

# III Workshop do INLAND

Componente Superficial do Modelo Brasileiro do  
Sistema Climático Global

## Programa de testes para o IBIS/INLAND

*Hewlley Acioli*

*Humberto da Rocha e equipe*

*Débora Roberti e equipe*

*Amarisio Araújo*

*Ana Paula Cunha*

*Victor Benezoli*

*Graciela Fischer*

*Valéria Menezes*

*Carla Camargos*



# 1. CALIBRAÇÃO DO IBIS/INLAND

*A preocupação em fazer com que IBIS/INLAND represente de forma realística as interações entre a atmosfera e a superfície terrestre levará a incorporação de novos processos (físicos, químicos, entre outros) ao modelo e ao **aumento da sua complexidade**.*

**MODELO MAIS COMPLEXO**

**REQUEREM MAIS PARÂMETROS**

**PARÂMETROS BEM REPRESENTADOS**

**MELHOR REPRESENTATIVIDADE DA INTERAÇÃO  
SOLO-VEGETAÇÃO-ATMOSFERA**

# CALIBRAÇÃO :

● Visa ajustar os parâmetros do modelo para melhorar seu desempenho na representação de processos.

**Minimização da função objetivo**

● A calibração de modelos consiste em comparar os dados simulados com os dados de experimento de campo.

**Envolve uma grande quantidade de simulações**

● Além de aumentar a precisão, a calibração permite o estudo detalhado de casos, possibilitando a melhoria dos modelos conforme as necessidades e recursos disponíveis (Pitman, 2003).

**Otimização Multiobjetivo que otimize  $n$  funções-objetivo,  $n > 3!$**

# TRÊS LINHAS DE PESQUISA:

**1.1. Utilização da metodologia de calibração hierárquica, desenvolvida por Claudeci G. Varejão, para a calibração multiobjetiva do IBIS (Optis);**

**1.2. Interação com outros grupos de pesquisa na área de matemática e computação aplicada, visando o desenvolvimento de novas técnicas de calibração multiobjetivo;**

**1.3. Desenvolvimento de um sistema de calibração automático para o modelo, que possa ser rodado rotineiramente pela operação do modelo.**

