



INTERAÇÃO OCEANO-ATMOSFERA NO ATLÂNTICO SUDOESTE

Resultados Preliminares

OCAT-BM, INTERCONF
(GOAL)

Luciano Ponzi Pezzi

Divisão de Modelagem e Desenvolvimento (DMD)
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)





OCAT-BM * (FAPESP), INTERCONF ¹(CNPq)

Participantes

Luciano P. Pezzi* - INPE
Ronald B Souza¹ - INPE
Carlos Garcia - FURG
Mauricio Mata - FURG
Carlos Lentini - UFBA
Marcelo Dourado – UFPel
Ricardo de Camargo - USP

Colaboradores (Assimilação de Dados)

José A. Aravéquia, CPTEC-INPE
Luiz F. Sapucci, CPTEC-INPE
Dirceu L. Herdies, CPTEC-INPE
Simone S. Tomita, CPTEC-INPE



Outline

1) Observacional

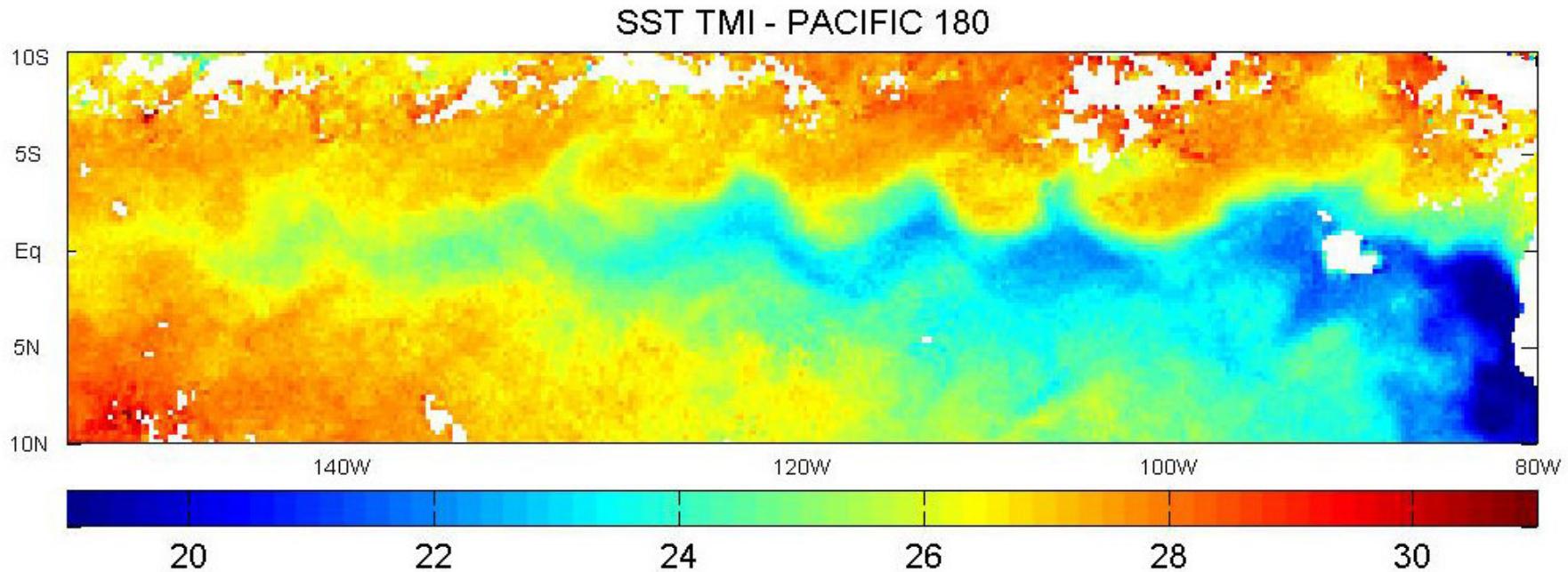
- Introdução
 - Ondas de Instabilidade Tropical (OIT)
 - Intereração Oceano-Atmosfera
 - Atlântico Sudoeste
- Objetivos
- Rotas do *NApOc Ary Rongel* e Observações
- Resultados
 - Radiossondas, XBT's
 - Intereração Oceano-Atmosfera
 - Medidas Meteorológicas Independentes
- Comentários Finais

Outline

2) Numérico (Assimilação de dados)

- Introdução Geral sobre o Atlântico Sudoeste
 - Clima
 - Previsões Climáticas: Conhecimento e Limitações
 - Interação Oceano-Atmosfera (OA)
- Metodologia
 - Os Modelos Global e Regional
 - Método de Assimilação dos Dados (PSAS)
 - Os Experimentos
- Resultados da Assimilação dos Dados
 - Observação X Modelo
 - Modelo com Assimilação X sem Assimilação
- Comentários Finais

Ondas de Instabilidade Tropical (OIT ou TIWs)



Elas são vistas como distorções (cristas e cavados) da frente oceanica. São perturbações de meso-escala, vistas nas correntes, e temperatura na parte superior dos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropical . Elas tem um papel crucial na mistura da água, no balanço de energia e calor. Misturam (e/ou re-distribuem) nutrientes.

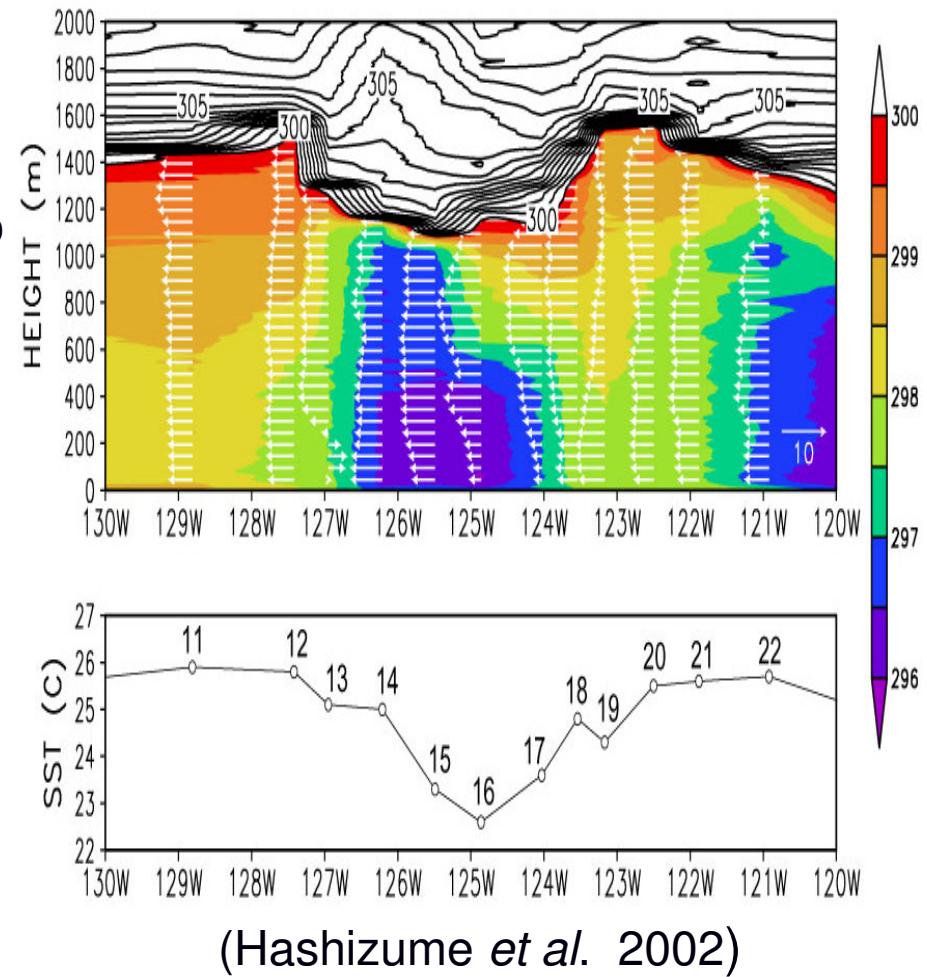
Interações OA em regiões de forte gradiente de TSM

OITs são fenômenos oceânicos, entretanto existe um claro sinal da atividade delas dentro da Camada Limite Atmosférica (CLA)

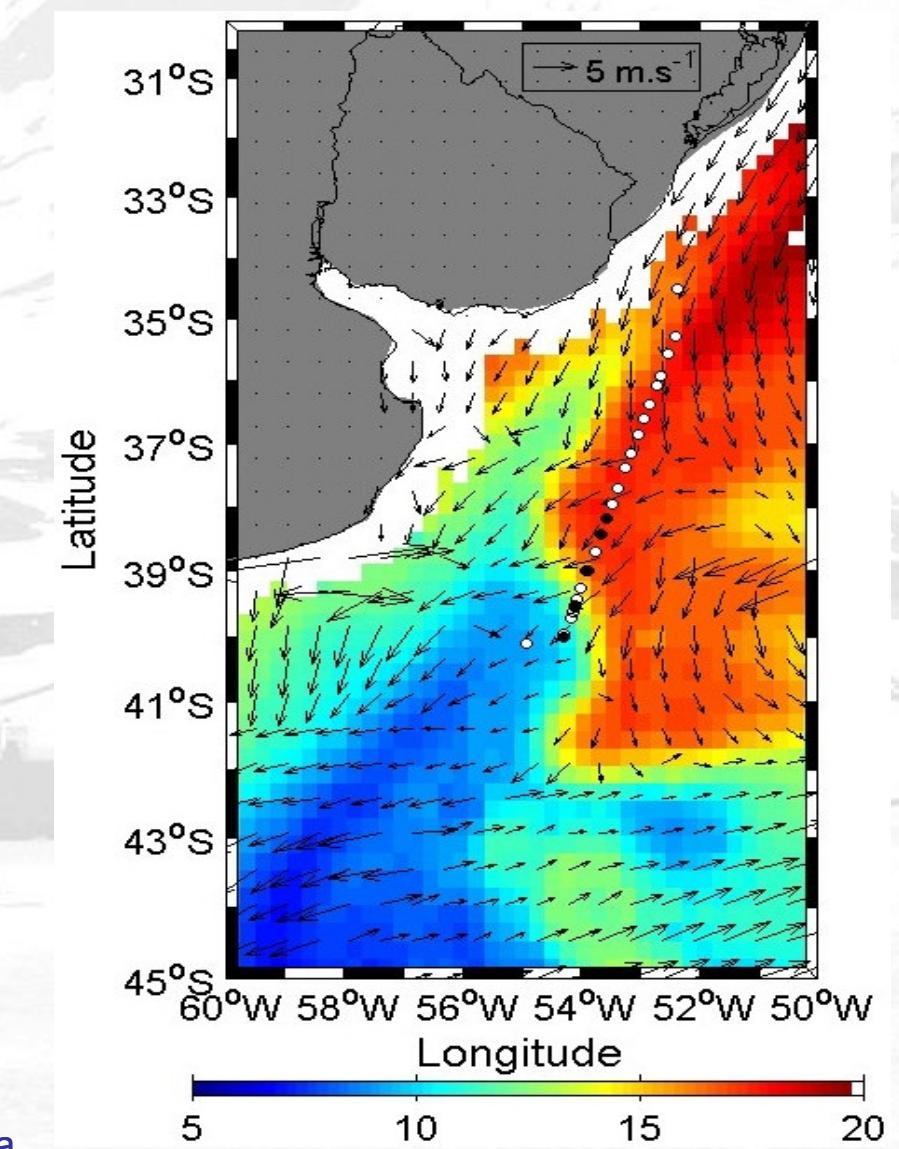
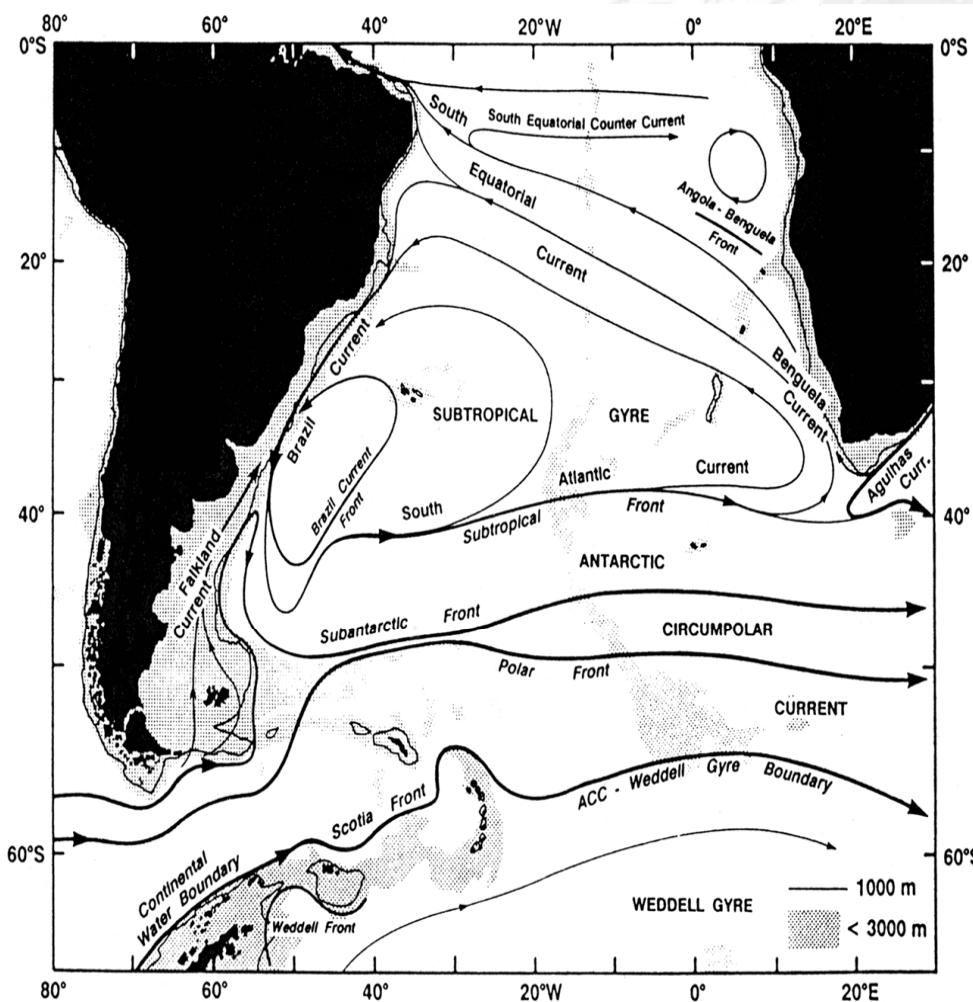
DOIS POSSÍVEIS MECANISMOS:

- 1) Lindzen and Nigan (1987), Wallace *et al* (1989) - vento em superfície é afetado pelo gradiente da Pressão ao Nível do Mar (PNM). **Estabilidade Hidrostática.**
- 2) Hayes *et al* (1989) - o vento em superfície é afetado pela turbulência da camada limite atmosférica. **Estabilidade Estática**

Recentemente vários autores tem sugerido que o 2nd mecanismo é o mais provável de estar ocorrendo. (*Liu et al(2000), Chelton et al(2001), Pezzi et al(2004, 2005)*)



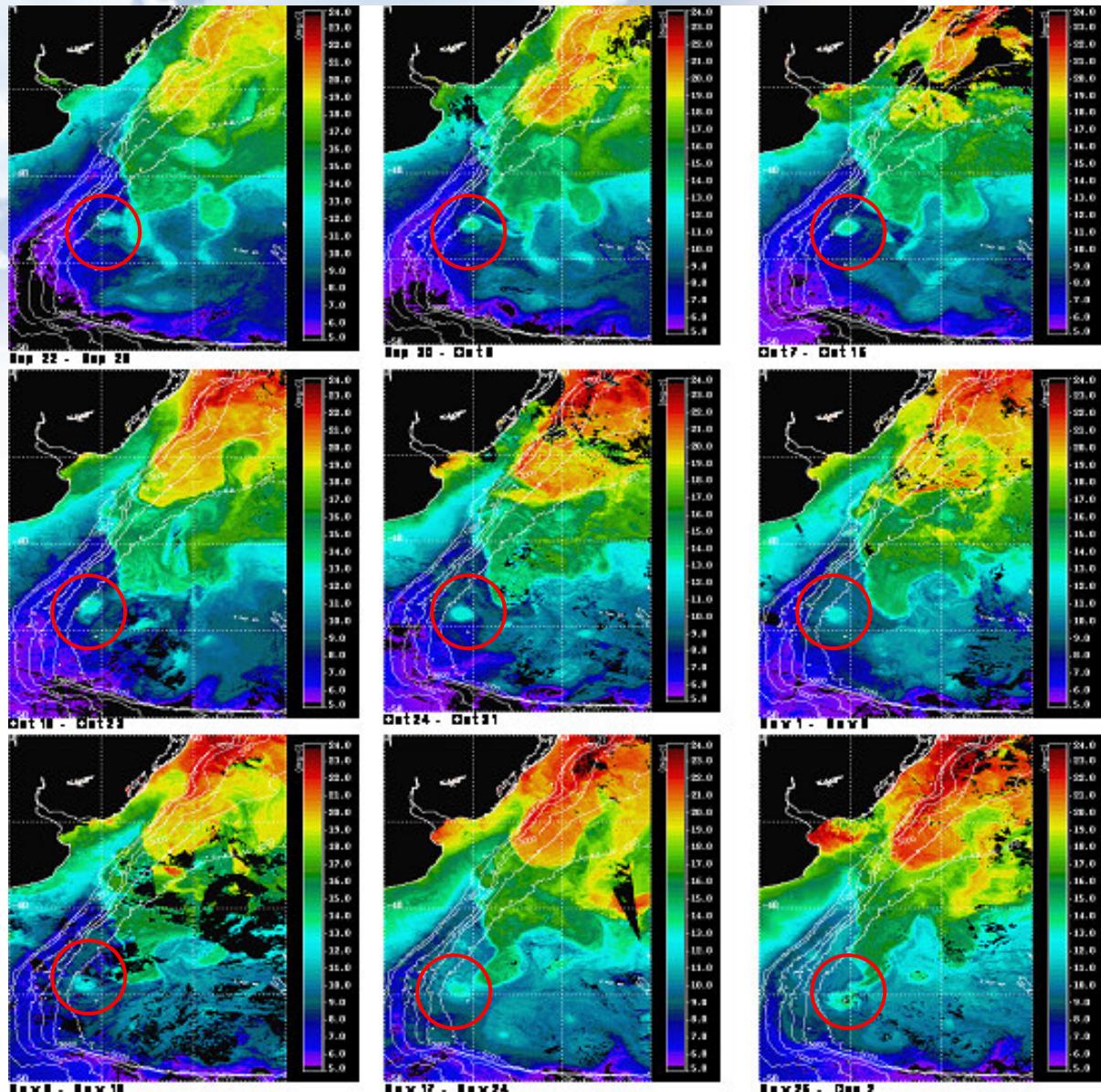
Estrutura das Correntes Marinhas no Atlântico Sudoeste



A Corrente Circumpolar Antártica origina as correntes das Malvinas e da Patagônia, que movem-se da região Antártica para o Norte. A corrente do Brasil move-se para o sul e quando encontra-se com a corrente das Malvinas, origina a região da CBM.

AMSR-E – TSM
Quick-Scat - Vento

Vórtices no Atlântico Sudoeste: Souza et al. (2005)



Modis - TSM média semanal 6 a 10 de setembro 2002



Outline

- Introdução
 - a) Motivação: Ondas de Instabilidade Tropical (OIT)
Interação Oceano-Atmosfera
 - b) Área de Estudo: Atlântico Sudoeste
- **Objetivos do projeto**
- Rotas do *NAPOC Ary Rongel* e Observações
- Resultados
 - a) Radiossondes, XBT's
 - b) Interação Oceano-Atmosfera
 - c) Medidas Meteorológicas Independentes
- Comentários Finais

Objetivos

Assim como em outras regiões frontais oceânicas do mundo o que quer saber é:

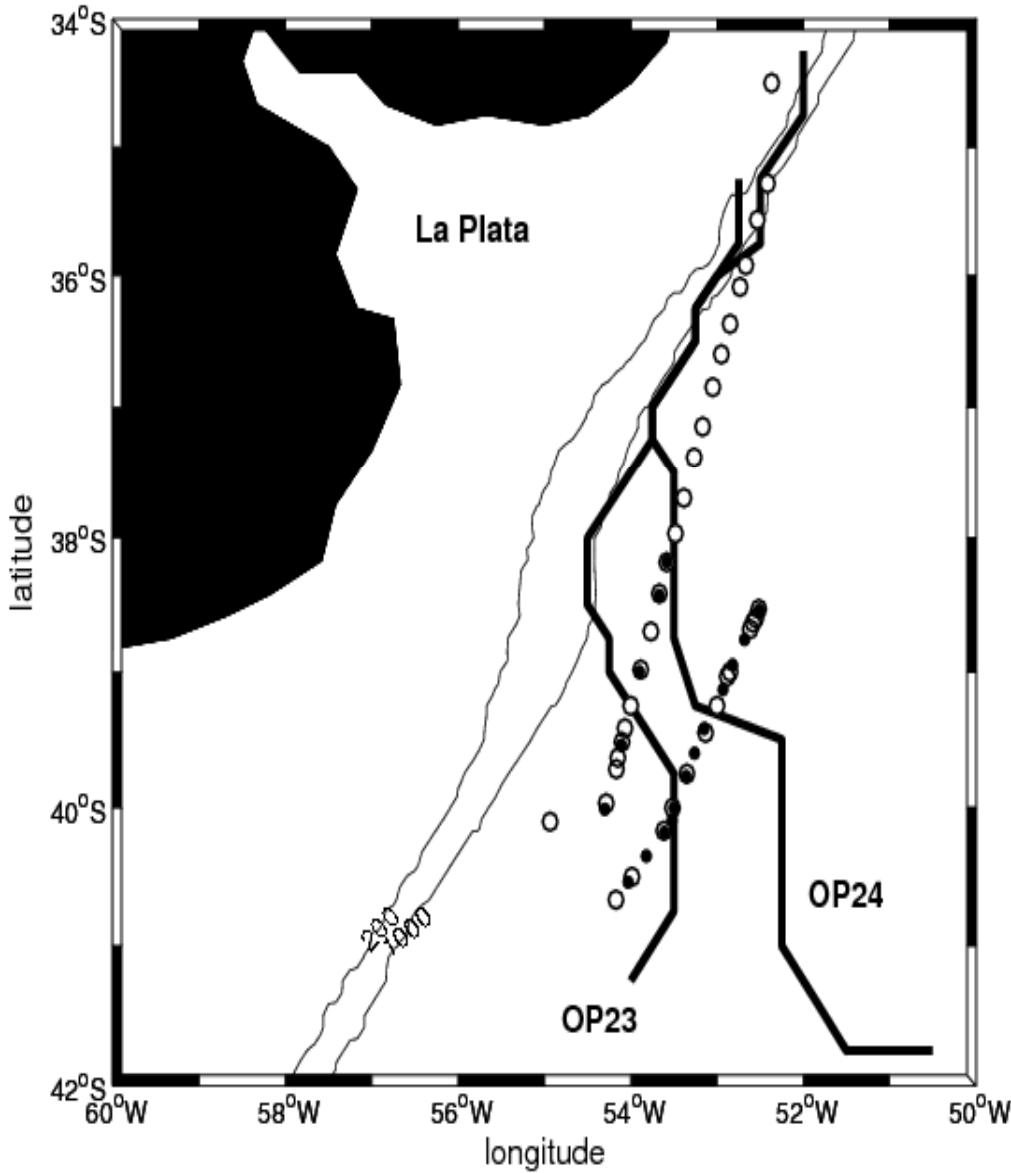
O forte gradiente de TSM da CBM tem alguma influência na estrutura vertical da camada limite atmosférica?

Método

Dados Observados *in situ* de dois cruzeiros (PROANTAR)

- OPERANTAR 23-24 - Novembro 2004 e 2005
- Radiossondas (sondas atmos.), XBT's (sondas oceânicas)
- Medidas da Estação Meteo. Embarcada
- Dados de Satélite (TSM-AMSR-E and wind-QuikScat)

Rotas do NApOc Ary Rongel, posições das observações e da frente termal – OP23 e OP24



○ - XBT

● - Radiosondes



Lançamento das Radiossondas no navio:

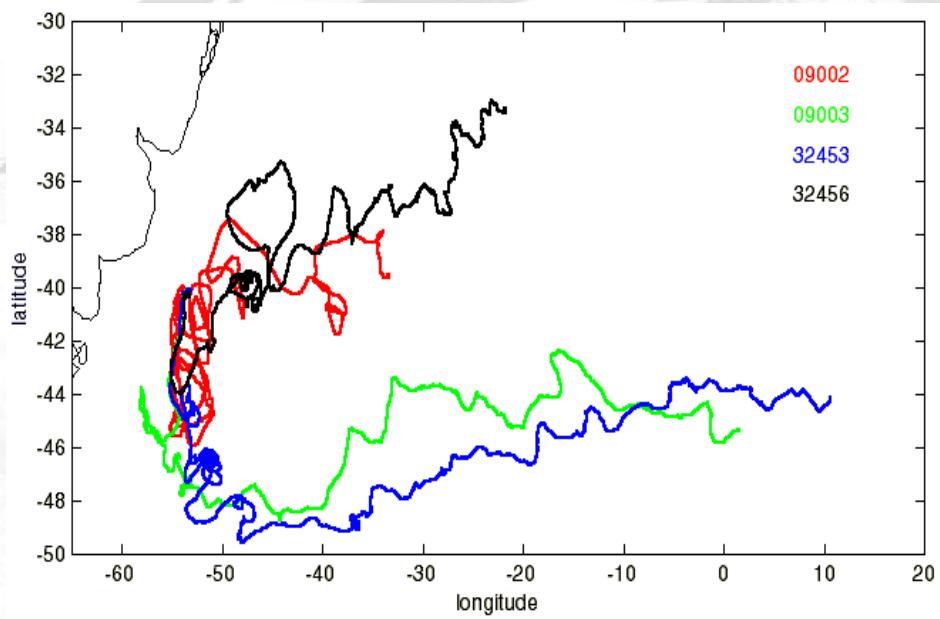
12 em Novembro 2005
5 em Novembro 2004

e vários XBTs



Lançamento de bóias de deriva
em Novembro 2005:

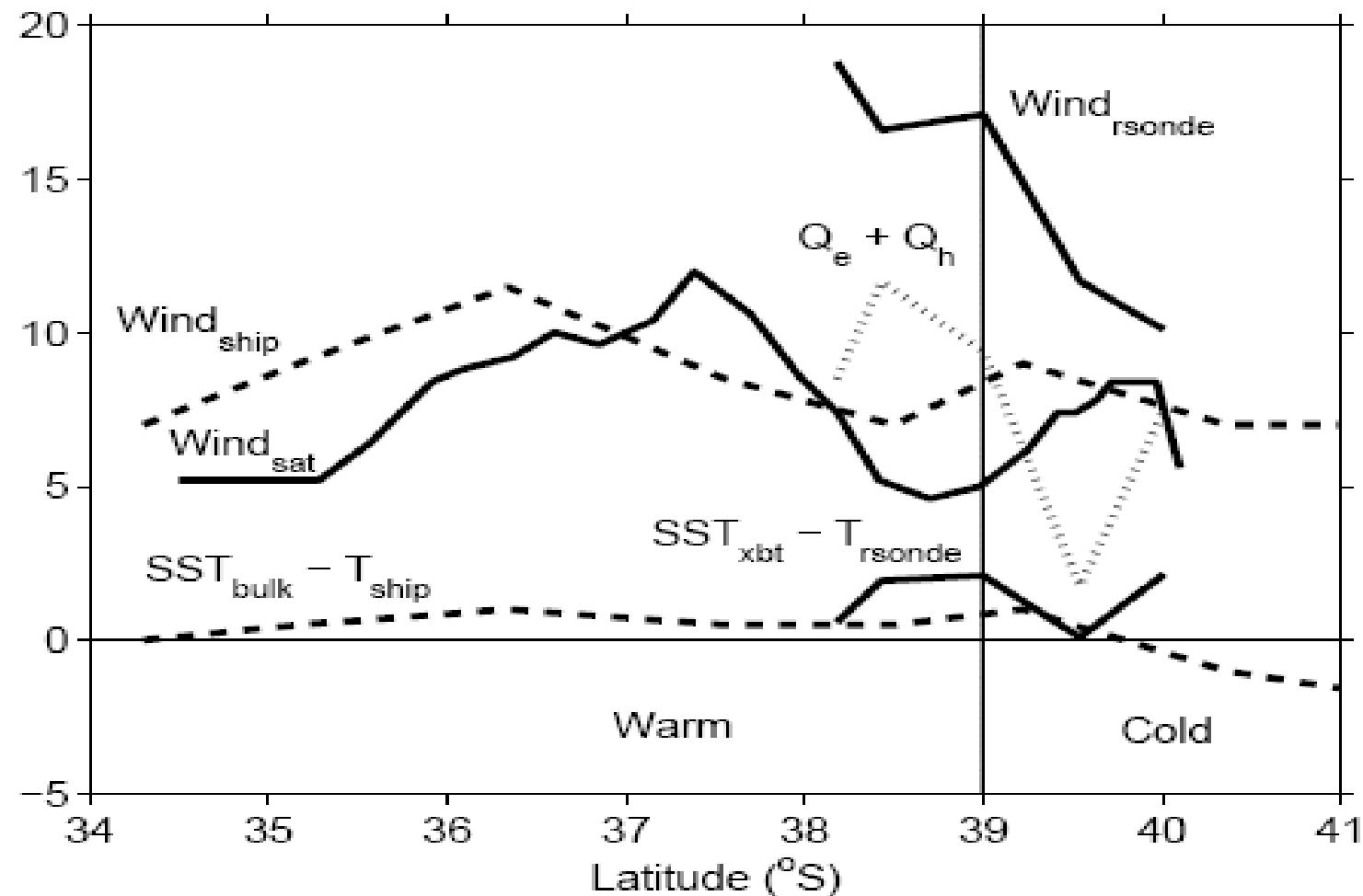
Confluência Brasil-Malvinas
Parede de um vórtice



← Trajetória de algumas boias do GOAL
entre Novembro 2003 e 2004.

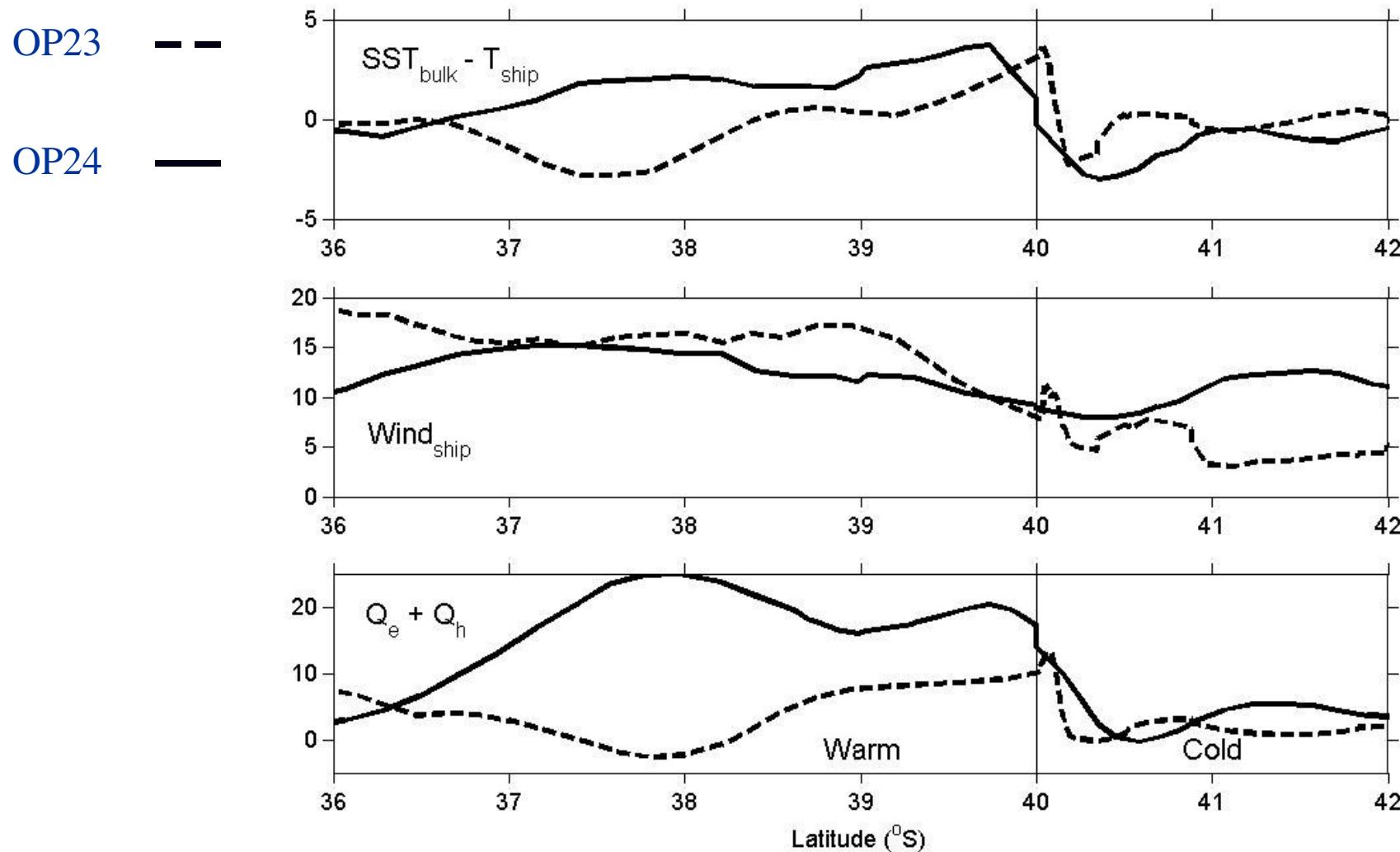
Resultados:

Independent satellite and ship-borne Met measurements - OP23
5th November 2004



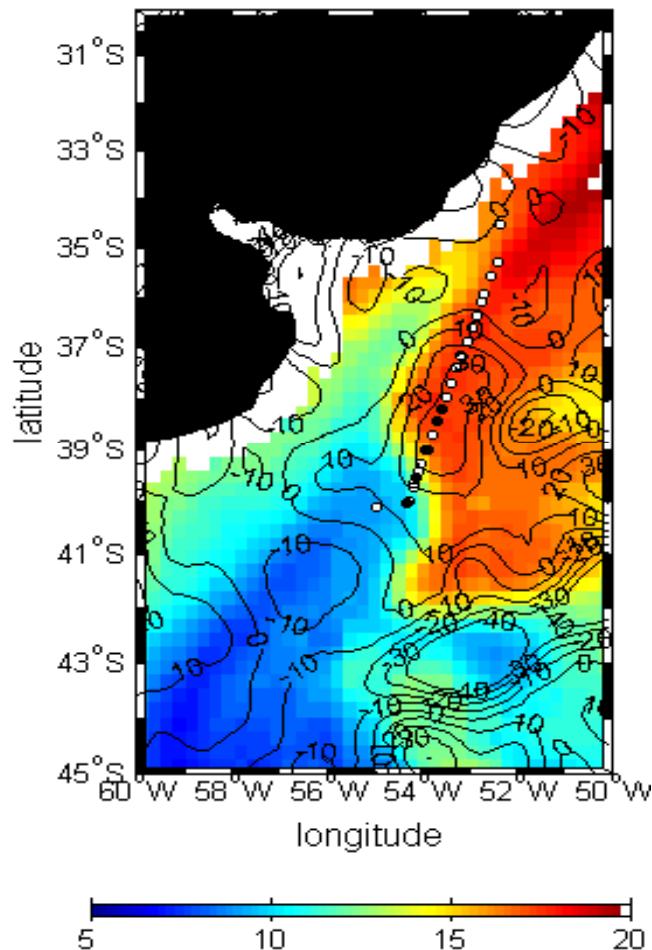
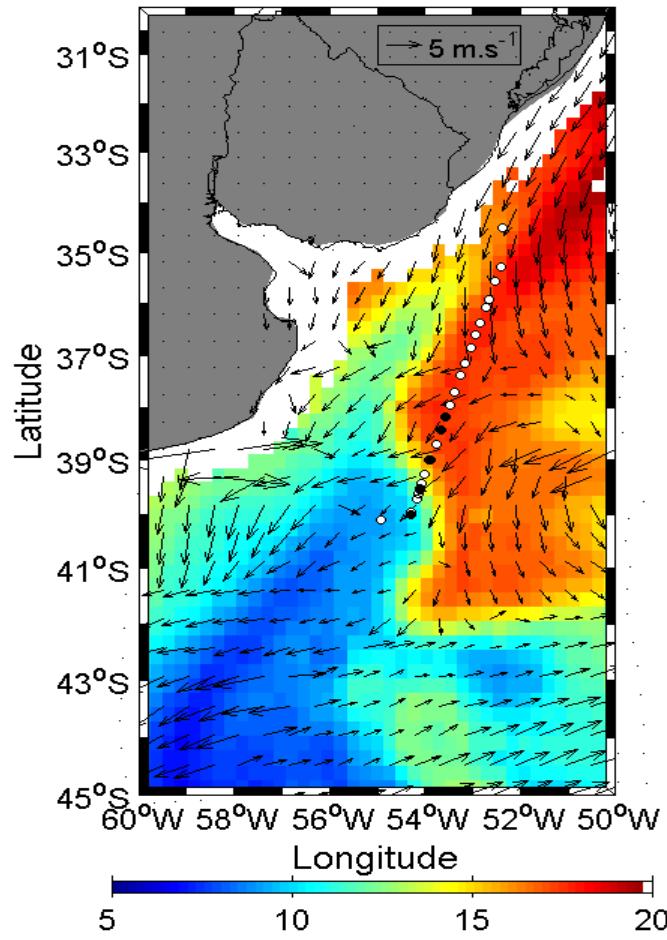
Resultados:

Comparison of Independent ship-borne Met measurements between OP23 and OP24



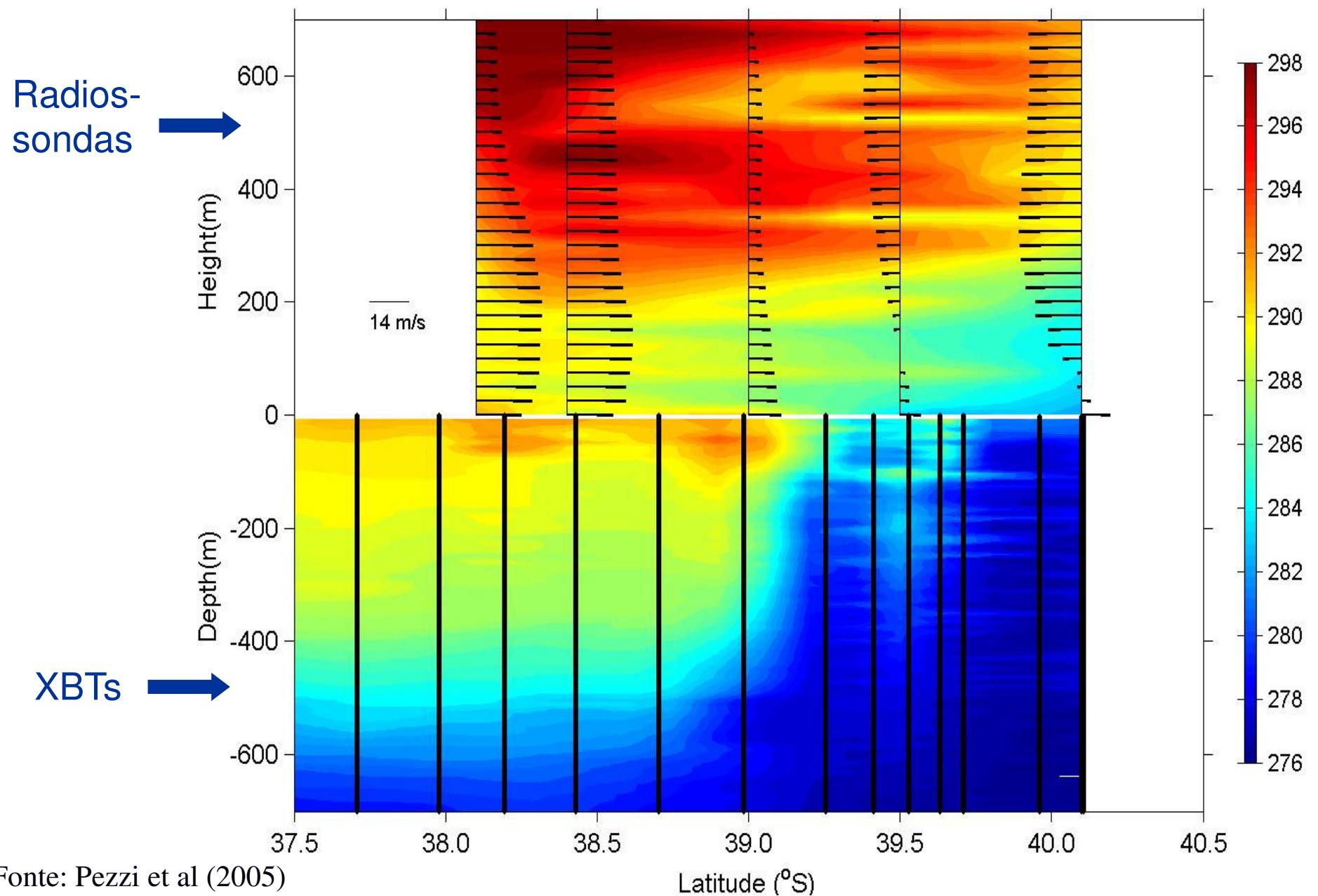
Resultados:

Interação Oceano-Atmosfera na CBM em Novembro 2004 - OP23



Pezzi, L. P., R. B. Souza, M. S. Dourado, A. E. Garcia, and M. M. Mata, 2005: Ocean-atmosphere *in situ* observations at the brazil-malvinas confluence region. *Geophys. Res. Lett.*, 32, doi:10.1029/2005GL023866, L22603.

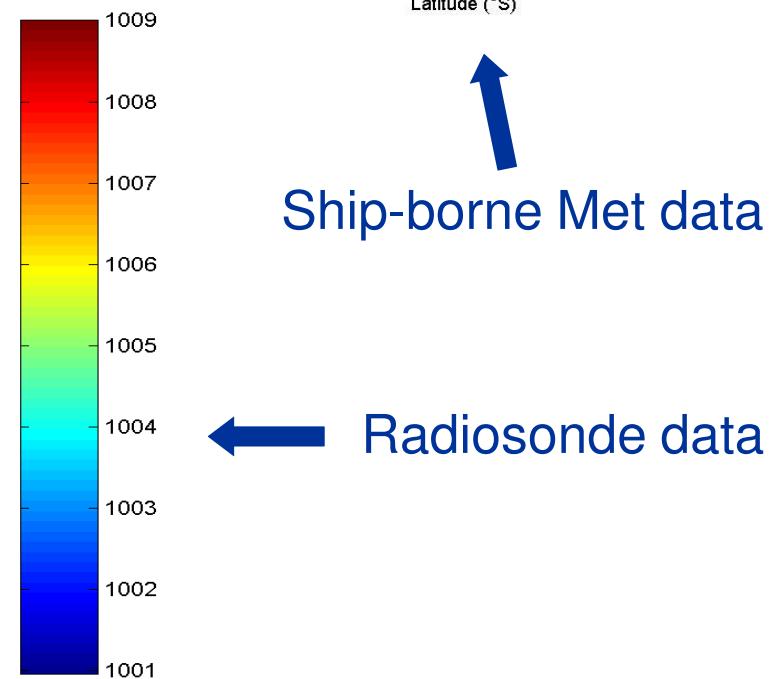
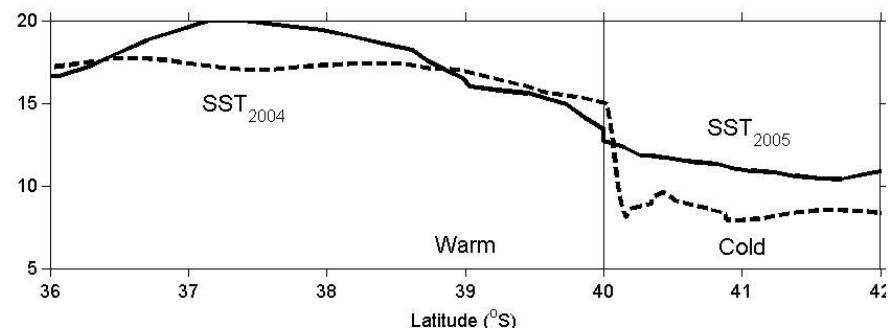
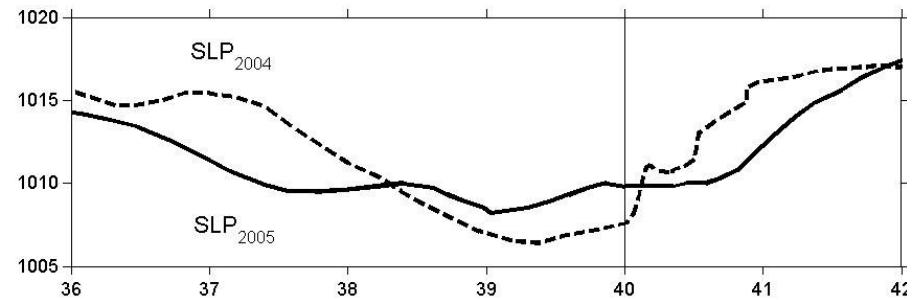
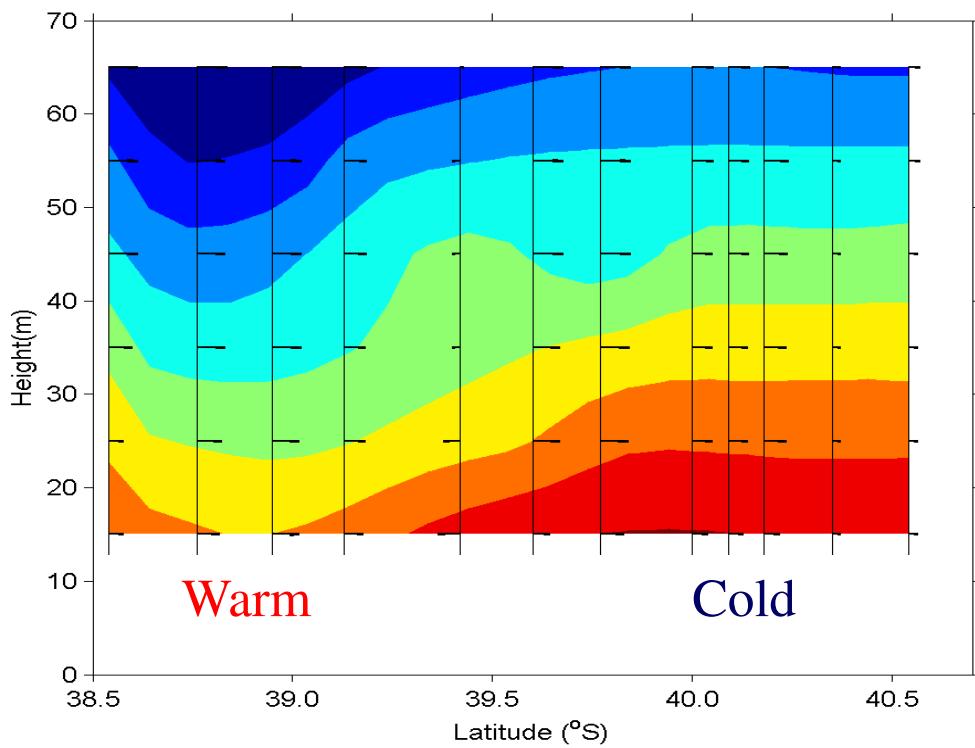
Observações simultâneas (*in situ*) na CBM. Novembro 2004 - OP23



Fonte: Pezzi et al (2005)

E a pressão tem algum papel
na interação OA?

O primeiro mecanismo,
Estabilidade Hidrostática
aparece aqui!!!



Comentários Finais da Parte Observacional

- A pesquisa indica que Camada Limite Atmosférica (CLA) é modulada pelo forte gradiente de TSM presente na região da CBM.
- O Processo de Estabilidade Estática é proposto como uma explicação da interação OA na CBM, assim como em outras regiões frontais.
- Mesmo tendo baseado nossa análise em dois cruzeiros e poucos dias de dados de satélite nos mostramos com evidências que podem explicar a modulação da CLA pela TSM na região da CBM
- Nossas observações sugerem que a pressão também tem um papel nesta história!
- Poucos estudos foram feitos até o momento sobre este tema nesta região (Tokinaga et al, 2005, fez um usando dados climatológicos de superfície de baixa resolução COADS High-Res)



2) Assimilação de Dados de Radiossondagens na Região da CBM

Resultados Numéricos Preliminares

Colaboradores

José A. Aravéquia, CPTEC-INPE

Luiz F. Sapucci, CPTEC-INPE

Dirceu L. Herdies, CPTEC-INPE

Simone S. Tomita, CPTEC-INPE



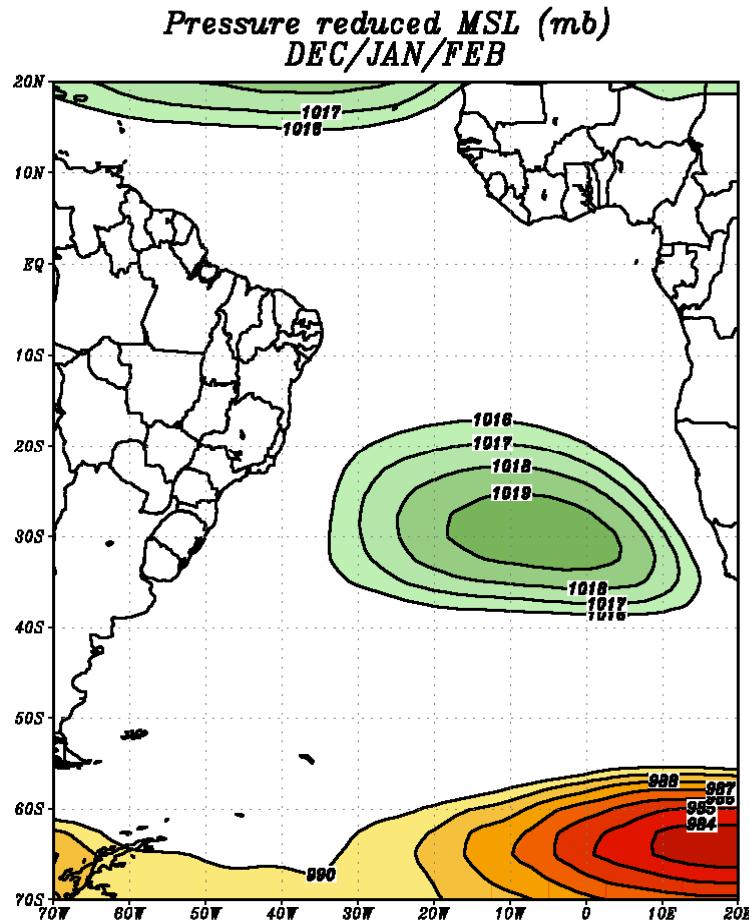
Outline

- Introdução Geral sobre o Atlântico Sudoeste
 - Clima
 - Previsões Climáticas: Conhecimento e Limitações
 - Interação Oceano-Atmosfera (OA)
- Metodologia
 - Os Modelos Global e Regional
 - Método de Assimilação dos Dados (PSAS)
 - Os Experimentos
- Resultados da Assimilação dos Dados
 - Observação X Modelo
 - Modelo com Assimilação X **sem Assimilação**
- Comentários Finais

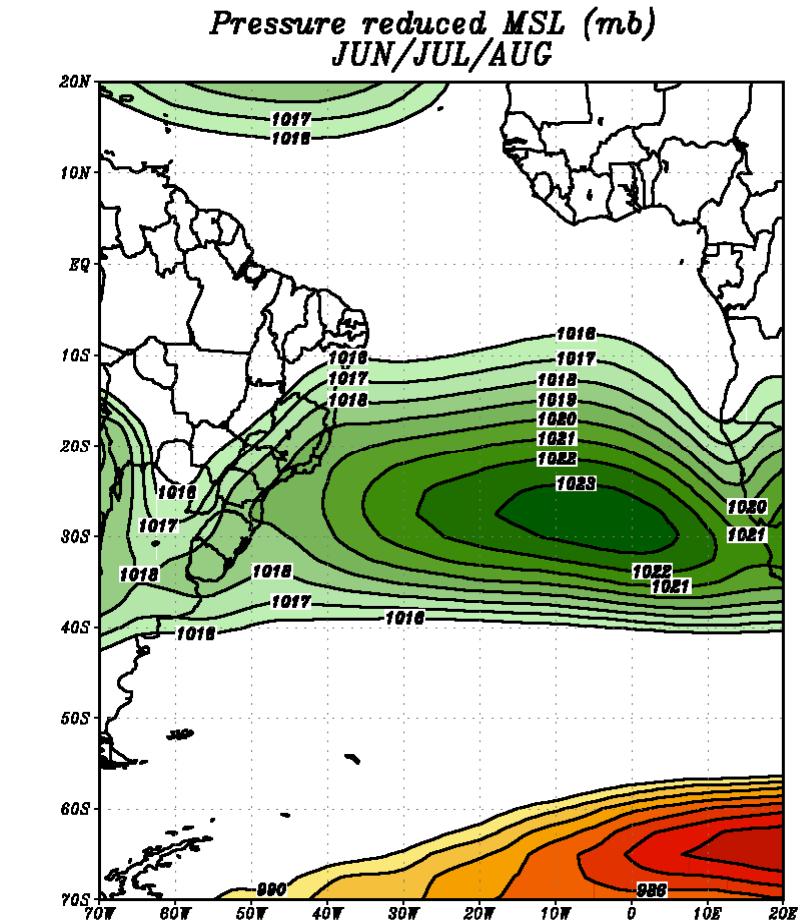
Introdução:

O Clima atmosférico Atlântico apresenta uma sazonalidade climática marcante

Verão



Inverno

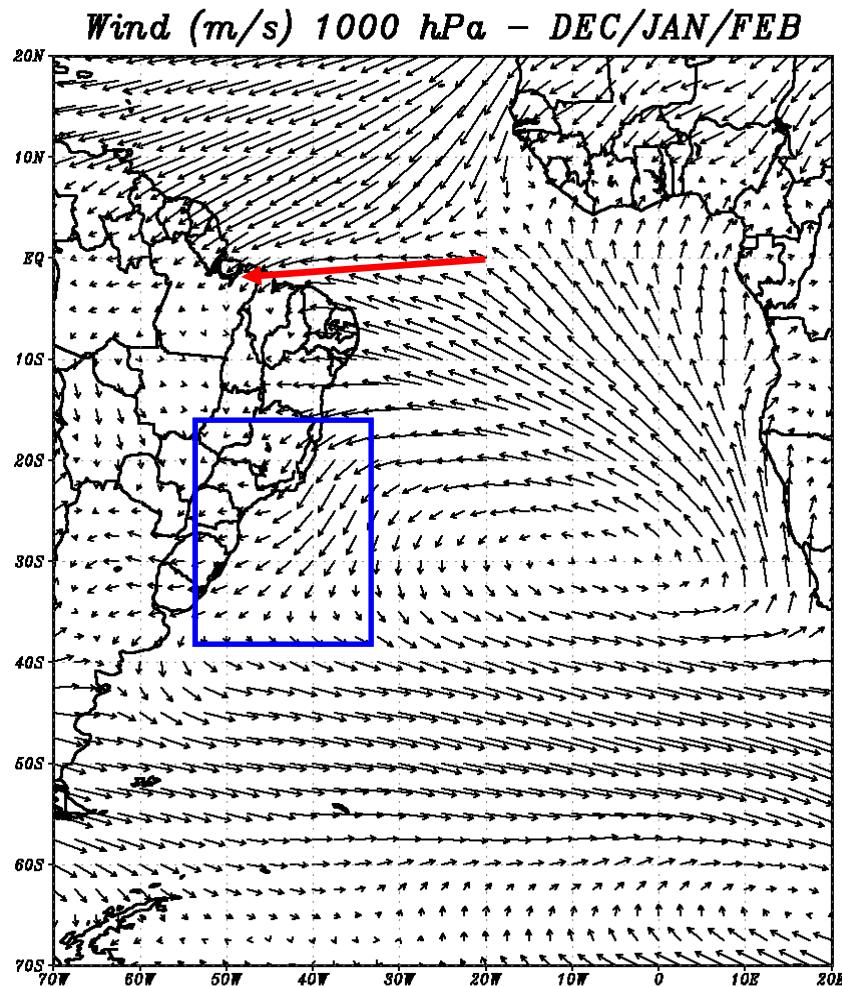


Verão: anticiclone + fraco
e deslocado mais para o SUL

Inverno: anticiclone + intenso
e deslocado mais para o NORTE

O vento em superfície acompanha a variabilidade sazonal

Verão

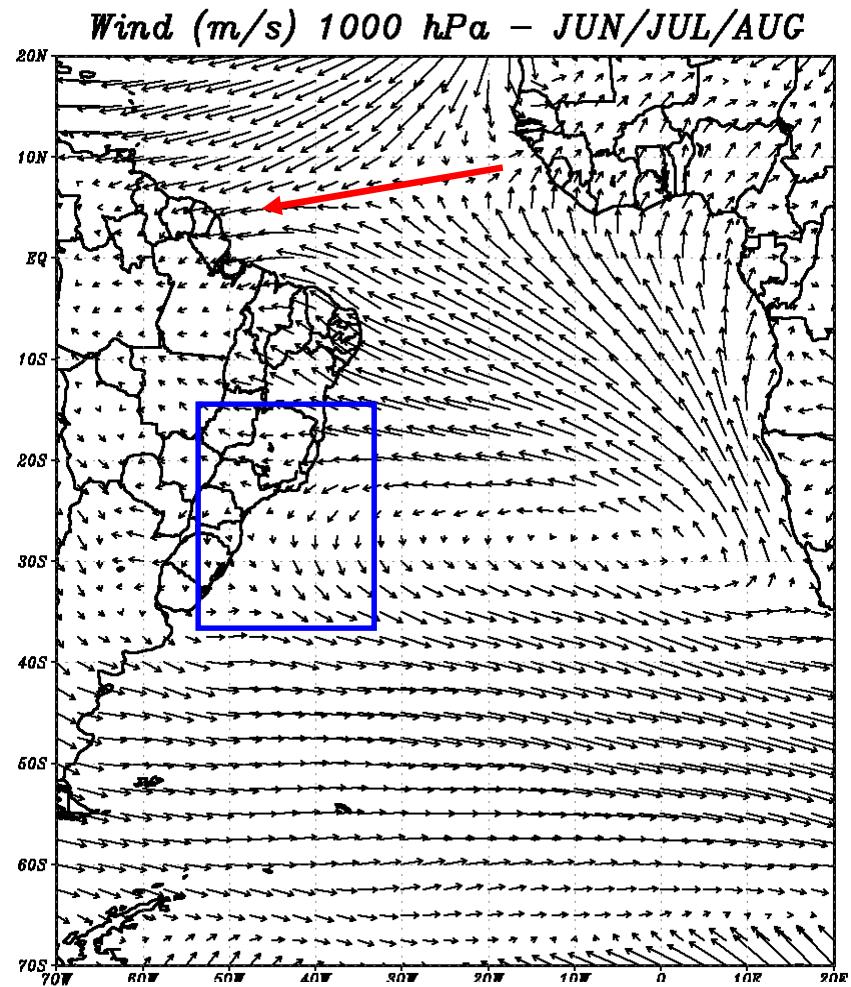


Verão: Sudoeste + fraco

ZCIT + ao Sul

Norte na BMC + forte

Inverno

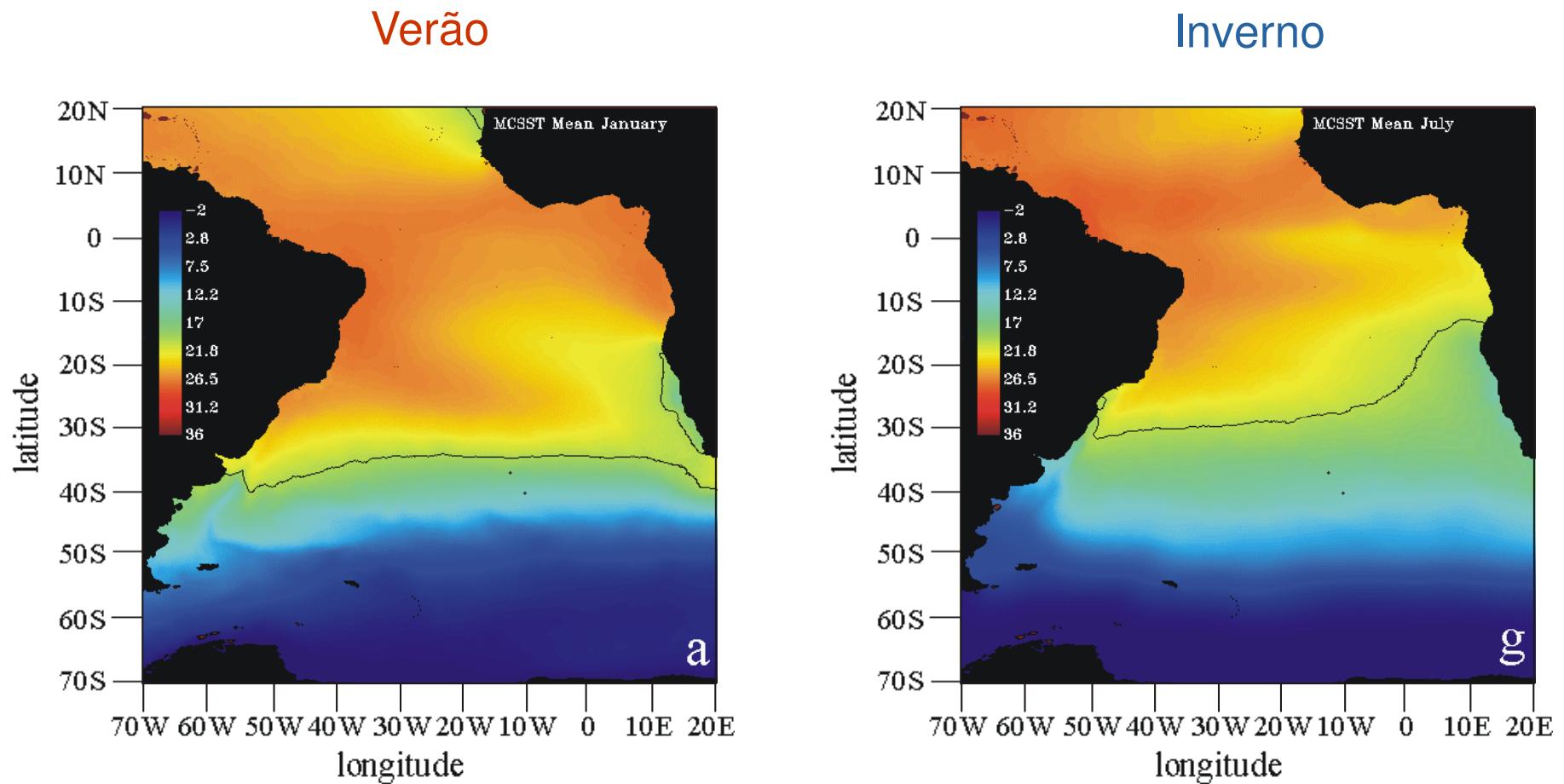


Inverno: Sudoeste + forte

ZCIT + ao Norte

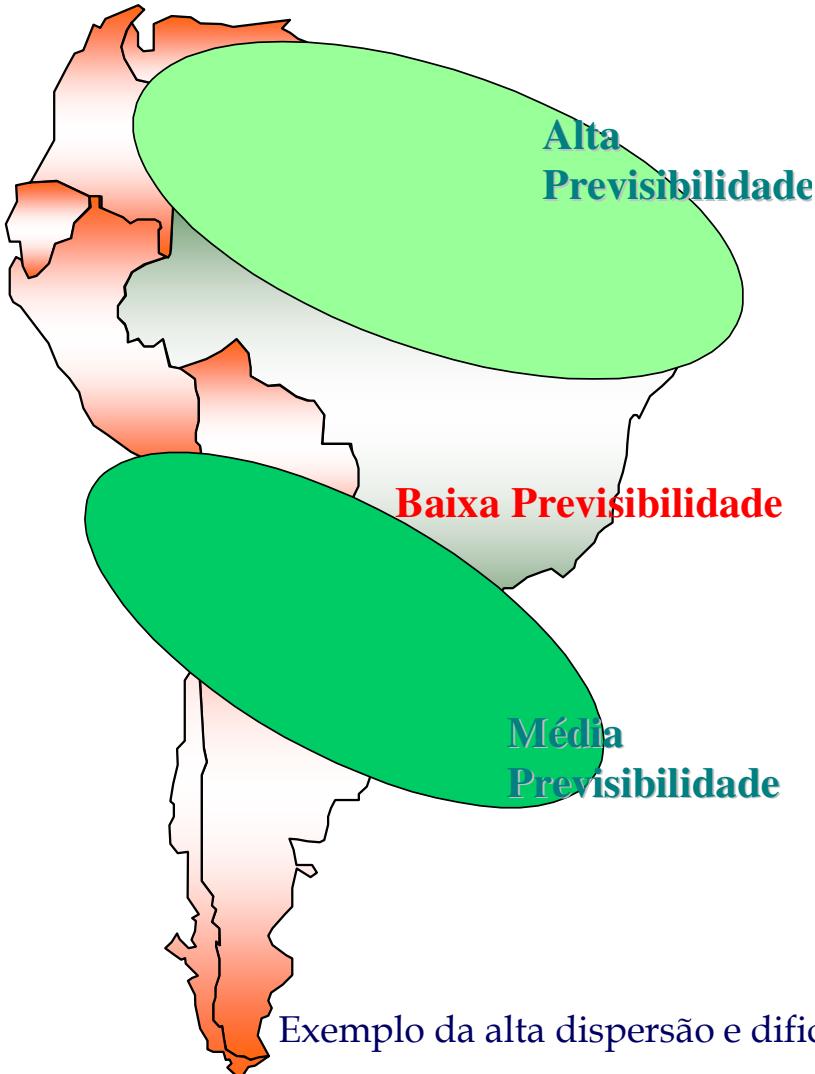
Norte na BMC + fracos

O campo médio de TSM no Atlântico Sudoeste

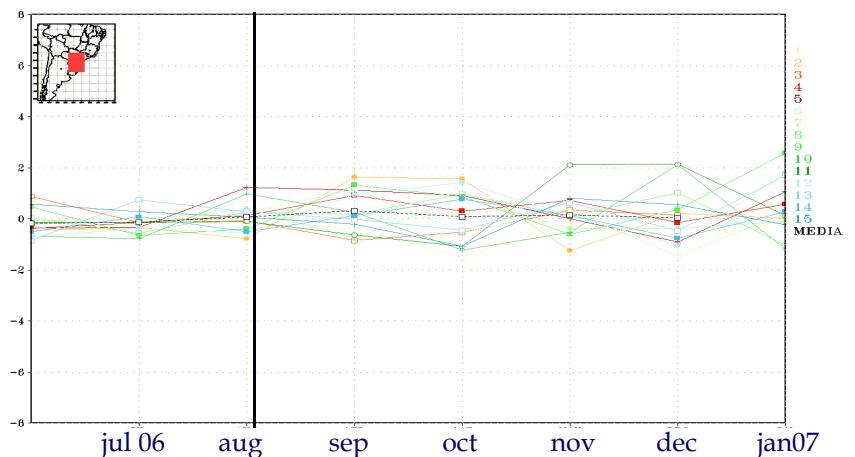
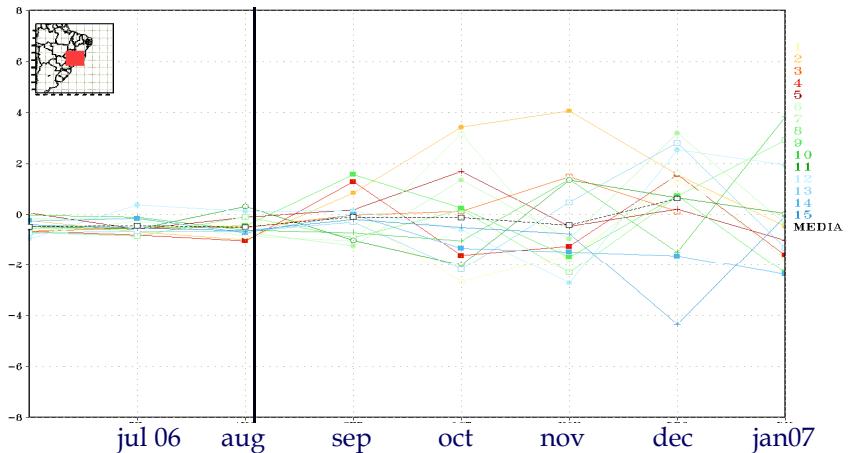
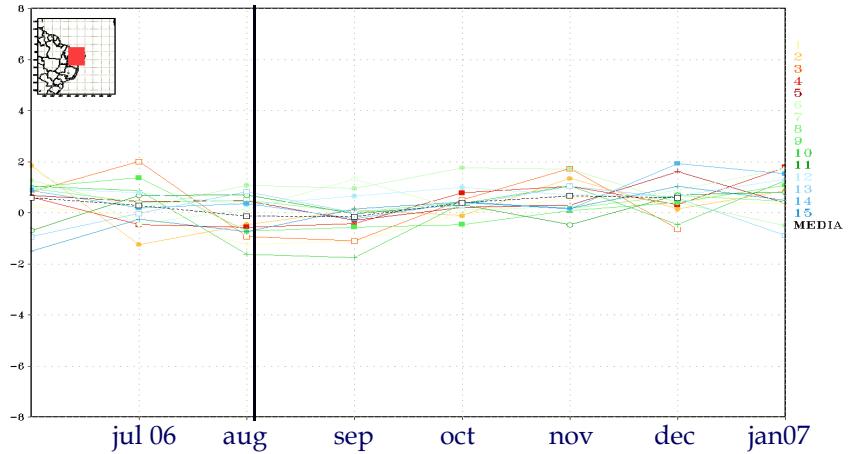


Imagens de TSM médias climatológicas mensais: dados originais MCSST entre 1982 e 1995.

Previsão Climática (1 á 6 meses)



Exemplo da alta dispersão e dificuldade em se prever o clima (precipitação) para a região SE do Brasil com um Modelo de Circulação Global Atmosférico (MCGA).



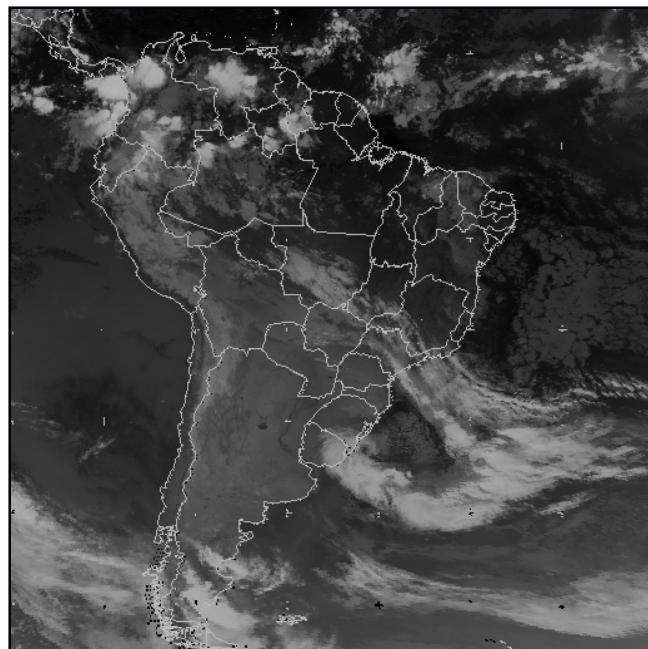
Limitações e conhecimentos das Previsões

- Regiões que **tem** uma forte conexão com os **oceanos tropicais** a previsão sazonal funciona melhor. Tanto com modelos **estatísticos** quanto **dinâmicos**
Ex: Norte e NEB,
Sul do Brasil,
Nordeste da Argentina
- Regiões que **não tem** uma forte conexão com os oceanos a previsão sazonal ainda é um grande desafio.
Ex: Sudeste do Brasil
- **Papel do ATL Sudoeste no Clima do Brasil é ainda uma questão controversa!** Tem impactos, porém não são claros como o ATL e PAC Tropical (**El Niño**, La Niña, Dipolo do ATL)

Interação Oceano-Atmosfera (OA)

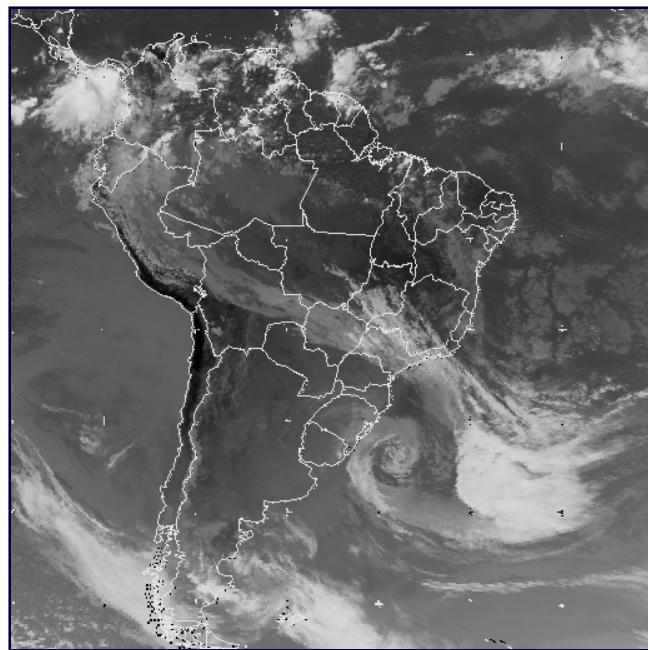
09 UTC
do dia

13/07/1993



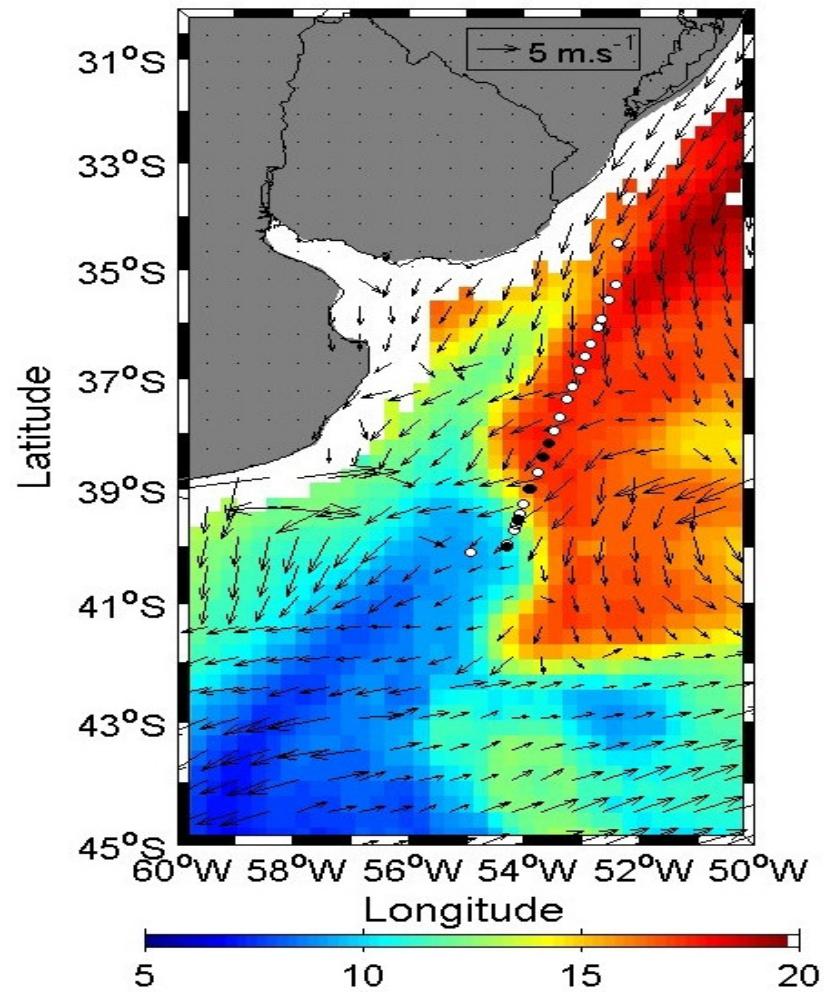
09 UTC
do dia

14/07/1993

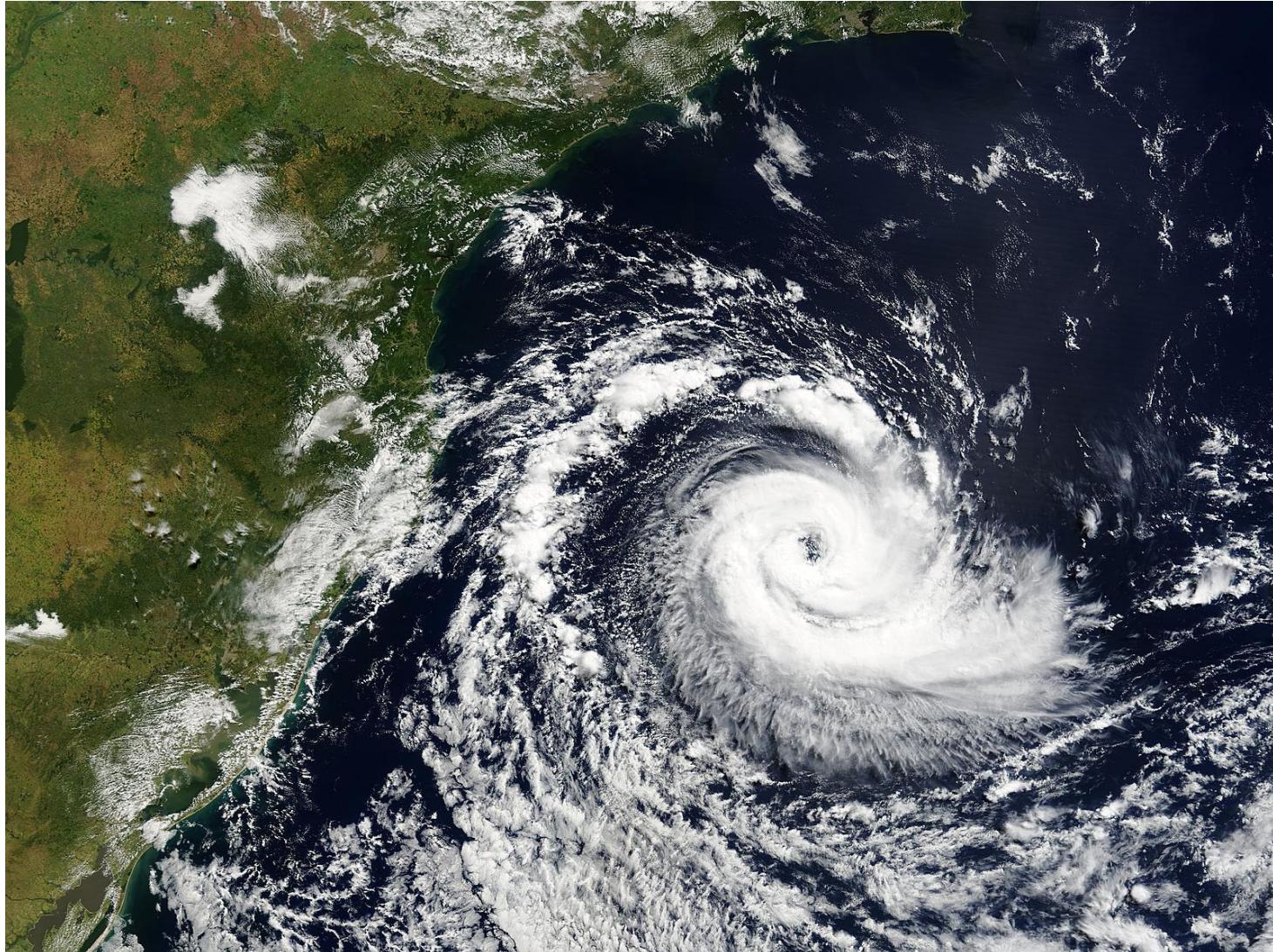


- Storm Track , Ciclogenética Frontogenética

- Acentuado Grad TSM
- Energética



Além da ocorrência dos já conhecidos Ciclônes Extra-Tropicais,
as vezes ocorrem **eventos extremos!!**



Catarina – Março de 2004

Destacam-se 3 caminhos para se melhorar previsões numéricas de tempo e clima

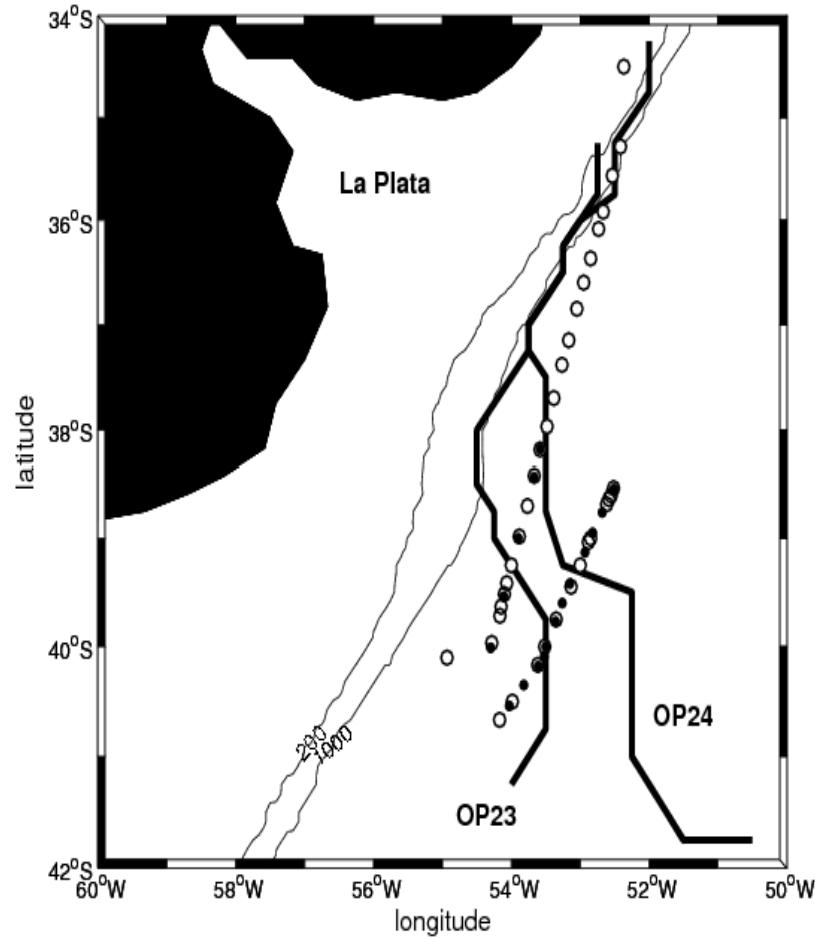
- 1- Parameterizações físicas dos modelos numéricos
- 2- Pós-processamento estatístico de previsões dinâmicas
- 3- Melhorar a inicialização das integrações numéricas, via assimilação de dados

Um outro objetivo do OCAT-BM e INTERCONF...

- *Qual o impacto das observações *in situ* em simulações numéricas da Atmosfera?*

....tanto no estudo da física da interação OA, quanto em validações de modelos numéricos (atmosféricos)

Rotas do NApOc Ary Rongel, posições das observações e da frente termal – OP23 e OP24

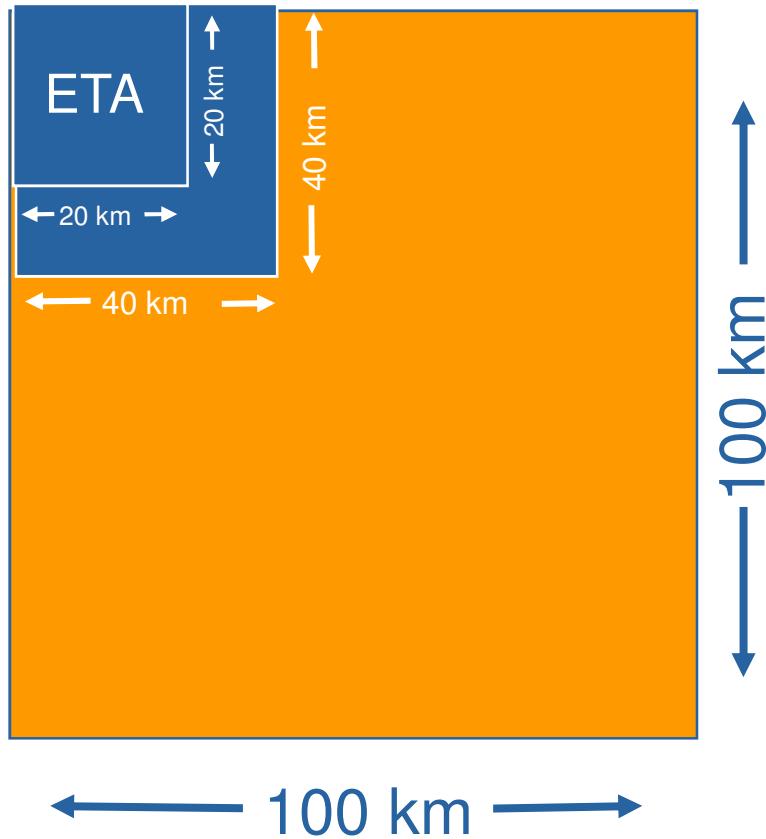


○ - XBT

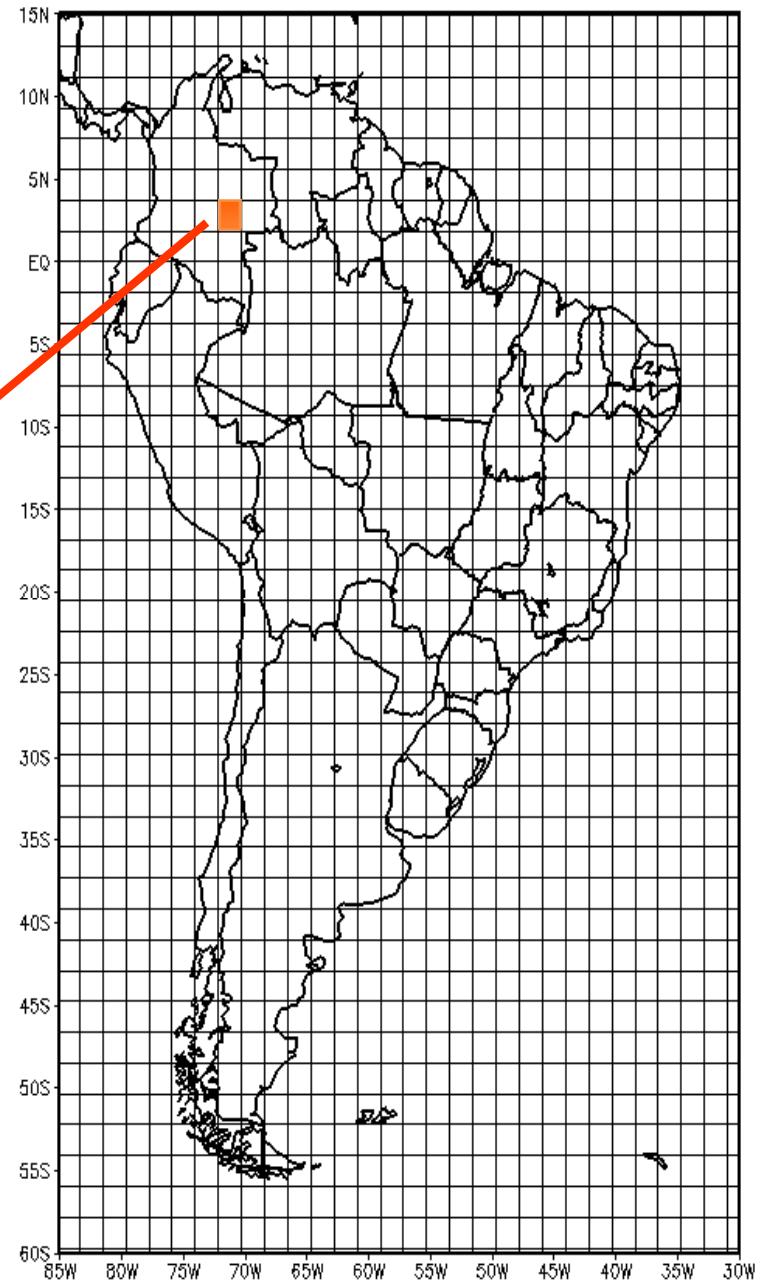
● - Radiossondas



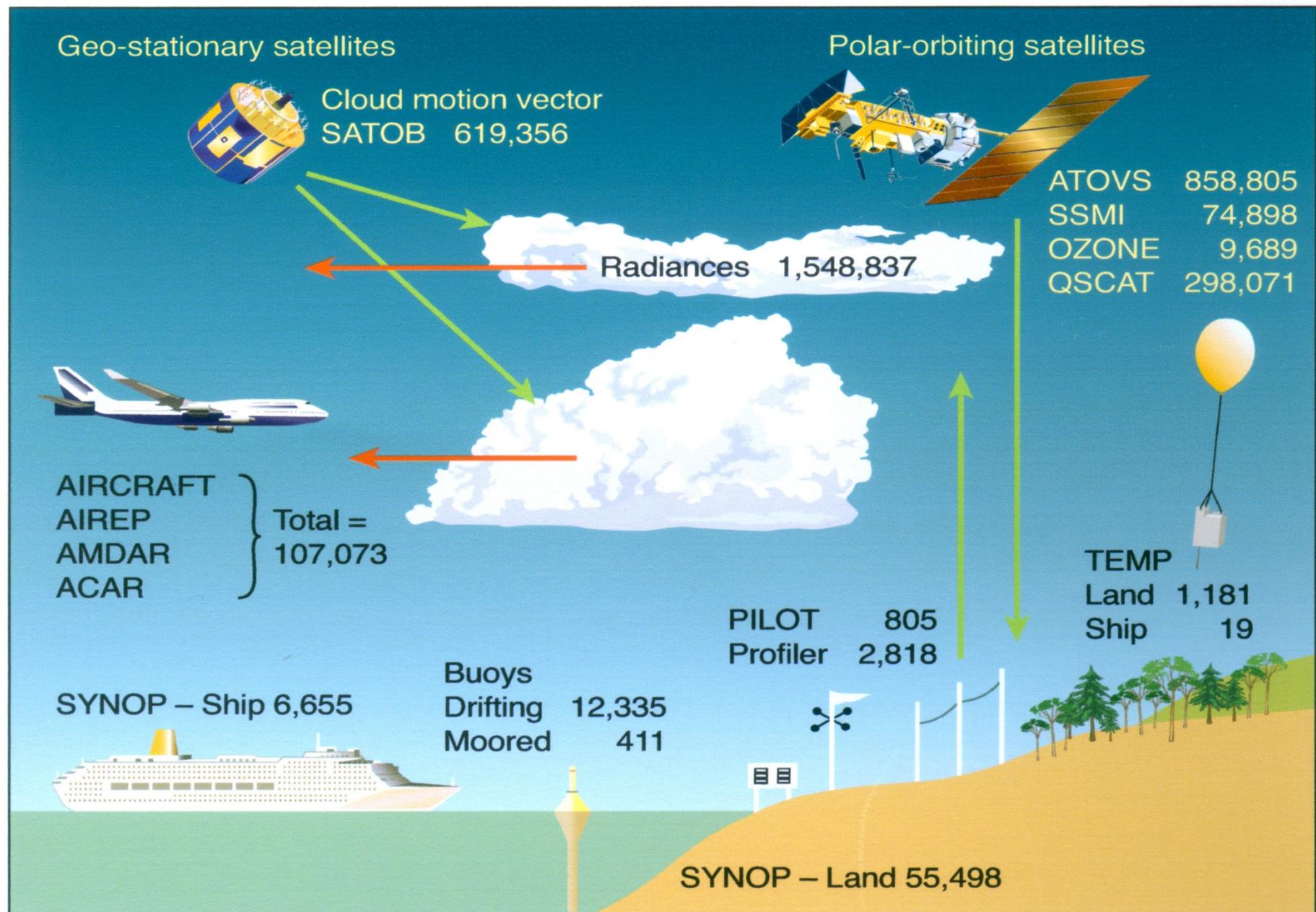
Grades do Modelo Global e ETA



Número de níveis na vertical
Global - 28
ETA - 38



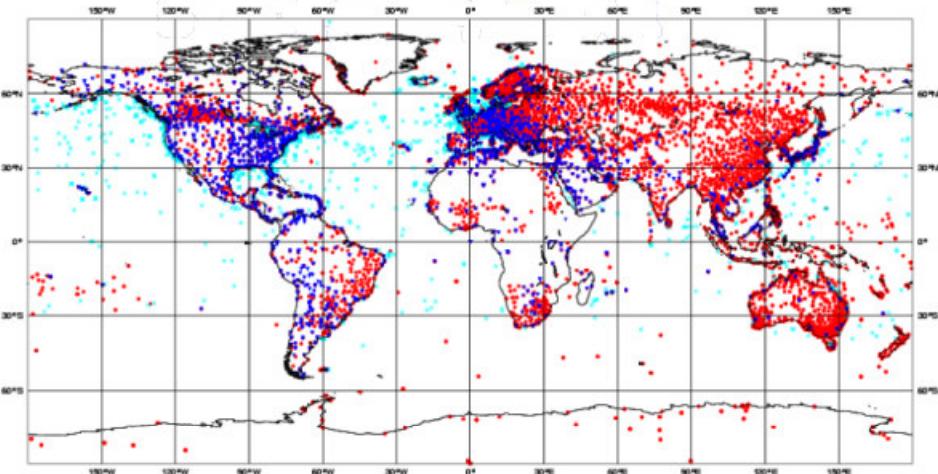
Observações usadas nos modelos numéricos (assimilação de dados)



Observações usadas nos modelos numéricos (assimilação de dados)

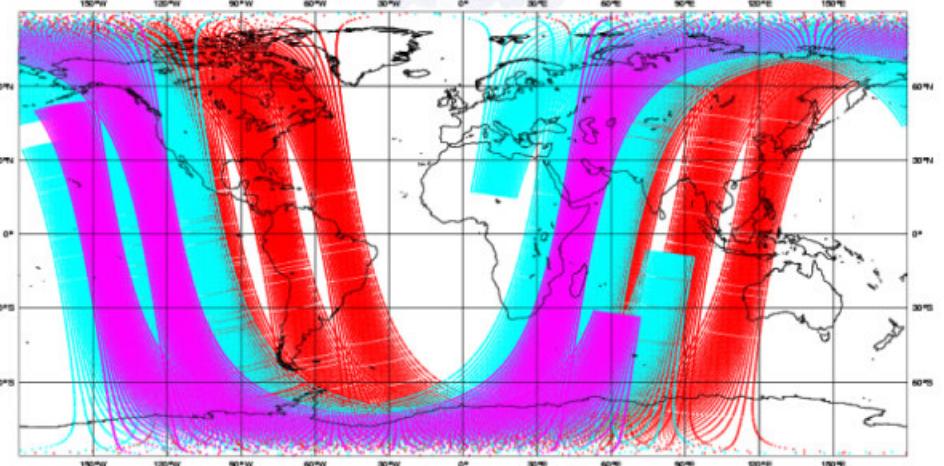
Estações, Navio, Boia, Avião

SYNOP/SHIP/METAR

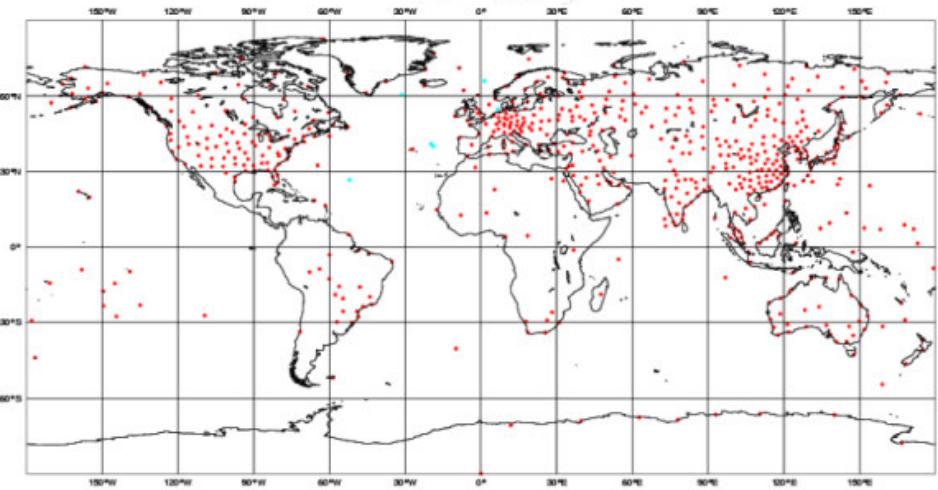


Satélites (sondagens, vento)

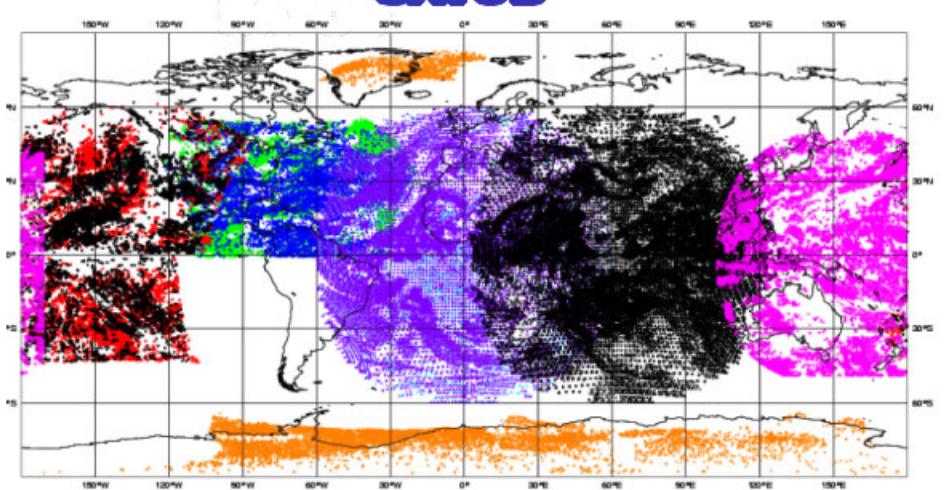
ATOVS



TEMP



SATOB



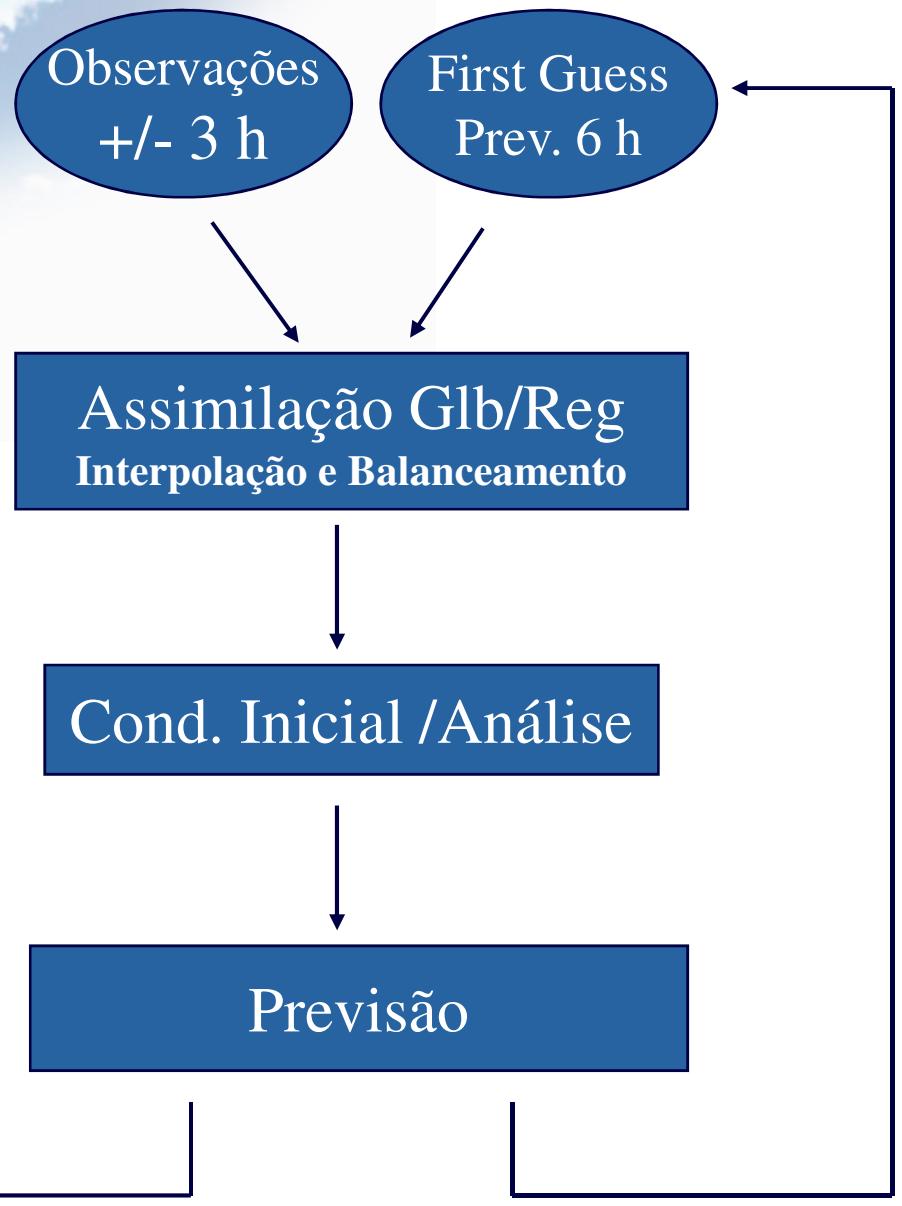
A Assimilação de Dados

É uma técnica que **combina** as informações de **modelo** (First Guess) e as **observações**.

modelo (x_b) X observação (y)

A solução do PSAS é:

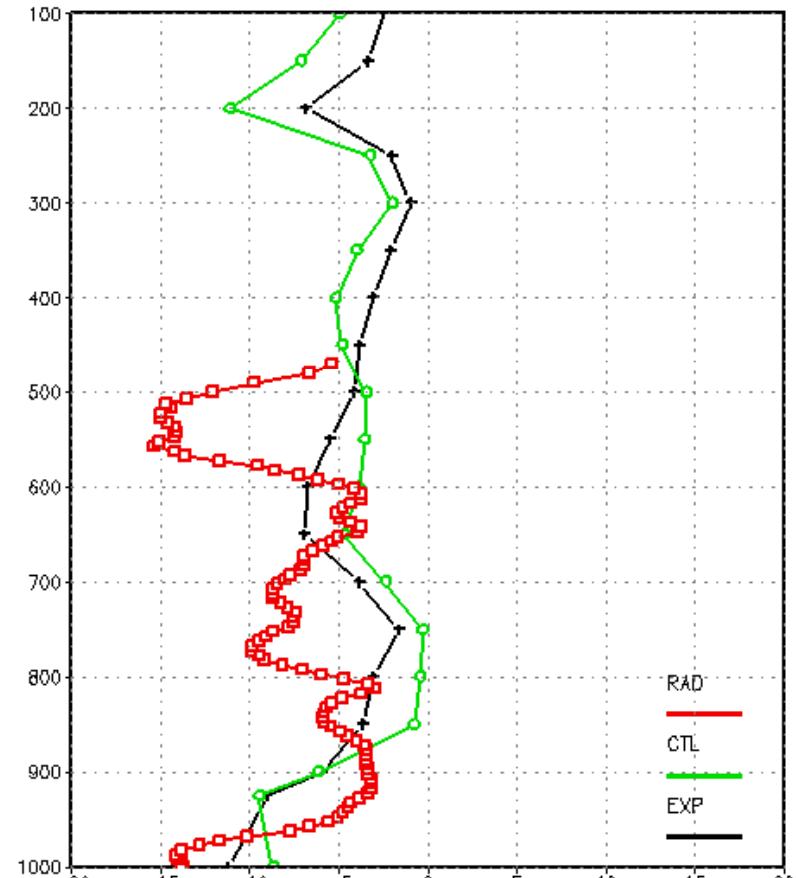
$$x_a = x_b + K [y - H(x_b)]$$



Assimilação das Radiossondas ...

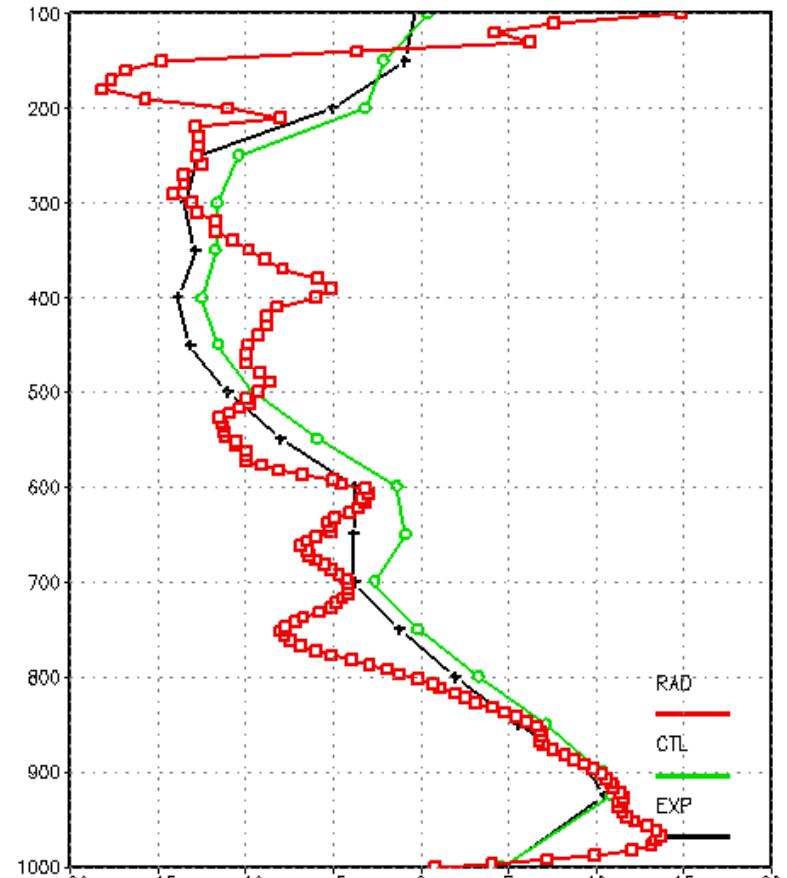
Modelo Regional Atmosférico ETA (CPTEC-INPE)
com resolução de 40 Km:

Merid. Wind 00Z03NOV2004



com 1 rad

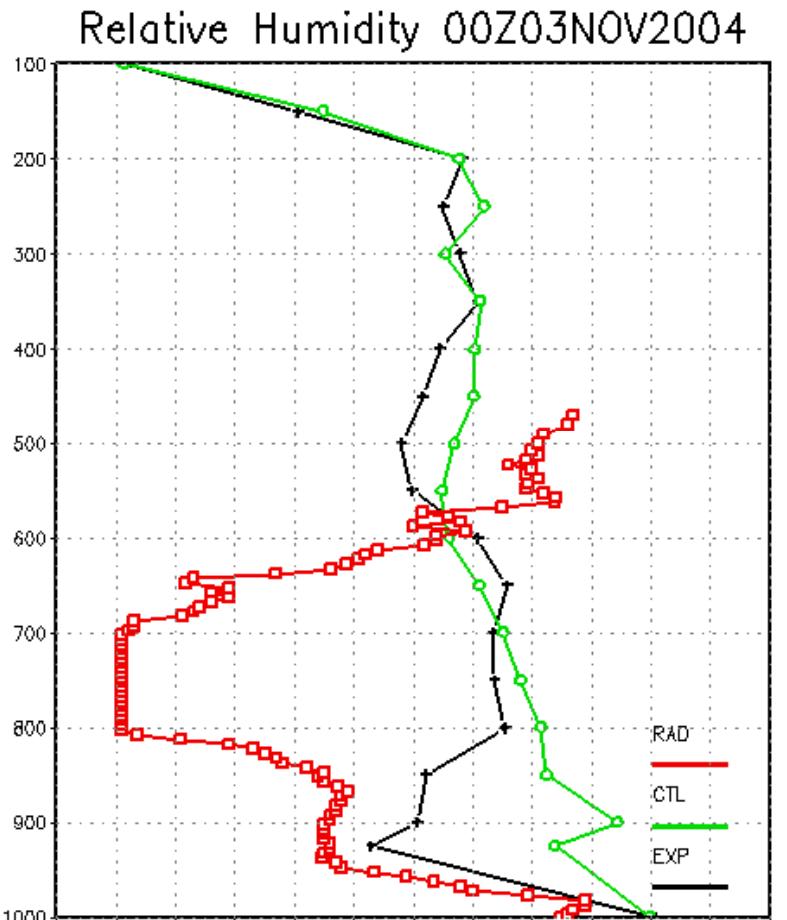
Merid. Wind 06Z03NOV2004



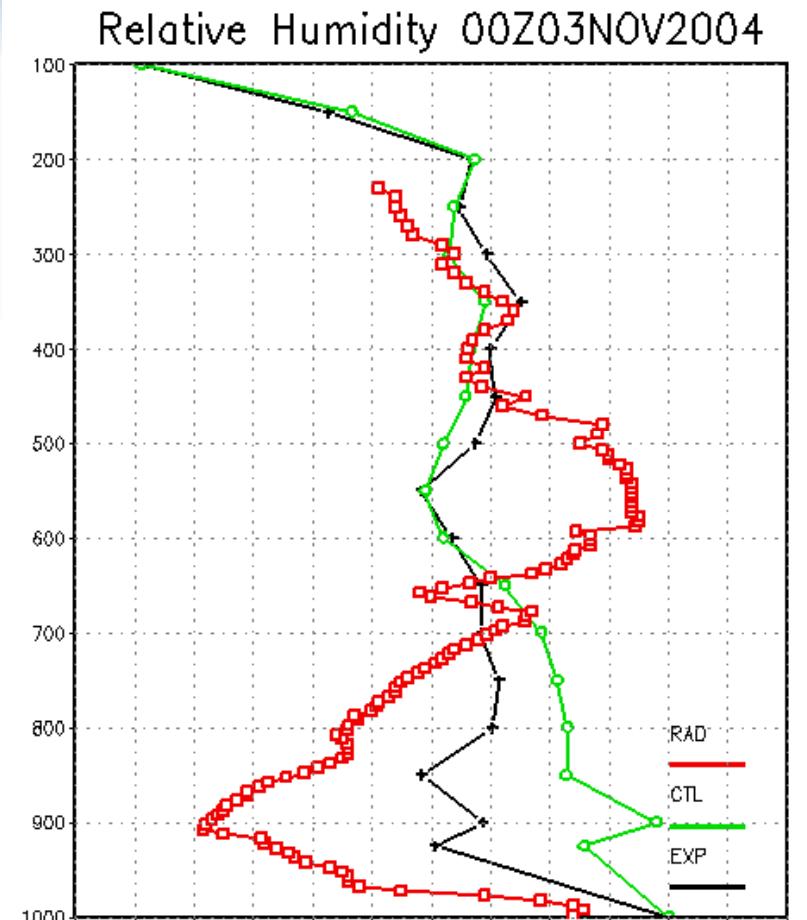
com 5 rad

Assimilação das Radiossondas ...

Modelo Regional Atmosférico ETA (CPTEC-INPE)
com resolução de 40 Km:

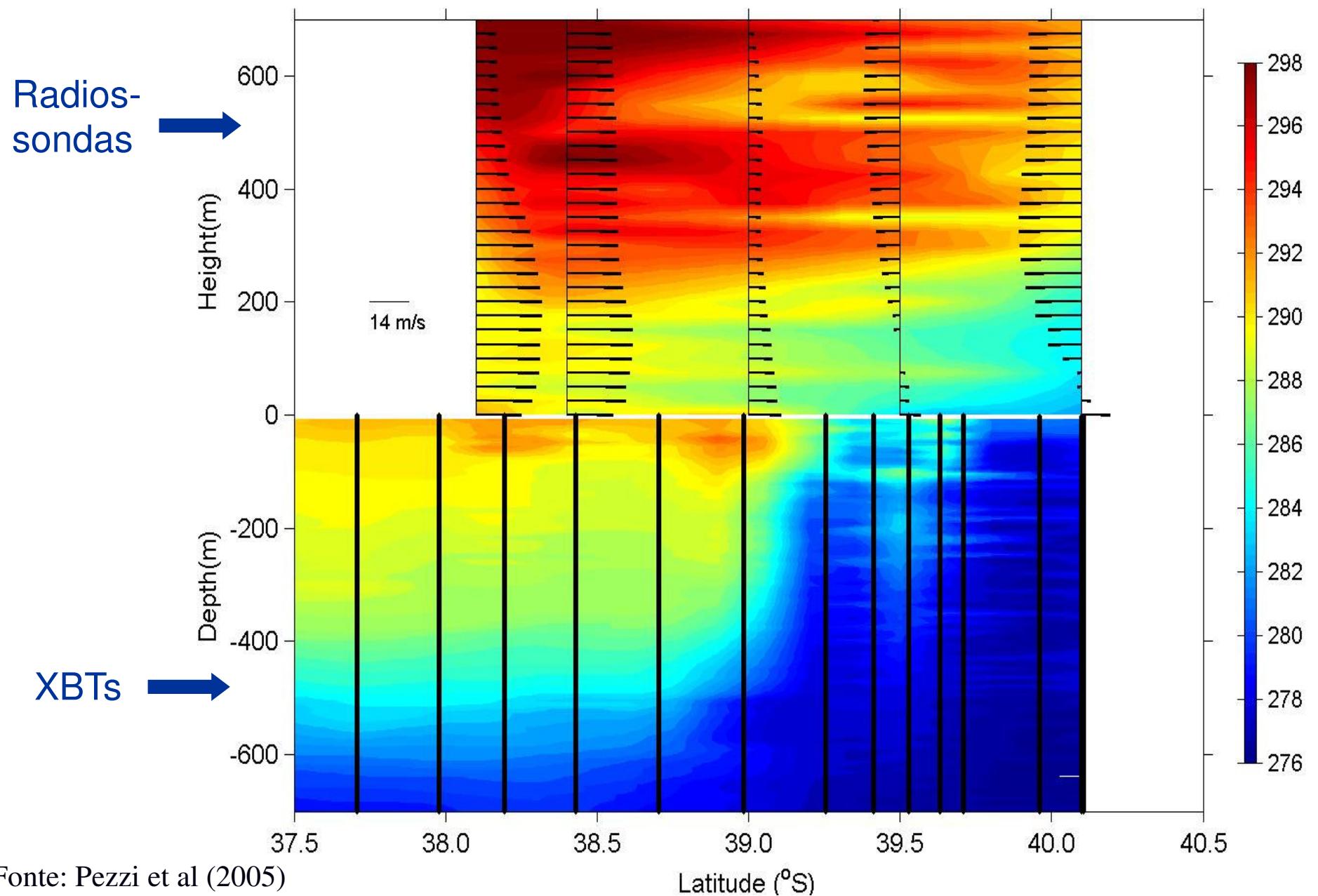


com 1 rad



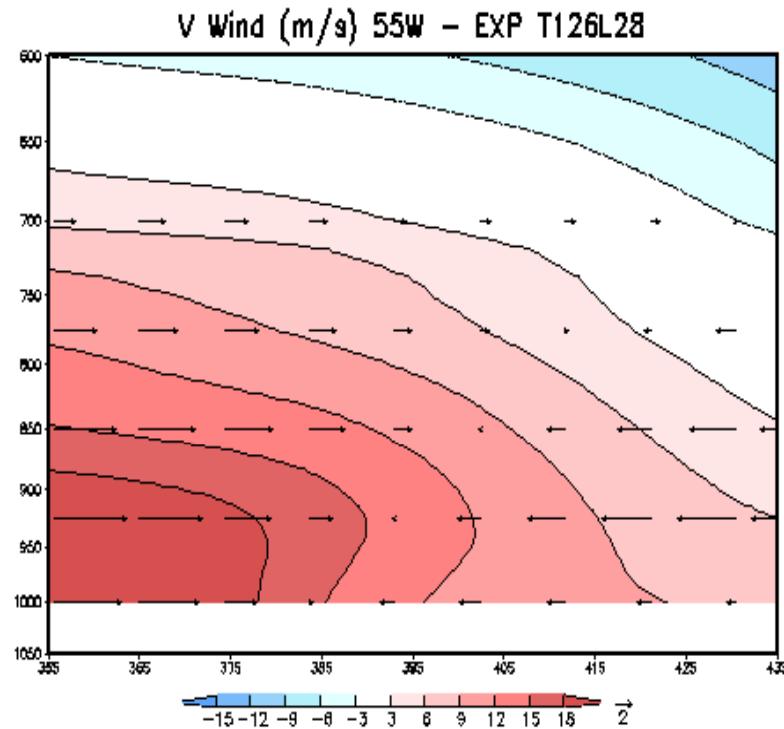
com 3 rad

Observações simultâneas (*in situ*) na CBM. Novembro 2004 - OP23

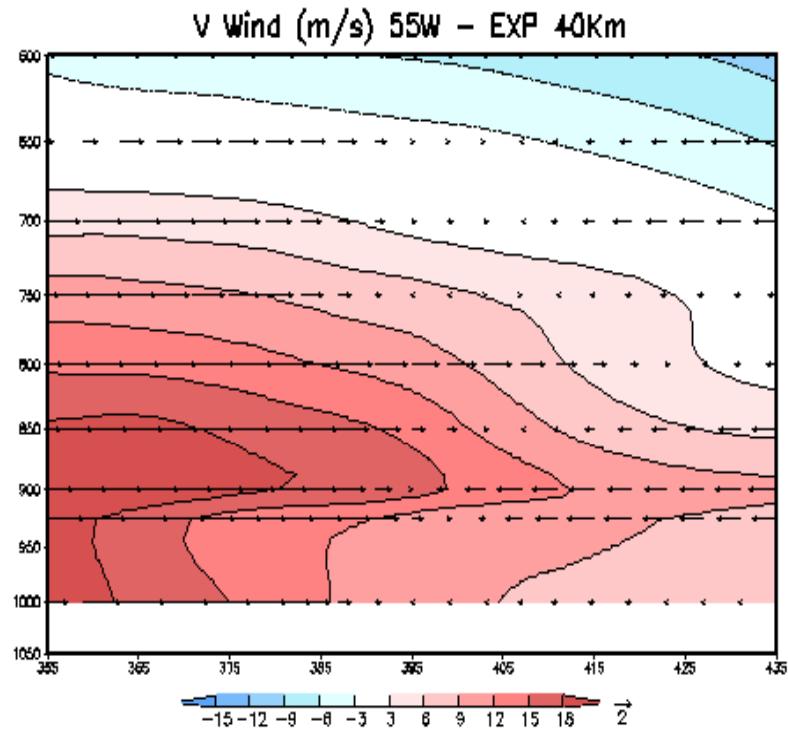


Simulação da OA na BMC ...

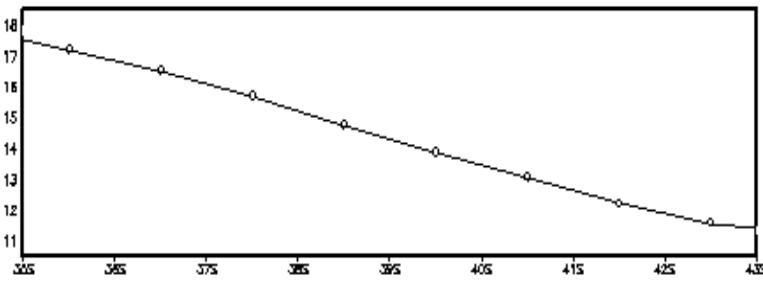
Global ~ 100 km



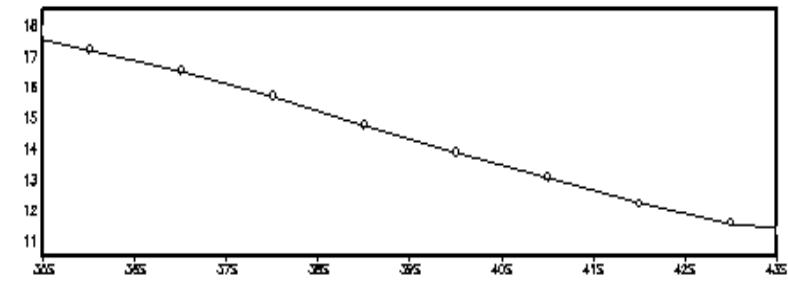
Regional ~ 40 km



weekly OI-SST



Blended Sat+Obs



weekly OI-SST

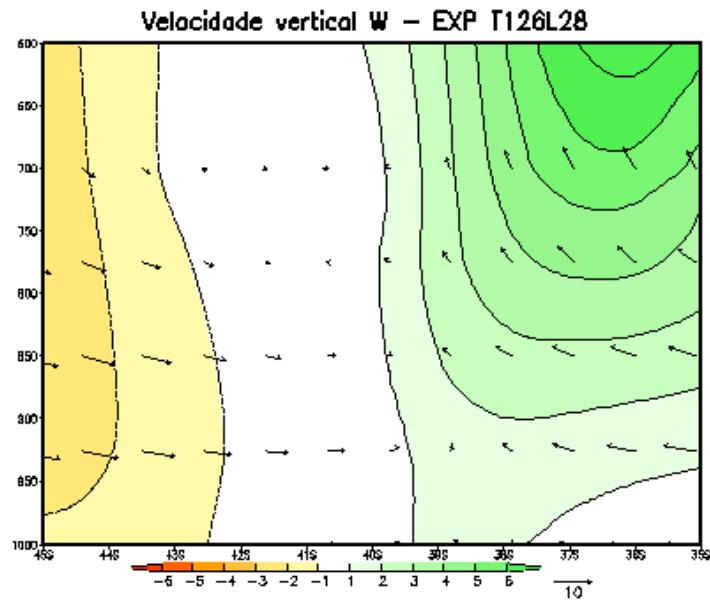
Movimento Vertical...

Com
Assimilação

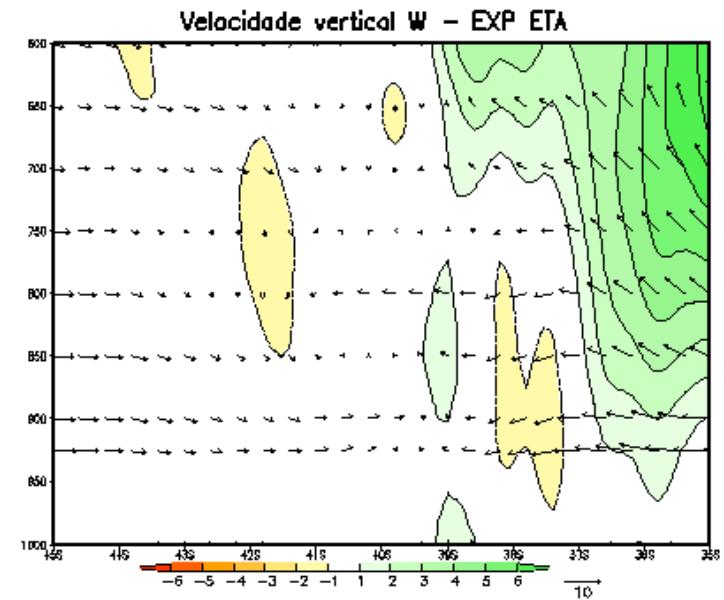
Sem
Assimilação

w é
subestimado

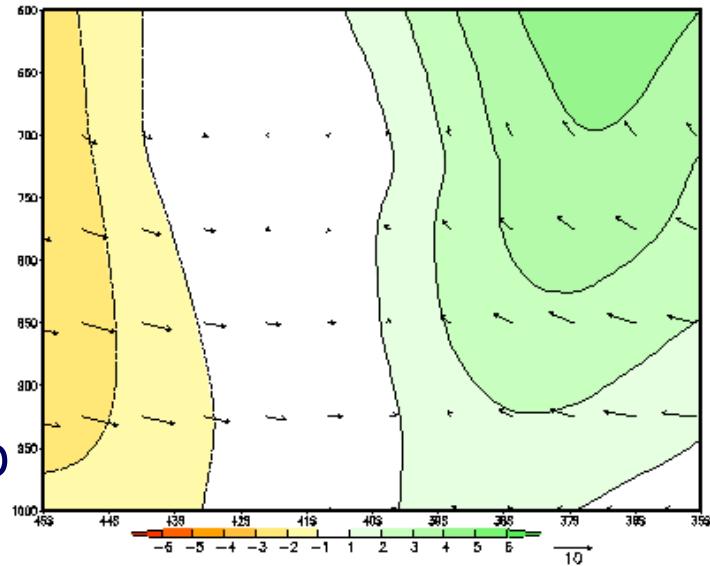
Global ~ 100 km



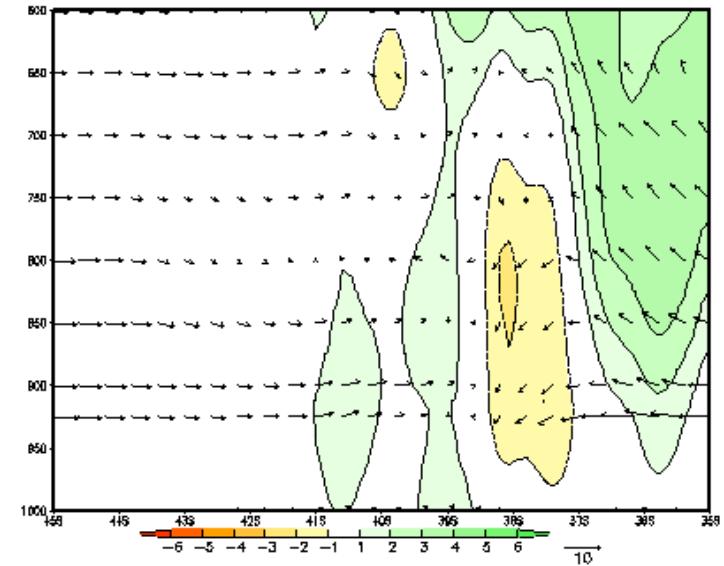
Regional ~ 40 km



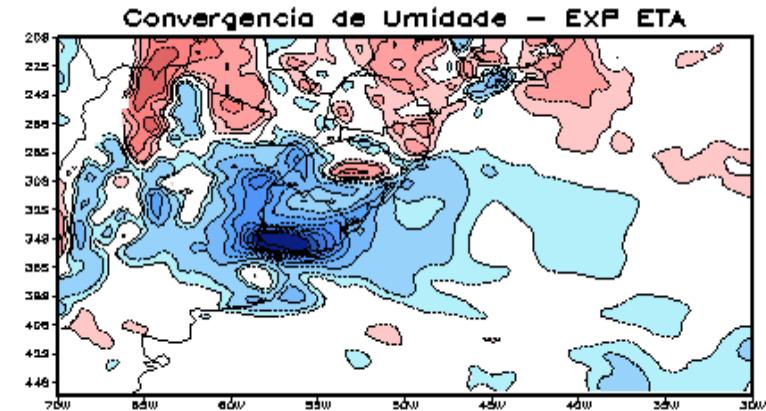
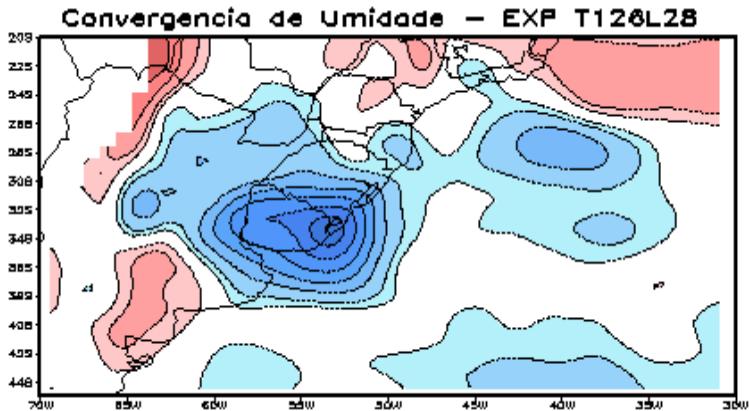
Velocidade vertical W - CTL T126L28



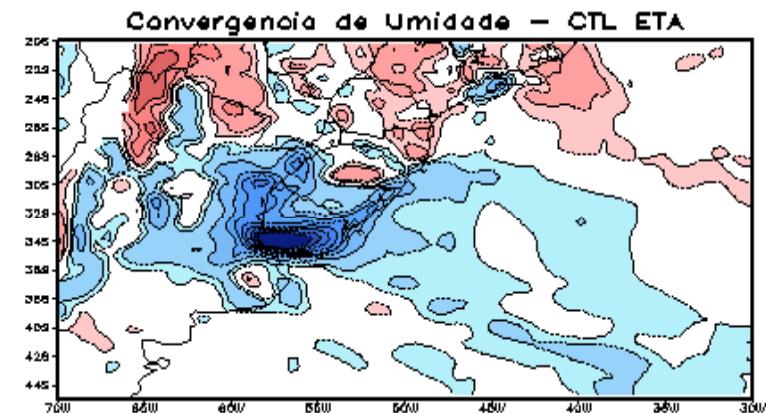
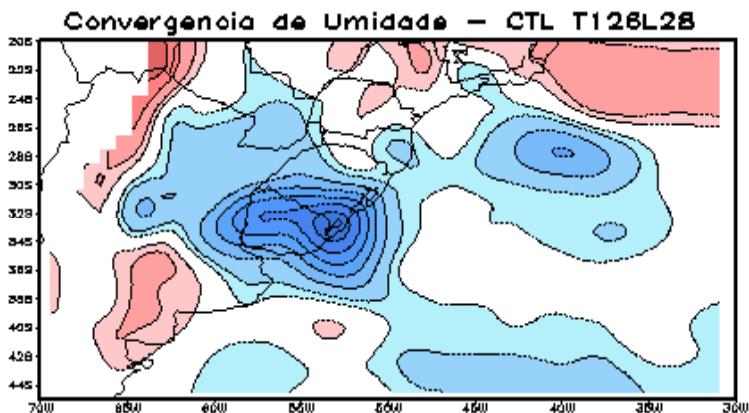
Velocidade vertical W - CTL ETA



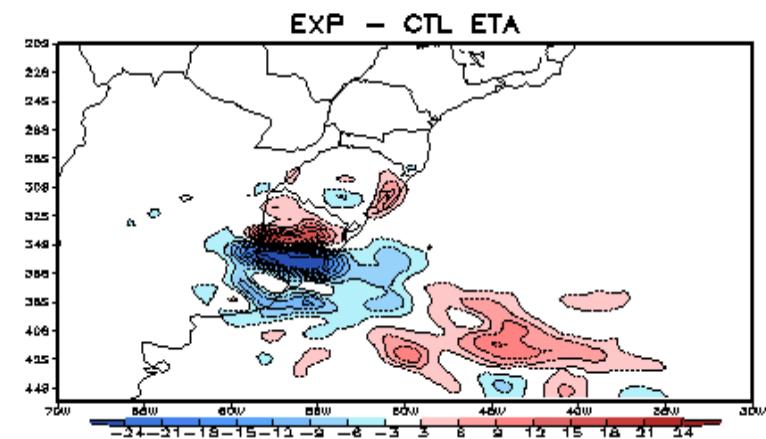
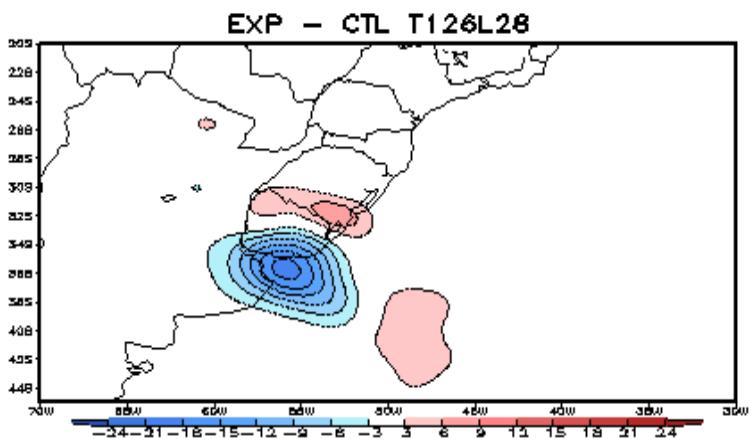
Com
Assimilação



Sem
Assimilação



Diff
CAS-SAs



Comentários Finais

- A investigação numérica local da CBM mostrou que o **forte gradiente de TSM modula a camada limite atmosférica**, ventos em superfície e estrutura vertical da CLA.
- O papel do Atlântico Sudoeste no clima da América do Sul ainda não é completamente entendido. Existem poucos trabalhos na literatura, e em alguns casos os resultados são controversos.
- Os dados meteorológicos, **observações in situ**, devem ser considerados nos **estudos numéricos**, tanto para **validar modelos** quanto no **estudo de processos físicos**
- Dados meteorológicos devem ser considerados em análises oceanográficas.

Comentários Finais

O conhecimento atual, indica que o Clima deve ser entendido como um sistema único, e estudado sob esta perspectiva, considerando as componentes Oceano-Atmosfera-Terra



Estudos climáticos, simulações e previsões numéricas precisam considerar todos estes efeitos



Agradecimentos

- INMET provedu parte das radiossondas usadas.
- Comandante do NApOc Ary Rongel e sua tripulação
- NOAA provedu os XBTs
- FAPESP financiou o OCAT-BM
- CNPq financia o INTERCONF

