

**Disponibilidade de água : impacto das
mudanças de uso do solo e do aquecimento
global**

Ciclo de conferências Biodiversidade e Recursos Hídricos
FAPESP 24 Abr 2014

Humberto Rocha

O que é disponibilidade hídrica ?

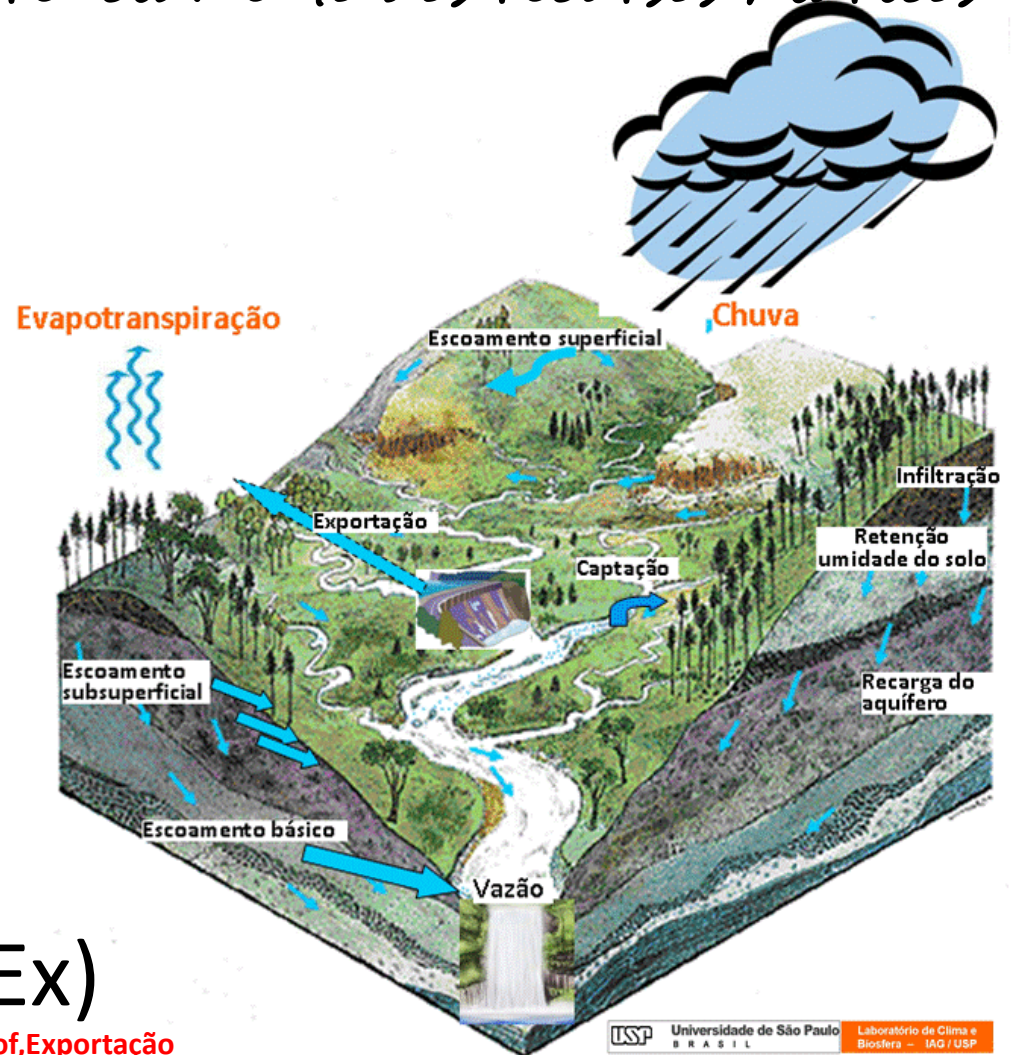
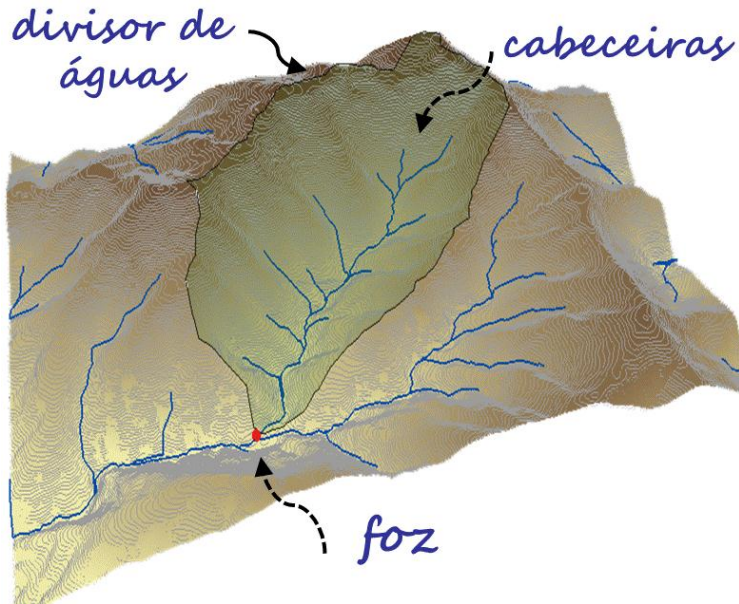


Que são mudanças de uso do solo ?

O que é aquecimento global ?

O que é disponibilidade hídrica ?

Conceito de bacia hidrográfica : a unidade físico-territorial de gerenciamento dos recursos hídricos



$$P = Q + ET + \Delta S_{\text{vad,sub}} + (C_{\text{sup,sub}}, Ex)$$

Chuva Vazão Evapotranspiração

Recarga rasa,prof Captação Sup/Prof,Exportação

O que é disponibilidade hídrica ?

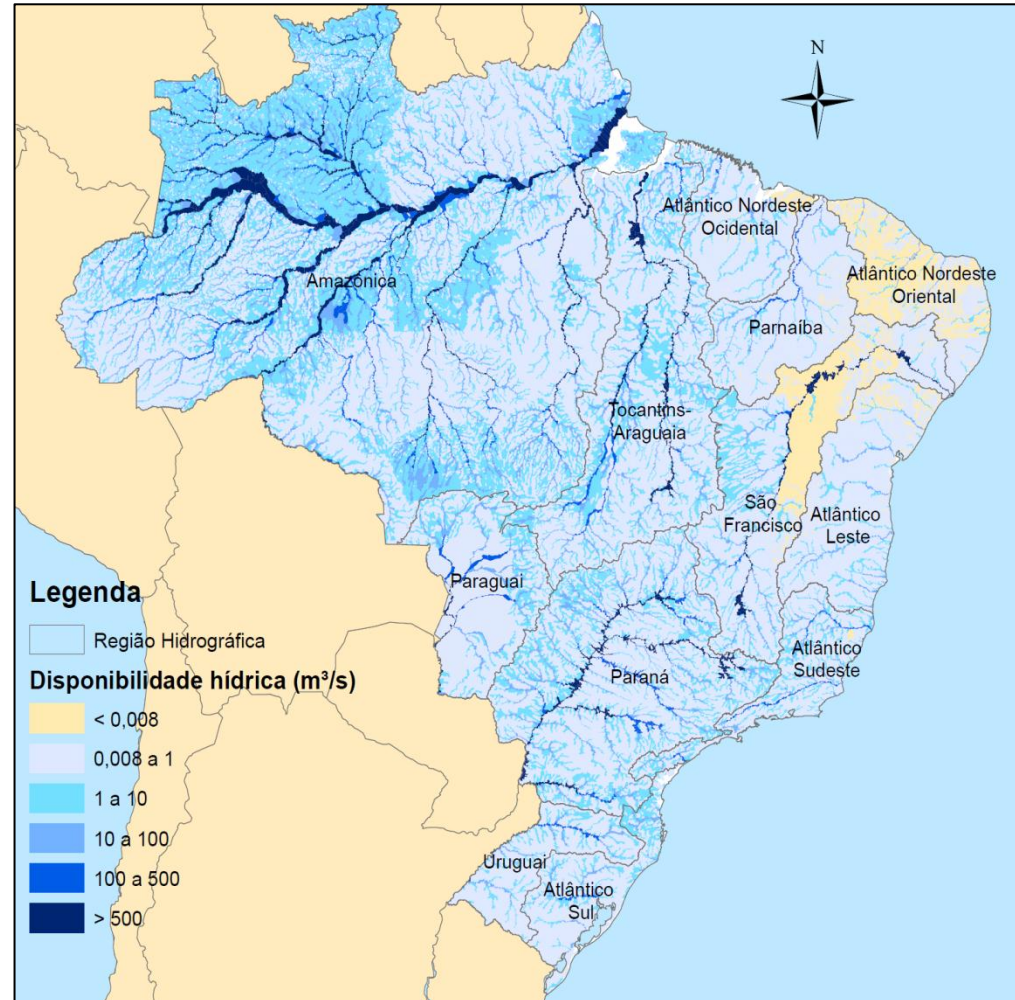
Disponibilidade hídrica superficial
5660 km³/a (12% mundial)
8427 km³/a (+ intl, 18% mundial)

