



**Reunião Técnica: Apresentação dos Resultados do Primeiro
Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas do
PBMC**

**Grupo de Trabalho 1 – Bases Científicas
Tércio Ambrizzi e Moacyr Araújo - Coordenadores**

16 de abril de 2013, CETESB, São Paulo, SP

Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

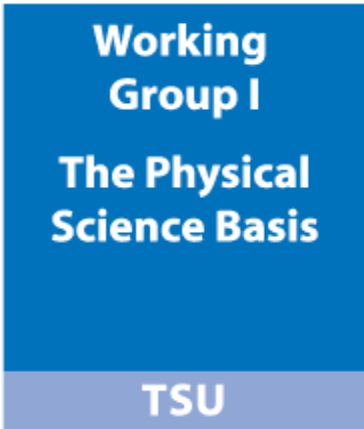
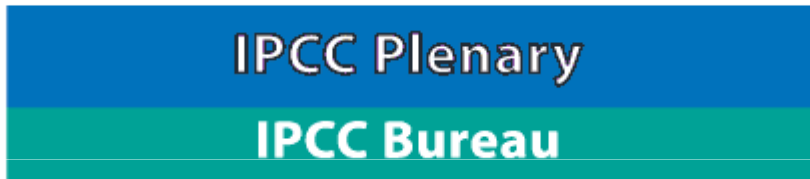


IPCC - Objetivo



- Criado em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e Organização Meteorológica Mundial (OMM)
- Analisar a produção científica, técnica e sócio-econômica internacional sobre mudanças climáticas e sintetizar o conhecimento na forma de relatórios divulgados para todas as partes interessadas
- Aberto a todos os países membros da ONU e OMM
=> Atualmente 194 países

IPCC - Estrutura





pbmc
painel brasileiro de
mudanças climáticas

Histórico do Painel



- O estabelecimento do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas é uma das ações previstas no eixo de Pesquisa e Desenvolvimento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
- Instituído pela Portaria Interministerial MCT/MMA nº 356 de 28.09.2009;
- Os Presidentes do Conselho Diretor e do Comitê Científico foram nomeados pela Portaria Interministerial MCT/MMA nº 369 de 15.10.2009;
- Em 24.11.2009 os Ministros Carlos Minc (MMA) e Sergio Rezende (MCT) lançaram oficialmente o PBMC;
- Portaria Interministerial MCT/MMA nº 53 de 18.03.2010 que nomeia o Comitê Científico do PBMC.

Objetivo do Painel



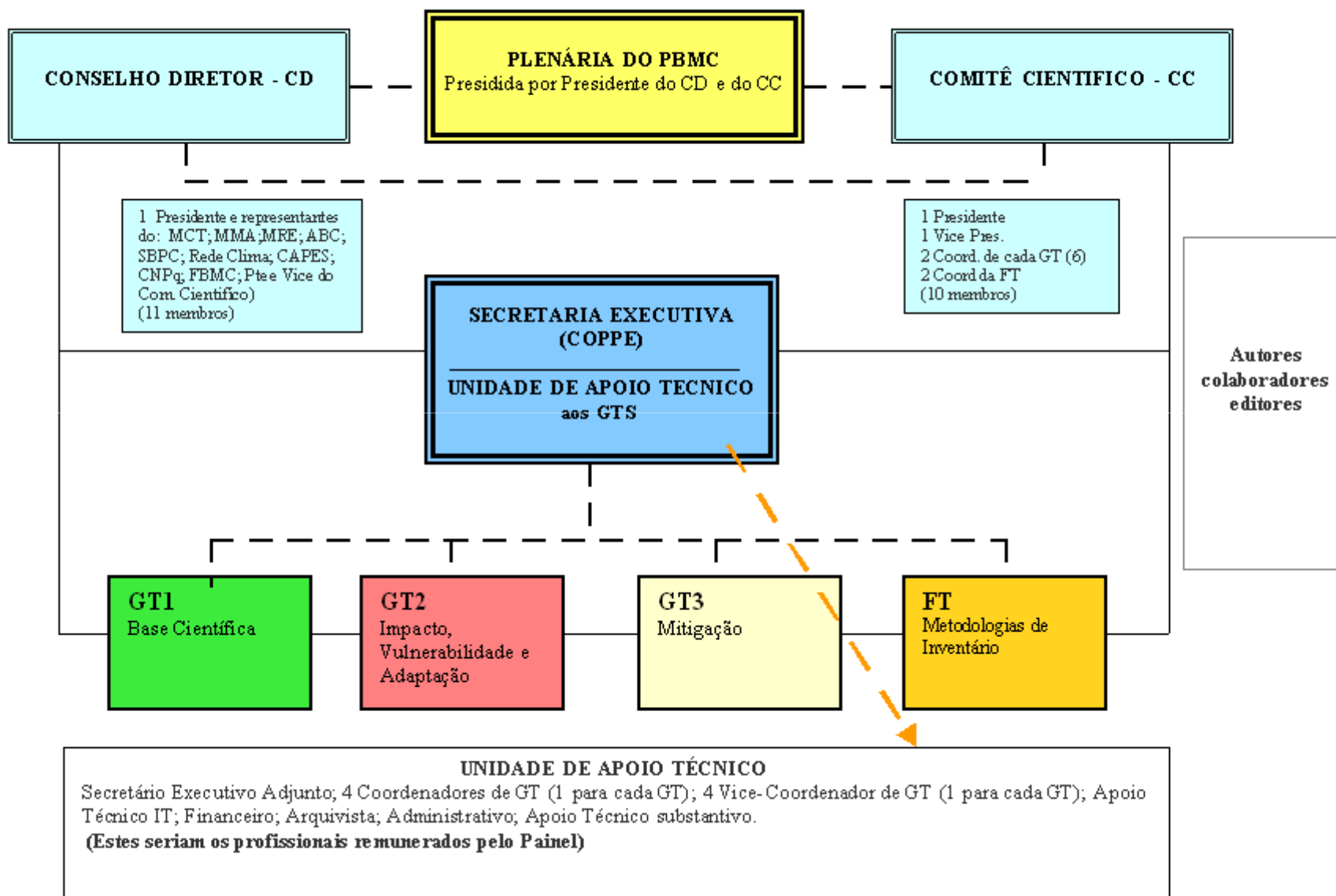
Disponibilizar aos tomadores de decisão e à sociedade em geral informações técnico-científicas sobre mudança do clima.

Atividades Principais



- Proceder avaliação integrada e objetiva acerca do conhecimento técnico e científico produzido no Brasil e/ou no exterior, sobre causas, efeitos e projeções relacionadas às mudanças climáticas que tenham foco ou relevância para o País.
- Elaborar e publicar periodicamente Relatórios de Avaliação Nacional, Relatórios Técnicos (RTs), Sumários para Tomadores de Decisão (STDs) e Relatórios Especiais sobre temas específicos.

ORGANOGRAMA DO PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - PBMC



Conselho Diretor



• Composição:

INSTITUIÇÃO	REPRESENTANTE(S)
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE	Presidente: Carlos Afonso Nobre
Ministério da Ciência e Tecnologia	Titular: Carlos Afonso Nobre
	Suplente: Marcos Buckeridge
Ministério do Meio Ambiente	Titular: Suzana Kahn Ribeiro
	Suplente: Branca Bastos Americano
Ministério das Relações Exteriores	Titular: Luiz Alberto Figueiredo Machado
	Suplente: André Odenbreit Carvalho
Academia Brasileira de Ciências – ABC	Titular: Jailson Bittencourt de Andrade
	Suplente: Prof. Luiz Drude de Lacerda
Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC	Titular: Paulo Artaxo Neto
	Suplente: Jefferson Cardia Simões
Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas – Rede CLIMA	Titular: Jose Antonio Marengo
	Suplente: Carlos Alberto Eiras Garcia
Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior – CAPES	Titular: Arlindo Phillipi Júnior
	Suplente: João Lima Sant'Anna Neto
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq	Titular: José Oswaldo Siqueira
	Suplente: Eliana Maria Gouveia Fontes
Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas	Titular: Luiz Pinguelli Rosa
	Suplente: Marcos Aurelio Vasconcelos Freitas

Comitê Científico



• Composição:

COMPOSIÇÃO	REPRESENTANTE(S)	INSTITUIÇÃO
Presidente	Suzana Kahn Ribeiro	Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ/COPPE
Vice-Presidente	Carlos Afonso Nobre	Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
GT 1 - Base científica	Coordenador 1: Tércio Ambrizzi	Universidade de São Paulo - USP
	Coordenador 2: Moacyr Cunha de Araújo Filho	Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
GT 2 - Impacto, vulnerabilidade e adaptação	Coordenador 1: Eduardo Delgado Assad	Embrapa Informática Agropecuária
	Coordenador 2: Antônio Rocha Magalhães	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE
GT 3 - Mitigação	Coordenador 1: Emilio Lèbre La Rovere	Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ/COPPE
	Coordenador 2: Mercedes Maria da Cunha Bustamante	Universidade de Brasília - UnB
Força-tarefa em metodologias de Inventários de GEE	Coordenador 1: Thelma Krug	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
	Coordenador 2: Laerte Guimaraes Ferreira Júnior	Universidade Federal de Goiás - UFG

Grupo de Trabalho 1 – Bases Científicas das Mudanças Climáticas - Escopo

Capítulo	Título do capítulo	Autores Principais	Autores Colaboradores / Autores Revisores
Capítulo 1	Introdução e Principais questões discutidas	Tércio Ambrizzi e Moacyr Cunha de Araújo	2/2
Capítulo 2	Observações Ambientais Atmosféricas e de Propriedades de Superfície	Alice Marlene Grimm e Gylvan Sampaio de Oliveira	13/2
Capítulo 3	Observações Costeiras e Oceânicas	Edmo José Dias de Campos e Dieter Muehe	17/6
Capítulo 4	Informações Paleoclimáticas Brasileiras	Abdelfettah Sifeddine, Cristiano Chessi e Francisco W. da Cruz Filho	8/3
Capítulo 5	Ciclos Biogeoquímicos e Mudanças Climáticas	Luiz Antonio Martinelli, Humberto Rocha, Alexandre de Siqueira Pinto, Jean Pierre Henry Balbaud Ometto e Gabriela Bielefeld Nardoto	37
Capítulo 6	Aerossóis Atmosféricos e Nuvens	Alexandre Araujo Costa e Theotonio Pauliquevis Júnior	4/1
Capítulo 7	Forçantes Radiativas Naturais e Antrópicas	Marcia Akemi Yamasoe e Alexandre Correia	5/4
Capítulo 8	Avaliação de Modelos Climáticos Globais e Regionais	Paulo Nobre e Chou Sin Chan	12/2
Capítulo 9	Mudanças Ambientais de curto e longo prazo: projeções, reversibilidade e atribuições	Antonio Ocimar Manzi e Everaldo Barreiros de Souza	7/1

Distribuição de Coordenadores, Autores Principais, Autores Colaboradores e Autores Revisores do Grupo de Trabalho 1

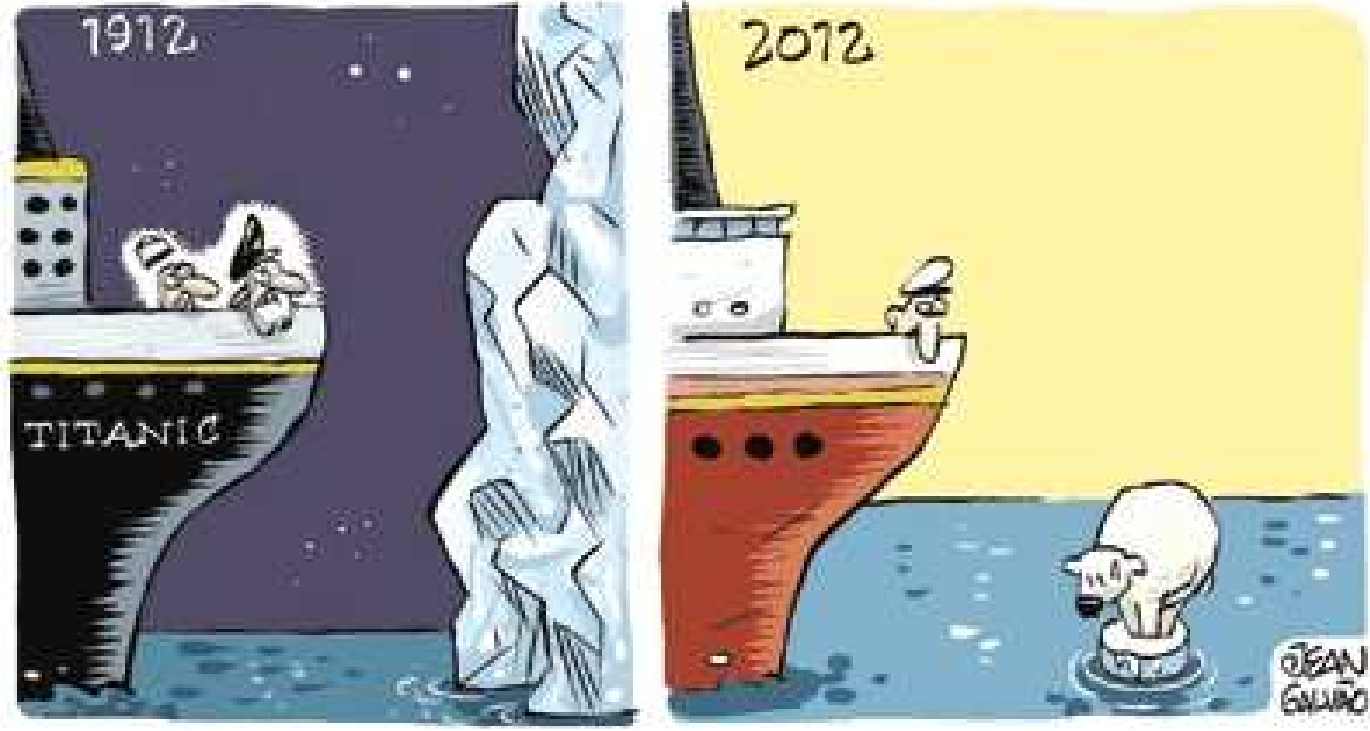
Grupo de Trabalho	Coordenadores	Número de Autores Principais	Número de Autores Colaboradores	Número de Autores Revisores
1 – Bases Científicas das Mudanças Climáticas	2	23	105	21