# 1.1. Metodologia de calibração hierárquica multiobjetivo - Optis

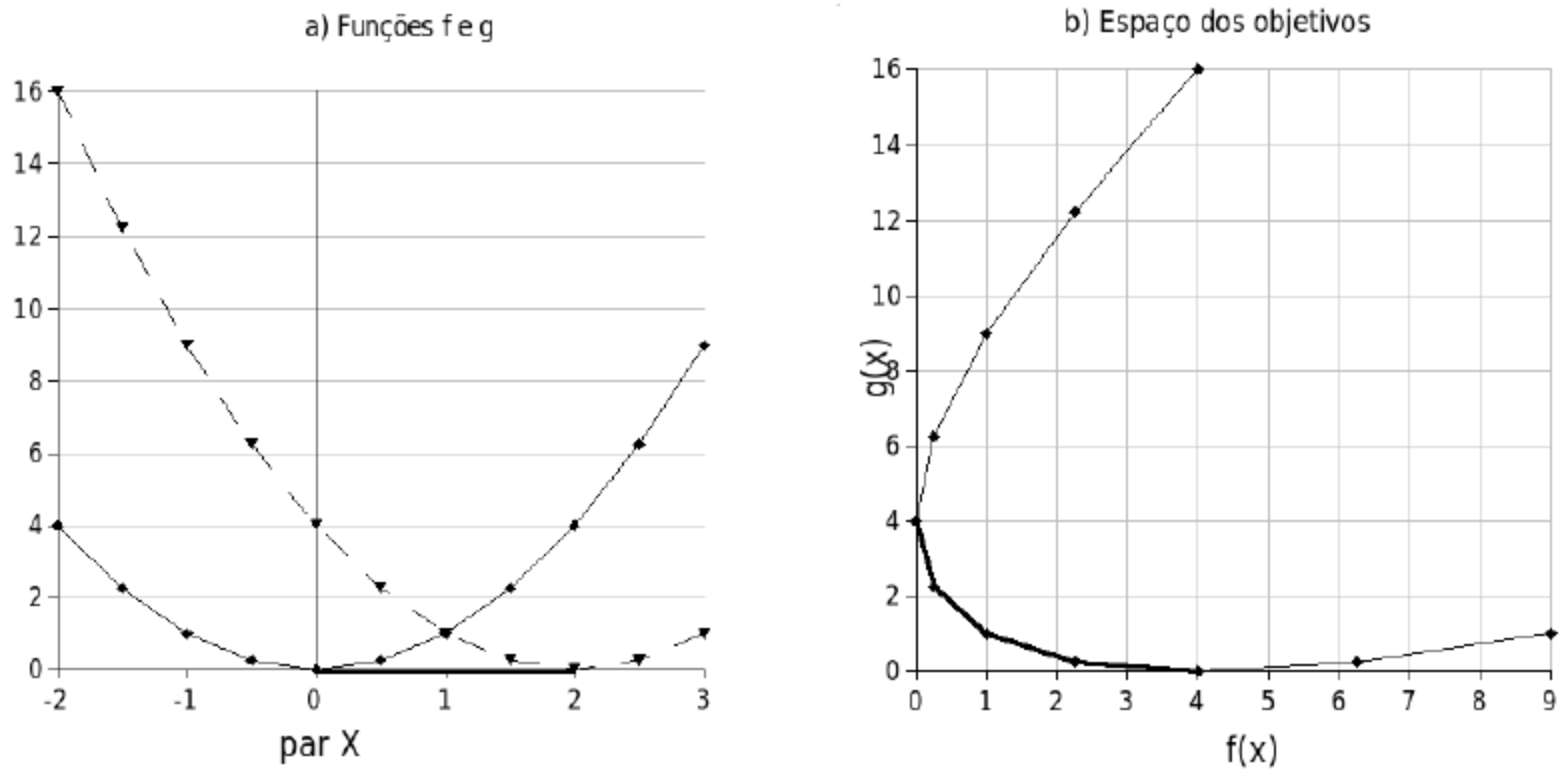


Figura 3: Problema de otimização multiobjetivo: (a) funções objetivos f e g e (b) fronteira de Pareto (linha em negrito) no espaço dos objetivos

Varejão (2009) - Dissertação MS - UFV

● O algoritmo NSGA-II baseia-se no conceito de fronteira de Pareto para encontrar as soluções ótimas do problema de otimização multiobjetivo.