Demanda uso da água Brasil
74 km³/a

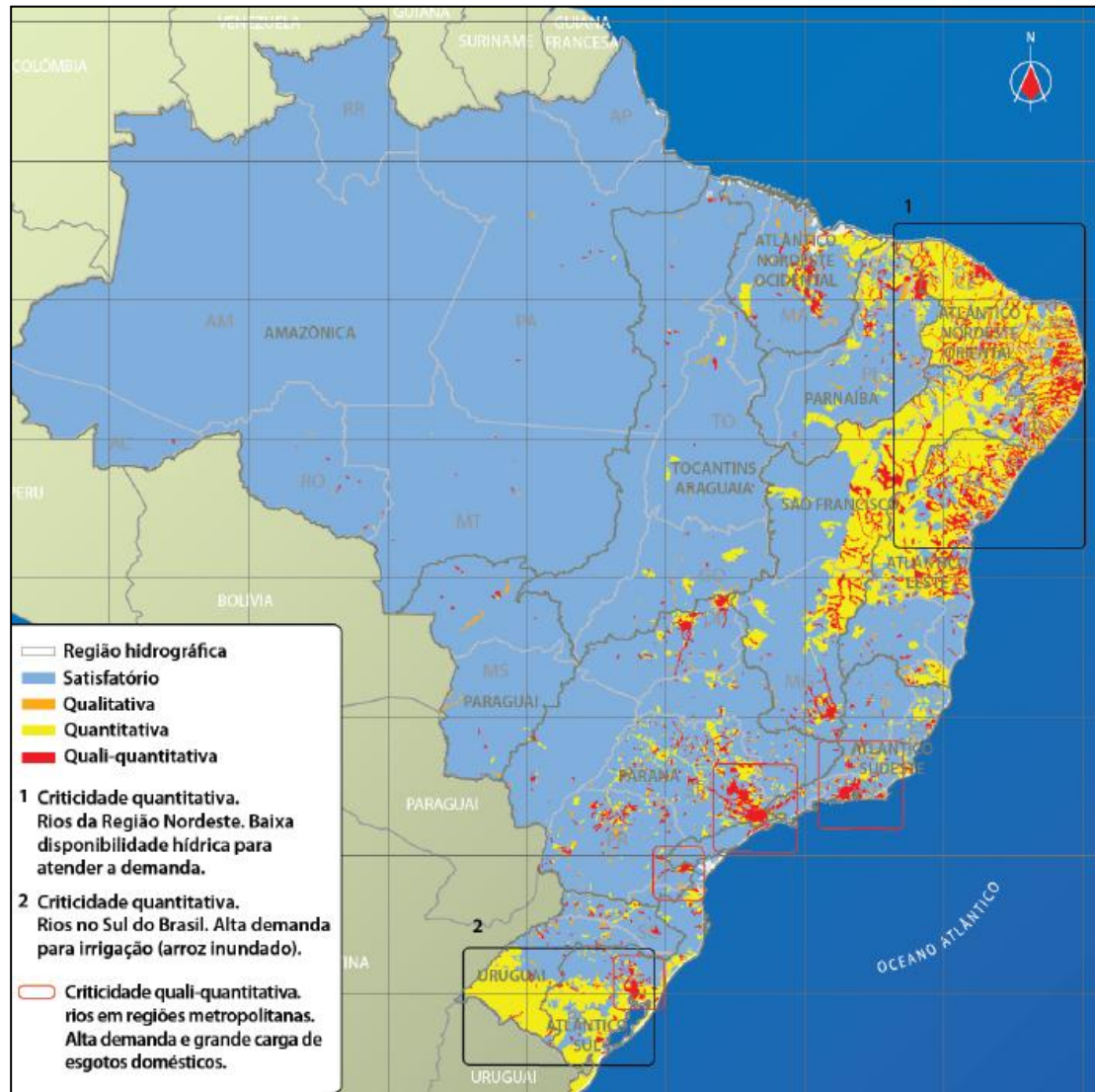
Distribuição do uso da água Brasil:
54 % agricultura (irrigação)
7% rural (domestico, animal)

22% urbano (doméstico)
17% industrial

Fonte: ANA – Conjuntura Recursos Hídricos do Brasil



Padrão de criticidade hídrica



Fonte: ANA –
Conjuntura
Recursos Hídricos
do Brasil

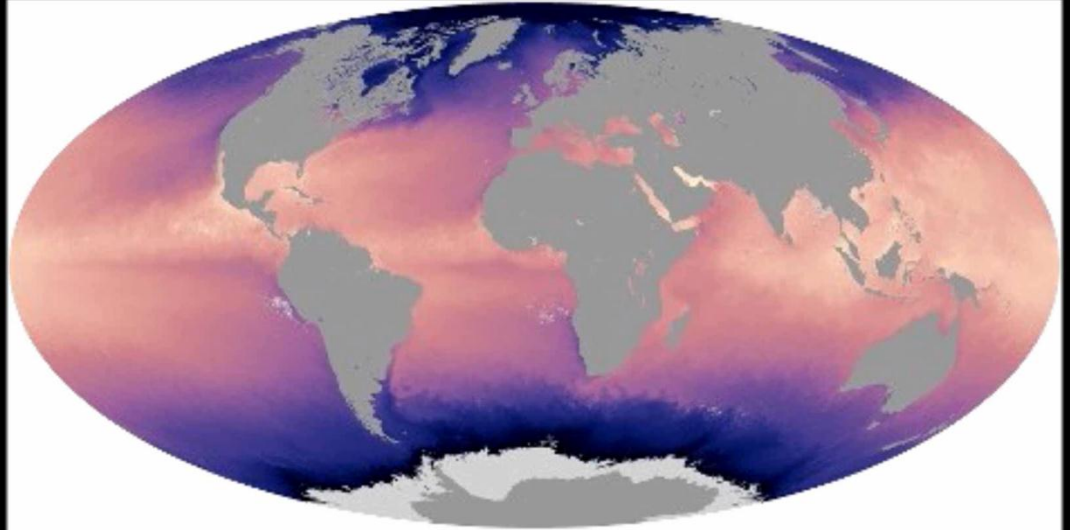
O que aumenta a criticidade hídrica?

1. Causas climáticas
- naturais

2. Causas antrópicas
- Adensamento urbano
- Uso do solo
- Aquecimento global

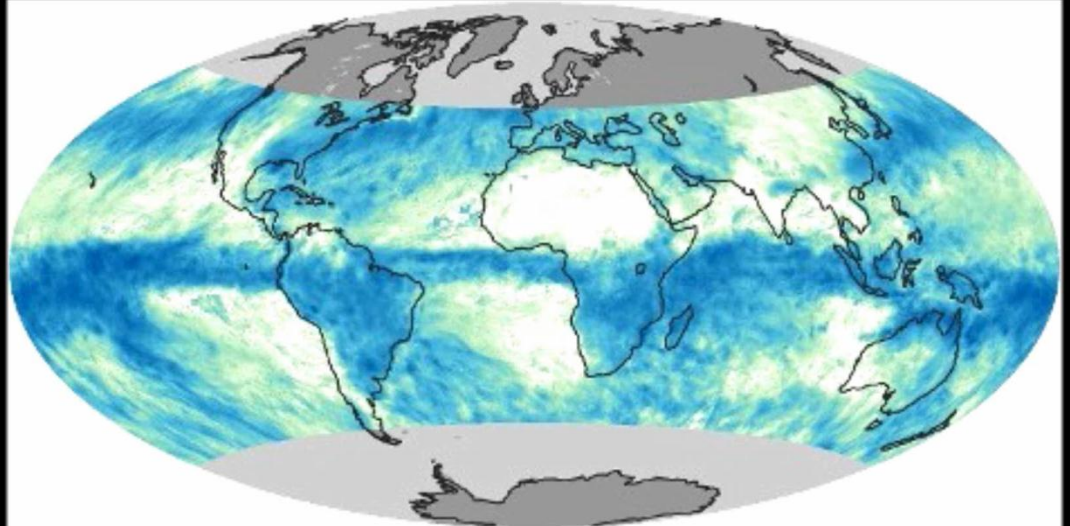


O que
é o
clima?



