

Mudanças climáticas e opções brasileiras

Humberto Ribeiro da Rocha

Professor

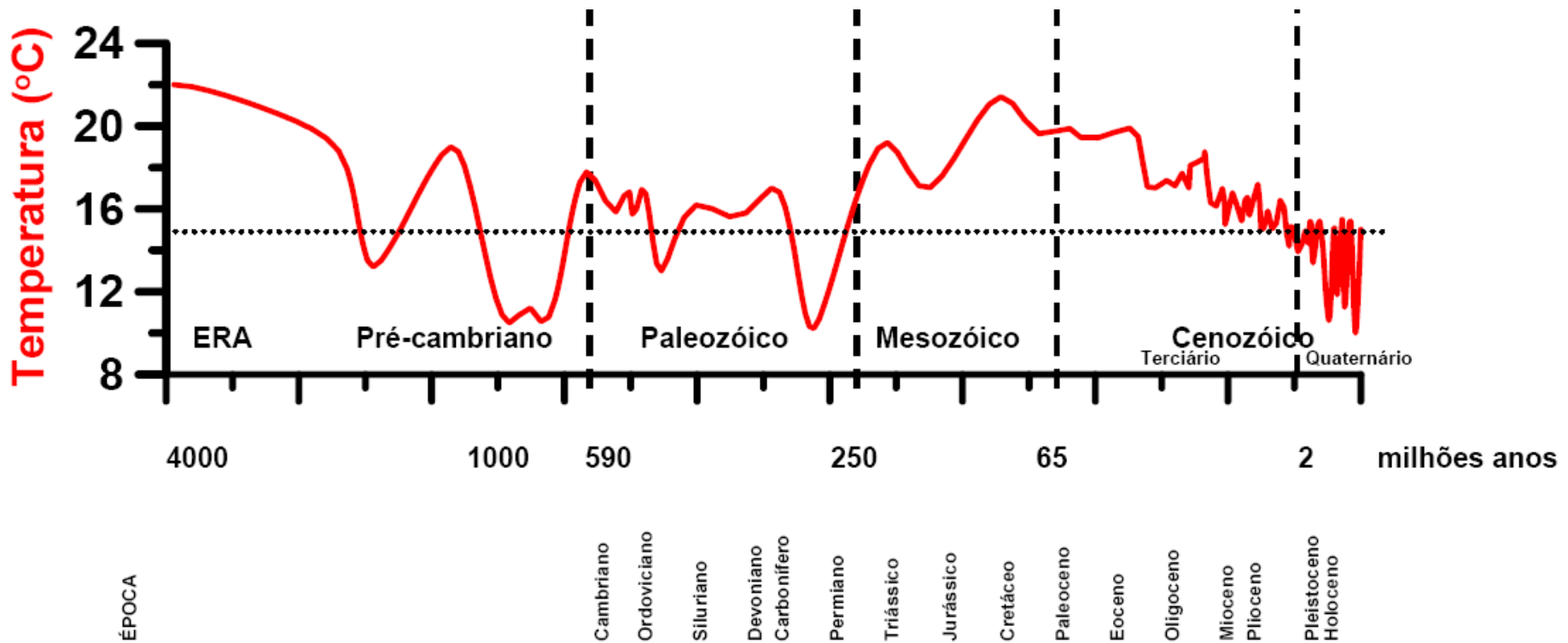
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas



Universidade de São Paulo
B R A S I L



Paleoclimas da Terra



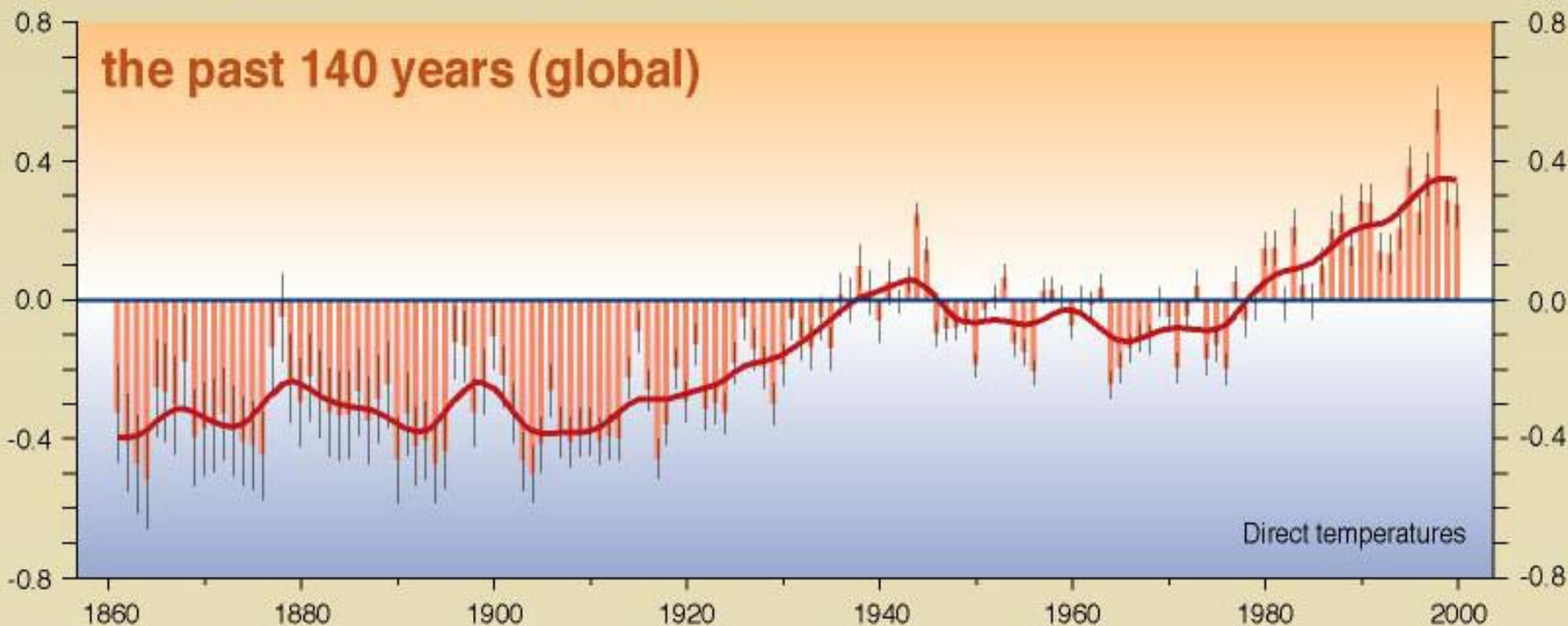
Fotossíntese
(cianobactérias)

↔
dinossauros

↑
Homo habilis

Variations of the Earth's surface temperature for...

Departures in temperature in °C (from the 1961-1990 average)



1998 : o ano mais quente do ultimo seculo

2005 : o 2º ano mais quente

1995-2005 : a década mais quente

Balanco global de C (IPCC AR4, Médias de 2000 - 2005)

fluxos em GtC / ano

7,2



- 0,9



- 2,2



=

4,1

aumento
anual de
carbono

1,6

~ - 2,5

Atmosfera

760



Geológico
5000

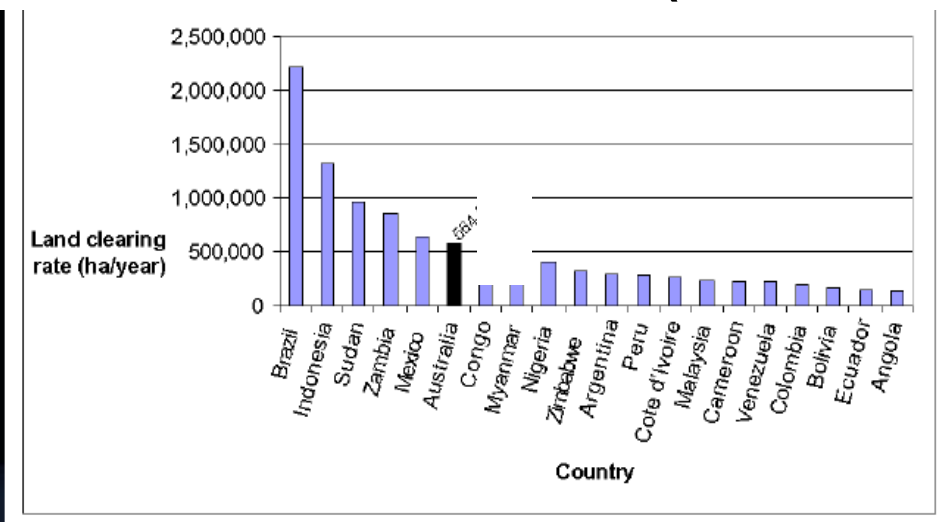
Biota
830

Solo
2500

Oceano
38000

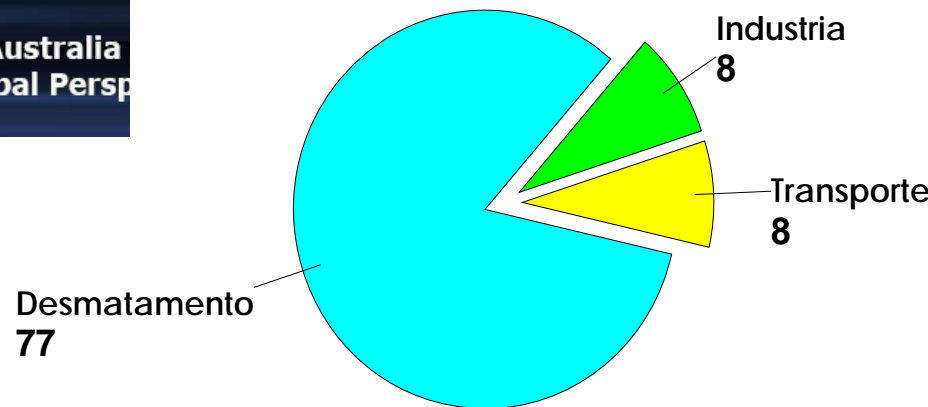
Estoques (GtC)

Taxa de desmatamento (hectare / ano)

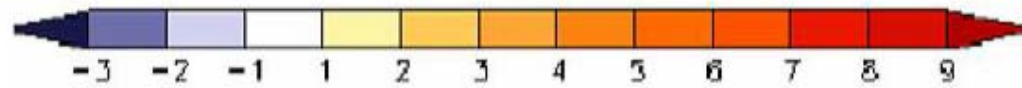


International annual land clearing rates for 1990-2000. (From Australia Conservation Foundation, 2001. Australian Land Clearing, A Global Perspective. Latest Facts & Figures.)

