MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Apresentação de Resultados dos Relatórios de clima do IPCC e do INPE

Jose A. Marengo
CPTEC/INPE
www.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas

Foreign & Commonwealth Office

Earth System Science Partnership

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável

PROBIO

GEF

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

UNDP

Folha de São Paulo, Fev 2007

VEJA, Março 2007

CLIMA

Na boca do povo

O aquecimento global caiu na boca do povo. É o que se pode constatar de uma pesquisa encomendada ao Ibope pela agência Nova/SB. É a primeira pesquisa nacional de opinião, com brasileiros de todas as classes, sobre o tema. Nada menos que 91% dos brasileiros já ouviram falar no aquecimento global e 86% deles estão "preocupados" ou " muito preocupados" com isso.

Desastre climático e midiático. Uma coisa é produzir dados, outra é torná-los inteligíveis (Folha de São Paulo, 2007)

Aquecimento global ameaça dividir Amazônia

Clima mais quente e seco pode fazer parte da floresta virar cerrado. Elevação do mar destruiria orla do Rio

Editoria de Arte

Caroli

• BRASÍLIA. A
risco de ser li
da ao meio en
mento do plan
tidas as taxas
sões de gases
temperatura d
mentar em até
a partir de 205
resta será tran

CIÊNCIA E VIDA

Brasil já vive regime de aquecimento global

Quinta-feira, 25 de janeiro de 2007 O GLOBO O MUNDO/CIÊNCIA E VIDA • 37

das

Editoria de Arte

Clima mudou mais e antes do imaginado

Velocidade de alterações superou as previsões. No Brasil, temperaturas mais elevadas indicam transformação

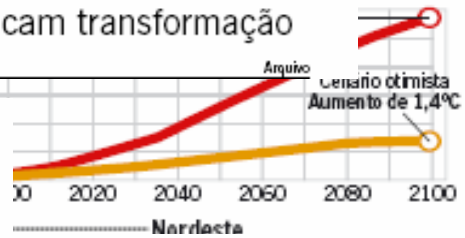
de 42 milhões
vem na zona
ser afetadas
Oceano Atlân
mostra o Rio
"uma das cida
veis". Na costa
e bem poder
pela
até
méd
no l
de s
E
ces
prai
linh

no regime de chuvas. Erronea-
mente co
importan
têm força
tura, a ge
droelétric

graus Celsius (esse valor varia de acordo com a região do mundo). O outro cenário

Noites e invernos mais quentes

Estudo prevê que brasileiro sofrerá mais com secas e inundações



Sexta-feira, 26 de janeiro de 2007 O GLOBO O PAÍS • 11

MEIO AMBIENTE: *Estudo do Inpe mostra que ocorrência de precipitações intensas cresce no Sudeste desde 1950*

Falta de investimento amplia estragos da chuva

Para especialistas em clima e saneamento, sem obras de infra-estrutura país fica à mercê de distúrbios climáticos

cas no Brasil e na América do

AZ De 3 a 6 graus Celsius mais quente. Redução de

Sudeste

AZ A temperatura pode subir de 2 a 4 graus. O clima pode se tornar de 5% a 10% mais

O aquecimento global e o Brasil: Regiões Sul e Sudeste

Redação Portal Conpet
13/04/2007

Quem mora na região sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) precisará comprar um belo par de galochas, pois choverá bastante. Em uma previsão otimista, a região se tornará em média 3°C mais quente, a sofrerá de verões quentes, invernos rigorosos e muita chuva. O cenário pessimista calcula um aumento médio de 4°C, verões mais quentes ainda, invernos gelados e muitas enchentes.

Mas não pense que isso é de todo ruim. A água da chuva poderá ser usada para gerar energia, o que quer dizer que esta área estará livre dos apagões que devem ocorrer nas regiões Norte e Nordeste. Se chover bastante mesmo, o Sul poderá até suprir estas outras regiões com energia de suas hidrelétricas.

Outra coisa que deve mudar é a paisagem. Pode começar a dizer adeus às plantações de maçã e olá para os pés de café. A produção de grãos (arroz, milho, soja etc) também deve diminuir bastante.

Na região sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo), o estrago seria semelhante. Ciclones e furacões atingirão o litoral, o inverno seria extremamente frio e o verão quente. São Paulo sofreria com extremos de seca e inundações, sem mais tempos de garoa. O aumento no nível do mar e as fortes ressacas fariam sumir parte do Rio de Janeiro, assim como de Santos e outras cidades costeiras. A região de Minas seria a menos afetada, pois suas temperaturas se tornariam mais amenas do que são hoje.

E você lembra dos refugiados da Amazônia, que se tornará um deserto? Eles trarão doenças típicas da região para cá, podendo causar epidemias.

'An unstable climate risks some of the drivers of conflict – such as migratory pressures and competition for resources – getting worse.'

UK Foreign Secretary Margaret Beckett, speaking at the UN Security Council

'Regions where climate change holds the greatest risk of creating population displacement include countries that are already wracked by conflict and are hosts to groups that pose security concerns internally and internationally.'

Professor Robert McLeman of the University of Ottawa, Canada

People's new land may be inferior to that from which they were forced, in quantity and/or quality, with severe consequences for their ability to earn a living. Displaced people are also at very high risk of losing their jobs or businesses and never regaining the living standards they had before being forced to move. There are many examples of resettled people suffering worse nutrition, worse health and higher death rates in their new areas, for example because of poor sewerage and clean water systems. The displaced are also taken away from natural resources, such as pastures and forests that helped sustain them.

IPCC AR4 Reports

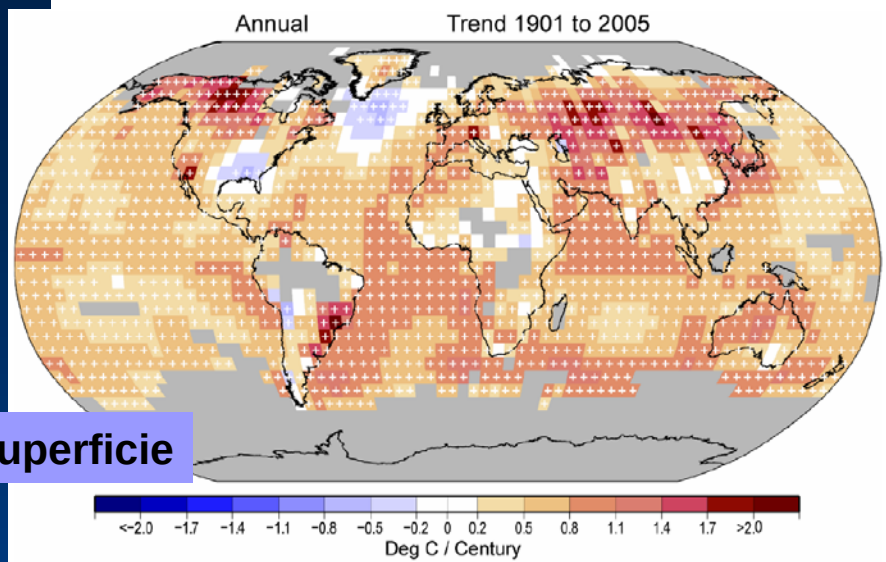
- February 2007: Scientific Basis (Working Group I).
- March 2007: Release of the INPE´s Climate Change Report (funded by GOF-UK, PROBIO-MMA, MCT)
- April 2007: Impacts, Vulnerability and Adaptation (Working Group II).
- May 2007: Mitigation (Working Group III).

COMPREENSÃO E ATRIBUIÇÃO DA MUDANÇA DO CLIMA

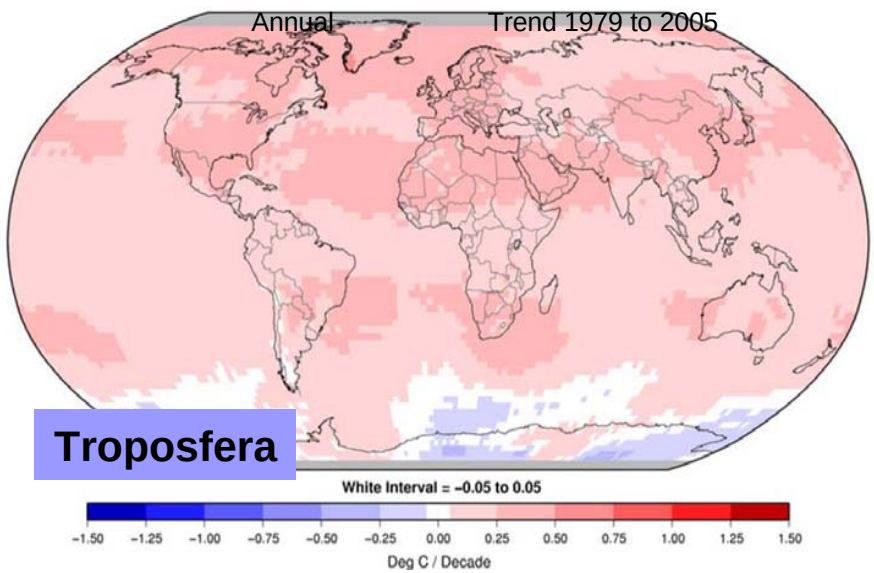
Esta Avaliação faz uso de registros mais longos e aperfeiçoados, uma base expandida de observações e uma melhor simulação de muitos aspectos do clima e sua variabilidade, com base em estudos conduzidos desde a publicação do TRA. Também considera os resultados de novos estudos de atribuição que avaliaram se as mudanças observadas são quantitativamente coerentes com a resposta esperada aos forçamentos externos e incoerentes com as explicações alternativas fisicamente plausíveis.

É *muito provável* que a maior parte do aumento observado nas temperaturas médias globais desde meados do século XX se deva ao aumento observado nas concentrações antrópicas de gases de efeito estufa[12]. Essa afirmação representa um avanço em relação ao TRA, que concluiu que "*é provável* que a maior parte do aquecimento observado ao longo dos últimos 50 anos se deva ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa". Influências humanas discerníveis se estendem, agora, a outros aspectos do clima, inclusive o aquecimento do oceano, temperaturas médias continentais, extremos de temperatura e padrões do vento (ver a Figura SFP-4 e a Tabela SFP-2). {9.4, 9.5}

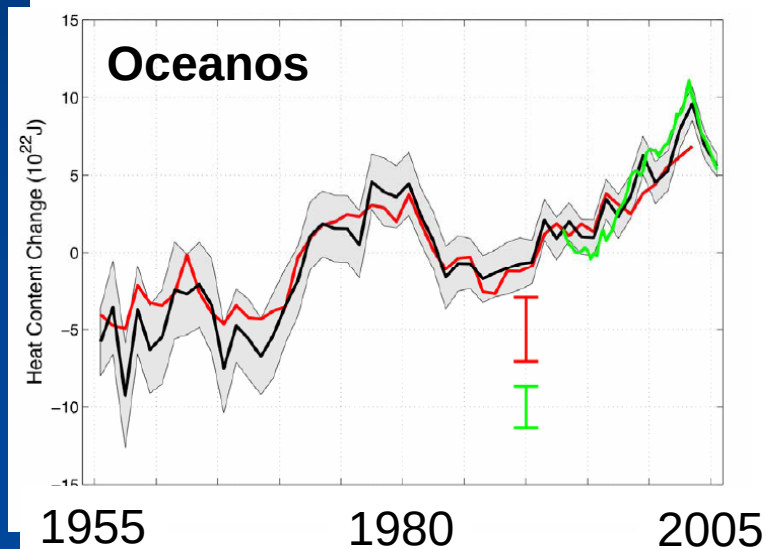
Aquecimento global é um fato observado



Superficie

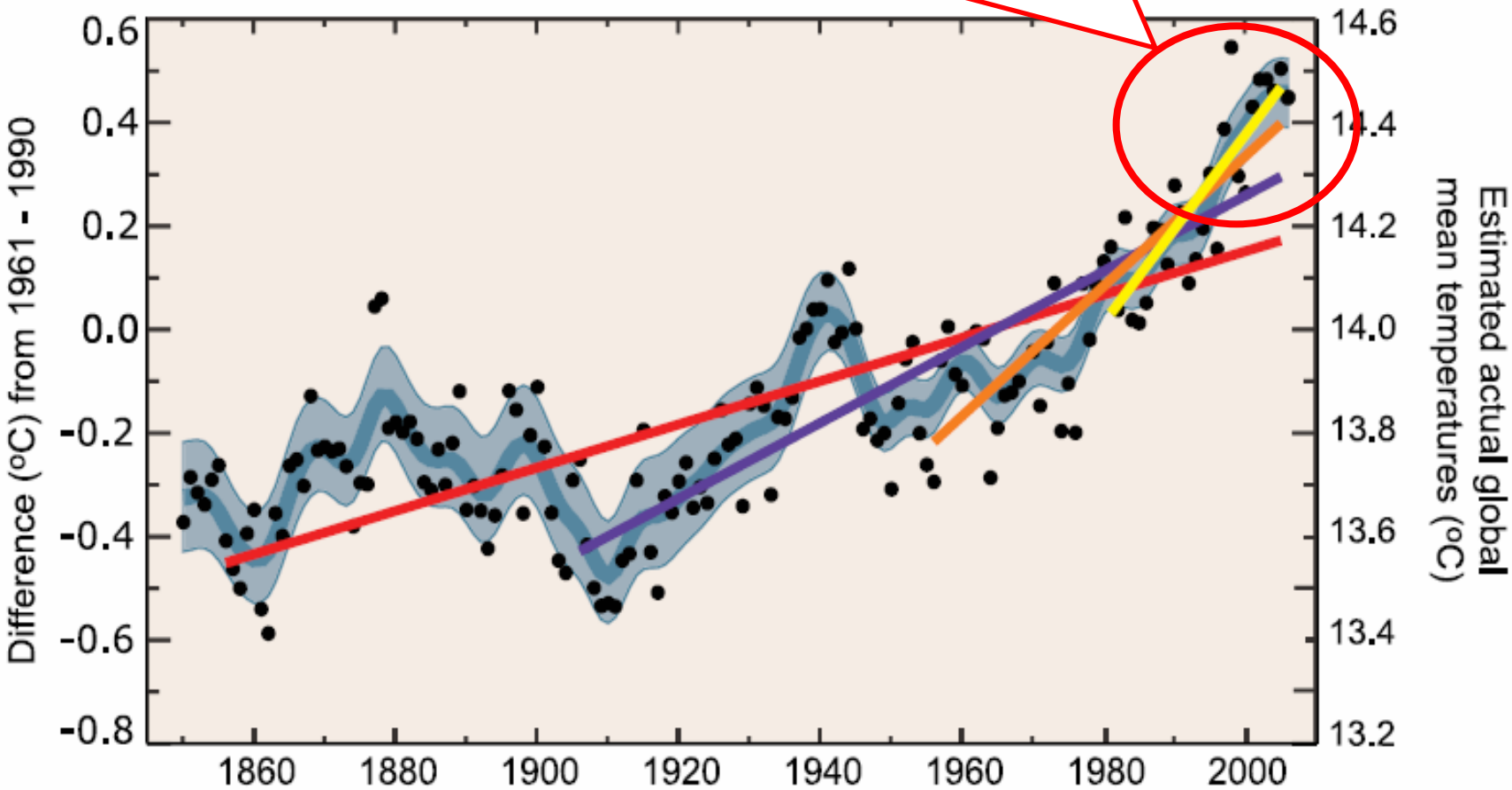


Troposfera



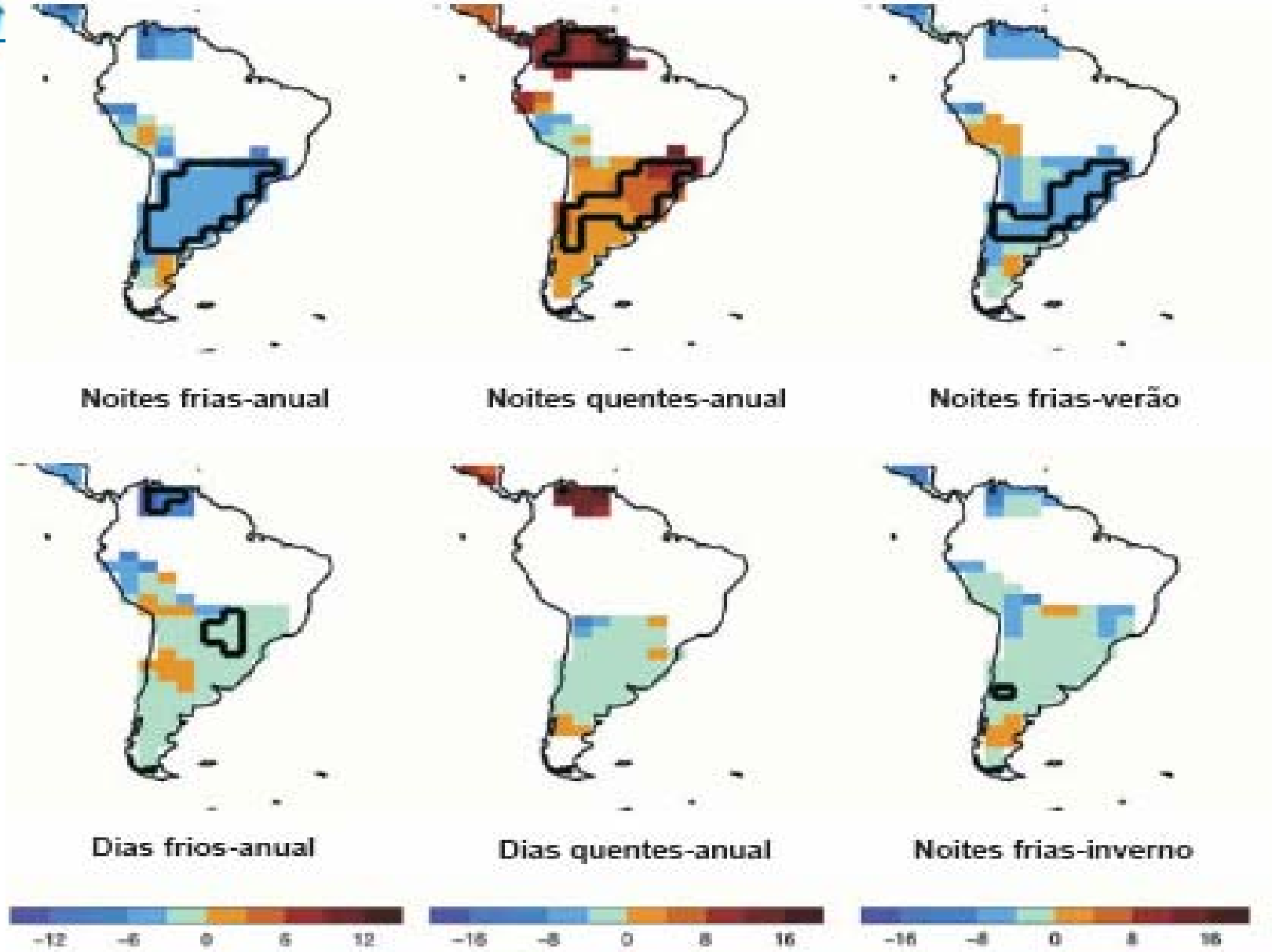
- Muito pouco provável que aconteça sem efeitos outros alem do natural
- Pouco provável que seja devido somente a causas naturais