+ 150 PESQUISADORES, TÉCNICOS E ADMINISTRATIVOS BRASILEIROS CONTRIBUÍRAM PARA O RAN 1

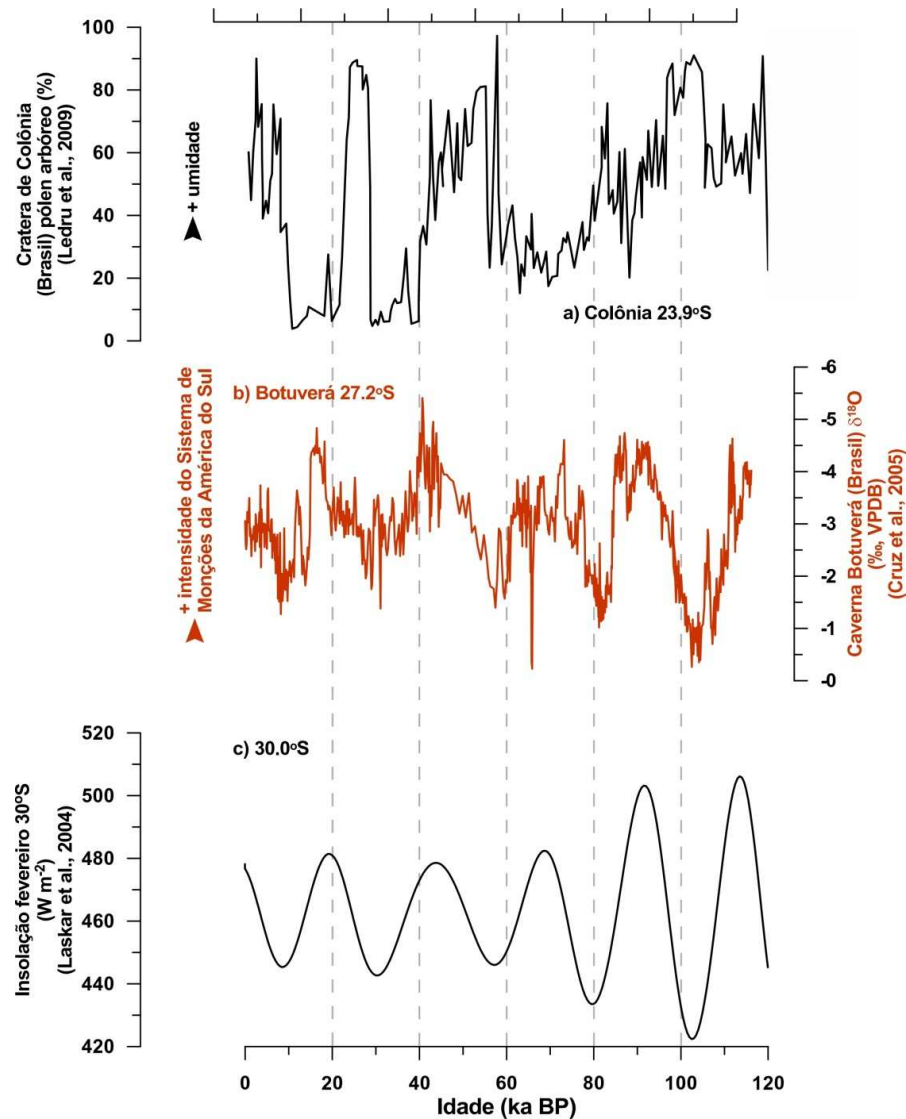


ALGUNS RESULTADOS DO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO NACIONAL 1 (RAN 1)

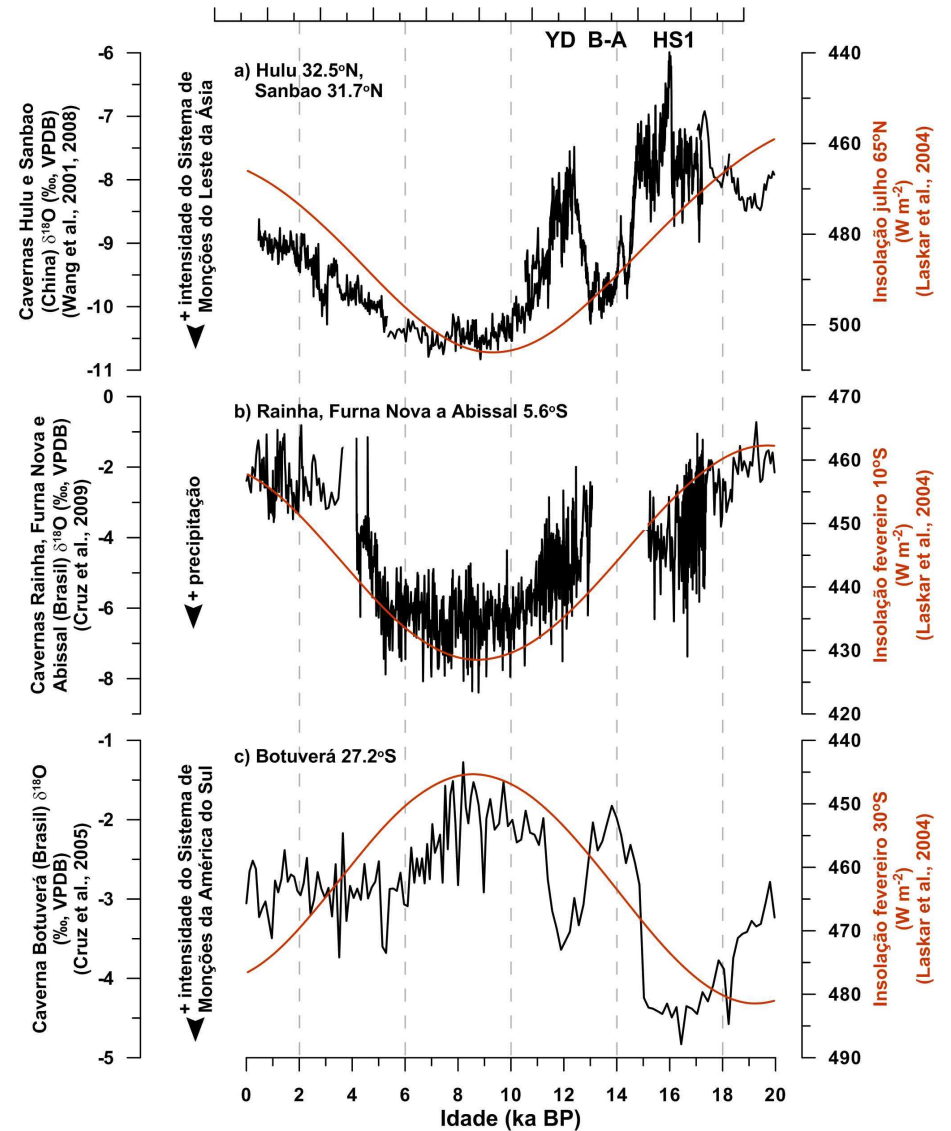




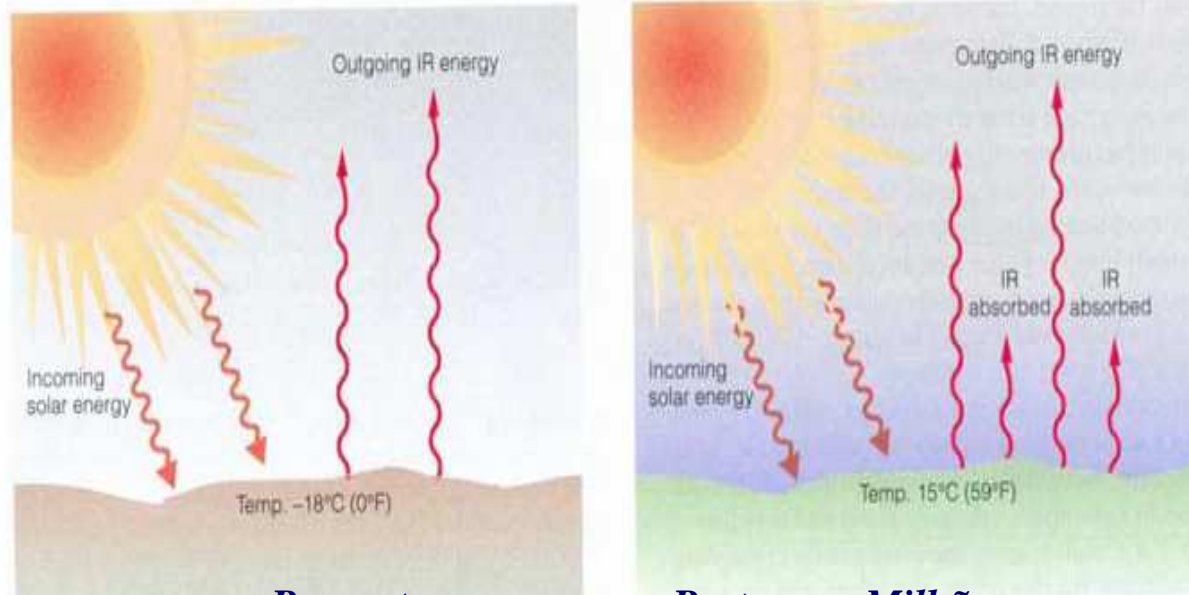
Variações para os últimos 120 ka AP nos parâmetros a) porcentagem de pólen de elementos arbóreos em testemunho sedimentar coletado na Cratera de Colônia no Estado de São Paulo (Ledru et al., 2009), b) valores de $d^{18}O$ do espeleotema BT2 da Carverna de Botuverá no Estado de Santa Catarina (Cruz et al., 2005) e c) insolação para $30^{\circ} S$ para fevereiro (Laskar et al., 2004).



Comparação entre os registros de $d^{18}O$ de espeleotemas das cavernas de Hulu e Sanbao na China (Wang et al. 2001, 2008) (a), Botuverá no Estado de Santa Catarina, Brasil (Cruz et al., 2005) (b) e Rainha, Furna Nova e Abissal no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil (Cruz et al., 2009) (c). Valores de insolação calculados para distintas latitudes e meses do ano podem também ser observados (Laskar et al., 2004).

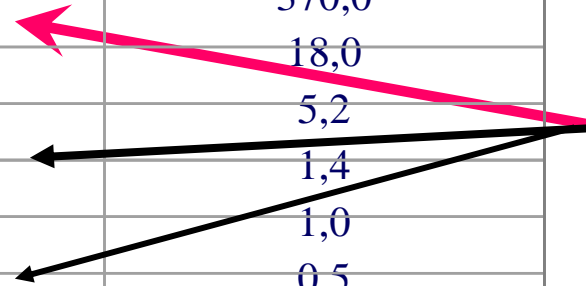


COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA: efeito estufa



<i>Gás</i>	<i>Porcentagem</i>	<i>Partes por Milhão</i>
Nitrogênio	78,08	780.000,0
Oxigênio	20,95	209.460,0
Argônio	0,93	9.340,0
Dióxido de carbono	0,037	370,0
Neônio	0,0018	18,0
Hélio	0,00052	5,2
Metano	0,00014	1,4
Kriptônio	0,00010	1,0
Óxido nitroso	0,00005	0,5
Hidrogênio	0,00005	0,5
Ozônio	0,000007	0,07
Xenônio	0,000009	0,09

Gases “efeito estufa”

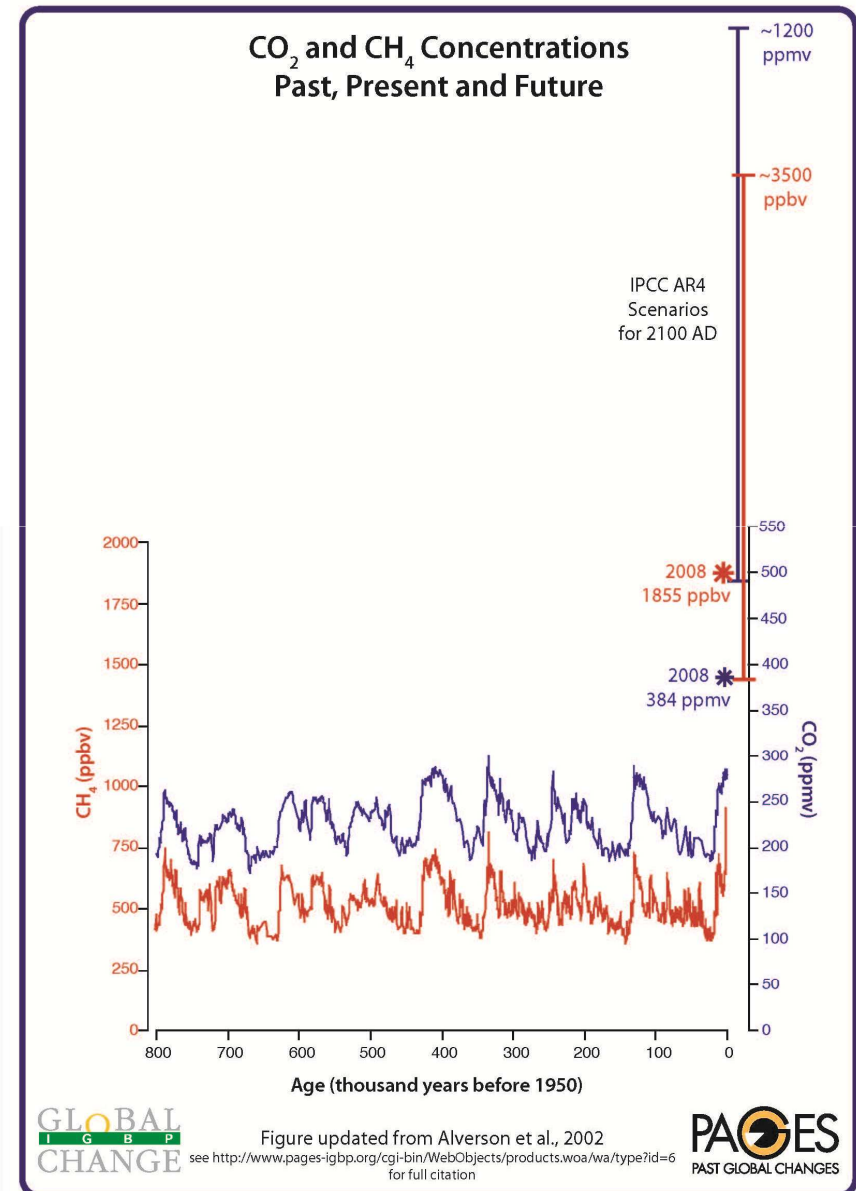
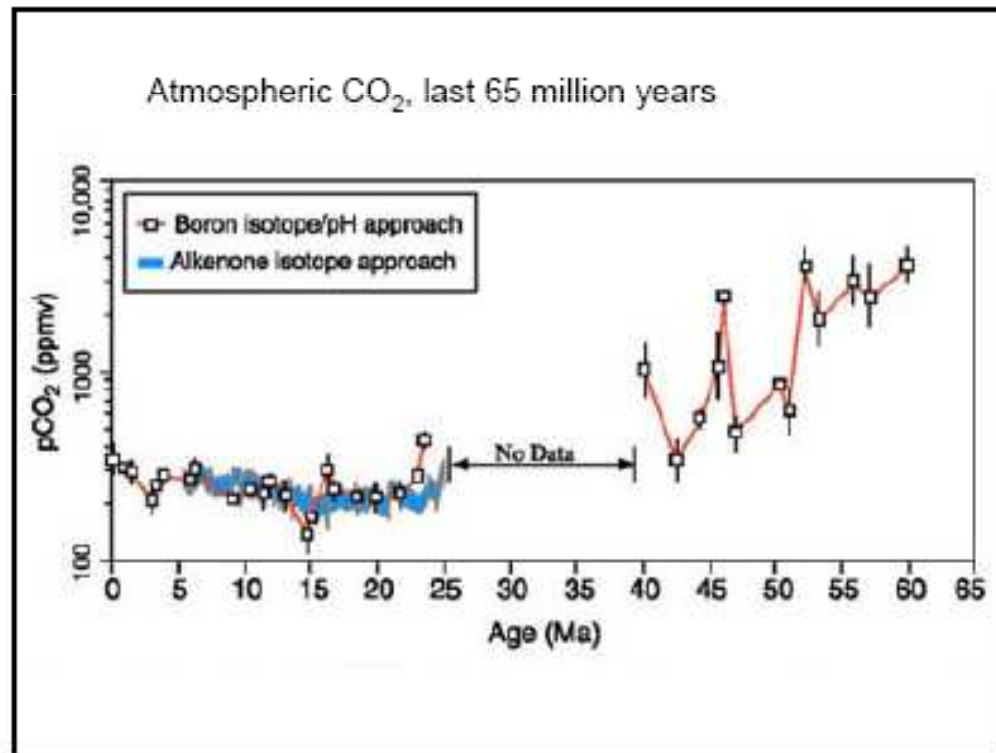


Para quê tentar entender o que aconteceu no Terciário?