Emissões no Brasil (%)
Fonte : MCT 2004



Mudança da Temperatura Verão 2070 – 2100 (Marengo 2007)



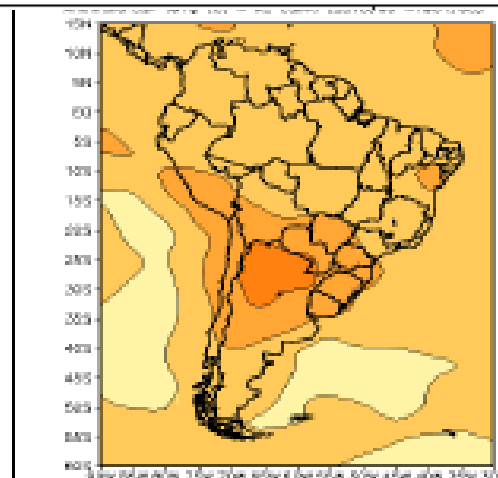
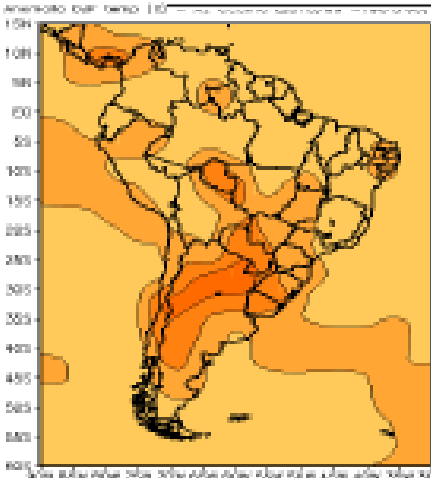
frio

(°C)

quente

CCMA

CSIRO

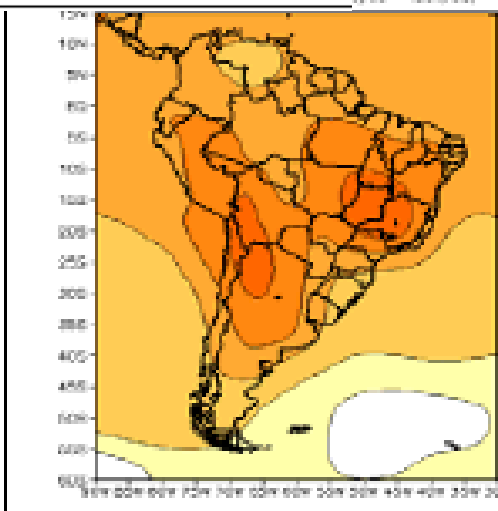
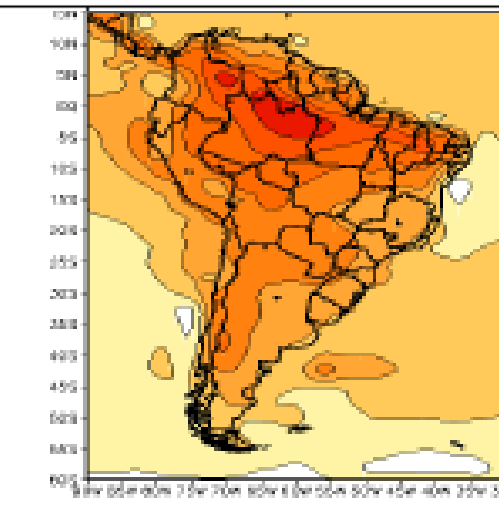
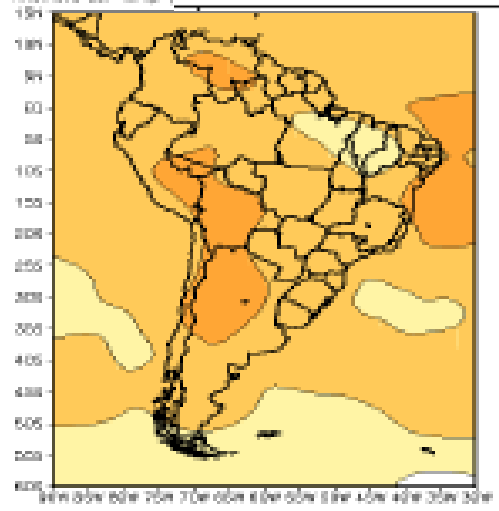


**Projeções de 5
modelos:
aquecimento de 1 a
5°C**

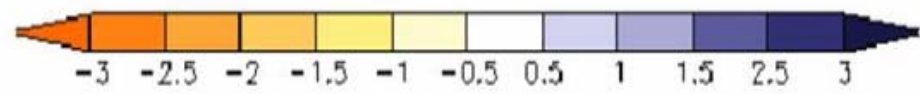
GFDL

HadCM3

CCSR/NIES

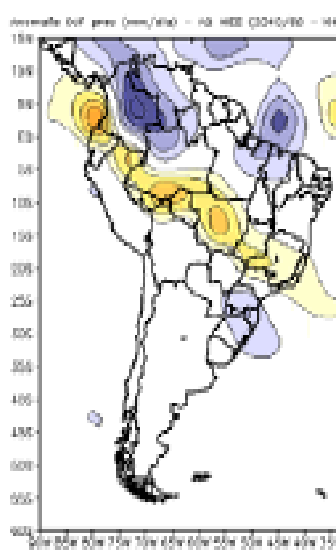
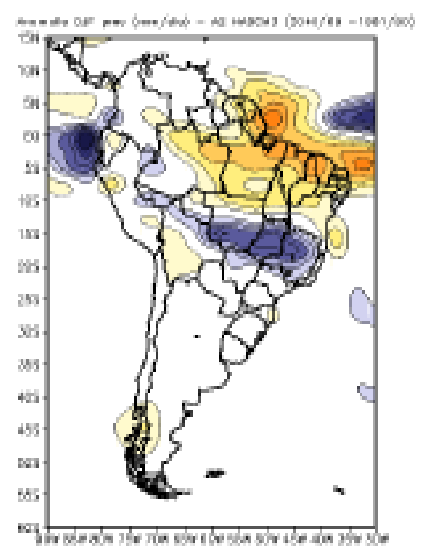
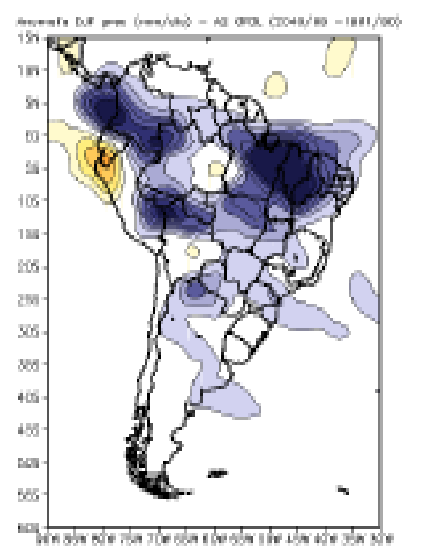
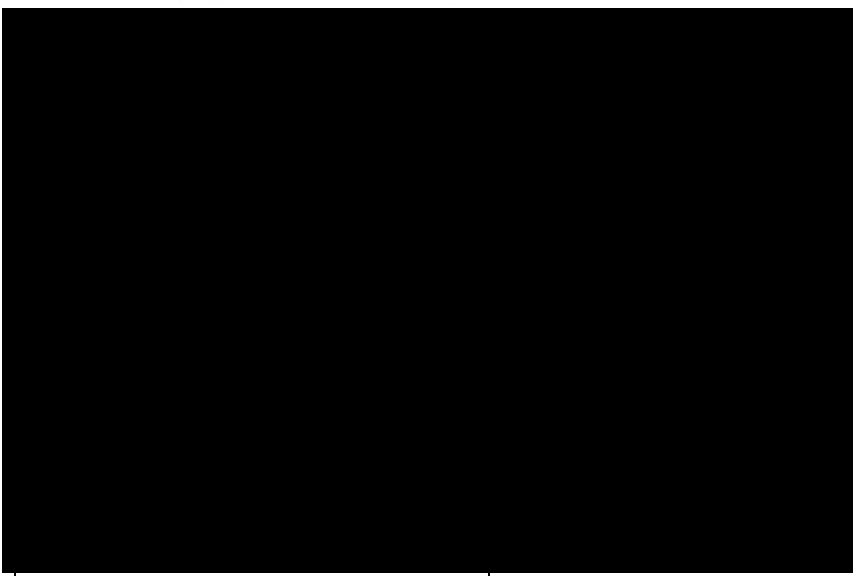
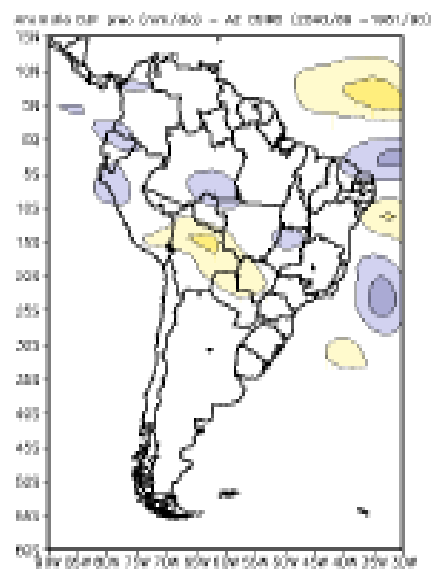
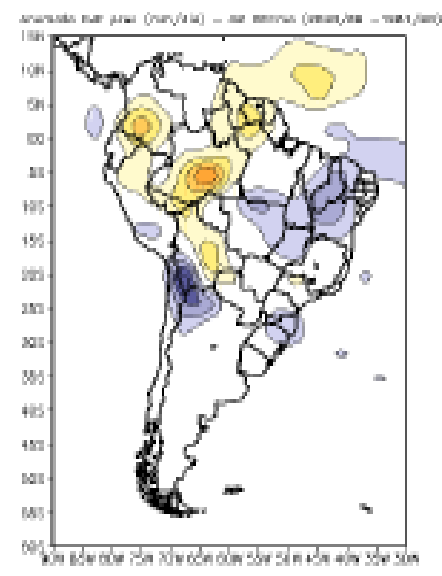