Sea Surface Temperature
°C
-2 45

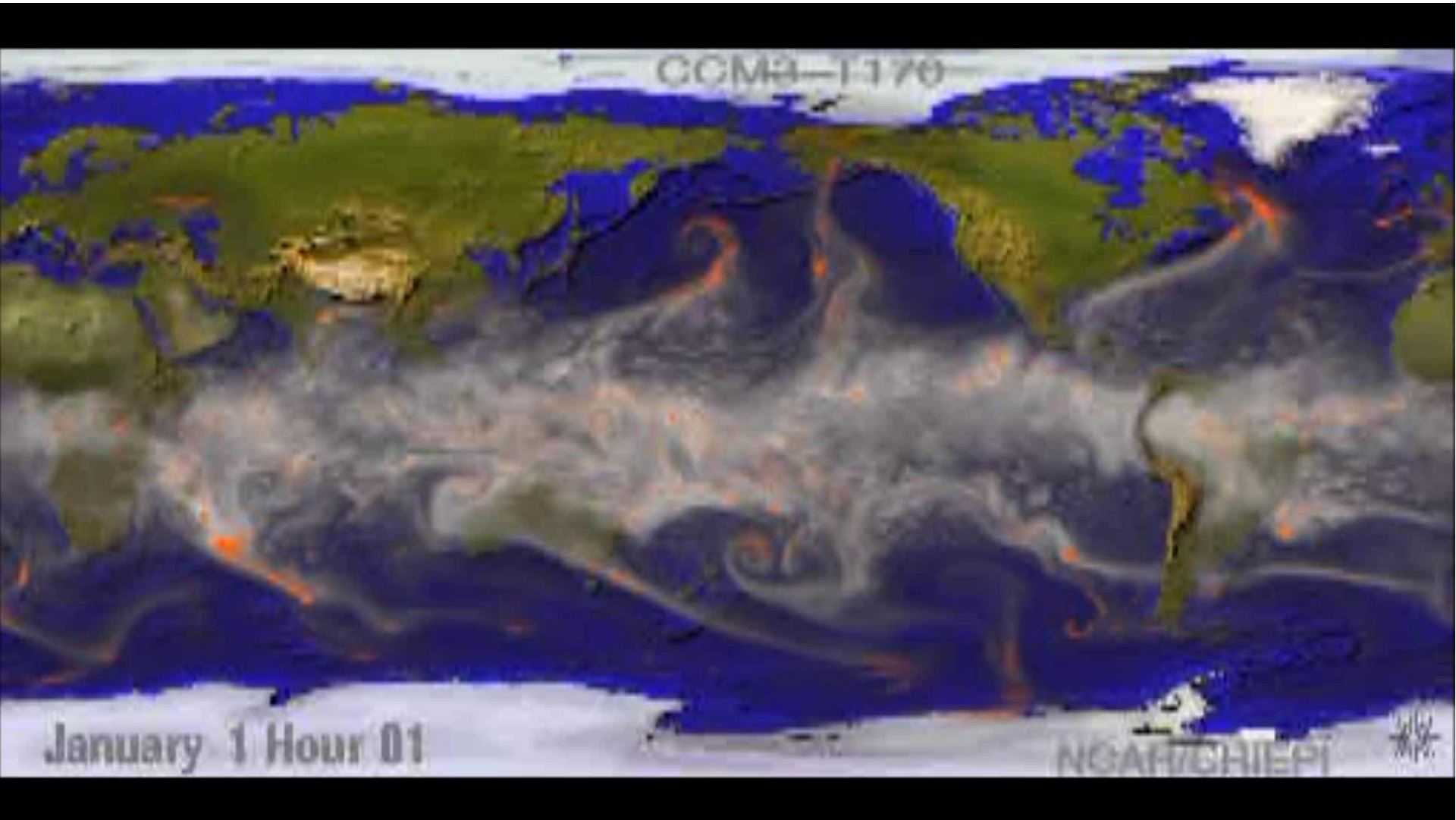
July 2002



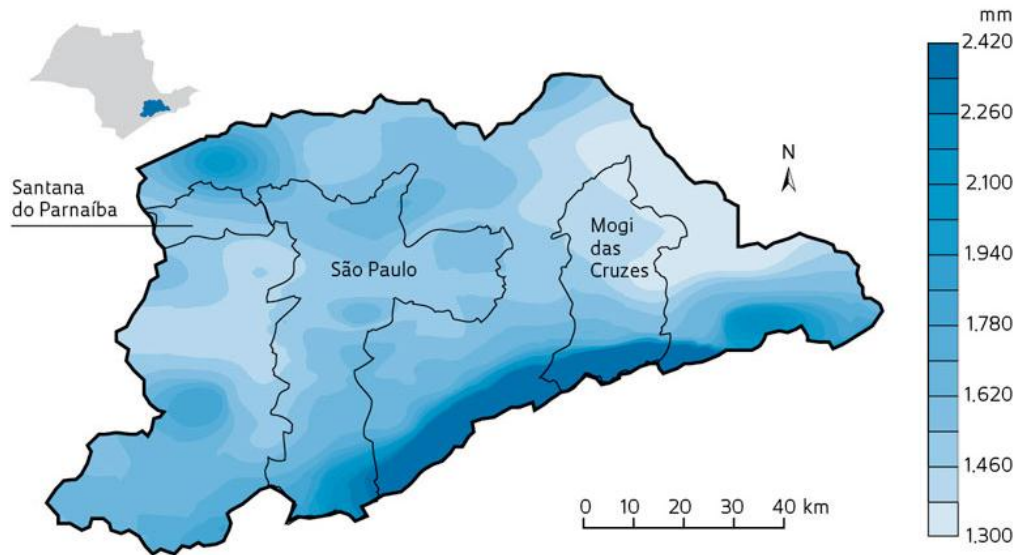
Total Rainfall
mm
1.0 10 100 200 2000

January 1998

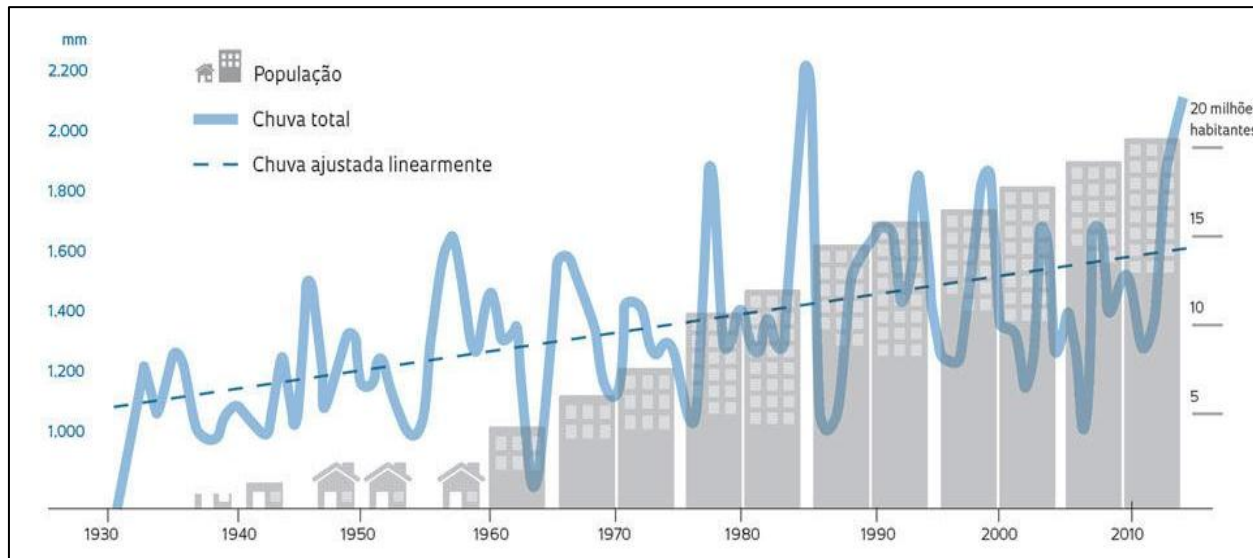
O que é o clima?



O exemplo de São Paulo



Chuva na região de São Paulo é bastante variável

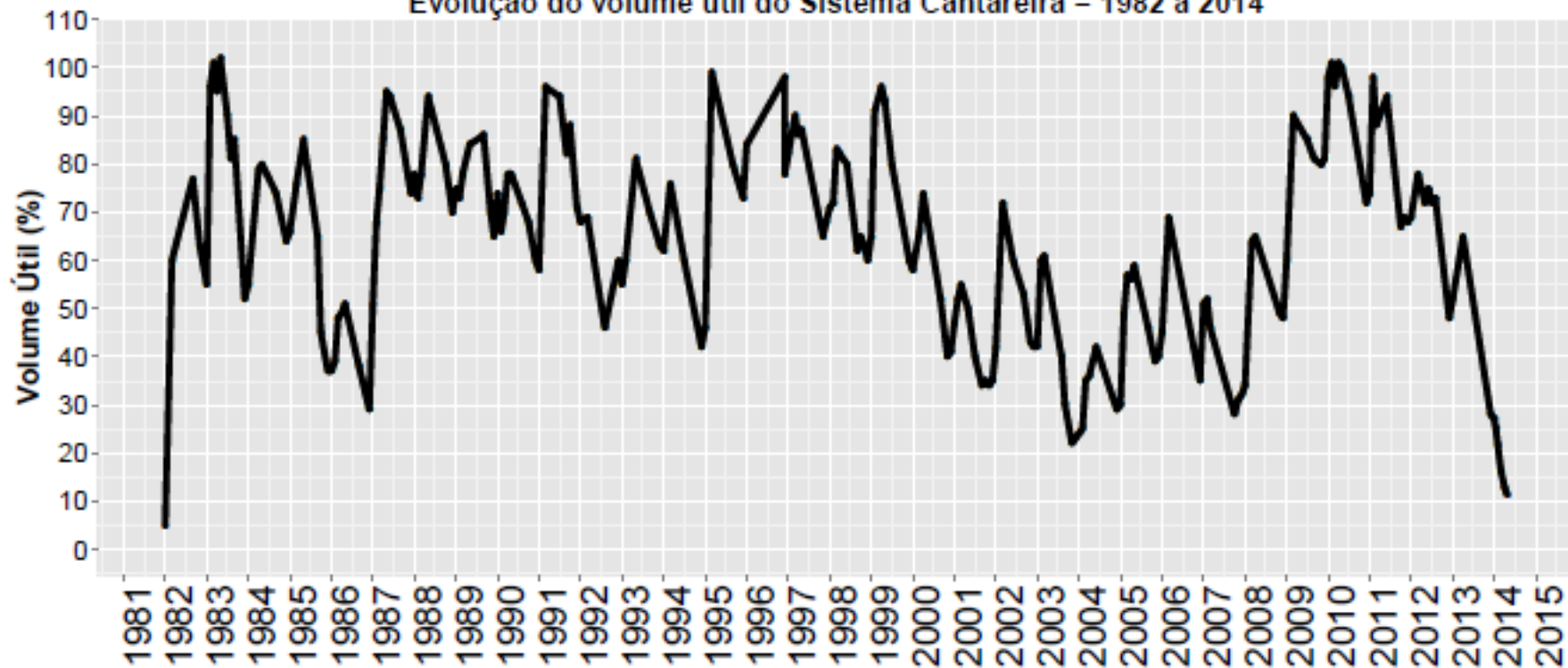


Chuva média é de ~ 1400 mm/a (Estação IAG/Usp) mas oscila de ano a ano

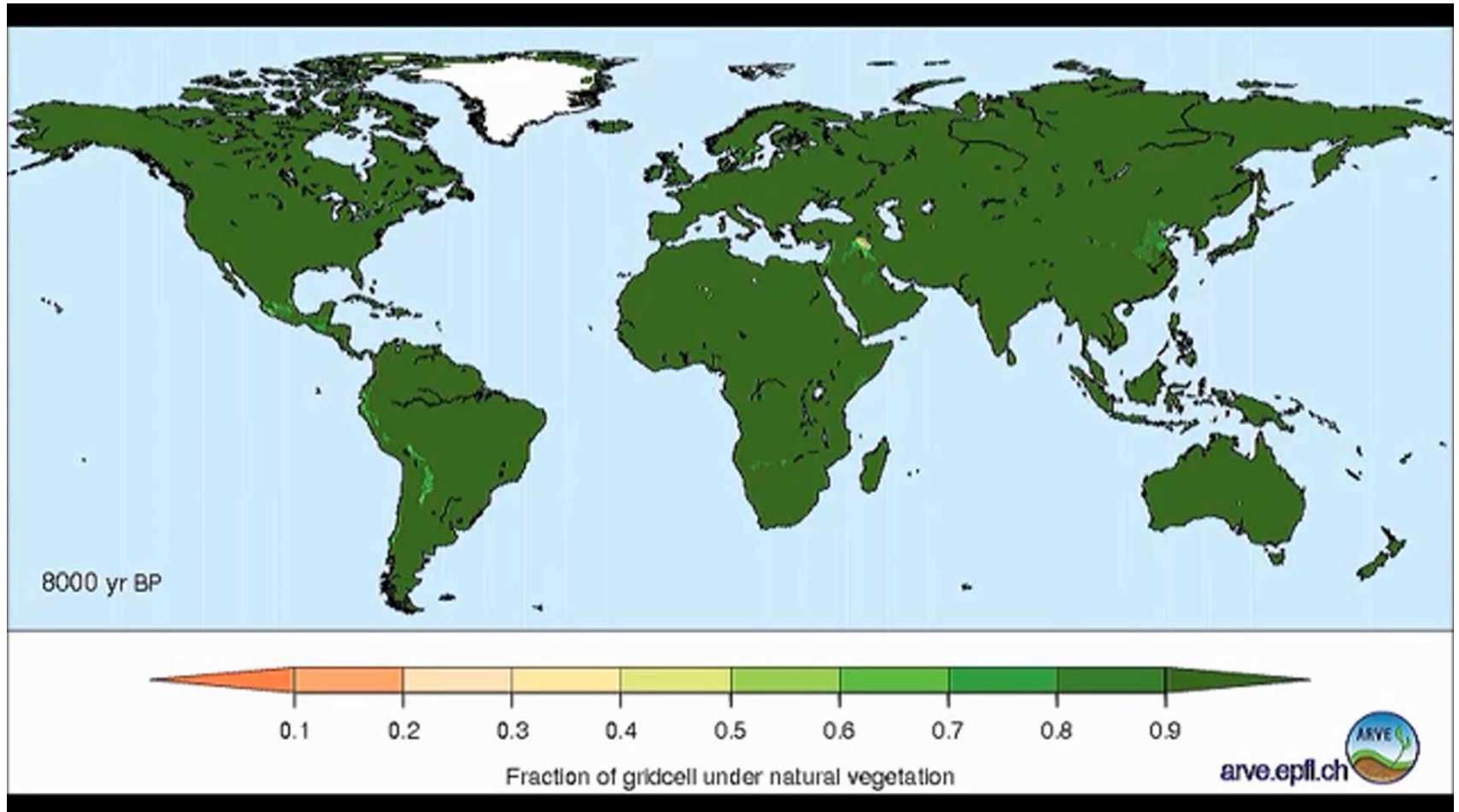
Fonte: SILVA DIAS et al(2012)