Warmest 12 years:
1998,2005,2003,2002,2004,2006,
2001,1997,1995,1999,1990,2000



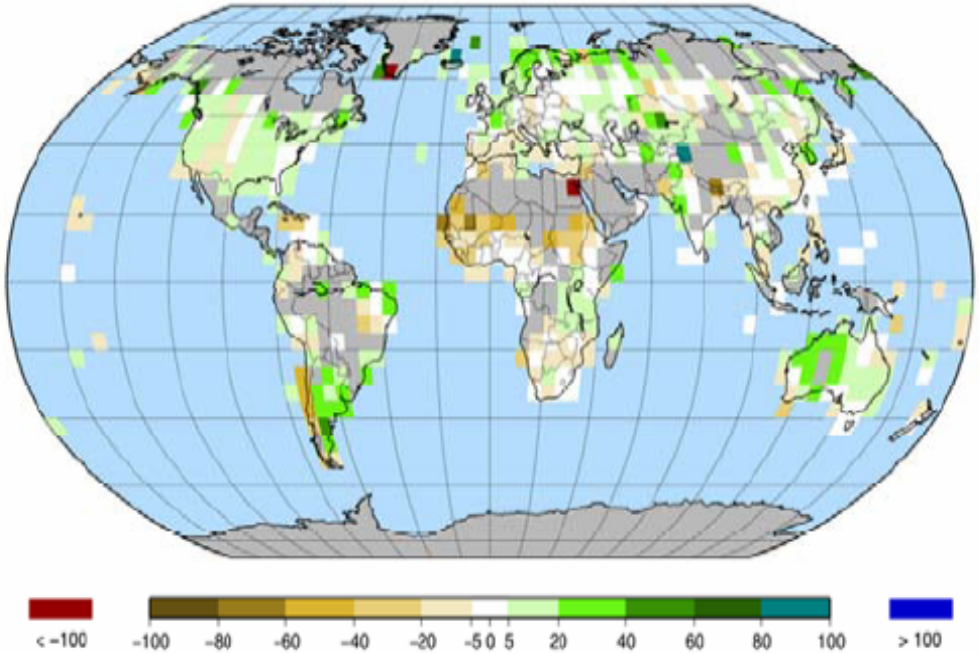
- Annual mean
- Smoothed series
- 5-95% decadal error bars

Period Years	Rate °C per decade
25	0.177±0.052
50	0.128±0.026
100	0.074±0.018
150	0.045±0.012

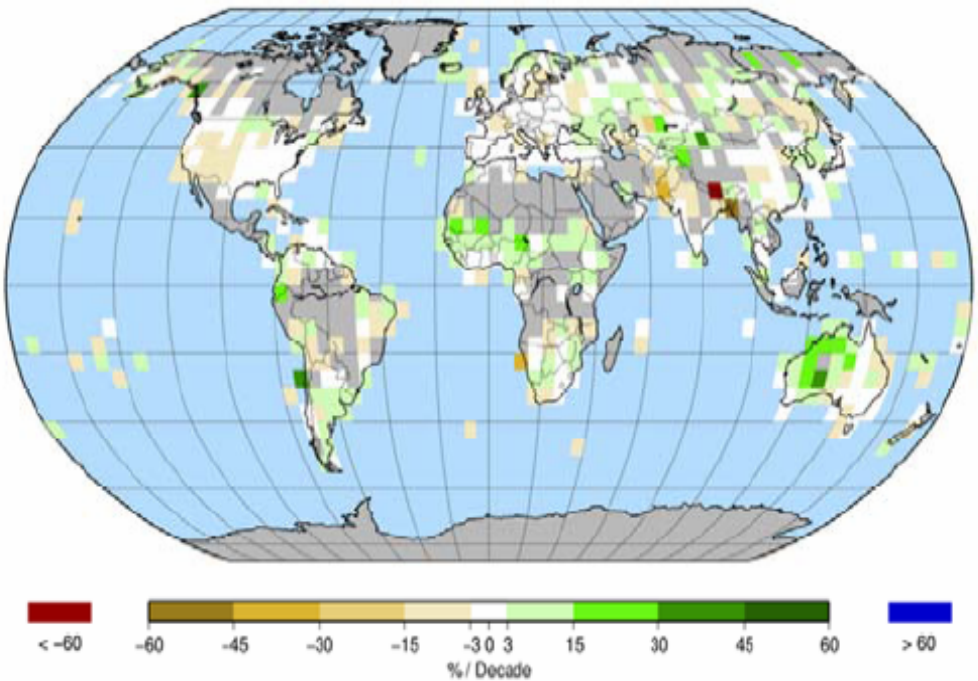


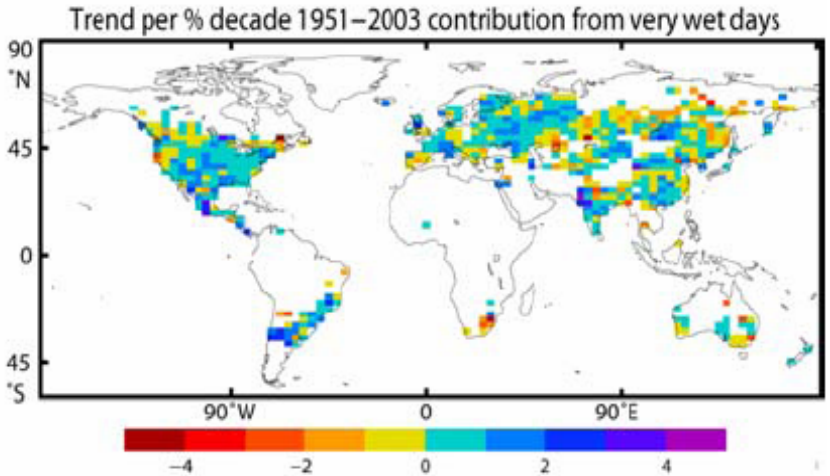
Tendências anuais observadas de vários índices de temperaturas extremas, baseados em percentuais para o período 1951 a 2003.

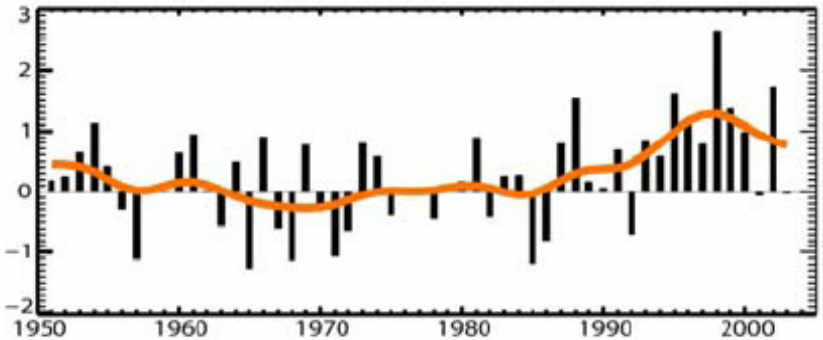
Trends chuva 1901-2005

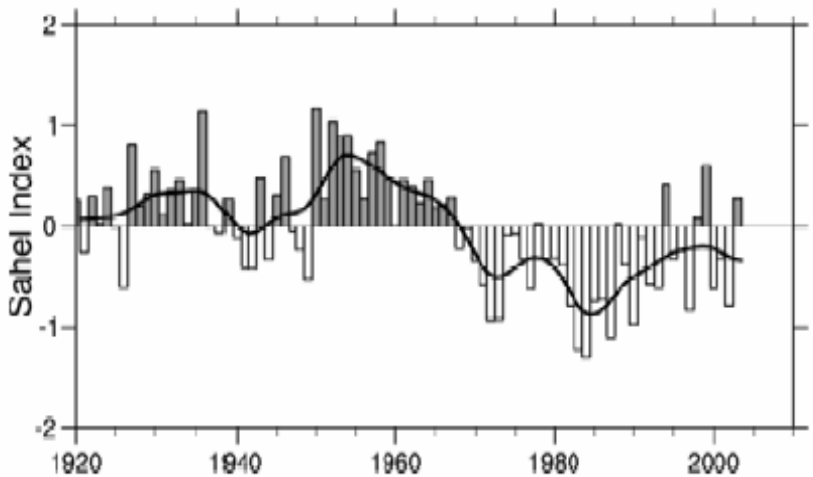


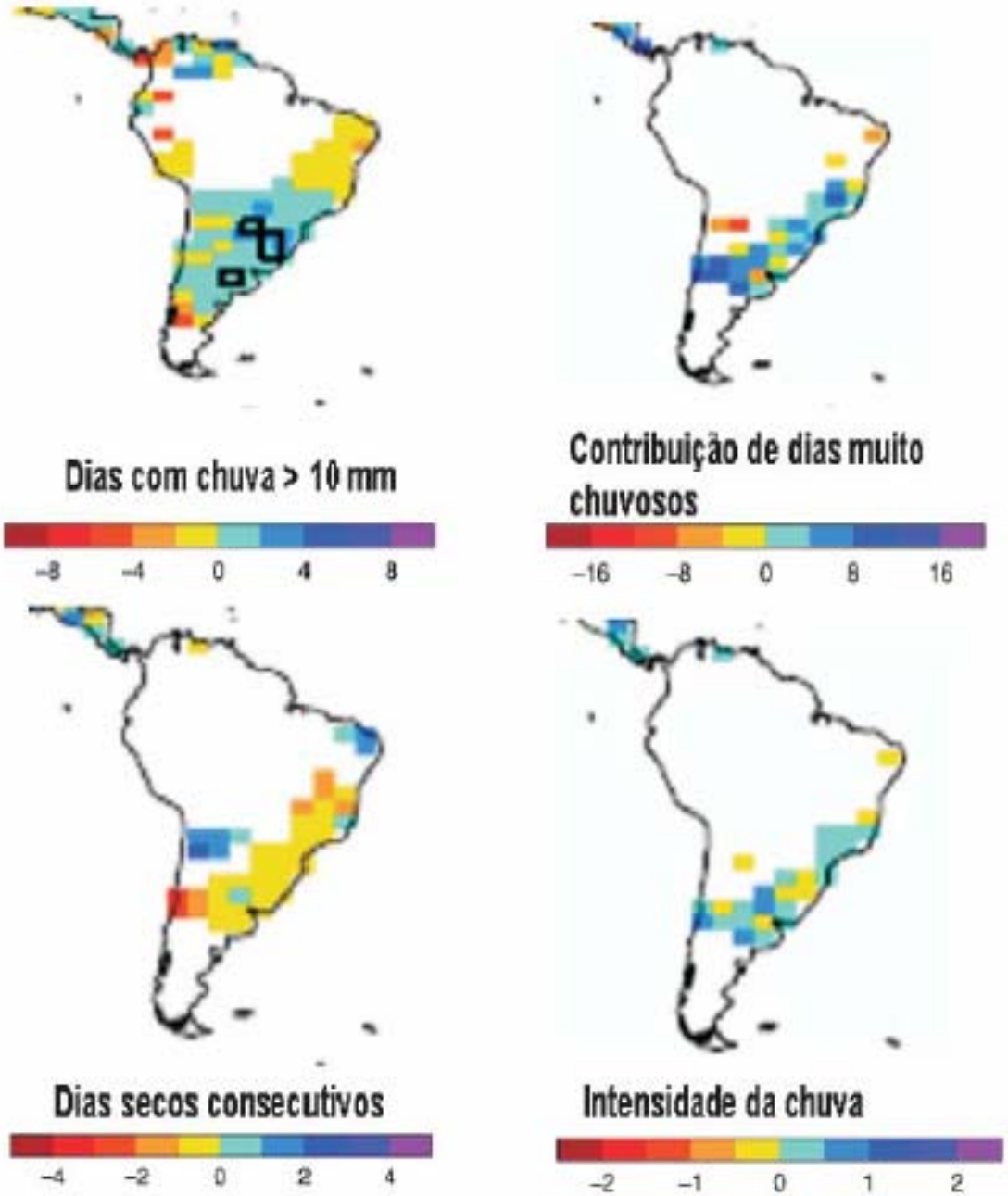
Trends chuva 1979-2005





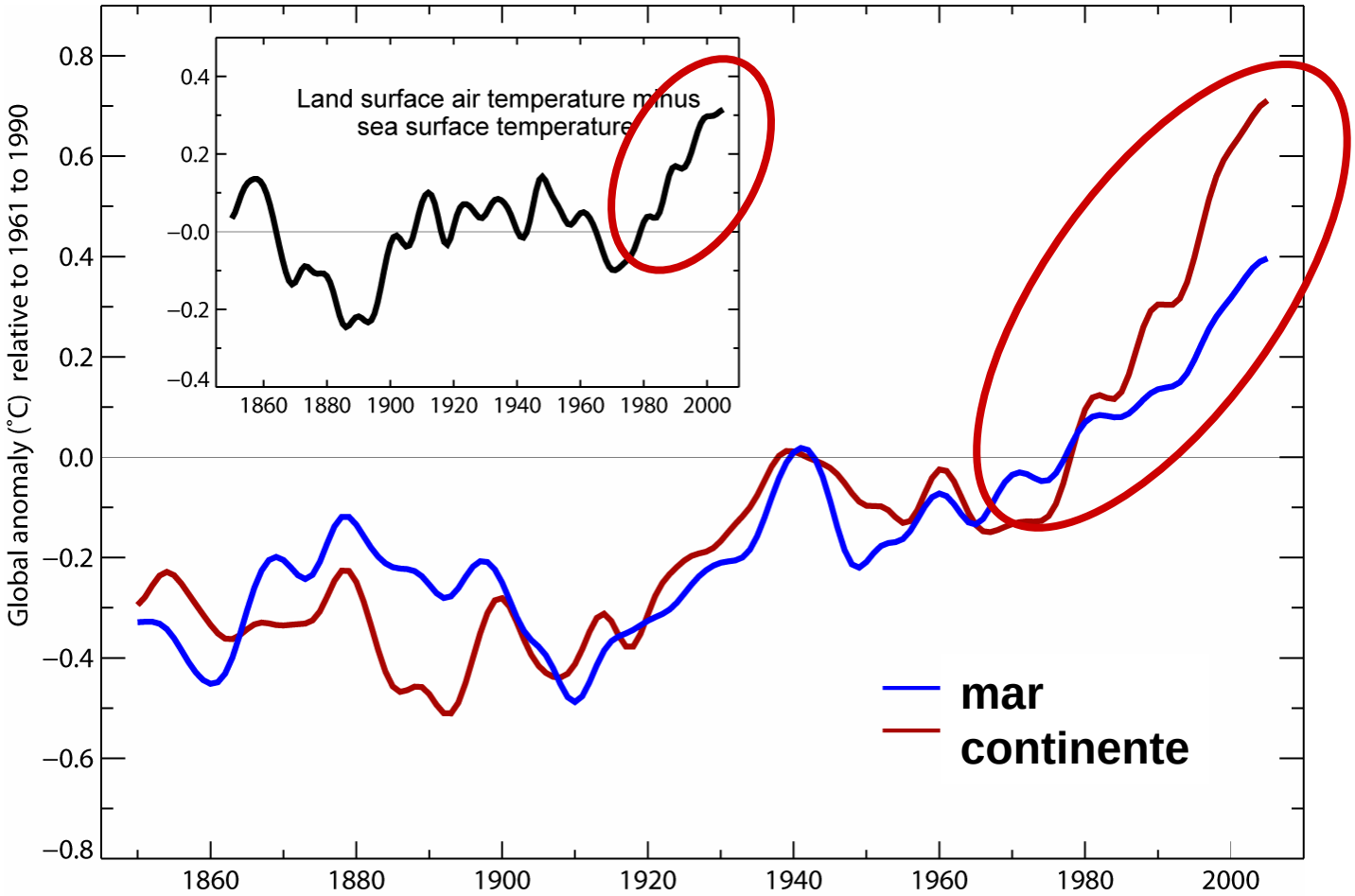




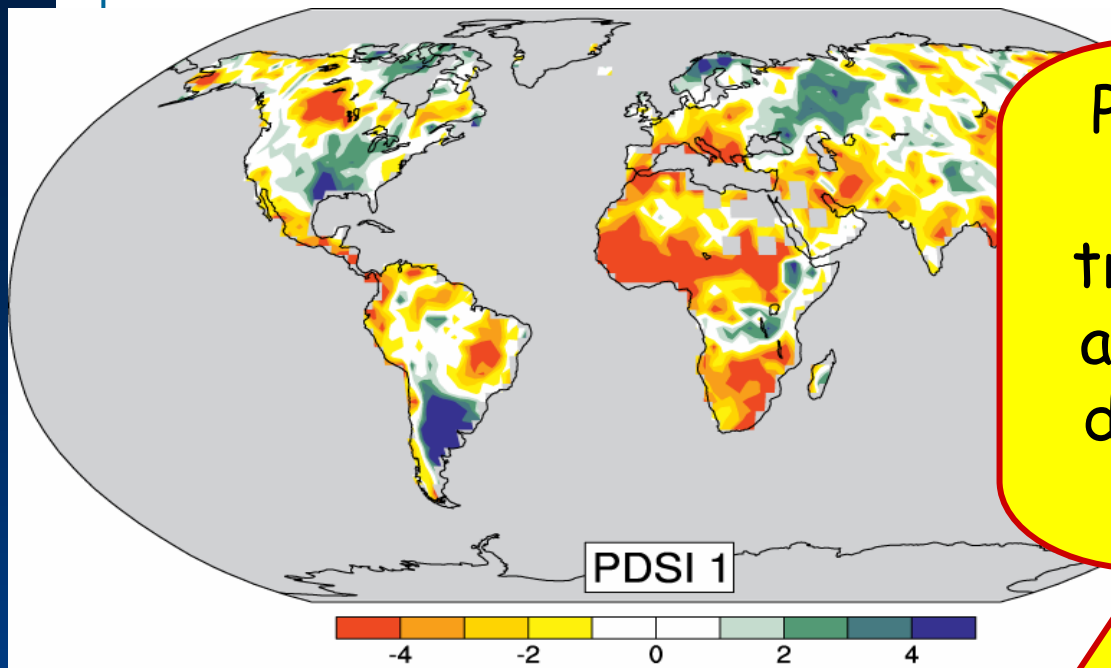


Tendências anuais observadas de vários índices de extremos de chuva, baseados em percentuais para o período 1951 a 2003.