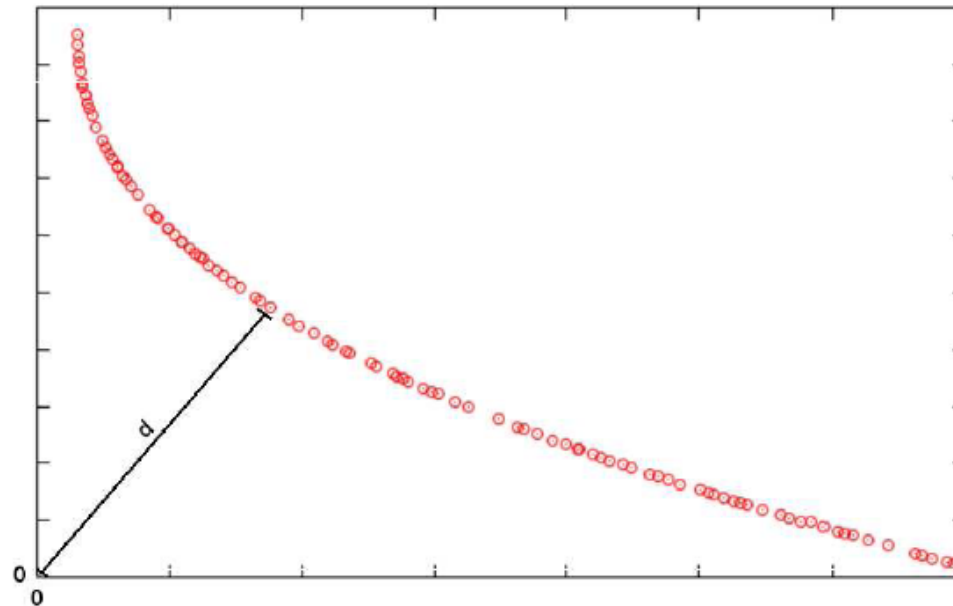
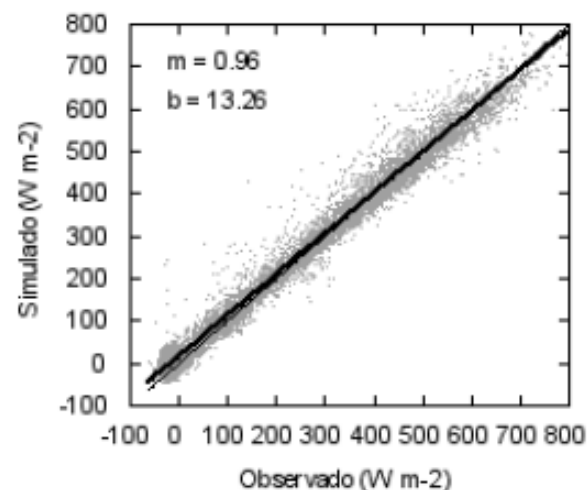
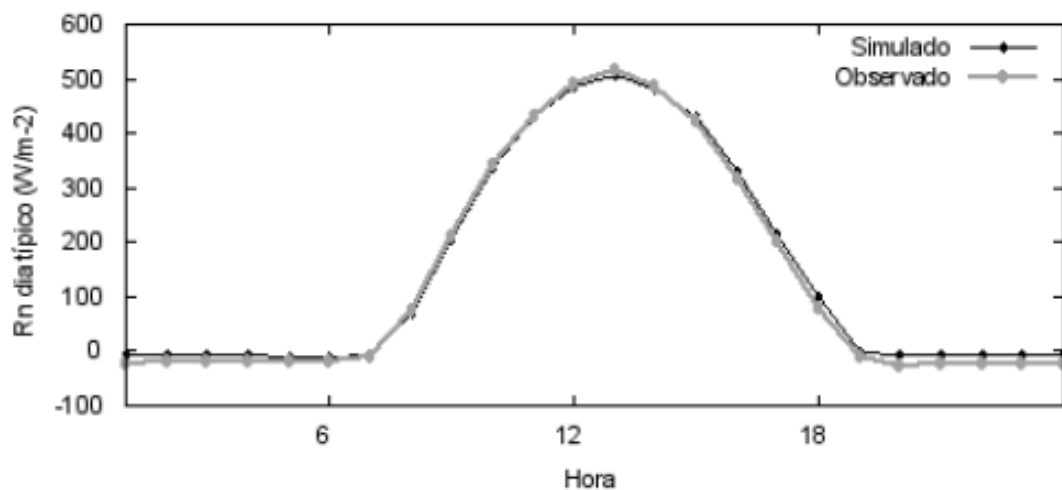
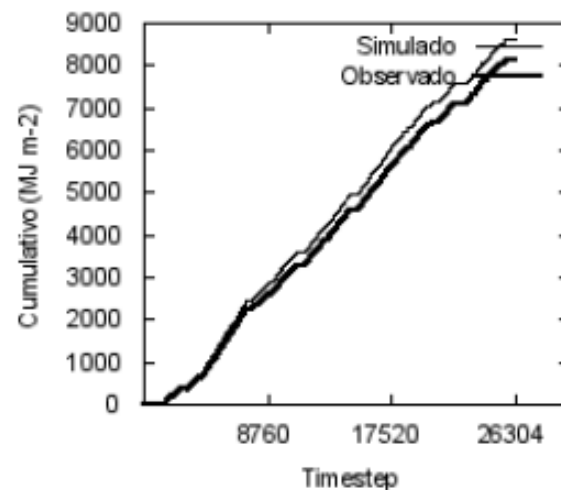
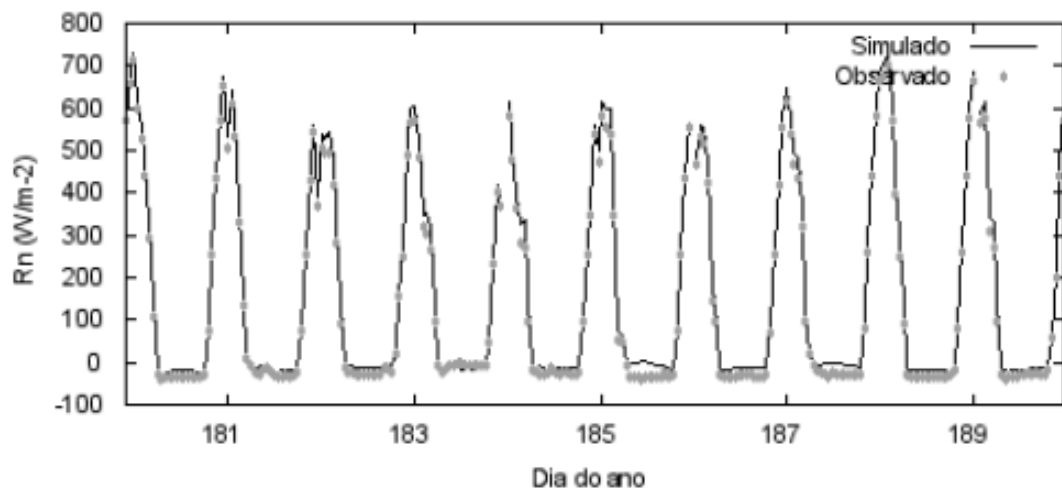