O exemplo do sistema Cantareira

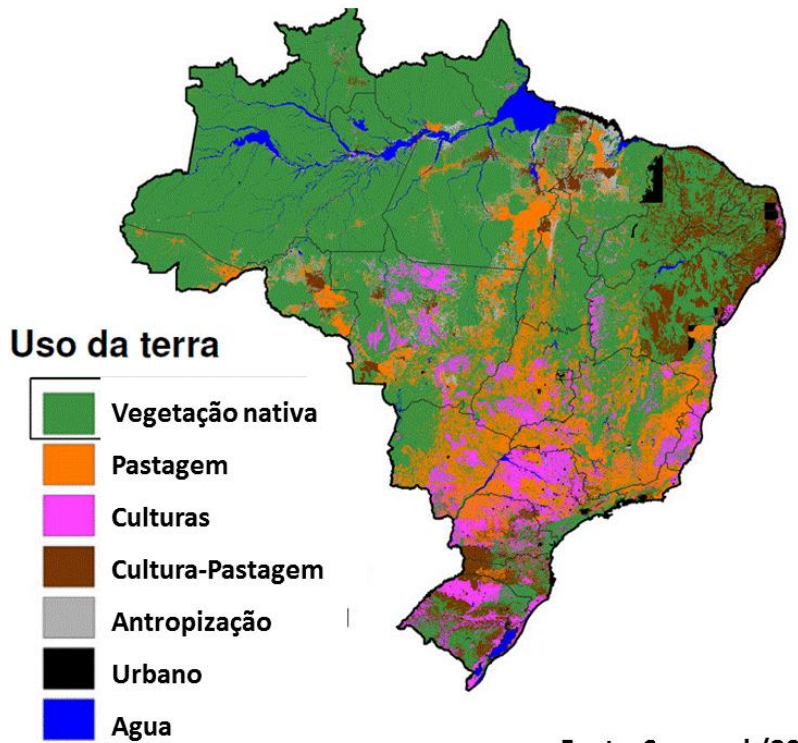
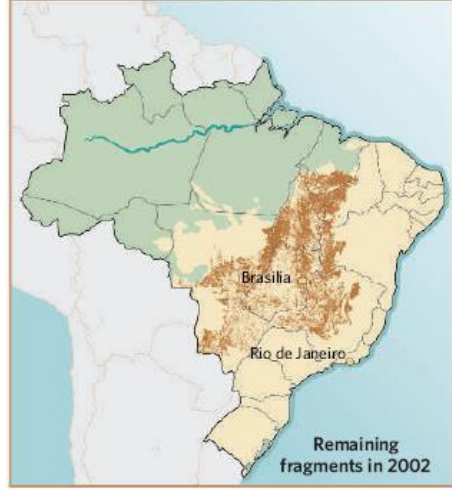
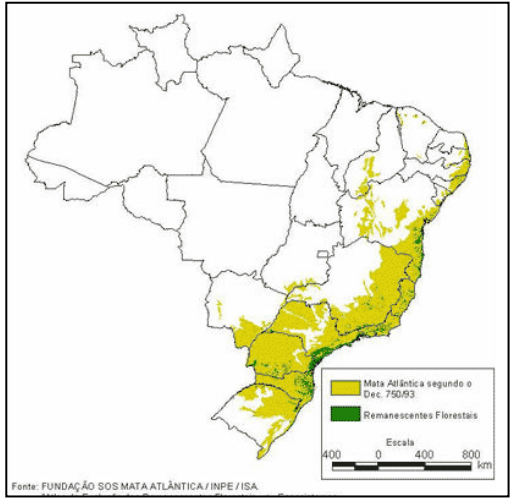
Evolução do volume útil do Sistema Cantareira – 1982 a 2014



Que são mudanças de uso do solo ?



Que são as mudanças de uso do solo?



Fonte: Sparovek (2012)

Bioma	Remanescente
Mata Atlântica	7 %
Caatinga	41 %
Cerrado	45%
Pampas	41 %
Pantanal	83 %
Amazônia	82 %

Fonte: IBGE, MMA, SOS Mata Atlantica, Harris (2003)

RESPOSTAS

Como os ecossistemas regulam a água e o clima:

1- atenuação da radiação

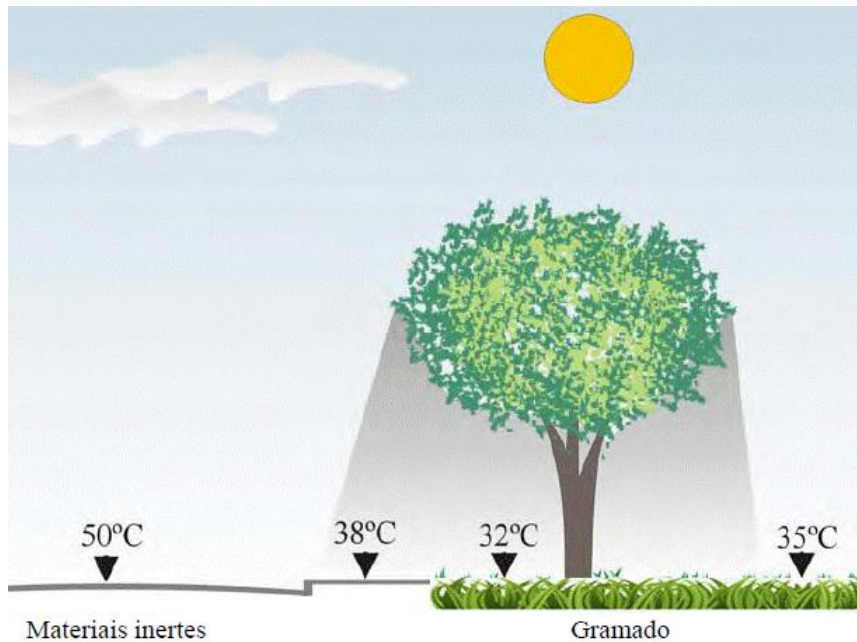
2 -transpiração

3 -mecanismos hidráulicos

4 - formação de chuva

Como a vegetação regula a temperatura localmente?

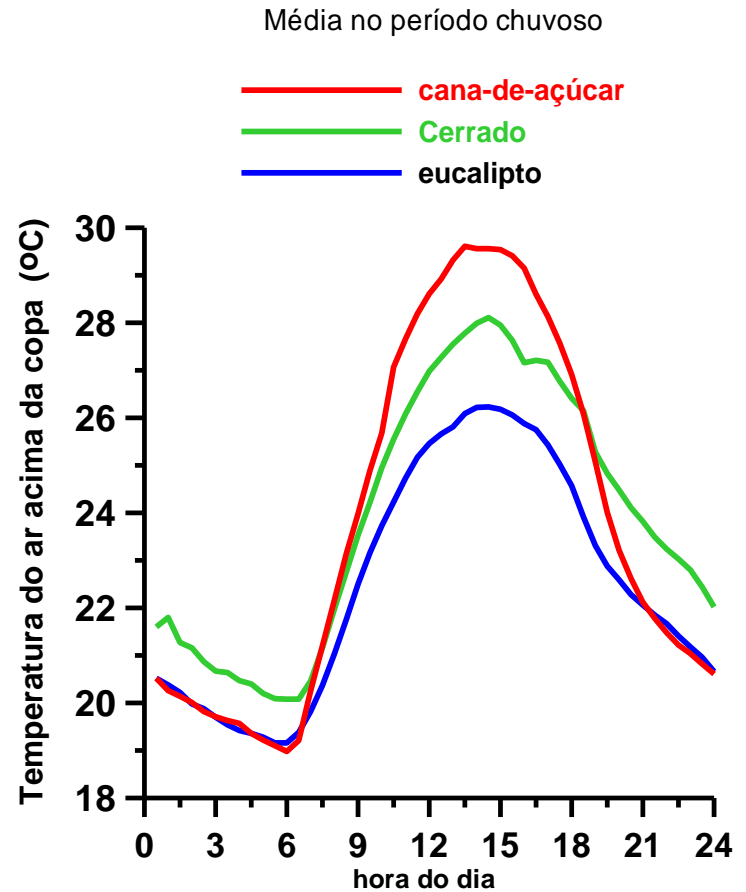
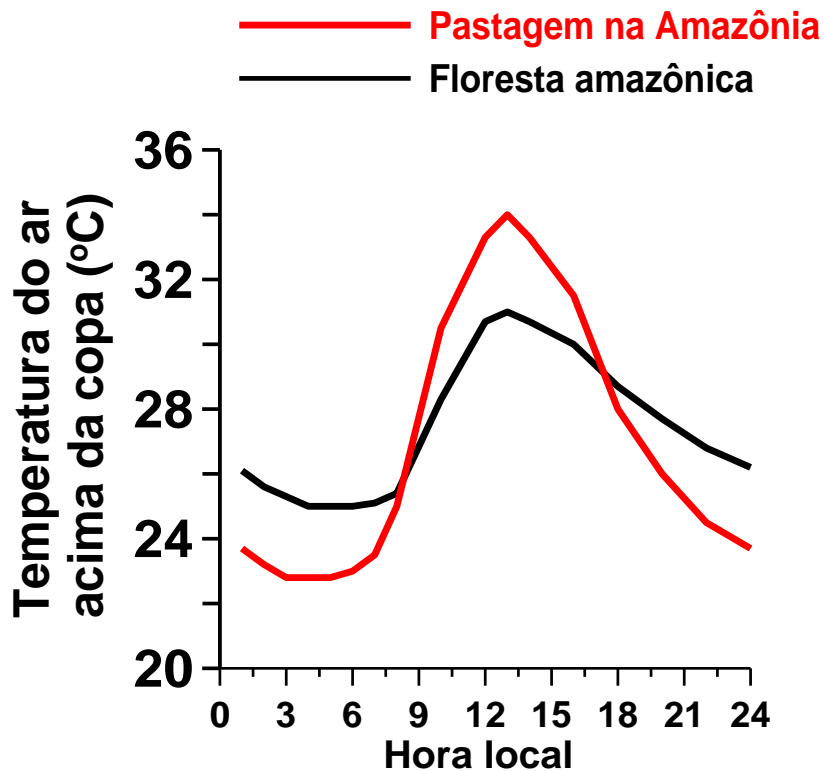
1- atenuação da radiação



- Fonte: Rivero (1986) apud Ayres (2004)