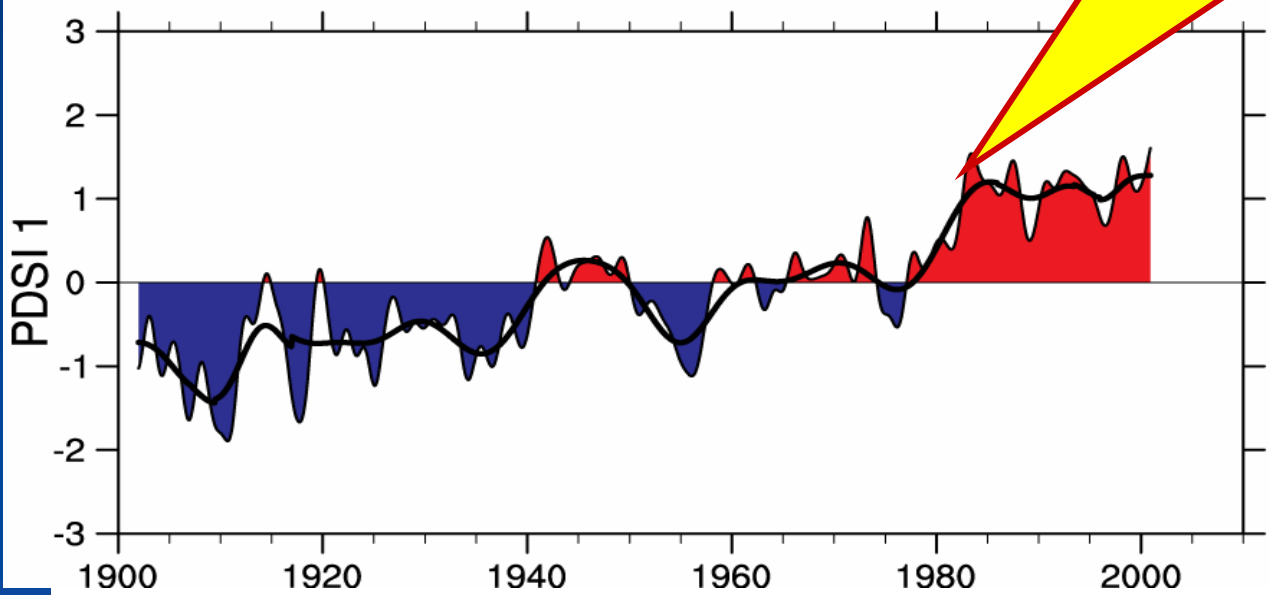
Temperatura do ar aumenta mais que a temperatura da superficie do mar



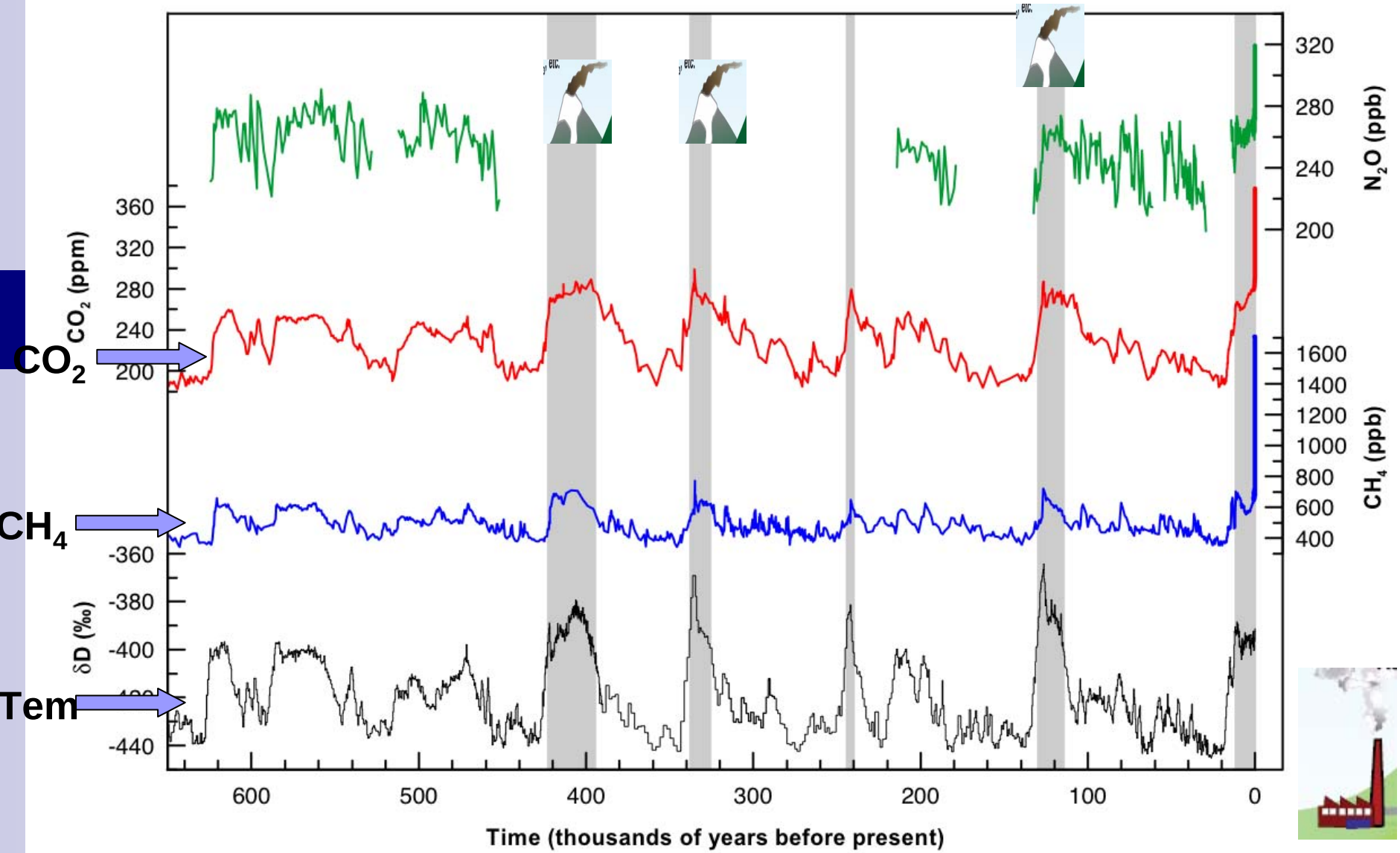
Condições de seca presentes em grandes áreas



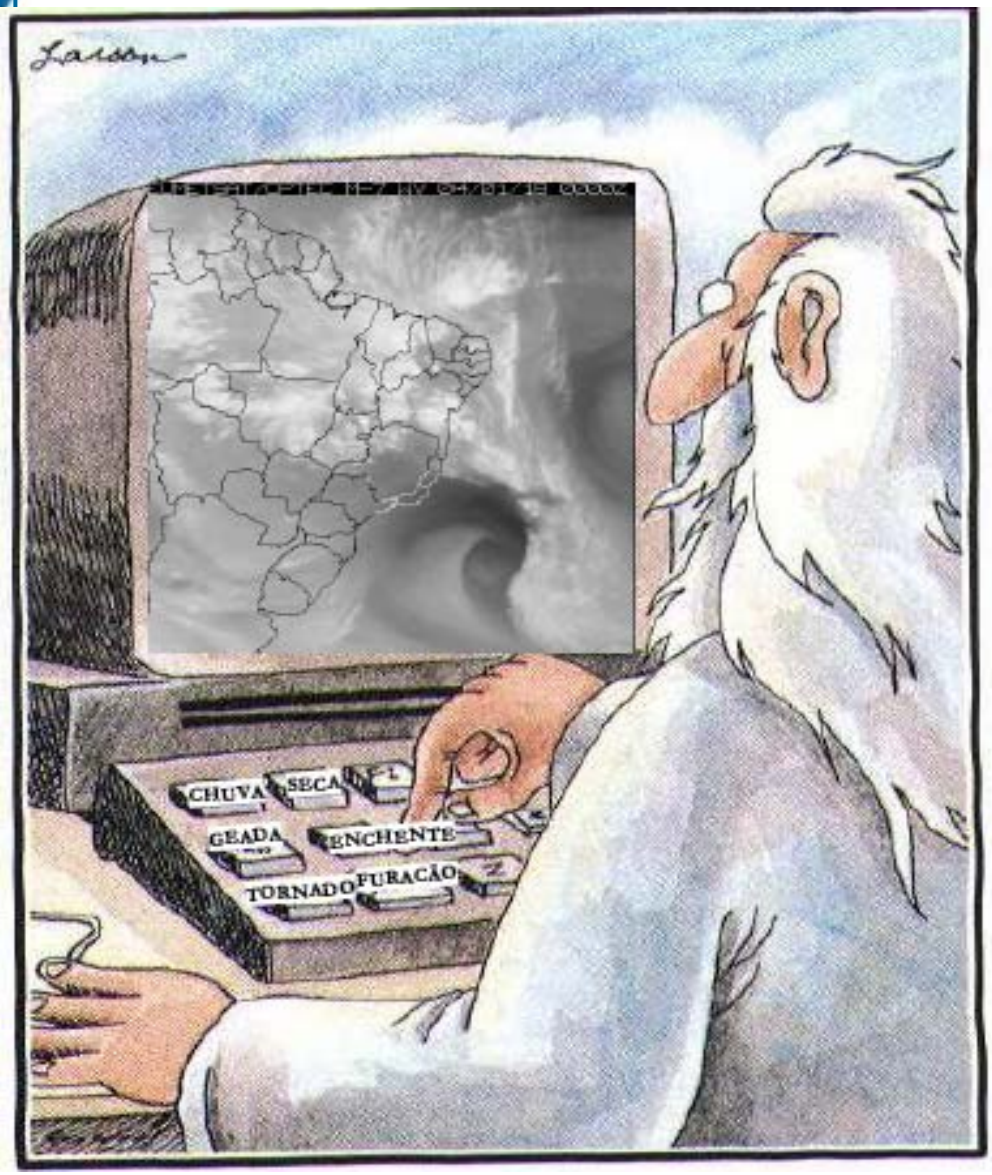
Principalmente devido a redução de chuva nos trópicos e subtrópicos, e acrescentada pela maior demanda de água devido ao aquecimento



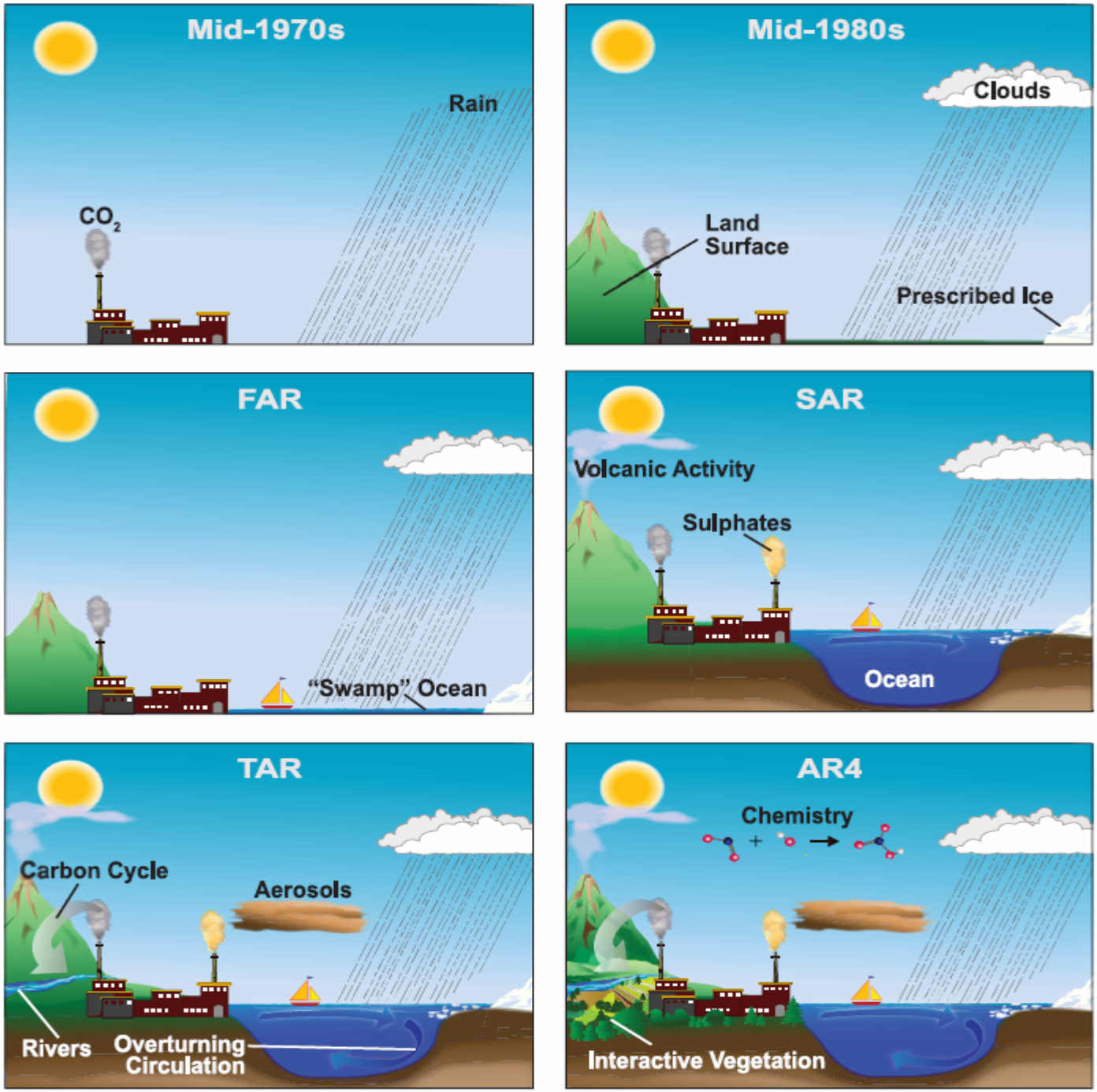
Glacial-Interglacial Ice Core Data



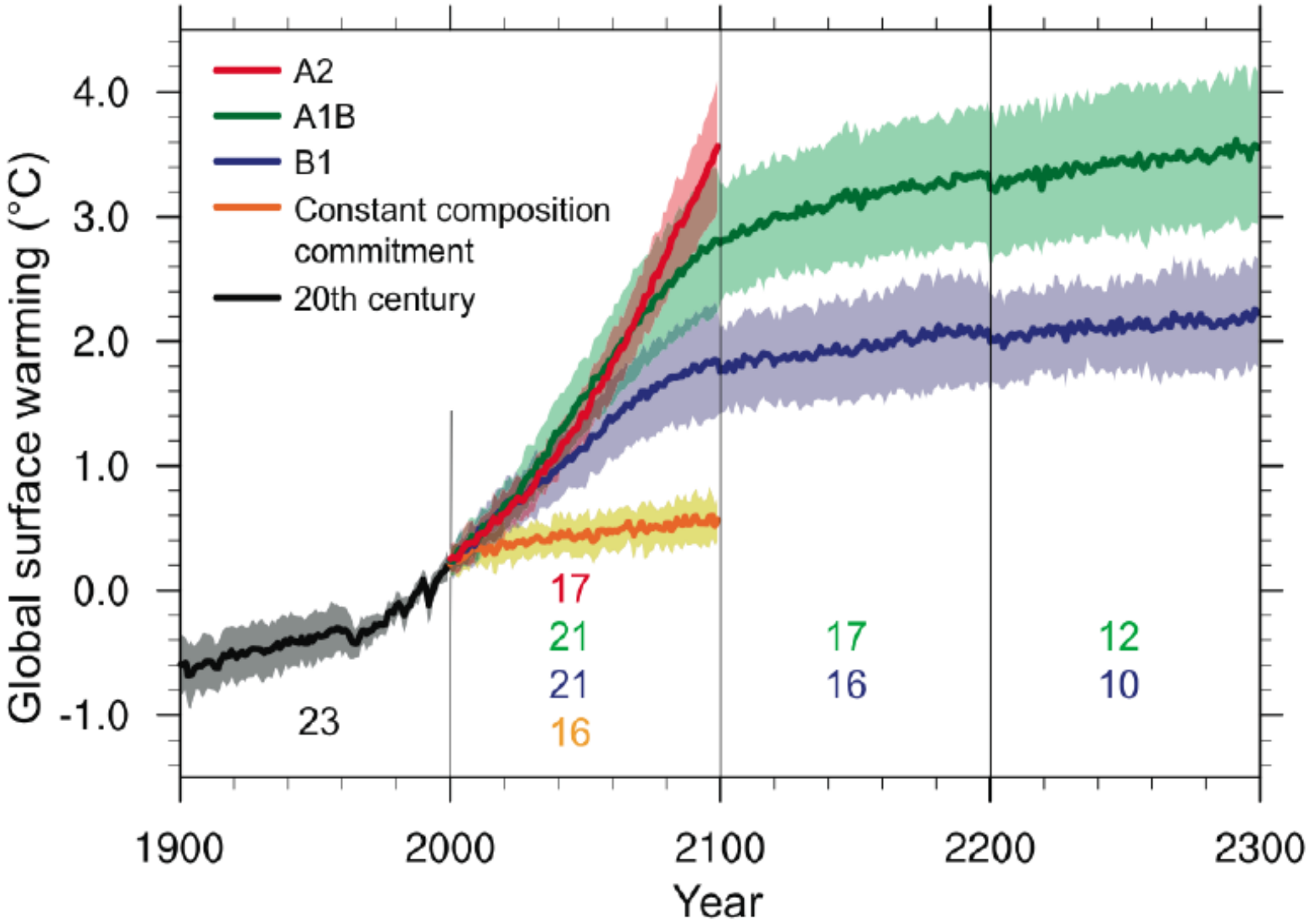
Concentração de CO_2 e CH_4 na atmosfera em 2005 ultrapassa a variabilidade natural observada nos ultimos 650,000 anos



Projeções de clima futuro são feitas com super computadores nos principais centros meteorológicos do mundo (EUA, China, Rússia, Japão, Austrália, França. Itália, Reino Unido,

