

Variabilidade Climática

Eduardo Sávio P. R. Martins

CLIMA DO PRESENTE

Conceitos

Balço de energia

Circulaço Atmosférica

Circulaço Atmosférica – Sistemas Climáticos do NE

Circulaço Oceânica

Processos Acoplados Oceano-Atmosfera

VARIABILIDADE CLIMÁTICA (Processos Acoplados, Precipitaço, Clima&RH
Uso da Terra x Variabilidade Climática)

VARIAÇOES DECADAIS

CLIMA DO FUTURO - MUDANÇAS CLIMÁTICAS

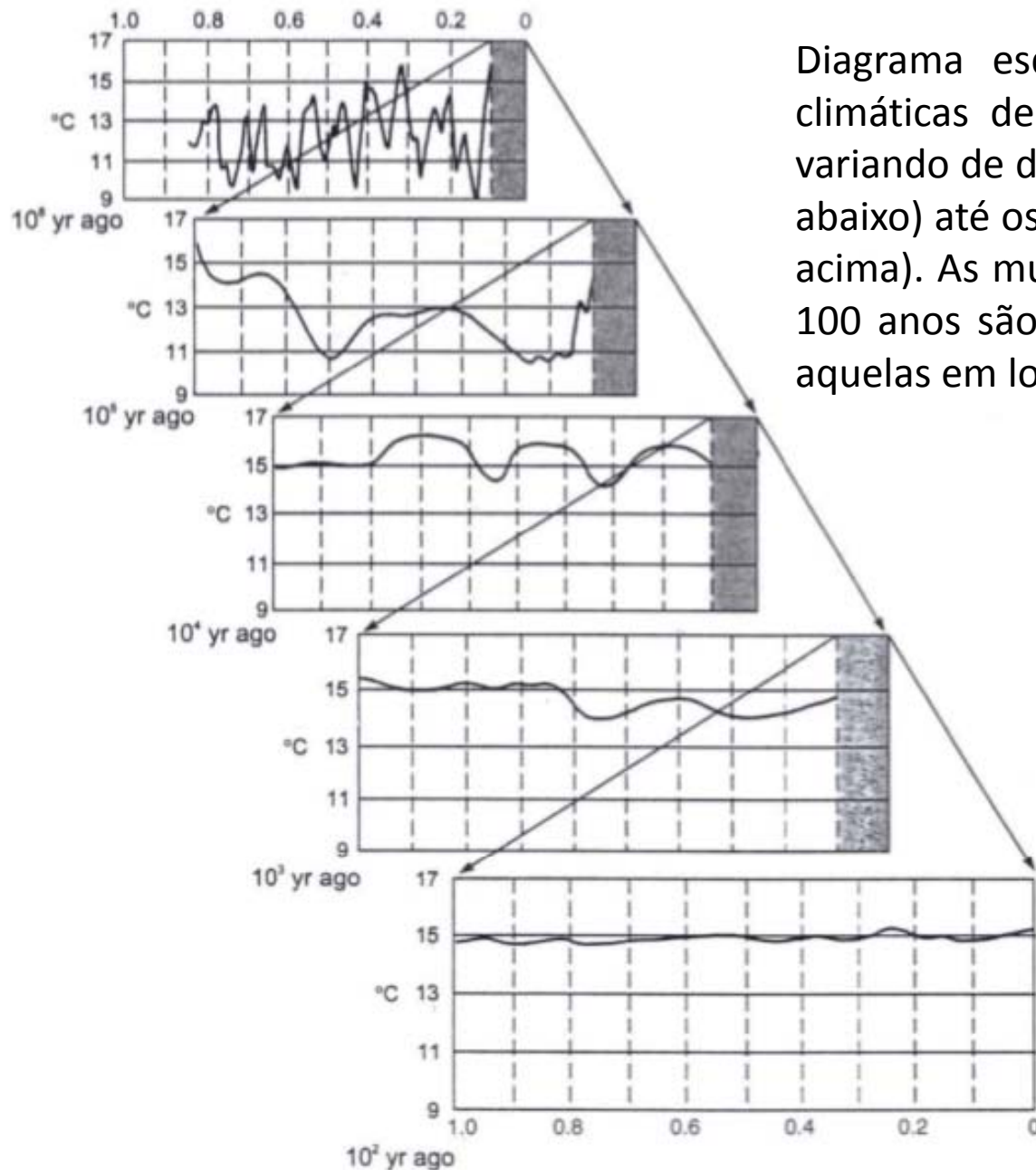


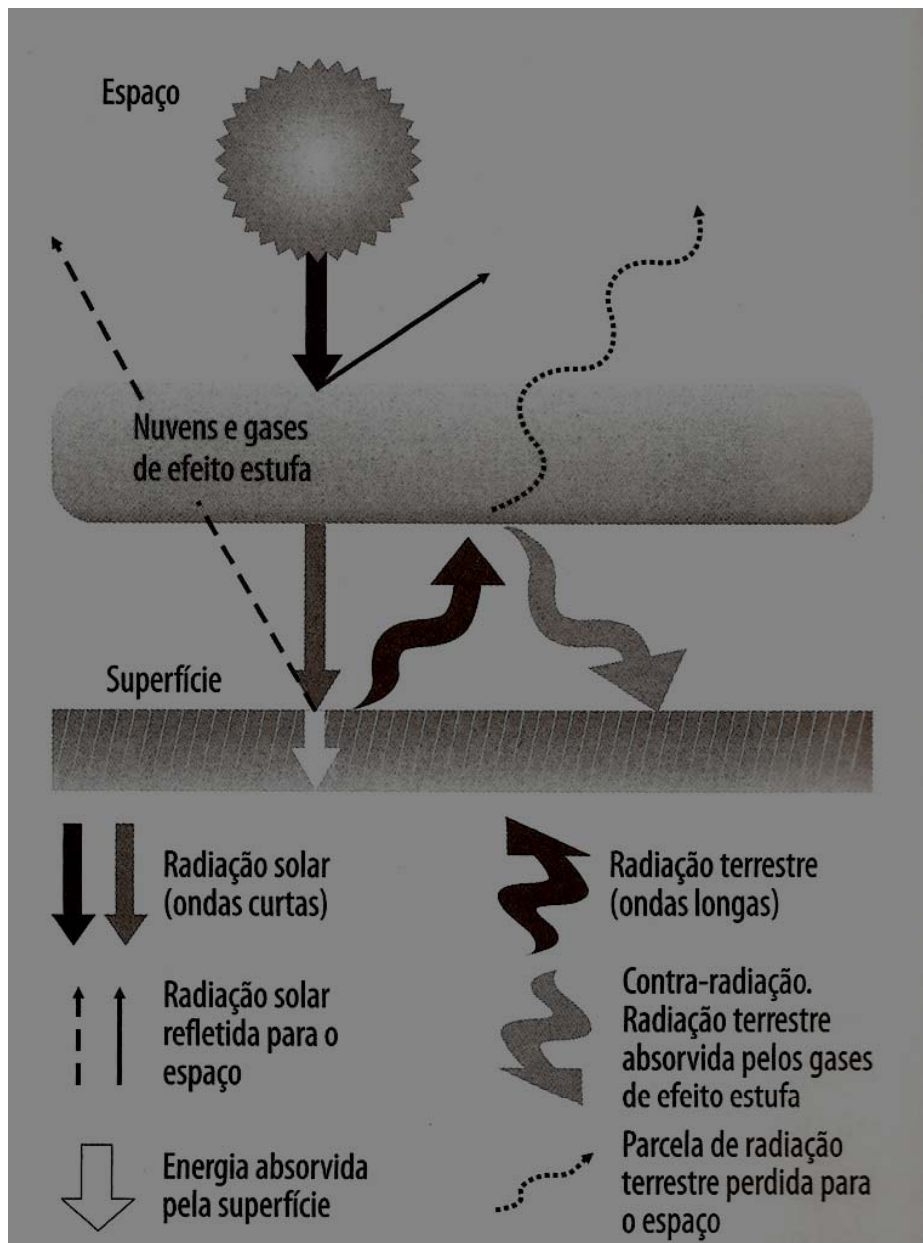
Diagrama esquemático ilustrando as flutuações climáticas de temperatura em escalas temporais variando de décadas (últimos 100 anos, figura mais abaixo) até os últimos milhões de anos (figura mais acima). As mudanças de temperaturas nos últimos 100 anos são pequenas quando comparadas com aquelas em longos períodos de tempo.

Clima do Presente

Clima

Radiação Solar & Sistema Climático

Circulação Oceânica e Atmosférica → Balanço de Energia do
Planeta



Radiação líquida varia conforme latitude

Aquecimento em baixas latitudes
&

Resfriamento em altas latitudes

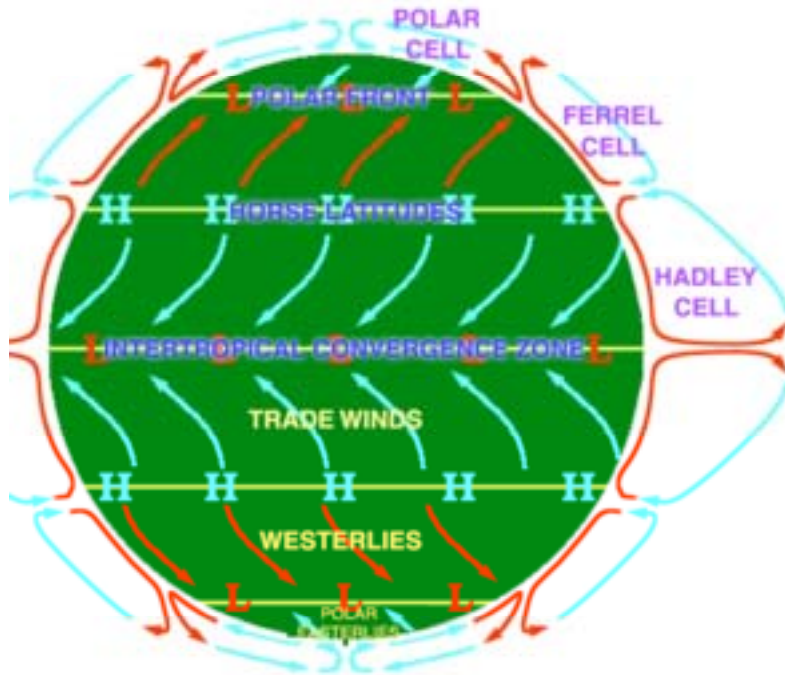
CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA É O MOVIMENTO DO AR EM TODOS OS NÍVEIS DA ATMOSFERA SOBRE O PLANETA

RADIAÇÃO AQUECE A ATMOSFERA COM DIFERENTES INTENSIDADES, VARIANDO COM A LATITUDE

OUTROS FATORES:

Rotação da Terra

Distribuição desiguais de terra e massas de ar



Circulação Global

Células:

Hadley, Ferrel e Polares

Importância dos sistemas transientes ou de Tempo para a circulação geral

OCEANOS = 71% Terra + alta capacidade calorífica

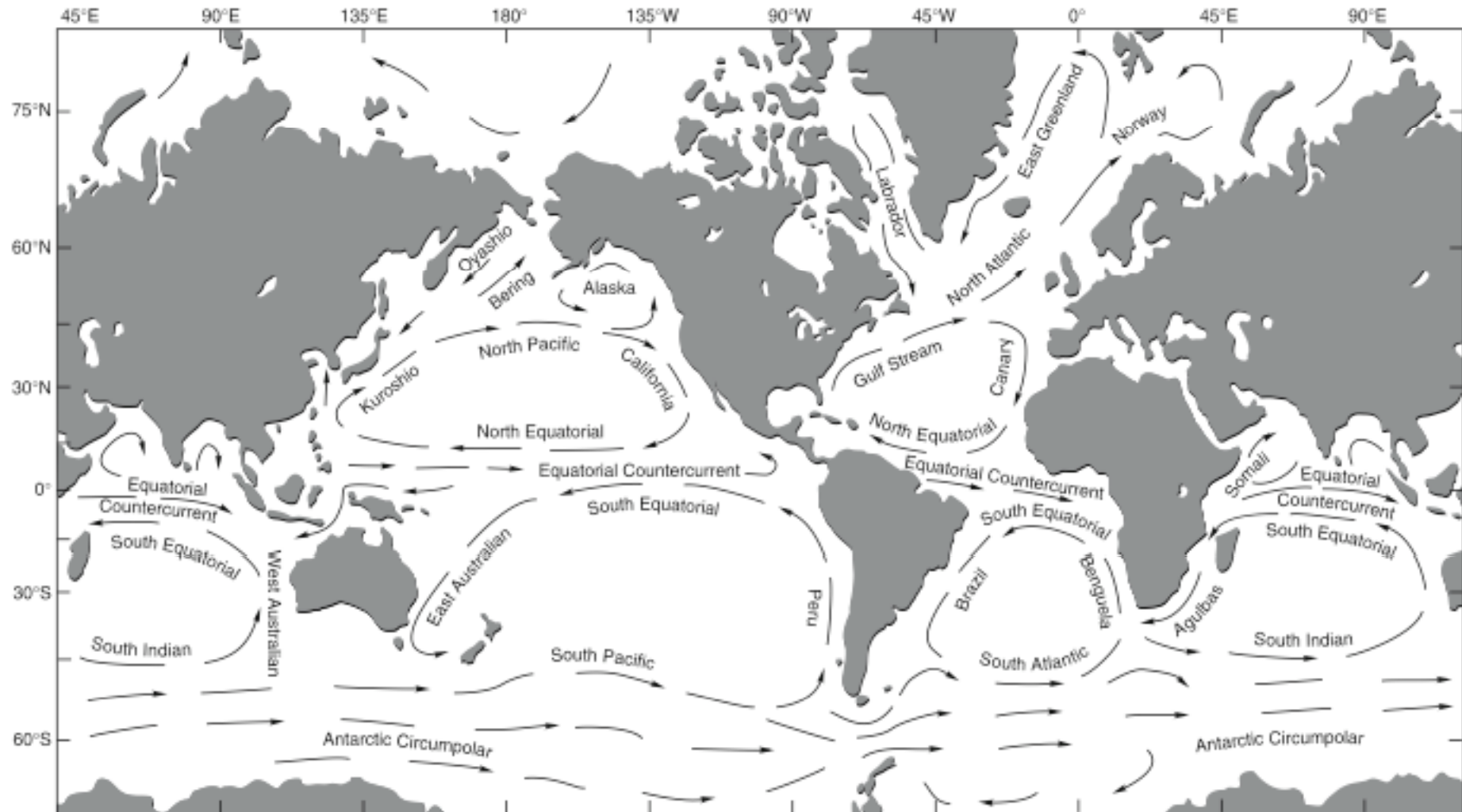


RESERVATÓRIO DE CALOR ou MEMÓRIA DO SISTEMA CLIMÁTICO

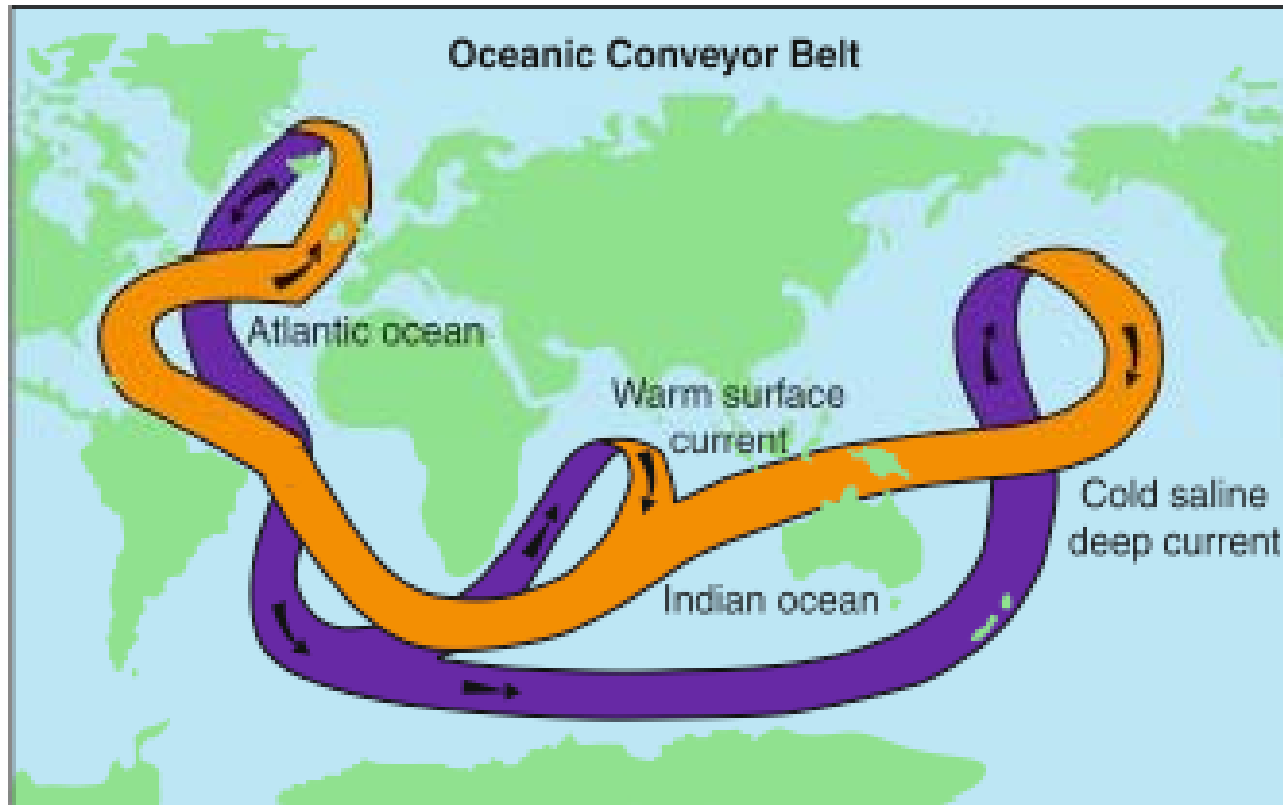
OCEANO-ATMOSFERA → TROCAM MOMENTUM E ENERGIA ATRAVÉS DE SUA INTERFACE

CIRCULAÇÕES MOVIDAS POR:

1. Rotação da Terra
2. A velocidade e direção dos ventos dominantes
3. Variações na densidade da água devido às diferenças na temperatura e salinidade entre os Oceanos (Circulações Termoalinas)



Apel, 1987



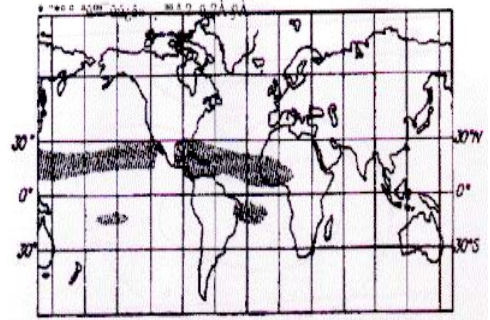
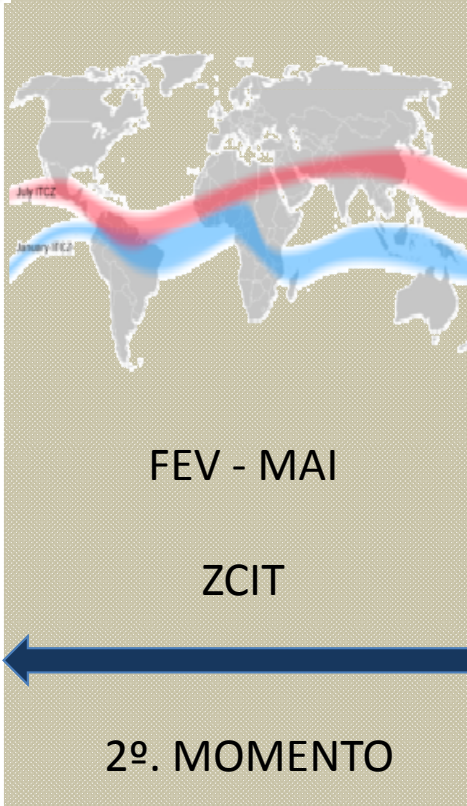
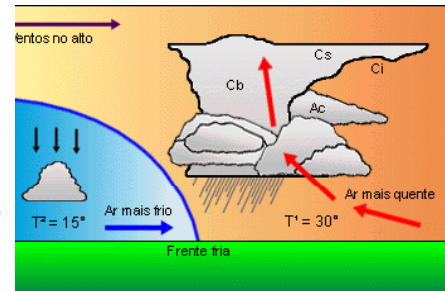
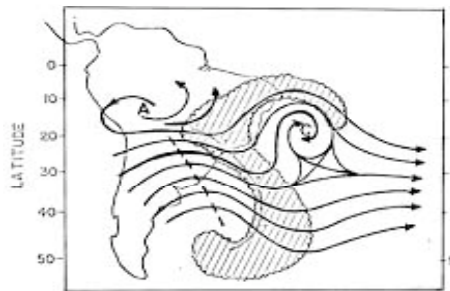
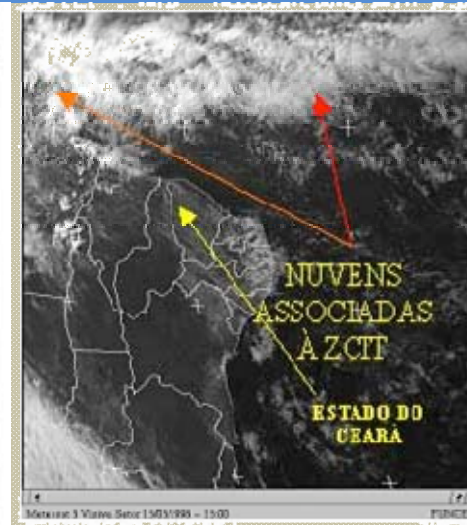
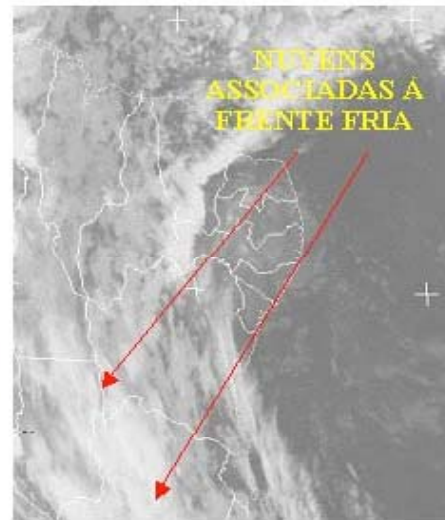
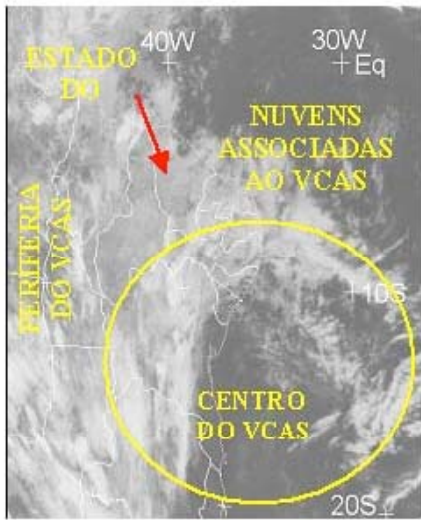
CICLO ANUAL

Oceanos fazem o armazenamento de calor durante o verão e seu transporte para os Pólos e liberação durante o inverno



Oceanos atenuam o ciclo sazonal de temperaturas da superfície terrestre

Relativamente, o que acontece com a amplitude do ciclo climático anual de temperatura dos hemisférios norte (61% oceanos) e sul (81% oceanos)?



