modelos são dependentes dos dados gerados por meio dos experimentos e as incertezas com relação à capacidade dos instrumentos de captar o tal "sistema natural de funcionamento da Amazônia" torna frágil todo processo de conhecimento.

Estas incertezas tornam muito clara a dependência que a teoria tem não só da experiência, mas também dos instrumentos de medida utilizados para conceber e captar os resultados de tais experimentos. Cabe aqui a consideração sobre a concepção instrumentalista de ciência (Popper, K. 1972), isto é, o conhecimento científico está de tal

forma vinculado aos instrumentos de medida que as teorias funcionam somente como catalogação e sistematização dos resultados produzidos pela experiência (Duhem, P. 1989a e b). Apesar de que quando questionados os pesquisadores sentem-se popperianos a visão do papel que a teoria exerce na ciência é absolutamente instrumentalista. Visão essa contrária a posição de Popper (Popper, K. 1972).

Uma vez que o funcionamento da experiência é posto em questão, dada a incerteza dos dados gerados pelos instrumentos de medida, torna-se necessário redefinir o papel da teoria. Possivelmente, no caso das teorias sobre os processos de Mudança Ambiental Global, haverá necessidade de reestruturação da concepção do papel da teoria. A partir desse questionamento que surge a possibilidade da configuração de uma ciência menos instrumentalista.

A estrutura da ZF é um exemplo interessante para compreender a dependência da pesquisa nos instrumentos de medida. Lá está localizada uma torre de alumínio instrumentada de aproximadamente 54m de altura sendo 30m acima do dossel da floresta. Esta torre permite a subida dos pesquisadores viabilizando a análise não só instrumental, mas também de medidas manuais, principalmente as medidas de ecossistema. No topo dessa torre existe um conjunto de instrumentos que medem variáveis de interação biosfera-atmosfera tal como o fluxo de carbono. Existe uma grande incerteza quanto ao funcionamento dos gases da atmosfera e mais especificamente com relação a como esses gases se comportam quando encontra o dossel da floresta, daí a dificuldade

de se analisar essa interação.

Além dessa torre, a ZF tem uma cavidade de 15m de profundidade, uma de suas paredes é forrada por um plástico transparente que possibilita a visão da estrutura do solo e a realização de medições de absorção de carbono pelo solo. Foram instaladas sondas hipersensíveis, localizadas no meio de um igarapé, para a medição da absorção de carbono pela água e ciclo de nutrientes, além de tubos de PVC nos quais pequenos sensores medem vários componentes de gases no solo e enviam os resultados automaticamente para os satélites.

Dada essa estrutura organizacional a ZF funciona como um pequeno laboratório para um sociólogo da ciência, pois congrega aspectos importantes de quase todos os componentes do LBA e explicita a relação que este tipo de pesquisa tem com o instrumental utilizado para a captação dos dados, elemento central na verificação dos modelos de interação biosfera-atmosfera e por isso central na proposição de novos modelos. Foi o estudo<sup>8</sup> e o entendimento do funcionamento da ZF que possibilitou a compreensão da articulação das pesquisas realizadas pelos diferentes componentes do LBA.

O componente de Física do Clima não está só centrado em medições por torres existem também estações de radiossondagem, observações de aviões instrumentados, lançamento de sondas e balões. Os dados obtidos por esses instrumentos são confrontados com modelos de Circulação Geral, pois até o momento "*não há um conjunto de dados de convecção tropical úmida sobre a superfície*" (Plano Experimental Conciso, 1996:25). O LBA faria, neste sentido, uma coleta de dados em uma região de floresta

tropical úmida que serviria como teste aos modelos já existentes, possibilitando

"um melhor conhecimento dos processos físicos do clima, bem como um melhor conjunto de dados atmosféricos e de superfície, também servirão para melhorar a confiabilidade dos atuais modelos de previsão de tempo para a Amazônia" (Plano Experimental Conciso, 1996:26).

Ainda na busca pelo funcionamento do sistema natural da Amazônia, o componente **Armazenamento e Trocas de Carbono** analisa o papel da floresta nativa como sorvedouro de carbono. Considerando que mudanças no uso da terra e da cobertura vegetal implicam em mudanças no estoque de carbono na atmosfera, este componente do LBA visa tratar das seguintes questões:

"De que modo mudanças de usos da terra afetarão o balanço líquido de carbono entre ecossistemas terrestres e a atmosfera? Ecossistemas de florestas nativas funcionam como sorvedouros líquidos de carbono?"