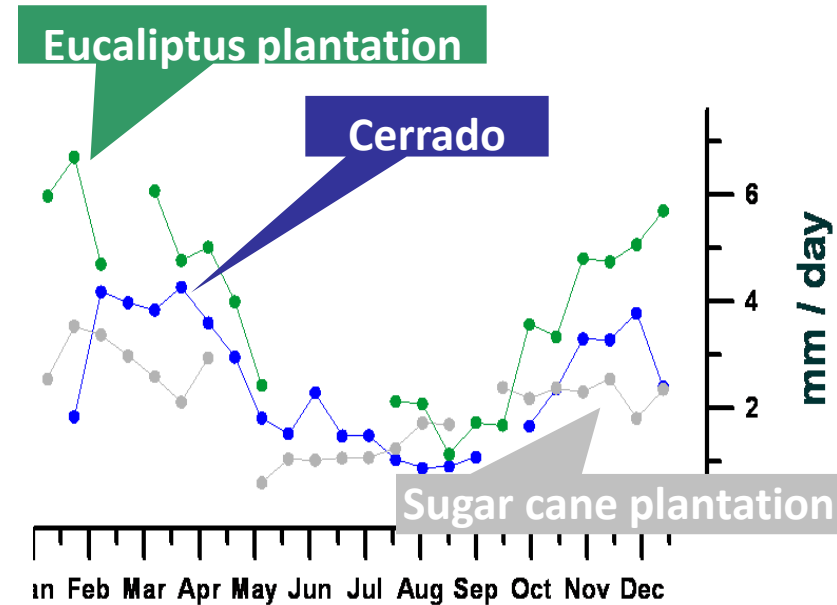
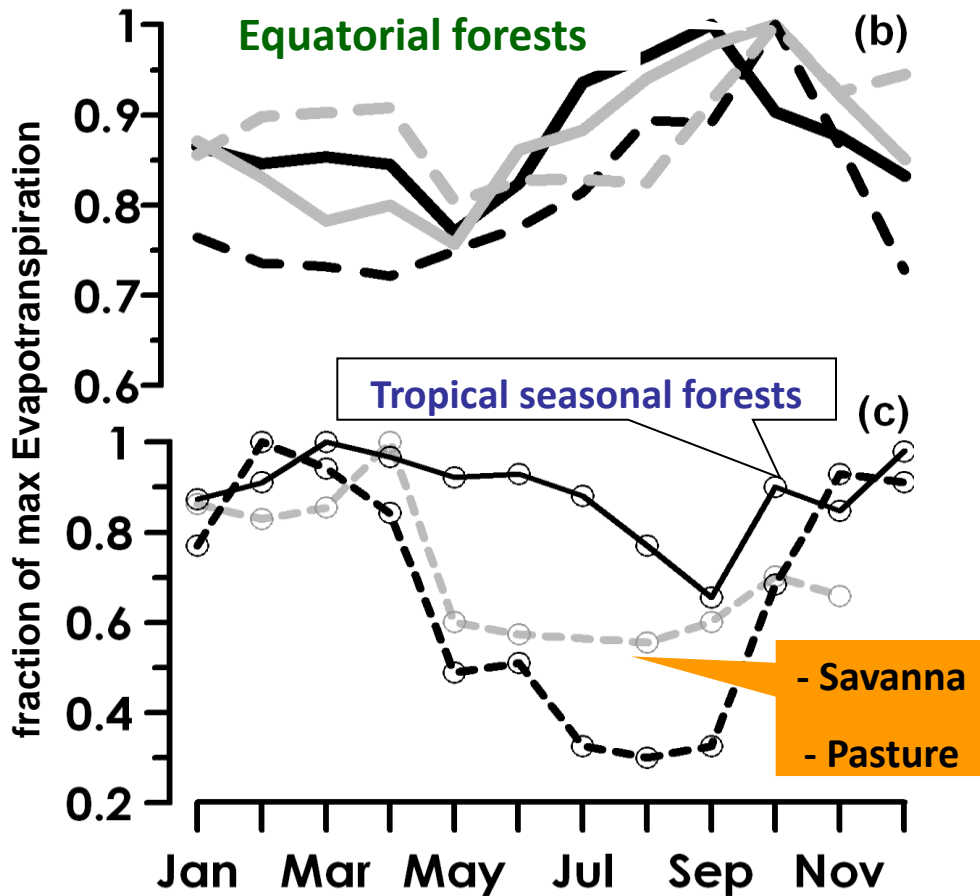
Como a vegetação regula a temperatura ?

2- por evapotranspiração



Fonte: Gash (1996). Tatsch (2006)
(IAG/USP; Embrapa Meio Ambiente)

Seasonal variability and controls of evapotranspiration



GCB Bioenergy (2012), doi: 10.1111/j.1757-1707.2011.01155.x

Water use in a sugarcane plantation

OSVALDO M. R. CABRAL*, HUMBERTO R. ROCHA†, JOHN H. GASH‡§, MARCOS A. V. LIGO*, JONATAN D. TATSCH†, HELBER C. FREITAS† and EMÍLIA BRASÍLIO†



Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol

The energy and water balance of a *Eucalyptus* plantation in southeast Brazil

Osvaldo M.R. Cabral^{a,*}, Humberto R. Rocha^b, John H.C. Gash^{c,d}, Marcos A.V. Ligo^a, Helber C. Freitas^a

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 114, G00B12, doi:10.1029/2007JG000640, 2009

Patterns of water and heat flux across a biome gradient from tropical forest to savanna in Brazil

Humberto R. da Rocha,¹ Antonio O. Manzi,² Osvaldo M. Cabral,³ Scott D. Miller,⁴ Michael L. Goulden,⁵ Scott R. Saleska,⁶ Natalia R.-Coupe,⁶ Steven C. Wofsy,⁷

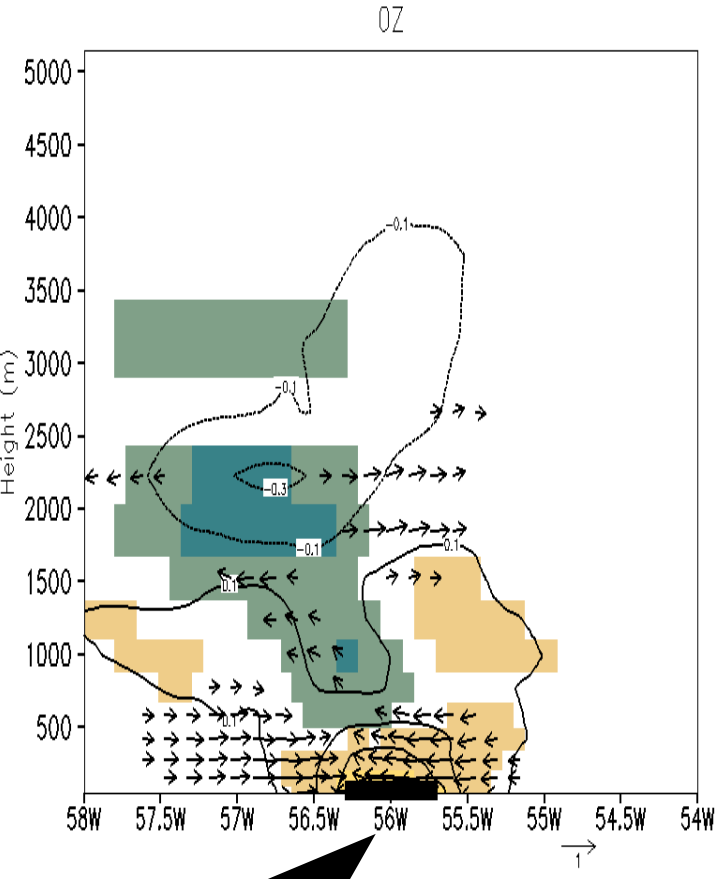
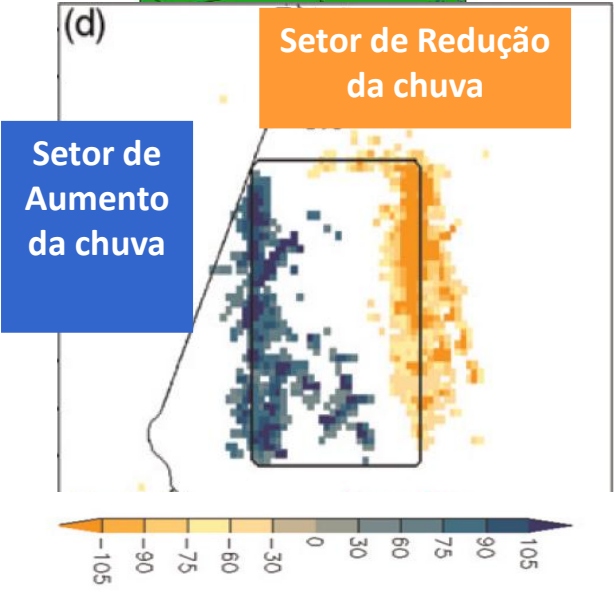


Universidade de São Paulo
BRASIL

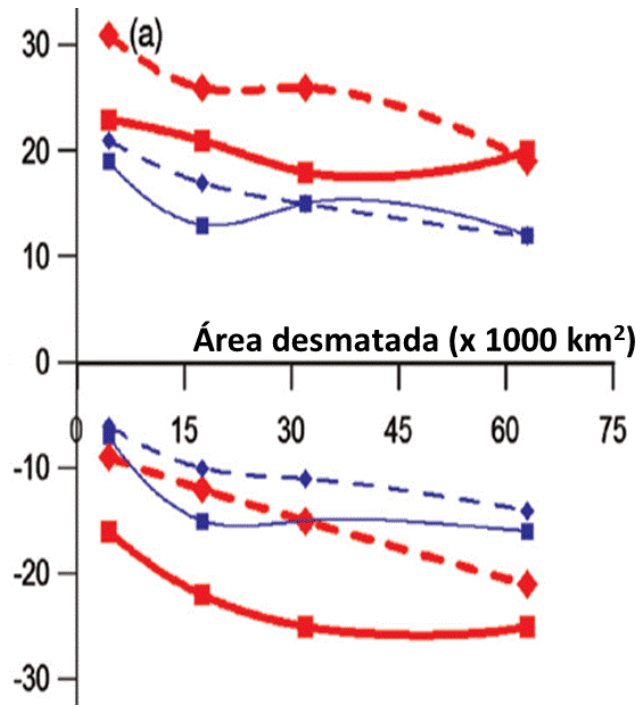
Laboratório de Clima e
Biosfera - IAG / USP

Can the Deforestation Breeze Change the Rainfall in Amazonia? A Case Study for the BR-163 Highway Region

Sandra I. Saad,* Humberto R. da Rocha, Maria A. F. Silva Dias, and Rafael Rosolem



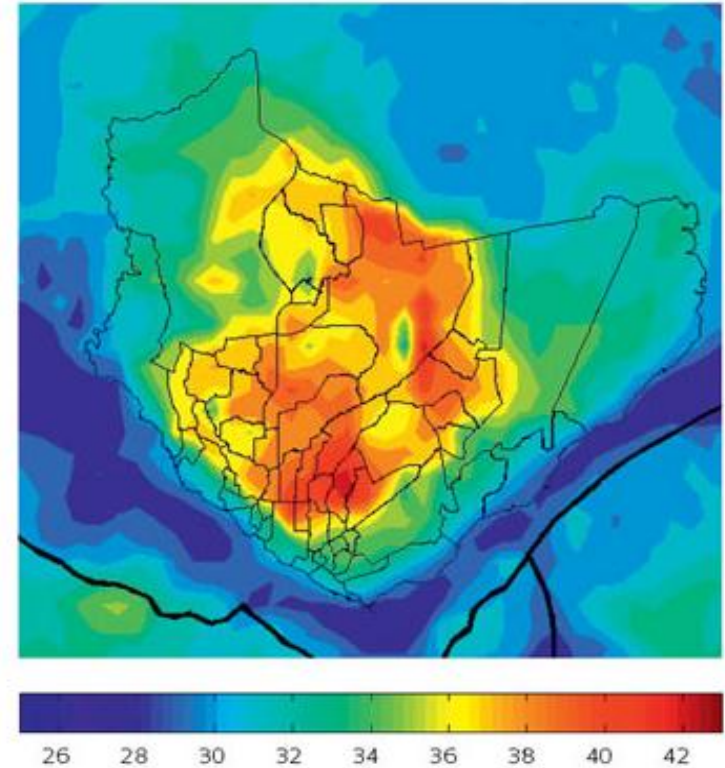
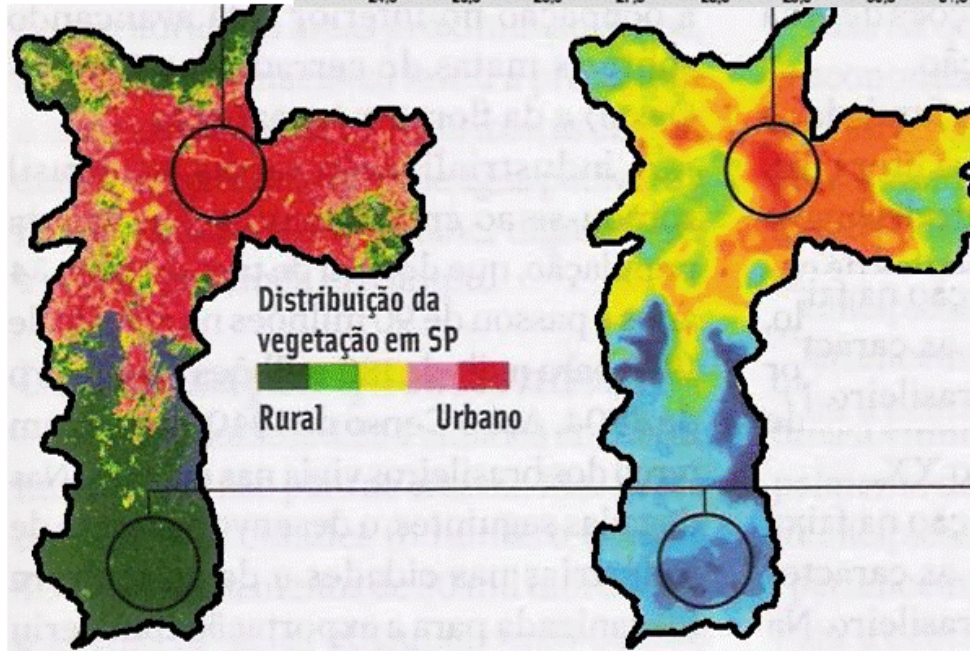
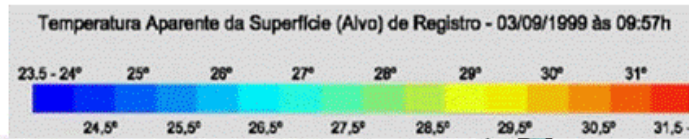
Faixa de desmatamento



Maior desmatamento:

- inibe o aumento da chuva
- estimula a redução da chuva

O exemplo das grandes cidades

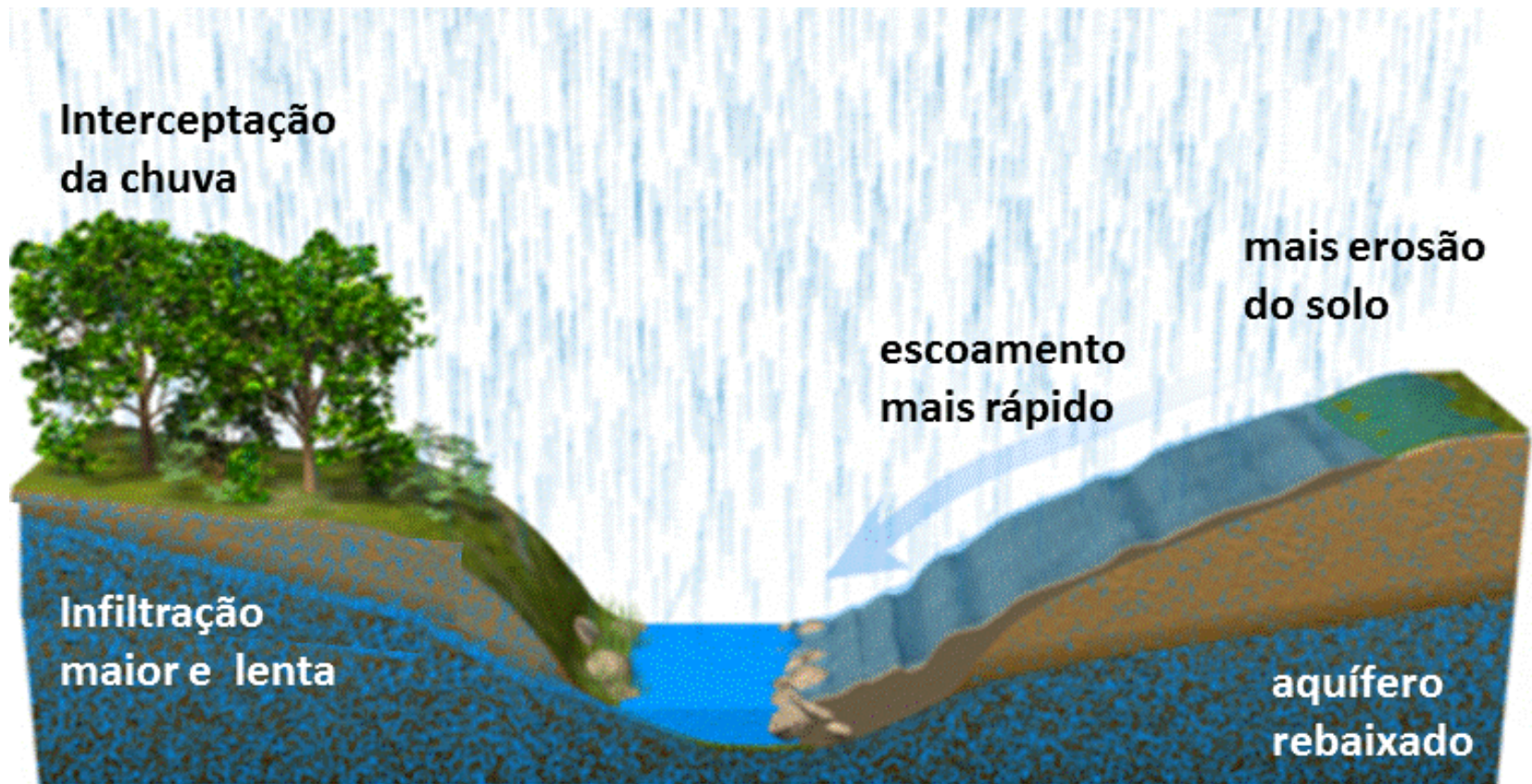


- Ilha de calor em São Paulo
- Fonte: Atlas ambiental de SP

- Temperatura média em Manaus (°C) (ago-set 2009)
- Fonte: Oliveira e Alvala (2010)

Como os ecossistemas controlam a água corrente?

- a) Quantidade de água
- b) Qualidade de água

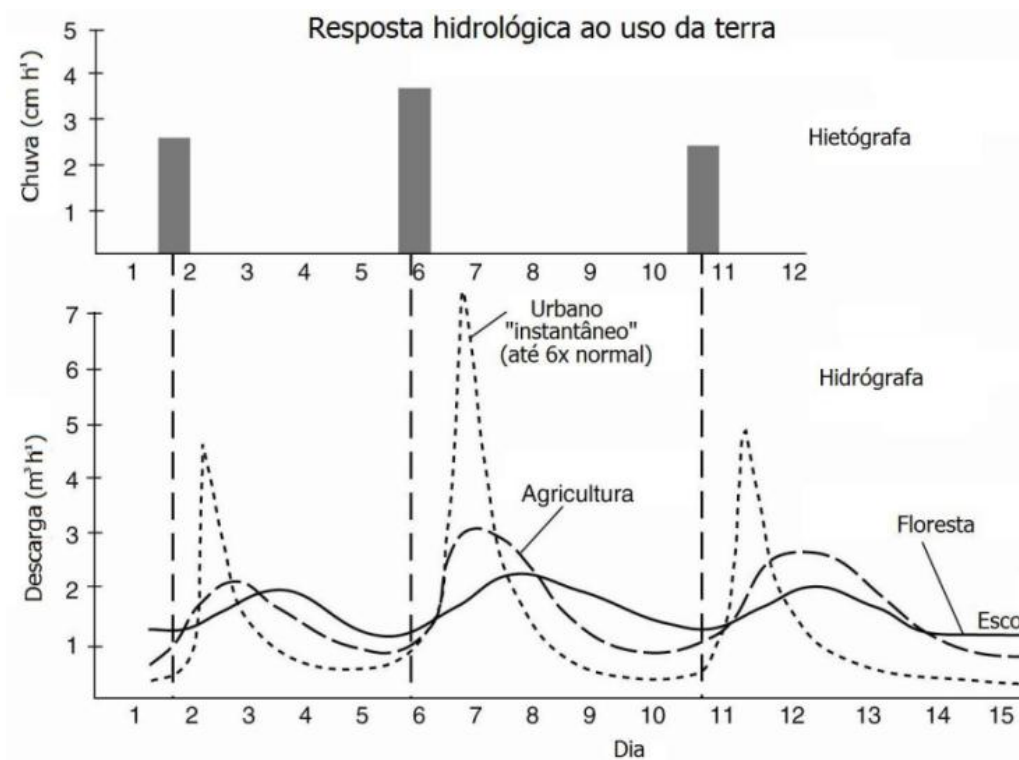


Como os ecossistemas controlam a água corrente?

- Mais absorção e amortecimento do fluxo



% da chuva que esco superficialmente



Como se influencia a qualidade da água?