Figura 9: Exemplo da escolha da solução ótima de um problema de otimização com 2 objetivos. Nesta tese, a solução com menor  $d$  é considerada a melhor solução.

Varejão (2009) - Dissertação MS - UFV

● Após definida a fronteira de Pareto, o Optis retorna como a melhor solução aquela que otimiza todos os objetivos de forma simétrica, ou seja, é selecionada a solução que se encontra mais próxima da origem do gráfico dos objetivos.

### Flona do Tapajós km 67 - Rn (Wm-2)



## 1.2. Desenvolvimento de novas técnicas de calibração multiobjetivo

**Amarisio Araújo** - Professor do Departamento de Matemática da UFV, por recomendação do Projeto, vai iniciar o seu doutorado no programa de **Pós-Graduação em Computação Aplicada no INPE** em março de 2010, para realizar pesquisas na área de calibração multiobjetivo.

**ESTAMOS BUSCANDO OUTRAS PARCERIAS COM DEPARTAMENTOS DE MATEMÁTICA E COMPUTAÇÃO APLICADA PARA PESQUISAS NESSA ÁREA.**

**ALGUÉM SE CANDIDATA????**

É extremamente importante que outros grupos estudem outras estratégias de calibração multiobjetiva.





## 1.3. Desenvolvimento de um sistema de calibração automático

O sistema brasileiro de previsão do tempo e clima só se beneficiará integralmente dos dados coletados em experimentos de campo se o modelo puder ser recalibrado rotineiramente, à medida que novos dados forem disponibilizados.

**O processo de calibração é muito artesanal hoje em dia, com nível de automatização baixo**

Desenvolver um sistema automático de assimilação de dados de superfície e recalibração automático, que possa ser executado periodicamente e ampliar o desempenho do modelo.