"Qual a extensão dos reservatórios de carbono na vegetação e no solo de florestas nativas, secundárias e florestas sujeitas à extração seletiva, savanas e áreas agrícolas? Quais são as taxas líquidas de troca de carbono entre a atmosfera, vegetação e solo, e de que modo a extensão dos reservatórios e as taxas de troca são alteradas por perturbações naturais e antropogênicas?" (Plano Experimental Conciso, 1996:26)

Para tratar desse conjunto de questões, o componente Armazenamento e Trocas de Carbono utilizou duas abordagens: um inventário que contabiliza a extensão das diferentes coberturas vegetais e os

reservatórios de carbono tanto na vegetação quanto no solo e a determinação do balanço entre fotossíntese e respiração via medições de CO<sub>2</sub>. Essas medições de CO<sub>2</sub> aconteceram sob várias condições em áreas experimentais representativas, tal como a ZF3.

Pode-se dizer que este componente trabalha muito próximo ao componente de Física do Clima, porém como um enfoque e uma escala diferente. Neste caso existe também a preocupação de se realizar medições da estrutura do dossel, das concentrações e fluxos de carbono no interior do dossel e da respiração do solo. A maneira pela qual essas medições são realizadas varia de pesquisa para pesquisa, mas é consenso que as torres instrumentadas são de grande valia para realizar os estudos de armazenamento e troca de CO<sub>2</sub> na vegetação.

Assim como o primeiro componente analisado, o segundo componente visa aprimorar os modelos de circulação de carbono, de Circulação Geral e os modelos de previsão de tempo do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). Os dados coletados serão utilizados para "calibrar" os modelos existentes visando

"investigar de que modo o equilíbrio de carbono em grande escala se modificará face a diferentes usos da terra e cenários de aquecimento global, e de que modo processos de realimentação amplificarão ou reduzirão a esperada taxa de crescimento de CO<sub>2</sub> atmosférico." (Plano Experimental Conciso, 1996:27).

O terceiro componente de **Biogeoquímica** é muito parecido com o segundo, porém tem como foco os outros gases-traços. Investiga de que modo a

conversão de florestas tropicais influencia a dinâmica de nutrientes e os fluxos de gases-traço na Amazônia. Essa investigação, diferentemente do componente Física do Clima, visa analisar áreas desmatadas e convertidas para uso agrícola, de regeneração ou extração seletiva além das florestas nativas.

Considerando que a conversão das áreas de floresta em áreas agrícolas muda de maneira significativa o armazenamento de nutrientes e suas taxas de reciclagem e que as maiores modificações nos padrões de reciclagem dos nutrientes podem ocorrer fora do período de manejo das áreas alteradas, este componente trata da seguinte questão:

"De que modo os estoques, as taxas de reciclagem e os balanços de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e alumínio se modificam sob diferentes usos da terra e coberturas vegetais, e como essa modificação afeta a sustentabilidade da produção agrícola e as taxas de regeneração e acumulação de carbono em pastagens abandonadas e florestas secundárias?" (Plano Experimental Conciso, 1996:28).

Dentre todos os estudos sobre os efeitos da mudança de usos da terra na dinâmica de nutrientes em solos e plantas é de maior interesse compreender os mecanismos a partir dos quais os ciclos de nitrogênio e fósforo são alterados pela mudança no uso do solo. Para tal, diversos tipos de solos da bacia Amazônica são usados como sítios de experimento, além da ciclagem desses nutrientes entre solo e a vegetação. O entendimento das perdas por transporte gasoso e aquático também são objetos de estudo.

As medidas dos fluxos de gases-traço são importantes para compreender as propriedades radiativas da toposfera (tal

como o óxido nitroso e gases sulfúricos reduzidos) e aqueles que regulam o balanço de oxidação (monóxido de carbono, óxido nítrico, dióxido de nitrogênio e gases orgânicos voláteis) e o gás metano que tem ambas funções. Para essa pesquisa, este componente formulou um conjunto de questões específicas:

"Quais são os fluxos dos gases-traço entre a atmosfera e ecossistemas (tanto os de Terra Firme quanto os de várzea e áreas inundadas) na Amazônia? Como esses fluxos, com ênfase especial nos óxidos de nitrogênio e no metano, são afetados por mudanças de usos da terra? Como mudanças de usos da terra alteram o balanço de oxidantes na Amazônia?" (Plano Experimental Conciso, 1996:29).