- Redução da erosão, práticas conservacionistas

Sample Station	DOC	DIN	Cl	Na	K	Mg	Ca
----- kg ha ⁻¹ yr ⁻¹ -----							
P1	4.9	0.2	1.4	1.7	1.2	0.2	0.4
P2	7.0	0.5	1.2	1.5	1.1	0.2	0.5
P3	7.2	2.1	13.5	5.0	8.7	3.7	7.9
P4	11.6	2.1	16.1	7.1	1.7	6.7	10.9
P5	7.9	2.1	2.9	2.8	1.7	0.8	1.3

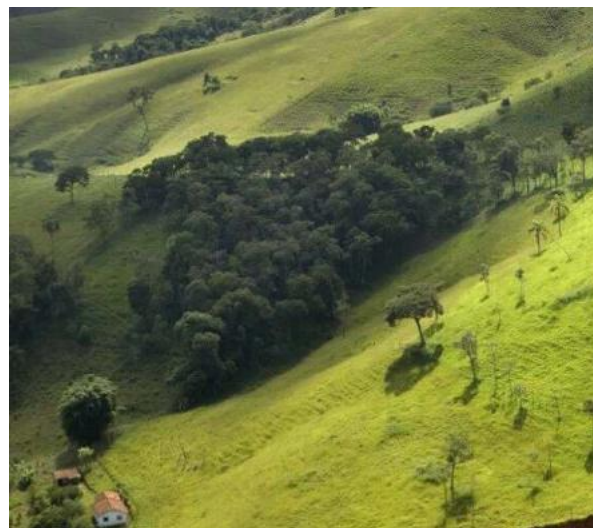
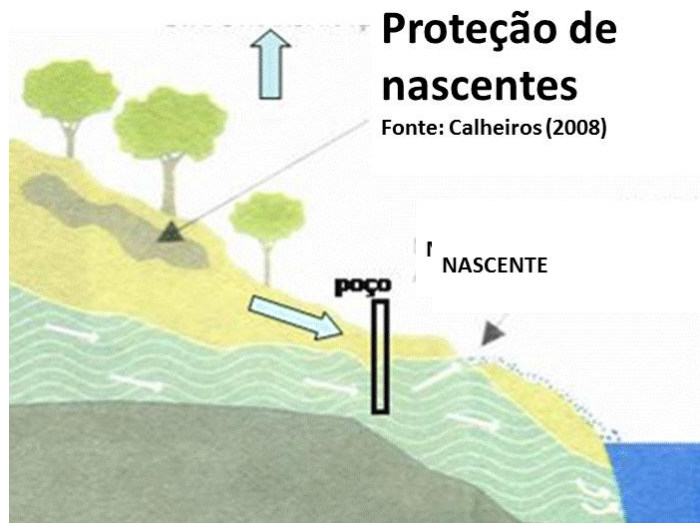
DOC (dissolved organic carbon) DIN (dissolved inorganic nitrogen)

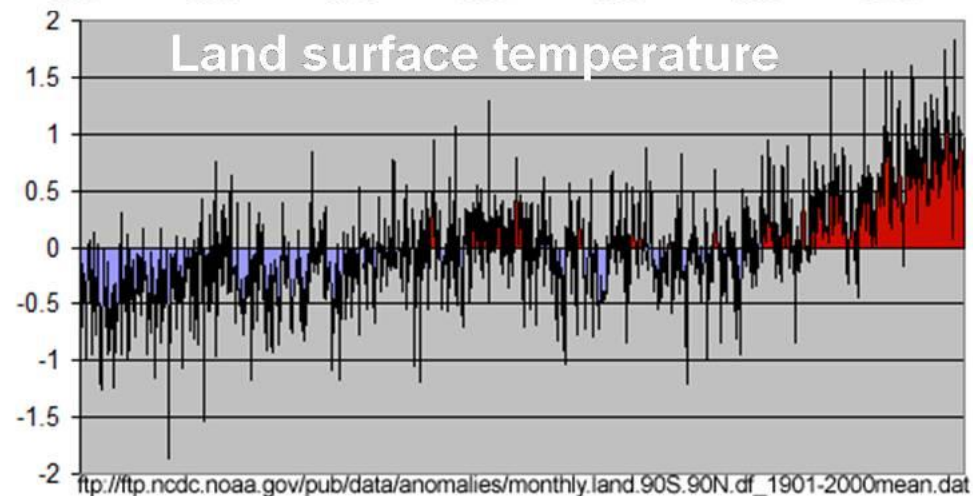
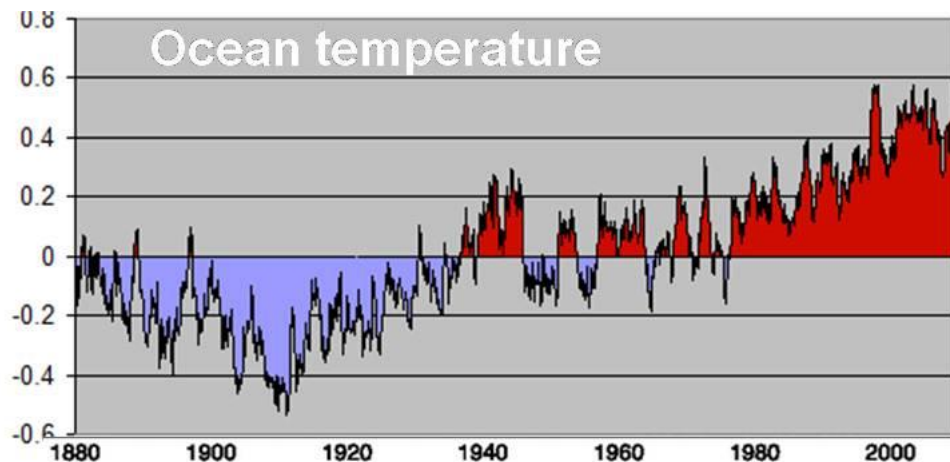
Exportação de nutrientes para os cursos d'água de diferentes bacias pareadas em Sta Rita P. Quatro, SP. Fonte (da Silva et al 2007), Sci. Agric. V64, n4, Jul-2007.

Cerrado: menor

Cana-de-açúcar: maior

Eucaliptus: intermediario





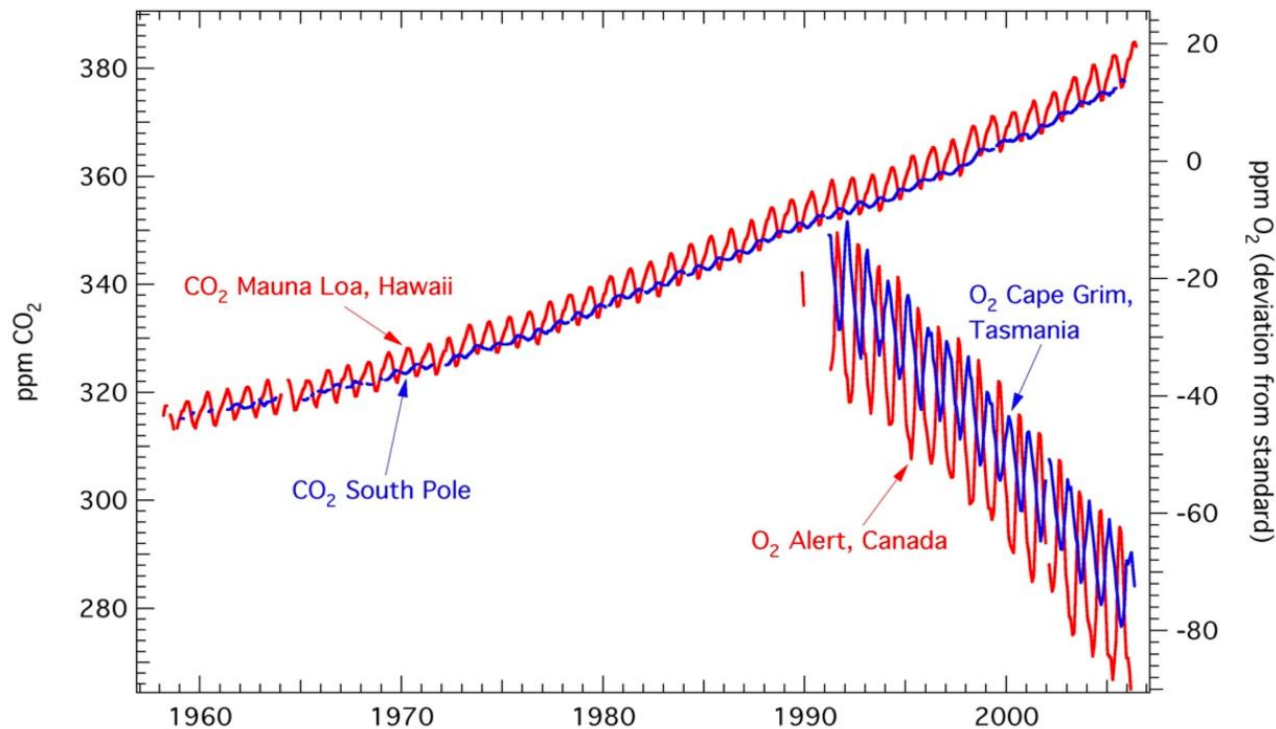
O que é o aquecimento global?