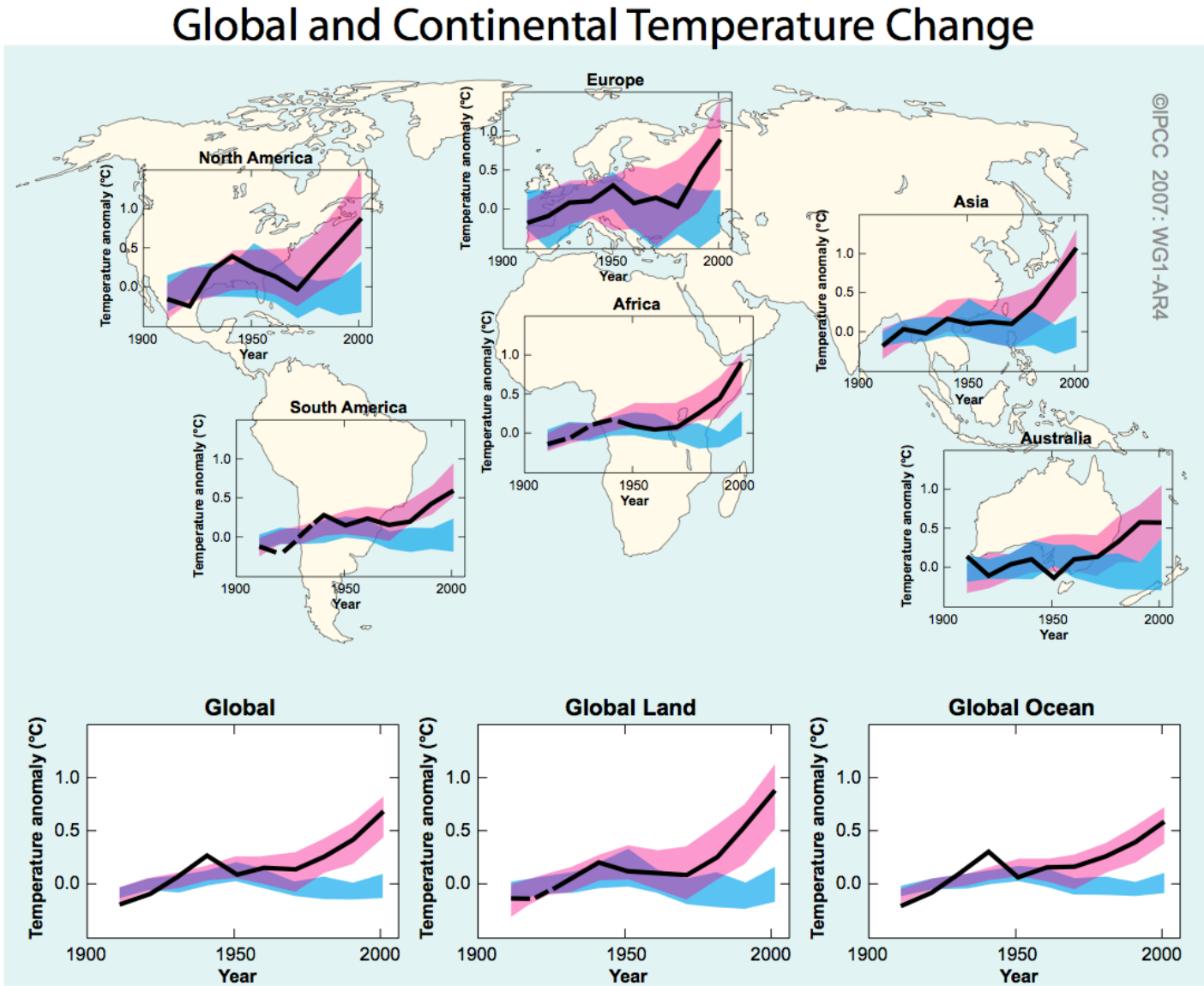


The complexity of climate models has increased over the last few decades. This is shown pictorially by the different features of the world included in the models.


A2
A1B
B1
Constant composition commitment
20th century
Global surface warming (°C)
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
-1.0
23
17
21
21
16
17
16
12
10
1900
2000
2100
2200
2300
Year

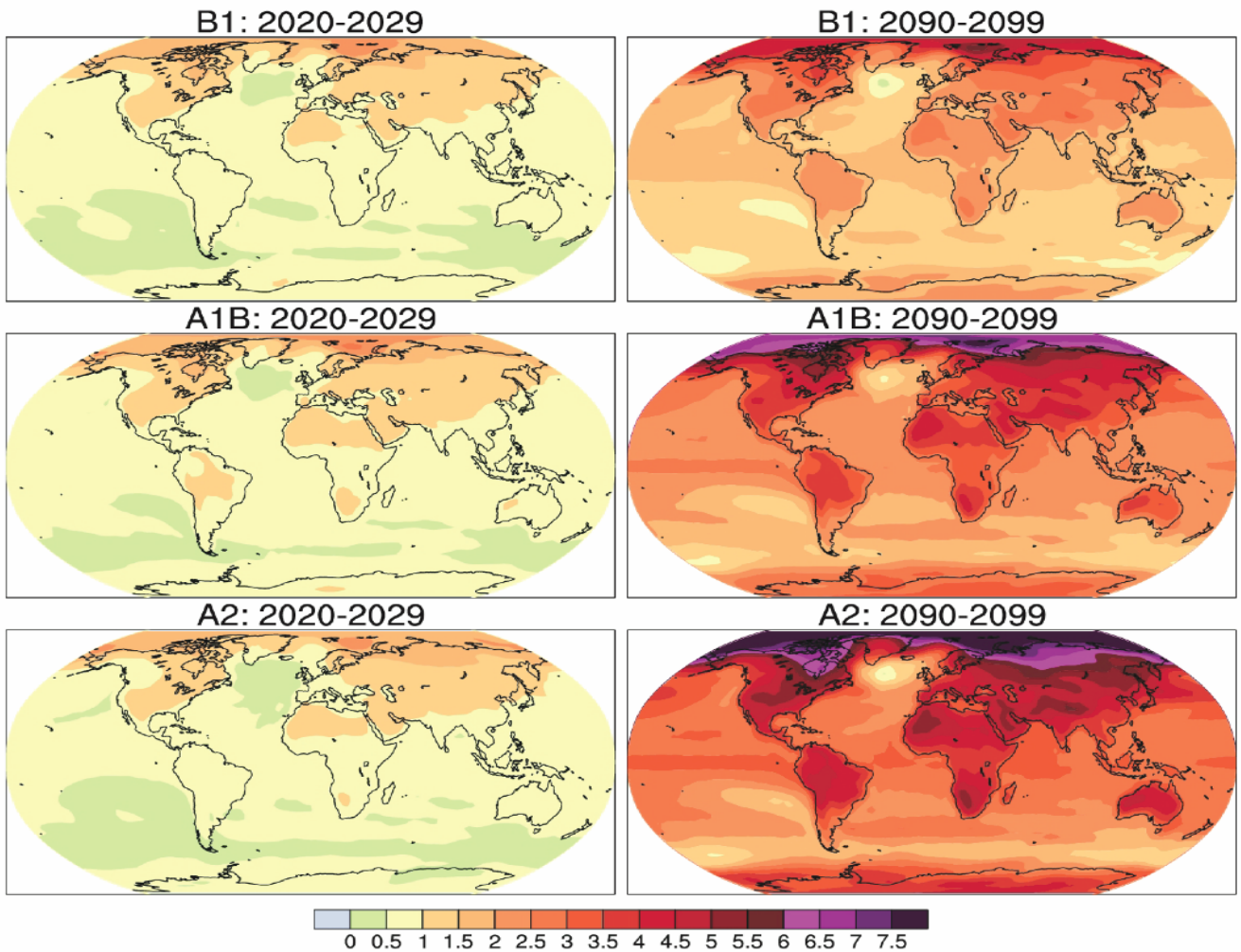
Entendendo e explicando o aquecimento global e regional

Aquecimento global continental provavelmente apresenta uma contribuicao antropogenica signficativa durante os ultimos 50 anos.



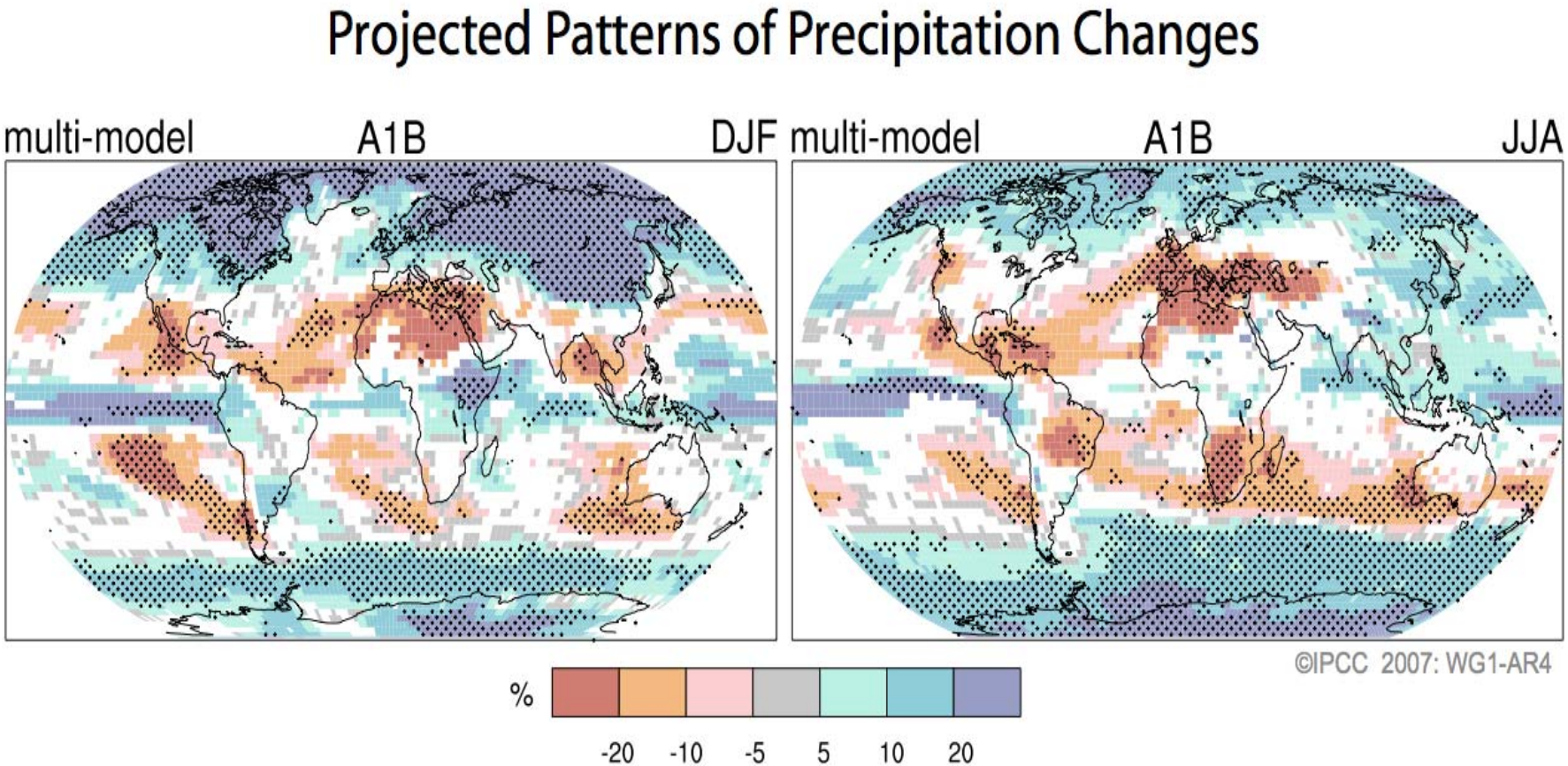
Projeções de mudanças na temperatura do ar ate finais do Seculo XXI

O aquecimento projetado tende a ser maior sobre continentes, em latitudes mais altas no HN, partes do Oceano Atlantico Norte e nos oceanbos do Sul



©IPCC 2007: WG1-AR4

Projeções de mudanças na precipitação ate finais do Seculo XXI

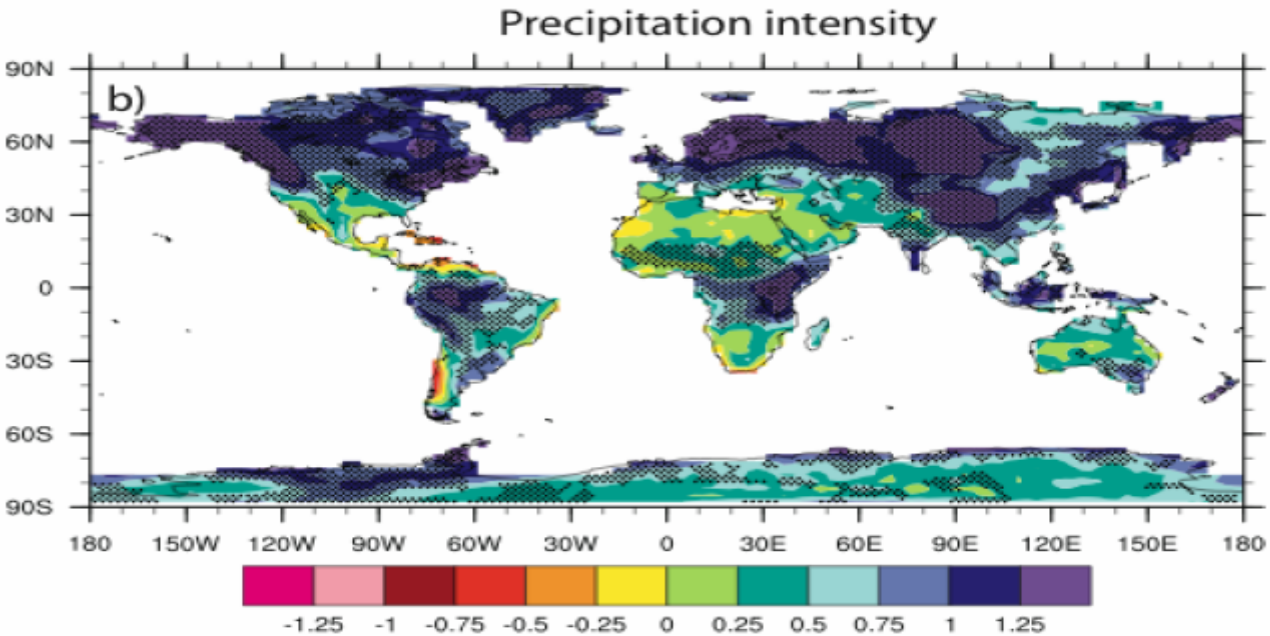


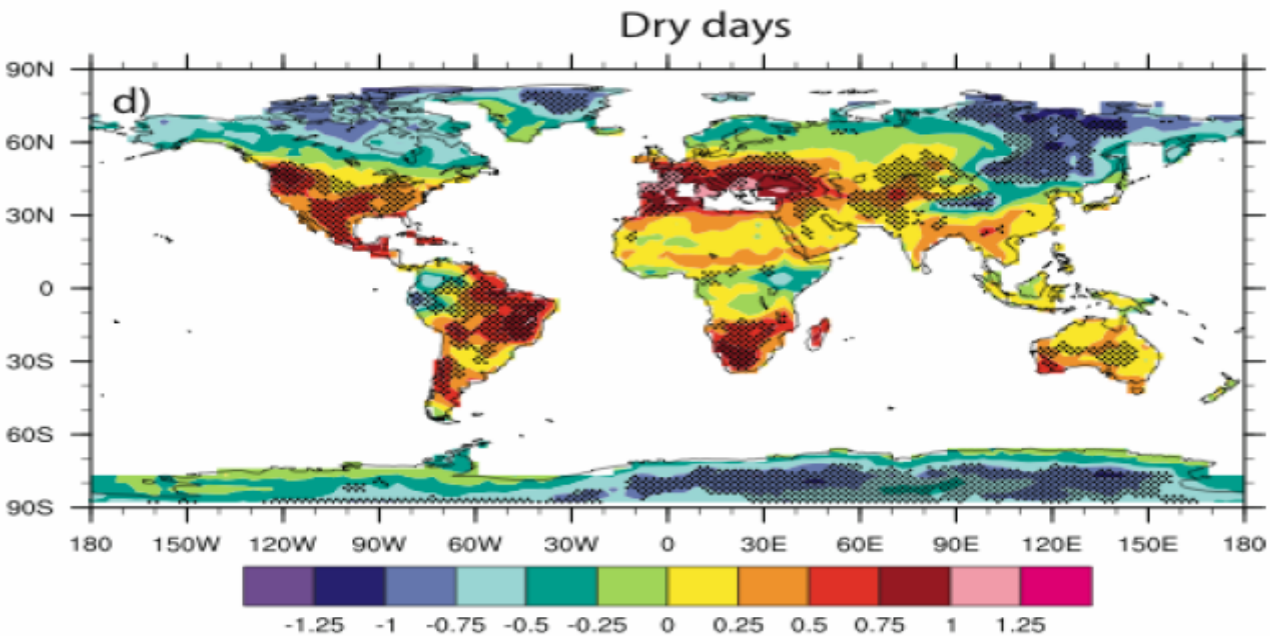
Precipitação aumenta em latitudes mais altas (muito provavelmente)

Precipitação diminui em regiões subtropicais continentais (provavelmente)