OUT - MAR

NOV - JAN

FEV - MAI

MAI - AGO

VCAS

FRENTES FRIAS

ZCIT

Ondas de Leste

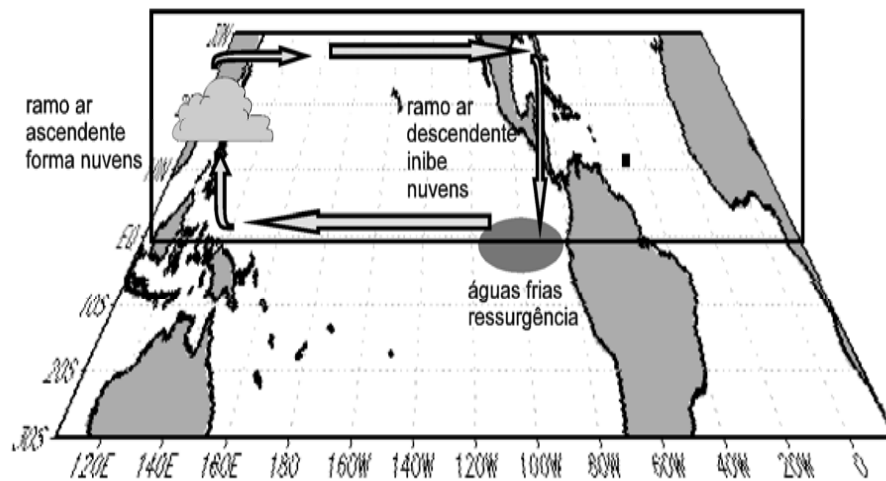
1º. MOMENTO

2º. MOMENTO

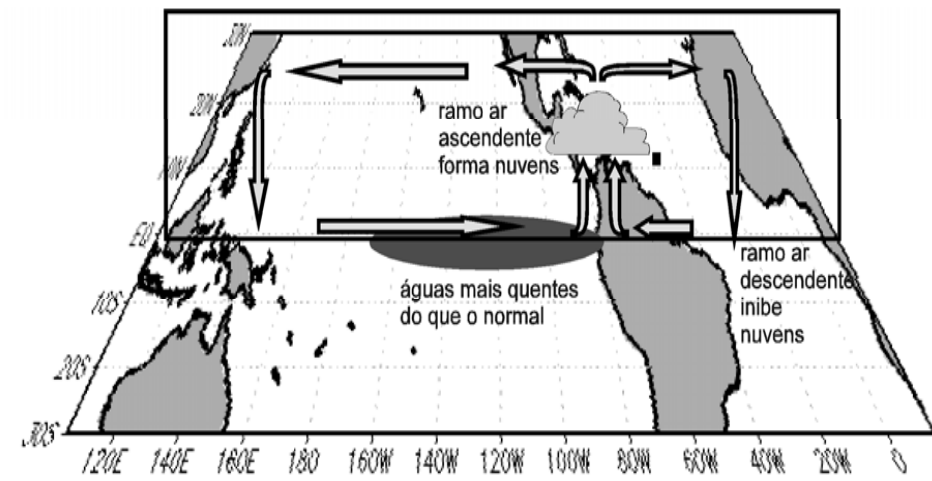
3º. MOMENTO



CIRCULAÇÃO DE WALKER



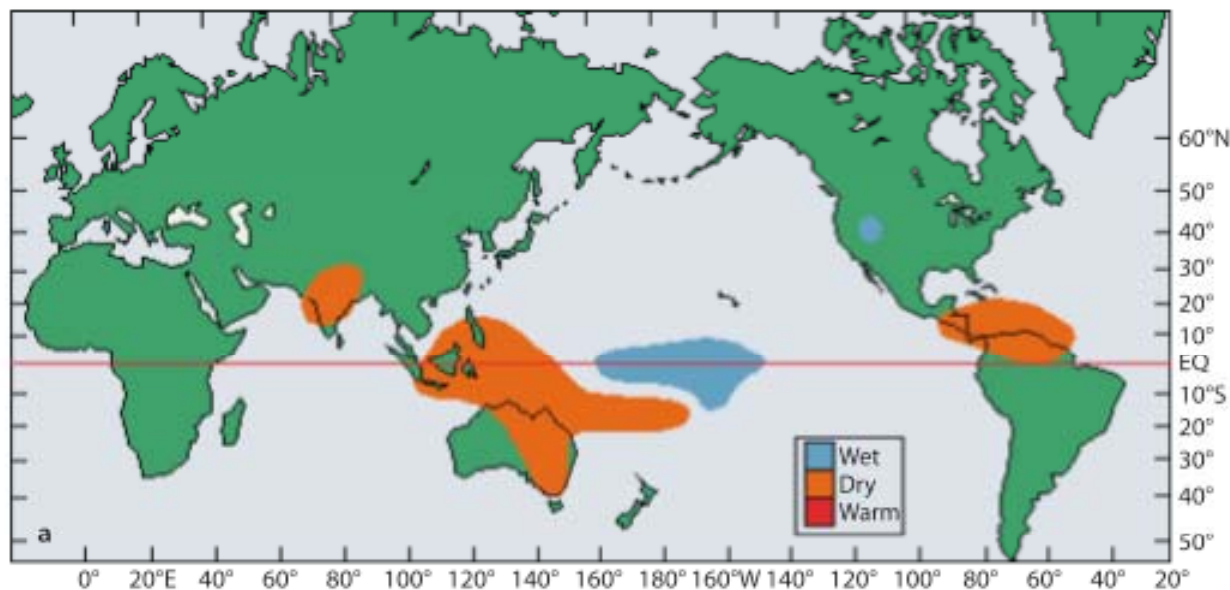
Temperaturas normais/frias da superfície do oceano



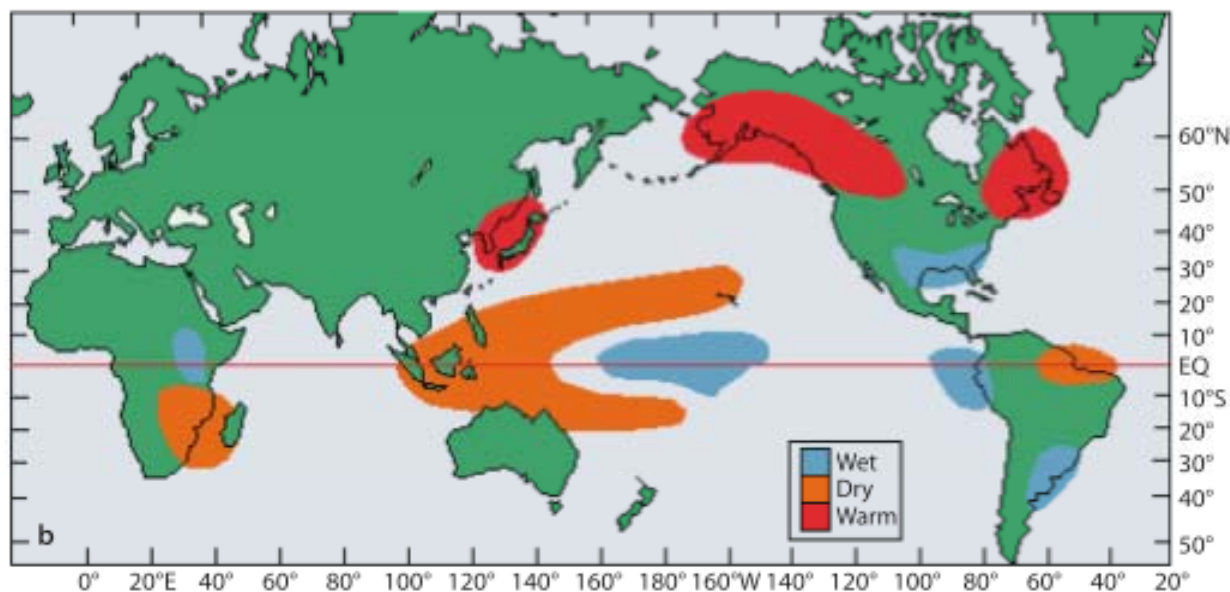
Temperaturas da superfície do oceano mais altas que o usual – presença do El Niño