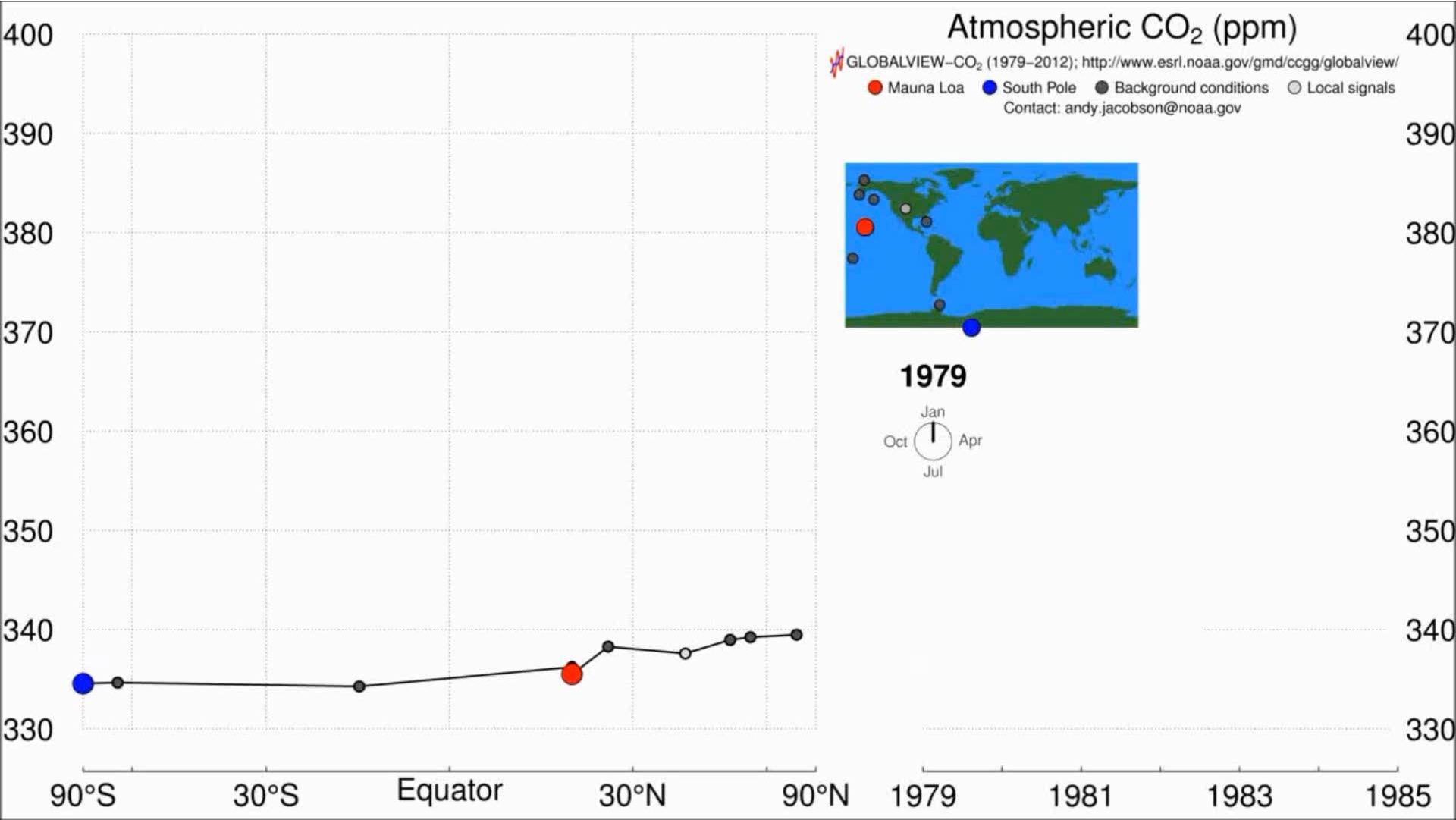
Desvio da temperatura (°C) média (1880-2009) global no Oceano e no Continente. Fonte: NOAA (www.ncdc.noaa.gov)

O que explicou o aquecimento global ?

- Efeito estufa antrópico (dominante)
- Intensidade solar



Concentração de CO₂ e O₂ (desvio de 21%). Fonte: Canadell (2007), *PNAS*



O que esperar do aquecimento global ?

**Aumento da temperatura média
especialmente as mínimas noturnas**

**Mudança da chuva
(globalmente aumento ~10%)**

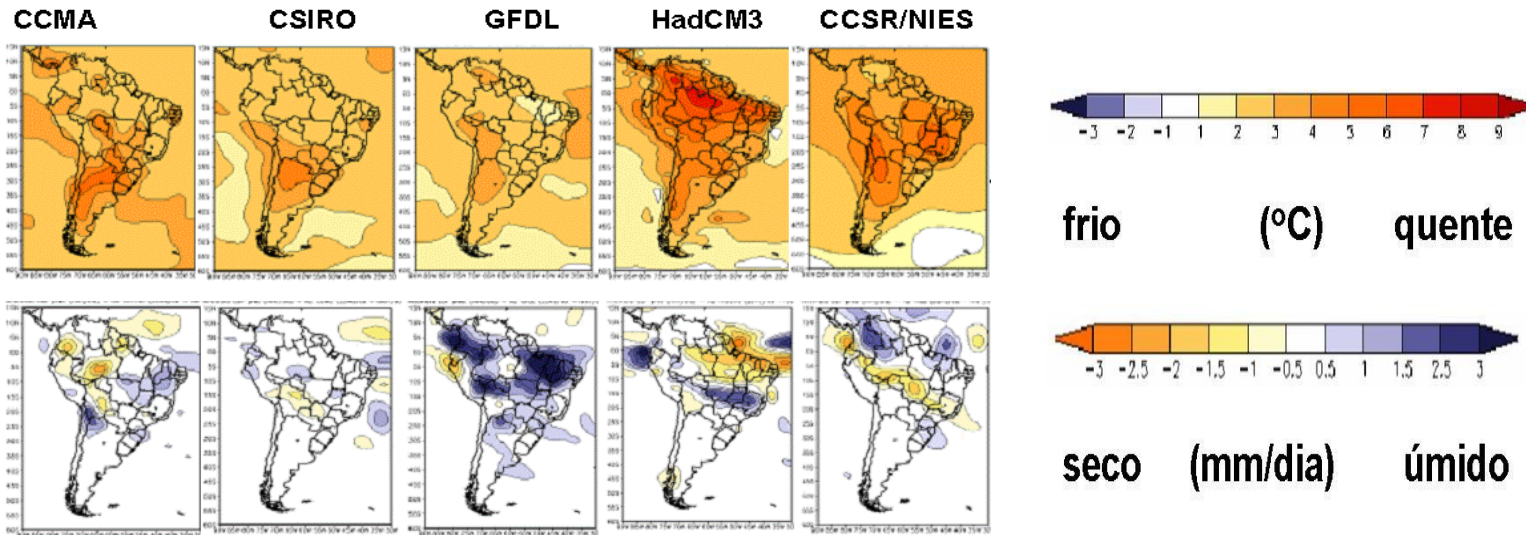
De pior

Aumento do nível do mar

Maior frequência e intensidade dos extremos **estiagens**
tempestades
eventos frios

Há incertezas? Sim.

- Fenômenos climáticos não totalmente entendidos
- Estimativa do impacto na chuva



Projeção mudança temperatura, chuva (Verão) 2040-2070. Fonte: AR4 IPCC - Marengo et al. (2006)

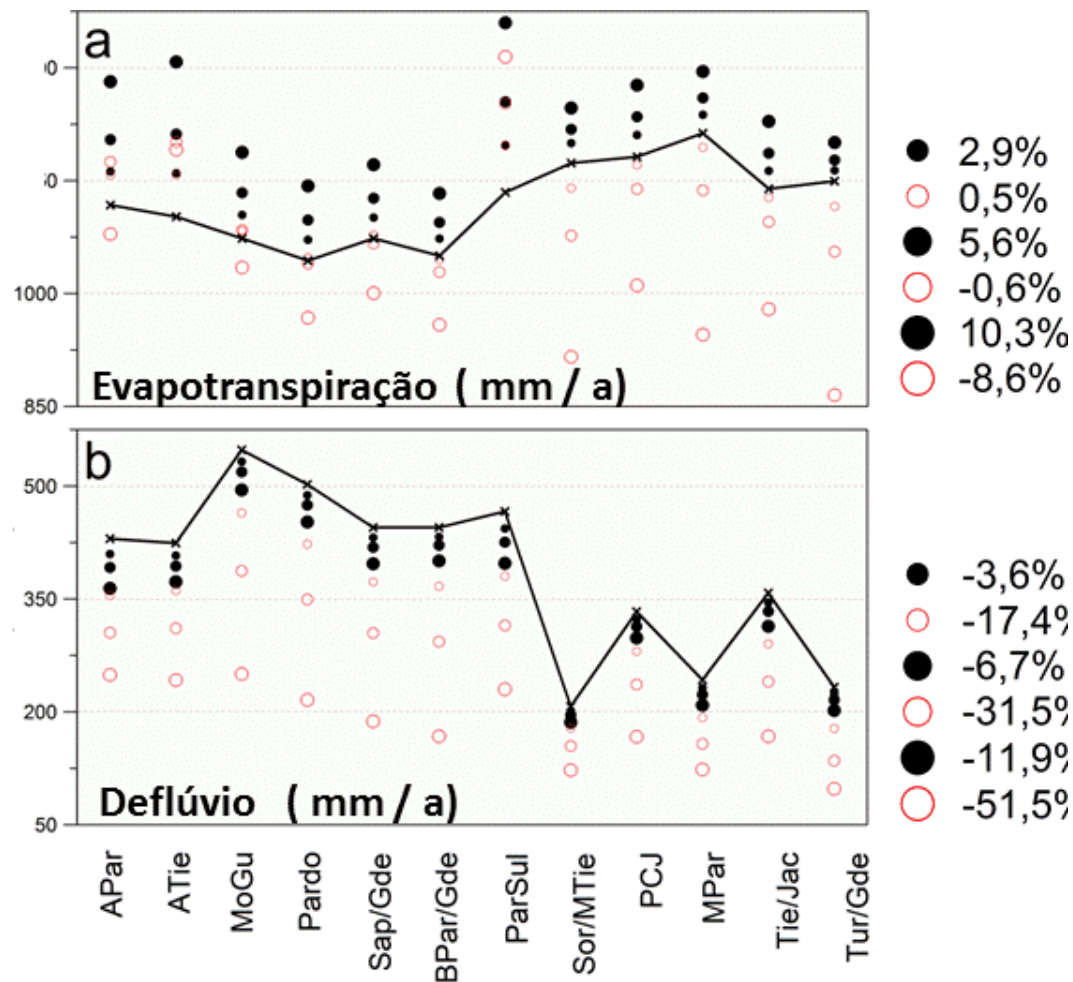
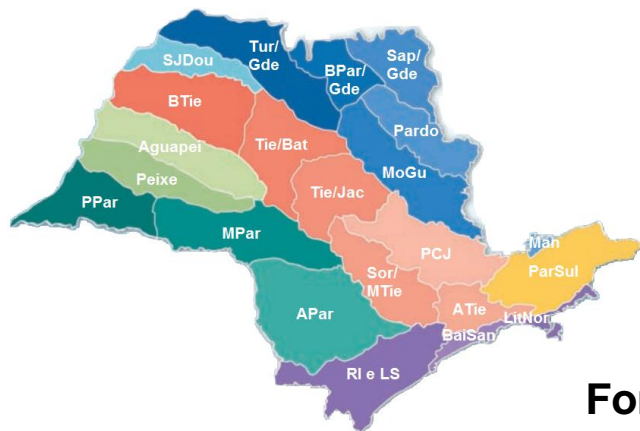
Princípio da precaução
- Limite de +2°C

Exemplo: como uma estiagem prolongada altera a disponibilidade hídrica?

CENÁRIOS CLIMÁTICOS

CONTROLE (real)

- T + 0,5°C
- T + 0,5°C e Chuva 10% menor
- T + 1,0°C
- T + 1,0°C e Chuva 20% menor
- T + 2,0°C
- T + 2,0°C e Chuva 40% menor



Fonte: Domingues (2014) (Dissertação MSc Iag/Usp)

Conclusões