Concentração de gases do efeito estufa desde a Revolução Industrial:

CO₂ (dióxido de carbono) aumentou 30%

CH₄ (metano) aumentou 100%



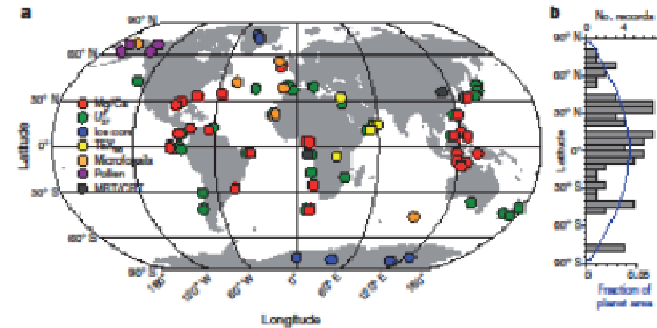
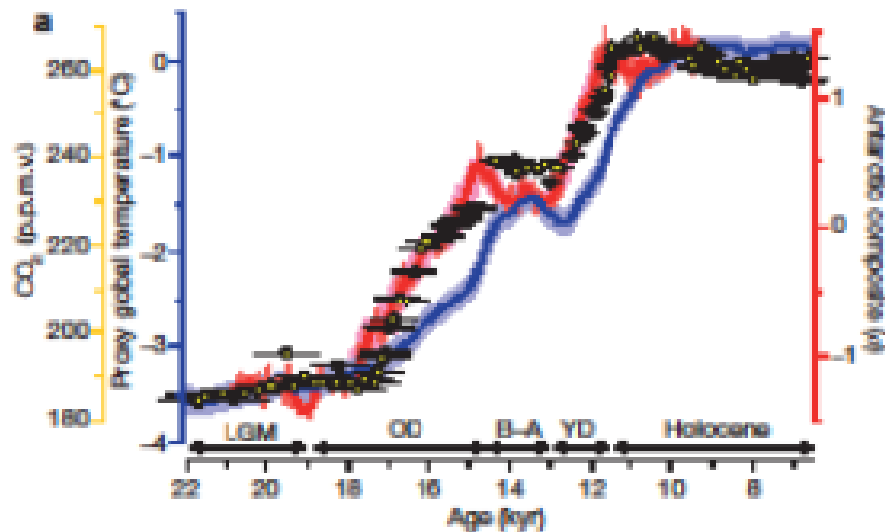


Figure 1 | Proxy temperature records. a, Location map. CBT, cyclization ratio of branched tetraethers; MBT, methylation index of branched tetraethers; TEX₈₆, tetraether index of tetraethers consisting of 86 carbon atoms; U_{15s}, alkenone unsaturation index. b, Distribution of the records by latitude (grey histogram) and areal fraction of the planet in 5° steps (blue line).

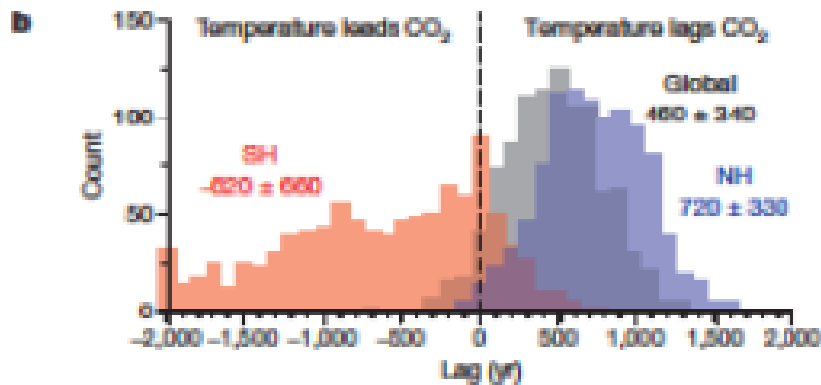


Figure 2 | CO₂ concentration and temperature. a, The global proxy temperature stack (blue) as deviations from the early Holocene (11.5–6.5 kyr ago) mean, an Antarctic ice-core composite temperature record²⁰ (red), and atmospheric CO₂ concentration (ref 12, 13; yellow dots). The Holocene, Younger Dryas (YD), Bølling–Allerød (B–A), Oldest Dryas (OD) and Last Glacial Maximum (LGM) intervals are indicated. Error bars, 1σ (Methods); pp.m.v., parts per million by volume. b, The phasing of CO₂ concentration and temperature for the global (grey), Northern Hemisphere (NH; blue) and Southern Hemisphere (SH; red) proxy stacks based on lag correlations from 20–10 kyr ago in 1,000 Monte Carlo simulations (Methods). The mean and 1σ of the histograms are given. CO₂ concentration leads the global temperature stack in 90% of the simulations and lags it in 6%.

ARTICLE

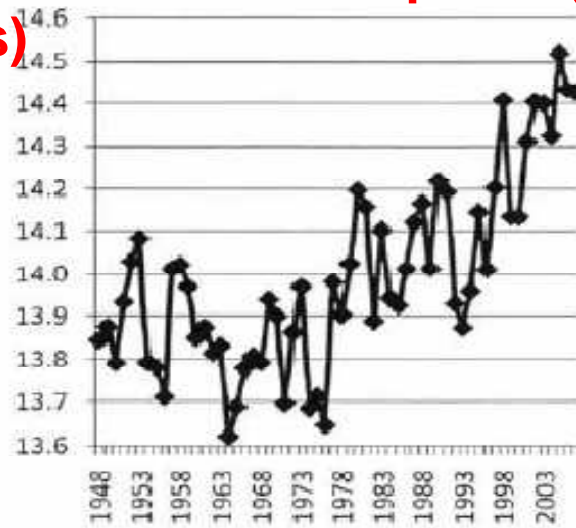
doi:10.1038/nature10915

Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation

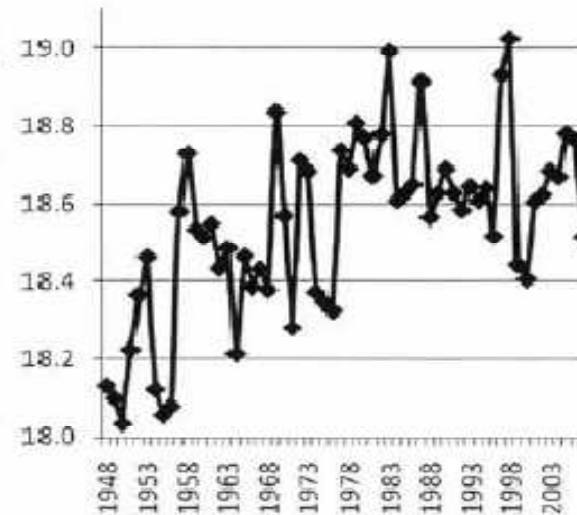
Jeremy D. Shakun^{1,2}, Peter U. Clark³, Feng He⁴, Shaun A. Marcott³, Alan C. Mix³, Zhengyu Liu^{4,5,6}, Bette Otto-Bliesner⁷, Andreas Schmittner³ & Edouard Bard⁸

Shakun et al 2012 - Nature

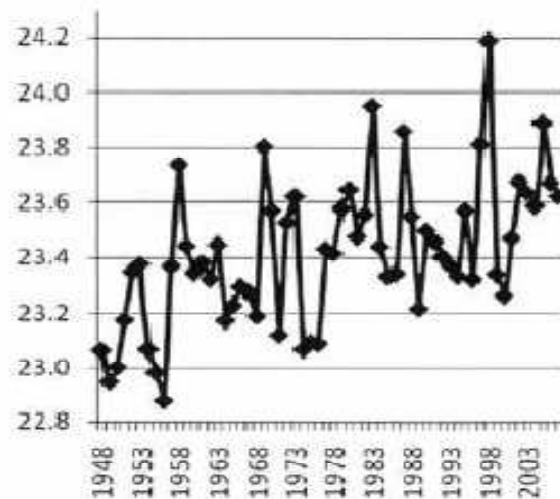
Evolução da temperatura média anual 2m acima da superfície no período 1948-2007, em todo o globo e toda a América do Sul (painéis superiores) e na América do Sul tropical (TSA: 20° S-10° N; 80° -35° W) e na América do Sul subtropical (SSA: 60° -20° S; 75° -50° W) (painéis inferiores)



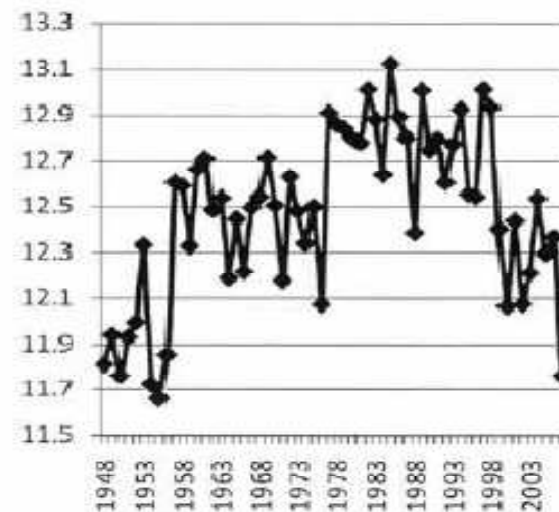
Global



Whole SA



TSA

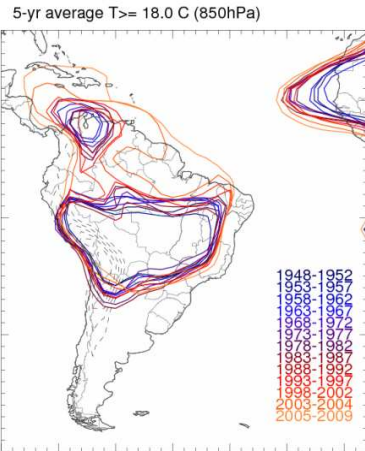


SSA

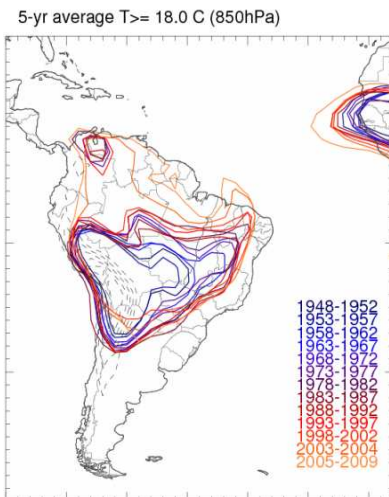
(Fonte: Collins et al., 2009)

Evolução temporal da área com temperaturas $\geq 18^{\circ}\text{C}$ em 850hPa sobre a América do Sul (1948-2009). Tendências lineares estão indicadas na figura

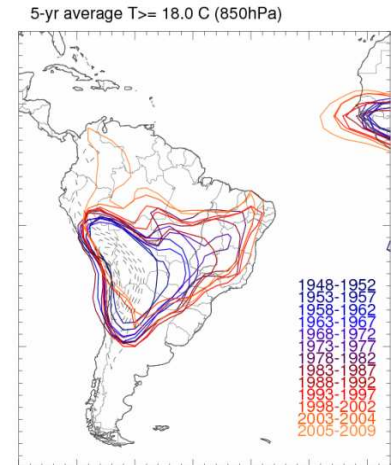
Outubro



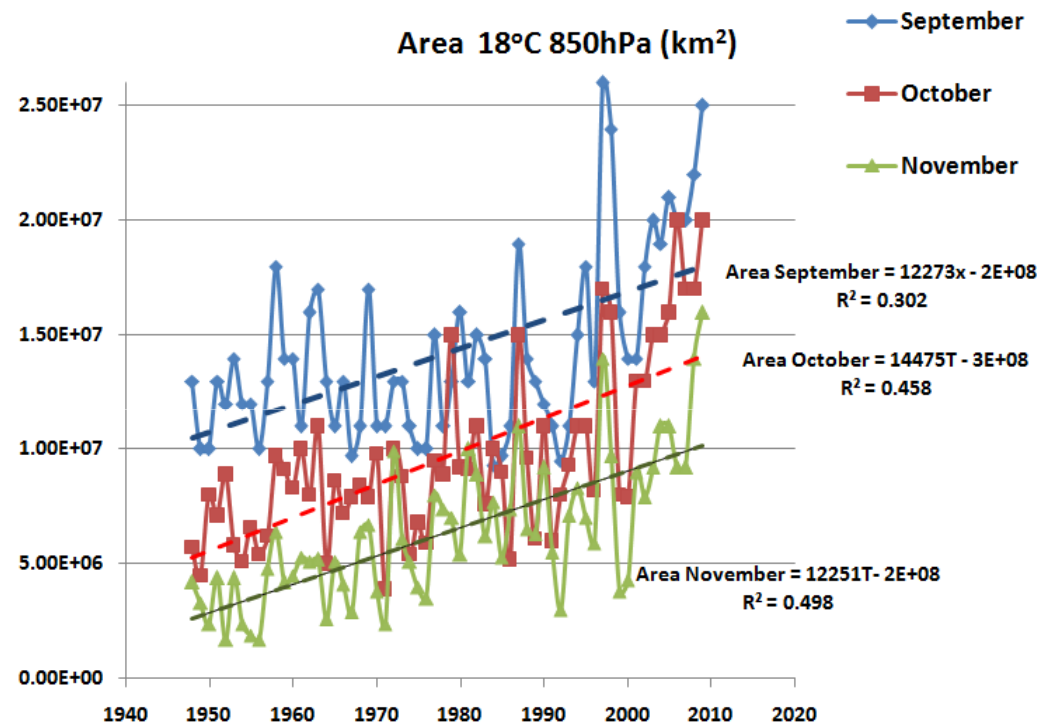
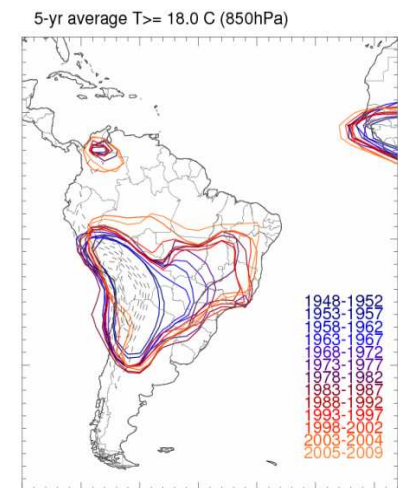
Novembro