Mudança da chuva Verão (Marengo 2007)



seco (mm/dia) **úmido**

2041-2070

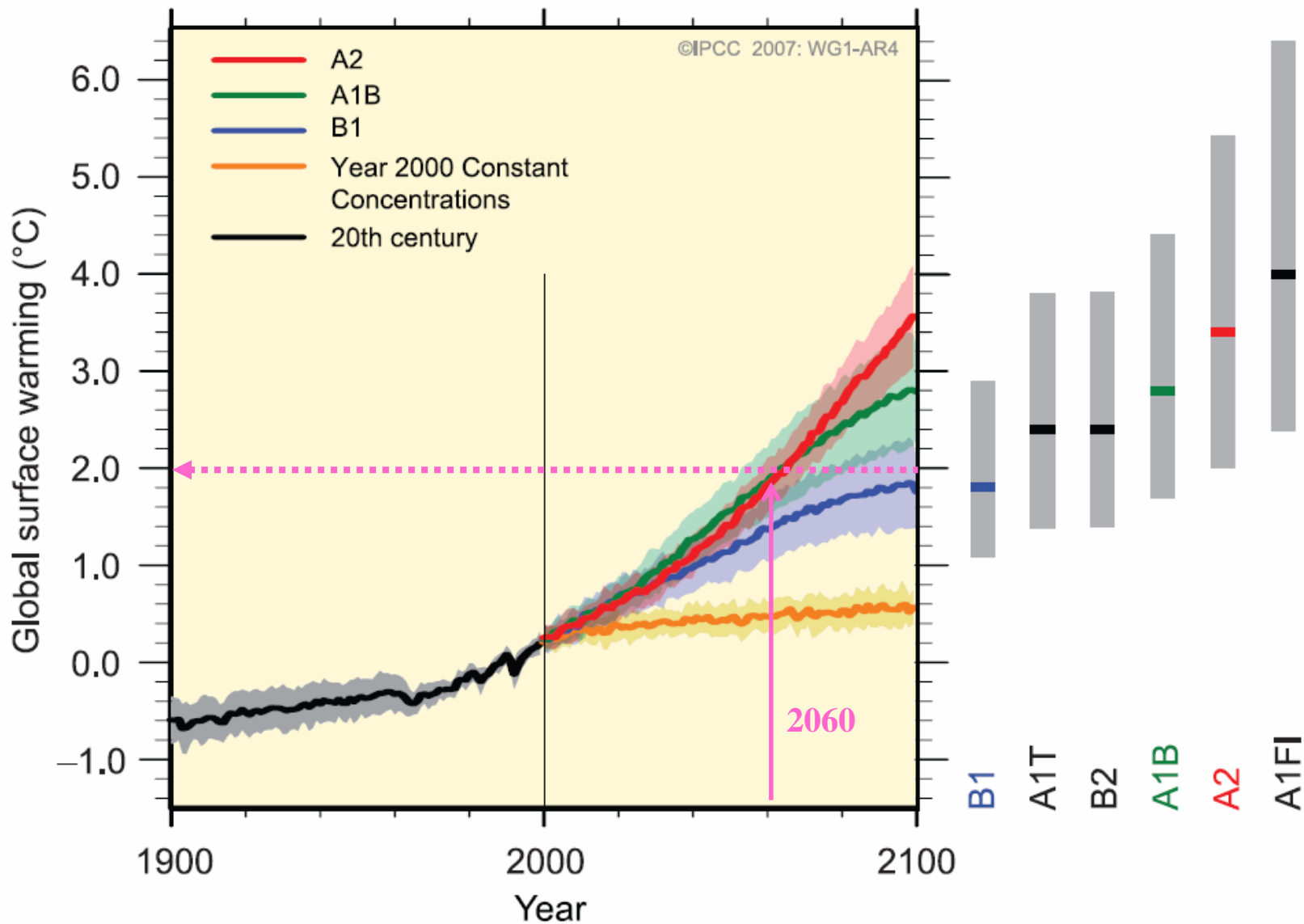


20°C

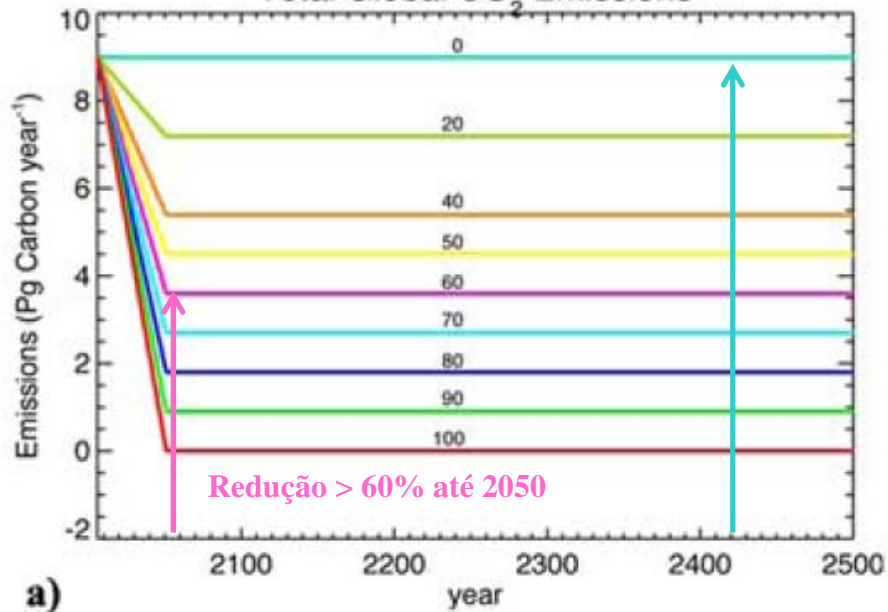
JULHO
AGOSTO
FEVEREIRO

Projeções do IPCC Relatório AR4 (2007)

MULTI-MODEL AVERAGES AND ASSESSED RANGES FOR SURFACE WARMING

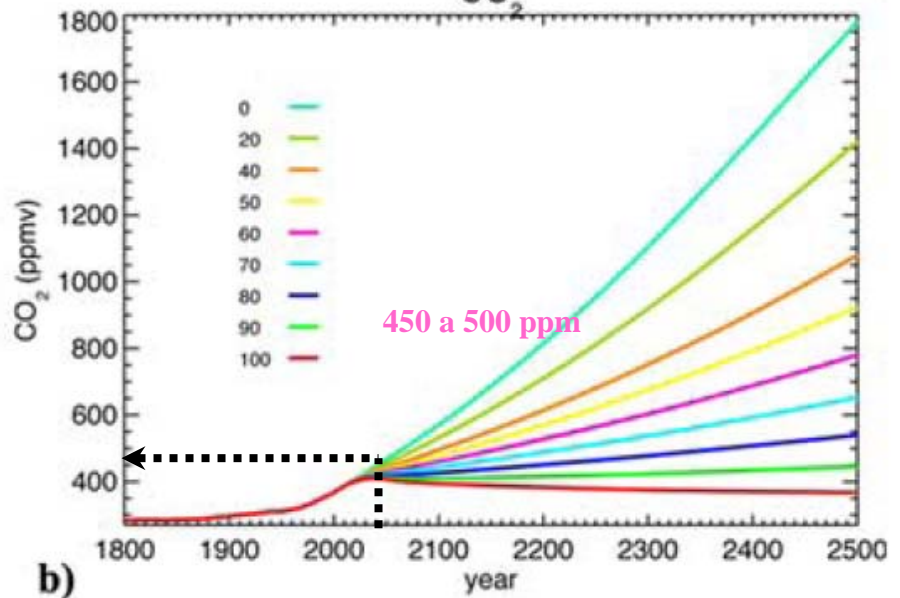


Total Global CO₂ Emissions



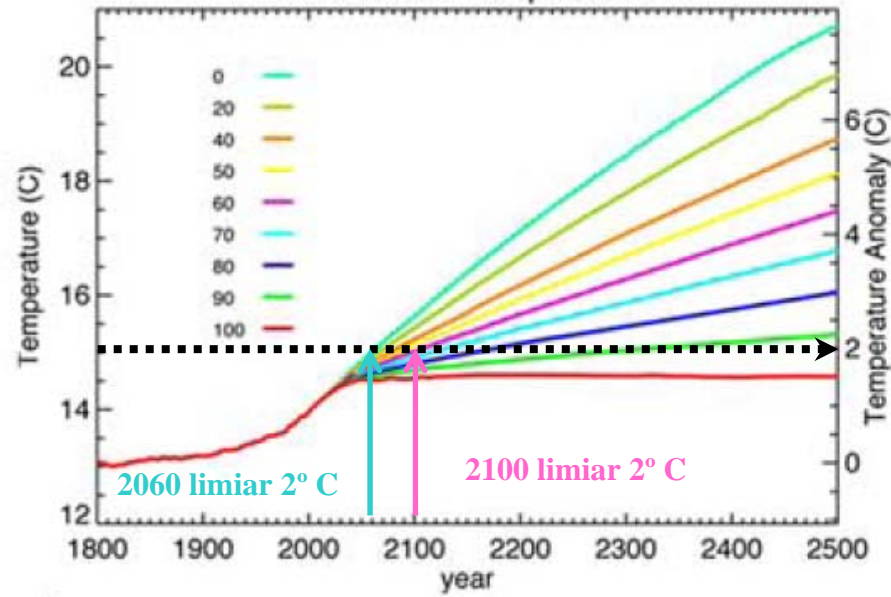
a)