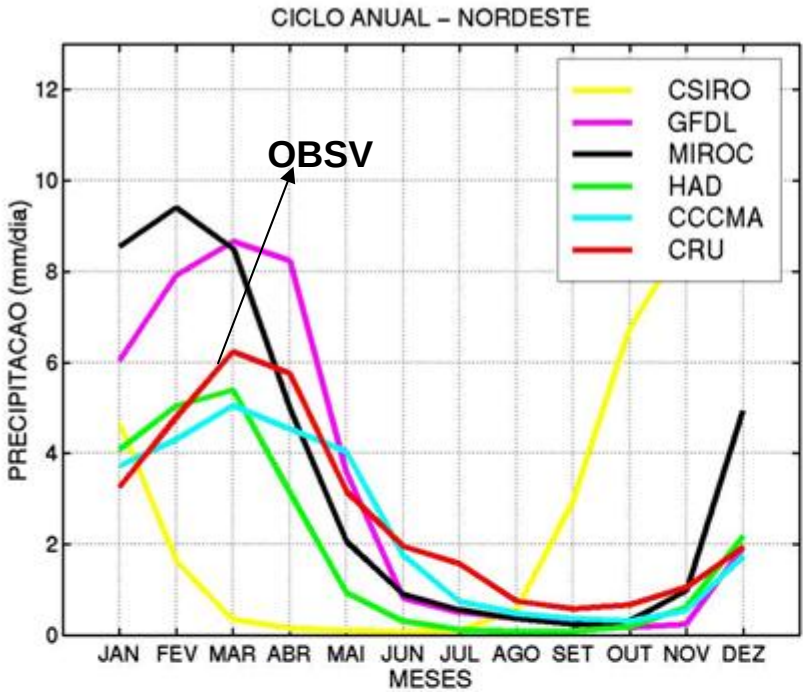
Projeções extremos climáticos ate 2100

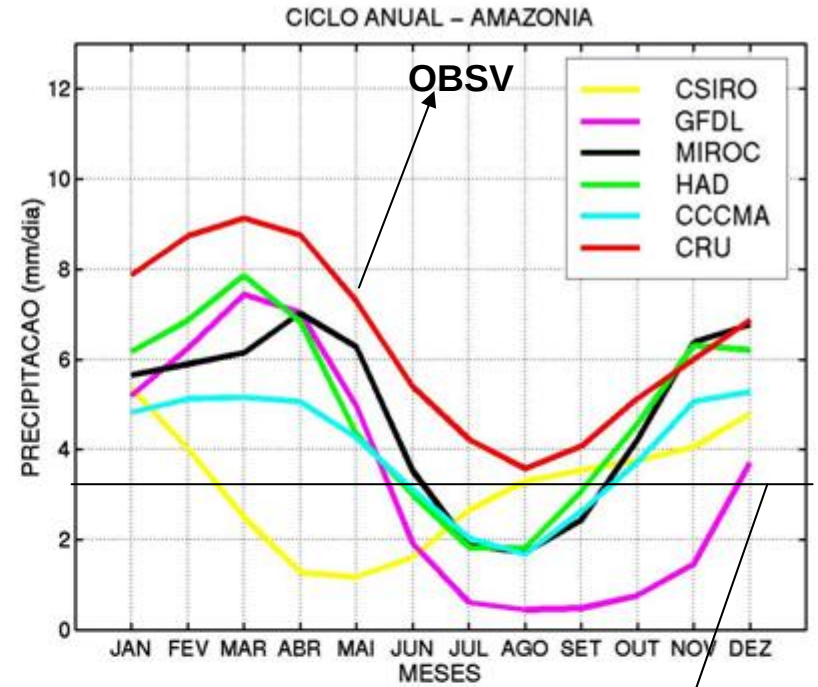
IPCC WG 1



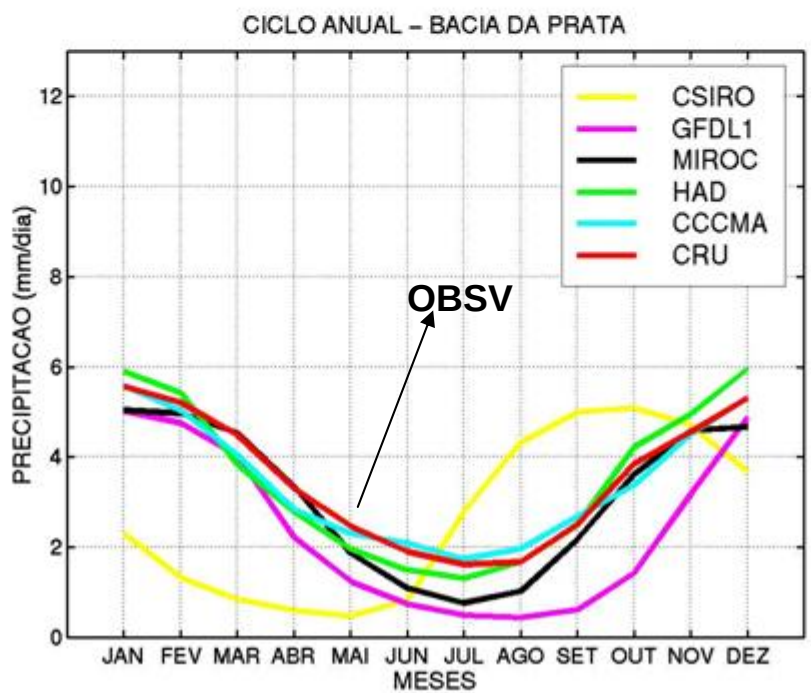


Mudanças em índices de extremos de precipitação (chuvas intensas e veranicos ou períodos secos) projetadas para o ano de 2080–2099 em relação a 1980–1999 para o cenário A1B.





Limiar mês seco 100 mm/mes

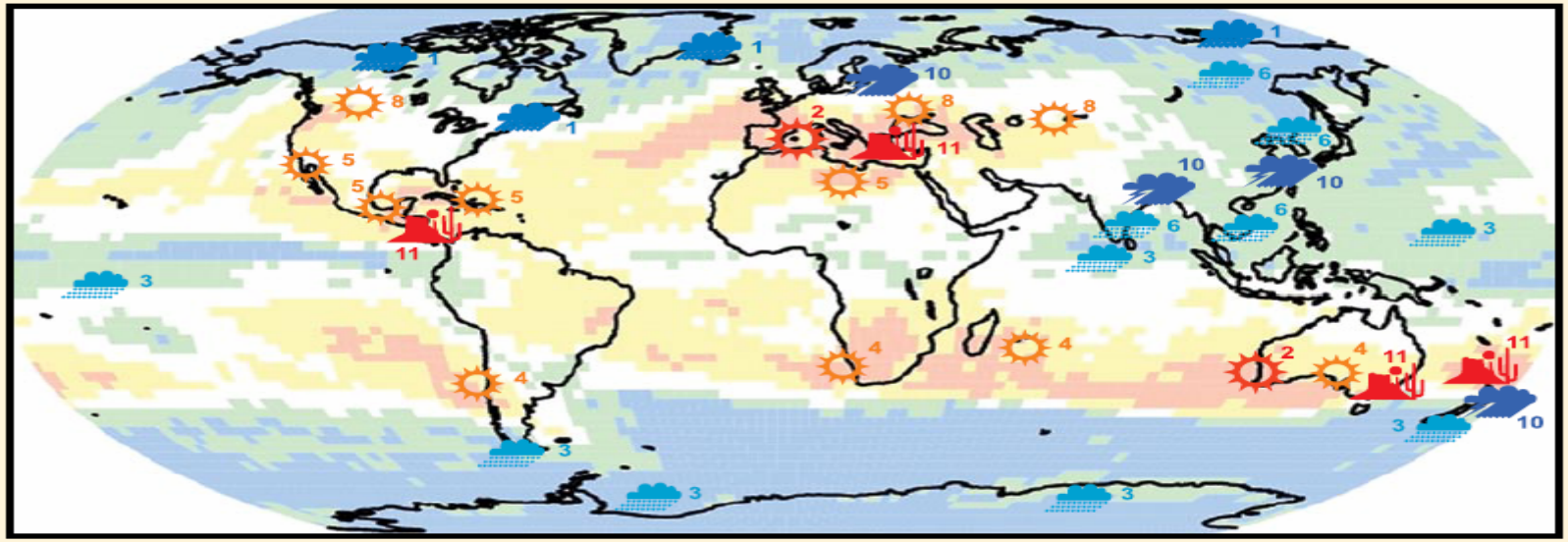


Ciclo Anual de chuva para o Nordeste (a), Amazônia (b) e Bacia da Prata (c)- Experimento SRES-A2 para 2071-2100, 5 modelos e IPCC AR4

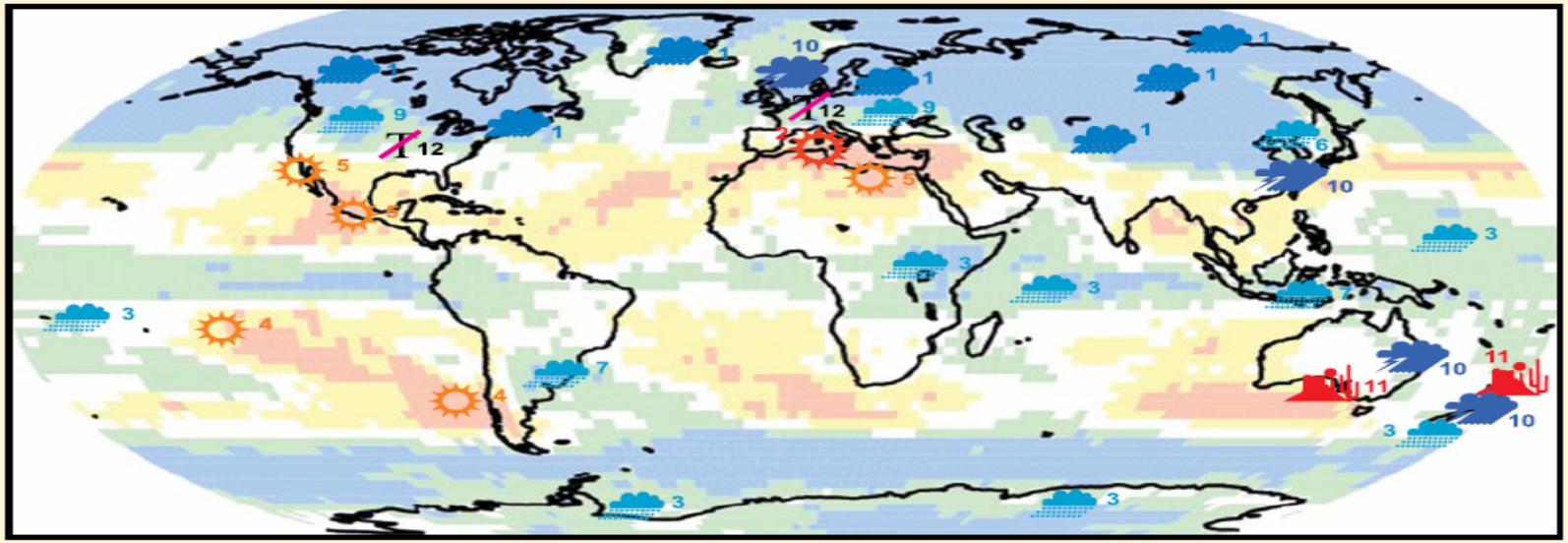
Tabela SFP-3. Projeção do aquecimento médio global da superfície e da elevação do nível do mar no final do século XXI {10.5, 10.6, Tabela 10.7}

Caso	Mudança de Temperatura (ºC em 2090-2099 relativa a 1980-1999)[a]		Elevação do Nível do Mar (m em 2090-2099 relativa a 1980-1999)
	Melhor estimativa	Faixa *provável*	Faixa com base em modelo, excluindo-se as futuras mudanças dinâmicas rápidas no fluxo de gelo
Concentrações constantes do ano 2000[b]	0,6	0,3 – 0,9	NA
Cenário B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Cenário A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Cenário B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43
Cenário A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Cenário A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Cenário A1F1	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59

June–July–August (JJA)



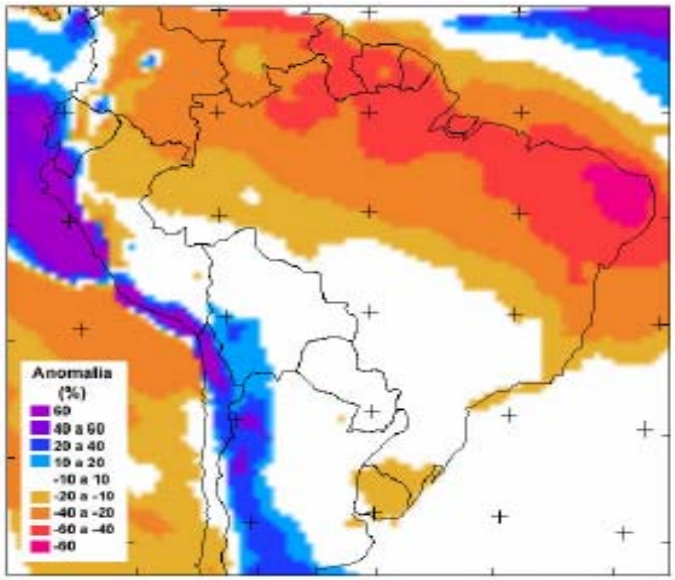
December–January–February (DJF)



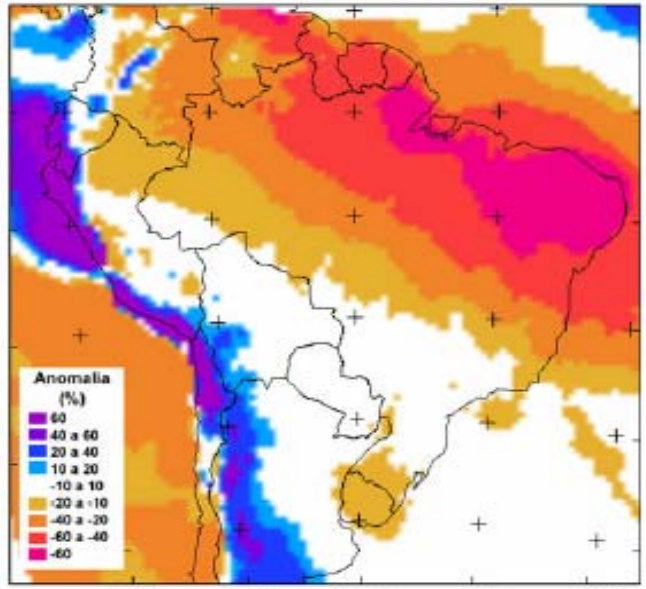
Based on regional studies assessed in chapter 11:

- Precipitation increase in ≥90% of simulations
- Precipitation increase in ≥66% of simulations
- Precipitation decrease in ≥66% of simulations
- Precipitation decrease in ≥90% of simulations
- Precipitation decrease — very likely
- Precipitation decrease — likely
- Precipitation increase — very likely
- Precipitation increase — likely
- Precipitation extreme increase — likely
- Increased drought — likely
- Less snow — very likely

Rainfall anomalies (%) (Annual) [(2071-2100)- (1961-90)]

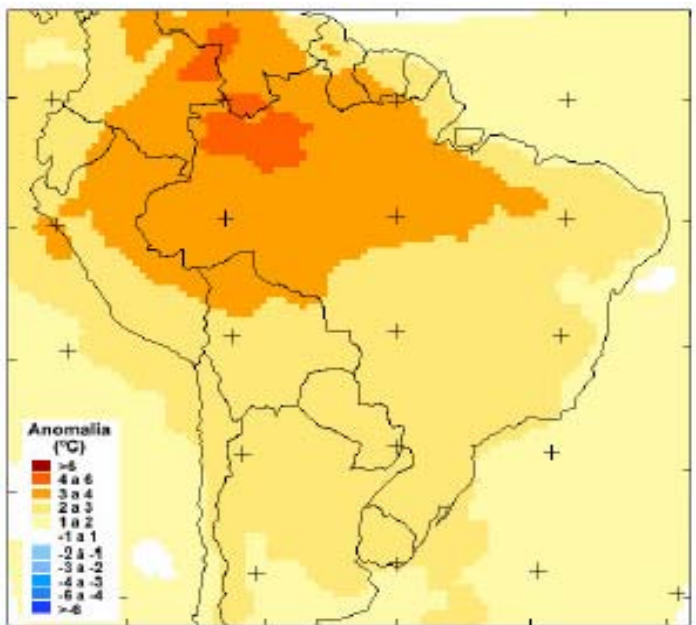


B2

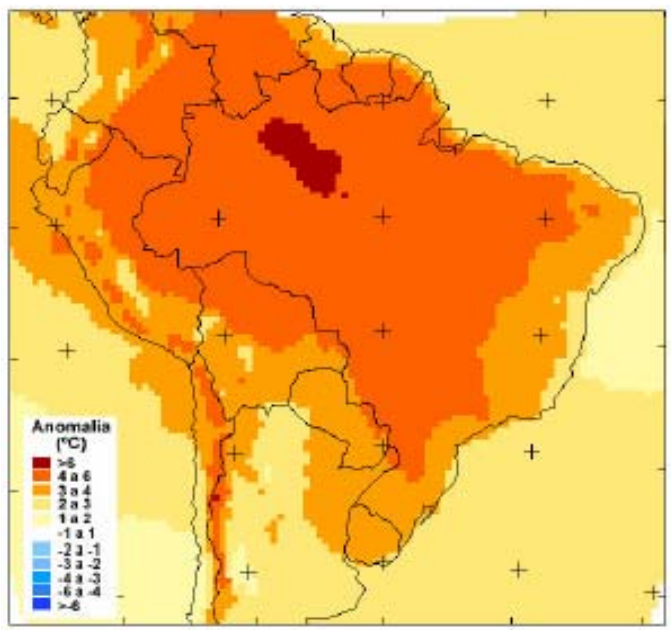


A2

Temperature anomalies (C) Annual [(2071-2100)- (1961-90)]

