



INTERAÇÃO OCEANO-ATMOSFERA NO ATLÂNTICO SUDOESTE

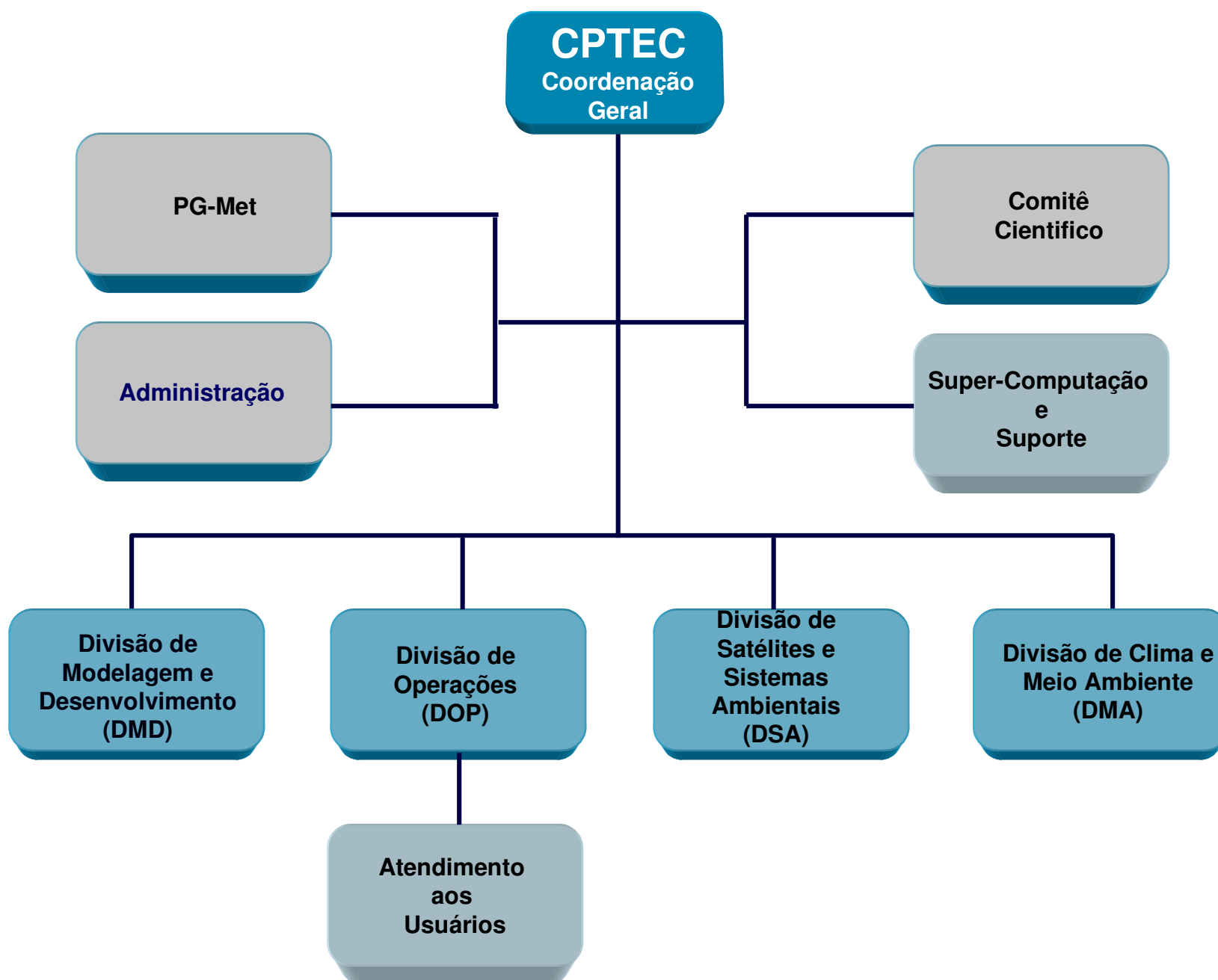
Resultados Preliminares

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)







Quadro de Pessoal do CPTEC

Nível	Servidores Público	Contratados, Estudantes Visitantes	Total	%
Doutores	41	16	57	20.9
Mestres	10	52	62	22.7
Graduados	35	69	104	38.1
Técnicos	14	36	50	18.3
Total	100	173	273	100.0





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)
 - Interação Oceano-Atmosfera
 - Atlântico Sudoeste
- Objetivos
- Rotas do *NAPoC Ary Rongel* e Observações
- Resultados
 - Radiossondas, XBT's
 - Interação Oceano-Atmosfera
 - Medidas Meteorológicas Independentes
- Comentários Finais

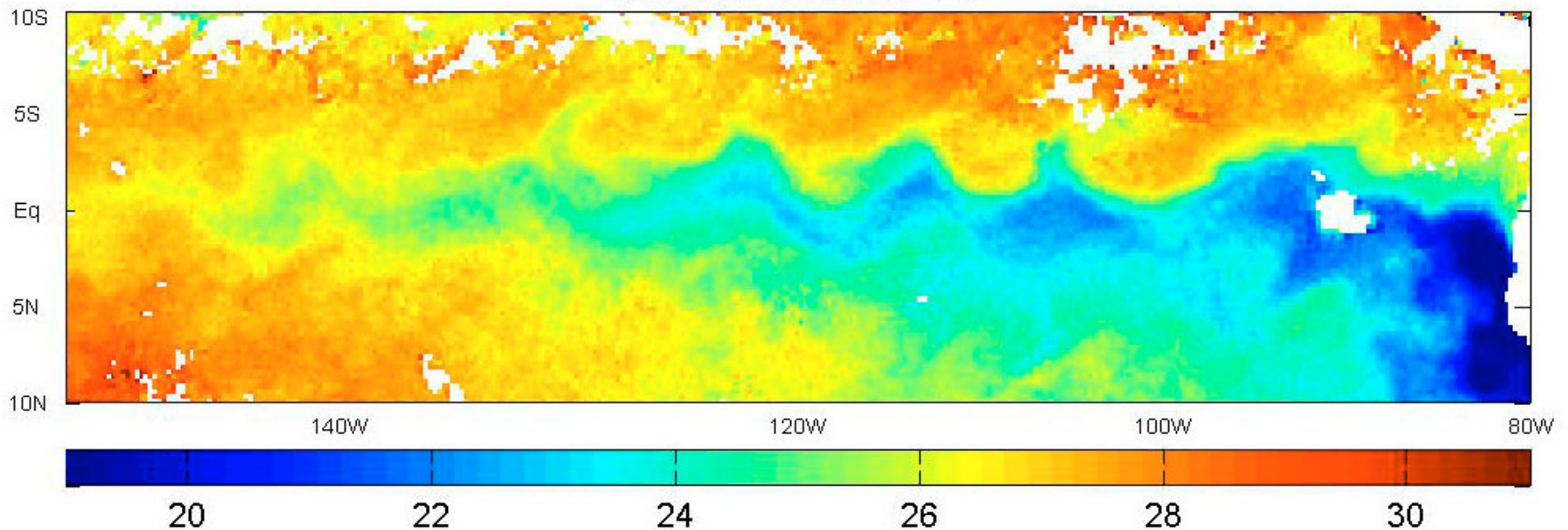
Outline

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)

SST TMI - PACIFIC 180



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.