CO₂



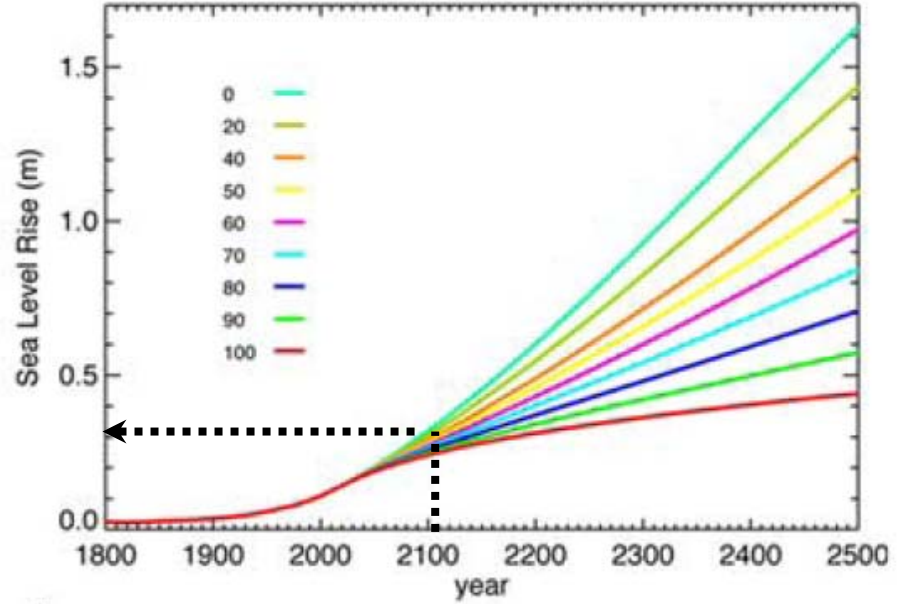
b)

Surface Air Temperature



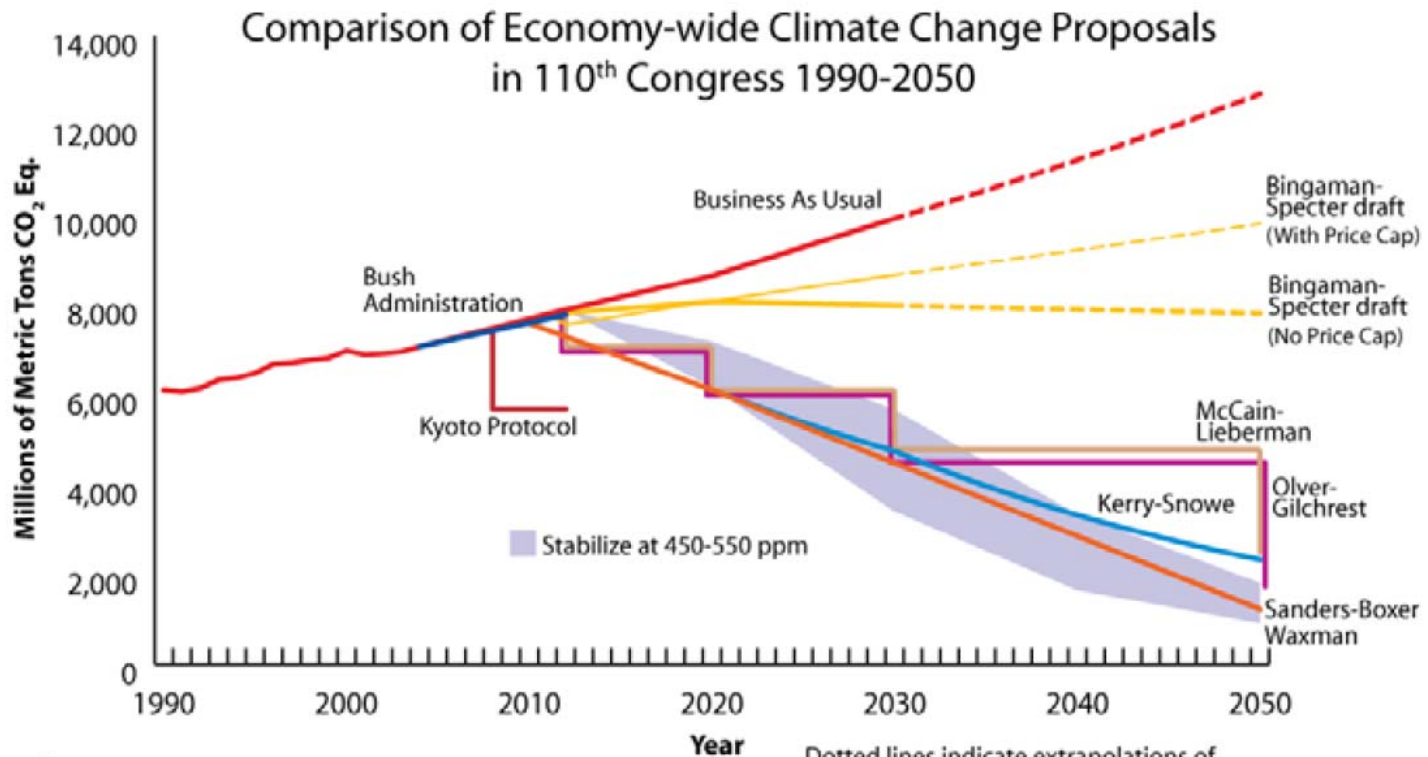
c)

Sea Level Rise



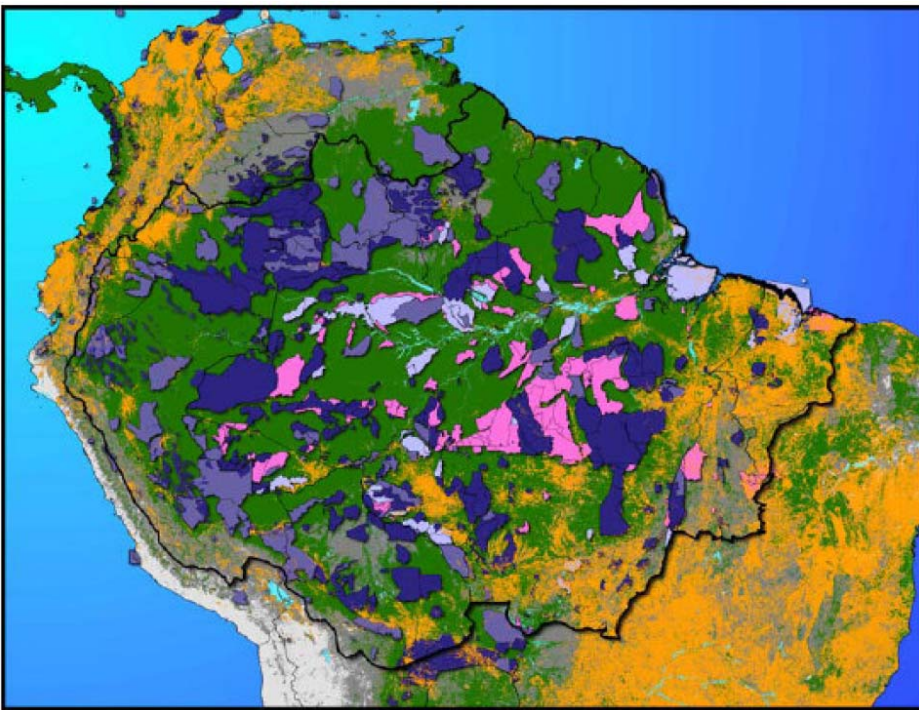
d)

FIGURE 10: Comparison of Climate Change Proposals, 110th Congress



 WORLD RESOURCES INSTITUTE

Dotted lines indicate extrapolations of Energy Information Administration projections
Modified: May 10, 2007



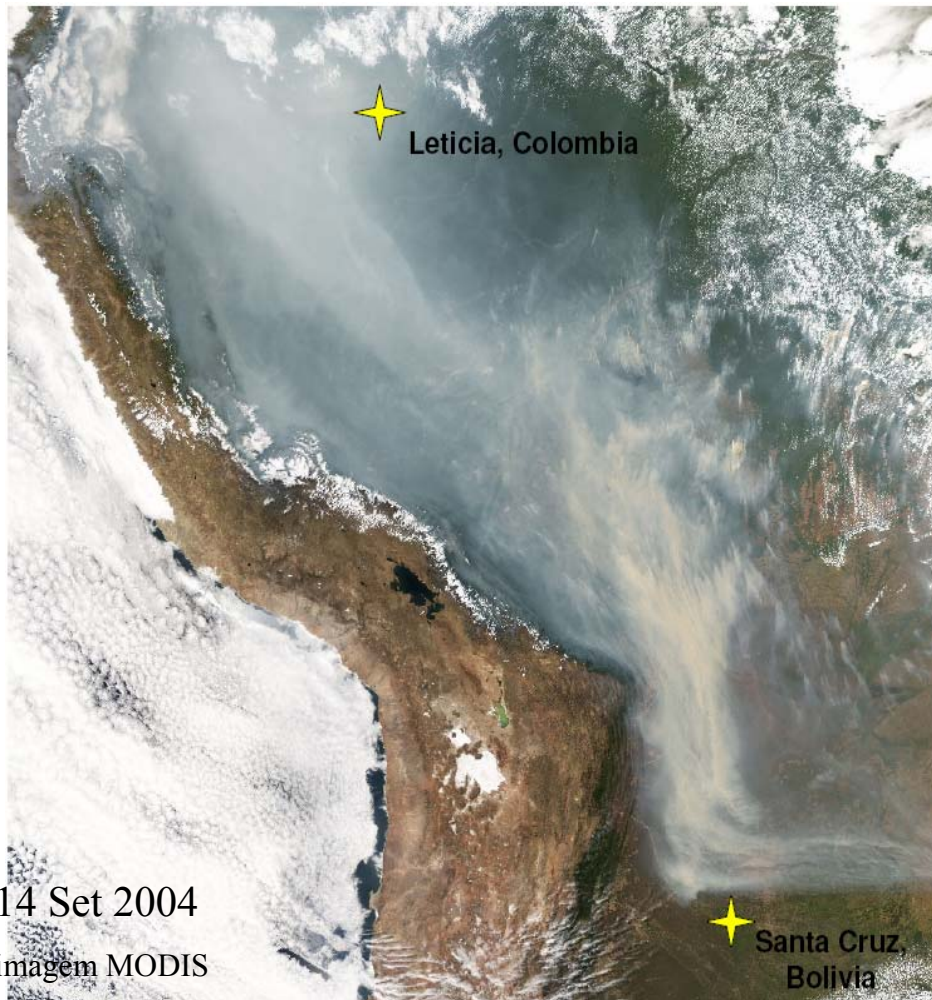
Soares, Nepstad, Curran et al. 2006. Nature

- áreas indígenas
- parques ...

219 Mha

- ● desmatado
 - Cerrados
- 320 Mha aráveis

Conservacionismo e 4 Fs (FUEL, FIBER, FOOD & FEED)



14 Set 2004
imagem MODIS

03/10/2007

FOLHA DE S.PAULO

Josiane Dias/"Diário Regional"



Alunos protestam contra fumaça com máscaras em Sinop

Má qualidade do ar em MT faz alunos irem à aula com máscaras

DA AGÊNCIA FOLHA

A fumaça causada por queimadas voltou ontem a invadir cidades em Mato Grosso. Na UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso) de Sinop (506 km da capital), alunos foram às aulas usando máscaras, em ato contra a má qualidade do ar.