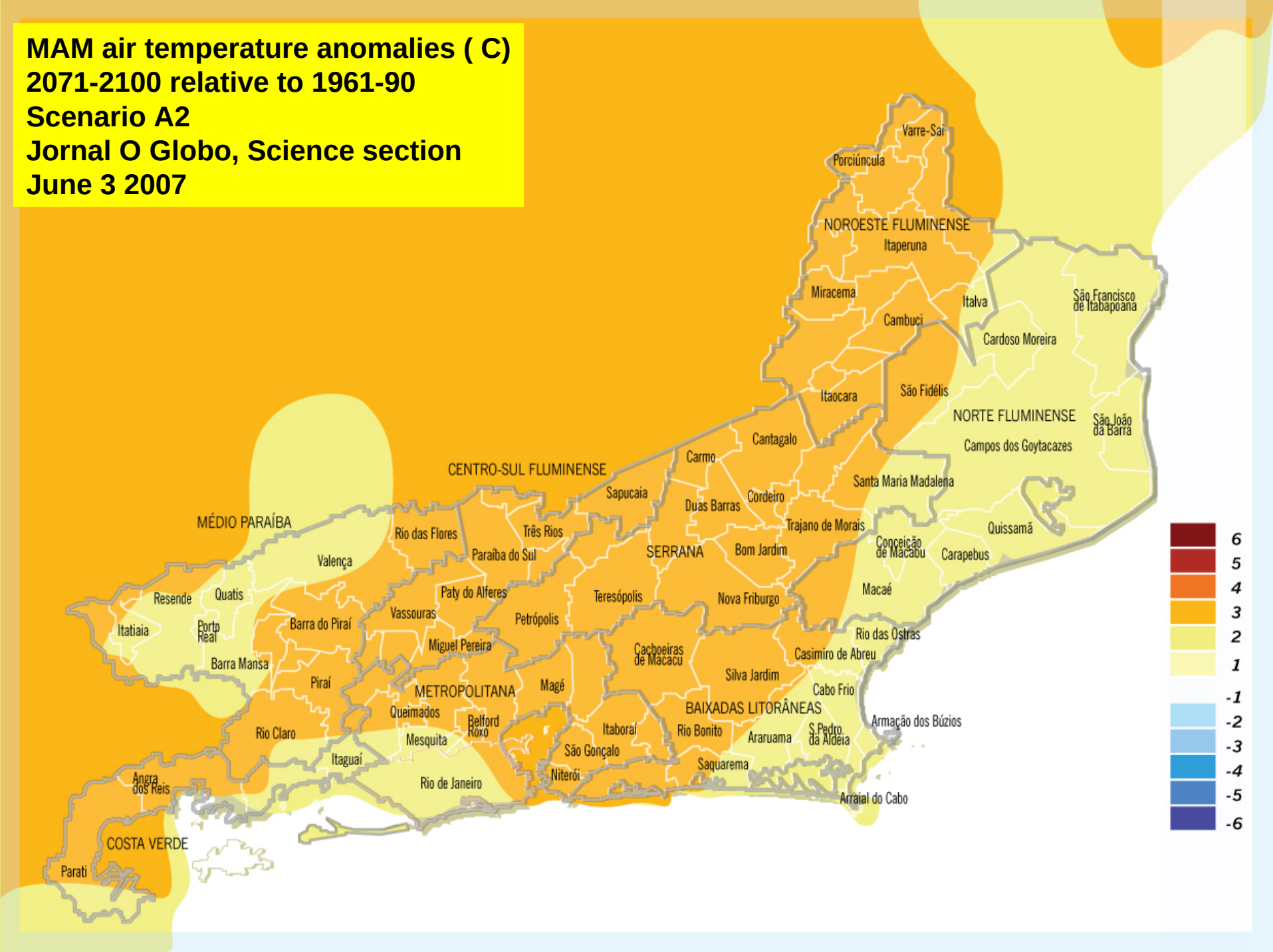


B2



A2

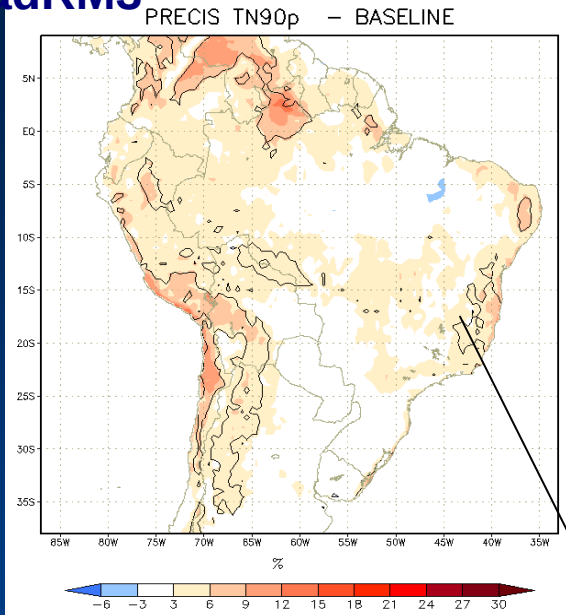
MAM air temperature anomalies (C)
2071-2100 relative to 1961-90
Scenario A2
Jornal O Globo, Science section
June 3 2007



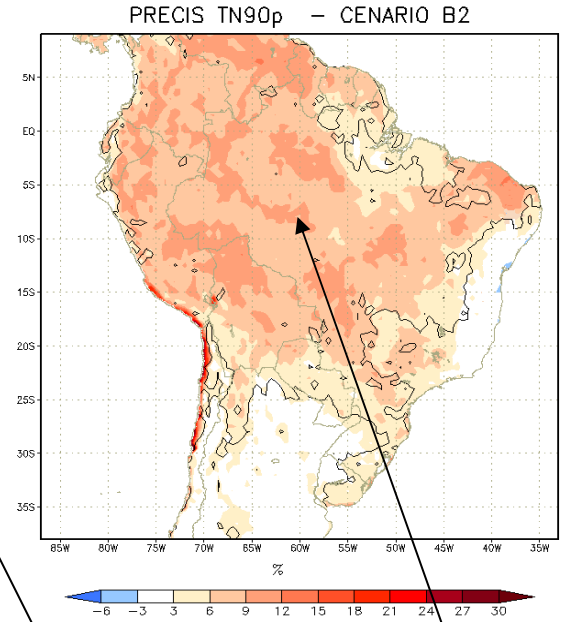
Warm nights index (TN90) [(2071-2100)- (1961-90)]

HadRM3

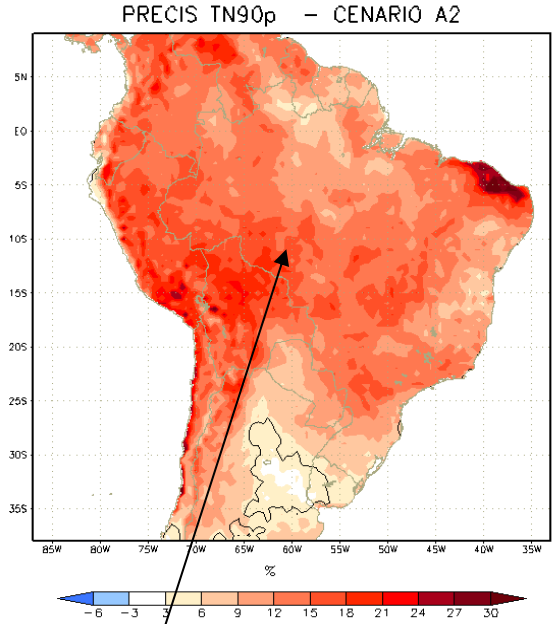
1961-90



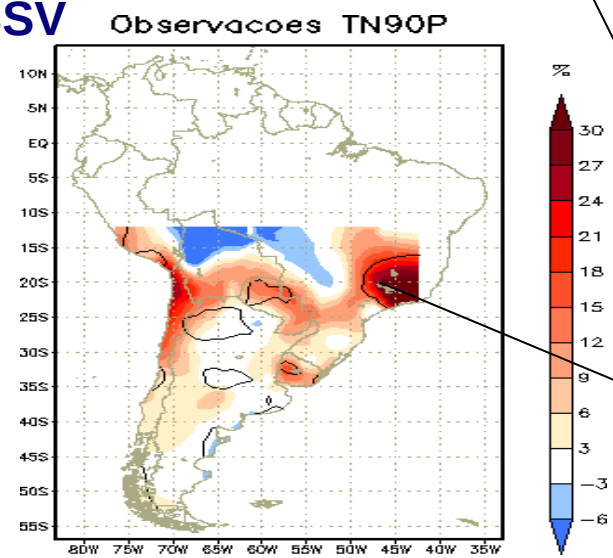
2071-2100, B2



2071-2100, A2



OBSV



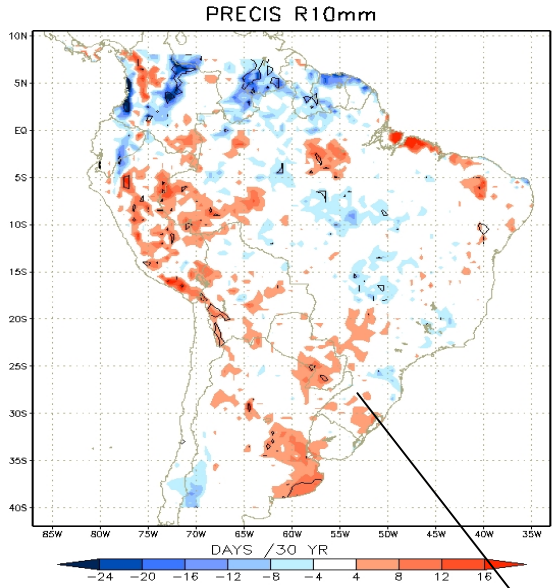
Increase in the frequency of warm nights until 2100

Increase in the frequency of warm nights during 1961-2000

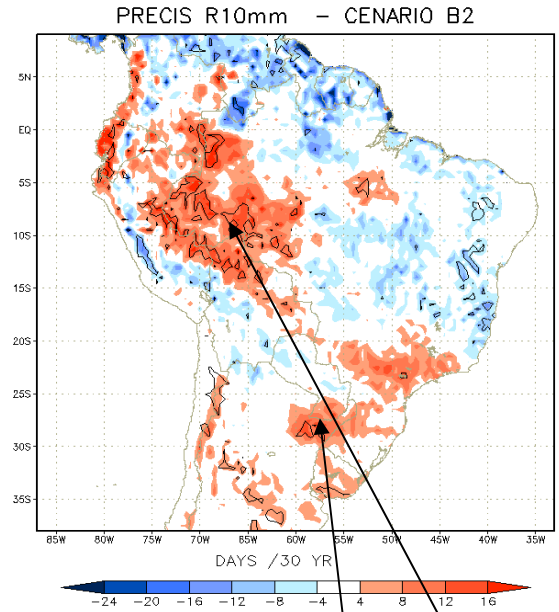
Intense rainfall index (R10) [(2071-2100)- (1961-90)]

HadRM3

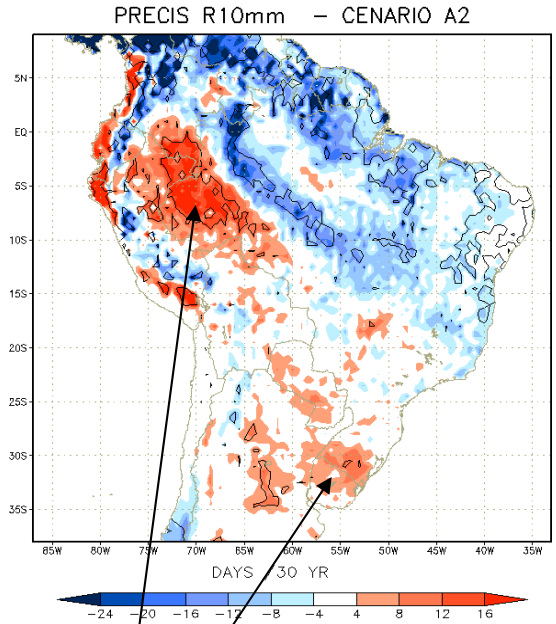
1961-90



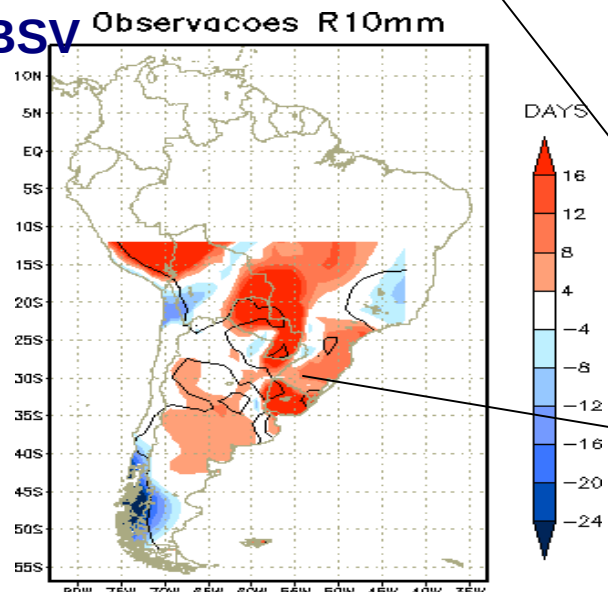
2071-2100, B2



2071-2100, A2



OBSV



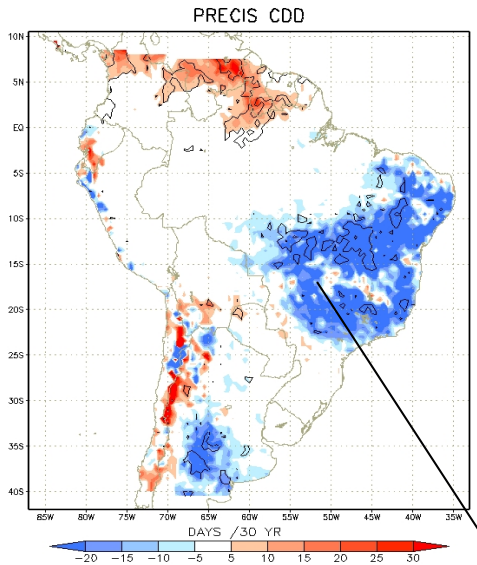
Increase in the frequency of intense rainfall events until 2100

Increase in the frequency of intense rainfall events during 1961-2000

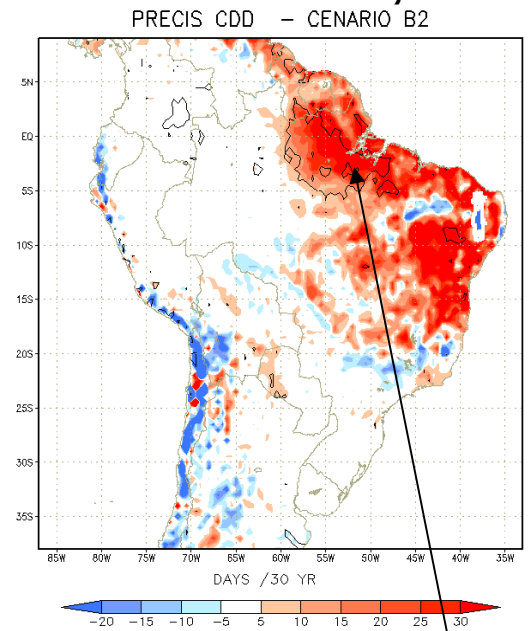
Consecutive dry days index (CDD) [(2071-2100)- (1961-90)]

HadRM3

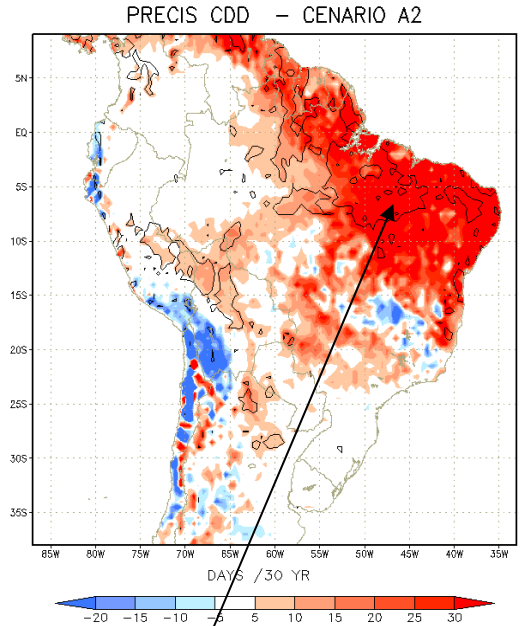
1961-90



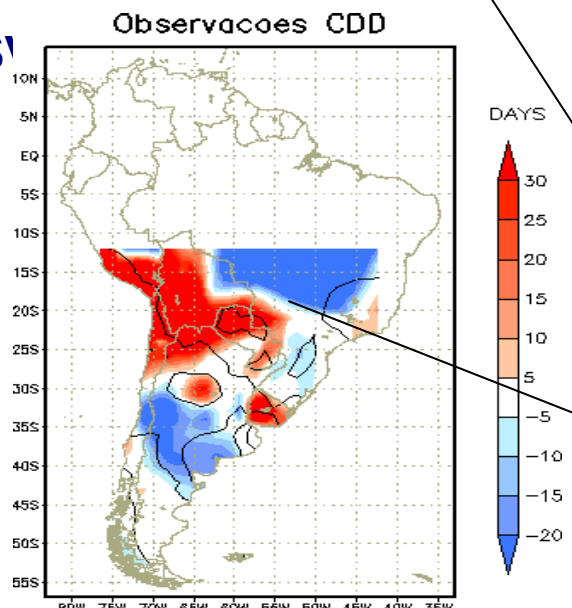
2071-2100, B2



2071-2100, A2



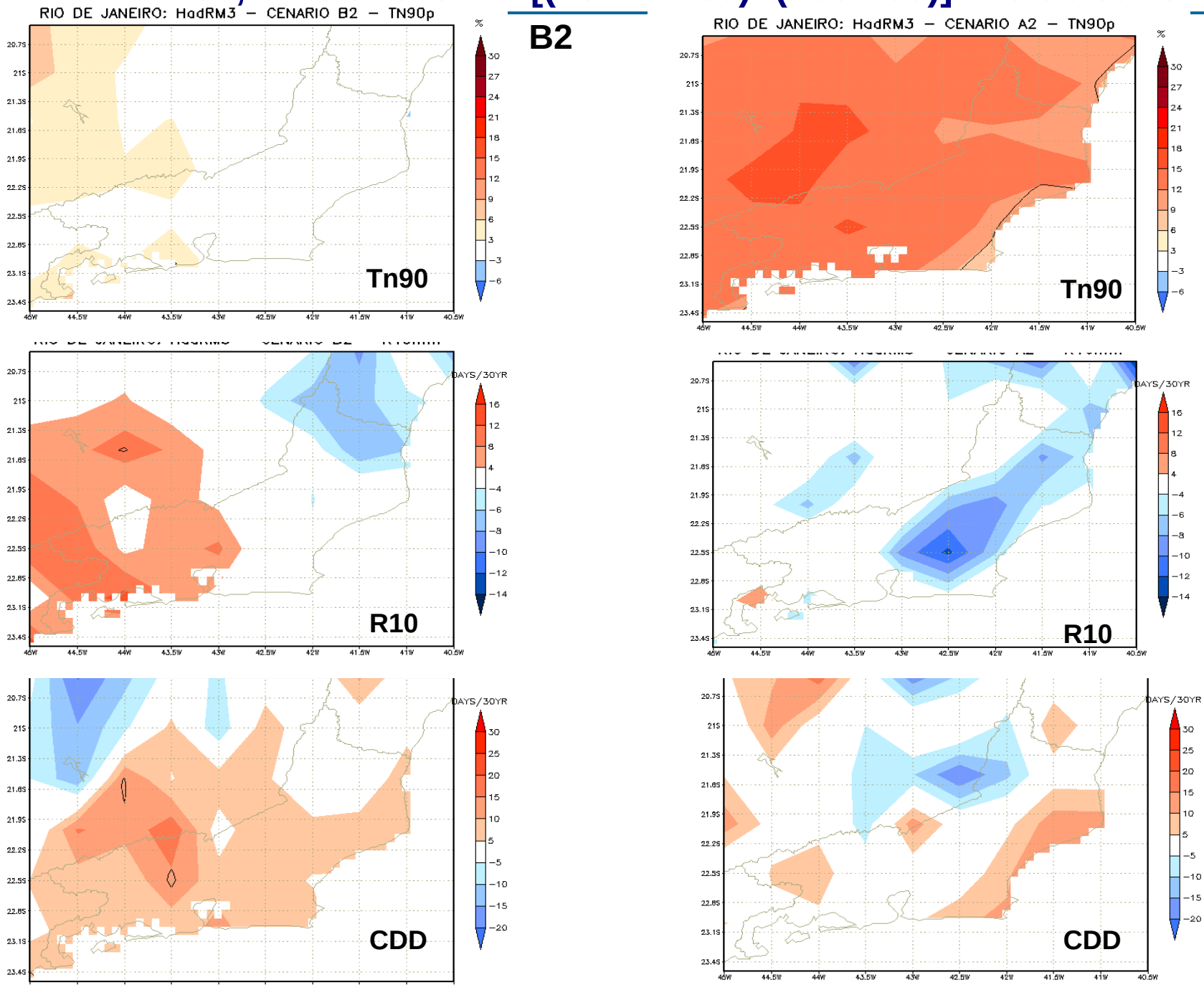
OBS'



Increase in the frequency of consecutive dry days until 2100

Reduction in the frequency of consecutive dry days during 1961-2000

TN90, R10 and CDD [(2071-2100)- (1961-90)]-Rio de Janeiro



PROJEÇÕES DE MUDANÇAS FUTURAS NO CLIMA

Um grande avanço desta avaliação das projeções da mudança do clima em relação ao TRA é o grande número de simulações disponíveis feitas com uma gama maior de modelos. Juntamente com as informações adicionais obtidas de observações, elas fornecem uma base quantitativa para estimar as probabilidades de muitos aspectos da mudança do clima no futuro. As simulações dos modelos cobrem uma faixa de futuros possíveis, inclusive suposições idealizadas de emissão ou concentração. Entre elas estão os cenários marcadores ilustrativos do RECE[14] para o período de 2000 a 2100 e experimentos dos modelos com concentrações de gases de efeito estufa e aerossóis mantidas constantes após 2000 ou 2100.