Métodos micrometeorológicos e de câmaras são os dois principais procedimentos utilizados por este componente. Esses métodos fazem uso das torres instrumentadas, além dos balões cativos e aviões instrumentados, tal como nos demais componentes.

O quarto componente, **Química da Atmosfera**, está estruturado a partir de uma demanda específica da Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas: que cada nação deve determinar a contribuição de suas emissões, naturais e industriais, no inventário global de gases-estufa, aerossóis e oxidantes. Assim sendo, formula a seguinte questão:

"Nos ecossistemas da Amazônia, quais são os fluxos entre biosfera e atmosfera de gases-estufa, oxidantes e aerossóis (incluindo seus precursores)?" (Plano Experimental Conciso, 1996:30)

As medições de tais gases estão sendo realizadas e continuarão a ser por vários anos a

fim de englobar variações episódicas, sazonais e interanuais de gases-traço. Essas medições serão realizadas por uma série de instrumentos: quatro tipos de aviões para sobrevôos em diferentes altitudes, que medem fluxos diferenciados, além das torres. Os sítios coincidem com aqueles dos demais componentes buscando efetuar medidas ao longo de gradientes ecológicos e climatológicos da bacia Amazônica. É importante ressaltar que a determinação metodológica da localização dos sítios de pesquisa do LBA (os gradientes ecológicos e climatológicos). Esta determinação está relacionada ao conceito de "transições de intensidade de usos da terra", que foi recomendada para as regiões tropicais pelo "Terrestrial Transects Science Plan" do "International Geosphere-Biosphere Programme" (IGBP), como parte da agenda internacional de pesquisa em mudanças ambientais globais.

As torres instrumentadas fazem medições contínuas de longo prazo enquanto que as medições por meio dos aviões instrumentados acontecem durante as campanhas intensivas. Essas campanhas intensivas são determinadas conjuntamente por todos os componentes envolvidos no LBA. Costumam acontecer em períodos específicos do ano: estação chuvosa, seca e a última campanha intensiva que aconteceu em Rondônia (2002) foi na passagem do período seco para o chuvoso. Essas campanhas são coordenadas de forma a otimizar a utilização de equipamentos custosos tais como os aviões instrumentados e satélites. A organização dessas campanhas é complicadíssima, pois envolve, além do ajuste das agendas dos pesquisadores, o cronograma de pesquisa de

cada componente, e do deslocamento de material. A questão é mais delicada: a permissão do Ministério da Guerra, da Aeronáutica dos sobrevôos do aviões.

Como o LBA é um programa de pesquisa nacional, vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), que tem parceiros estrangeiros. Por isso todo procedimento de pesquisa, permissões de coleta e visto para os pesquisadores estrangeiros, além da permissão do sobrevôo dos aviões estrangeiros (três dos quatro aviões são da National Aeronautics and Space Administration, NASA/USA) pelo território nacional, implica em um trâmite entre os Ministérios que muitas vezes gera conflitos e atrasos.

A importância para o componente de Química do Clima das medições realizadas por aviões instrumentadas está relacionada à necessidade de se realizar medições na tropopausa (17km cima da superfície terrestre). Além disso são necessários sobrevôos intermediários, pois este componente está interessado em responder uma outra questão:

"Quais são os transportes líquidos de gases-estufa, oxidantes e aerossóis da Amazônia para a atmosfera global?"  
(Plano Experimental Conciso, 1996:31)

Medições dos aviões DC-8 e P-3B da NASA e o Bandeirante do INPE são utilizadas para determinar as concentrações dos gases-traço sobre a Amazônia. O quarto avião, também da NASA, de maior alcance, é utilizado para acompanhar e medir os fluxos de saída por convecção dos gases (dinâmica química próxima à tropopausa), os fluxos de entrada/saída da Bacia Amazônica e medições

de fluxos de superfície. Esse conjunto de medições é importante para o estudo da interação biosfera-atmosfera não só em escala regional, mas também em sua dinâmica global.