Estudantes do ensino fundamental também saíram às ruas para protestar contra a fumaça que encobria Sinop ontem.

O Estado teve 15.606 incêndios neste ano, de acordo com o Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Houve mais queimadas após o dia 25, quando acabou a proibição desses incêndios. O go-

verno estendeu o prazo até dia 15, quando deve voltar a chover.

A situação levou a Justiça Federal no Estado a determinar ontem abertura de inquérito policial para apurar responsabilidades sobre as queimadas.

Além da fumaça e do clima seco, há o calor: a temperatura chegou a 41°C em Cuiabá.

Fiscal morto

Anteontem, o fiscal da Secretaria do Meio Ambiente de Cuiabá Luis Carlos Faria Martins, 55, foi morto ao tentar impedir um vizinho de queimar um terreno baldio. Segundo a secretaria, ele foi baleado pelo dono do terreno, que não aceitou uma multa.

Mudanças climáticas globais

Mudanças climáticas pelo uso da terra

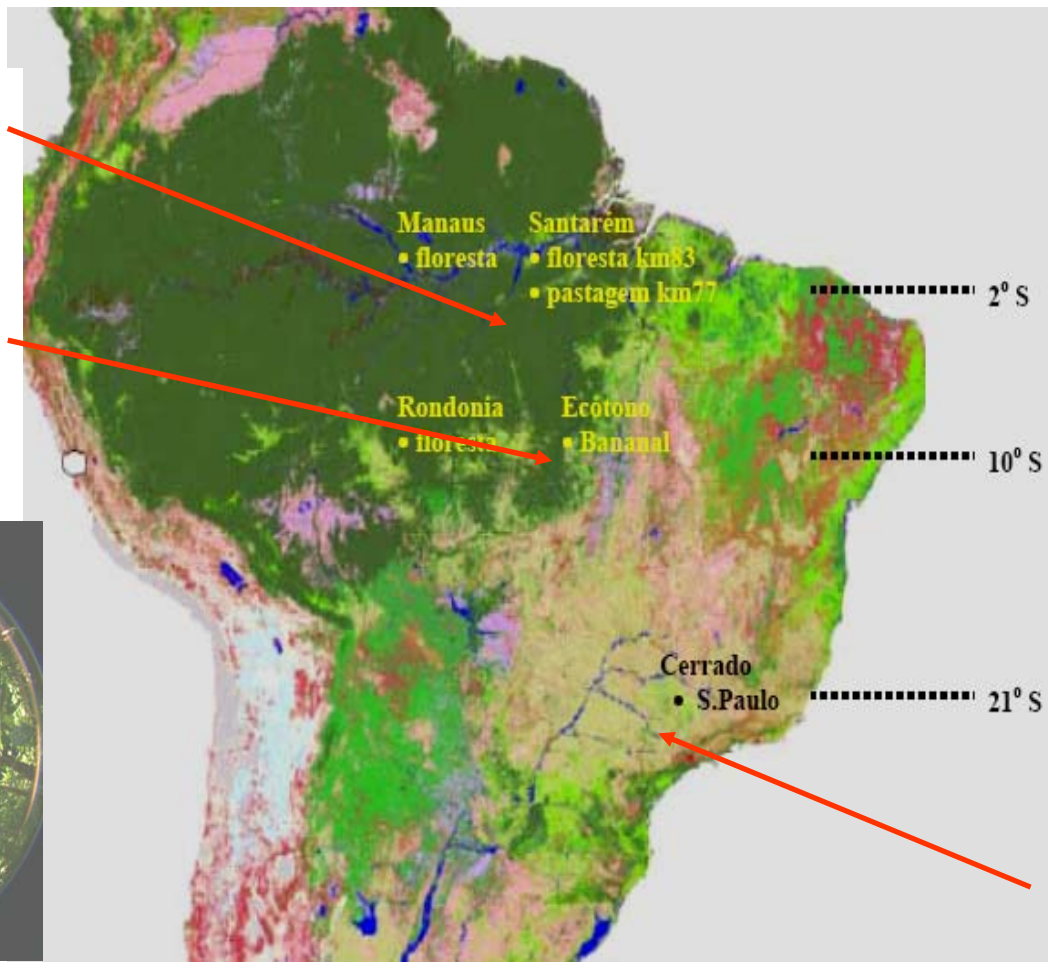
Serviços Ambientais

Torres de fluxo USP e colaboradores

Floresta

tropical

(Santarém,
PA)



Cerrado
restrito

(Sta Rita P.
Quatro, SP)



Universidade de São Paulo
BRASIL

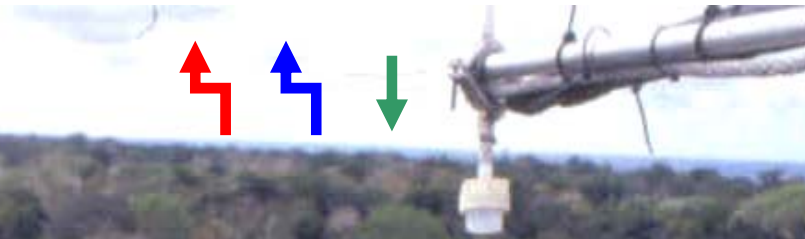
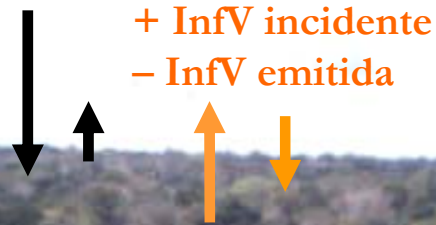


Energia disponível =

- + Solar incidente
- Solar refletida

= Energia utilizada

- = + **H** (fluxo calor sensível)
- + **LE** (evapotranspiração)
- + **A** (assimilação CO₂) + ...



Radiômetros

Anemômetro
sônico

Analizador
CO₂ & H₂O

Flona Tapajós km83
Santarém (PA)

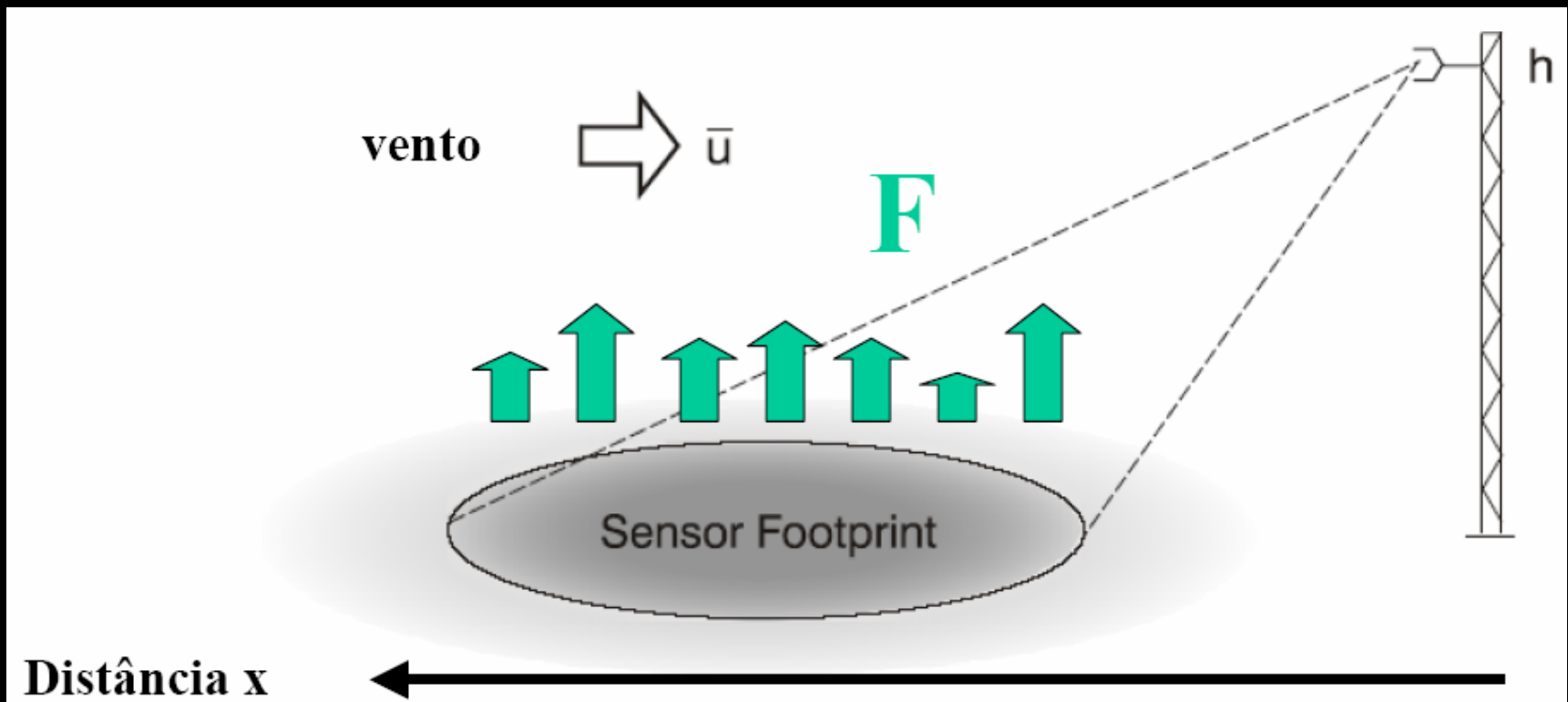
MEDIDAS NA TORRE DE FLUXO

R_n radiação disponível

H (fluxo calor sensível)