## 2 . VALIDAÇÃO

A validação está preocupada com a equivalência entre o modelo e a realidade

● Protocolo dos projetos:

■ **Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia Data-Model Intercomparison Project** (LBA-DMIP) → com suporte da NASA (Luis Gustavo de Gonçalves, PI).

■ **Amazon-Andes Model Evaluation Project** (AA-MEP) → com apoio da *Moore Foundation* (Paul Moorcroft, PI).

LBA -DMIP = Intercomparação + 20 modelos X dados de fluxo do LBA

AA-MEP = Intercomparação 4 modelos X dados de dinâmica de vegetação do RAINFOR e contra dados espacialmente distribuídos

## QUATRO TIPOS DE AVALIAÇÕES:

- 2.1. Contra dados de fluxos coletados em sítios experimentais;**
- 2.2. Contra dados de estrutura e dinâmica de vegetação coletados em sítios experimentais;**
- 2.3. Contra dados de experimentos de distúrbio (fogo, corte seletivo e seca induzida);**
- 2.4. Contra dados espacialmente distribuídos.**

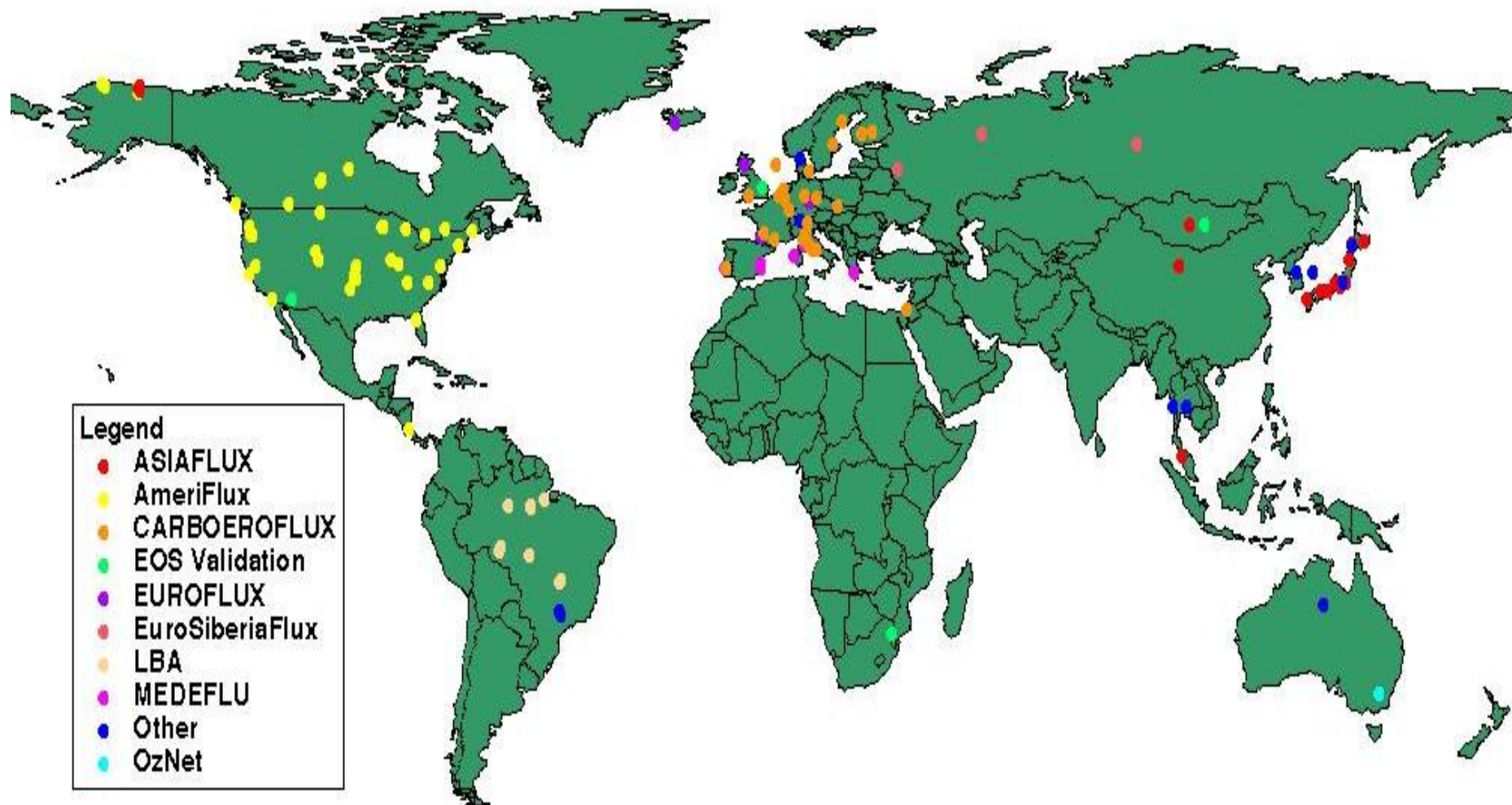
## 2.1. Modelo x Dados de fluxos

Estão disponíveis dados de 12 sítios na Amazônia e cerrado (LBA e RAINFOR)

Localidade	País	Tipo de vegetação	Localidade	País	Tipo de vegetação
1 Manaus C14	Brasil	Floresta de terra firme	7 Tapajós K83	Brasil	Floresta de terra firme
2 Manaus K34	Brasil	Floresta de terra firme	8 Reserva Jarú	Brasil	Floresta sazonal
3 Fazenda Tanguro	Brasil	Floresta seca	9 Reserva PDG	Brasil	Savana
4 Caxiuanã	Brasil	Floresta de terra firme	10 Ilha do Bananal	Brasil	Floresta sazonalmente inundada
5 Caxiuanã TP	Brasil	Floresta de terra firme	11 Tapajós K77	Brasil	Pastagem Área agrícola
6 Tapajós K67	Brasil	Floresta de terra firme	12 Fazenda Nossa Senhora	Brasil	Pastagem (desmatada por fogo)



 Integrating  
Worldwide CO<sub>2</sub>  
Flux Measurements



Validação do IBIS/INLAND

## 2.2. Modelo x Dados de estrutura e dinâmica de vegetação

Localidade	País	Tipo de vegetação
1 Amacayacu	Colômbia	Floresta de terra firme
2 El Zafire	Colômbia	Caatinga
3 Guyaflux	Guiana Francesa	Floresta de terra firme
4 Allpahuayo	Peru	Floresta de terra firme
5 Tambopata	Peru	Floresta de terra firme
6 Kenia	Bolívia	Floresta de terra firme

- Total GPP
- Total NPP
- Uso eficiente de carbono
- Componentes da respiração autotrófica (folhas vs. galhos vs. raízes)
- NPP acima do solo vs. NPP abaixo do solo (NPP raiz fina= alocação nas raízes finas- respiração)
- Carbono no solo
- Biomassa acima do solo
- Tempo de residência da biomassa de madeira
- Índice de área foliar
- Área específica de folha/ conteúdo de N e P
- Distribuição de N e P
- P no solo (fósforo)



## 2.3. Modelo x Experimentos de distúrbio

- FOGO
- CORTE SELETIVO
- SECA INDUZIDA



Localidade	País	Tipo de vegetação
1 Tapajós K83	Brasil	<b>Corte Seletivo</b>
2 Tapajós K67	Brasil	<b>Seca Induzida</b>
3 Caxiuanã	Brasil	<b>Seca Induzida</b>
4 Tanguro	Brasil	<b>Fogo</b>

## 2.3.1. FOGO

### ● INCÊNDIOS AFETAM:

- Albedo
- Estrutura da vegetação (Biomassa, LAI, etc.)
- Dinâmica da vegetação (mortalidade, abertura de clareiras)
- Balanço de carbono
- Emissões de aerossóis e gases traços
- Fertilidade do solo
- ...

### ● ANTROPOGÊNICOS E NATURAIS

### ● MÓDULOS:

- Ignição
- Combustão
- Propagação
- Emissões

Qual a contribuição do fogo no estoque de carbono, na produtividade e no tipo funcional de plantas na floresta?



Início : Maio de 2004

Local: Fazenda Tanguro

Área: Três blocos de 50 hectares

1º bloco: Queimado anualmente

2º bloco: Queimado trienalmente

3º bloco: Controle (nunca é queimada)



Foto: Jennifer Balch



- Foram inventariados mais de 10.000 árvores;
- Acompanhamento da regeneração e mortalidade destas árvores;
- Parâmetros mensurados ao longo do ano: abertura do dossel, crescimento de árvores, microclima, dentre outros.

## 2.3.2. CORTE SELETIVO

Início: 2001

Local: Floresta Nacional de Tapajós km83

Etapas:

1. Inicializar o modelo com os dados do pré tratamento de 2001;
2. Depois inicializar com os dados de estrutura de 2002;
3. Para finalizar, inicializar o modelo com dados do pós tratamento de 2003.



## 2.3.3. SECA INDUZIDA

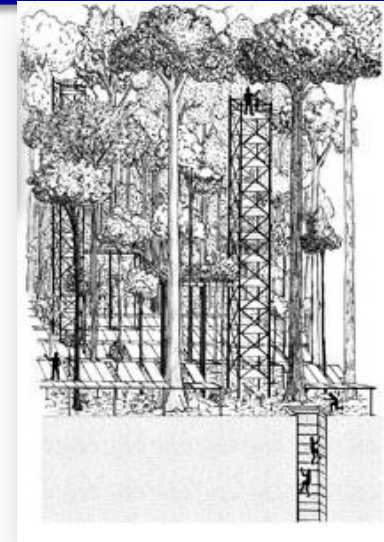
Local: Caxiuanã (**ESECAFLOR**)

Santarém km 67(**Seca Floresta**)

Área: Duas parcelas (A e B) de 1 hectare cada

Parcela A: Controle

Parcela B: exclusão de aproximadamente 90% da água da chuva com a utilização de cerca de 5000 painéis plásticos instalados a uma altura de 1,5 a 4 metros acima do solo



Experimento: Avaliar o impacto da seca prolongada nos fluxos de água e dióxido de carbono, além de investigar a exclusão de água no solo sobre o ciclo da floresta, algo semelhante à influência de um fenômeno El Niño.

Dados: Variáveis meteorológicas

Fluxos de CO

Fluxo de seiva

Fotossíntese

Umidade e respiração do solo



## 2.4. Modelo x Dados espacialmente distribuídos

Dados climáticos regionais e dados de sensoriamento remoto

### Dois grupos de simulações:

1. Simulações utilizando dados climáticos regionais para 14 sítios experimentais do RAINFOR;

#### **Avaliação contra dados ecológicos locais**

2. Simulações utilizando dados climáticos regionais e de sensoriamento remoto para toda a região amazônica;  
Resolução Regional 10 x 10 km ~ 100k pixels;

#### **Avaliação contra dados regionais**

- Vazão
- Biomassa (Saatchi - JERS, Lefsky - GLAS, Kelldorfer - ALOS)
- Temperatura brilhante do dossel (CERES)



## *Validação: comentário final*

- A validação do modelo é essencial para a demonstrar a utilidade do modelo;
- Experimentos de validação regionais e mesmo globais serão necessários para comprovar o bom funcionamento do modelo
- Devemos incluir outros sítios micrometeorológicos no Brasil além dos sítios do LBA, e tantos dados regionais quanto for possível.

**OBRIGADA**