Dezembro

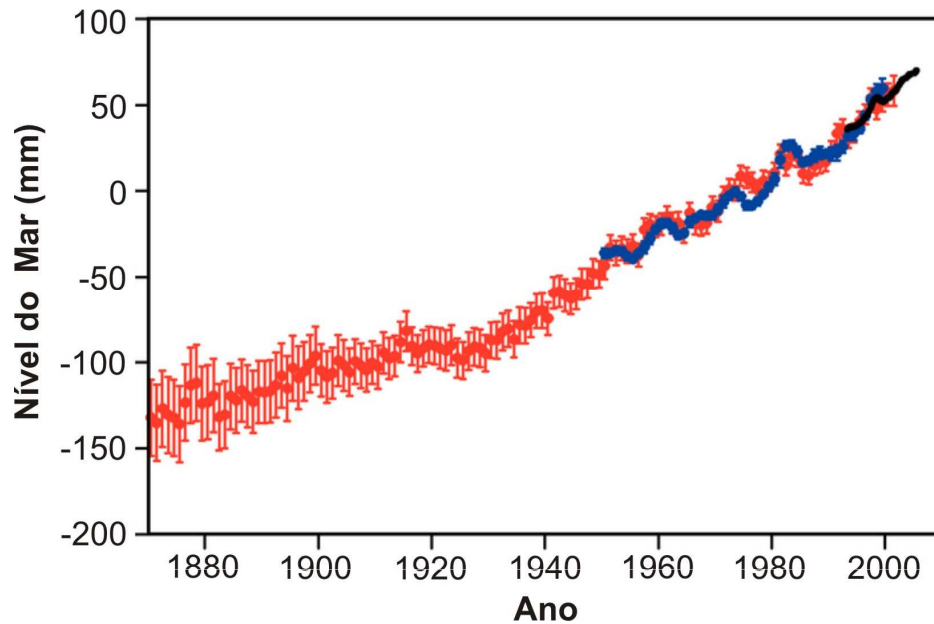


Janeiro

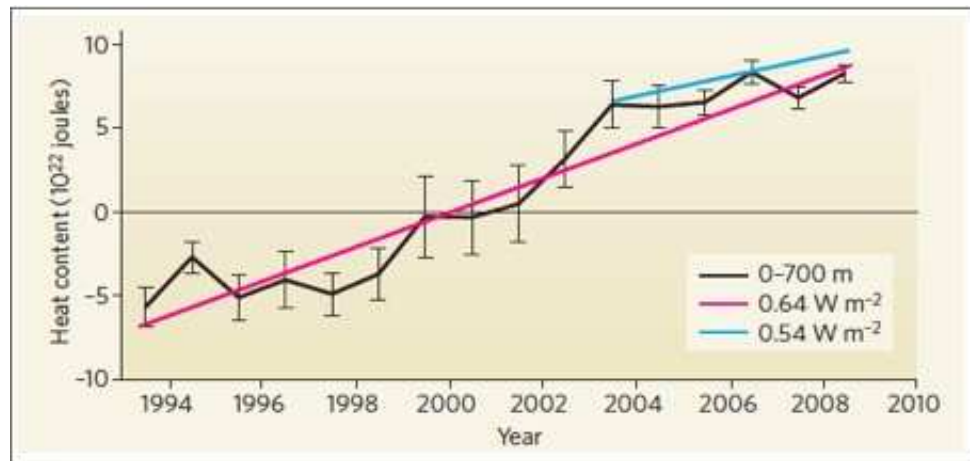
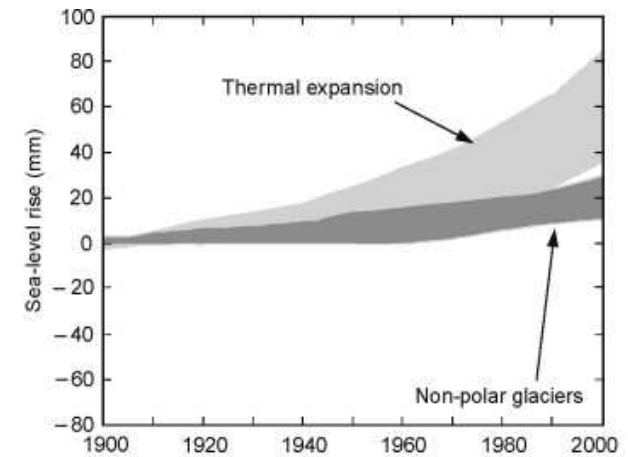


(Carvalho et al. 2011)

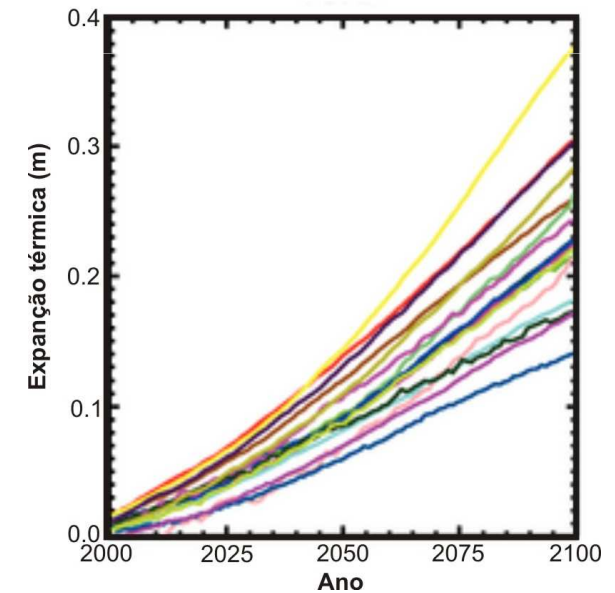
Varição anual do nível médio do mar global (mm) onde foram considerados dados paleoclimáticos, medidores de maré e altímetros instalados em satélites. As barras de erro indicam 90% de confiança. [Adaptado de IPCC 2007]



Expansão térmica e outros – quem mais contribui para o aumento do nível do mar (Church e Gregory 2001)

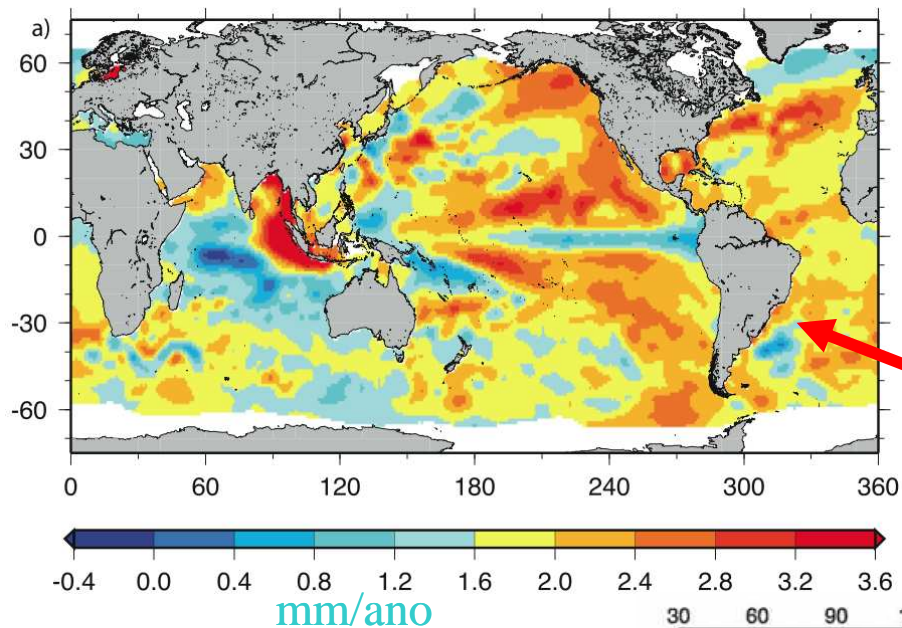


Varição do conteúdo de calor na camada de 0 a 700 m do oceano global (linha preta). A tendência positiva da ordem de $0,64 \text{ W m}^{-2}$ é um forte indicador do aquecimento da camada superior do oceano. A linha azul representa a variação do conteúdo de calor para 0-2000m, baseada em 6 anos de dados Argo. A taxa de aumento de $0,5 \text{ m}^{-2}$ sugere que uma parte do aquecimento está acontecendo em profundidades superiores a 700m (Tremberth, 2010)



Projeção do aumento do nível médio do mar (m) devido à expansão térmica em relação ao período climatológico de 1980 a 1999 considerando vários modelos numéricos para o cenário de emissão A1B do IPCC 2007. [Adaptado de IPCC 2007]

Tendência do nível médio do mar entre 1955 e 2003



Merrifield et al (2009 – JC)

Fonte: IPCC 2007

Tendência do nível médio do mar entre 1993 e 2007

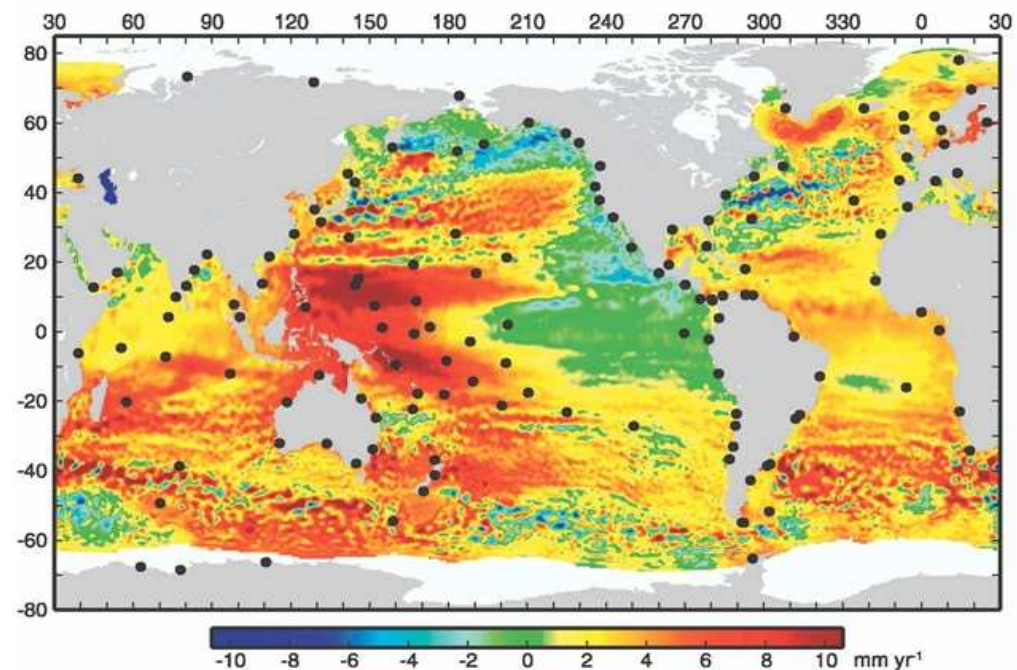
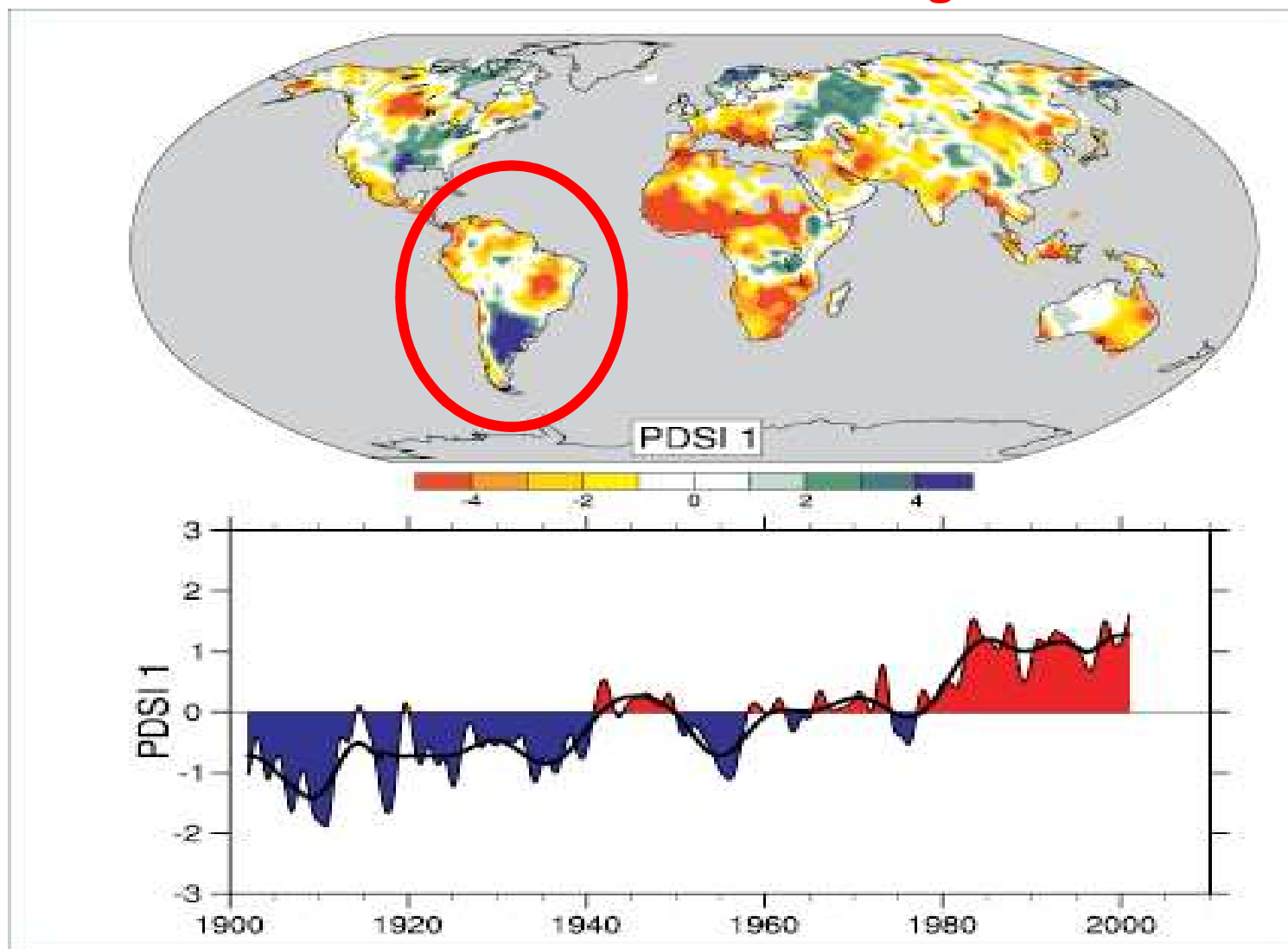
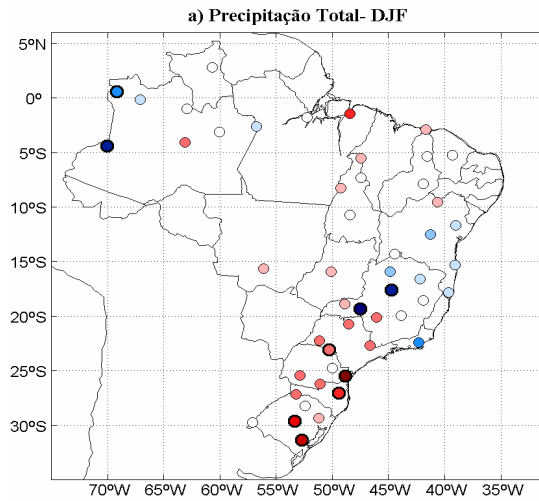


FIG. 1. The location of tide gauges used in this study plotted vs sea level trends (1993–2007) from AVISO multimission gridded sea level anomalies.

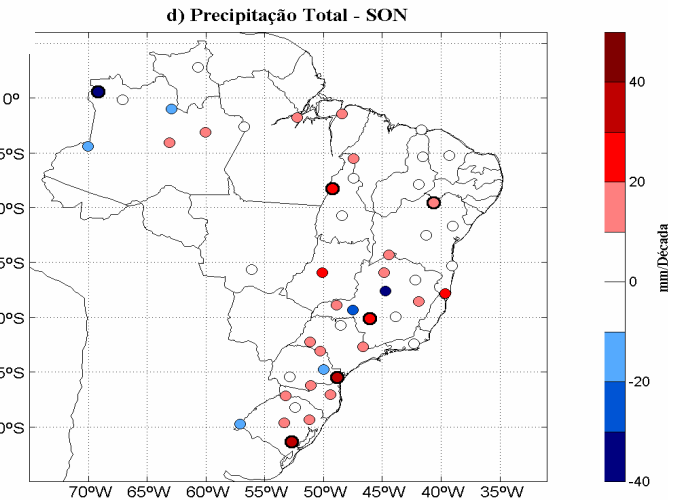
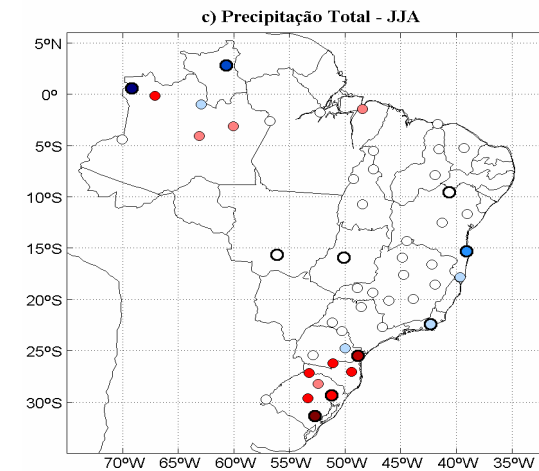
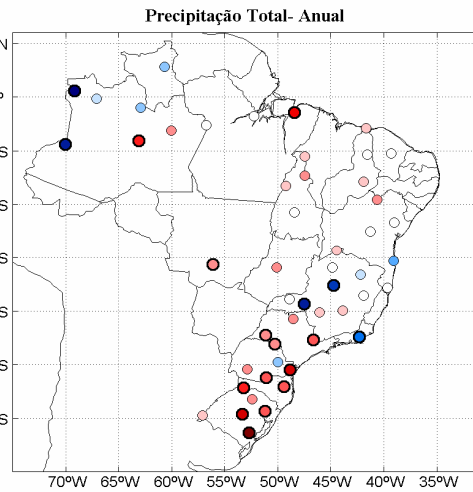
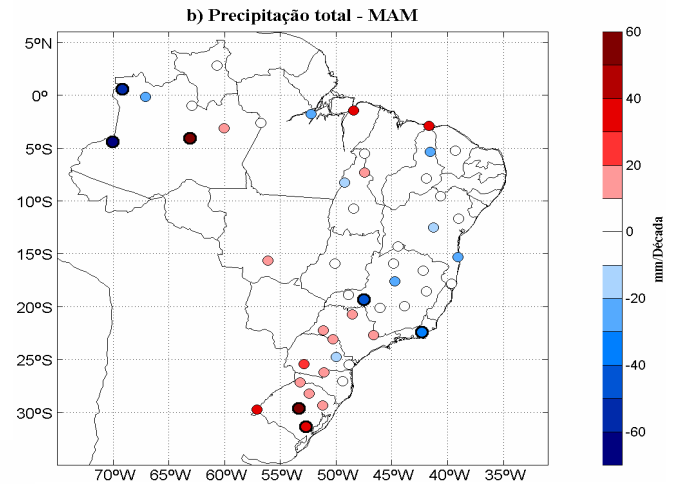
Variação global e anual do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PSDI) para o período de 1900 a 2002. Valores negativos indicam padrões secos e valores positivos padrões úmidos. As cores estão invertidas entre as duas figuras.



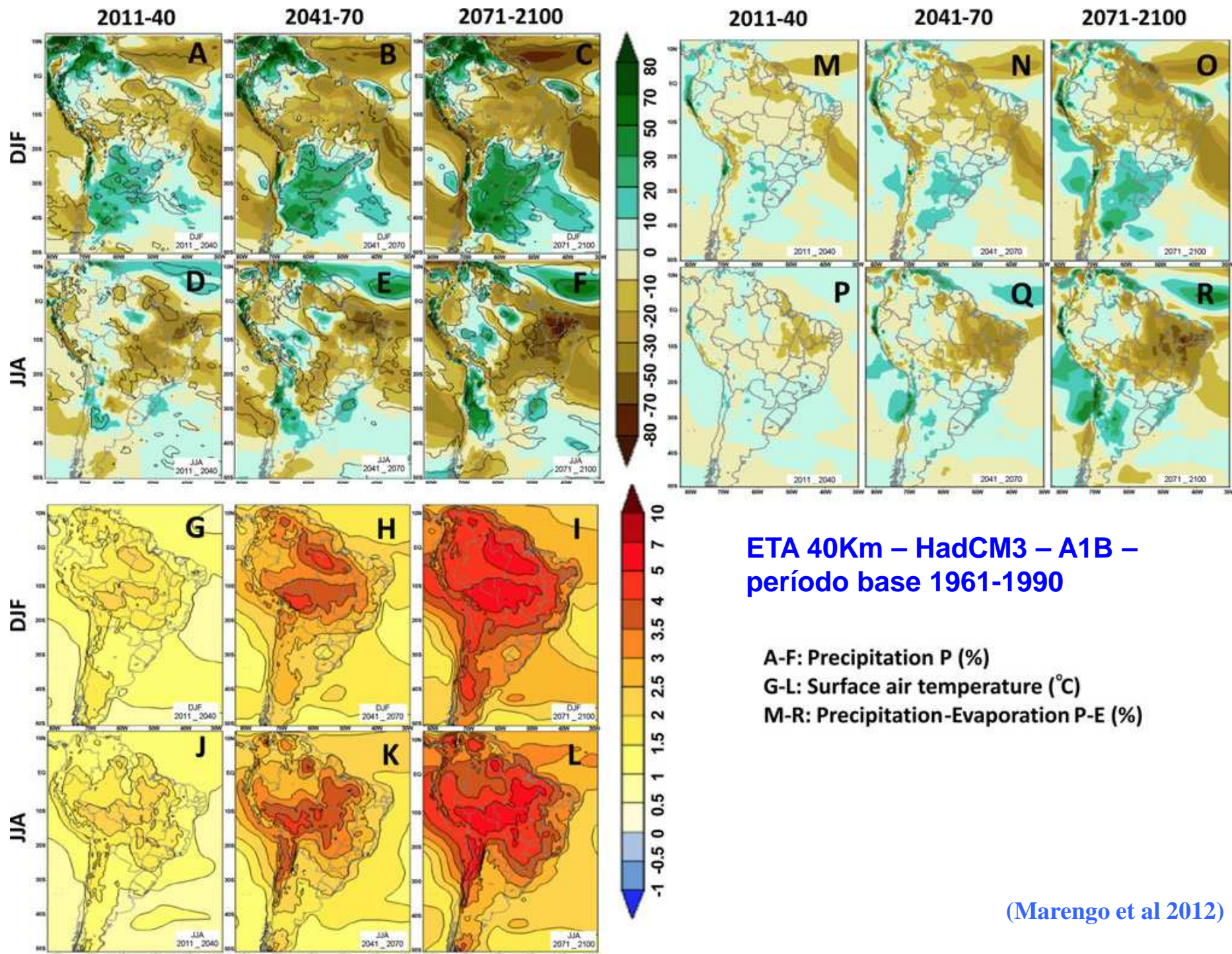
. [Adaptado de IPCC 2007 e Dai et al. 2004]

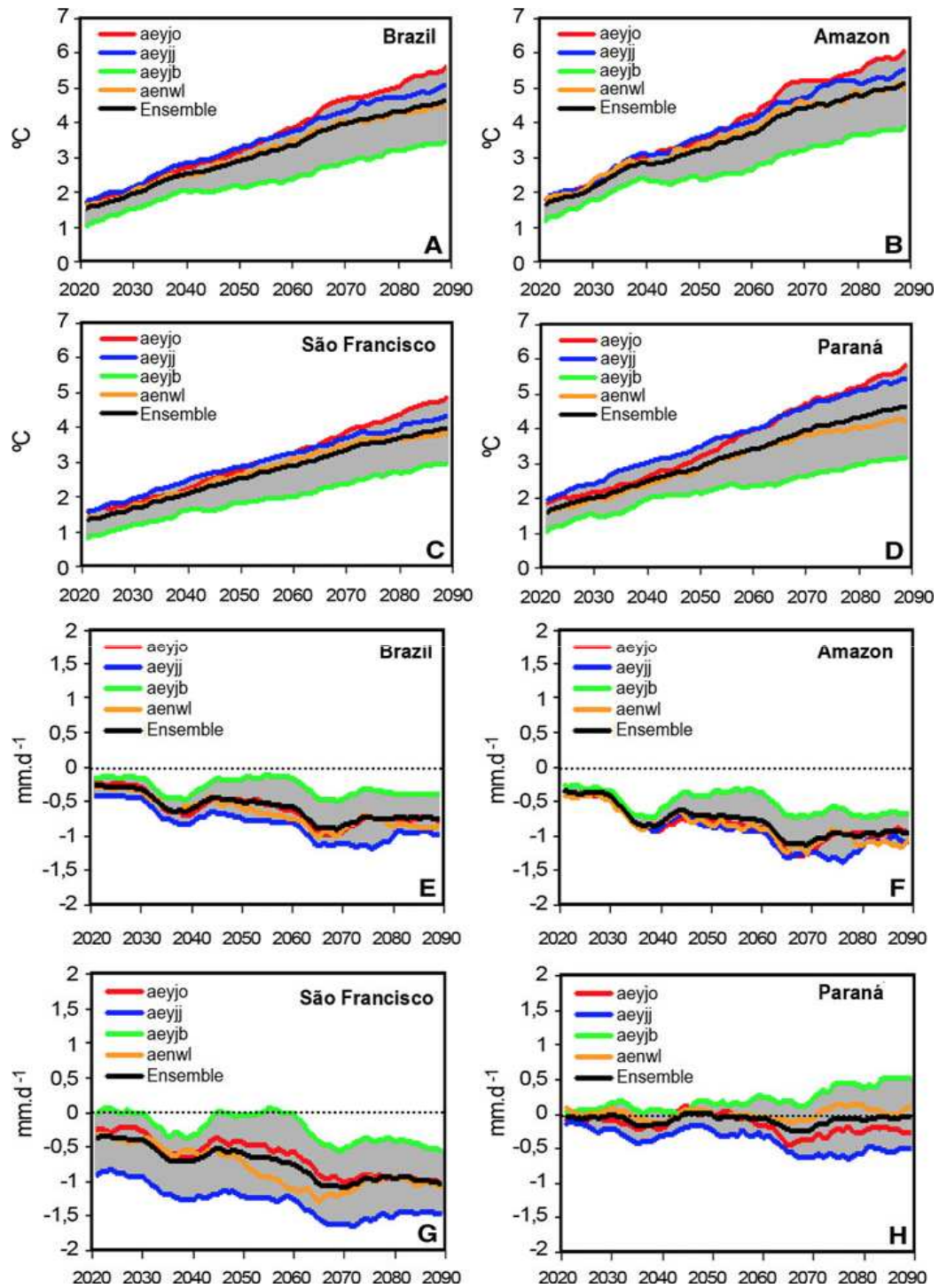


Tendência da precipitação total anual e sazonal no período 1951-2000 (mm/ década)

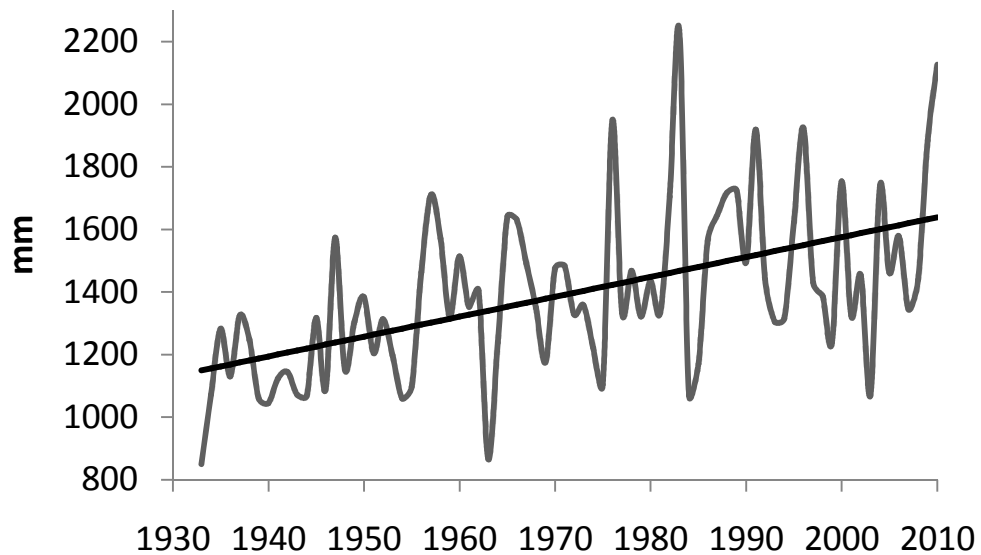
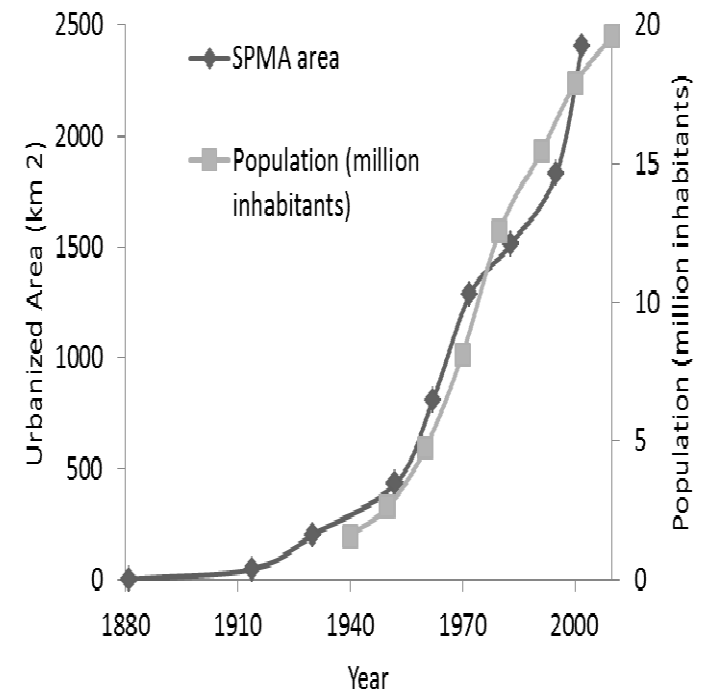
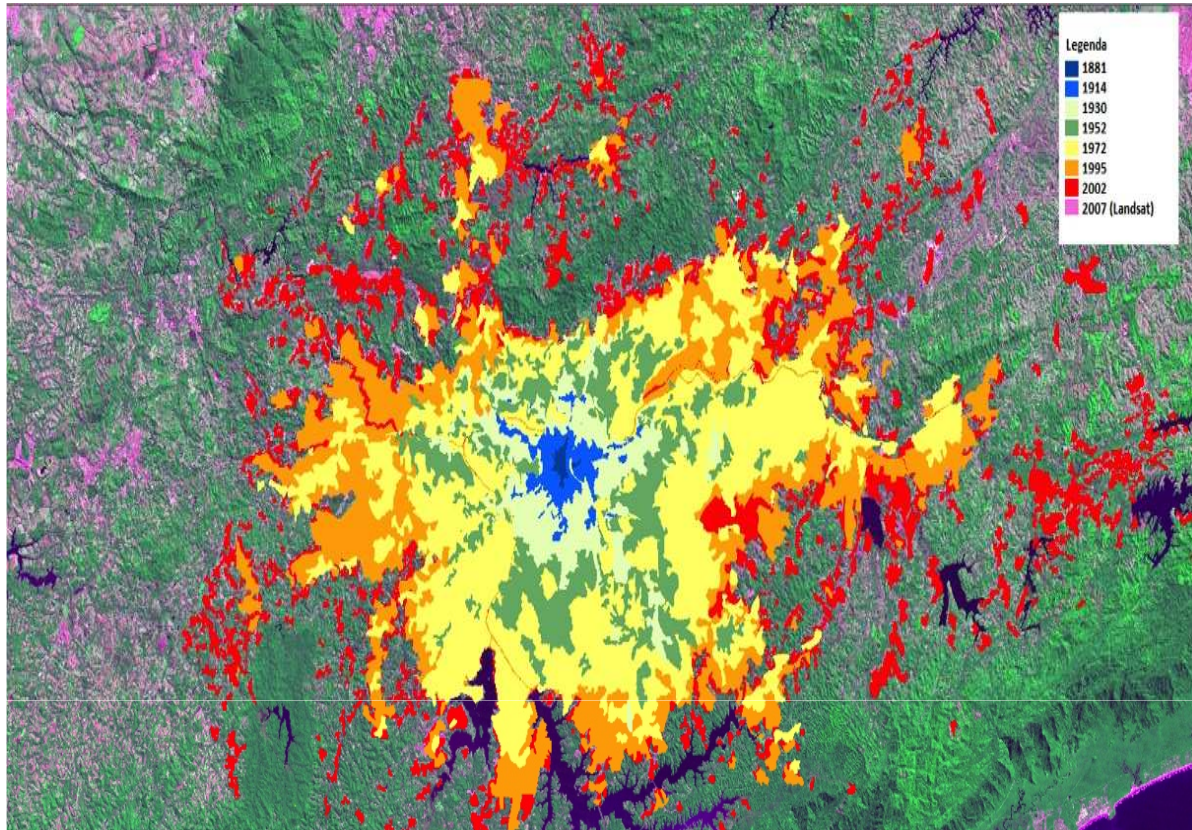


(Obregon e Marengo, 2007)





(Marengo et al 2012)



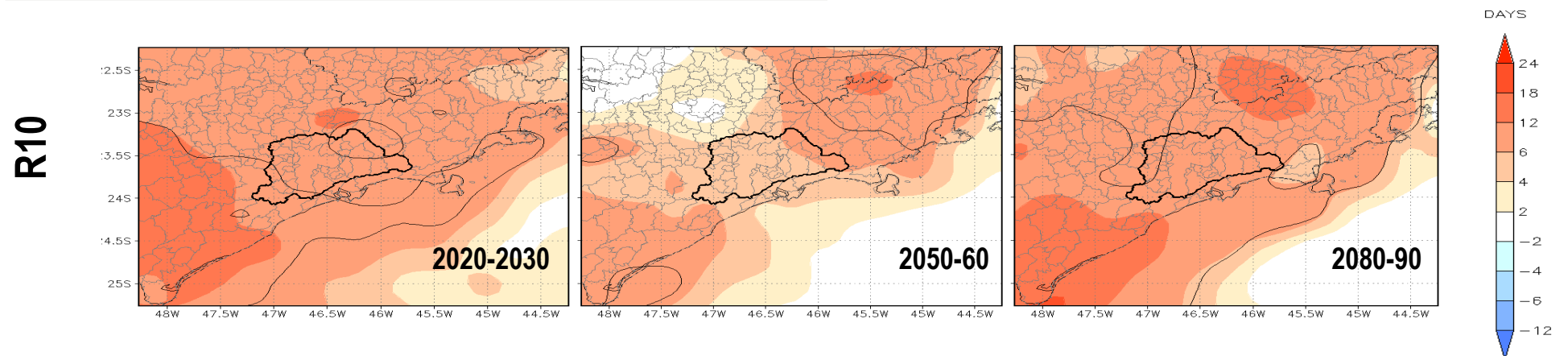
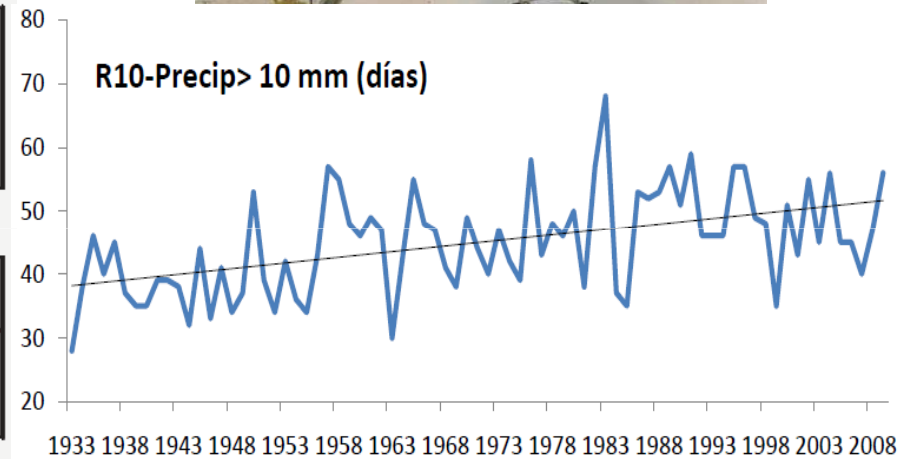
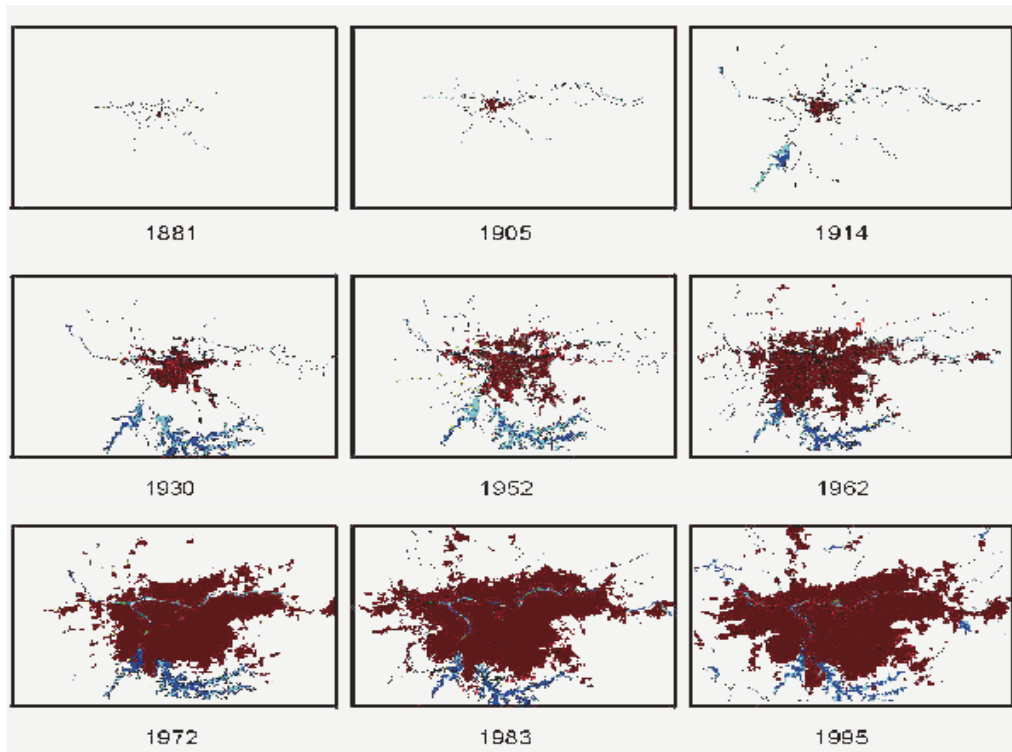
Clima de São Paulo mudou:

- Aquecimento (aproximadamente 3°C)
- Aumento da precipitação média mensal
- Aumento na frequência e intensidade dos extremos de precipitação!

Silva

**Dias, M.A.F., Dias, J.,Carvalho,L., Freitas,
E. & Silva Dias, P.L. 2011**

Projeções de mudanças em chuvas extremas (R10) e impactos na RMSP-Megacidades (Nobre et al 2010-2011)



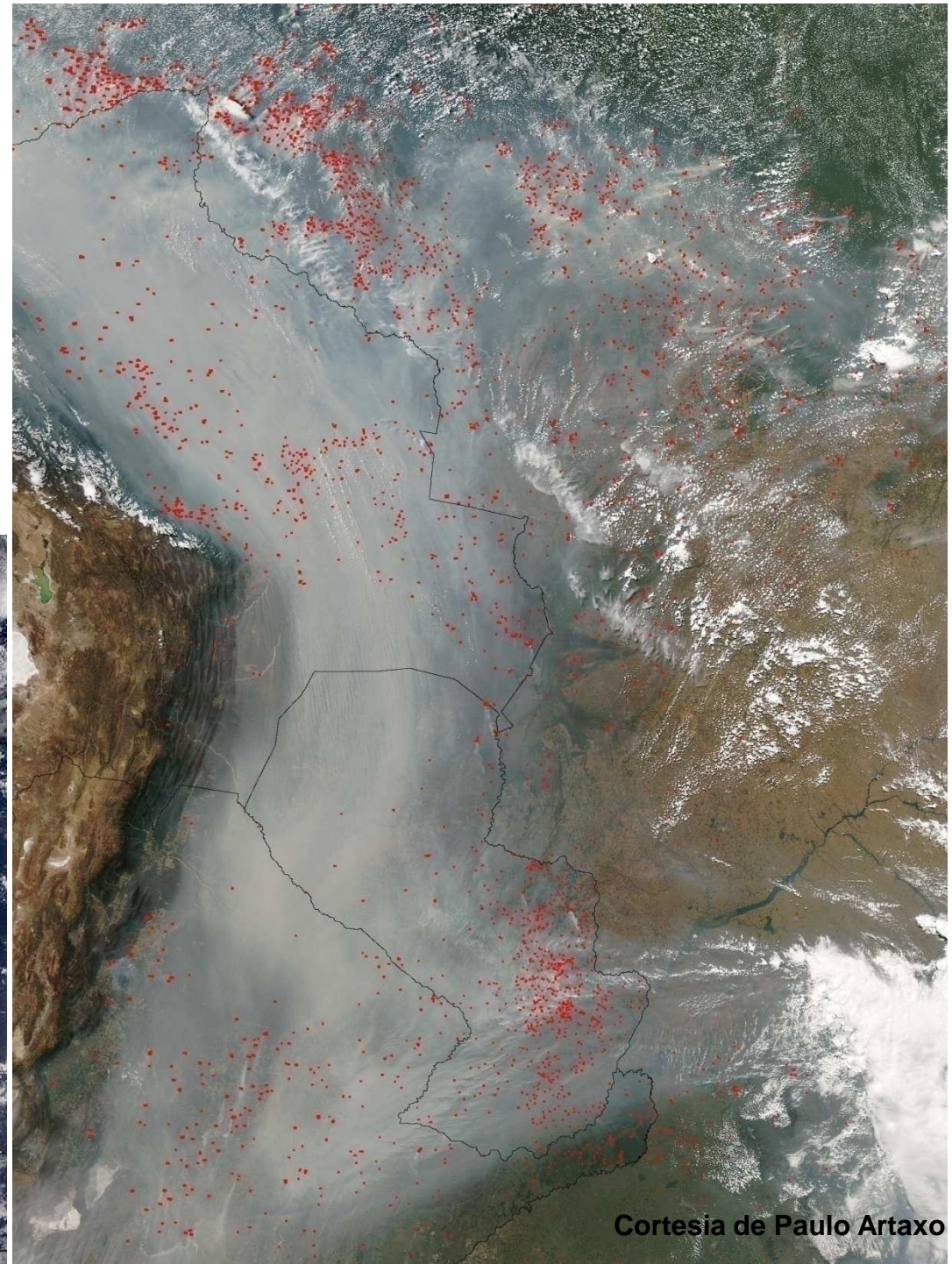
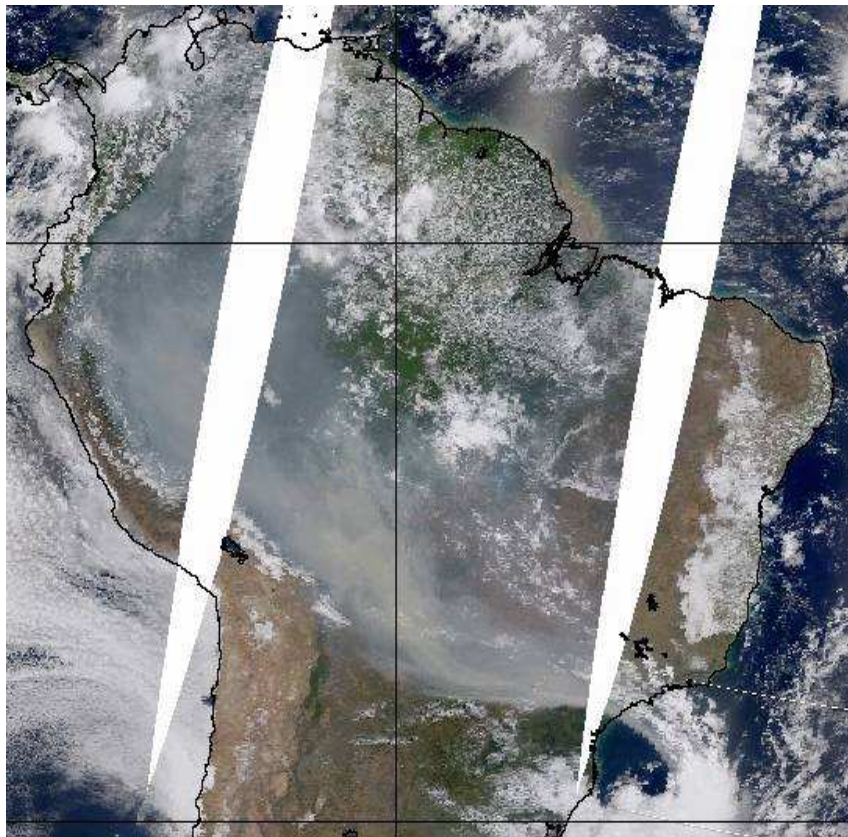
Sumário das projeções climáticas derivadas do modelo Eta-CPTEC 40 Km para a Região Metropolitana de São Paulo

RMSP E AS VULNERABILIDADES ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

	Presente observ.	Presente Simulado	2030-40	Conf.	2050-60	Conf.	2080-90	Conf.
TEMP	↗	↗	↗	Alta	↗	Alta	↗	Alta
NOITES QUENTES	↗	↗	↗	Alta	↗	Alta	↗	Alta
NOITES FRIAS	↘	↘	↘	Alta	↘	Alta	↘	Alta
DIAS QUENTES	↗	↗	↘	Alta	↗	Alta	↗	Alta
DIAS FRIOS	↘	↘	↗	Média	↘	Alta	↘	Alta
ONDAS DE CALOR	Não observado	↗	↗	Média	↗	Média	↗	Alta
CHUVA TOTAL	↗	↗	↗	Alta	↗	Alta	↗	Alta
PRECIP. INTENSA	↗	↗	↗	Média	↗	Média	↗	Alta
PRECIP. > 95th	↗	↗	↗	Média	↗	Média	↗	Alta
DIAS PRECIP. > 10 MM	↗	↗	↗	Média	↗	Média	↗	Alta
DIAS PRECIP. > 20 MM	↗	↗	↗	Média	↗	Média	↗	Média
DIAS SECOS CONSECUTIVOS	↘	↗	↘	Média	↗	Média	↗	Alta

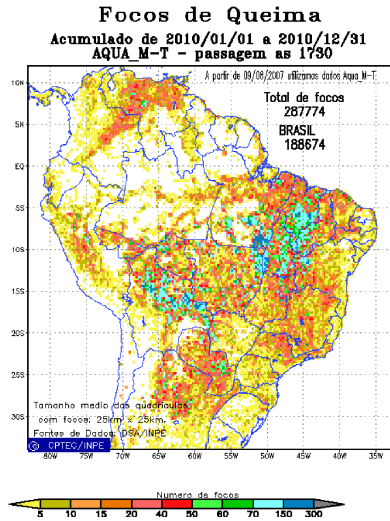
[Adaptado de Nobre et al. 2010]

Distribuição de grande escala de aerossóis provenientes da queima de biomassa na América do Sul

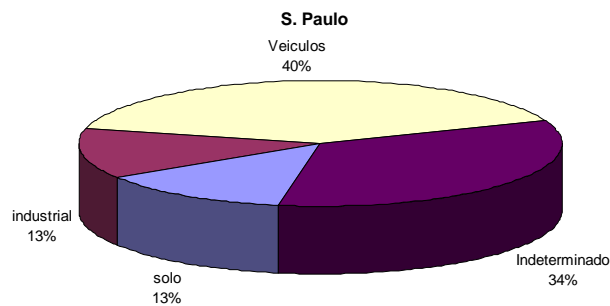
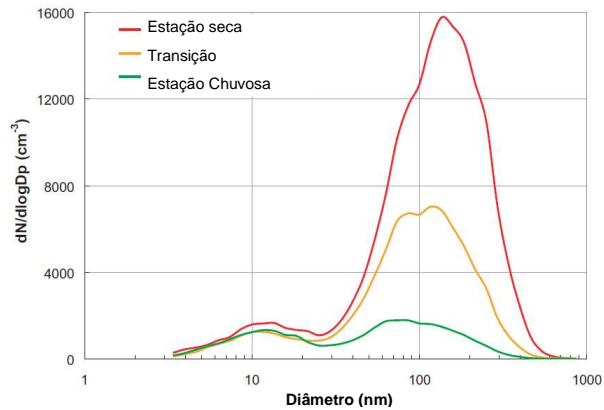


Número de focos de queimada no ano de 2010

(fonte: CPTEC)

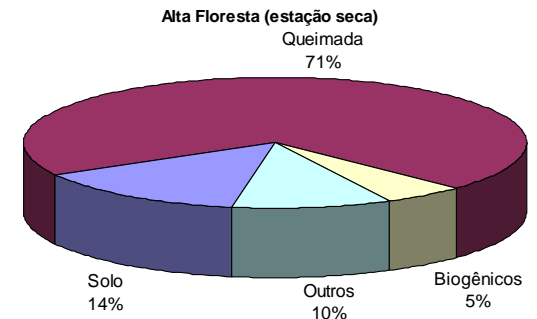
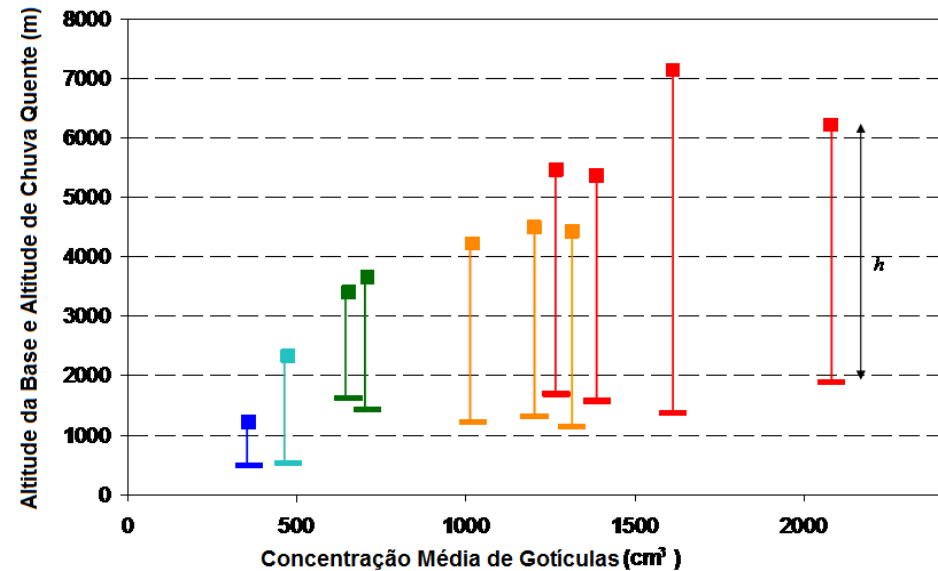


Distribuição de tamanho de partículas em diferentes condições, verificadas durante o experimento LBA-SMOCC - (Smoke Aerosols, Clouds, Rainfall and Climate)



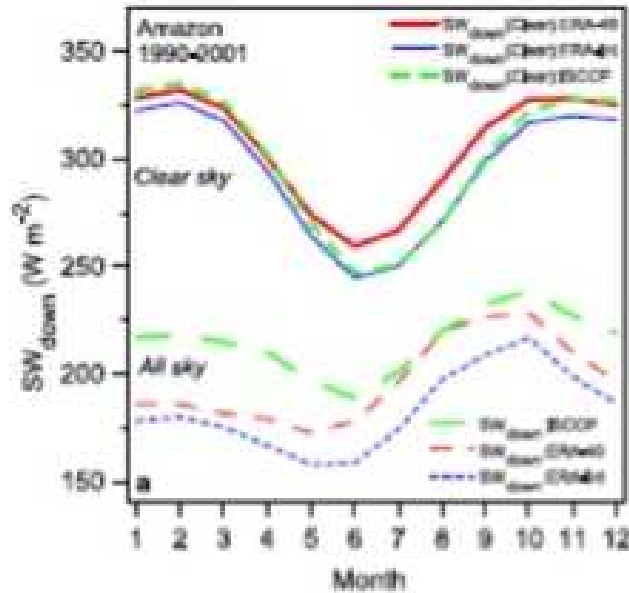
Contribuição percentual de cada fonte de particulado fino para o total da massa de aerossóis em São Paulo (Andrade et al., 2010) e em Alta Floresta (MT) (Maenhaut et al., 2002), região impactada por queimada

Altitude de chuva quente e altitude da base da nuvem (em m) como função da concentração média de gotículas (em cm^{-3}). Os vários regimes de microfísica de nuvens aparecem representados por cores diferentes: marítimo (azul), costeiro (ciano), "oceano verde" (verde), poluído (vermelho) e transição (laranja). A profundidade de chuva quente (h) é indicada pela distância vertical entre a base da nuvem e o nível de formação da chuva quente (Costa e Pauliquevis, 2009)

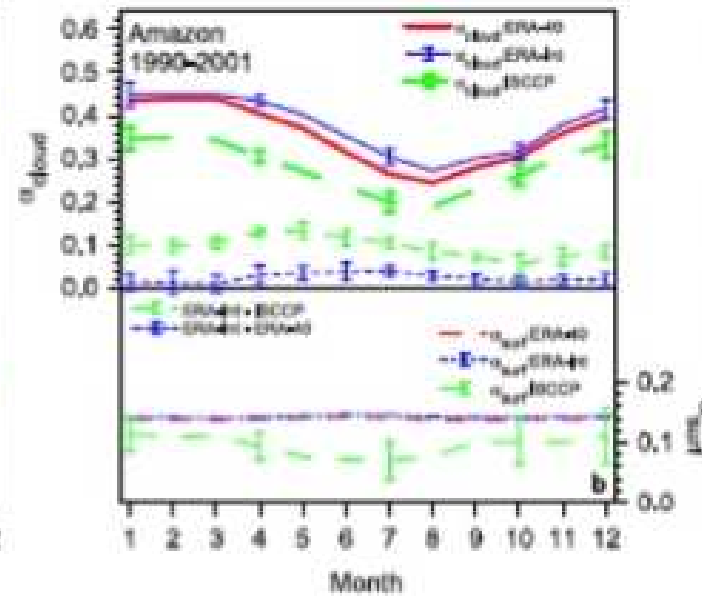


Ciclo médio anual de a) irradiância solar descendente em superfície para situações de céu claro e na presença de nuvens; b) albedo efetivo de nuvens; c) saldo de radiação líquida para céu claro e na presença de nuvens; d) fração de cobertura de nuvens

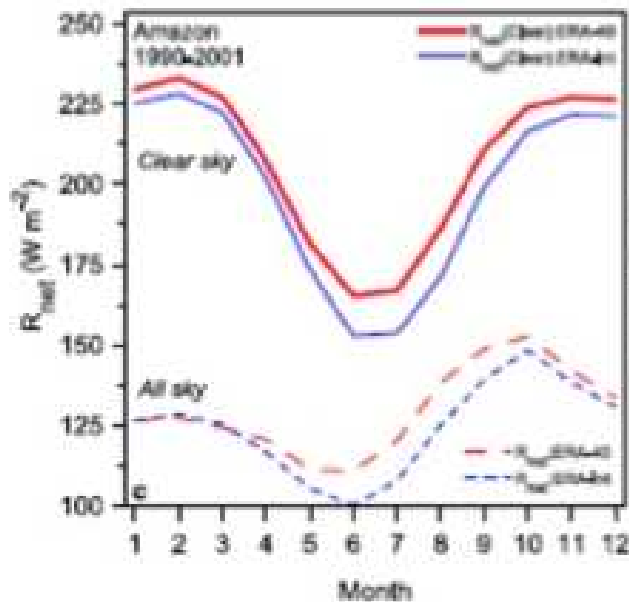
RADIACAO DE ONDA CURTA (Wm²)



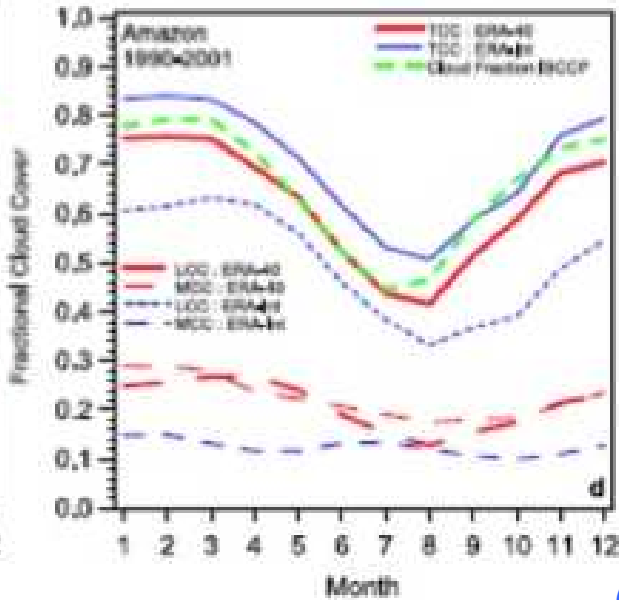
ALBEDO



RADIACAO LIQUIDA (Wm²)



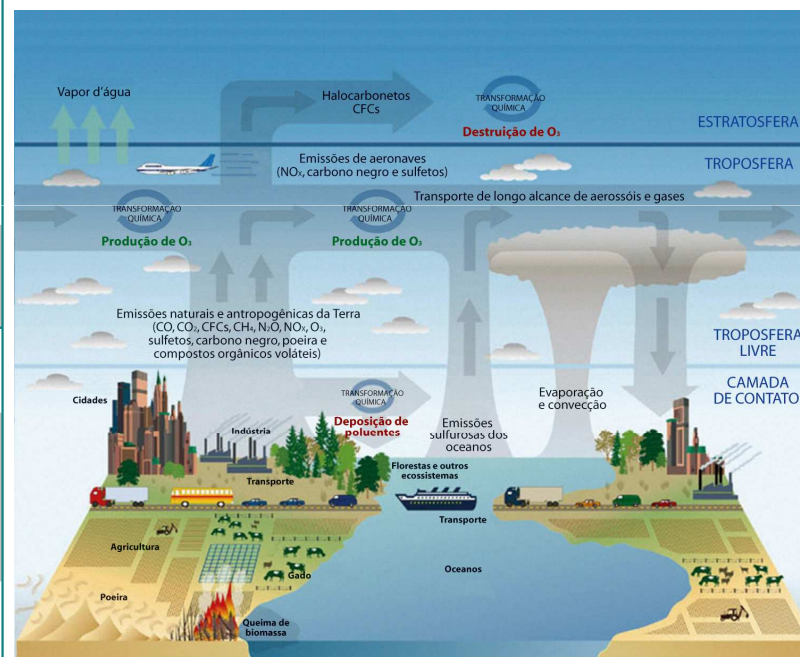
FRAÇÃO DE COBERTURA DE NUVENS



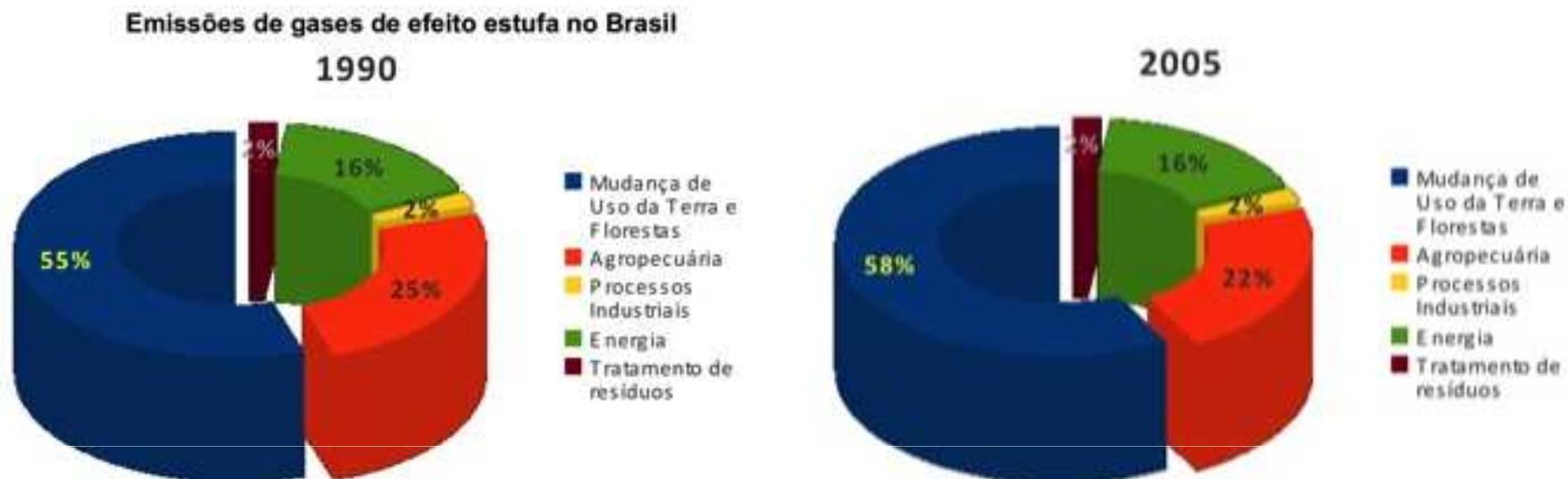
. (Betts et al. 2009)

GEE	Fontes de Emissão
CO ₂	➤ Mudança no uso do solo e desflorestamento
	➤ Queima de combustíveis fósseis (uso de combustíveis fósseis principalmente pelos setores energético, industrial e de transportes)
	➤ Emissões fugitivas (mineração de carvão, extração e transporte de petróleo e gás natural)
	➤ Processos industriais (produção de cimento, cal, amônia, alumínio)
CH ₄	➤ Mudança no uso do solo e desflorestamento
	➤ Queima de combustíveis fósseis (uso de combustíveis fósseis principalmente pelos setores energético, industrial e de transportes)
	➤ Agropecuária (fermentação entérica, manejo de dejetos de animais, cultura de arroz, queima de resíduos agrícolas)
	➤ Tratamento de resíduos (lixo e esgoto industrial e doméstico)
	➤ Emissões fugitivas (mineração de carvão, extração e transporte de petróleo e gás natural)
N ₂ O	➤ Processos industriais (indústria química)
	➤ Queima de combustíveis fósseis (uso de combustíveis fósseis principalmente no setor industrial)
	➤ Agropecuária (principalmente associado ao manejo de dejetos de animais, solos agrícolas, queima de resíduos agrícolas)
	➤ Tratamento de resíduos (esgoto doméstico)
	➤ Processos industriais (indústria química - produção de ácido nítrico e adípico)
HFC, PFC, SF ₆	➤ Estes gases não existiam originalmente na natureza, sendo produzidos em processos industriais, principalmente no consumo em equipamentos de refrigeração e elétricos, e na produção de alumínio.
	➤ Processos industriais (indústria química - produção de ácido nítrico e adípico)
GEE Indireto^a	
CO	➤ Queima de combustíveis fósseis (uso de combustíveis fósseis principalmente pelos setores energético, industrial, de transporte e residencial)
	➤ Processos industriais (indústria química, indústria de alumínio e papel e celulose)
	➤ Agropecuária (cana-de-açúcar e algodão)
	➤ Mudança no uso do solo e desflorestamento
NO _x	➤ Queima de combustíveis fósseis (uso energético de combustíveis fósseis principalmente nos setores energético, industrial, de transporte e residencial)
	➤ Processos industriais
	➤ Agropecuária (queima de resíduos de cana-de-açúcar e algodão)
NMVOC ^b	➤ Mudança no uso do solo e desflorestamento
	➤ Queima de combustíveis fósseis (uso energético de combustíveis fósseis principalmente nos setores energético, industrial, de transporte e residencial)
	➤ Processos industriais (indústria química, de alumínio, papel e celulose, e de alimentos e bebidas)
	➤ Uso de solventes

Gases responsáveis pelo efeito estufa no Brasil e suas respectivas fontes de emissão



Resultados preliminares do Ministério da Ciência e Tecnologia das emissões de gases de efeito estufa no Brasil, por setor econômico. (Fonte: adaptação de MCT, 2009)



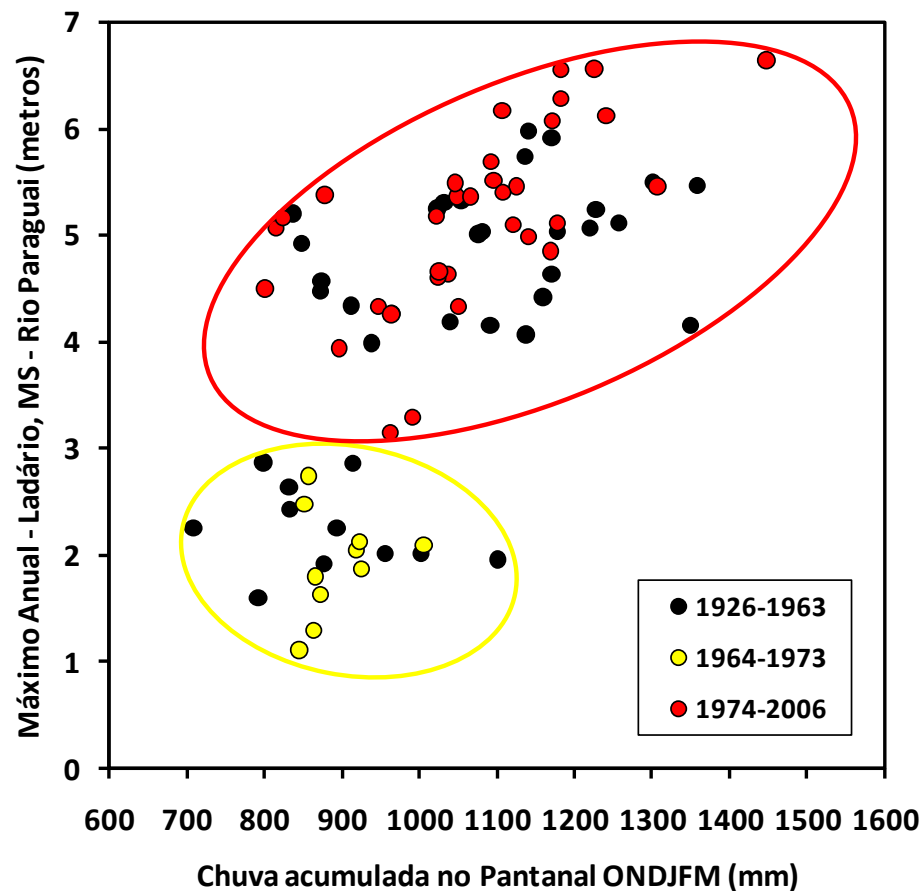
Queima combustível fóssil	Mudança do uso da terra e agropecuária % das emissões totais		Queima combustível fóssil
	GEE		
	Global		Brasil
78	22	CO ₂	75
	55	CH ₄	91
	80	N ₂ O	94

Agradecimento a Carlos Cerri (ESALQ 2009)

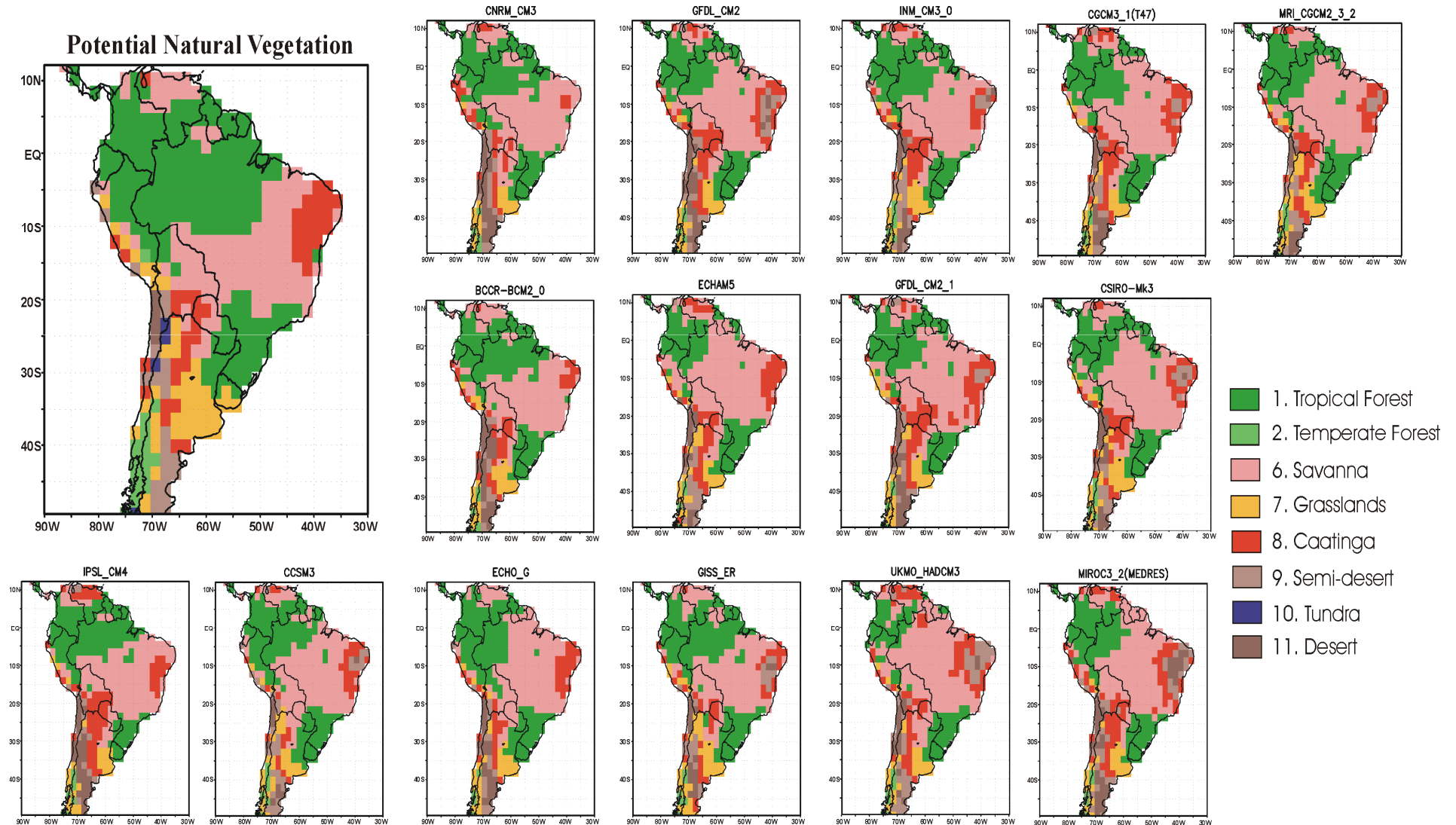
Informações fisiográficas e climáticas sobre os principais biomas brasileiros

Bioma	Área	Vegetação ¹	Solos ¹	Clima ²
Amazônia	4.20	Florestal	Tropicais inférteis	Equatorial
Mata Atlântica	1.11	Florestal	Tropicais inférteis	Tropical úmido
Pantanal	0.15	Arbustiva-herbácea	Tropicais inférteis	Tropical semi-úmido
Cerrado	2.04	Arbustiva-herbácea	Tropicais inférteis	Tropical semi-úmido
Caatinga	0.84	Arbustiva-herbácea	Tropicais férteis e inférteis	Tropical semi-árido
Pampa	0.18	Arbustiva-herbácea	Sub-tropicais férteis	Sub-tropical

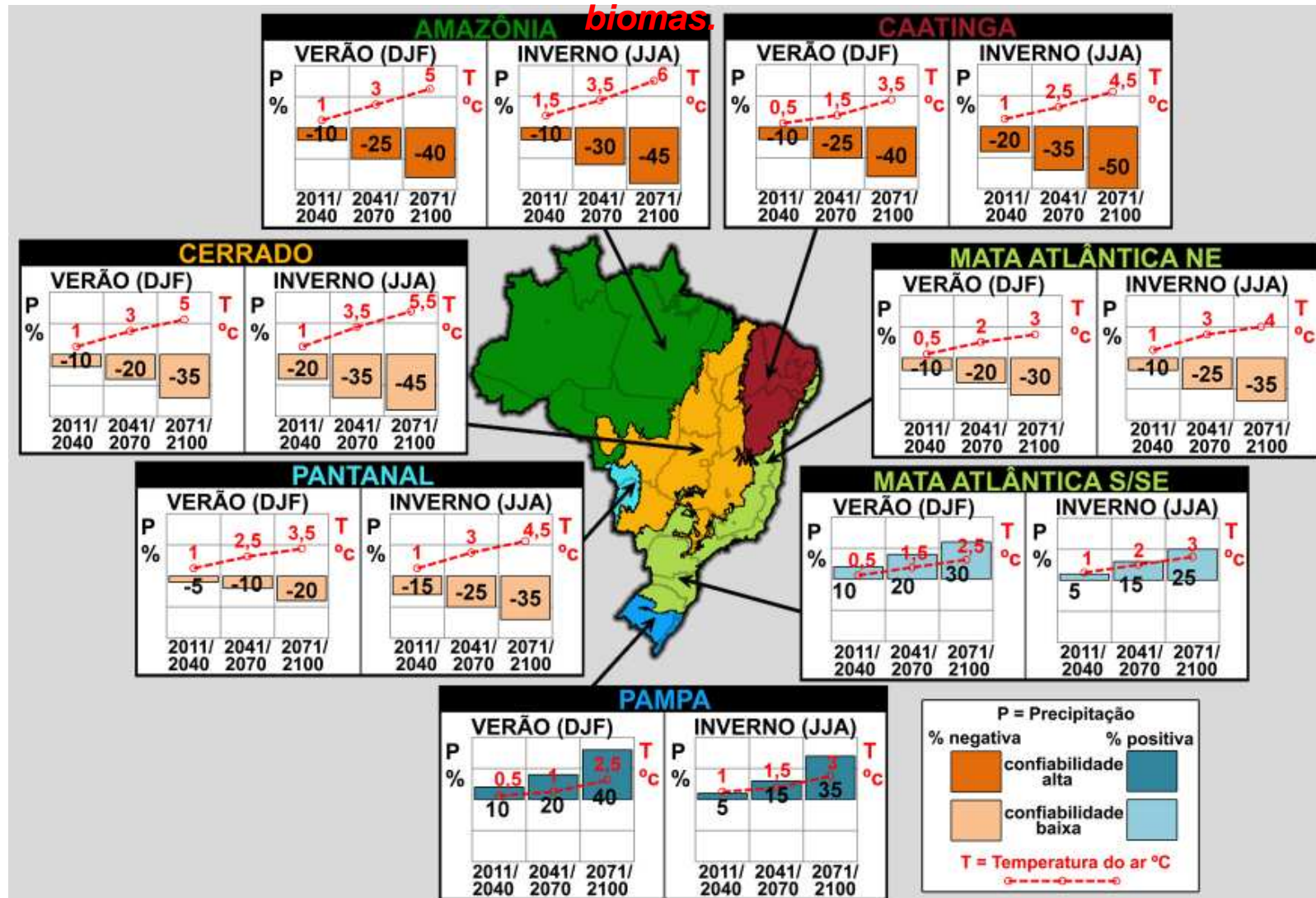
Dipolo de cheia no Pantanal revelado através de análise em espaço de fase. Adaptado de Bergier e Resende (2010)



Possíveis consequências da mudança climática nos biomas brasileiros: savanização da Amazônia?, desertificação do Nordeste? (Projeção 2090-2099 – Cenário A2).



Projeções regionalizadas de clima nos biomas brasileiros da Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica (setores nordeste e sul/sudeste) e Pampa para os períodos de início (2011-2040), meados (2041-2070) e final (2071/2100) do século XXI, baseados nos resultados científicos de modelagem climática global e regional. As regiões com diferentes cores no mapa indicam o domínio geográfico dos biomas.



(Fonte: INPE CCST)

COMENTÁRIOS FINAIS

- **QUAL O GRAU DE INCERTEZA NOS RESULTADOS APRESENTADOS NO RAN1? O QUE APRENDEMOS COM ELE?**
- **OS RESULTADOS APRESENTADOS AQUI SERÃO CONFIRMADOS NO PRÓXIMO RELATÓRIO DO IPCC (AR5)?**
- **O PBMC É IMPORTANTE PARA O BRASIL?**



OBRIGADO PELA ATENÇÃO