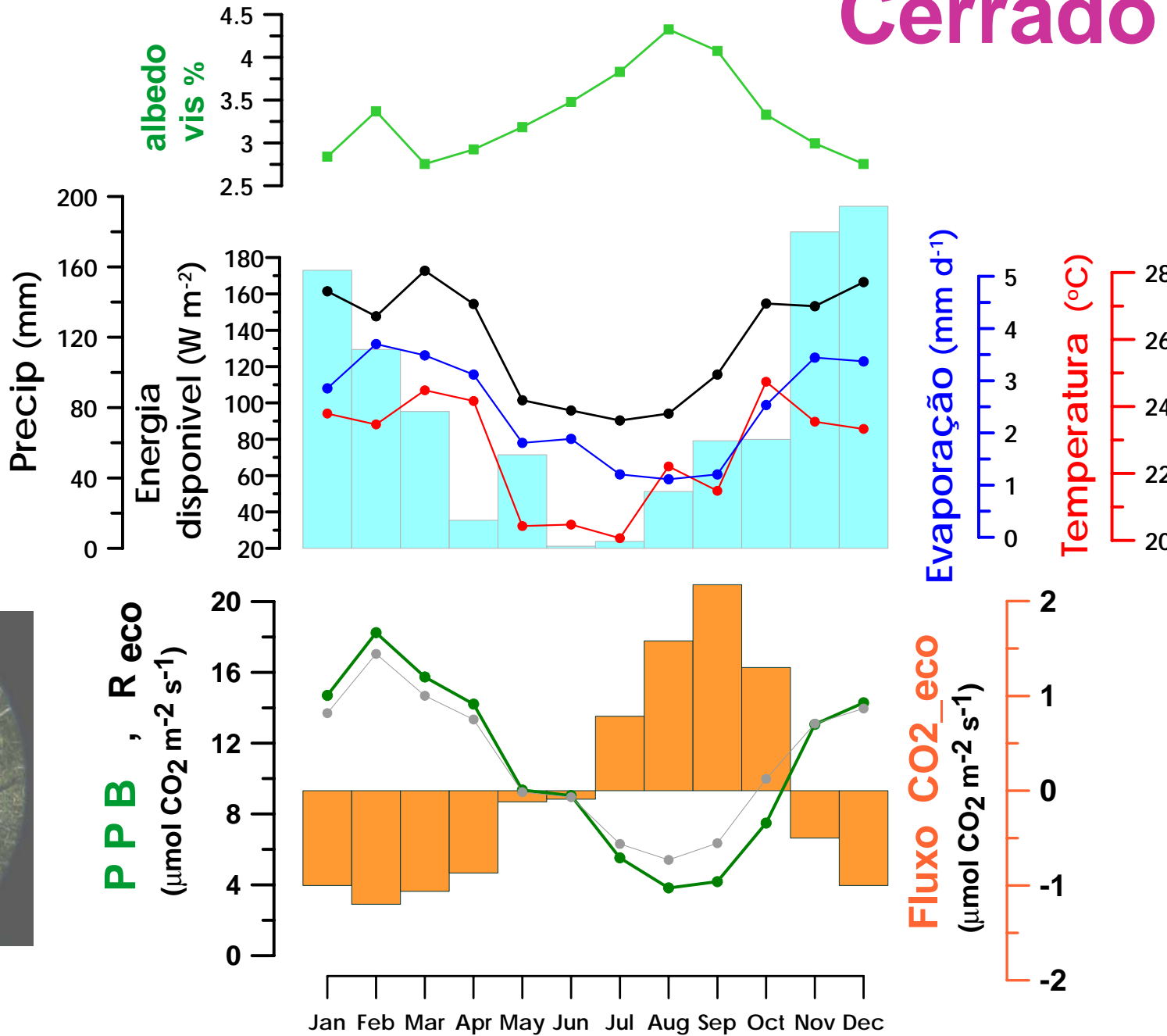
LE (evapotranspiração)

Fluxo líquido $CO_2 = PPB + Reco$



Cerrado Restrito

Cerrado

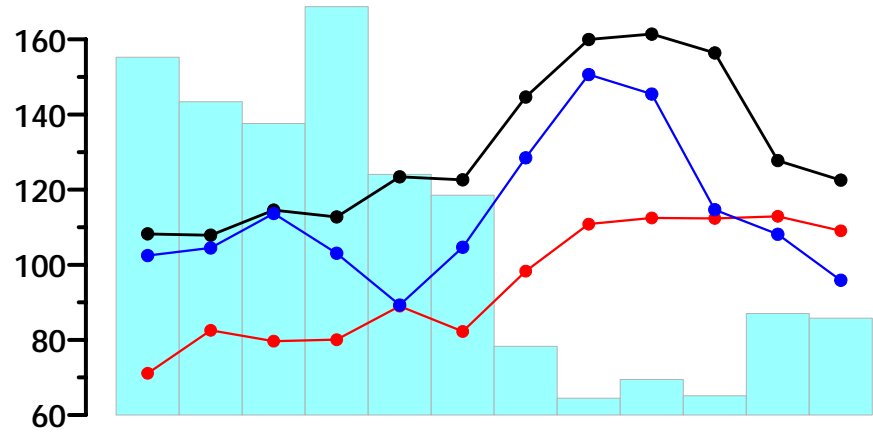


Floresta tropical amazônica

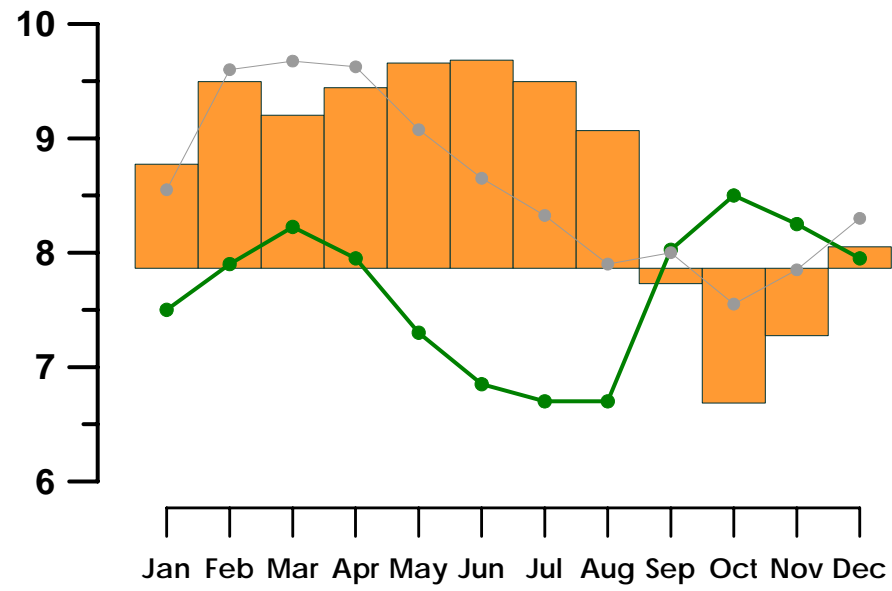
Floresta



Precip (mm)
Energia disponível (W m^{-2})



PPB, R_{eco}
($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)



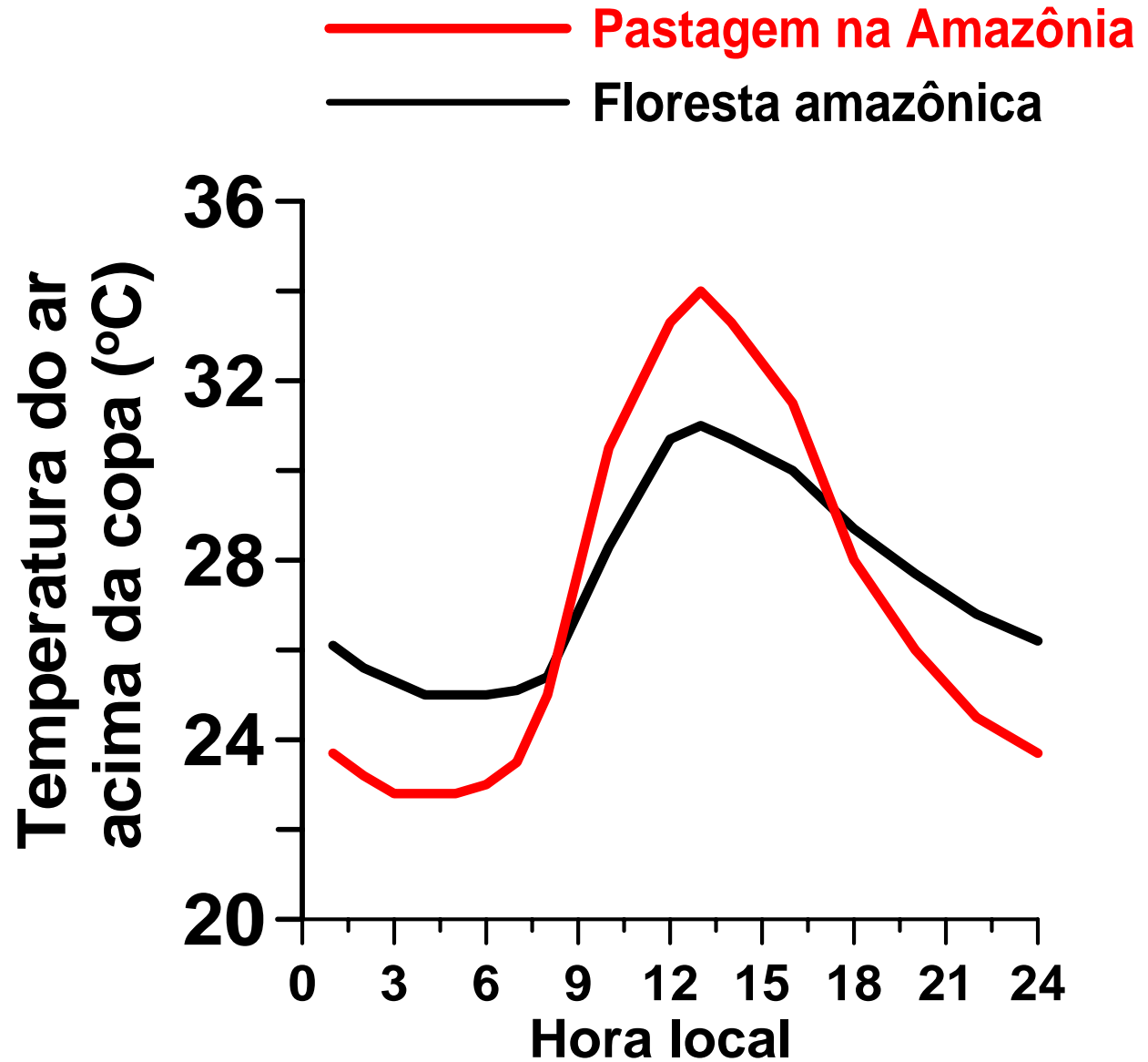
Evaporação (mm d^{-1})