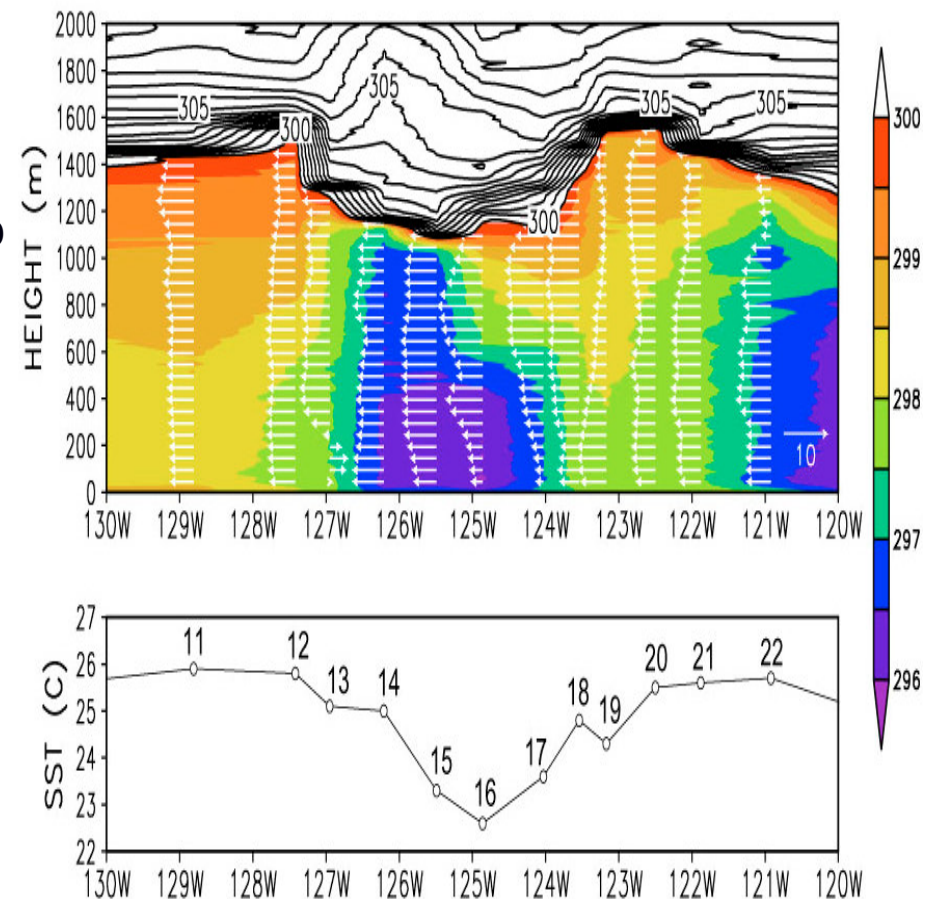
Interações OA em regiões de forte gradiente de TSM

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

DOIS POSSÍVEIS MECANISMOS:

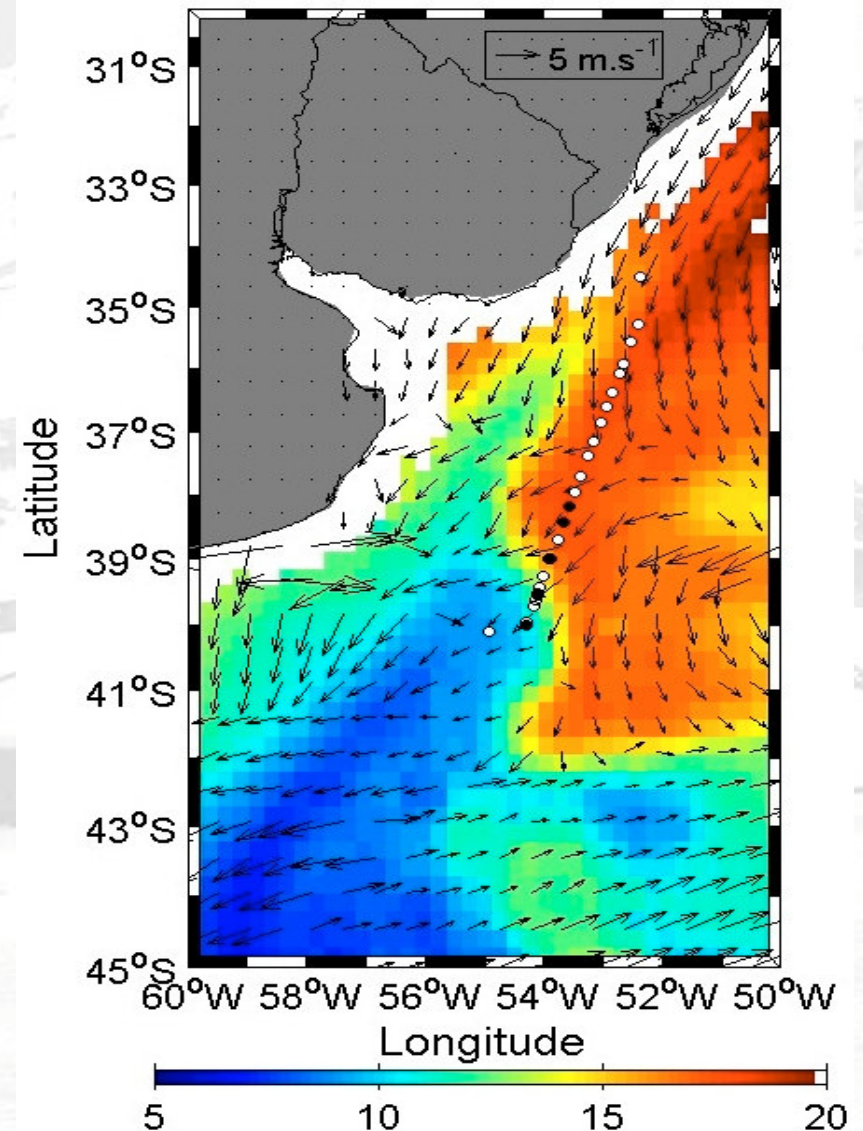
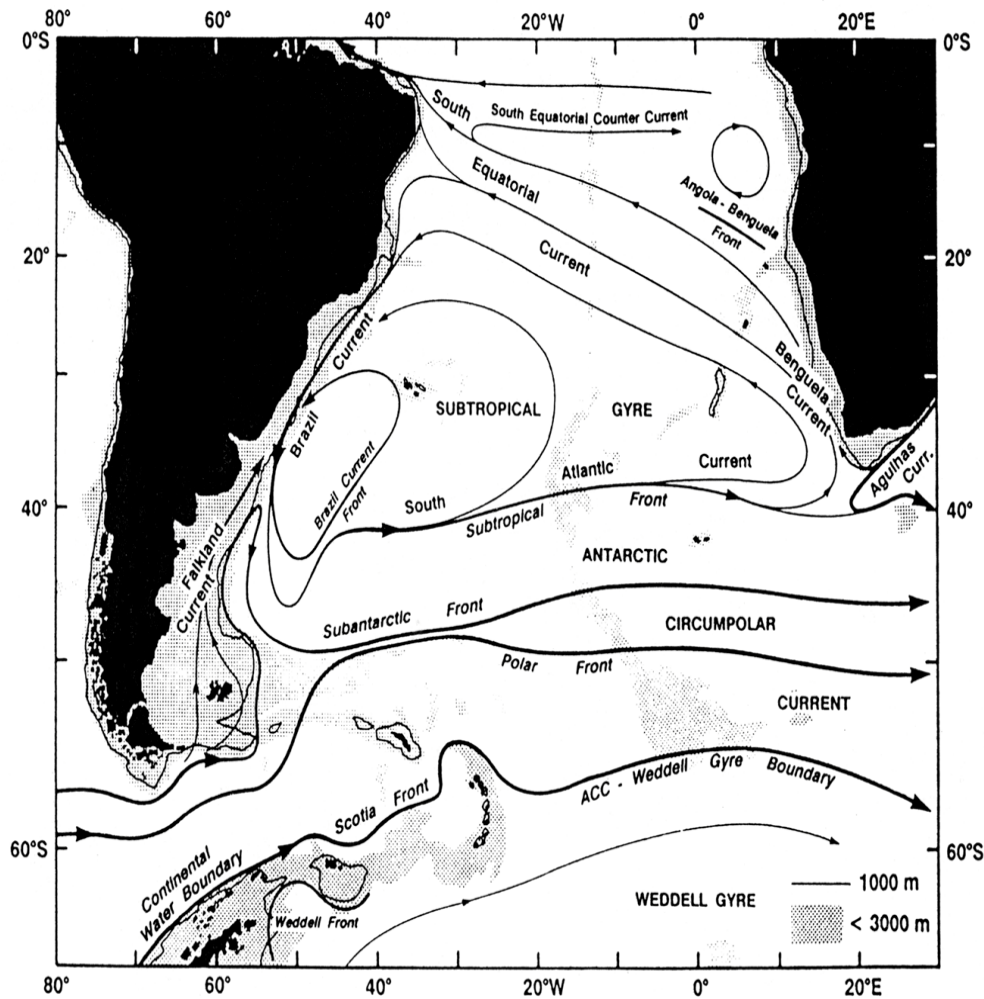
- 1) Lindzen and Nigan (1987), Wallace *et al* (1989) - vento em superfície é afetado pelo gradiente da Pressão ao Nível do Mar (PNM). **Estabilidade Hidrostática.**
- Hayes *et al* (1989) - o vento em superfície é afetado pela turbulência da camada limite atmosférica. **Estabilidade Estática**