El Niño

Verão
Hemisfério Norte



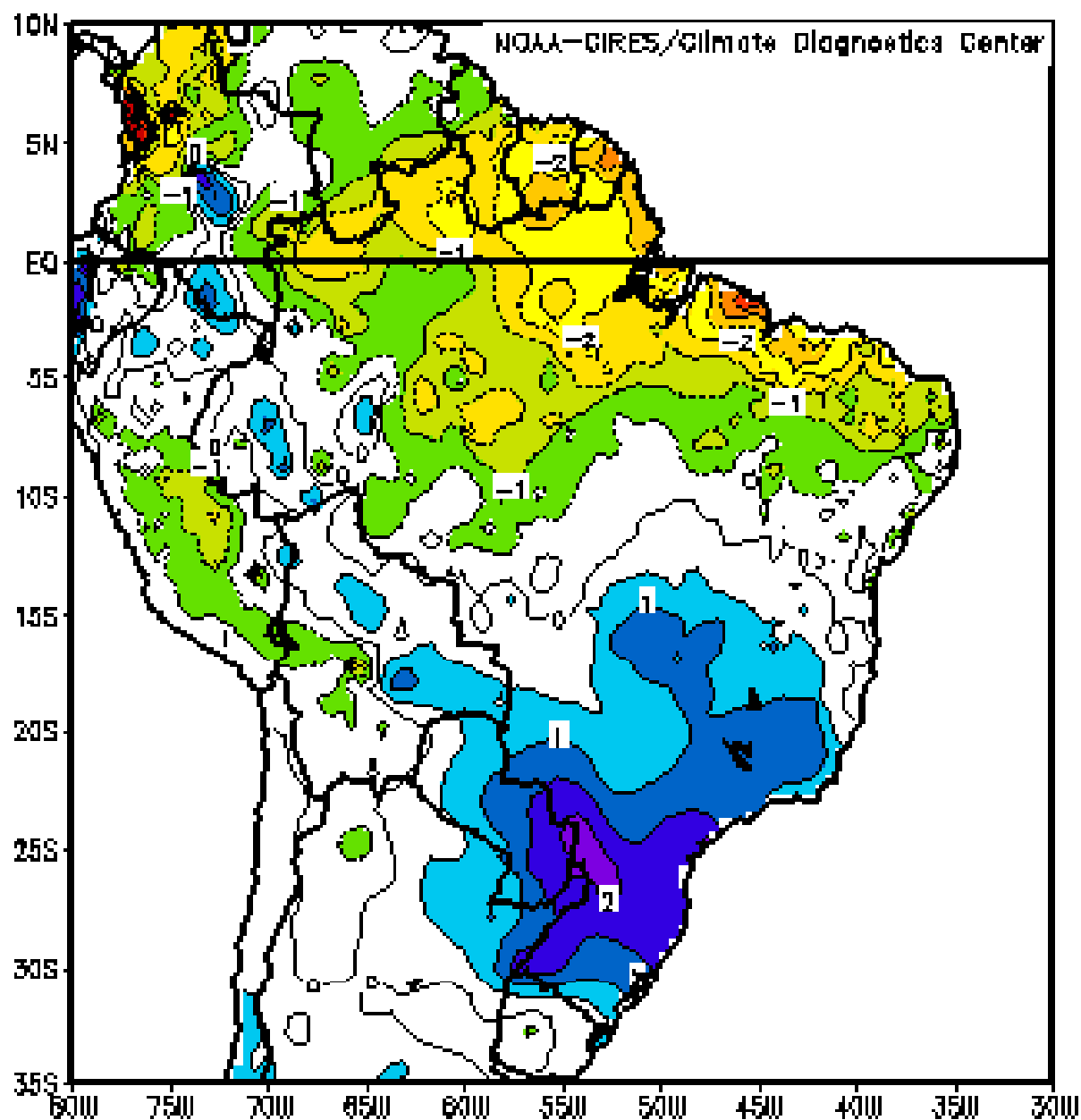
Inverno
Hemisfério Norte



EL NIÑO

DESVIOS DE
PRECIPITAÇÃO MÉDIA
1950-99

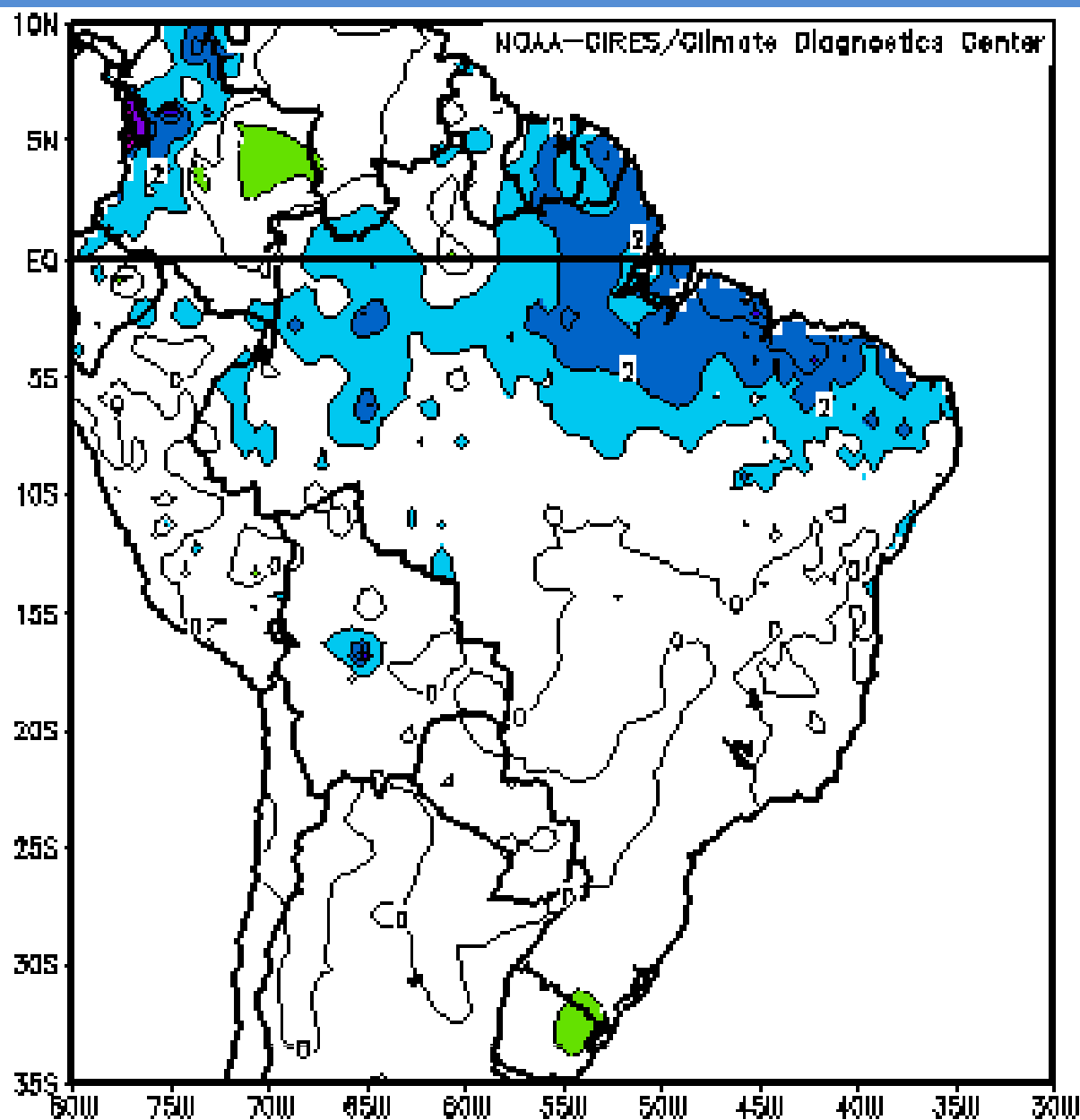
FONTE DE
DADOS: UDEL



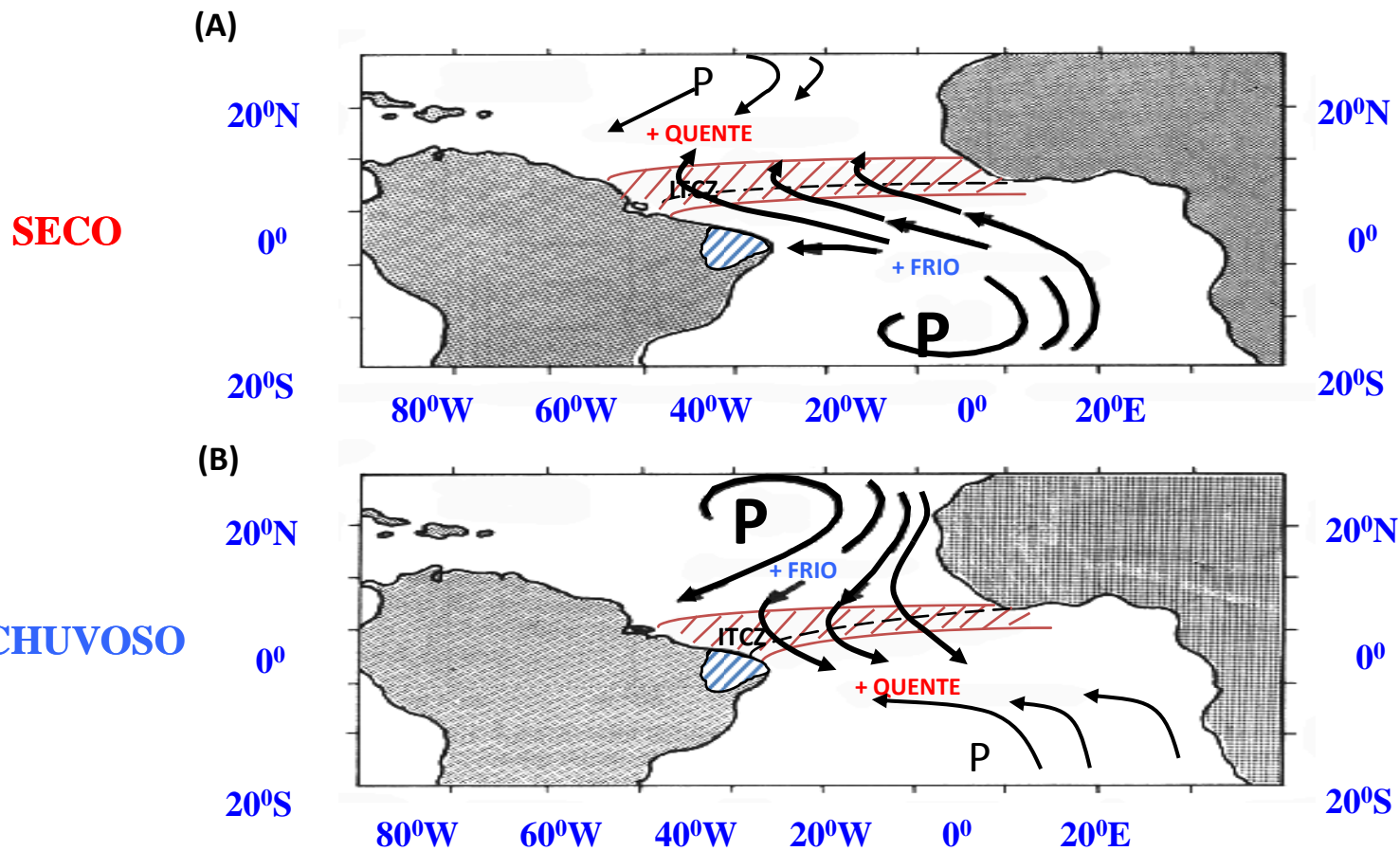
LA NIÑA

DESVIOS DE
PRECIPITAÇÃO MÉDIA
1950-99

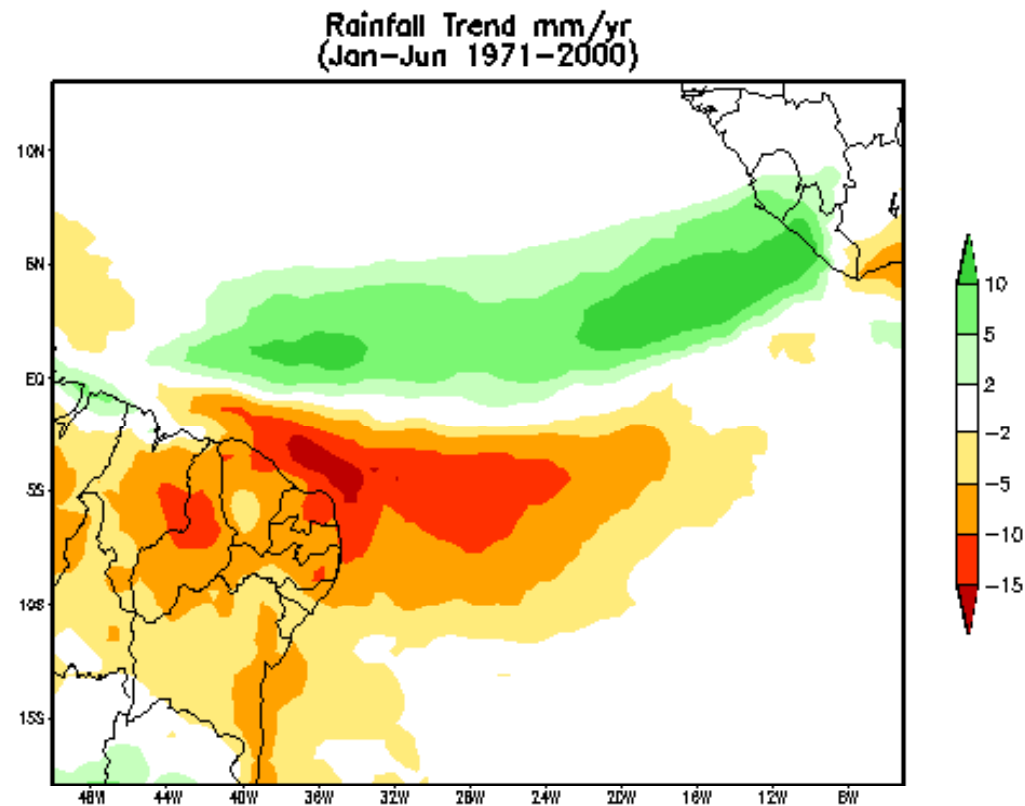
FONTE DE
DADOS: UDEL



DIPOLO DO ATLÂNTICO

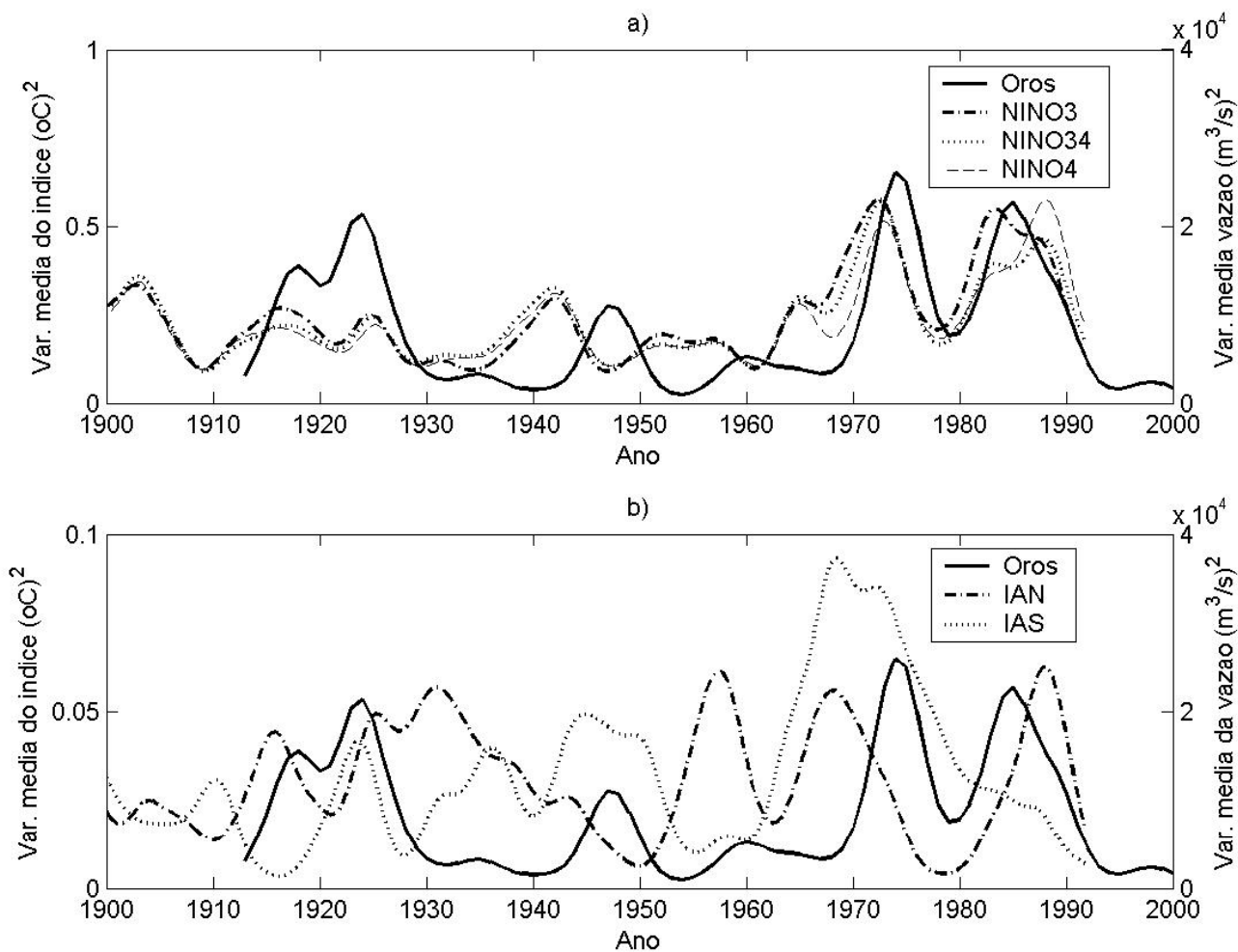


A redução da chuva, possivelmente não ocorreu somente no Ceará, mas em grande parte do Nordeste. A principal causa da redução foi a alteração nas temperaturas dos oceanos.