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

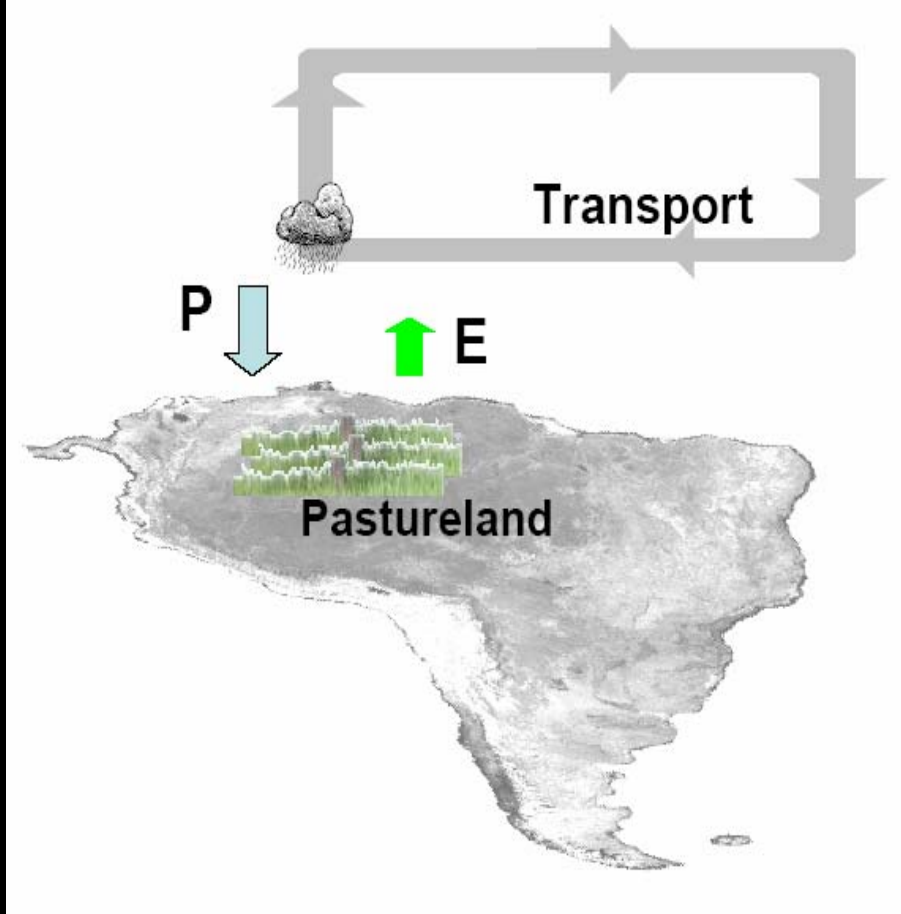
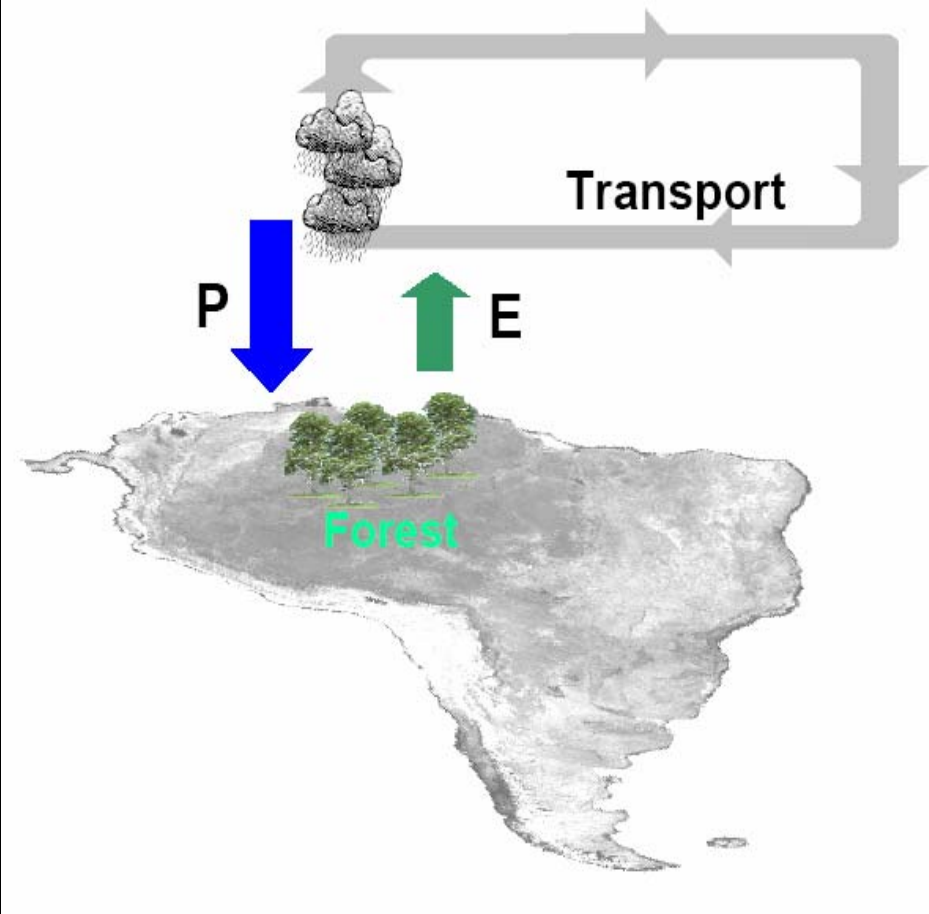
Fluxo CO₂_eco
($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

1. Amazônia



Fonte: Gash et al. 1996

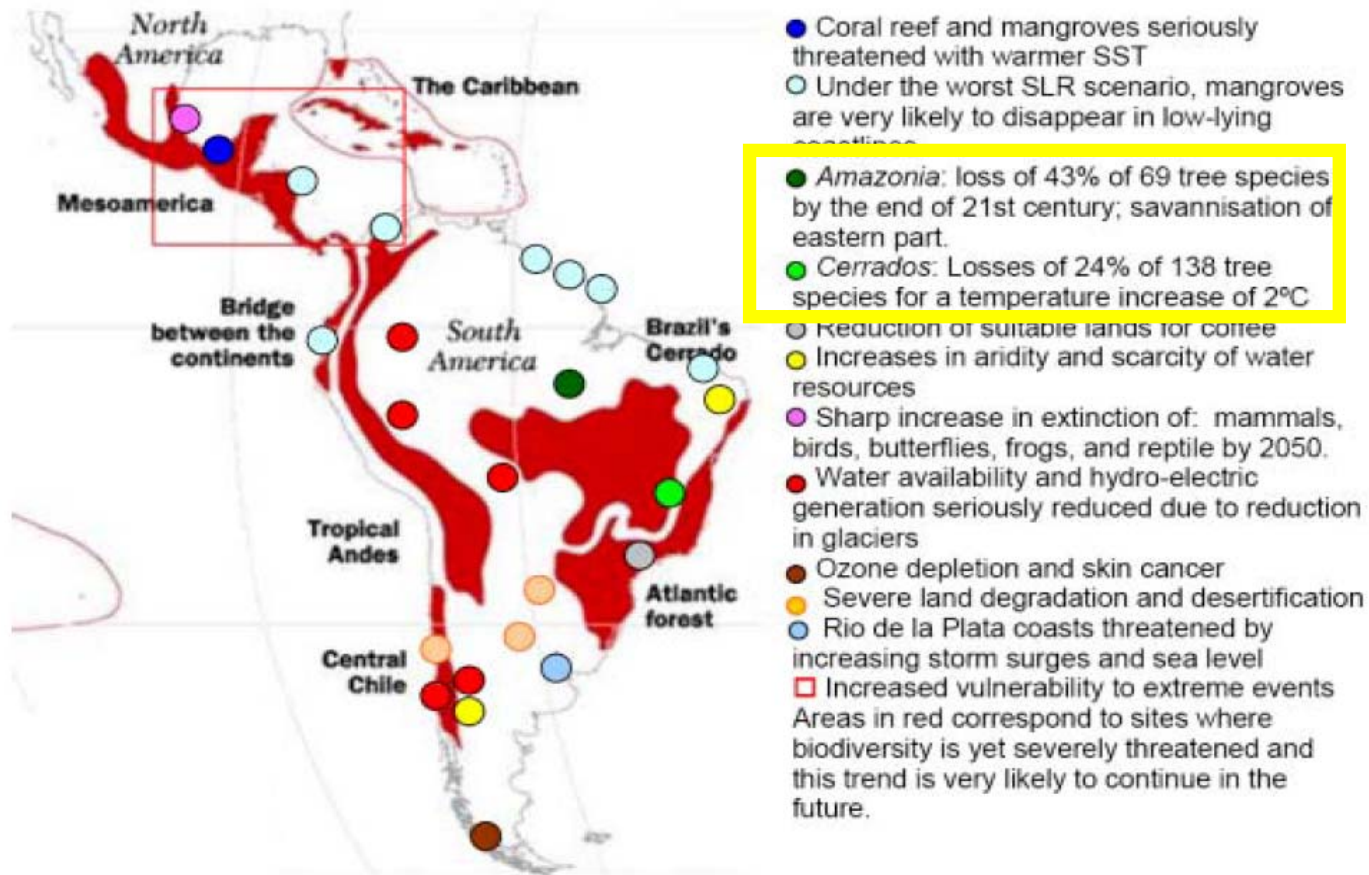


Simulação de Desmatamento com modelos do sistema climático

- Henderson-Sellers & Gornitz (1984)
- Nobre et al (2001)
- Rowntree (1996)
- Costa & Foley (2000)
- Oyama e Nobre (2004)

$$\begin{array}{rcl}
 P & = & E + \text{Transporte} \\
 \text{reduz} & & \text{reduz} \quad \text{portanto} \\
 \text{até 650 mm/a} & & \text{até 500 mm/a} \quad \text{reduz}
 \end{array}$$