Para as próximas duas décadas, projeta-se um aquecimento de cerca de 0,2ºC por década para uma faixa de cenários de emissões do RECE. Mesmo que as concentrações de todos os gases de efeito estufa e aerossóis se mantivessem constantes nos níveis do ano 2000, seria esperado um aquecimento adicional de cerca de 0,1ºC por década. {10.3, 10.7}

Contribuição do Grupo de Trabalho II ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima
Mudança do Clima 2007: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade à Mudança do Clima

- As evidências obtidas por meio de observações de todos os continentes e da maior parte dos oceanos mostram que muitos sistemas naturais estão sendo afetados pelas mudanças climáticas regionais, principalmente pelos aumentos de temperatura.

- Uma avaliação global dos dados desde 1970 mostrou ser provável que o aquecimento antrópico tenha tido uma influência discernível em muitos sistemas físicos e biológicos.

- Outros efeitos das mudanças climáticas regionais no meio ambiente natural e humano estão surgindo, embora seja difícil identificar muitos deles em razão da adaptação e dos fatores não-climáticos que os influenciam.

- Existem agora informações mais específicas de uma ampla gama de sistemas e setores acerca da natureza dos impactos futuros, inclusive para alguns campos que não foram tratados nas avaliações anteriores.

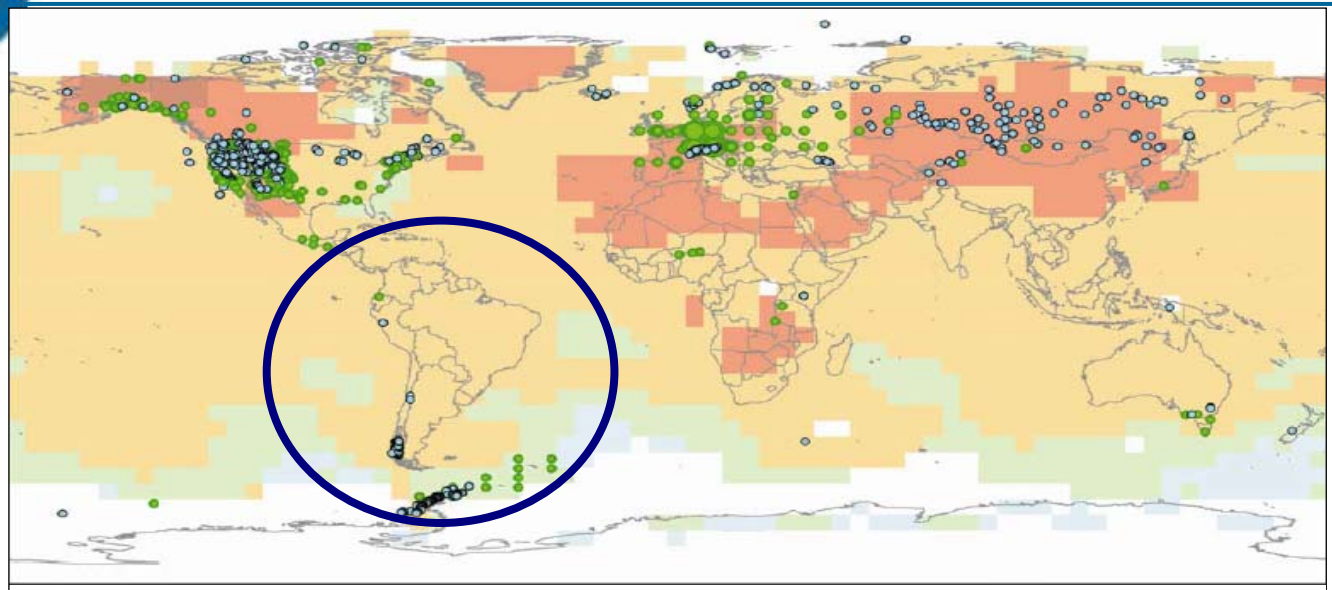
- Há agora informações mais específicas para as regiões do mundo acerca da natureza dos impactos futuros, inclusive para alguns lugares que não foram cobertos nas avaliações anteriores.

- As magnitudes dos impactos agora podem ser estimadas de forma mais sistemática para uma série de aumentos possíveis da temperatura global média.

- É muito provável que haja mudança nos impactos decorrentes de alteração das freqüências e intensidades dos eventos extremos de tempo, clima e nível do mar.

- Alguns eventos climáticos de grande escala têm o potencial de causar impactos muito grandes, especialmente após o século XXI.

Mudanças nos sistemas físicos e biológicos e na temperatura de 1970-2004



28.115 28.586 28.671

	AMN	AL	EUR	AFR	AS	ANZ	RP*	TER	MAD**	GLO
Físicos	355	53	119	5	106	6	120	764	1	765
Biológicos	455	5		2	8	0	24		85	
Físicos %	94%	98%	94%	100%	96%	100%	91%	94%	100%	94%
Biológicos %	92%	100%	89%	100%	100%	–	100%	90%	99%	90%

Observações

- Sistemas físicos (criosfera, hidrologia, processos costeiros)
- Sistemas biológicos (marinhos, de água doce e terrestres)

Físicos	Biológicos
Número significativo de mudanças observadas	Número significativo de mudanças observadas
Porcentagem de mudanças significativas condizentes com o aquecimento	Porcentagem de mudanças significativas condizentes com o aquecimento

Europa***

- 1 - 30
- 31 - 100
- 101 - 800
- 801 - 1200
- 1201 - 7500

Mudança de temperatura °C
1970 - 2004

-1,0 -0,2 0,2 1,0 2,0 3,5

* As regiões polares também abrangem as mudanças observadas nos sistemas biológicos marinhos e de água doce.

** Os sistemas biológicos marinhos e de água doce abrangem as mudanças observadas em locais e vastas áreas nos oceanos, pequenas ilhas e continentes.

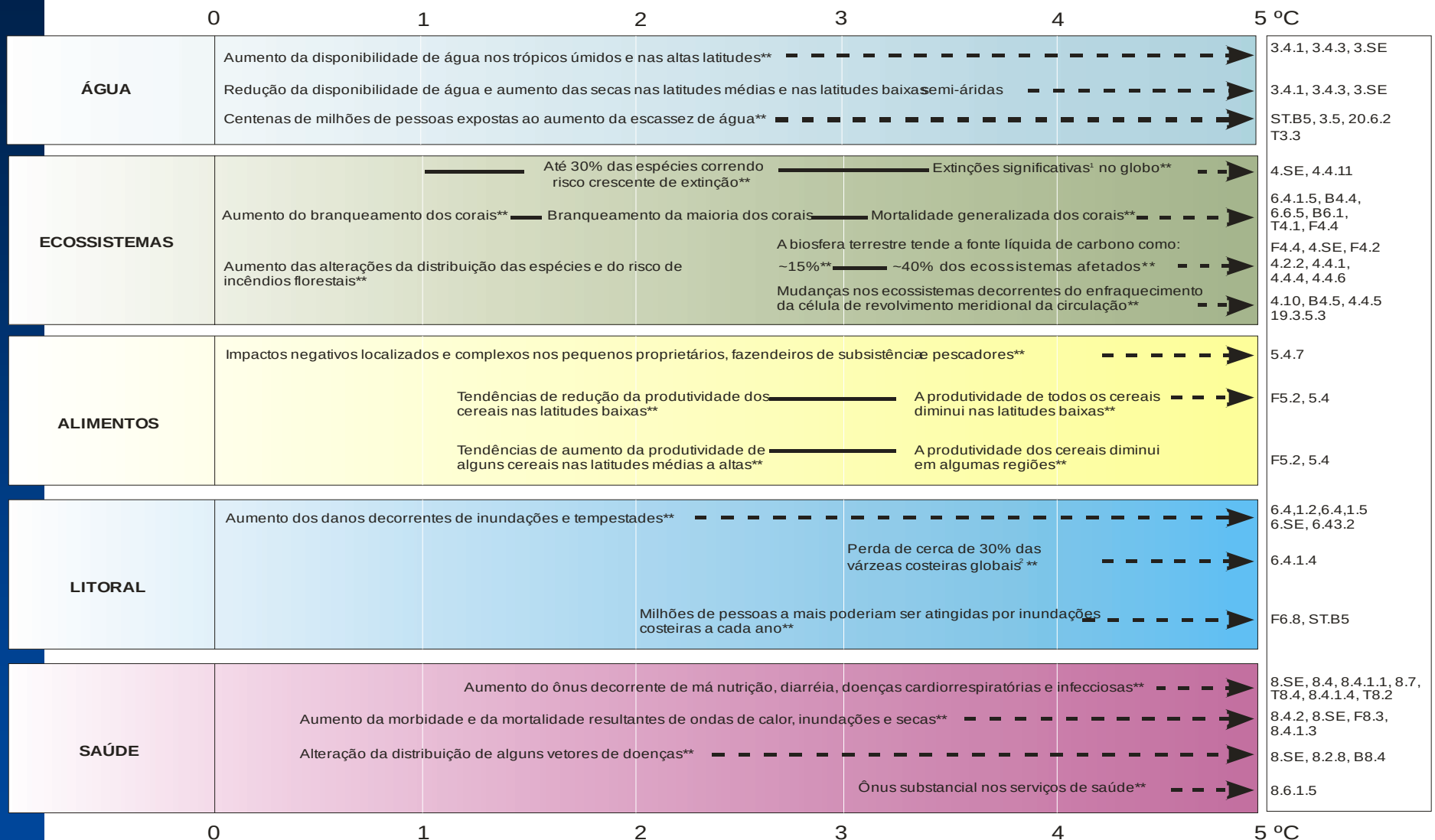
*** Os círculos na Europa representam séries de dados de 1 a 7500.

Os locais de mudanças significativas nas observações dos sistemas físicos (neve, gelo e solo congelado; hidrologia; e processos costeiros) e sistemas biológicos (terrestres, marinhos e de água doce) são mostrados juntamente com as mudanças na temperatura do ar da superfície ao longo do período de 1970 a 2004.

Principais Impactos como Função do Aumento da Mudança da Temperatura Global Média

(Os impactos irão variar em função da amplitude da adaptação, ritmo de mudança da temperatura e trajetória socioeconômica)

Média global anual da mudança de temperatura relativa a 1980-1999 (°C)



[1] Significativo é definido aqui como mais de 40%.
[2] Com base na taxa média de elevação do nível do mar de 4,2 mm/ano de 2000 a 2080.

Phenomena[a] and direction of trend [WGI SPM]	Likelihood of future trend based on projections for 21st century using SRES scenarios [WGI SPM]	Examples of major projected impacts by sector			
		Impacts due to altered frequencies and intensities of extreme weather, climate, and sea level events are very likely to change			
		Agriculture, forestry and ecosystems [4.4, 5.4]	**Water resources [3.4]**		**Industry/settlement/ Society [7.4]**
Warmer and fewer cold days and nights; warmer/more frequent hot days and nights over most land areas	Virtually certain[b]	Increased yields in colder environments; decreased yields in warmer environments; increased insect outbreaks	Effects on water resources relying on snow melt; increased evapo-transpiration rates		Reduced energy demand for heating; increased demand for cooling; declining air quality in cities; reduced disruption to transport due to snow, ice; effects on winter tourism
Warm spells/heat waves: frequency increases over most land areas	Very likely	Reduced yields in warmer regions due to heat stress; wild fire danger increase	Increased water demand; water quality problems, e.g., algal blooms		Reduction in quality of life for people in warm areas without appropriate housing; impacts on elderly, very young and poor.
Heavy precipitation events: frequency increases over most areas	Very likely	Damage to crops; soil erosion, inability to cultivate land due to water logging of soils	Adverse effects on quality of surface and groundwater; contamination of water supply; water scarcity may be relieved		Disruption of settlements, commerce, transport and societies due to flooding; pressures on urban and rural infrastructures
Area affected by drought: increases	Likely	Land degradation, lower yields/crop damage and failure; increased livestock deaths; increased risk of wildfire	More widespread water stress		Water shortages for settlements, industry and societies; reduced hydropower generation potentials; potential for population migration
Intense tropical cyclone activity increases	Likely	Damage to crops; windthrow (uprooting) of trees; damage to coral reefs	Power outages cause disruption of public water supply		Disruption by flood and high winds; withdrawal of risk coverage in vulnerable areas by private insurers, potential for population migrations
Increased incidence of extreme high sea level (excludes tsunamis)[c]	Likely[d]	Salinisation of irrigation water, estuaries and freshwater systems	Decreased freshwater availability due to saltwater intrusion		Costs of coastal protection *versus* costs of land-use relocation; potential for movement of populations and infrastructure; also see tropical cyclones above

Table 6.4: Summary of climate-related impacts on socio-economic sectors in coastal zones

Coastal Socio-economic Sector	Climate-related impacts (and their climate drivers in Figure 6.1)						
	Temperature Rise (Air and seawater)	Extreme events (Storms, waves)	Floods (Sea level, run-off)	Rising water tables (Sea level)	Erosion (Sea level, storms, waves)	Salt water intrusion (Sea level, run-off)	Biological effects (All climate drivers)
Freshwater Resources	X	X	X	X	-	X	x
Agriculture and forestry	X	X	X	X	-	X	x
Fisheries and Aquaculture	X	X	x	-	x	X	X
Health	X	X	X	x	-	X	X
Recreation and tourism	X	X	x	-	X	-	X
Biodiversity	X	X	X	X	X	X	X
Settlements/ infrastructure	X	X	X	X	X	X	-

X = strong; x= weak; - = negligible or not established.

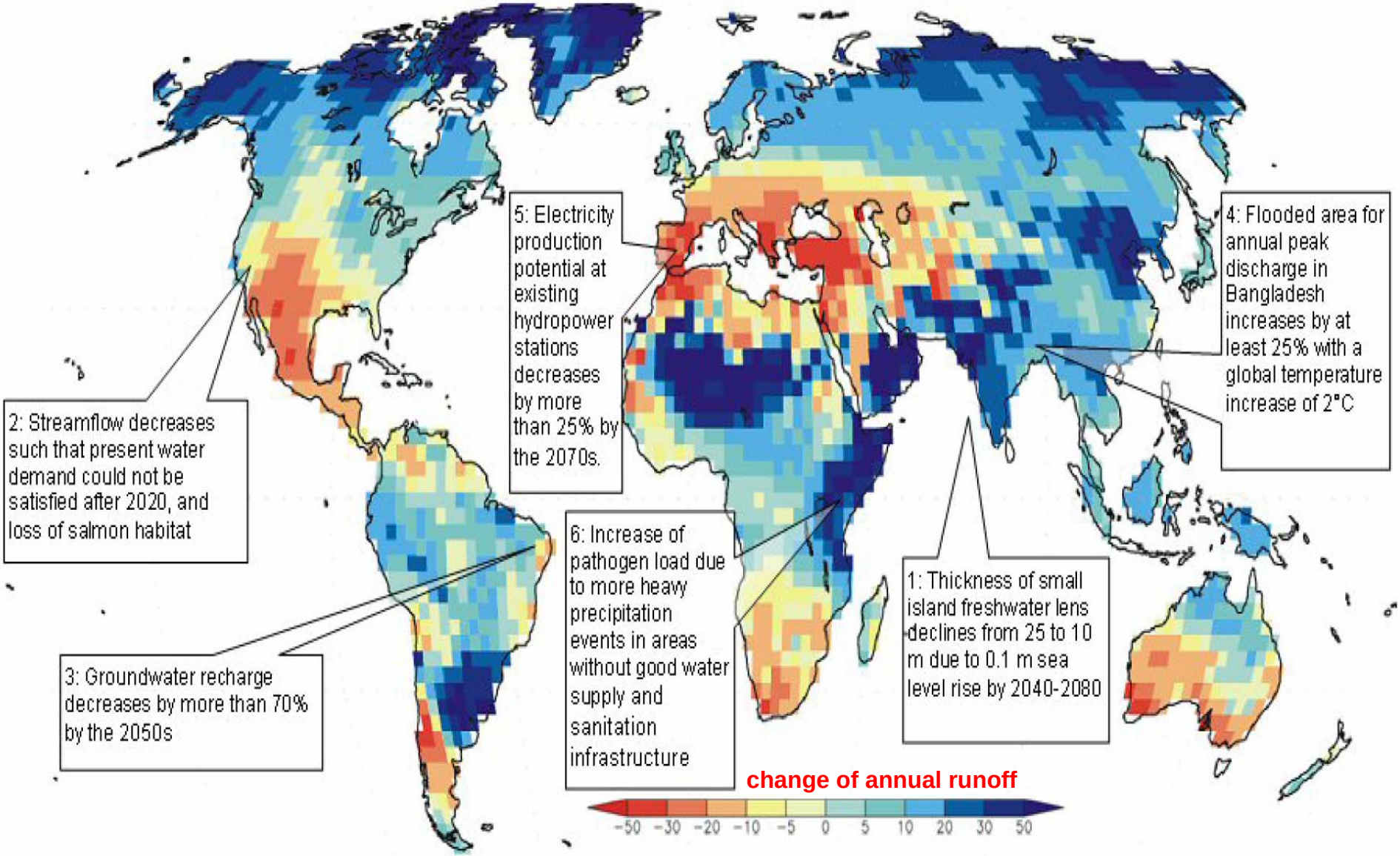


Figure 3.8: Illustrative map of future climate change impacts on freshwater which are a threat to the sustainable development of the affected regions. 1: Bobba et al. (2000), 2: Barnett et al. (2004), 3: Döll and Flörke (2005), 4: Mirza et al. (2003) 5: Lehner et al. (2005a) 6: Kistemann et al. (2002). Background map: Ensemble mean change of annual runoff, in percent, between present (1981-2000) and 2081-2100 for the SRES A1B emissions scenario (Nohara et al., 2006).