Simulação da tendência da precipitação no período de 1971 a 2000, baseada nas temperaturas dos oceanos (projeto downscaling, FUNCEME 2001)

CLIMA & RH - Orós

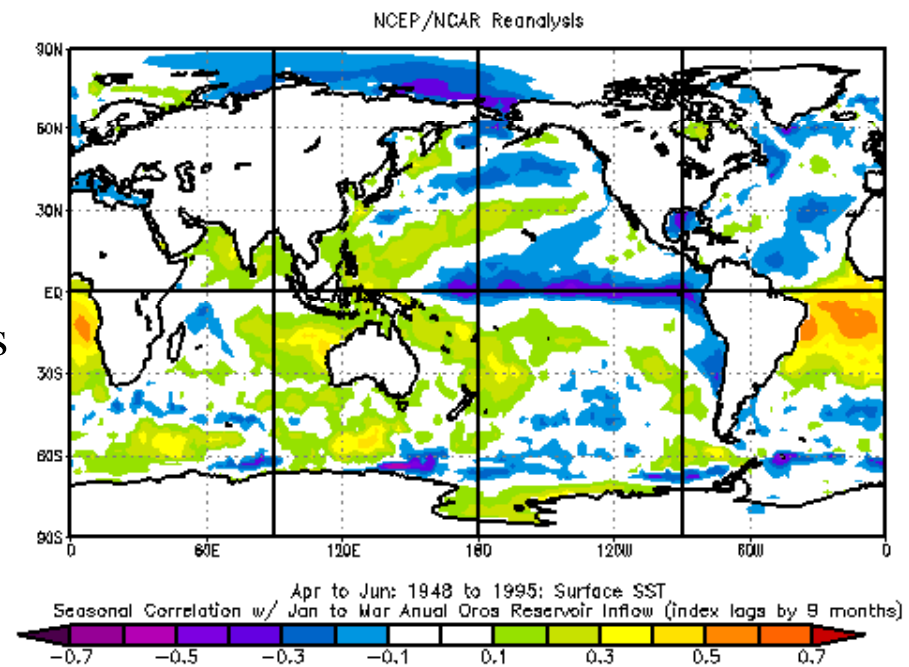


CLIMA & RH - Orós

Correlação entre SST & Vazão Afluente Anual ao Orós

Média SST AMJ
&
Vazão Afluente Anual Orós
(Lag=9 meses).

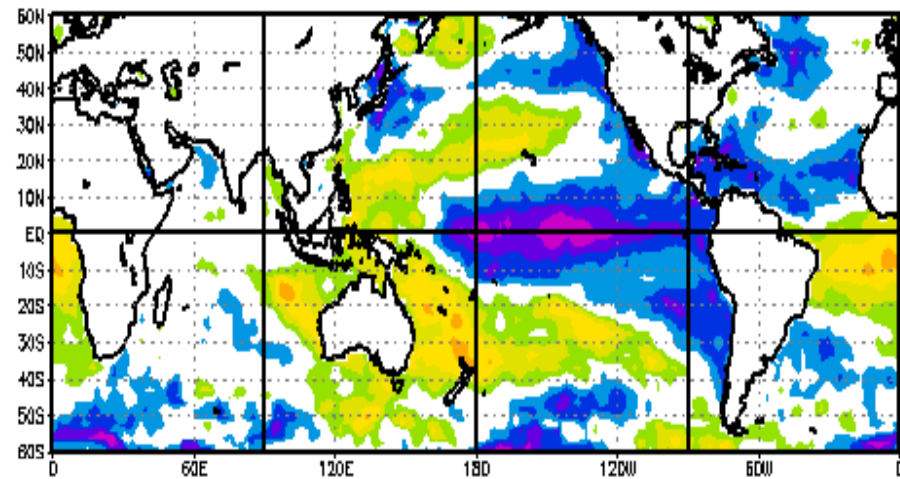
NCEP/NCAR



CLIMA & RH - Orós

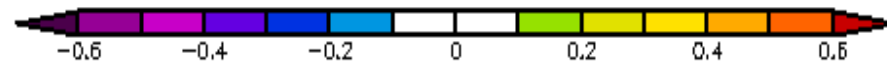
Correlação entre SST & Vazão Afluyente Anual ao Orós

Média SST OND
&
Vazão Afluyente Anual Oros
(Lag=3 meses).



Oct to Dec: 1948 to 1995: Surface SST
Seasonal Correlation w/ Jan to Mar Oros - SST correlation (Index lags by 3 months)
NCEP/NCAR Reanalysis

NCEP/NCAR



Uso da Terra x Variabilidade Climática

Land clearing, climate variability, and water resources increase in semiarid southwest Niger:

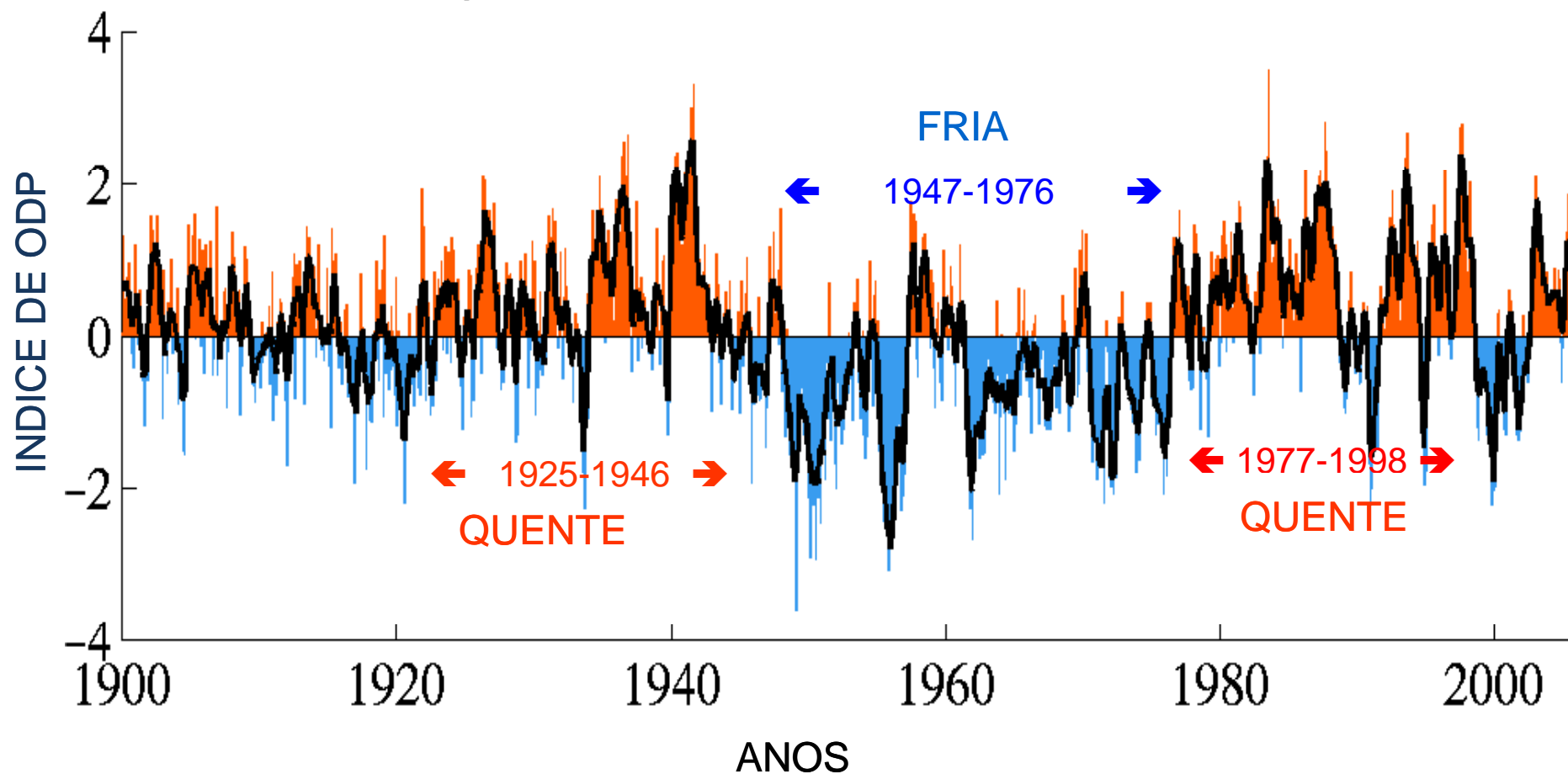
A review

G. Favreau,¹ B. Cappelaere,¹ S. Massuel,² M. Leblanc,³ M. Boucher,¹ N. Boulain,¹
and C. Leduc¹

“In this well-documented region of semiarid Africa (southwestern Niger), the indirect impacts of land use change on water quantity and quality are much greater than the direct influence of climate variability.”

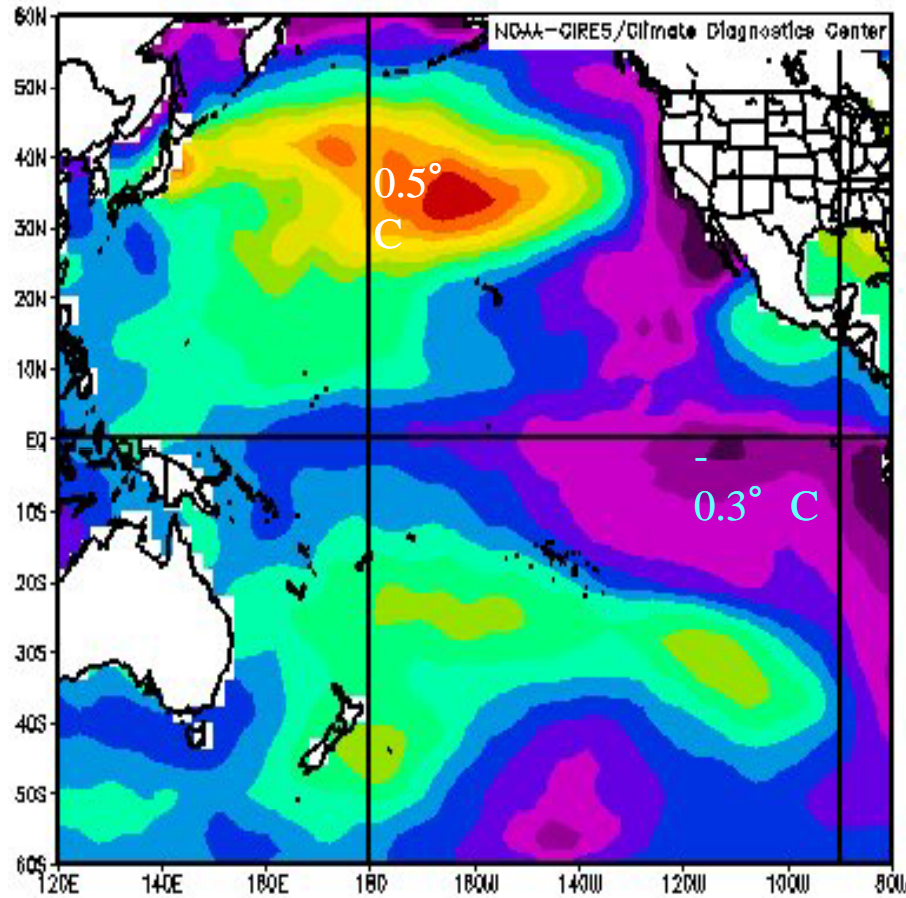
Variações Decadais

CICLO DA ODP: ~ 50 A 60 ANOS

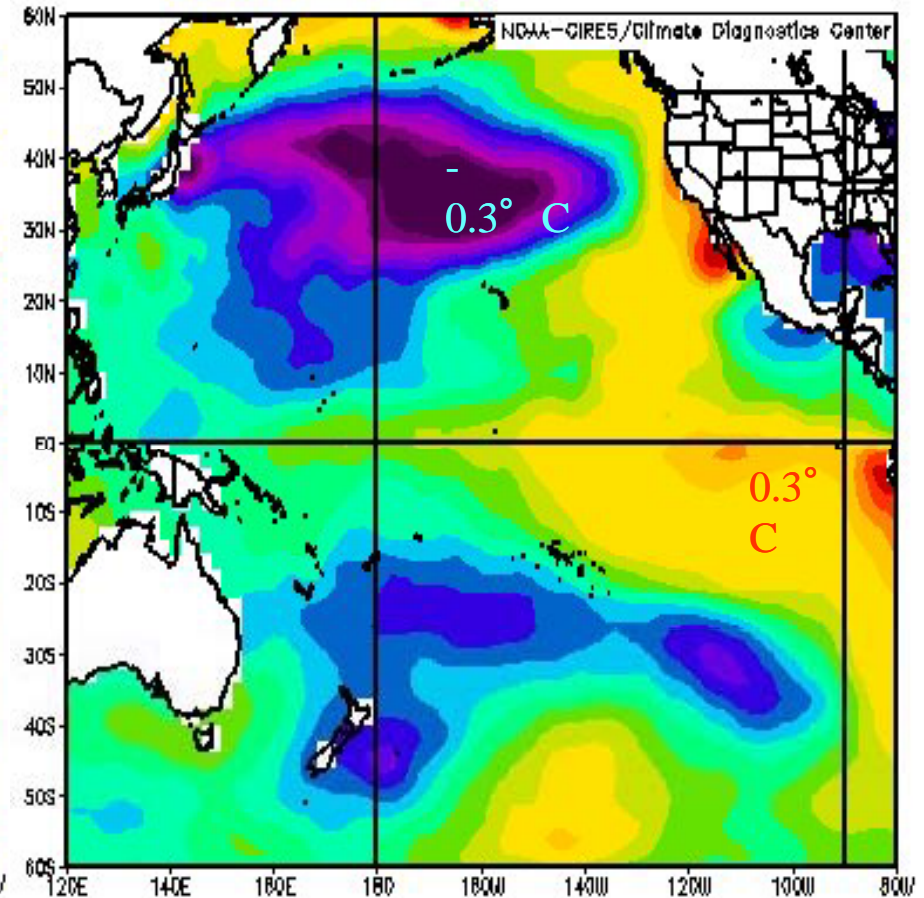


FASE FRIA : MAIOR N° DE LA NIÑA

FASE QUENTE : MAIOR N° DE EL NIÑOS



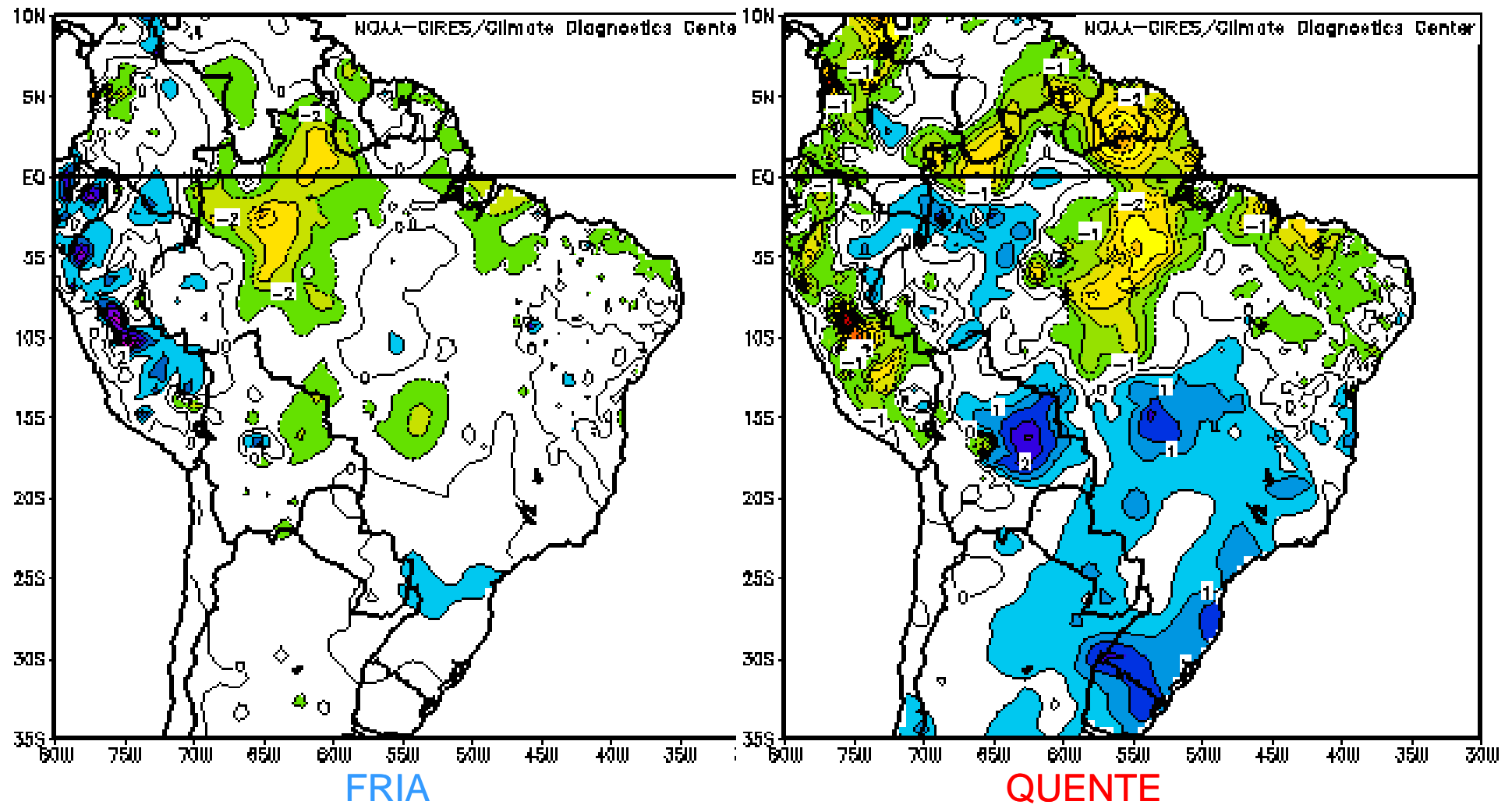
FASE FRIA



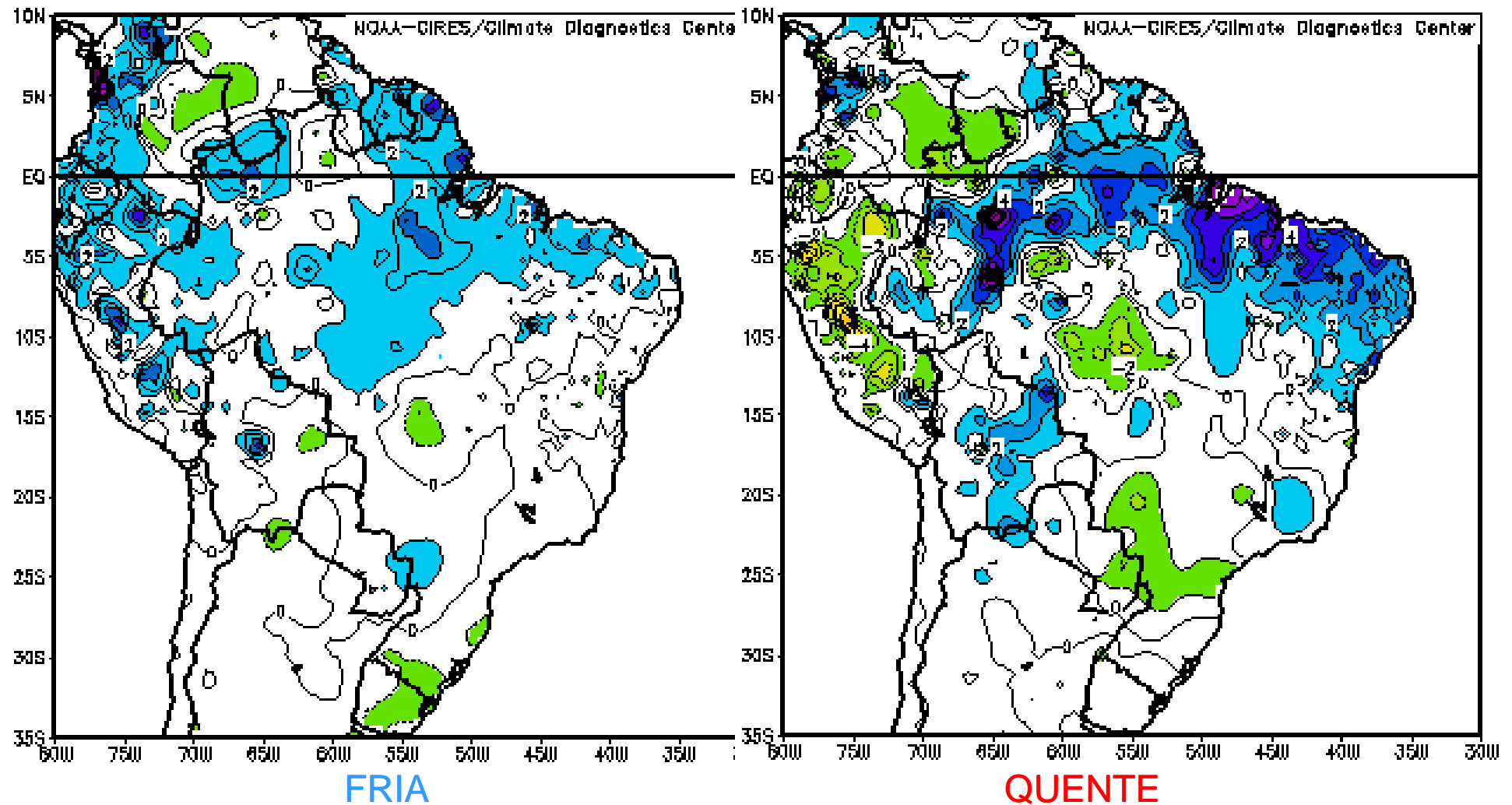
FASE QUENTE

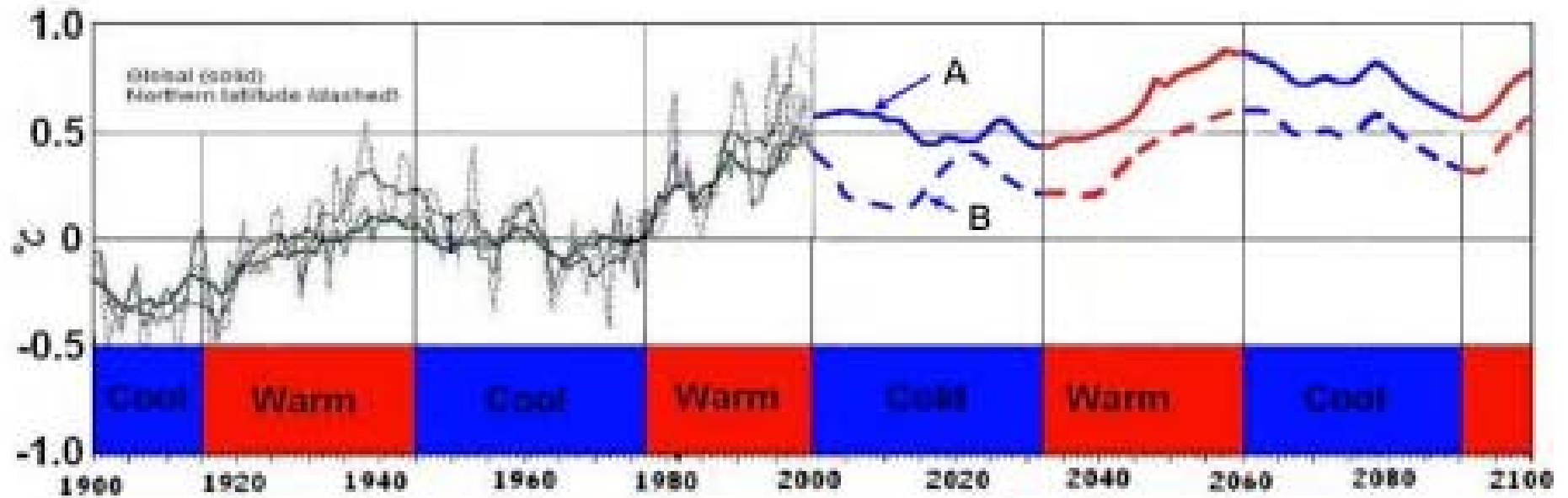
FONTE DOS DADOS: ESRL / PSD / NOAA

DESVIOS DE PRECIPITAÇÃO EL NIÑO E FASES DA ODP



DESVIOS DE PRECIPITAÇÃO LA NIÑA E FASES DA ODP





EASTERBROOK (2008)

PROJEÇÕES:

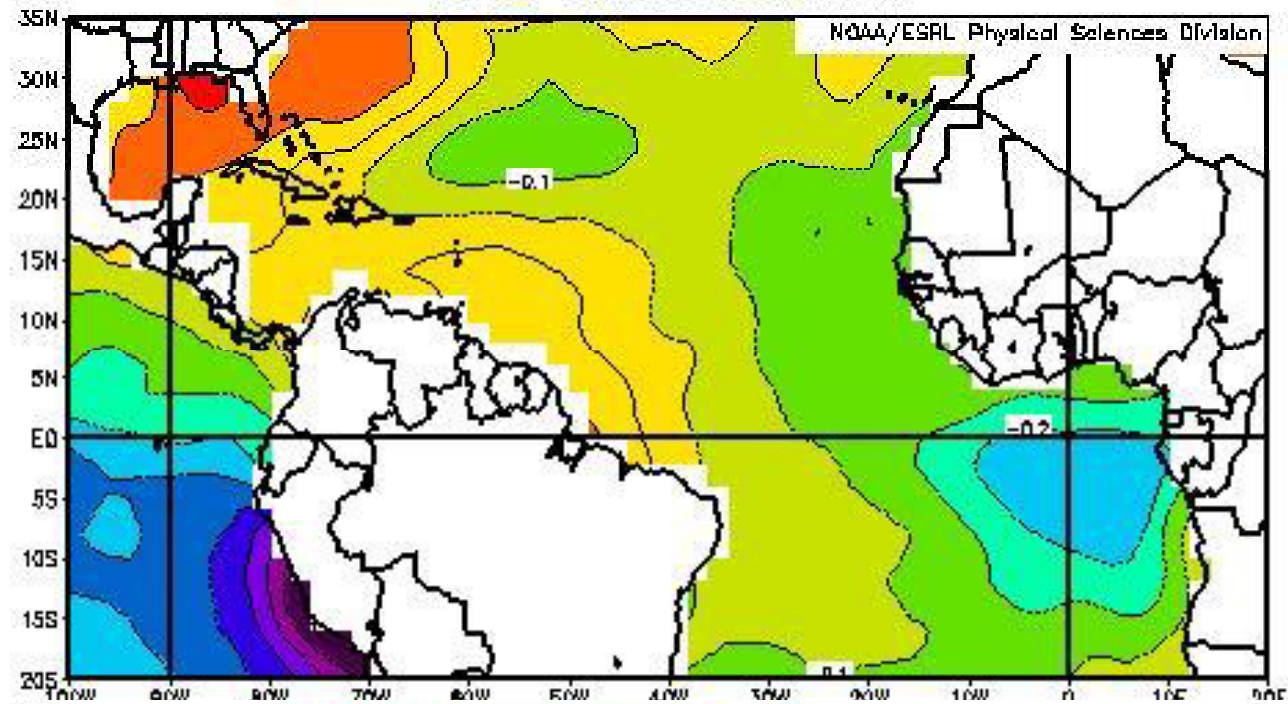
A = Próxima fase fria similar ao período de fase fria de 1945-1977

B = Próxima fase fria similar ao período de fase fria de 1880-1915

Ciclo quente 2050-60 é baseado na projeção do período quente de 1977-98

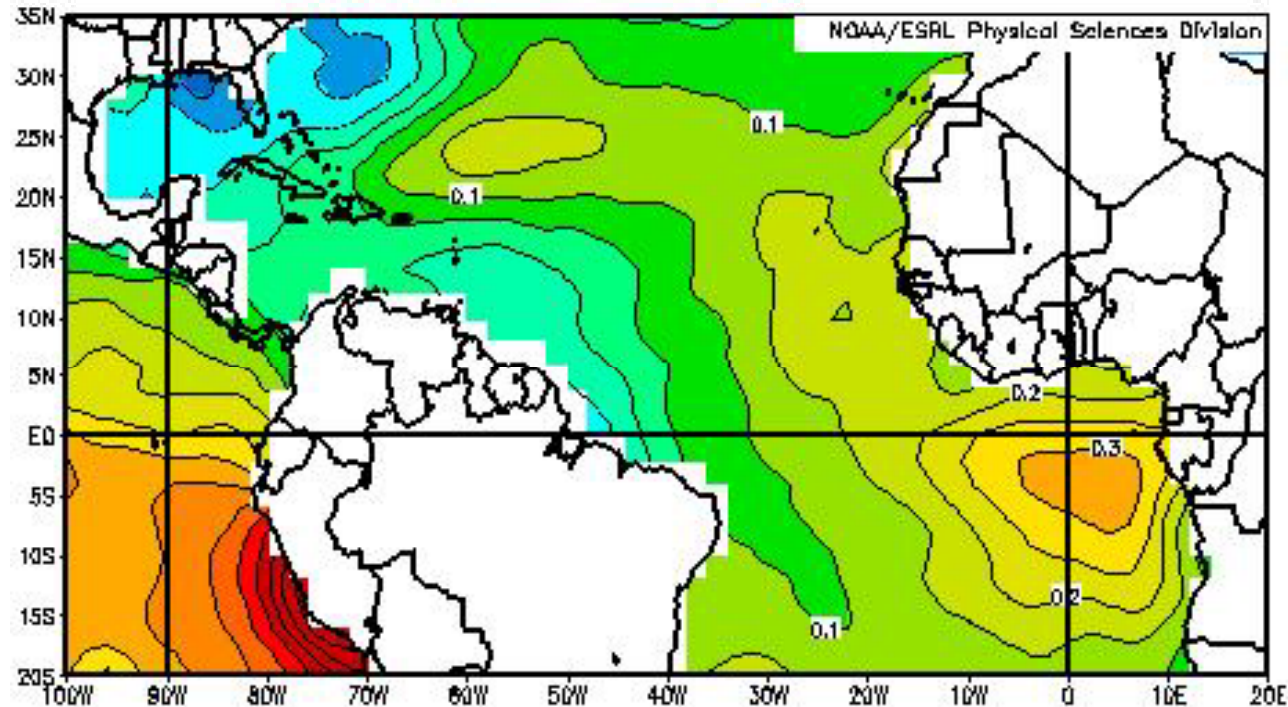
Ciclo frio 2050-90 é baseado novamente no período de 1945-77

FASE FRIA

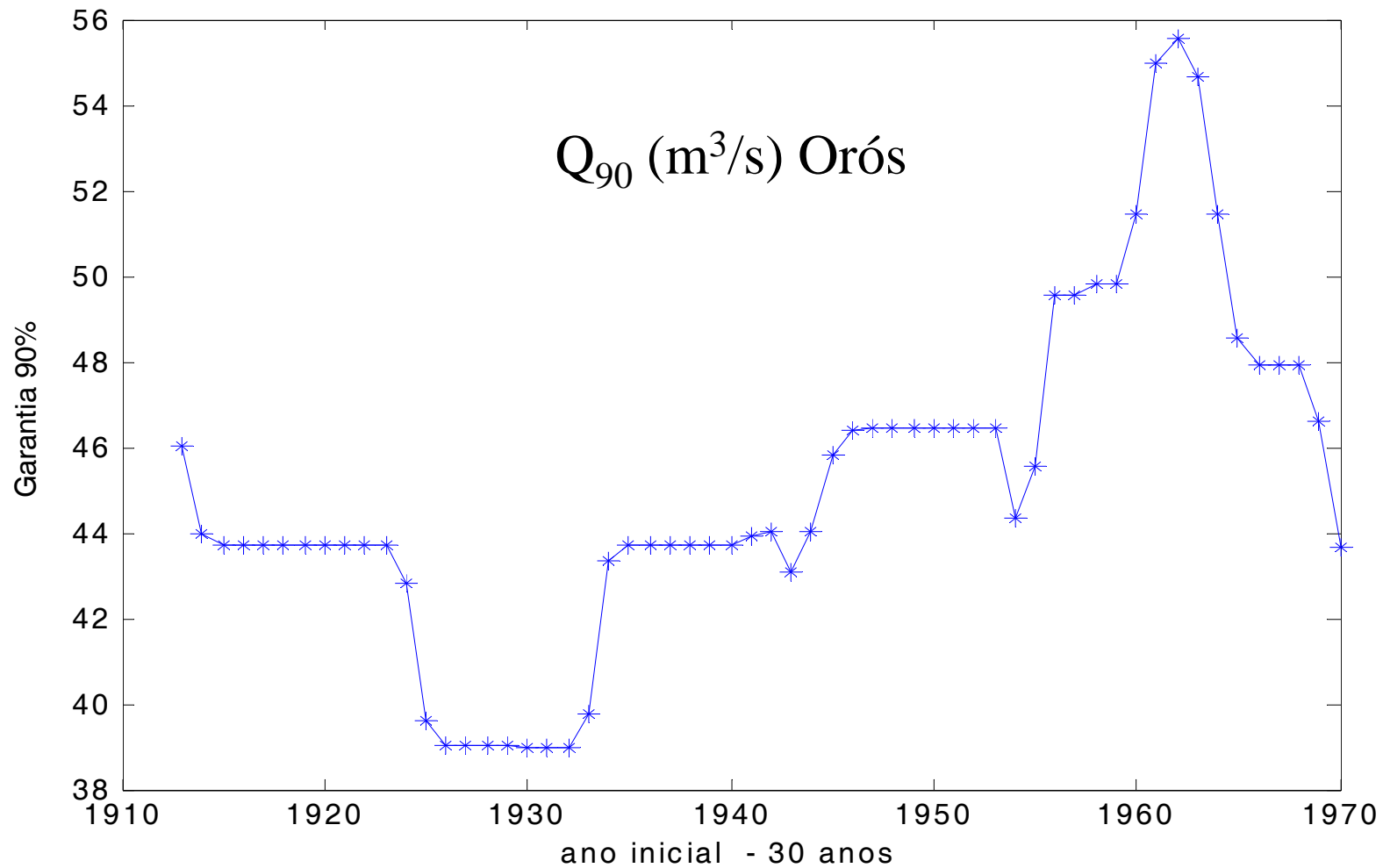


ANOMALIAS TSM
ATLÂNTICO

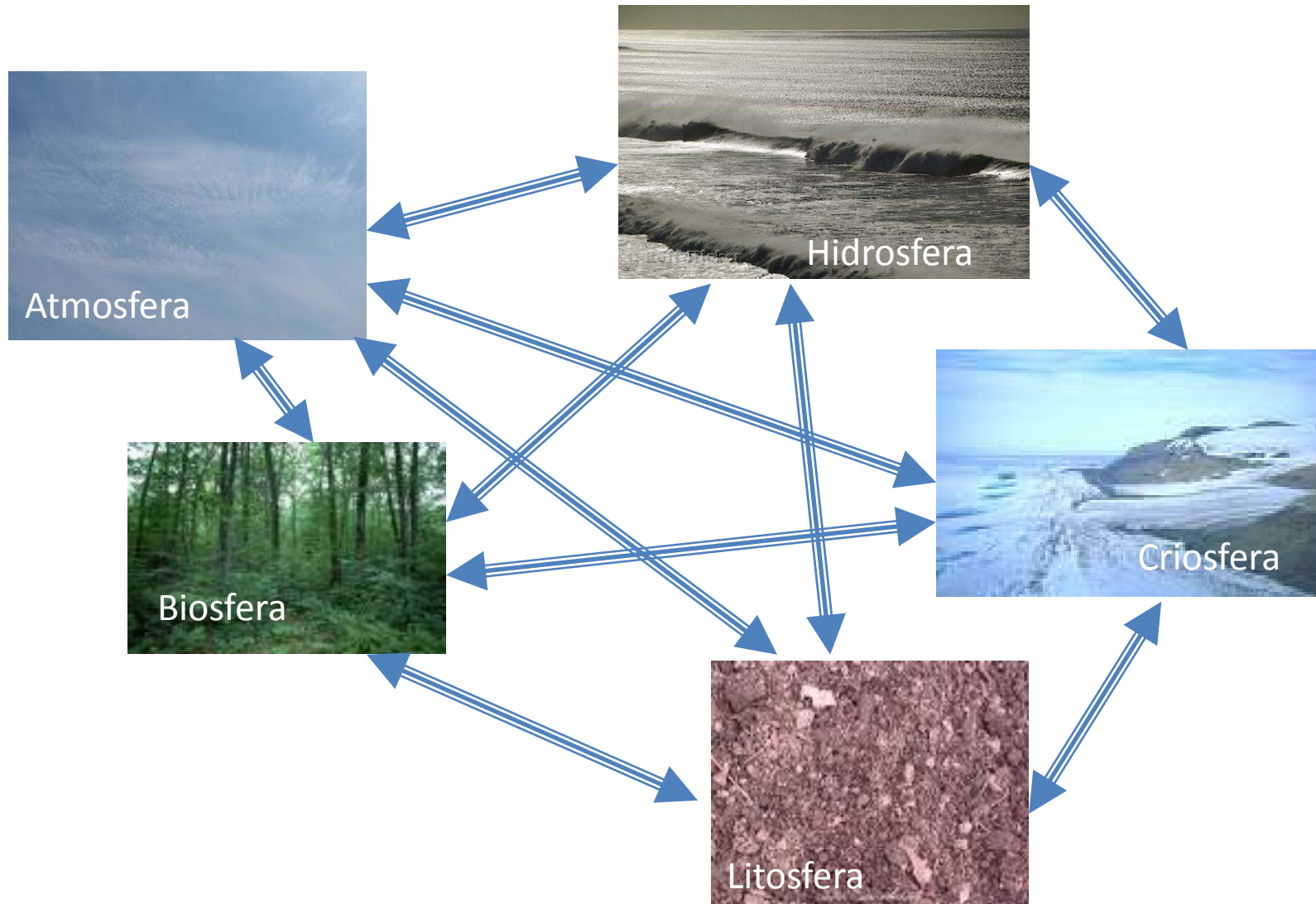
FASE QUENTE

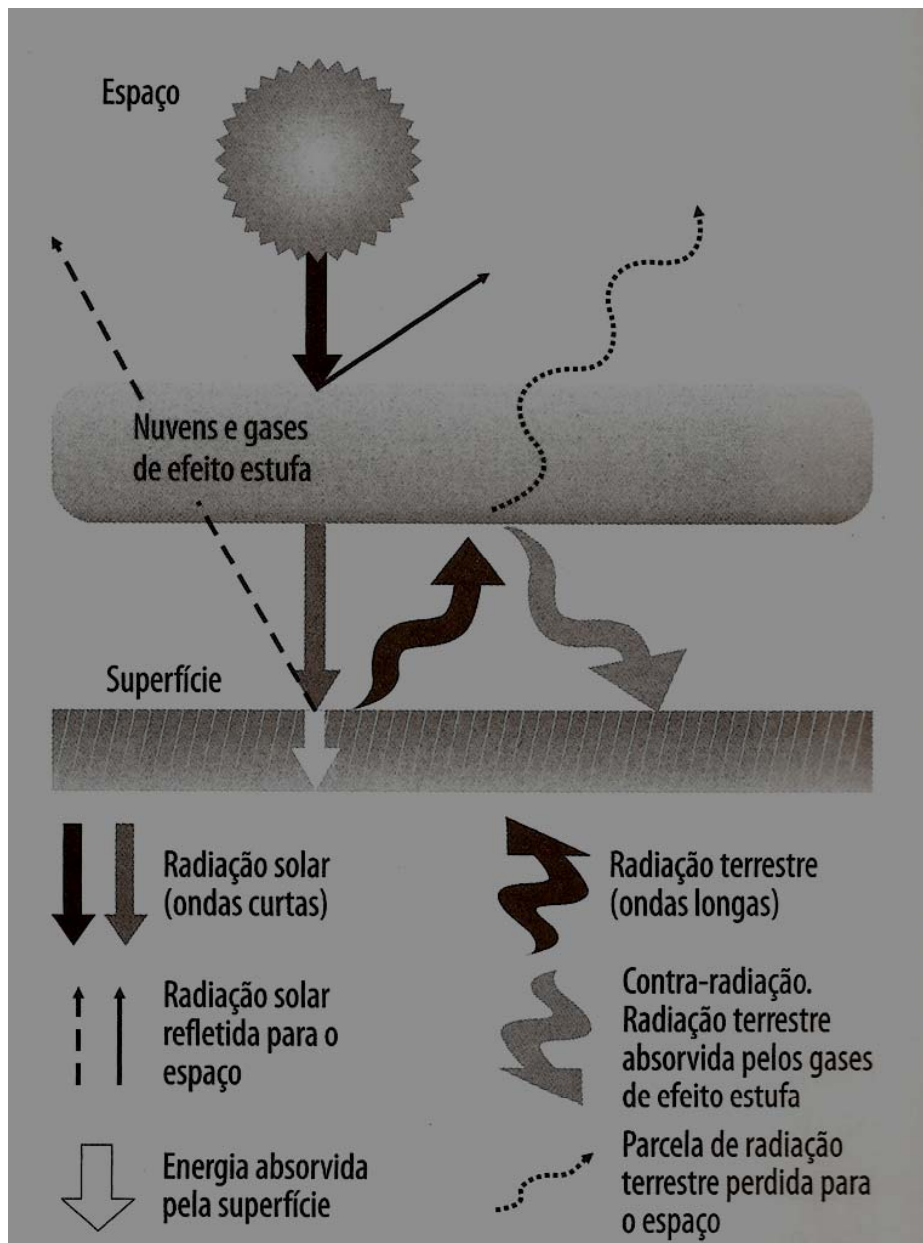


Q90: QUE VALOR USAR?



CLIMA DO FUTURO





SIMPLES FATOS

Diâmetro da Terra é 12.800 km

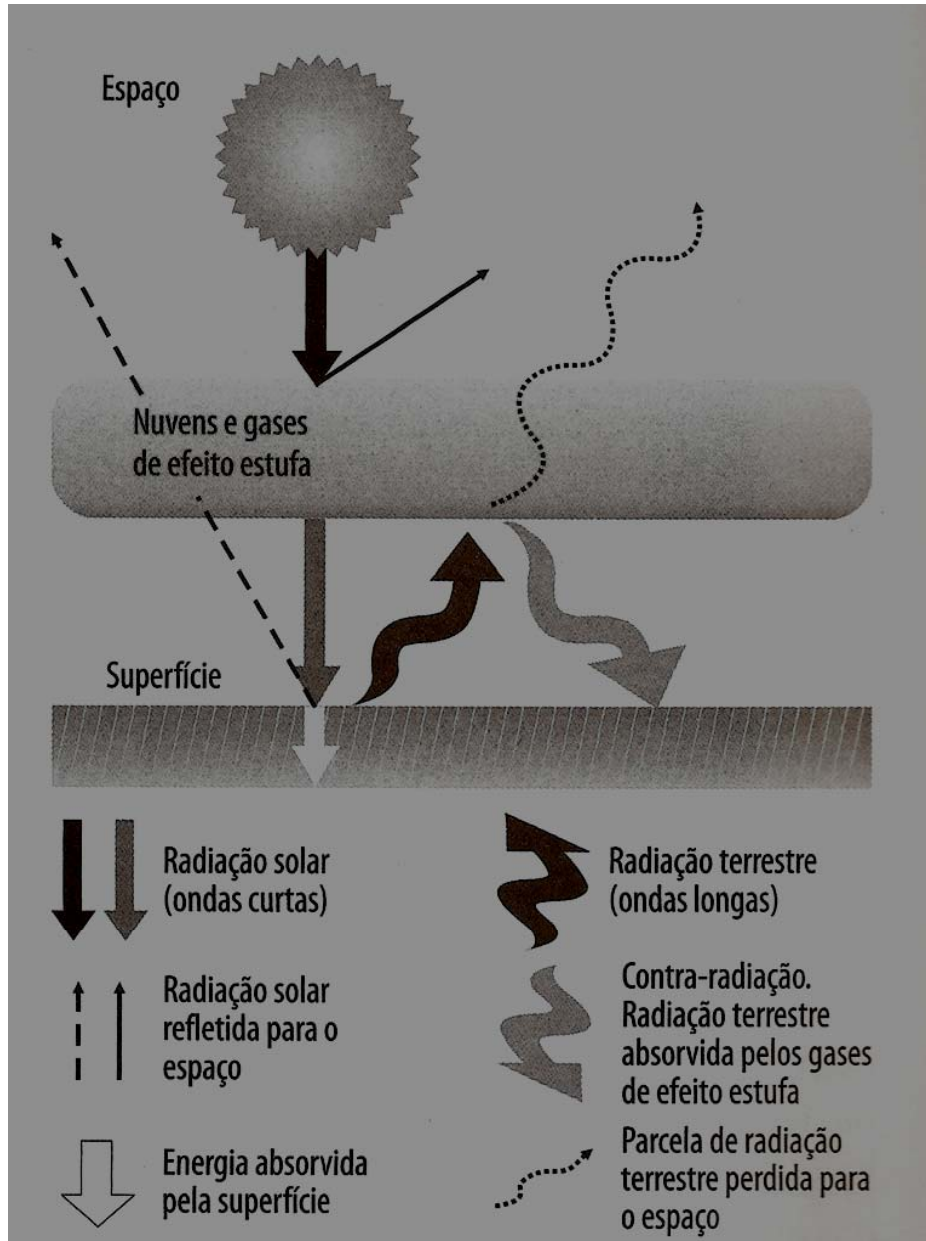
Espessura da Atmosfera da Terra \approx 16 km

Gases que causam o “aquecimento” representam menos de 0,5 % da atmosfera

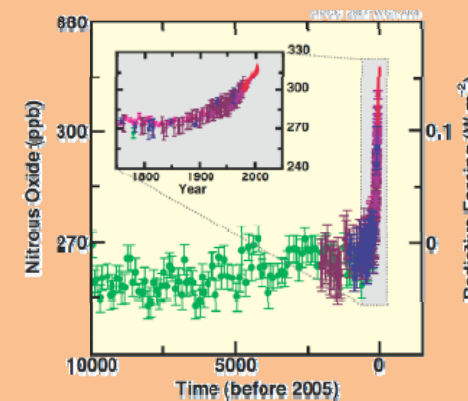
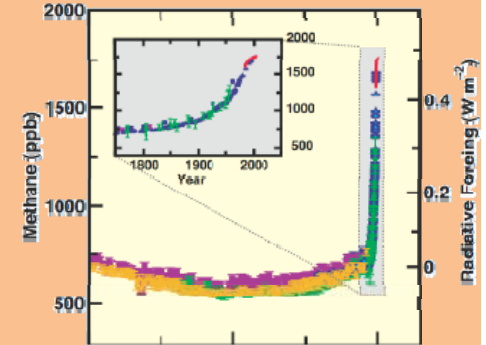
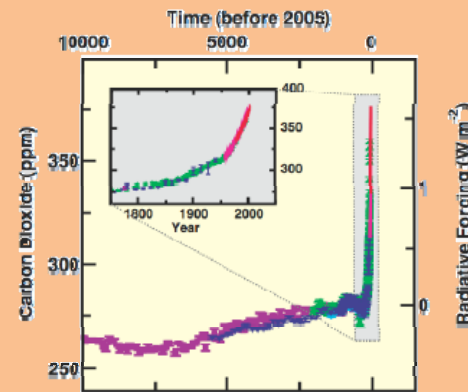
Gases estufa incluem vapor d'água, CO₂, metano, Óxido Nitroso e CFCs.

Sem estes gases, a Terra seria 36° C mais fria

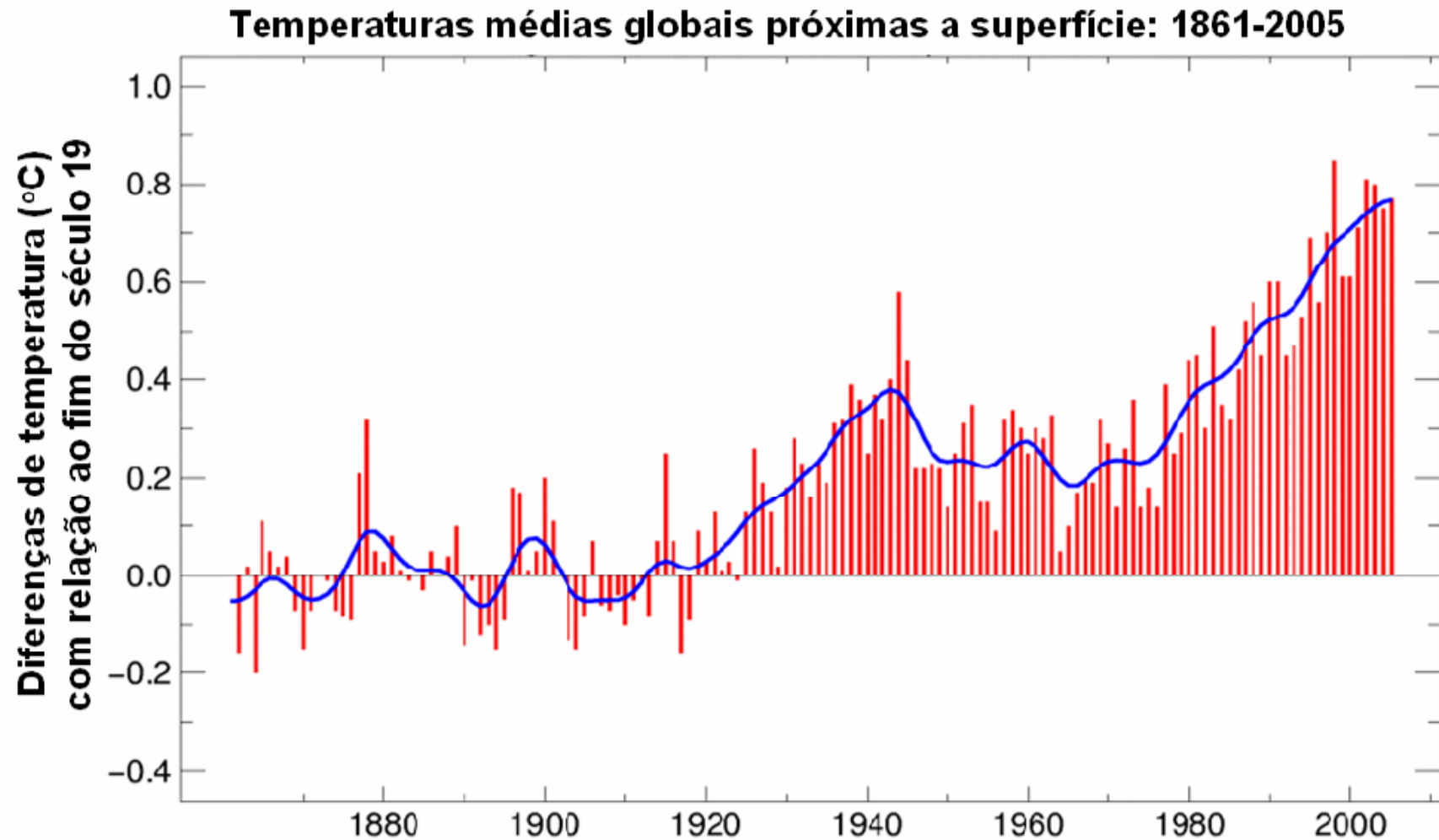
As emissões atuais destes gases representam um efeito natural de aquecimento de longo prazo no futuro



Aumento da Concentração dos Gases-Estufa



Forte Aquecimento Global Observado



Deficiência dos modelos climáticos (ex. Reprodução da PDO)

Muitos dos efeitos atribuídos a mudanças climáticas são efetivamente ligados à variabilidade climática ou a mudanças do uso do solo

A TERRA está aquecendo.