Hipótese de savanização da Amazônia

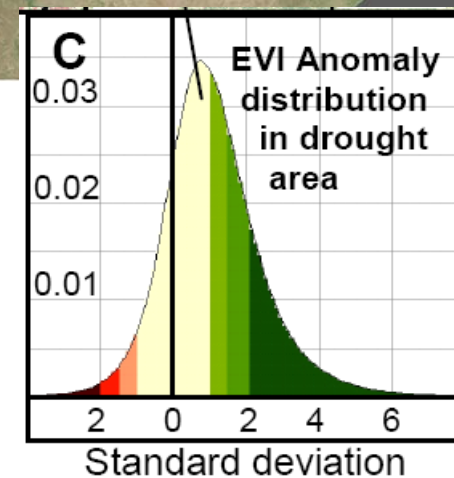
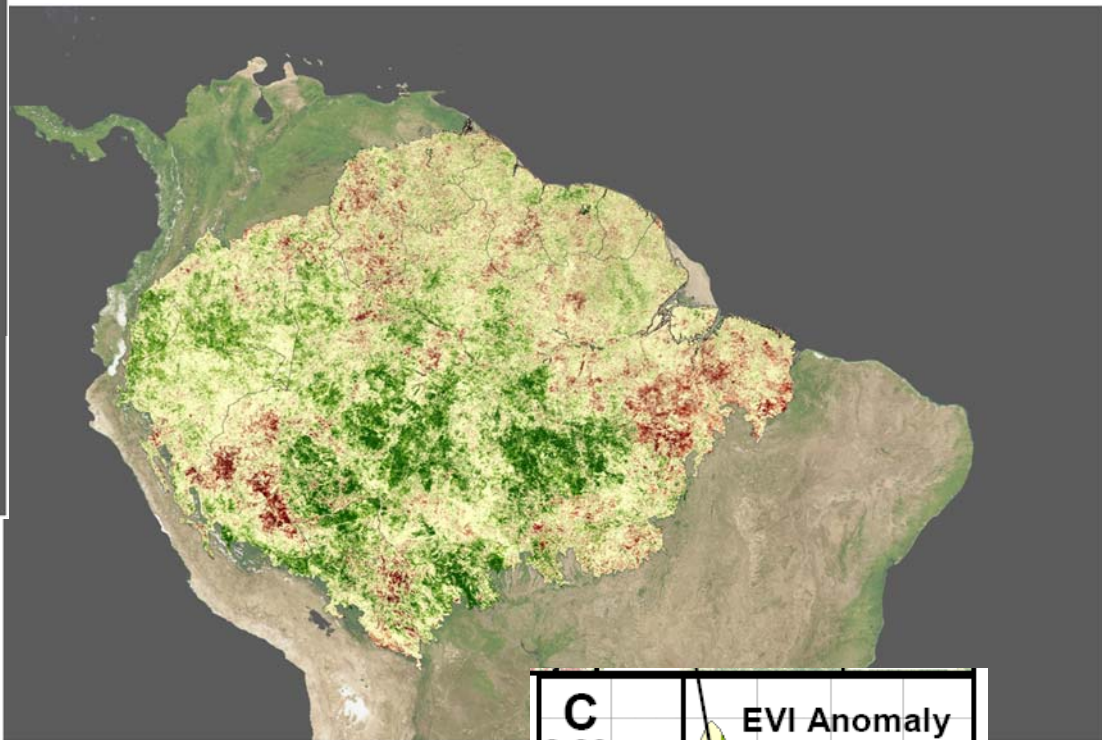
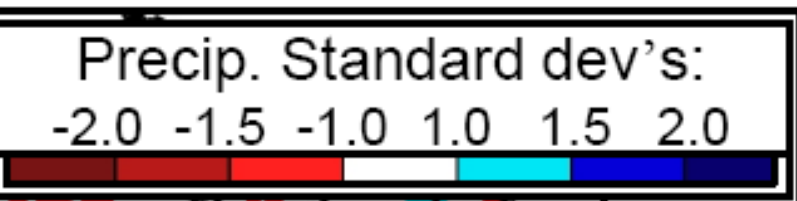
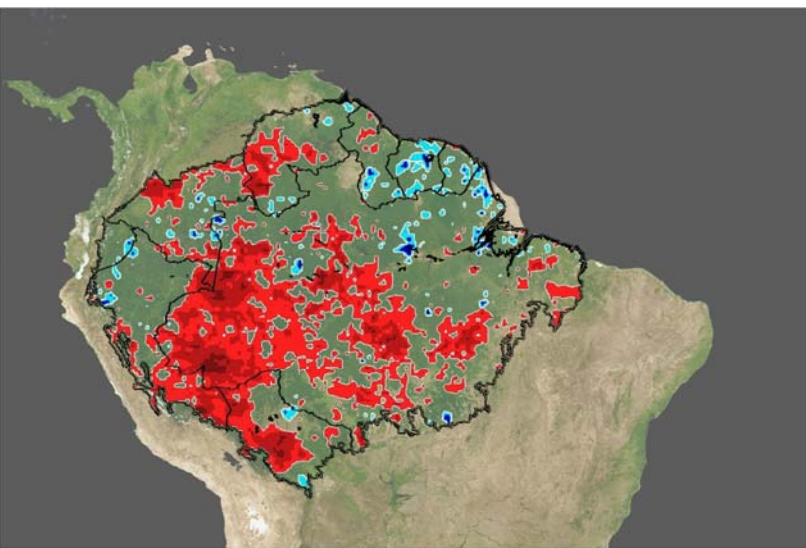


Key hotspots in Latin America

Taxa de redução da biodiversidade no Brasil

Vulnerabilidade à savanização

Fonte : Impacts, adaptation and vulnerability IPCC 2007 Working Group II

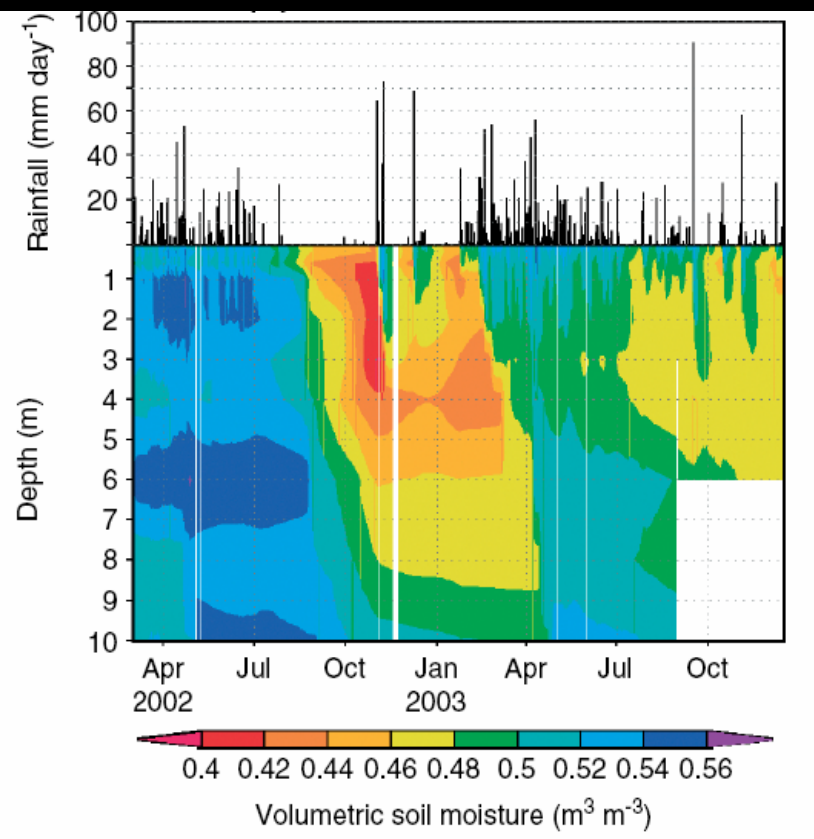


Forte recuperação da floresta primária ao longo estresse hídrico da seca de 2005

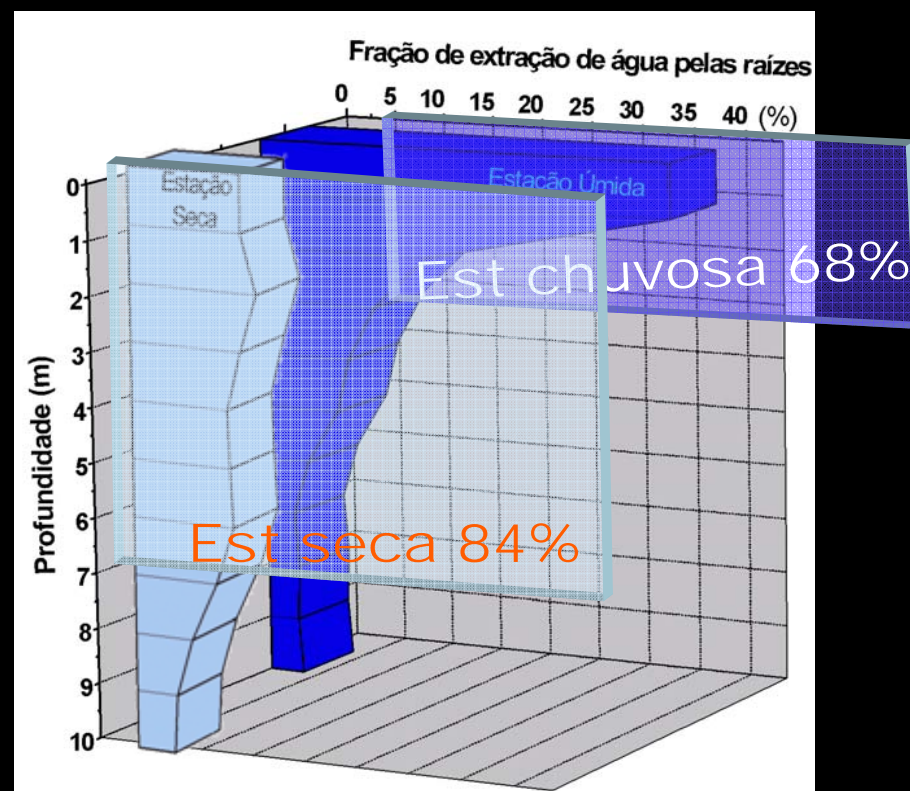
Saleska et al. (Science 2007)

Perfil de umidade do solo (10 m) floresta tropical (Santarem km83)

Bruno et al 2006 (*Hydrological Processes*)



Fração da umidade do solo extraída de cada camada (%)





Ordem *s.f.*

disposição regular e metódica; método; maneira, modo /
regras, leis, estruturas que constituem uma sociedade /
apropriada combinação de meios /

(grego) Cosmos = ordem
Caos = desordem

(ou outra forma de ordem, ou que leve a nova ordem, Prof. G. Telles)