Conhecimento atual sobre as respostas à mudança do clima

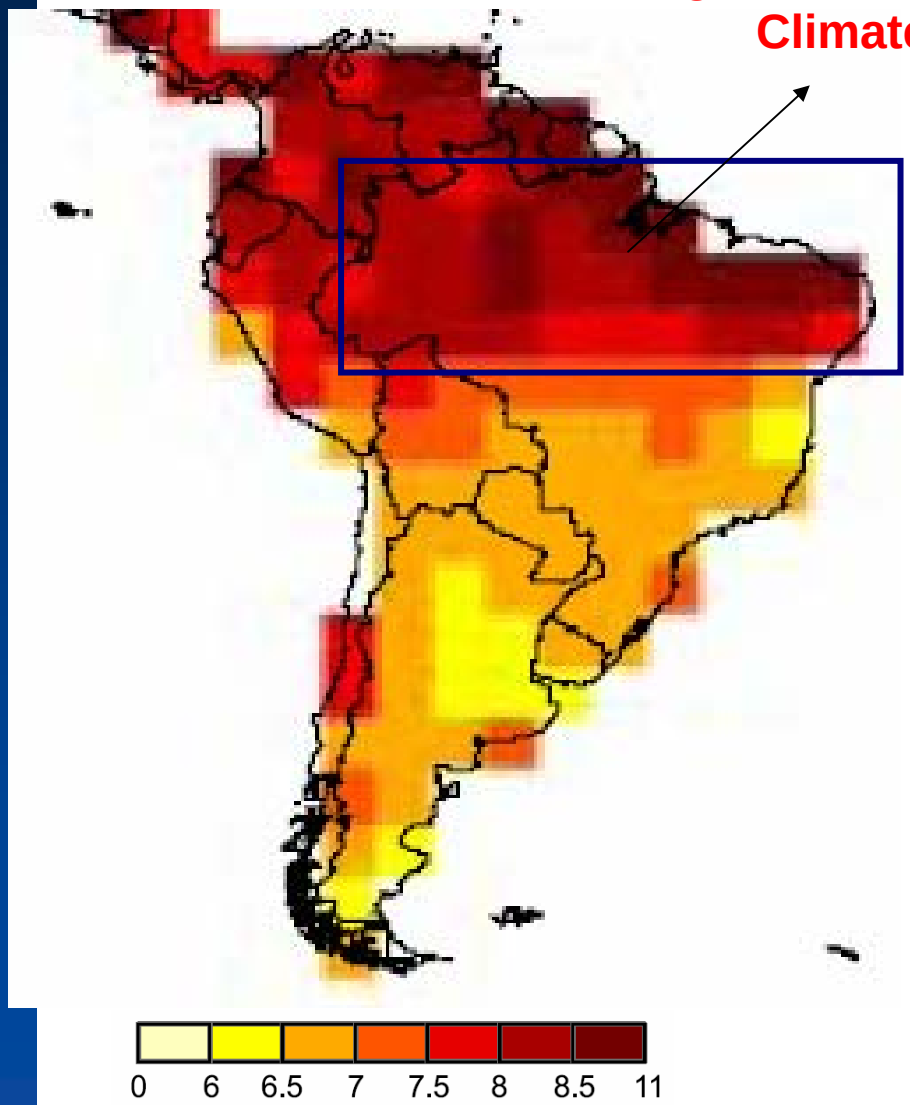
- **Já está ocorrendo, embora de forma limitada, um pouco de adaptação à futura mudança do clima observada e projetada.**
- **A adaptação será necessária para tratar dos impactos provocados pelo aquecimento que já não pode ser evitado, por ser decorrente das emissões passadas.**
- **Há uma vasta gama de opções de adaptação, mas é necessária uma adaptação mais ampla do que a que está ocorrendo atualmente para reduzir a vulnerabilidade à futura mudança do clima. Barreiras, limites e custos existentes ainda não são completamente conhecidos.**
- **A vulnerabilidade à mudança do clima pode ser exacerbada pela presença de outros fatores de tensão.**
- **A vulnerabilidade futura depende não apenas da mudança do clima mas também da trajetória do desenvolvimento.**
- **O desenvolvimento sustentável pode reduzir a vulnerabilidade à mudança do clima, e a mudança do clima poderia interferir na capacidade das nações de alcançar trajetórias de desenvolvimento sustentável.**
- **Muitos impactos podem ser evitados, reduzidos ou adiados pela mitigação.**
- **Um portfólio de medidas de adaptação e mitigação pode diminuir os riscos associados à mudança do clima.**
- **Os impactos da mudança do clima irão variar entre as regiões, mas agregados e antecipados para o presente, é muito provável que imponham custos anuais líquidos que aumentem ao longo do tempo na proporção do aumento das temperaturas globais.**

Necessidades de observação sistemática e pesquisas

Embora, desde a Terceira Avaliação, tenham melhorado as condições da ciência de fornecer informações aos formuladores de políticas sobre os impactos da mudança do clima e o potencial de adaptação, ainda há muitas questões importantes que precisam de respostas. Os capítulos do relatório do Grupo de Trabalho II trazem uma série de avaliações das prioridades de observação e pesquisas, e essas indicações devem ser consideradas seriamente).

The aggregated CCI (Climate Change index) on a grid basis for South America, for the 2071-2100 period in relation to 1961-90. (Baettig et al. 2007).

Regions more vulnerable to Climate Change

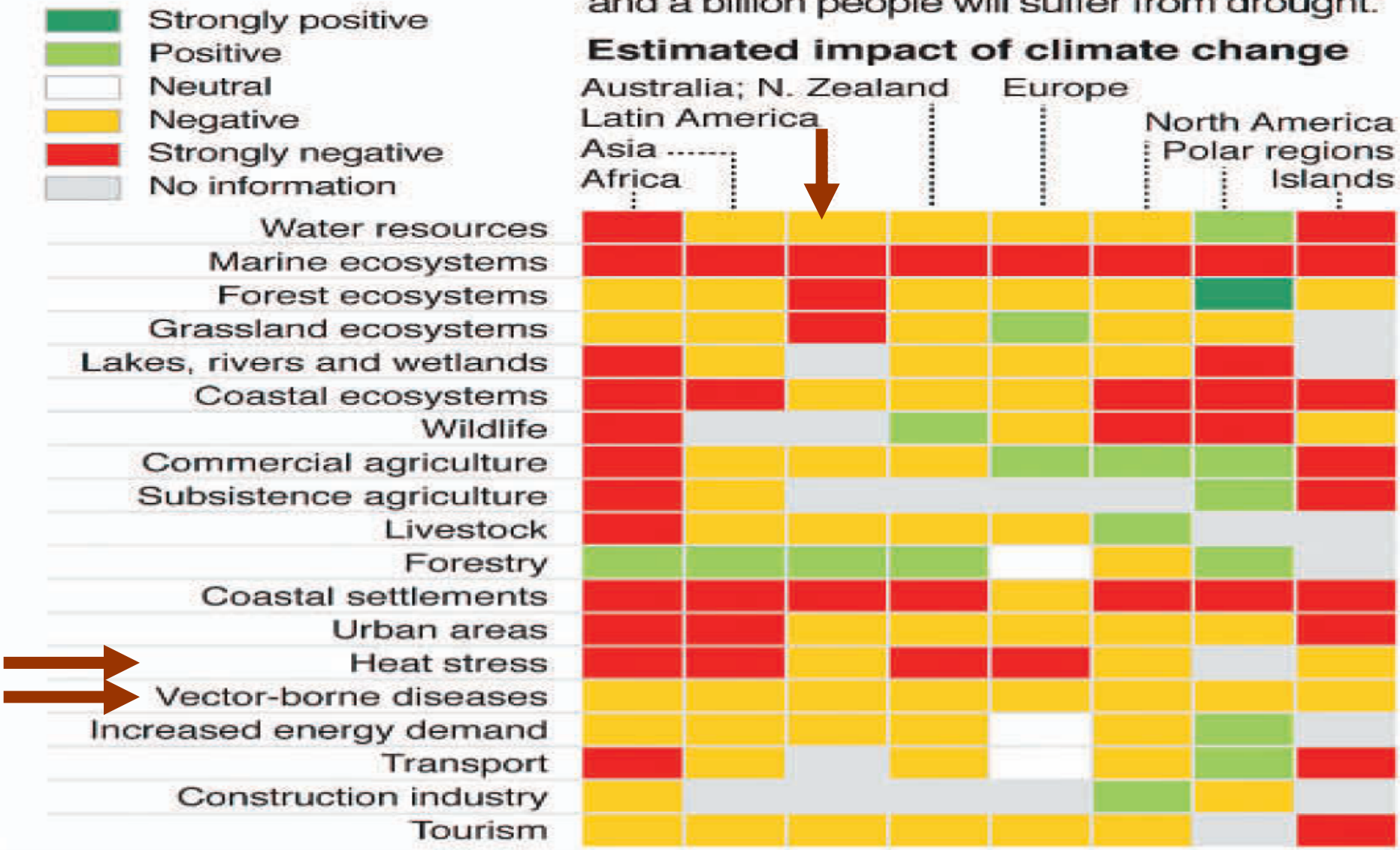


The CCI indicates that climate will change most strongly relative to today's natural variability in the tropics. The high CCI-values in the tropics are caused by precipitation changes but also seasonal temperature events. Concerning strong temperature changes, it has to be noted that in the tropics the hot temperature indicator responds more strongly to absolute changes in mean than elsewhere, because natural temperature variability is much smaller in the tropics than in higher latitudes.

According to the CCI, climate is expected to change more strongly relative to today's natural variability in these more vulnerable countries than in many countries with a high HDI and thus lower vulnerability.

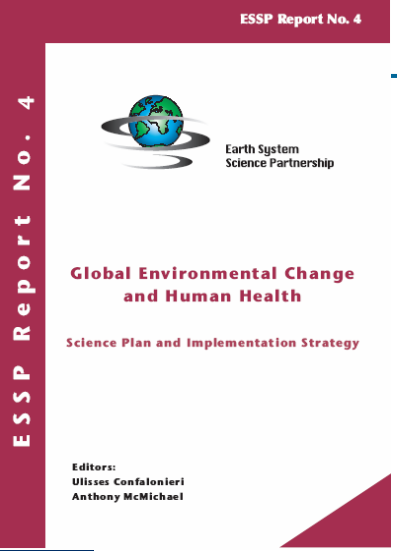
Dark effects of climate change

A preliminary report on climate change warns that in just a few decades, millions of people will go hungry, tens of millions will be flooded in their homes each year and a billion people will suffer from drought.



SOURCE: Intergovernmental Panel on Climate Change

AP



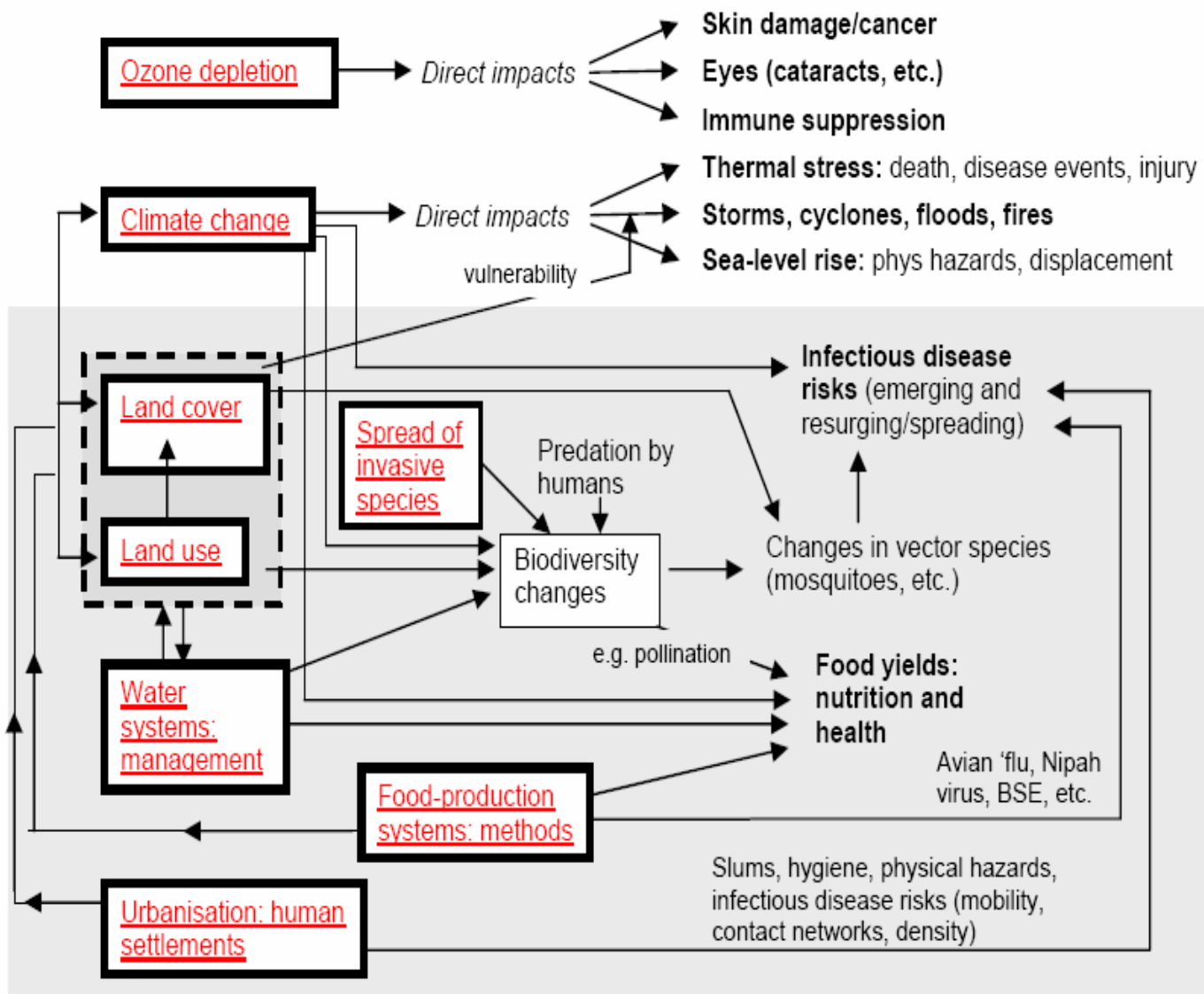


Figure 1. Schematic diagram of the main types of biogeophysical pathways by which Global Environmental Changes (boxed underlined text) can affect human health.

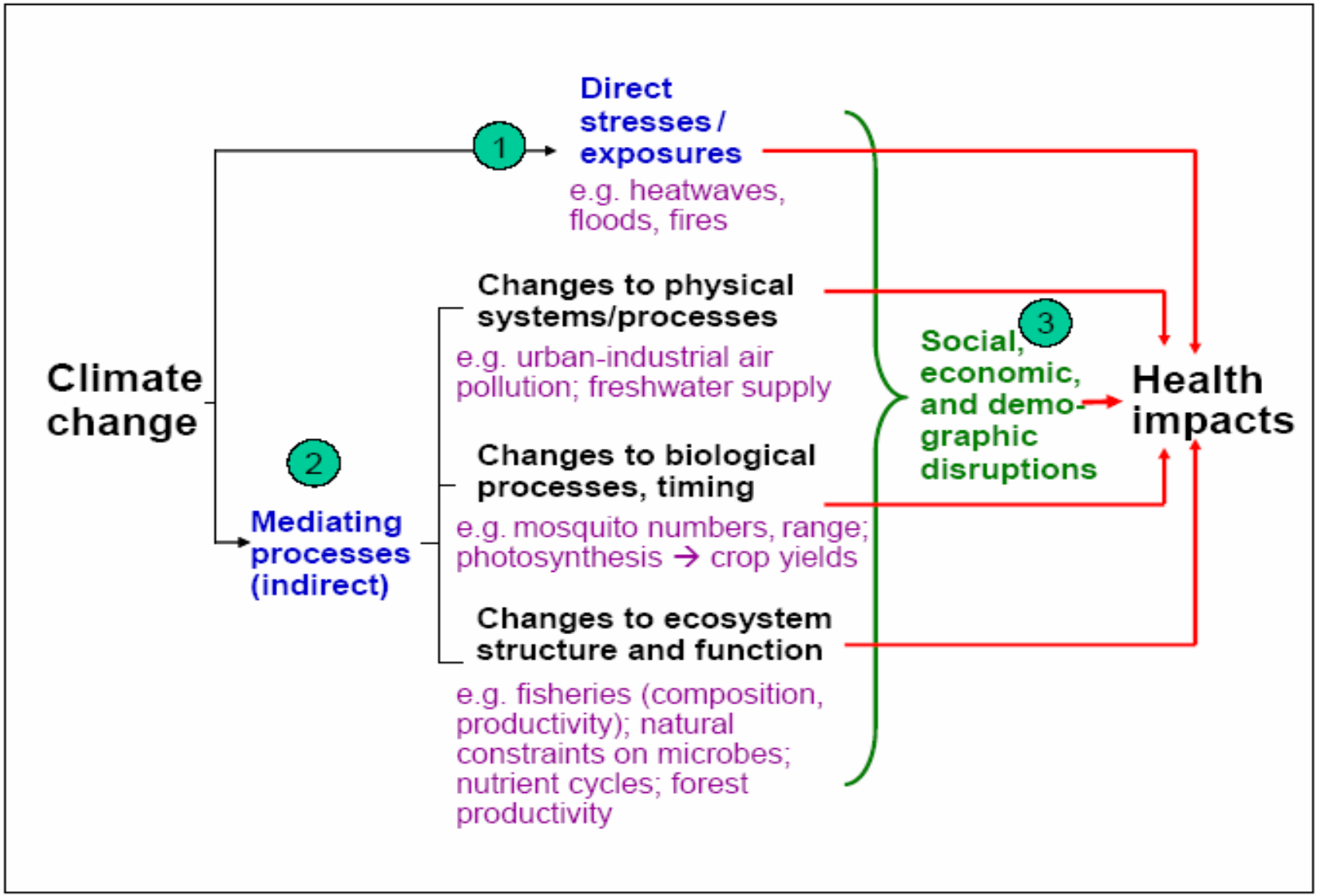


Figure 2. Schematic representation of the three main causal pathways by which changes in climatic conditions impinge on human health

www.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas