

II Simpósio Internacional de Climatologia da SBMET
*“Detecção e Atribuição de Causas para as Mudanças
Climáticas na América do Sul”*

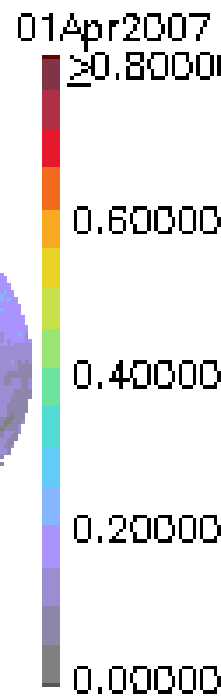
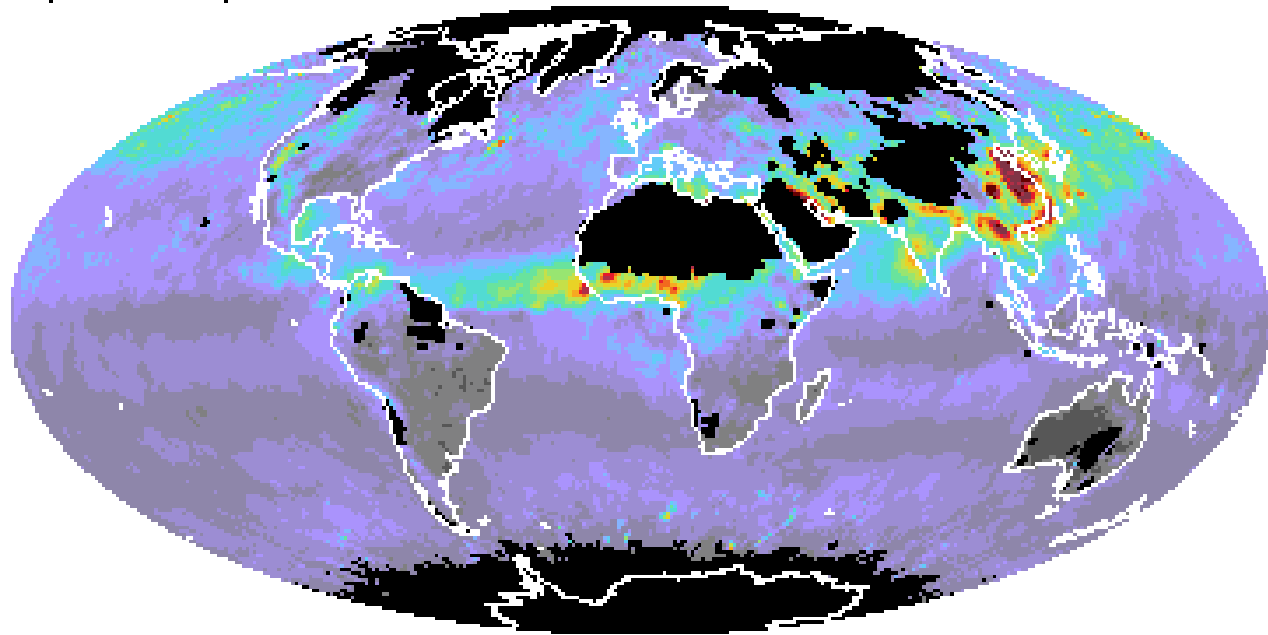
**Os Efeitos Diretos dos Aerossóis de
Queimadas no Clima**



Aline S. Procopio (aline@eq.ufrj.br)
Escola de Química
Departamento de Engenharia Bioquímica



Optical_Depth_Land_And_Ocean_Mean_Mean

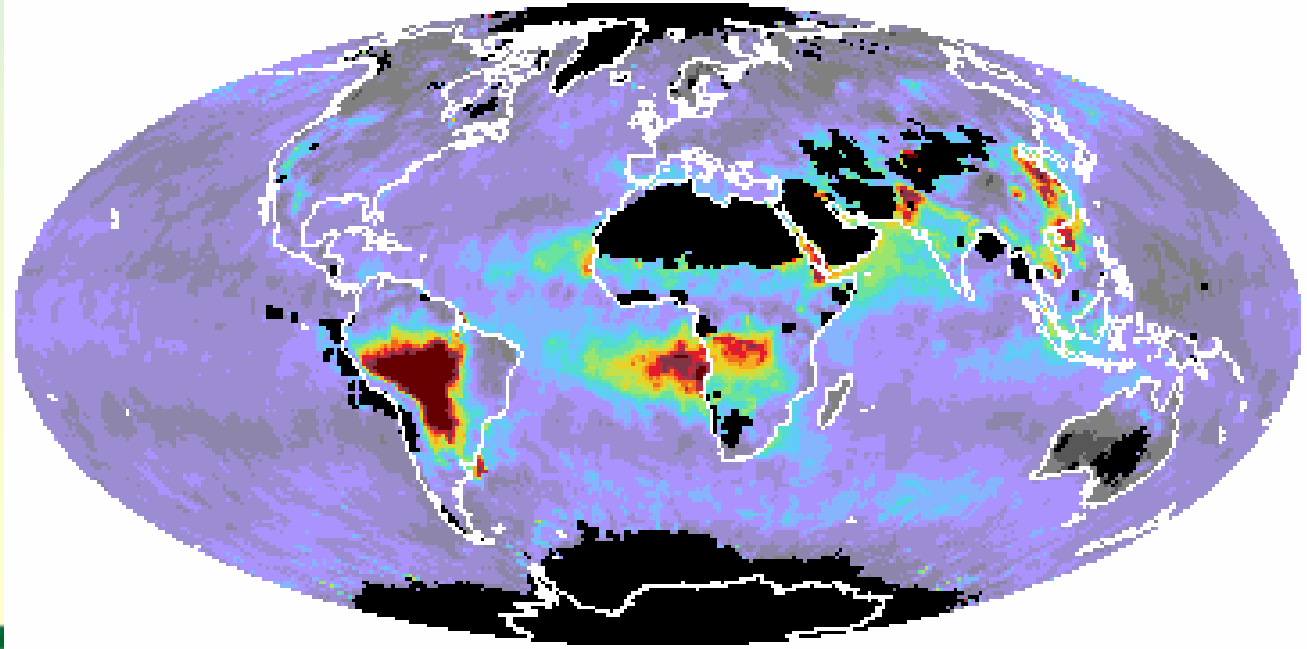


MODIS/Terra

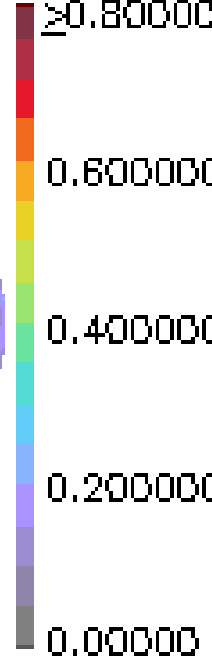
MOD08_M3.A2007091.005.2007128025400.hdf

name

Fonte:
NASA/GSFC



01Sep2007



MODIS/Terra

MOD08_M3.A2007244.005.2007279074611.hdf

name



dia limpo

$N \sim 500 \text{ cm}^{-3}$

$\text{CCN} \sim 50\text{-}200 \text{ cm}^{-3}$

$\text{BC} \sim 0.1\text{-}0.2 \mu\text{g m}^{-3}$



dia limpo

$N \sim 500 \text{ cm}^{-3}$

$\text{CCN} \sim 50\text{-}200 \text{ cm}^{-3}$

$\text{BC} \sim 0.1\text{-}0.2 \mu\text{g m}^{-3}$



dia enfumaçado

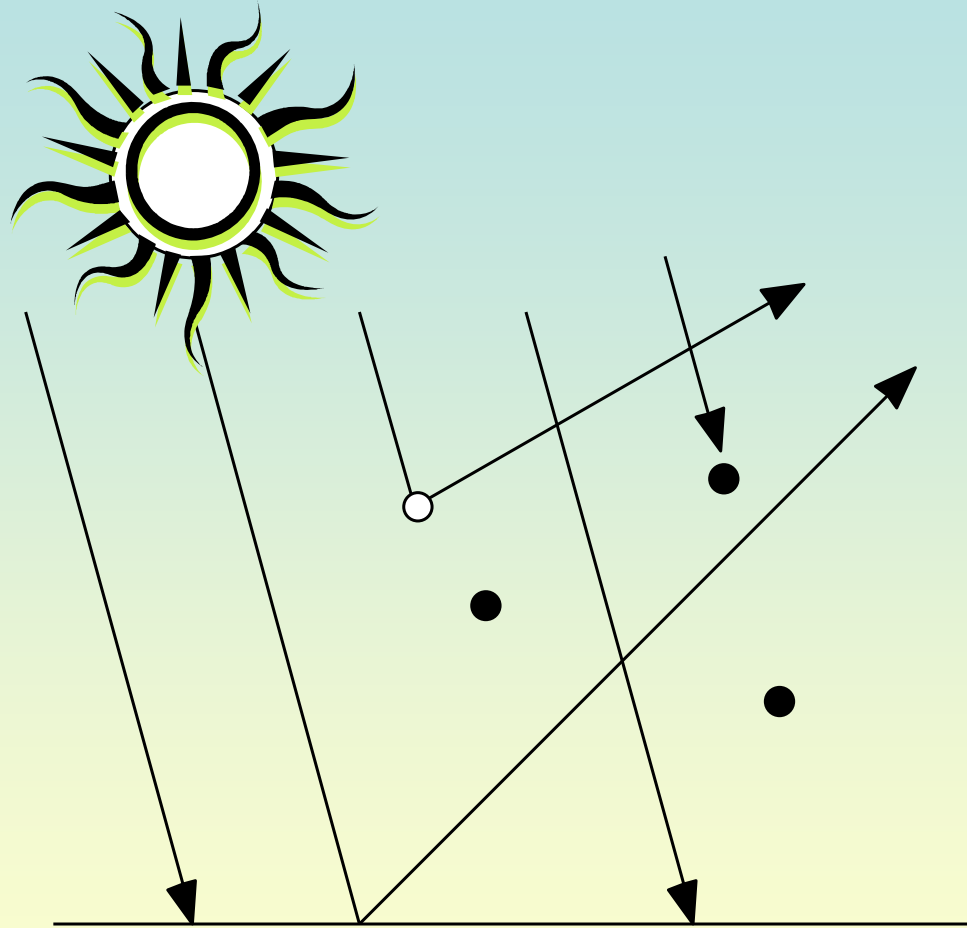
$N \sim 10.000 \text{ cm}^{-3}$

$\text{CCN} \sim 3.000\text{-}6.000 \text{ cm}^{-3}$

$\text{BC} \sim 7\text{-}20 \mu\text{g m}^{-3}$

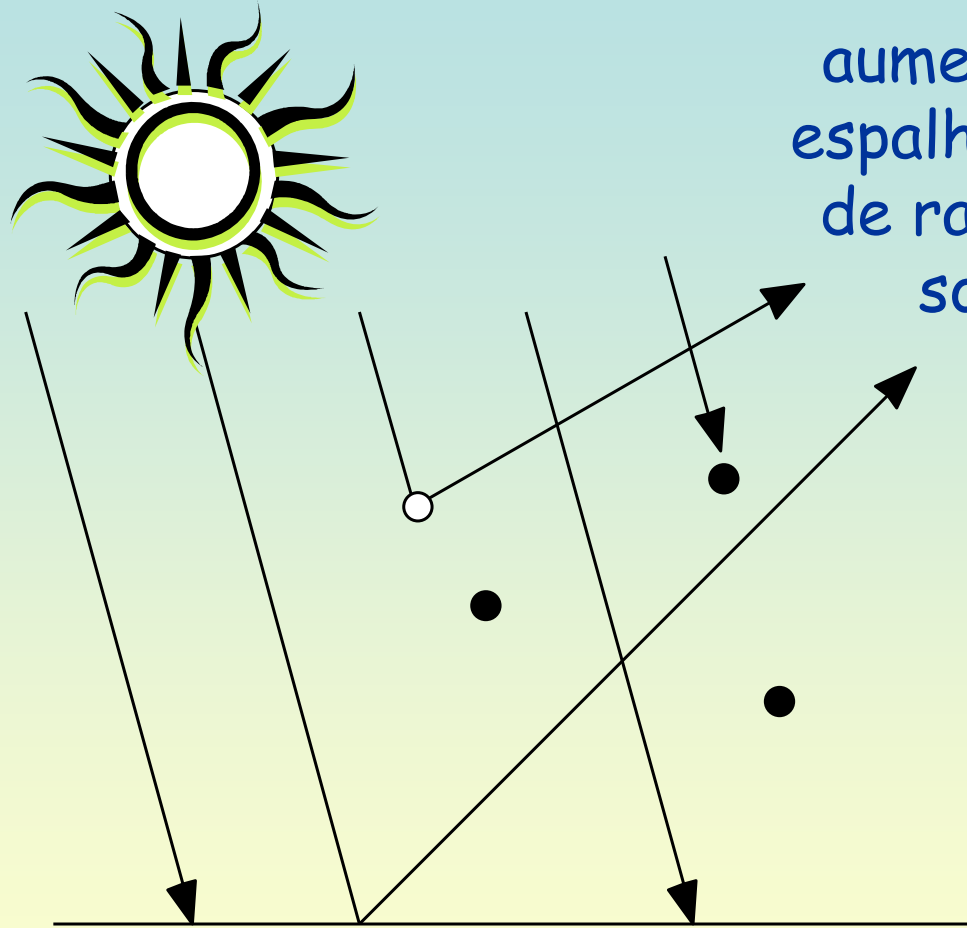
$\tau_{a(500 \text{ nm})} \sim 3$

EFEITOS DIRETOS NO CLIMA



Superfície

EFEITOS DIRETOS NO CLIMA



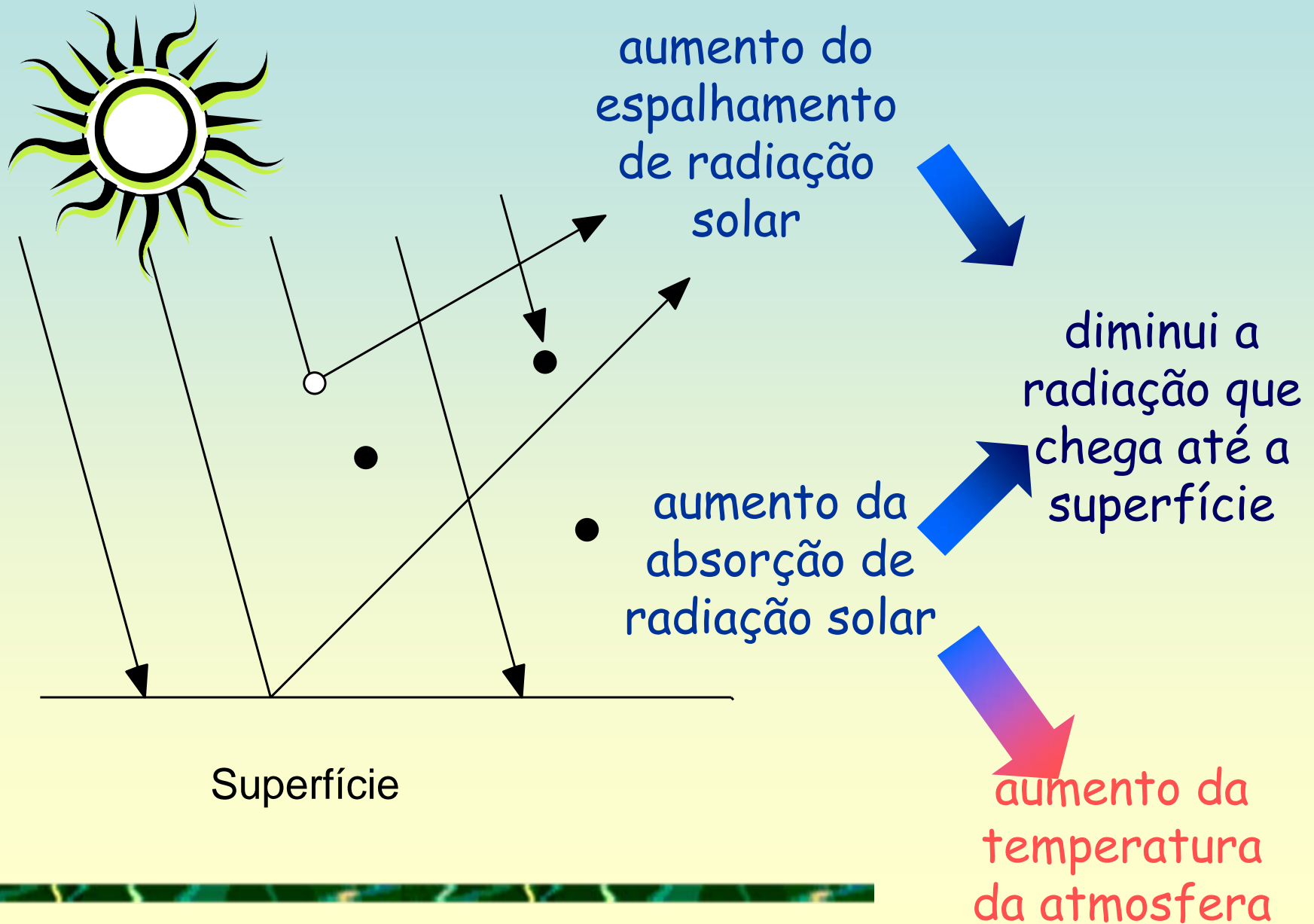
aumento do
espalhamento
de radiação
solar



diminui a
radiação que
chega até a
superfície

Superfície

EFEITOS DIRETOS NO CLIMA



AERONET radiômetros solares

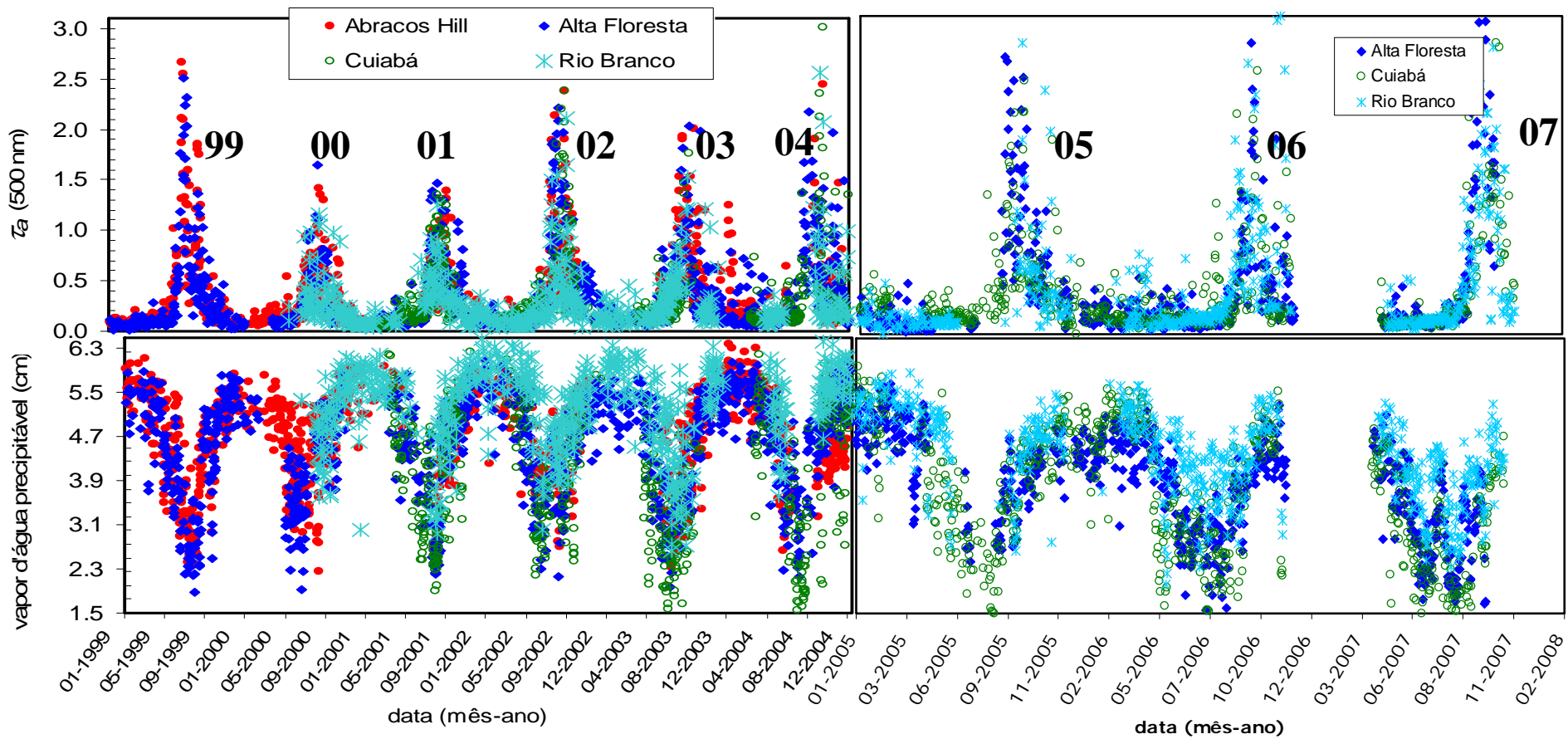


Bandas espectrais:

↗ 0.340, 0.380, 0.440, 0.500,
0.670, 0.870, 0.940 e 1.020 μm



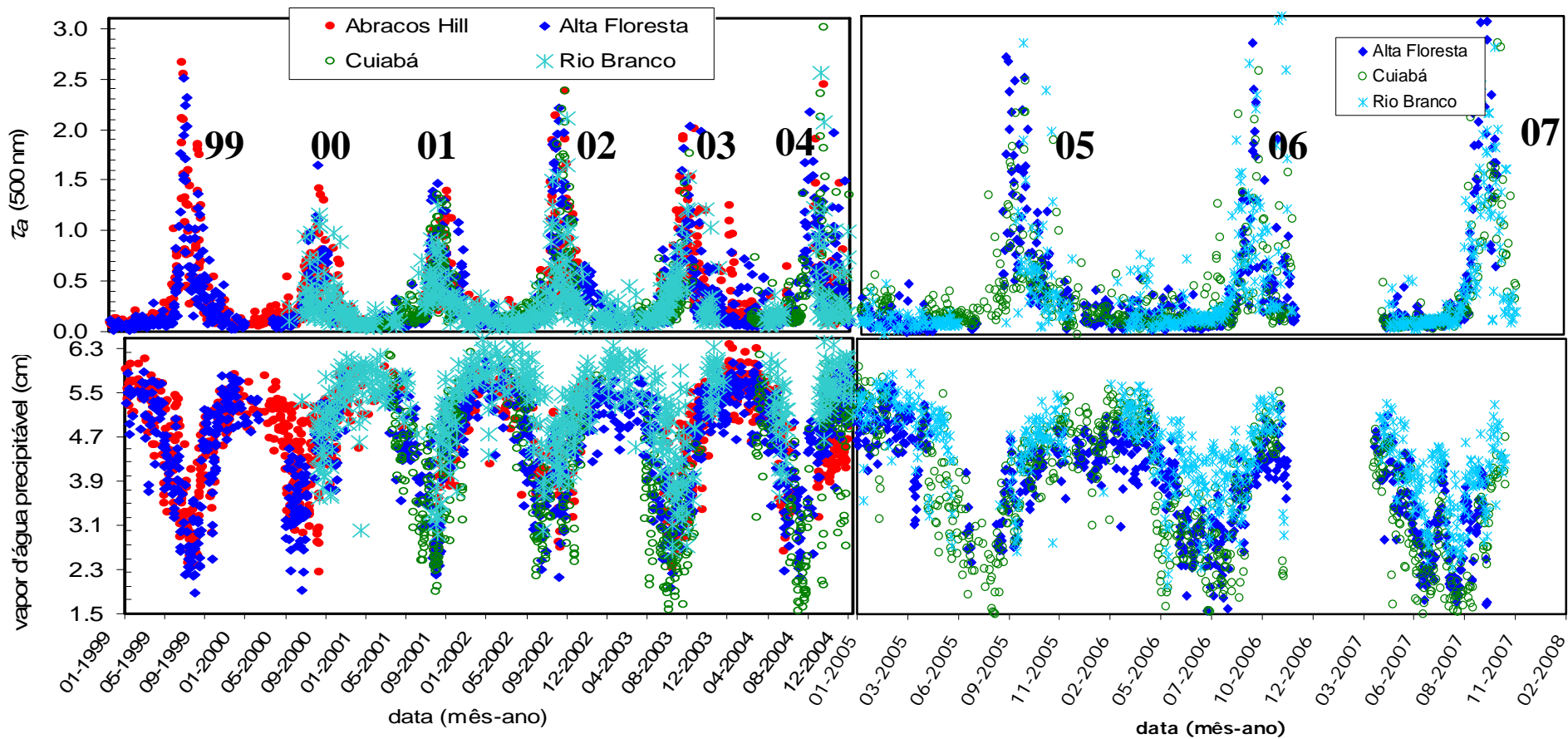
AERONET



AERONET

$\tau_a \rightarrow 0,10$ a $3,00$

$PWV \rightarrow 1,50$ a $6,5$ cm




AERONET

- ❏ Modelo óptico espectral (24λ) e dinâmico dos aerossóis de queimadas ($12 \tau_a$) \rightarrow concentrado na dinâmica induzida pela variação da distribuição de tamanho, a um índice de refração complexo


AERONET

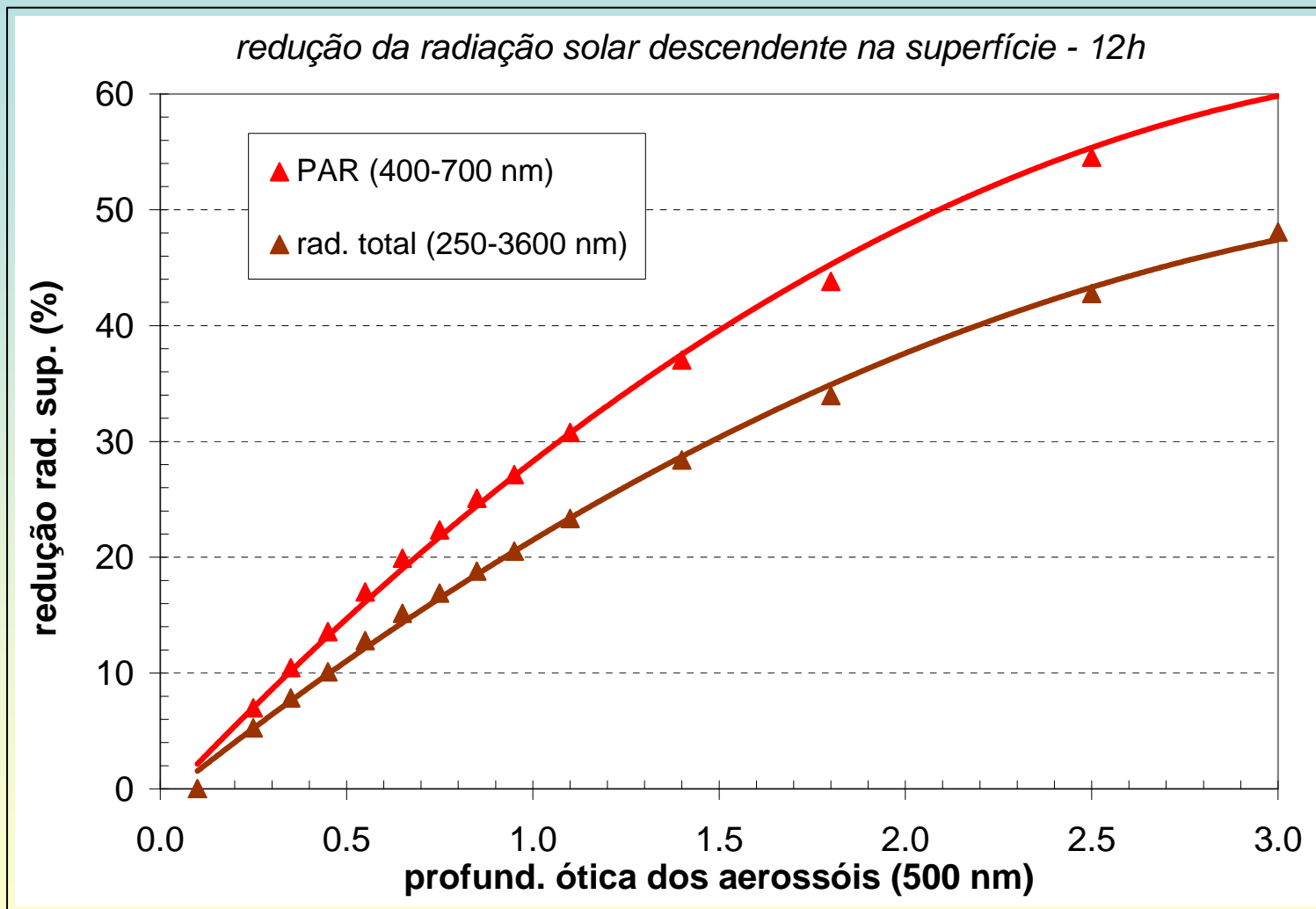
- ❏ Modelo óptico espectral (24λ) e dinâmico dos aerossóis de queimadas ($12 \tau_a$) → concentrado na dinâmica induzida pela variação da distribuição de tamanho, a um índice de refração complexo
- **OBJETIVO:** possibilitar uma estimativa mais precisa da interação destas partículas com a radiação solar.
- **Resultados e validação:**

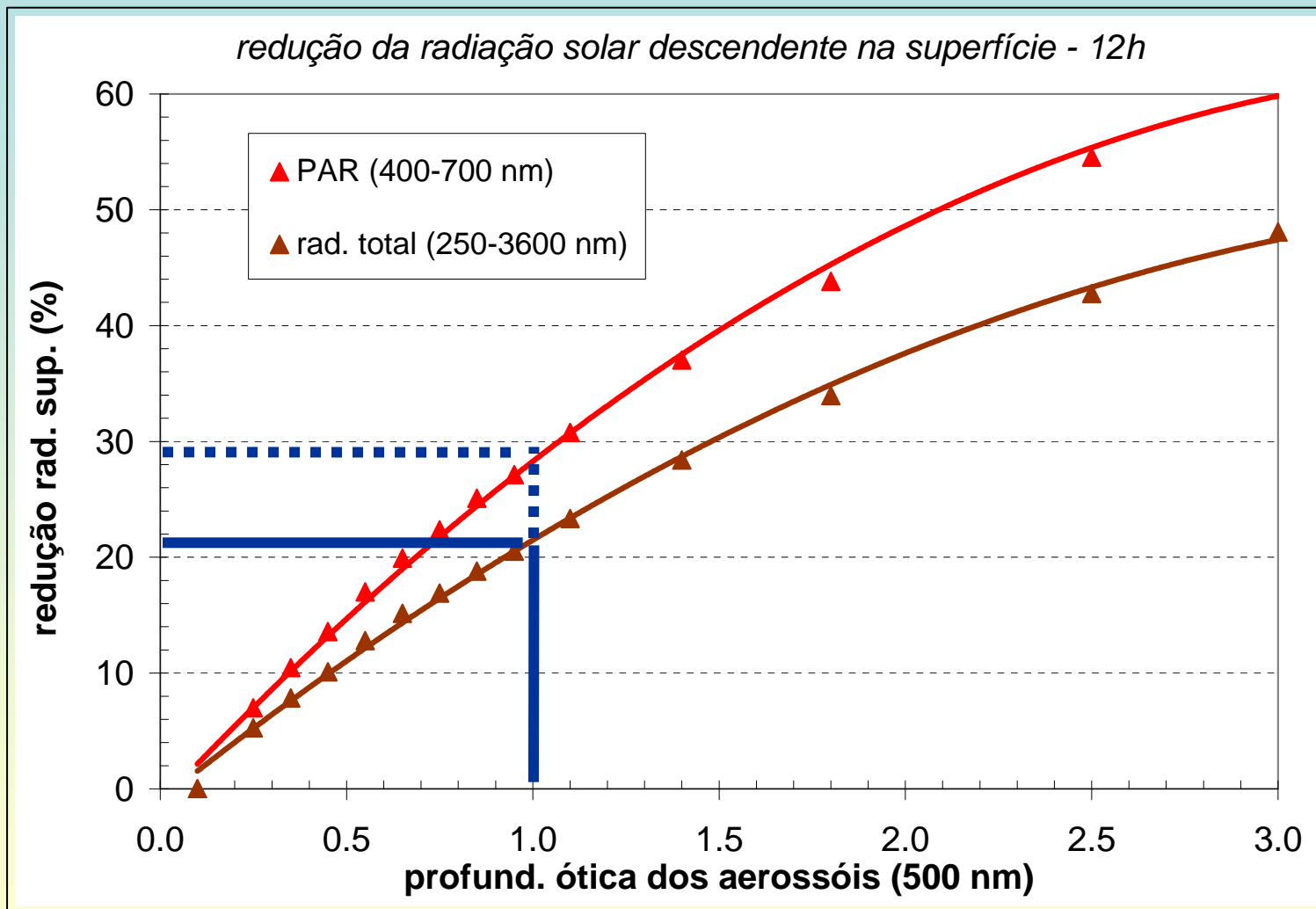
Procopio, A.S., L.A. Remer, P. Artaxo, Y.J. Kaufman, B.N. Holben. *Modeled Spectral Optical Properties for Smoke Aerosols in Amazonia*. *Geophysical Research Letters*, vol.30, doi:10.1029/2003GL018063, 2003



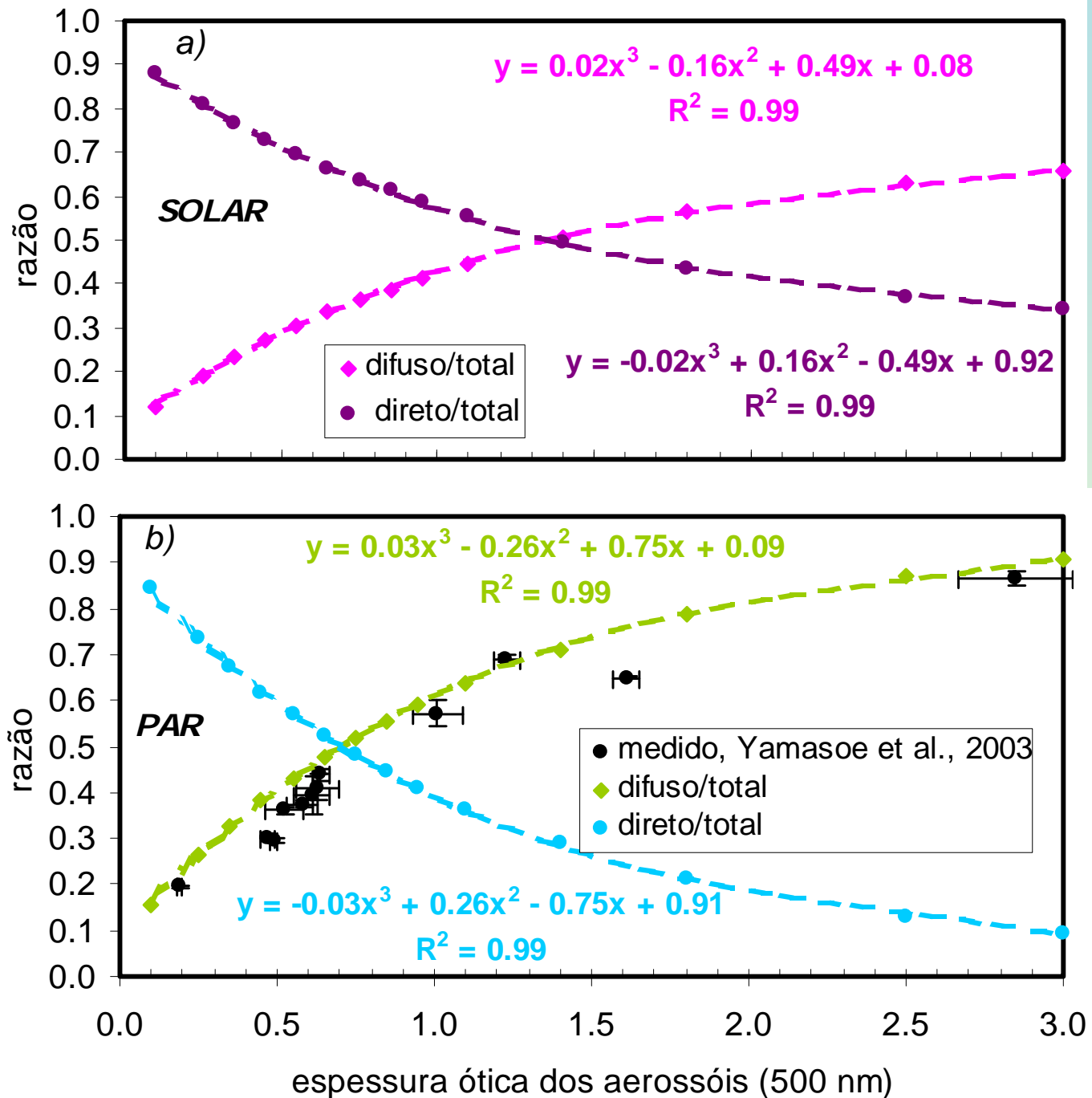
O efeito dos aerossóis de queimada nos fluxos de radiação solar e de radiação fotossinteticamente ativa (PAR)








Razões entre os fluxos difuso e total e entre os fluxos direto e total para radiação solar total (a) e radiação PAR (b), limitadas a ângulos solares zenitais entre -40° e 40° .






As forçantes radiativas dos aerossóis de queimadas

$$FRA = (F \downarrow - F \uparrow)_{\text{sistema perturbado}} - (F \downarrow - F \uparrow)_{\text{sistema inicial}}$$

Procopio, A.S., P. Artaxo, Y.J. Kaufman, L.A. Remer, J.S. Schafer, B.N. Holben.
Multiyear Analysis of Amazonian Biomass Burning Smoke Radiative Forcing of Climate. Geophysical Research Letters, vol.31, doi:10.1029/2003GL018646, 2004.



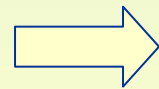
FRA_s

$$FRA_{24h} = a(\tau_a)^3 + b(\tau_a)^2 + c\tau_a + d$$

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>R</i> ²
TOA	-0,95	6,71	-16,5	1,57	0,99
atmosfera	0	-2,56	39,9	-3,58	0,99
superfície	0	5,04	-51,6	3,92	0,99

A taxa de aquecimento atmosférico

$$\frac{\partial T}{\partial t} \cong -844,21 \times \frac{\Delta F}{\Delta p}$$



$$\left. \frac{\partial T}{\partial t} \right|_{aer} \cong 0,0092 \times FRA_{24h}^{ATM}$$

FRAs

$$FRA_{24h} = a(\tau_a)^3 + b(\tau_a)^2 + c\tau_a + d$$

a

b

c

d

R^2

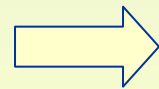
TOA para $\tau_a = 1,00 \rightarrow FRA_{TOA} = -9,2 \text{ Wm}^{-2}$

atmosfera $FRA_{ATM} = 33,8 \text{ Wm}^{-2}$

superfície $FRA_{SUP} = -42,6 \text{ Wm}^{-2}$

A taxa de aquecimento atmosférico

$$\frac{\partial T}{\partial t} \cong -844,21 \times \frac{\Delta F}{\Delta p}$$

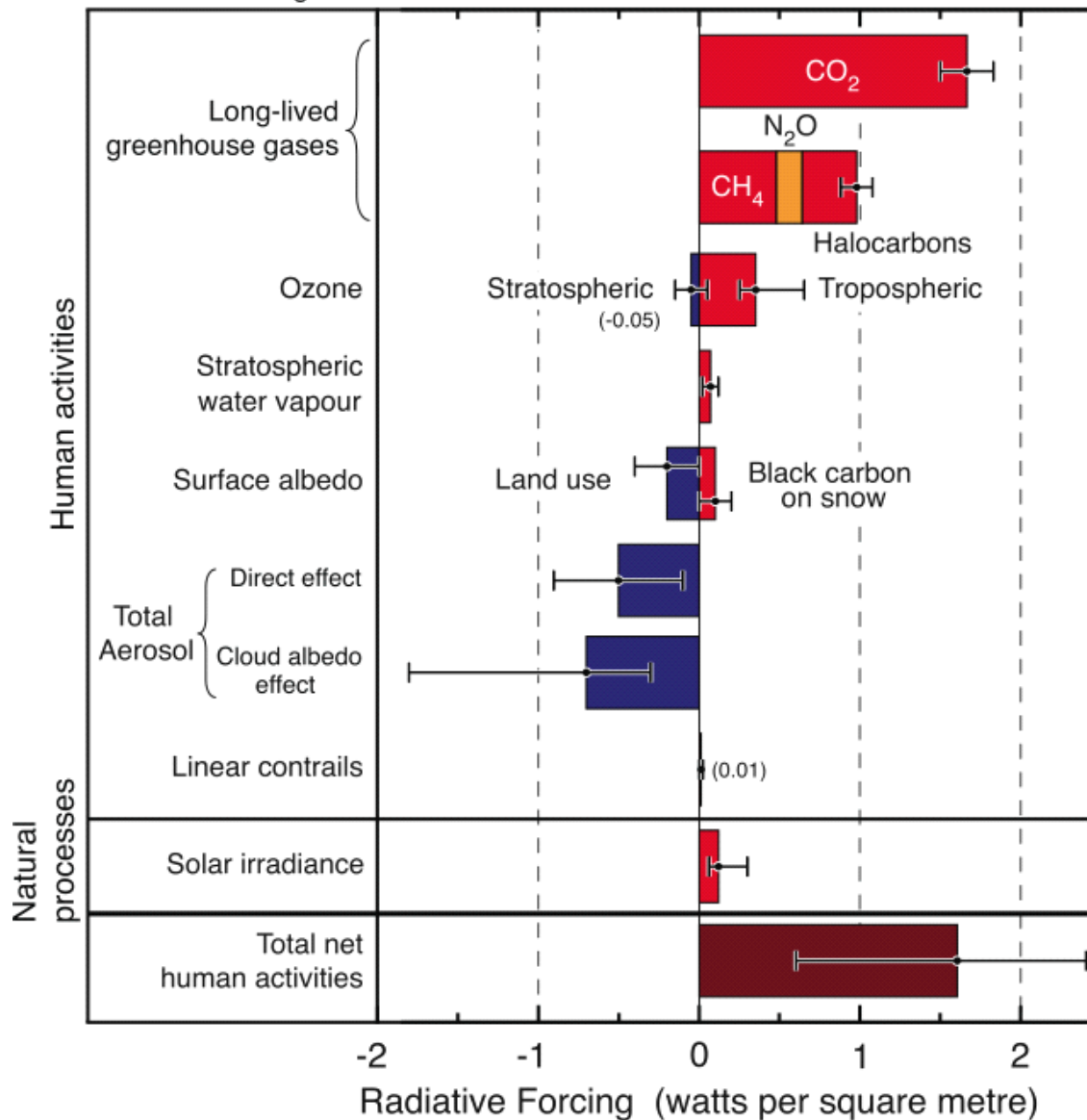


$$\left. \frac{\partial T}{\partial t} \right|_{aer} \cong 0,0092 \times FRA_{24h}^{ATM}$$

IPCC 2007

Radiative forcing of climate between 1750 and 2005

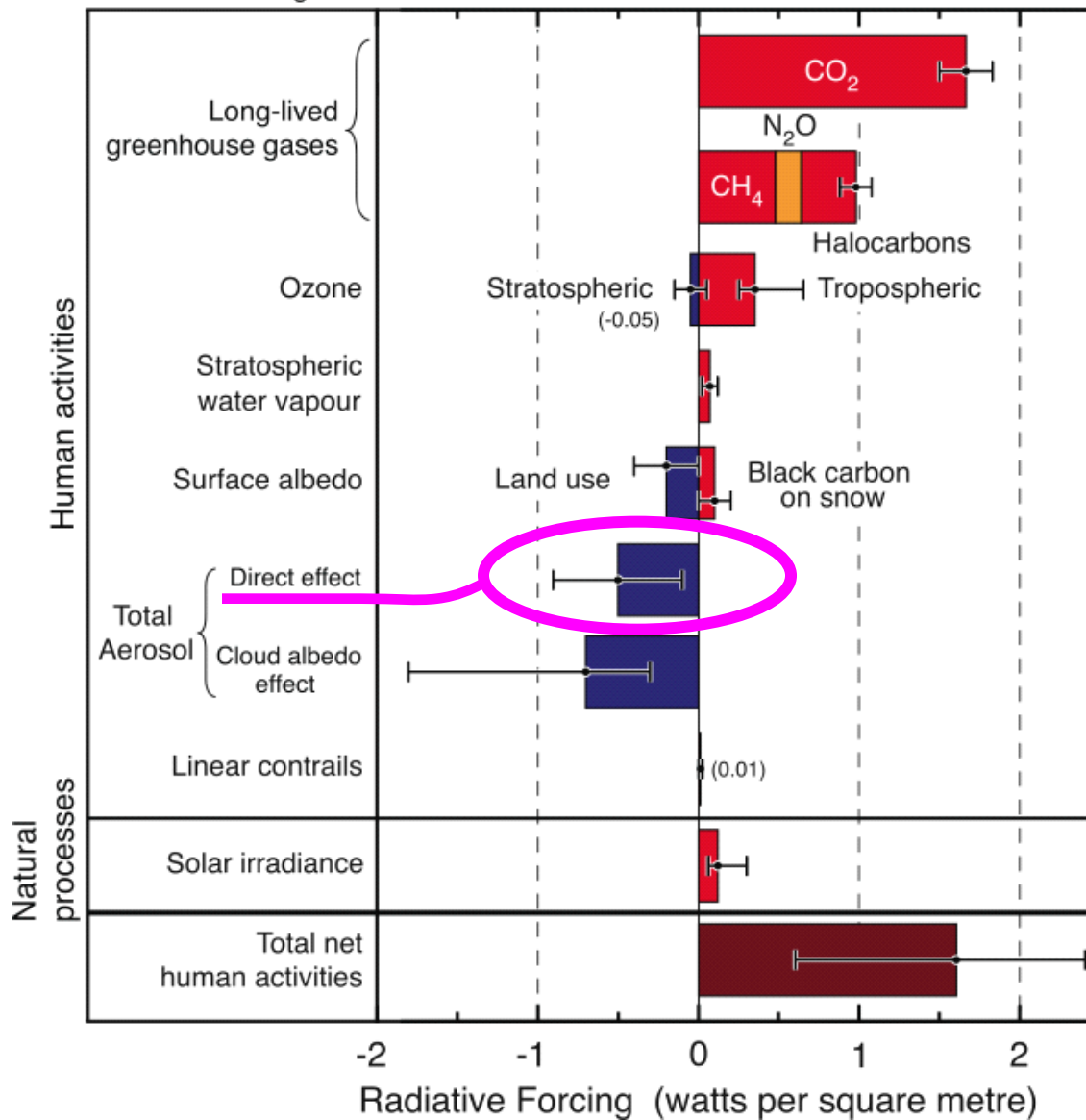
Radiative Forcing Terms



IPCC 2007

Radiative forcing of climate between 1750 and 2005

Radiative Forcing Terms



FRAAs:

Amazônia LBA

SAFARI

INDOEX

Ichoku et al., 2003

Ramanathan, 2000

Topo:

- $9 \pm 0,5$ W/m²

- 11 W/m²

- 7 ± 1 W/m²

Atmosfera:

+ $29 \pm 2,6$ W/m²

+ 15 W/m²

+ 16 ± 2 W/m²

Superfície:

- $38 \pm 1,5$ W/m²

- 26 W/m²

- 23 ± 2 W/m²



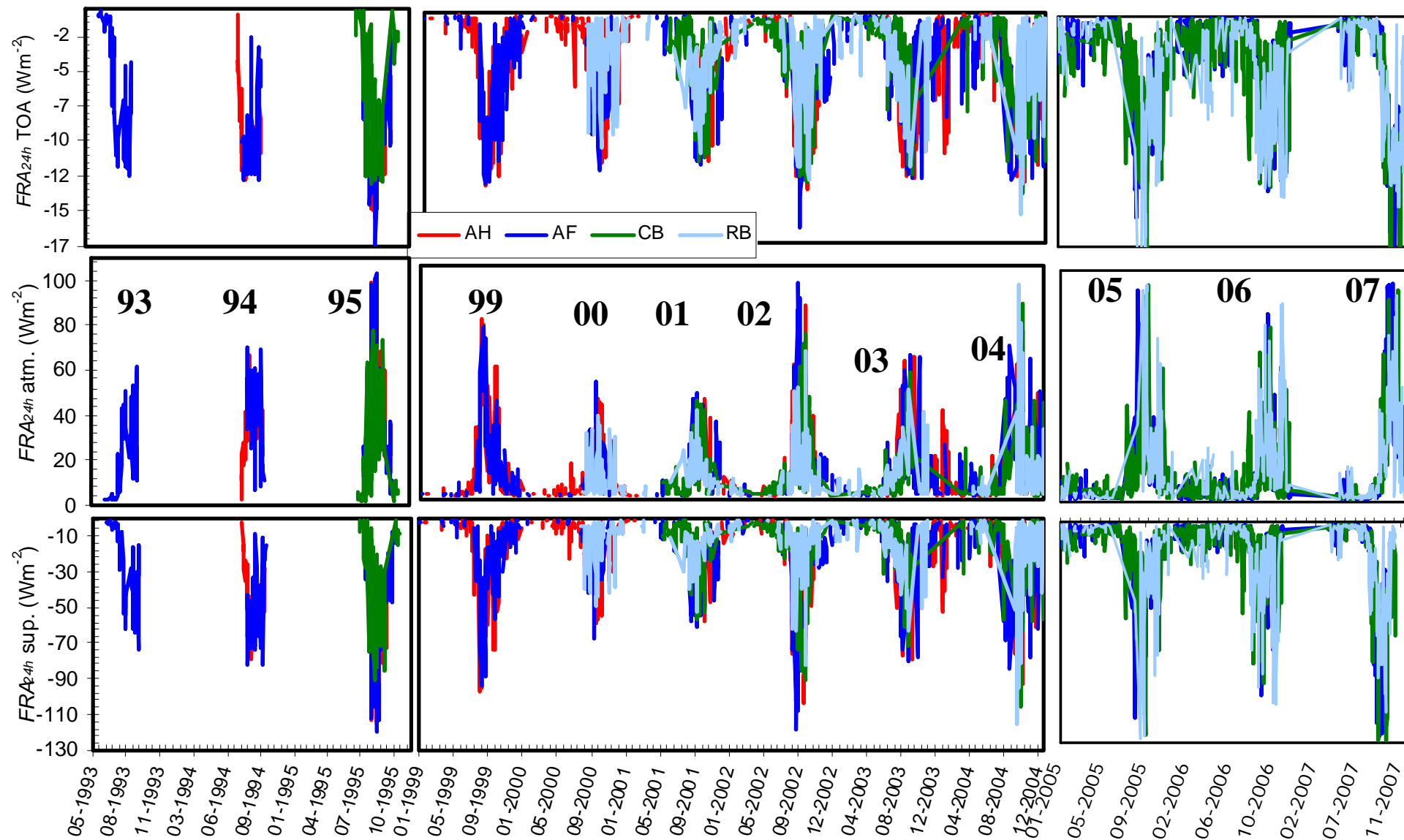


Análise temporal

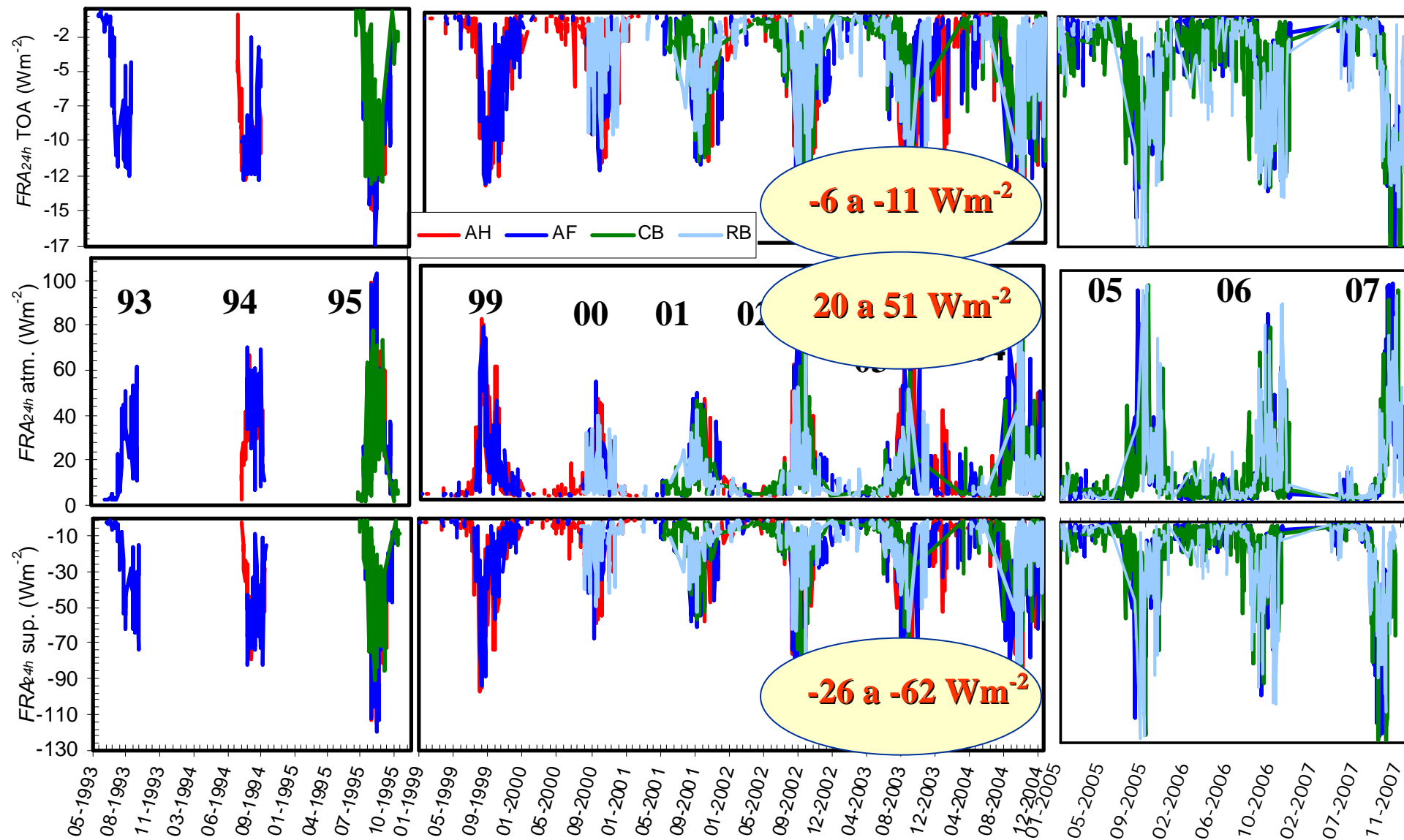
AERONET



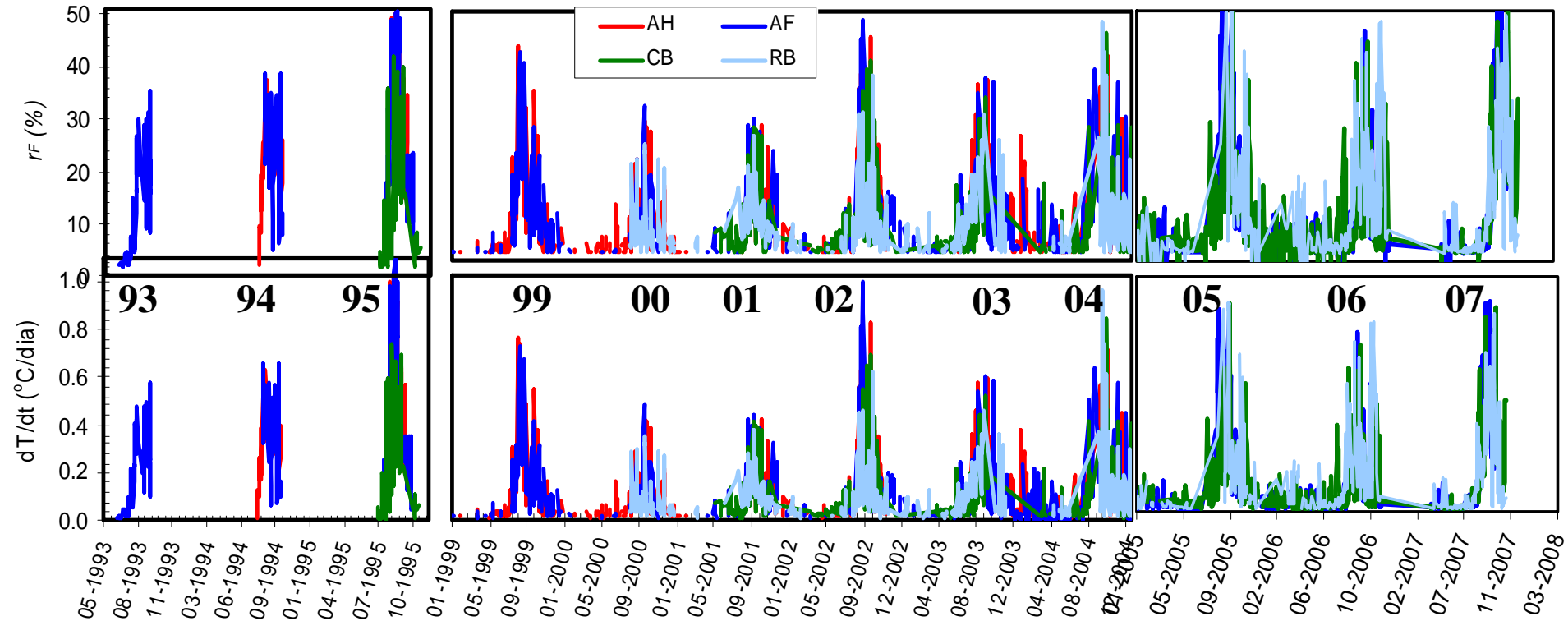
Análise temporal



Análise temporal

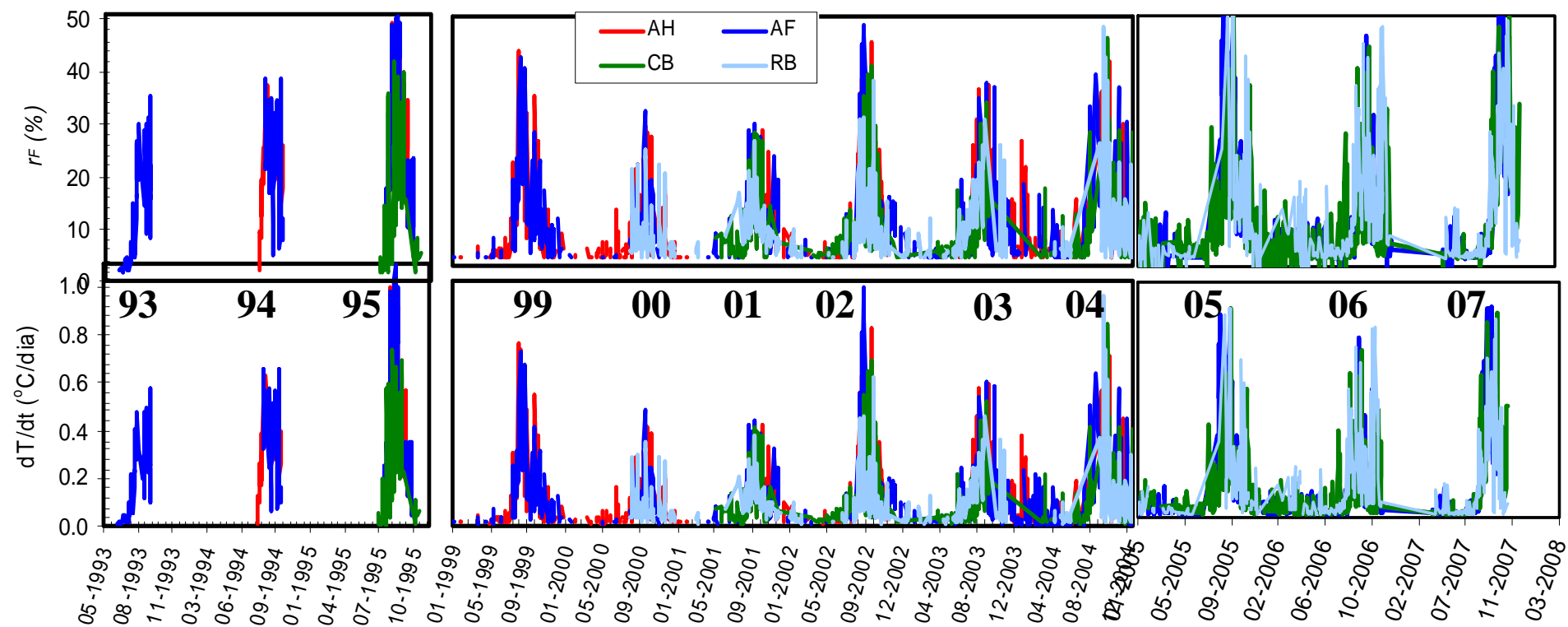


Análise temporal



Análise temporal

$r_F \rightarrow 13 \text{ a } 30\%$



$\frac{dT}{dt} \rightarrow 0,2 \text{ a } 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{dia}$

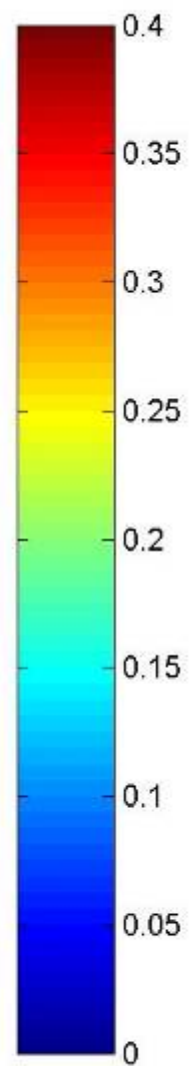
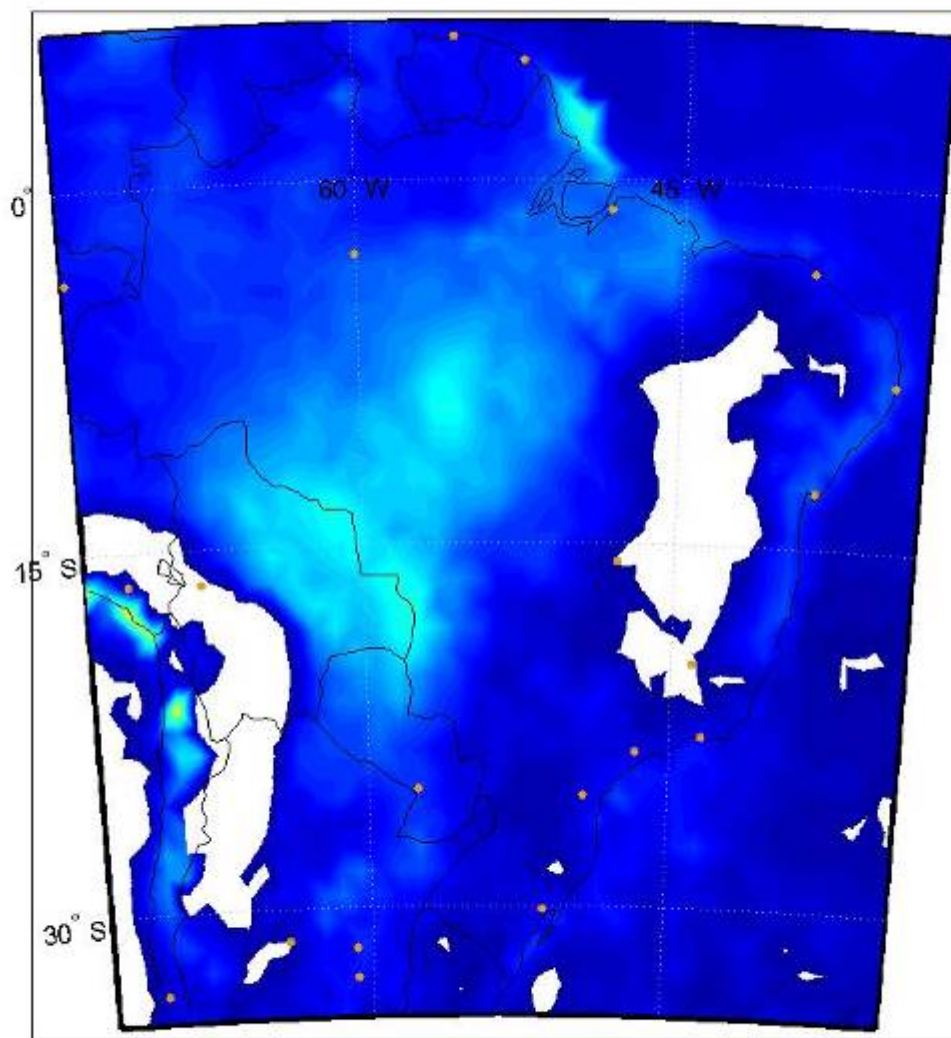


Análise espacial
MODIS

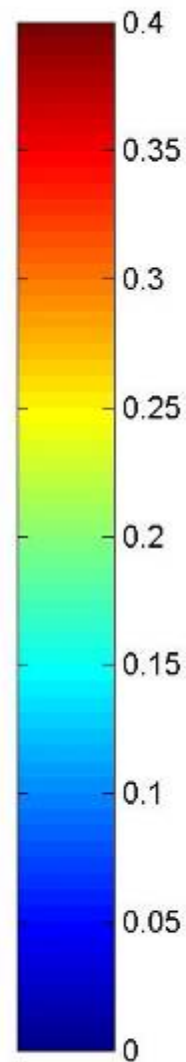
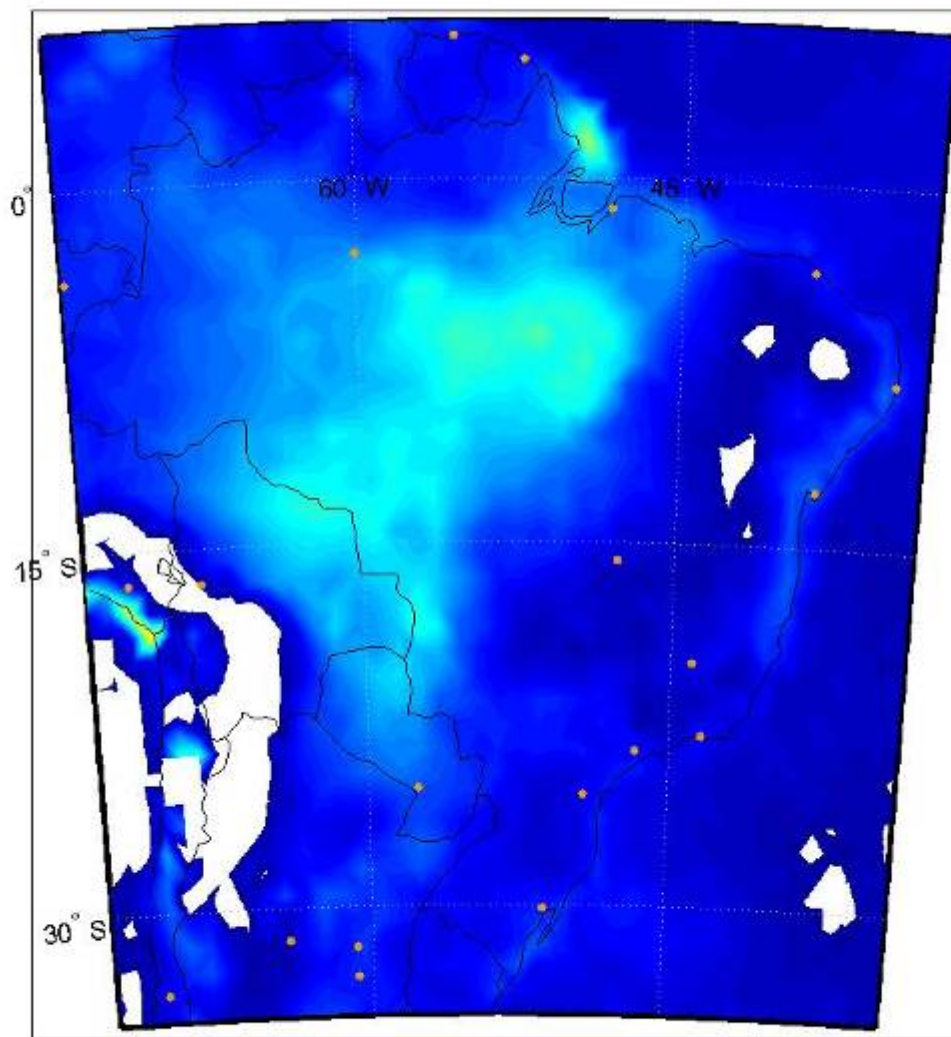
estações seca
2001-2007



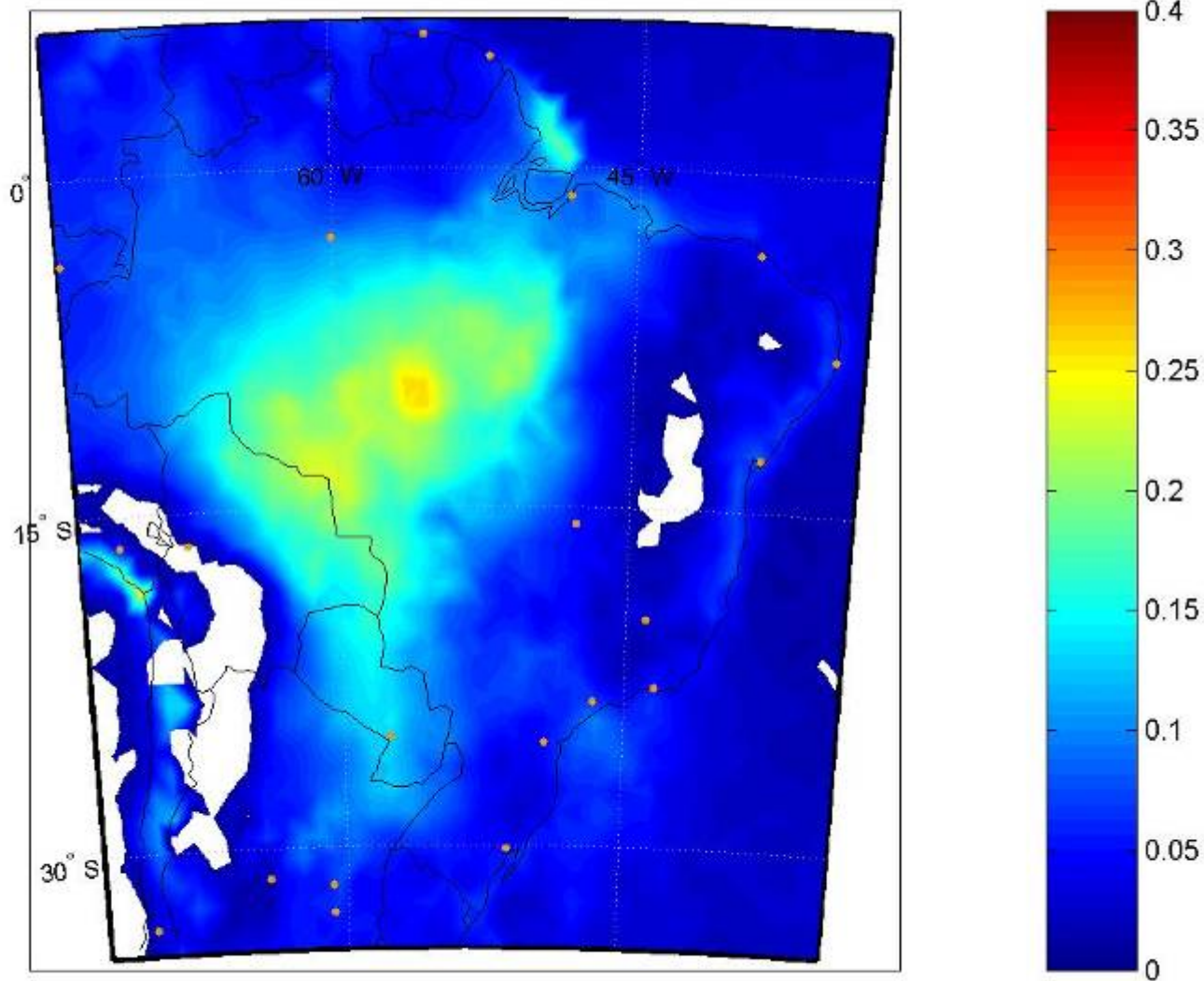
dT/dt (oC/dia) dry00



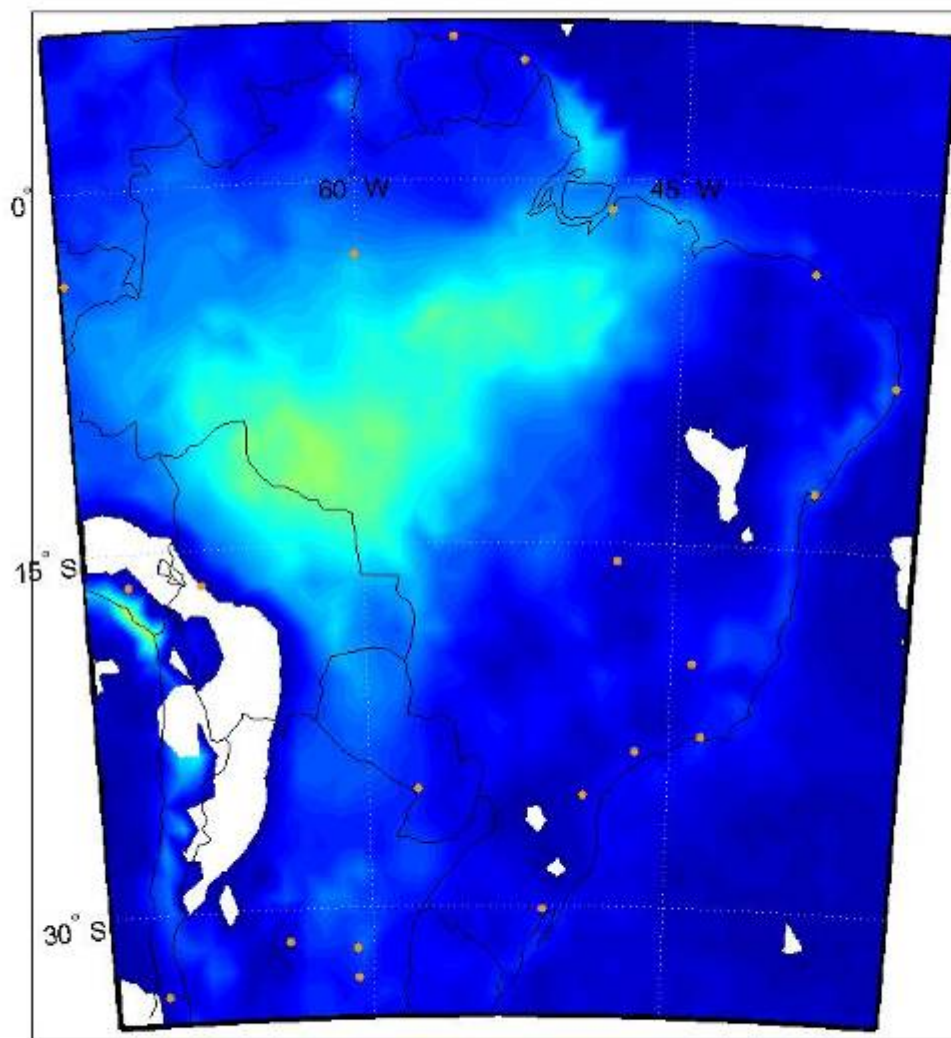
dT/dt (oC/dia) dry01



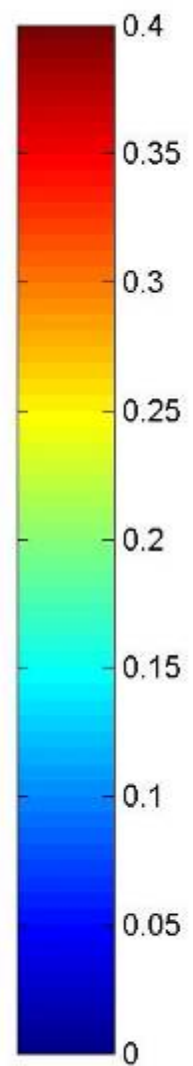
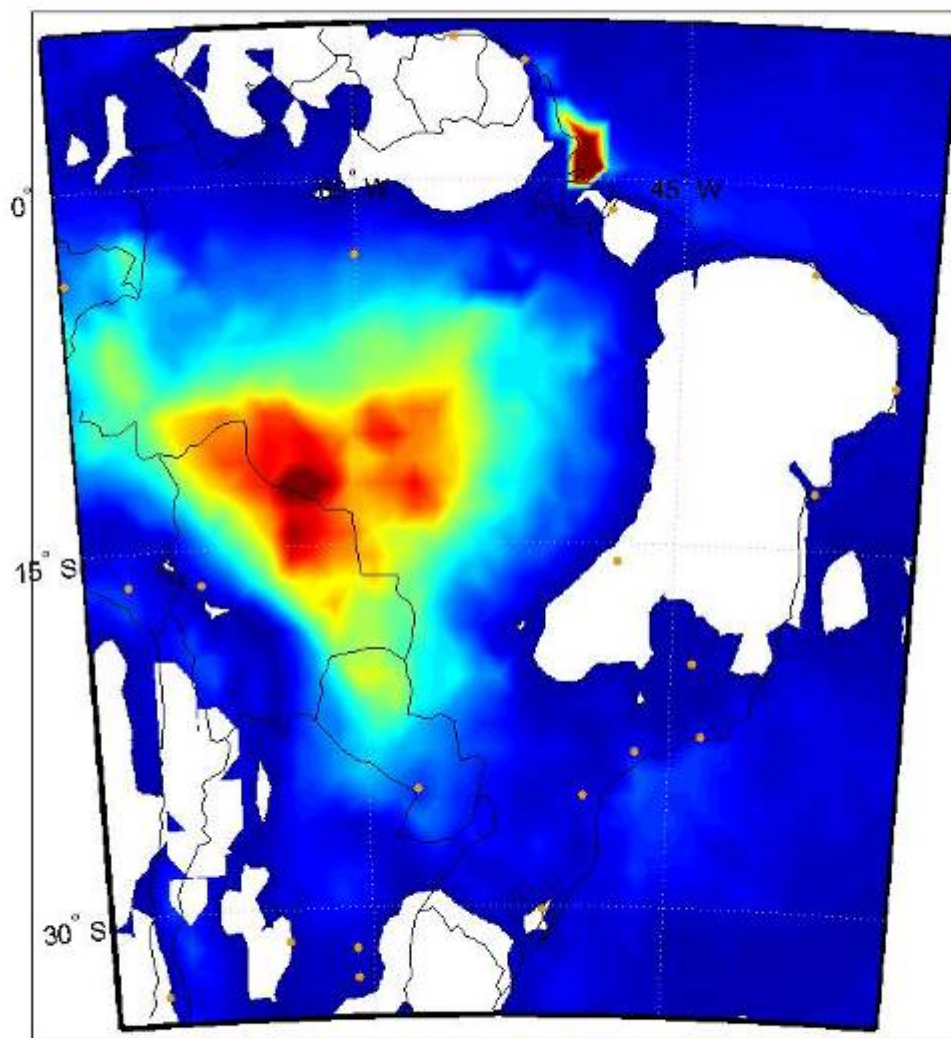
dT/dt (oC/dia) dry02



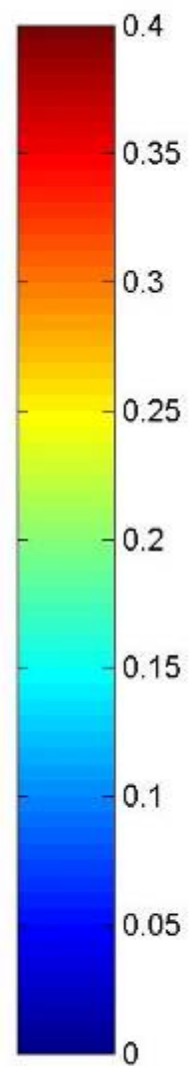
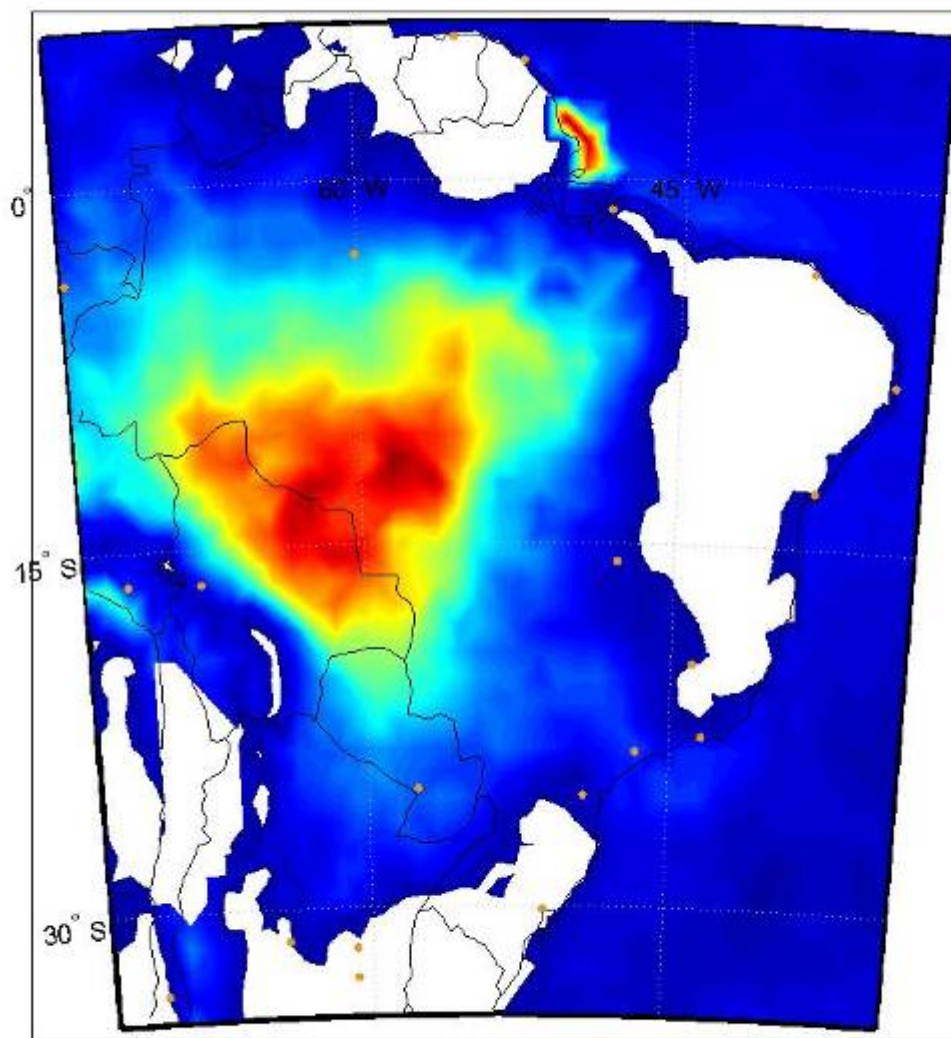
dT/dt (oC/dia) dry03



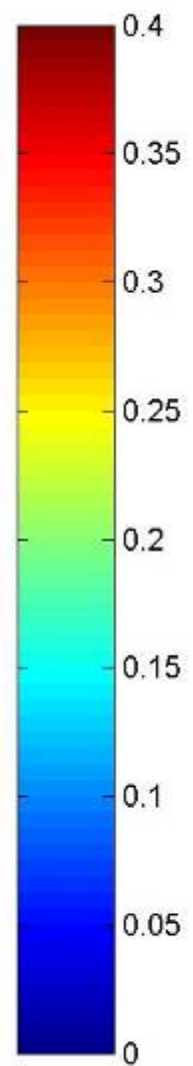
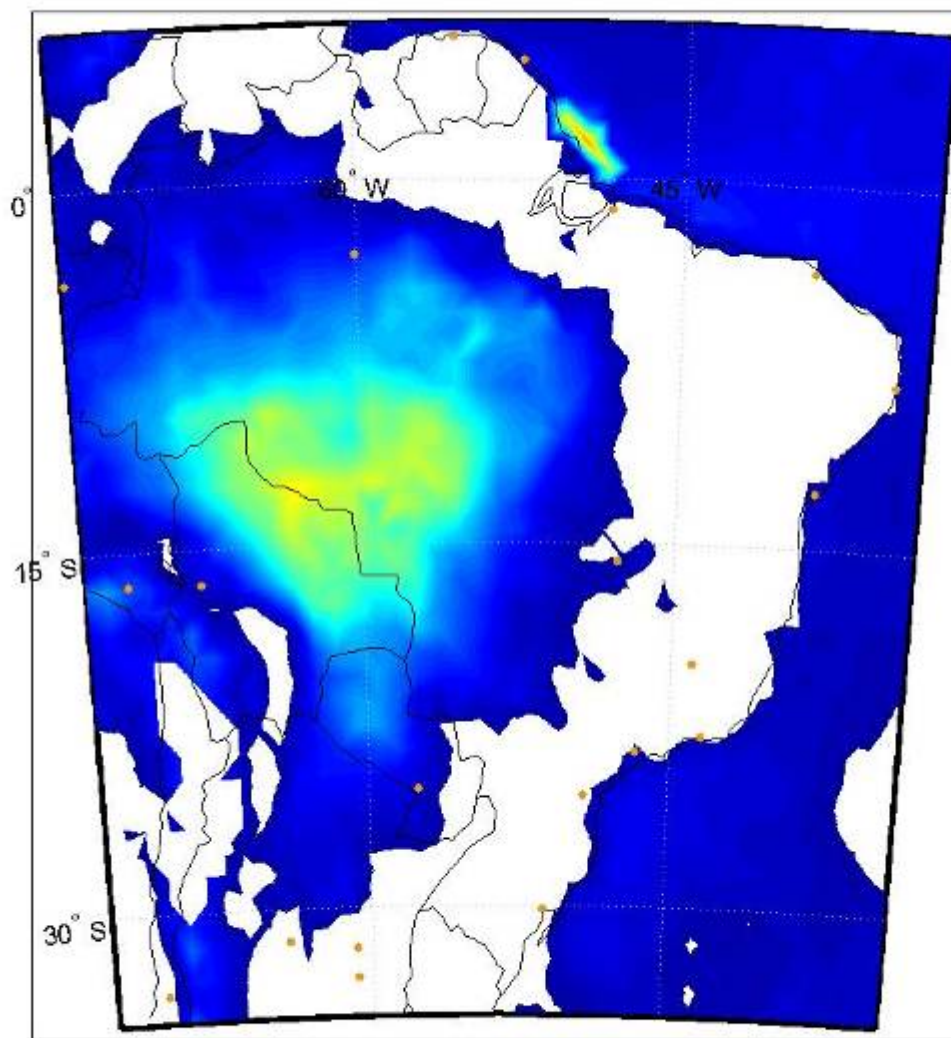
dT/dt (oC/dia) dry04



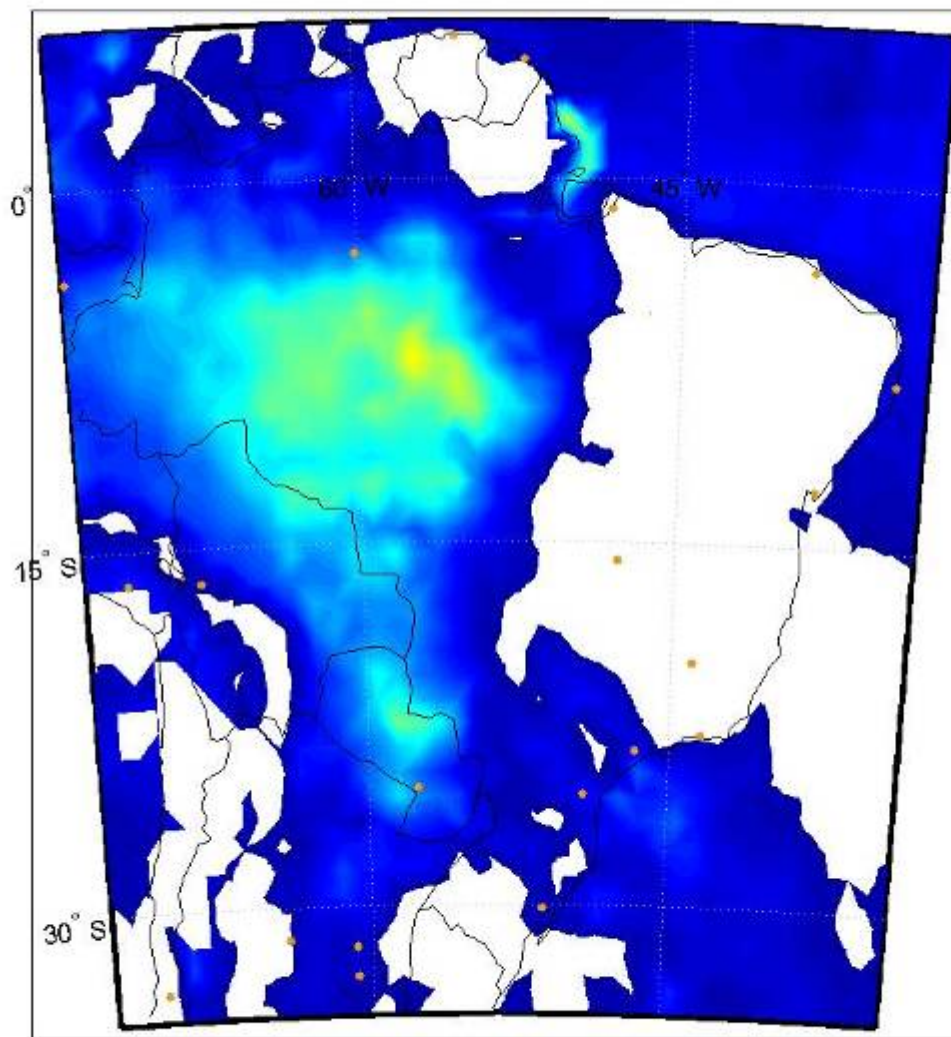
dT/dt (oC/dia) dry05



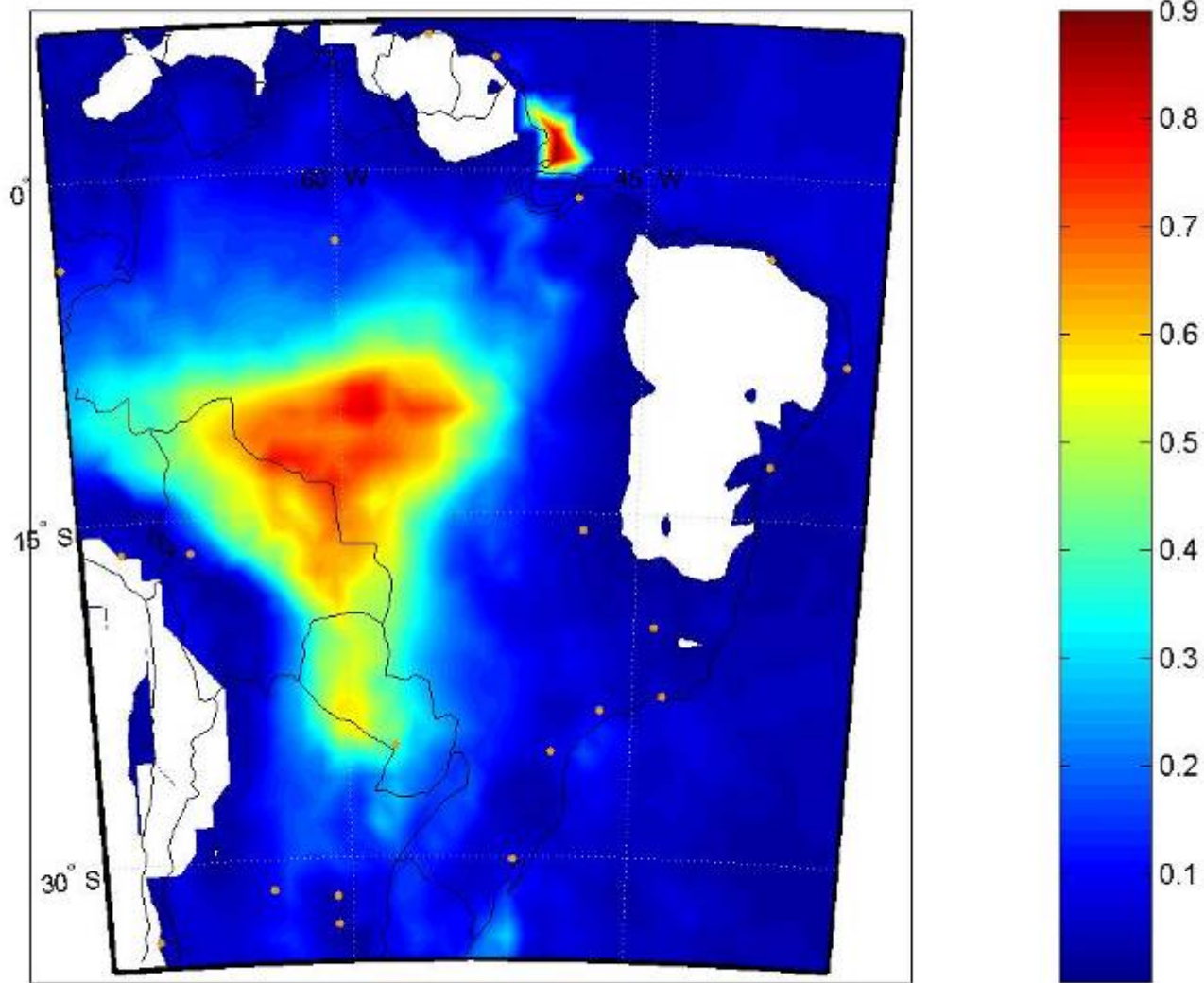
dT/dt (oC/dia) dry06



dT/dt (oC/dia) ago07



dT/dt (oC/dia) set07



Conclusões

→ na estação seca na Amazônia: grande número de incêndios nas últimas décadas → τ_a extremamente altos → FRA se mantém alta por longos períodos.



Conclusões

→ na estação seca na Amazônia: grande número de incêndios nas últimas décadas → T_a extremamente altos → FRA se mantém alta por longos períodos.

→ a magnitude das FRA é muito grande, mas similar com outras áreas (África e Índia), mas a área afetada na Amazônia é maior (entre 1,2 e 2,6 milhões de km^2) → indicação da ocorrência de um desequilíbrio sem precedentes no funcionamento do ecossistema e no clima regional.

Conclusões

→ na estação seca na Amazônia: grande número de incêndios nas últimas décadas → T_a extremamente altos → FRA se mantém alta por longos períodos.

→ a magnitude das FRA é muito grande, mas similar com outras áreas (África e Índia), mas a área afetada na Amazônia é maior (entre 1,2 e 2,6 milhões de km^2) → indicação da ocorrência de um desequilíbrio sem precedentes no funcionamento do ecossistema e no clima regional.

→ média dos últimos 9 anos na estação seca na Amazônia:

- ↗ aquecimento da troposfera induzido pelos aerossóis (0,2-0,5 °C/dia);
- ↗ FRA_{TOA} (-6 a -11 W/m^2);
- ↗ diminuição do fluxo solar descendente à superfície (13-30 %).

Conclusões

→ na estação seca na Amazônia: grande número de incêndios nas últimas décadas → T_a extremamente altos → FRA se mantém alta por longos períodos.

→ a magnitude das FRA é muito grande, mas similar com outras áreas (África e Índia), mas a área afetada na Amazônia é maior (entre 1,2 e 2,6 milhões de km^2) → indicação da ocorrência de um desequilíbrio sem precedentes no funcionamento do ecossistema e no clima regional.

→ média dos últimos 9 anos na estação seca na Amazônia:

↗ aquecimento da troposfera induzido pelos aerossóis (0,2-0,5 °C/dia);

↗ FRA_{TOA} (-6 a -11 W/m^2);

↗ diminuição do fluxo solar descendente à superfície (13-30 %).

🔧 A presença de nuvens pode alterar significativamente a FRA , podendo inclusive trocar o seu sinal:

↗ necessidade de melhorar a quantificação deste efeito

Obrigada!

Profª. Aline S. Procopio
aline@eq.ufrj.br