O quinto componente, **Hidrologia de Superfície e Subsuperfície e Química da Água**, chamado simplesmente de componente hidrológico, acompanhará a quantidade e qualidade da água durante seu movimento através das fases superficial e subsuperficial do ciclo hidrológico buscando estabelecer a resposta hidrológica da bacia Amazônica às mudanças de usos da terra e clima. Para tal este componente estabeleceu quatro questões científicas (Plano Experimental Conciso, 1996:33-35):

1. "Qual seria a resposta no volume e no comportamento temporal do escoamento no rio Amazonas às mudanças no clima, particularmente precipitação e evaporação, como previsto pelos Modelos de Circulação Geral, ou que podem ocorrer como resposta à mudança de grande escala dos usos da terra?"
2. "Quais são os armazenamentos e fluxos de água, e os controles no movimento de água e solutos em pequenas bacias homogêneas? Como as mudanças de usos da terra afetam a sustentabilidade do ecossistema para diferentes tipos de solo e topografias, e como os modelos de grande escala podem ser melhorados para representar esses processos de pequena escala?"
3. "Quais são os padrões espaciais e temporais do armazenamento e fluxos de superfície e subsuperfície nos solos e nos rios da bacia Amazônica, e como eles são influenciados pelas variações climáticas e de usos da terra? Quais são as características da água do solo e qual o escoamento fluvial para bacias de mesoescala e como podem ser previstos?";

4. "De que modo os caminhos e os fluxos de matéria orgânica, nutrientes e elementos associados através dos 'corredores fluviais' (zonas ripárias, planícies de inundação, calha e áreas alagadas) mudam em função da cobertura vegetal?"

Cada uma dessas questões requer procedimentos metodológicos e instrumentais específicos, além de calibragem por modelos próprios. Os modelos para o escoamento de bacias já existentes estão sendo testados comparando duas pequenas bacias de drenagem (uma como floresta na ZF e outra desmatada na base do LBA em Santarém). É analisada também a hidrologia dos solos e o transporte de nutrientes para áreas inundadas e rios, criando uma interface com os demais componentes principalmente com o de Biogeoquímica, Armazenamento e Troca de Carbono e o último componente Mudanças dos Usos da Terra e da Cobertura Vegetal.

O último componente, **Mudanças dos Usos da Terra e da Cobertura Vegetal**, tem como objetivo fazer previsões quantitativas acerca das taxas de mudança e dos padrões espaciais da cobertura vegetal futura. Para tal é indispensável o entendimento das práticas de usos da terra que causam essas mudanças. Para alcançar esse entendimento este componente visa responder as seguintes questões:

- "Quais são as taxas e os mecanismos de conversão de floresta para áreas agrícolas e qual é sua importância relativa?  
Qual é a taxa de abandono de áreas convertidas? Qual é o destino de áreas abandonadas? Quais são os padrões gerais da dinâmica de conversão e abandono?  
Qual é a área de floresta afetada pela

extração seletiva a cada ano?

Quais são os cenários plausíveis de mudança futura da cobertura vegetal na Amazônia?" (Plano experimental Conciso, 1996:36)

Este componente é o que mais se aproxima ao que possivelmente poderia-se considerar como "dimensão humana" do LBA. Muito provavelmente este foi o caso no início da pesquisa, porém os próprios pesquisadores envolvidos neste componente, muito deles biólogos e agrônomos, consideram que um componente específico voltado para analisar a 'dimensão humana' das questões formuladas pelo LBA deveria ser, e por isso foi, constituído. É comum os pesquisadores deste componente considerarem que a análise da 'dimensão humana' deveria ser realizada por sociólogos, geógrafos e economistas.

Existe uma demanda real por parte dos pesquisadores do LBA por um componente ativo de 'dimensão humana'. Só é muito difícil saber, a princípio, exatamente qual a demanda, pois o termo 'dimensão humana' é muito amplo para poder ser identificado com algum tipo de estudo específico. Mesmo assim foi possível identificar logo de início da pesquisa de campo dois tipos de demandas. Primeiro geralmente por parte dos meteorologistas e físicos, existe uma demanda por estudos de economia. O Chairman da 12ª. SSC deixou isso muito claro na reunião de Piracicaba quando disse "*O LBA precisa de economistas*". Mas esta não é só a opinião dele. Vários outros, quando entrevistados<sup>9</sup>, sobre o que gostariam como estudo de 'dimensão humana' referiam-se a estudos de economia, principalmente aos estudos de taxas de desmatamento e ocupação da terra com relação à construção de estradas.

Já o segundo grupo, dos biólogos e agrônomos, a demanda é mais por sociólogos e geógrafos e menos por trabalhos de modelagem econométrica. Os trabalhos utilizados como referência para exemplificar esta demanda são os de Daniel Nepstad, Emílio Moran<sup>10</sup> e a produção do IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia).

Existe ainda uma terceira opinião, formulada explicitamente pelo vice-chairman da SSC e coordenador científico do LBA-Eco e, em certo sentido, corroborado por um dos responsáveis pelo componente 'dimensão humana', segundo a qual não é necessário existir dentro do LBA um componente específico para esta questão. Ambos acham que já existem muitos estudos sobre a Amazônia fora do LBA que fazem análises das 'dimensões humanas' que poderiam ser utilizados quando necessário para completar o estudo realizado pelo LBA sem necessariamente estar dentro do programa. O coordenador do LBA-Eco tem um argumento a mais, pois para ele "*very quietly LBA/ECO is doing 'human dimensions' research*"<sup>11</sup>. Esta afirmação será retomada e analisada em detalhe nos capítulos que se seguem.

Tem-se então com esses 7 componentes - Física do Clima, Química Atmosférica, Biogeoquímica, Armazenamento e Troca de Carbono, Hidrologia, Usos da Terra/Cobertura Vegetal e por fim Dimensão Humana - uma estrutura de pesquisa interdisciplinar que viabiliza a realização dos objetivos do LBA. Os objetivos gerais da Fase I do LBA são:

"Quantificar, compreender e modelar os processos físicos, químicos e biológicos que controlam os ciclos de

energia, água, carbono, gases-traço e nutrientes encontrados na Amazônia, e determinar como esses processos se associam à atmosfera global.

Quantificar, entender e modelar a resposta dos ciclos de energia, água, carbono, gases-traço e nutrientes ao desmatamento, às práticas agrícolas e as outras mudanças dos usos da terra, e como essas respostas são influenciadas pelo clima.

Prever os impactos dessas respostas dentro e fora da Amazônia sob futuros cenários de mudanças dos usos da terra e do clima.

Determinar as trocas entre a Amazônia e a atmosfera, dos principais gases-estufa, e gases-traço reguladores do potencial oxidante da atmosfera, e entender os processos reguladores dessas trocas.

Fornecer informações qualitativas para apoiar políticas de desenvolvimento sustentável e proteção dos ecossistemas da Amazônia, no contexto de seu funcionamento regional e global." (Plano Experimental Conciso, 1996:15).

O conjunto de questões que foram articuladas na fase inicial do LBA, durante a elaboração do plano experimental conciso, configurou o programa com uma forte institucionalidade científica. Tal institucionalização que por sua vez, viabilizou uma interessante estrutura organizacional de pesquisa, pois criou territórios fixos de pesquisa (como por exemplo, a base da ZF) e momentos temporais de pesquisa conjunta (como as campanhas intensivas) que constituem o LBA como um interessante objeto de pesquisa para a sociologia da ciência, principalmente para uma sociologia da ciência interessada no processo de diálogo interdisciplinar (Schor, T. 2005).

### *Diferentes estruturas organizacionais e a dificuldade do diálogo interdisciplinar*

A análise da estrutura organizacional dos programas de pesquisa escolhidos para o estudo aponta que essas estruturas existentes não promovem ou mesmo dificultam o diálogo interdisciplinar (Schor, T. e Demajorovic, J. 2002) do Tipo 2 (entre as ciências do homem e da natureza). Tanto no caso do BIOTA quanto no caso do LBA as estruturas organizacionais refletem estruturas já existentes em suas áreas específicas. Apesar de em ambos programas existir uma demanda por incorporar as ciências do homem não se inovou em nada a estrutura organizacional. O debate acerca do desenho ou formato institucional (*institutional design*) visando responder a perguntas do tipo "How can we structure institutions to maximize their performance" (Young, O. 2000) passa longe da organização de programas de pesquisa, e a dificuldade oriunda da herança de estruturas organizacionais e formas institucionais nos programas de pesquisa em meio ambiente revelam, em um primeiro momento, as insuficiências das tentativas de pesquisa interdisciplinar (Tipo 2).

Percebe-se com a análise exposta que programas de pesquisa com a complexidade do BIOTA e do LBA podem e devem ser analisados como instituições. E como instituições a análise do desenho ou formato do programa é essencial para que se possa pensar em formas diferenciadas de se fazer pesquisa em meio ambiente com temáticas tão complexas como a preservação da biodiversidade ou regulação do clima. Neste sentido, pensar como o arcabouço institucional (a estrutura organizacional e forma institucional) expressa um limite na

formação de pesquisa interdisciplinar em ciência ambiental é importante para se sedimentar a instituição formada pelo programa de pesquisa e a possibilidade atuação da sociedade no seu desenho inicial e por conseguinte na disponibilização de seus resultados.

## Notas

\* Professora Adjunto I do Departamento de Geografia Universidade Federal do Amazonas (UFAM); Doutora em Ciência Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP); Pesquisadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira (NEPECAB).  
e-mail: tschor@ufam.edu.br

<sup>1</sup> Informações disponíveis na homepage do BIOTA, [www.biota.org.br/info/metas](http://www.biota.org.br/info/metas).

<sup>2</sup> Os biólogos não fazem uso do termo 'dimensão humana' tal como aparecerá no LBA, mas é comum na literatura da área o uso do termo 'elemento antrópico' ou 'ação antrópica' ou 'interferência antrópica' para falar da presença humana no sistema natural. Para um cientista da ciência do homem este termo soa estranho, pois trata o homem como mais uma variável ou elemento agindo sobre um modelo estático de natureza. É esse estranhamento que o uso das aspas ressalta.

<sup>3</sup> Entrevista gravada Fita 1\_LBA/Lado A/ 25 08 01; Fita 1\_LBA/Lado B/ 26 04 02; entrevistas nos Cadernos de Campo Ia pp:03-05/ n°3/ 29 11 00; pp:21-25/n°10/10 04 02; Caderno de Campo II pp:97-100/2011 02.

<sup>4</sup> Um dos pesquisadores entrevistados (Fita 1\_LBA/Lado A/ 25 08 01) deixou bem claro essa dificuldade quando deu como exemplo a relação entre os meteorologistas e os agrônomos: tudo que entra como sinal positivo para um é necessariamente negativo para o outro, por exemplo, a saída do carbono da atmosfera e sua entrada no solo. Este exemplo foi utilizado para mostrar como já foi muito difícil 'entrar em entendimento' entre os próprios cientistas da terra - a interdisciplinaridade do Tipo 1 - justificando a dificuldade de incorporar desde o início cientistas da área de humanas.

<sup>5</sup> Para visualizar as Torres veja o ensaio fotográfico "No balanço das torres: medidas e incertezas no dossel da floresta Amazônica".

<sup>6</sup> ZF3 é uma área de Reserva pertencente ao INPA localizada a duas horas de Manaus (entrada no 50km da estrada que liga Manaus-Caracas), chama-se ZF pois foi uma área planejada para a expansão da Zona Franca de Manaus. Nesta reserva existem dois alojamentos um do INPA e outro do LBA. O INPA já possuía uma torre de medições meteorológicas e com a estrutura do LBA a Reserva ganhou mais três torres de tamanho, estrutura e funcionamento diferenciados. Tive a oportunidade, durante a SSC de Manaus de discutir a problemática das medidas de Torres com o pesquisador Roni Avissar durante uma visita à Torre - uma aula prática na qual discutimos questões teóricas com relação aos problemas de interação floresta-atmosfera tal como o Eddie Covariance Flux e a Hipótese Taylor temas de acirrados debates no LBA que serão analisadas no capítulo III.2 'Instrumentos e metáforas: afinal a Amazônia funciona como *pulmão* do mundo? Tive também outras oportunidades durante a pesquisa de campo realizada em Manaus no ano de 2003, de passar longos períodos na Reserva e acompanhar os técnicos responsáveis pelas medidas das Torres e demais instrumentos importantes para diversos componentes do LBA. Esses dois momentos de trabalho de campo viabilizaram uma compreensão mais detalhada do funcionamento dos instrumentos de medida, da estrutura organizacional e da forma institucional do LBA, o que deve explicar o detalhamento da análise aqui realizada.

<sup>7</sup> É muito interessante como os pesquisadores em questão apoiam-se fortemente em uma concepção popperiana de ciência. Esse não é o caso só neste debate, veja, por exemplo, como o pesquisador Marcos Silveira Buckeridge do Instituto de Botânica da Secretária do Estados de Meio Ambiente, respondeu a uma carta de leitor (Revista Pesquisa Fapesp, novembro 2002:4) quando questionado acerca do fluxo de carbono e o efeito Jatobá e os dados obtidos em sua pesquisa: "*Isso sempre acontece após conseguirmos um conjunto de resultados que permita uma conclusão parcial. Porém, como proposto pelo filósofo da ciência Karl Popper, as conclusões a que estamos chegando em todo momento são parciais e provavelmente passíveis de falseamento. Para Popper, a ciência progride através do falseamento de conclusões atuais em prol de uma nova conclusão abrangente. Porém, no sistema científico que temos atualmente é praticamente impossível queimar etapas e chegar até as conclusões abrangentes, pois temos que reportar nossas conclusões à comunidade mais rapidamente. Mesmo assim, se a ciência caminha mesmo pelo processo de falseamento de hipóteses...*".

<sup>8</sup> Do período de trabalho de campo realizado na ZF

documentei os processos de coleta de dados, funcionamento dos equipamentos, depoimento dos técnicos e estudantes utilizando uma câmera de vídeo digital. Ao todo são mais de três horas de gravação na ZF que possibilitam uma análise constante, por meio da revisão das imagens, de diversos aspectos do cotidiano da pesquisa do LBA nesta localidade.

<sup>9</sup> Uma das perguntas do roteiro de entrevista foi sobre que tipo de pesquisa em 'dimensão humana seria mais adequado para o LBA e se possível era solicitado uma indicação bibliográfica de um estudo que poderia servir como exemplo do que o entrevistado considerava como um bom e adequado estudo na área de humanas.

<sup>10</sup> Emílio Moran é professor do Departamento de Antropologia da Universidade de Indiana, e estuda a muito tempo a Amazônia relacionando questões de antropologia (estrutura familiar) e desmatamento. Faz uso do instrumental de análise de dado de sensoriamento remoto.

<sup>11</sup> O idioma oficial das reuniões SSC-LBA é o inglês, esta frase foi dita na 13ª. SSC-LBA em Cuiabá (Caderno de Campo Ia/pp:42).

### Referências Bibliográficas

COSTANZA, Robert. Ecological Economics: Reintegrating the study of humans and nature. *Ecological Applications*, Special Section, 6(4), pp.978-990, 1996.

\_\_\_\_\_. Ecological economics is post-autistic. *Post-autistic Economics Review*, issue nº20, article 2, <http://www.btinternet.com/~paenews/review/issue20.htm> 3 June 2003.

COSTANZA, Robert et al. (eds.). *Institutions, ecosystems, and sustainability*. Washington: Lewis Publishers, 2000.

COSTANZA, Robert et R. V. O'Neill. Introduction: ecological economics and sustainability. *Ecological Applications*, Special Section, 6(4), pp.975-977, 1996.

DUHEM, P. *Algumas reflexões sobre as teorias físicas*. Tradução de Marta da Rocha e Mônica Fuchs. São Paulo: Ciência e Filosofia, (4):13-37, 1989a.

\_\_\_\_\_. *Algumas reflexões acerca da física experimental*. Tradução de Nivaldo de Carvalho. São Paulo: Ciência e Filosofia, (4): 87-118, 1989b.

GRUPO de Planejamento Científico do LBA. *O Experimento de grande escala da biosfera-atmosfera na Amazônia (LBA): Plano Experimental Conciso*, 1996.

HARVEY, David. *Justice, nature & the geography of difference*. Massachusetts: Blackwell, (1996) 1999.

KING, Leslie A. *Institutional interplay research questions*. A report for Institutional Dimension of Global Change International Human Dimension Programme on Global Environmental Change. 2000. (draft).

LAPASSADE, Georges. *Grupos, organizações e instituições*. Tradução de Henrique Augusto de Araújo Mesquita, Rio de Janeiro: Francisco Alves, 3ª. Edição, (1974) 1989.

LARRÈRE, C. e LARRÈRE, R. *Du bon usage de la nature. Pour une philosophie de l'environnement*. Paris: Aubier, 1997. (Alto).

LATOURETTE, Bruno. *La Clef de Berlin et autres leçons d'un amateur de sciences*. Paris: La Découverte. 1993a.

\_\_\_\_\_. *Le <pédofil> de Boa Vista – montage photo-philosophique*. In: *La Clef de Berlin et autres leçons d'un amateur de sciences*. Paris: La Découverte. 1993b.

\_\_\_\_\_. *Petites leçons de sociologie des sciences*. Paris: La Découverte, 1993c.

\_\_\_\_\_. *Le métier de chercheur regard d'un anthropologue*. Paris: INRA, 1995. (Sciences en question).

\_\_\_\_\_. *Nous n'avons jamais été modernes: essai d'anthropologie symétrique*. Paris: La Découverte/ Poche, 1997.

\_\_\_\_\_. *Politiques de la Nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*. Paris: La Découverte, 1999a.

\_\_\_\_\_. On recalling ANT. In: LAW, John e Hassard, John (eds.). *Actor Network Theory and after*. Oxford: Blackwell, 1999b.

\_\_\_\_\_. When things strike back: a possible contribution of 'science studies' to the social sciences. *British Journal of Sociology*. v. 51, Issue 1 (Jan./Mar. 2000), pp.107-123, London School of Economics, London. 2000a.

\_\_\_\_\_. *Ciência em Ação. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. Tradução de Ivone C. Benedetti, São Paulo: UNESP, 2000b.

\_\_\_\_\_. *A esperança de Pandora*. Tradução de Gilson C. C. de Sousa, Bauru: EDUSC, 2001.

\_\_\_\_\_. *Da fabricação à realidade*.

Pasteur e seu fermento de ácido láctico. LATOUR, Bruno. *A esperança de Pandora*. Tradução de Gilson C. C. de Sousa, Bauru: EDUSC, pp: 133-167, 2001a.

\_\_\_\_\_. A historicidade das coisas. Por onde andavam os micróbios antes de Pasteur? LATOUR, Bruno. *A esperança de Pandora*. Tradução de Gilson C. C. de Sousa, Bauru: EDUSC, pp: 169-200, 2001b.

LATOUR, Bruno e Steve WOOLGAR. *La vie de Laboratoire: la production des faits scientifiques*. Tradução de Michel Biezunski, Paris: La Découvert. 1996.

LAW, John e Hassard, John (eds.). *Actor Network Theory and after*. Oxford: Blackwell, 1999.

MORAN, Emílio F. e Eduardo S. BRONDIZIO. Human ecology from space: ecological anthropology engages the study of global environmental change. RAPPAPORT, Roy A. *Ecology and the sacred: engaging anthropology*. Michigan: University of Michigan Press, pp:64-87, 2001.

OSTROM, Elinor. Reflections on the commons. BADEN, John A. e Douglas S. NOONAN, *Managing the commons*. Indianapolis: Indiana University Press, 2<sup>nd</sup>. Edition, 1998.

\_\_\_\_\_. Reformulating the commons. *Ambiente e Sociedade*, ano V, nº10, pp: 5-25, 1º semestre 2002.

POPPER, Karl R. *The logic of scientific discovery*. Tradução Karl Popper, Julius Freed e Lan Freed, New York: Basic Books Inc. (1934), 1959.

\_\_\_\_\_. Three views concerning human knowledge. *Conjectures and Refutations*, Londres: Rotledge & Kegan, pp. 97-119, 1972.

\_\_\_\_\_. *A lógica das ciências sociais*. Tradução de Estevão de Rezende Martins, Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1978.

\_\_\_\_\_. Três concepções acerca do conhecimento humano. *Conjecturas e Refutações*. Brasília: Editora UnB, 1982.

SCHOR, Tatiana. *Ciência e tecnologia: uma interpretação da pesquisa na Amazônia - o caso do Experimento de Grande Escala de Interação Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA)*, tese de doutorado, PROCAM-USP, 2005.

SCHOR, Tatiana e Jacques DEMAJOROVIC. *Interdisciplinaridade em educação ambiental: utopia e*

*prática*. Trabalho apresentado no Grupo de Trabalho <Sociedade do Conhecimento> no I Encontro da Associação de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade, 6-9 de novembro, Campinas, Disponível em: [www.anppas.org.br/gt/sociedade do conhecimento/Tatiana%20Schor.pdf](http://www.anppas.org.br/gt/sociedade_do_conhecimento/Tatiana%20Schor.pdf) 2002.

THÉRET, Bruno. *Institutions et institutionalismes: vers une convergence intra et interdisciplinaire des conceptions de l'institution?* Comunicação oral no coloquio Organisations et Institutions: regles, coordination et evolution, organizado por L'ERSI-CRIISEA e GERME, Amiens, 25-26 de maio, 2000.

YOUNG, Oran R. *The institutional dimension of environmental change: fit, interplay and scale*. Institute on International Environmental Governance, Dartmouth College, 2000. (draft).