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))



(Hashizume *et al.* 2002)

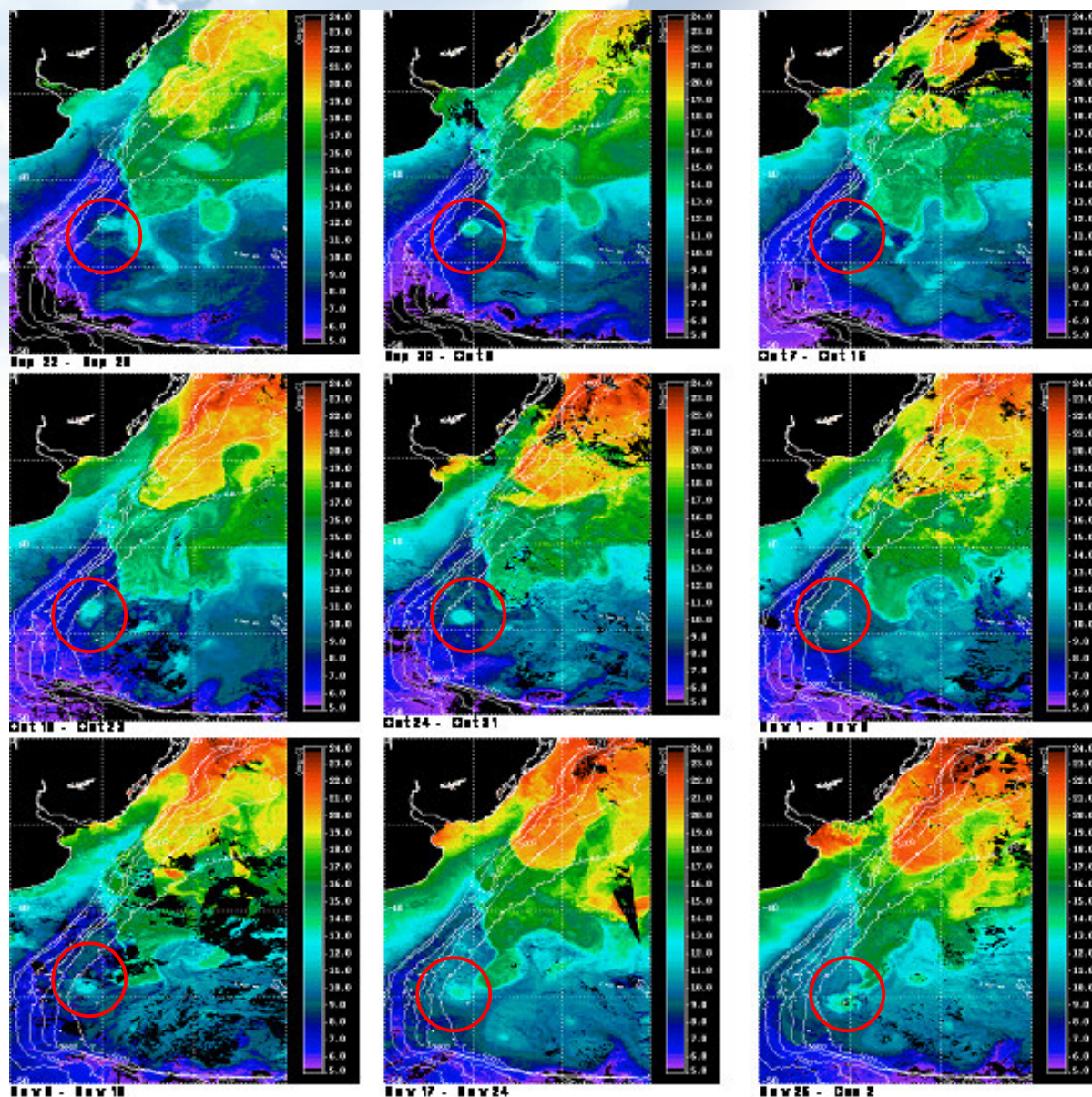
Estrutura das Correntes Marinhas no Atlântico Sudoeste



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) Area 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 se quer saber é:

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

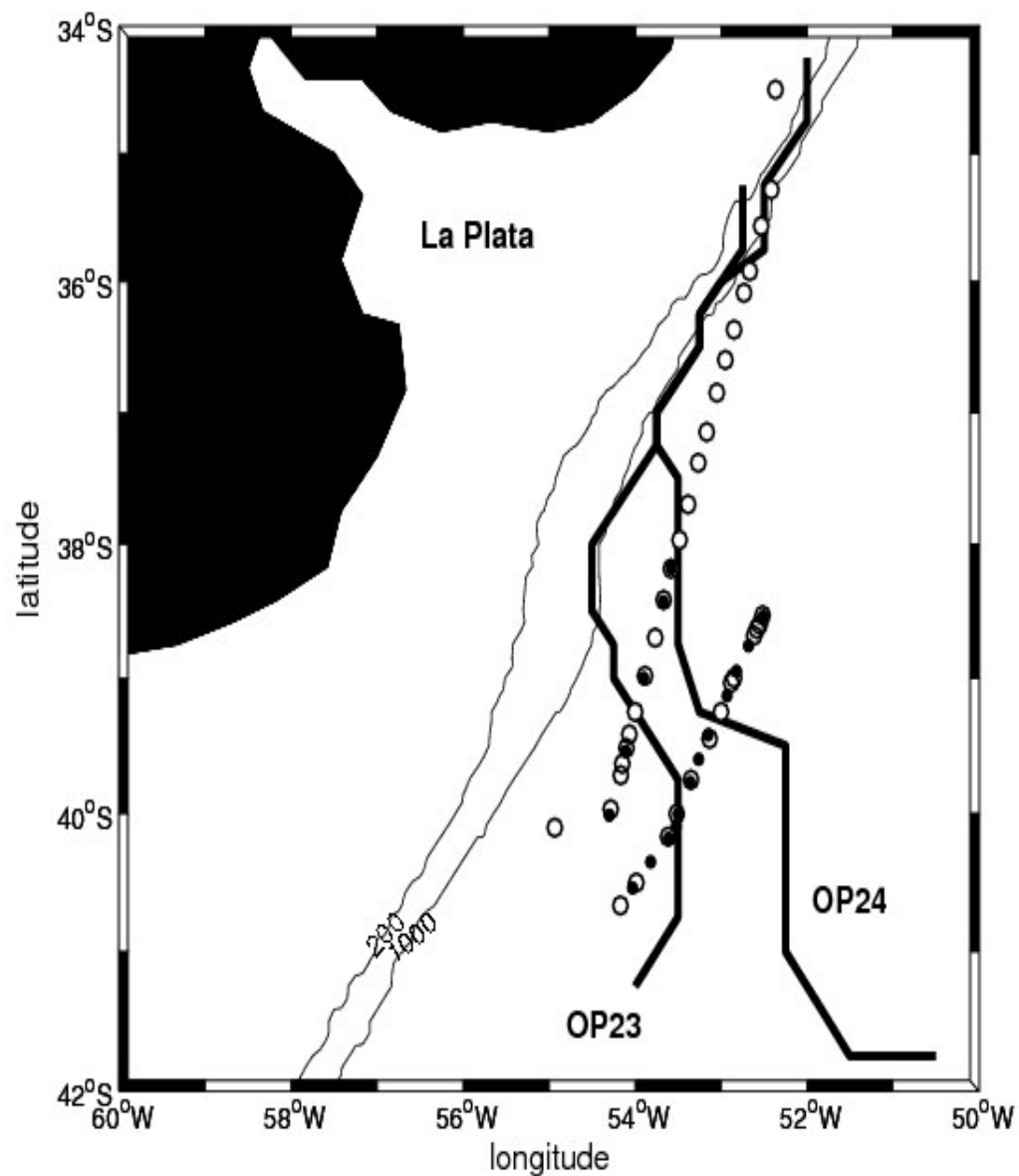
Método

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-AMSRE 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 das Radiossondas no navio:



Lançamento das Radiossondas no navio:



Situação Ideal

Missão em Abuja (Nigéria)

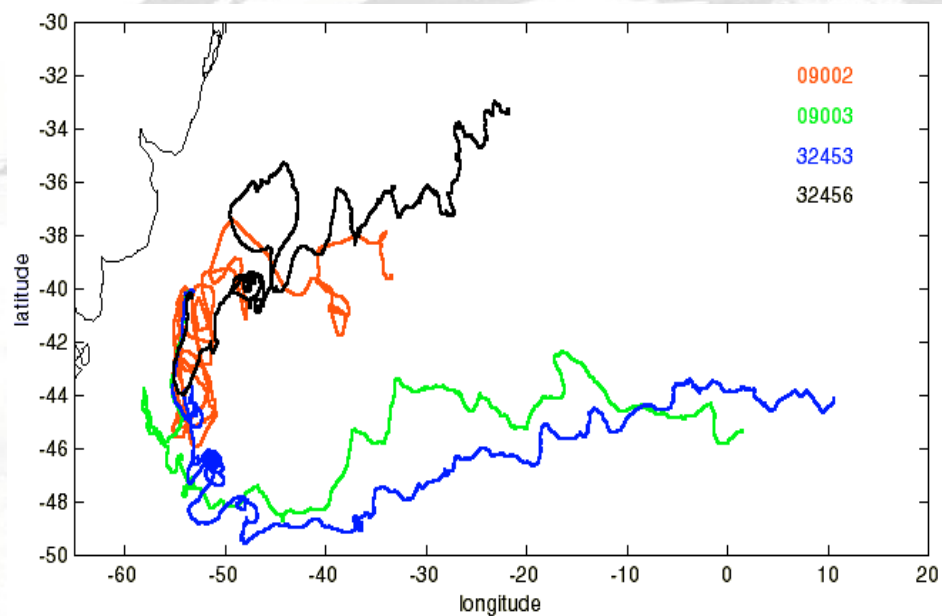


Agosto de 2006



Lançamento de bóias de deriva em Novembro 2005:

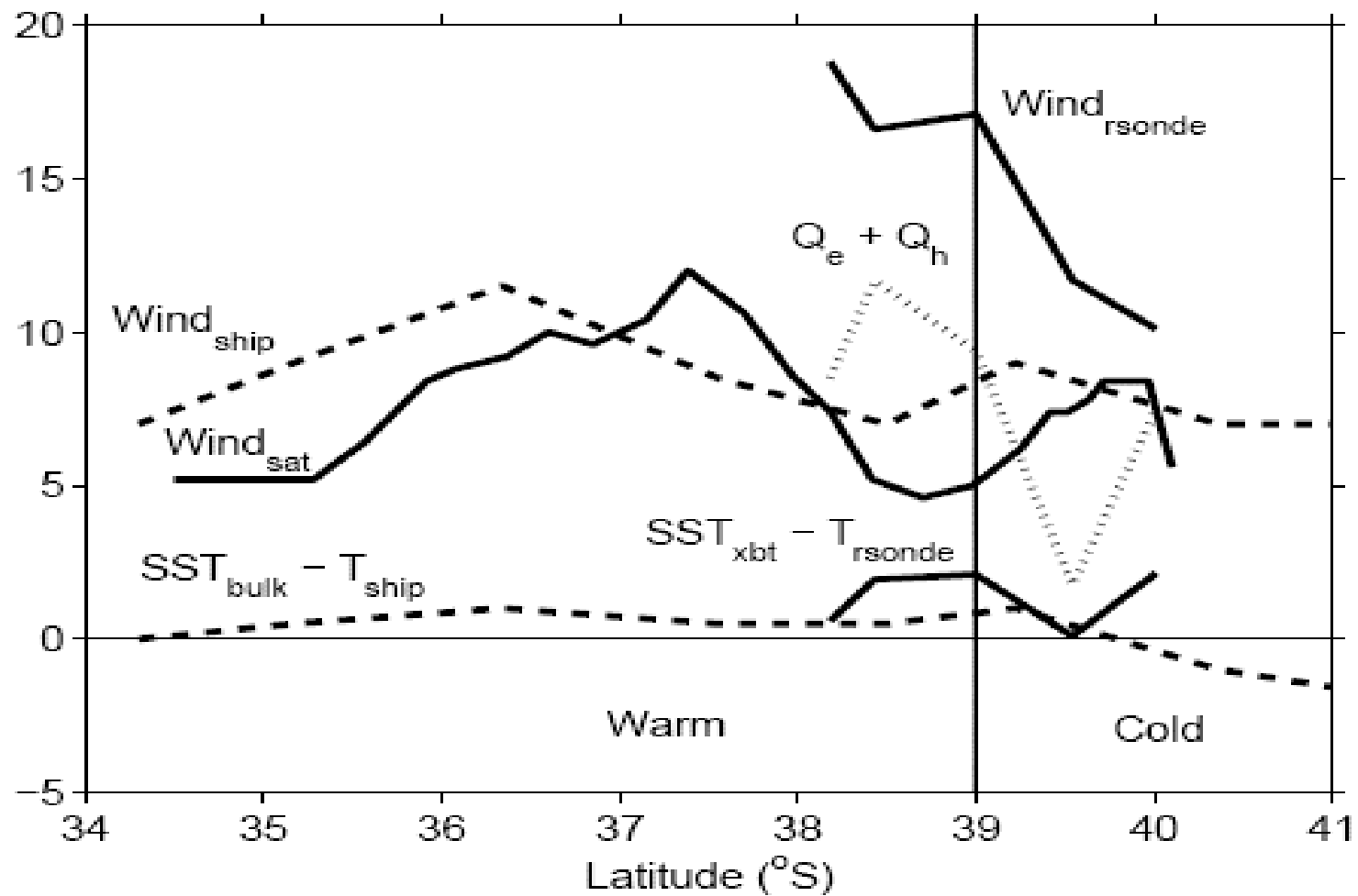
- Confluência Brasil-Malvinas
- Parede de um vórtice



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

Resultados:

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

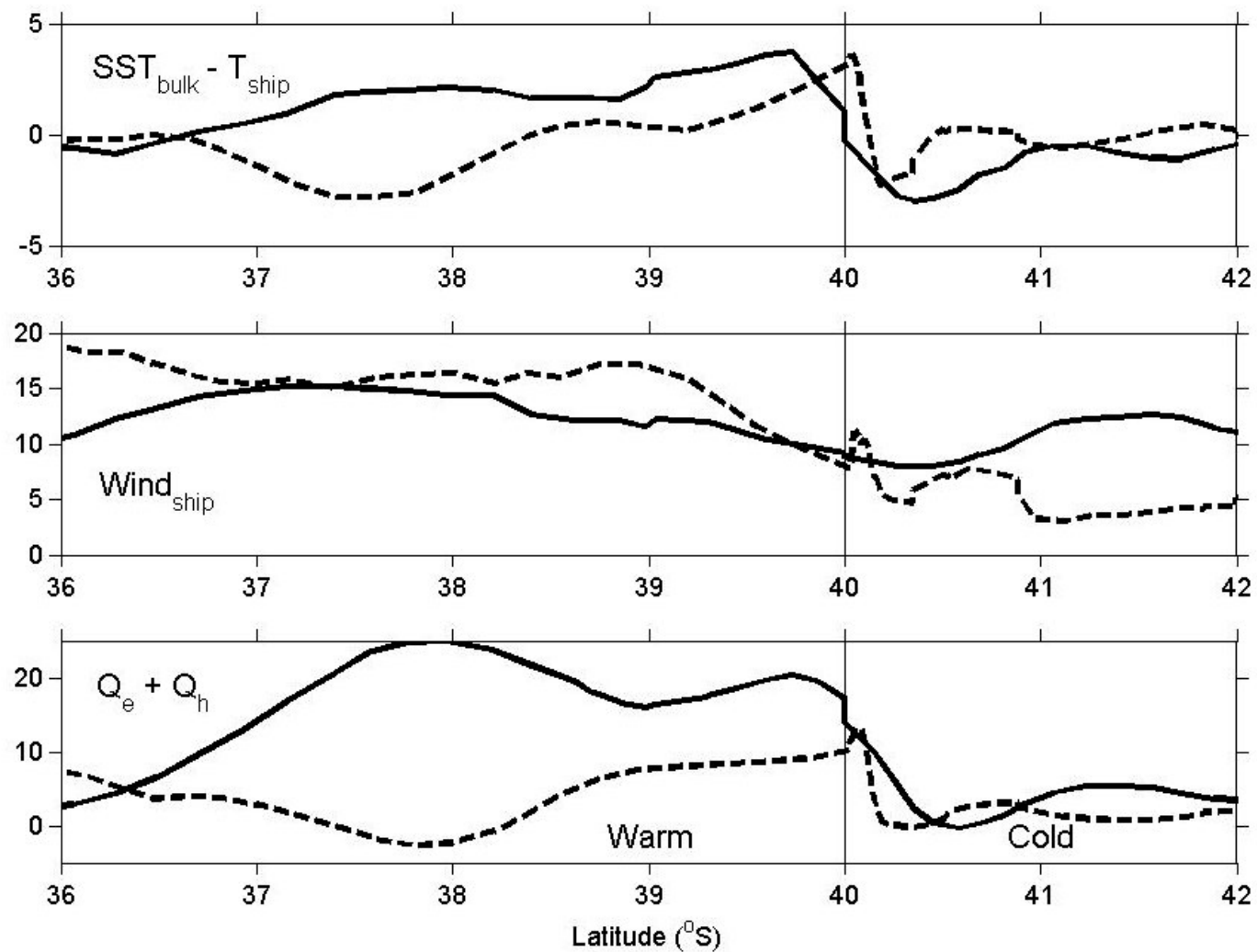


Resultados:

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

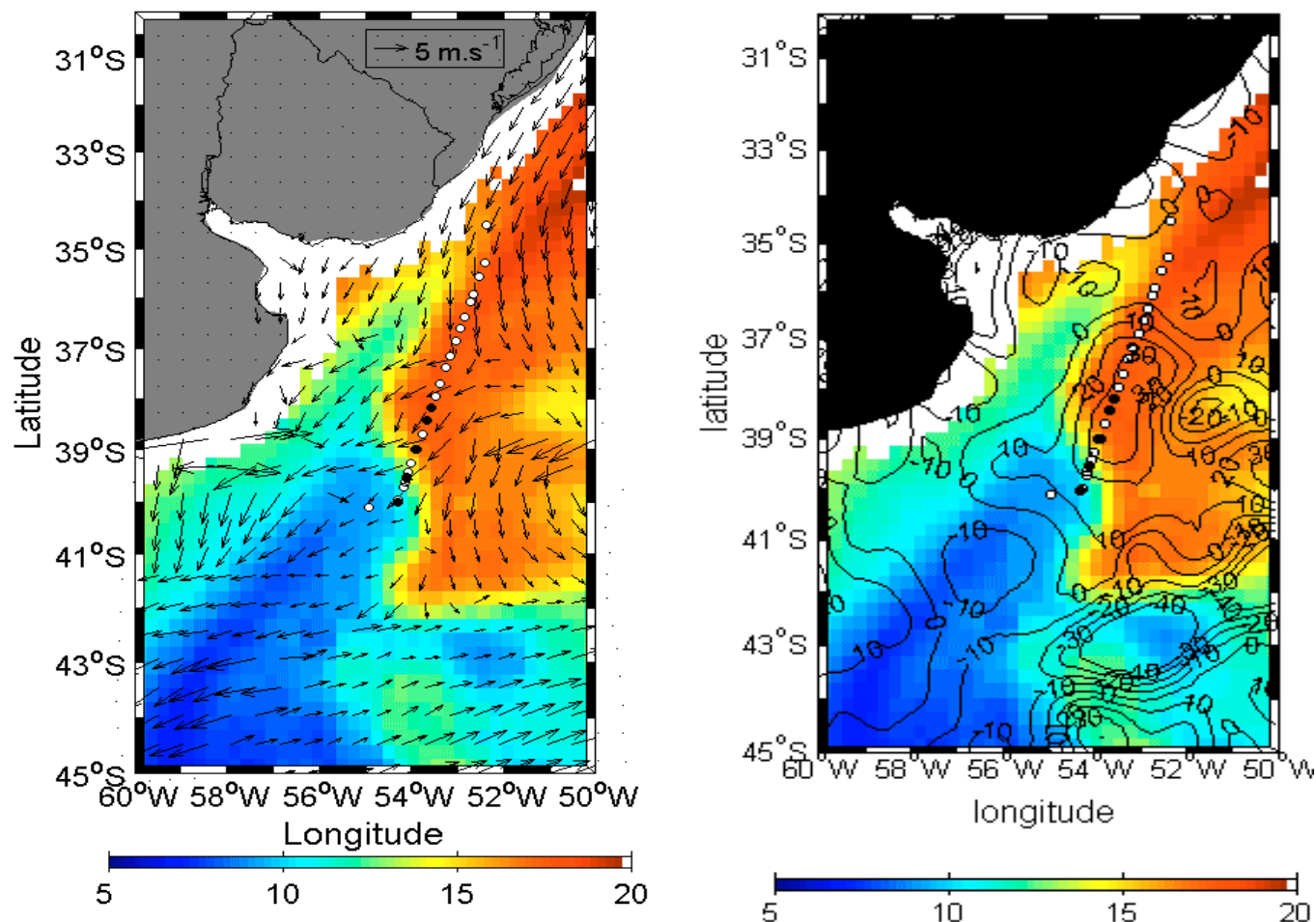
OP23 - - -

OP24 ———



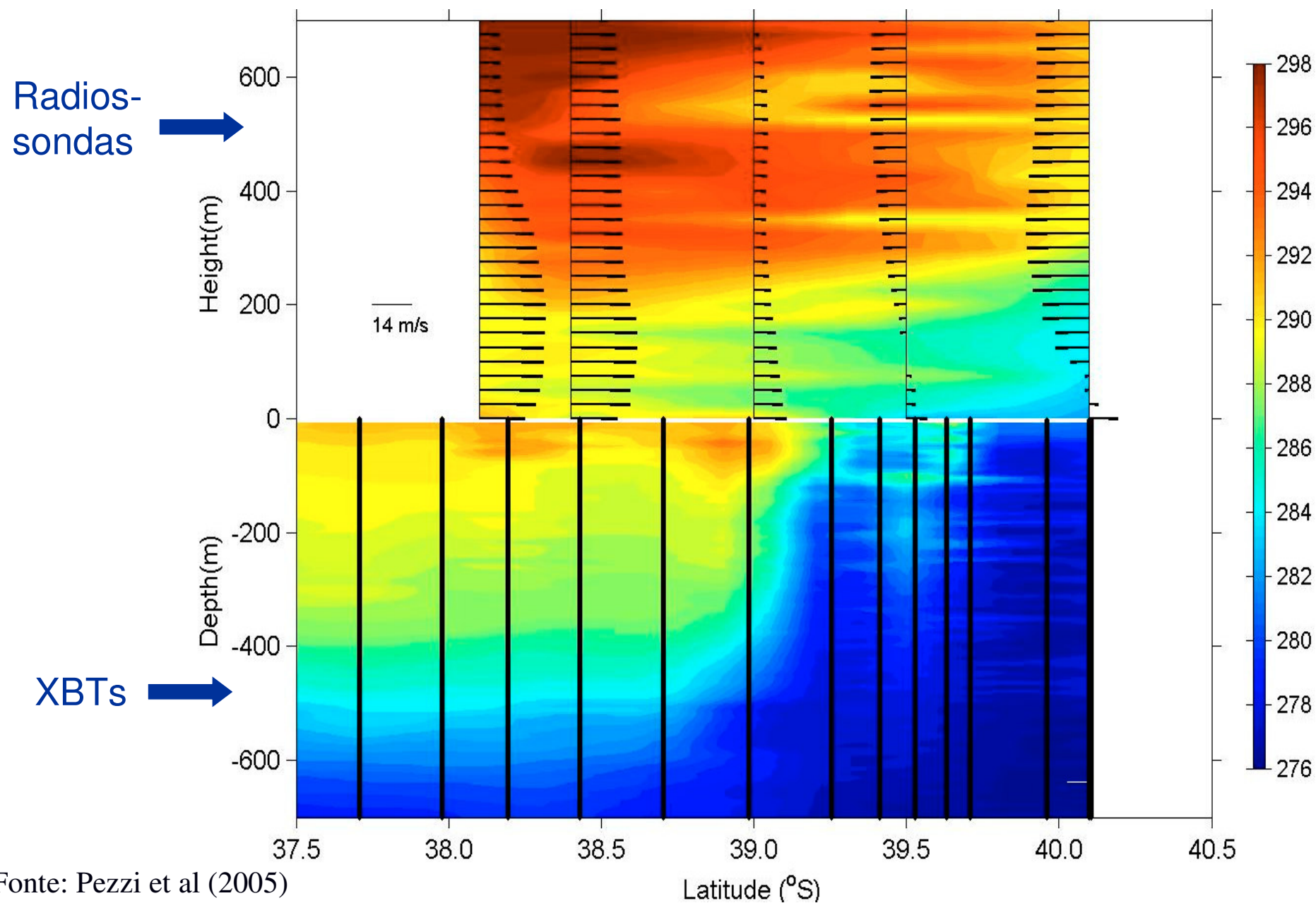
Resultados:

Interação Oceano-Atmosfera na CBM em Novembro 2004 - OP23



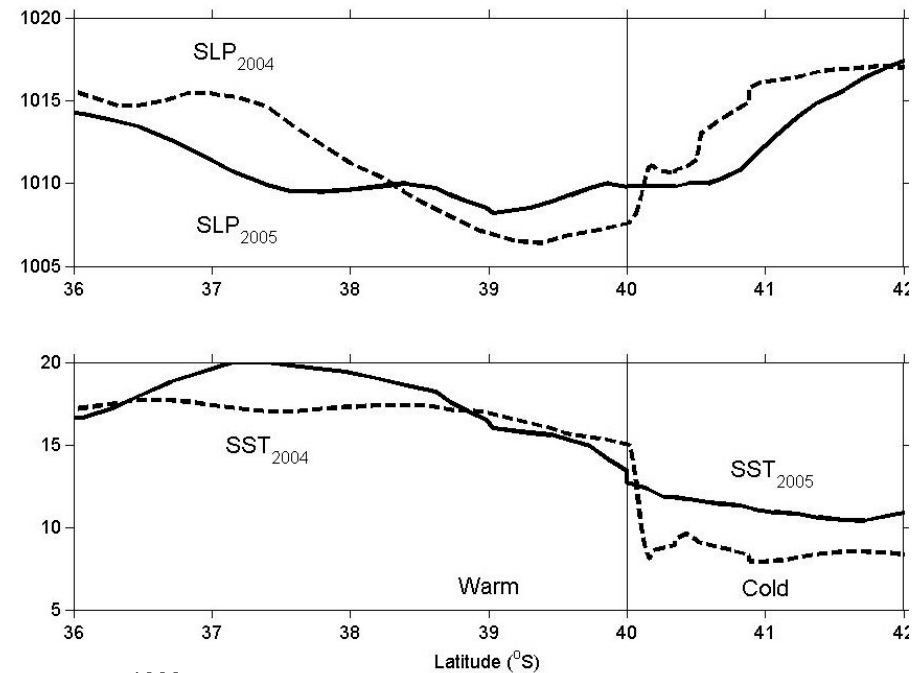
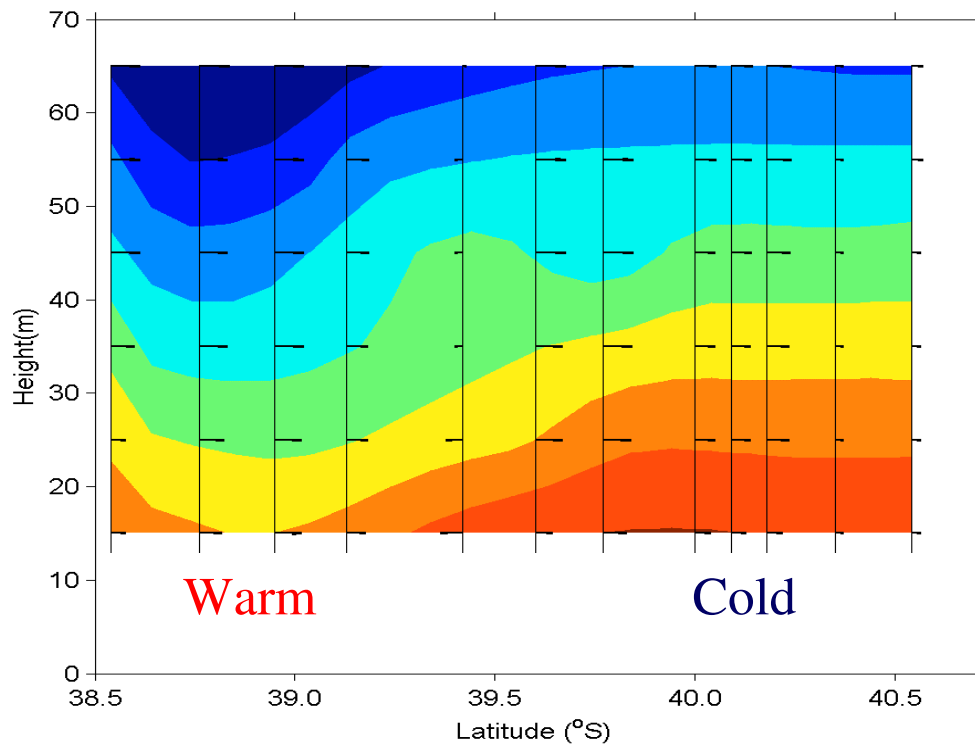
Pezzi, L. P., R. B. Souza, M. S. Dourado, A. E. Garcia, and M. M. Mata, 2005: Ocean-atmosphere *in situ* observations at the brazil-malvinas confluence region. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, doi:10.1029/2005GL023866, L22603.

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



E a pressão tem algum papel
na interação OA?

O primeiro mecanismo,
Estabilidade Hidrostática
aparece aqui!!!



Ship-borne Met data

Radiosonde data

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, nós mostramos 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

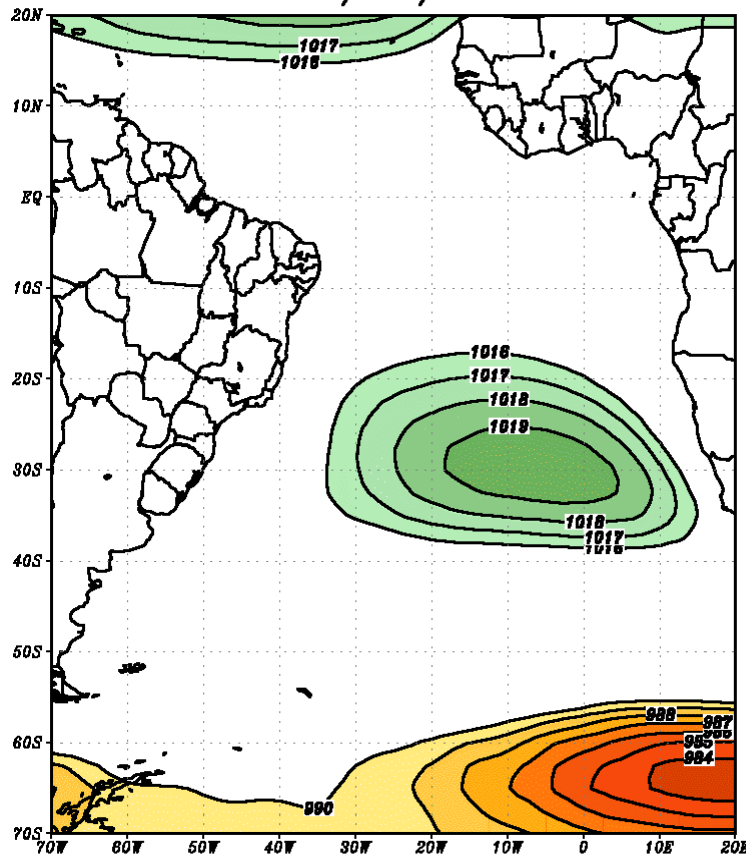
- Introdução Geral sobre o Atlântico Sudoeste
 - Clima
 - Previsões Climáticas: Conhecimento e Limitações
 - Interação Oceano-Atmosfera (OA)
- Metodologia
 - Os Modelos Global e Regional
 - Método de Assimilação dos Dados (PSAS)
 - Os Experimentos
- Resultados da Assimilação dos Dados
 - Observação X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

Introdução:

O Clima atmosférico Atlântico apresenta uma sazonalidade climática marcante

Verão

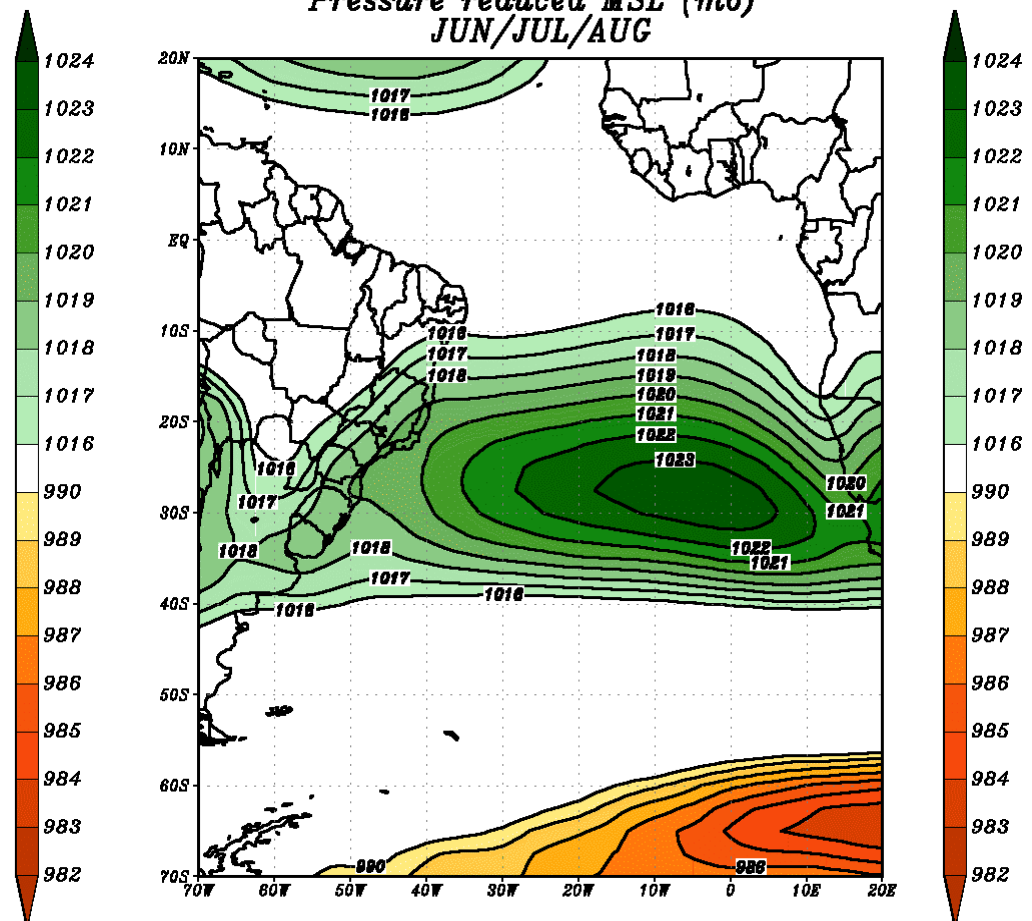
Pressure reduced MSL (mb)
DEC/JAN/FEB



Verão: anticiclone + **fraco**
e deslocado mais para o SUL

Inverno

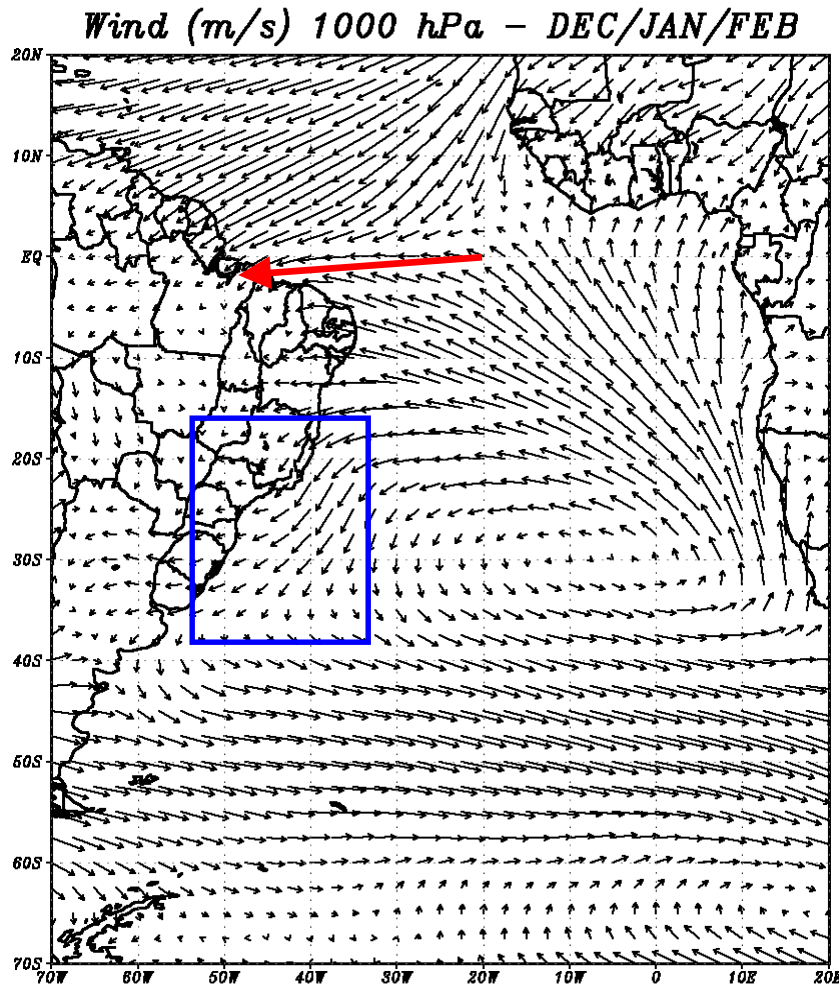
Pressure reduced MSL (mb)
JUN/JUL/AUG



Inverno: anticiclone + **intenso**
e deslocado mais para o NORTE

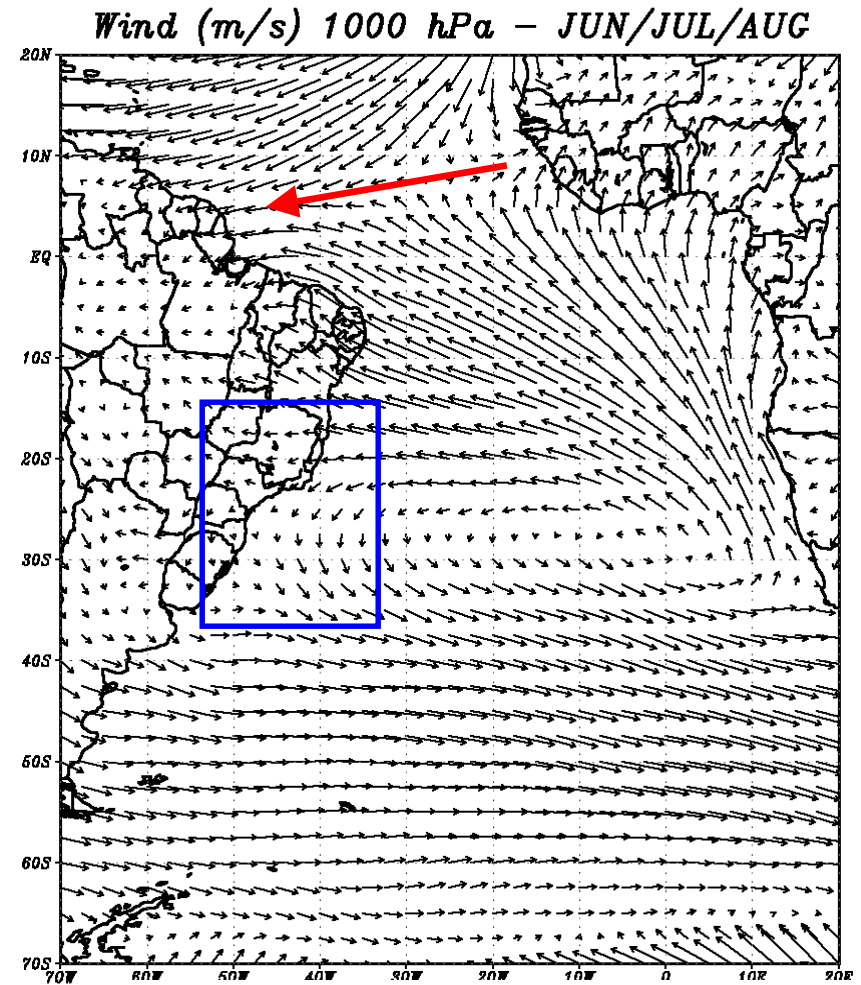
O vento em superfície acompanha a variabilidade sazonal

Verão



Verão: Sudoeste + fraco
ZCIT + ao Sul
Norte na BMC + forte

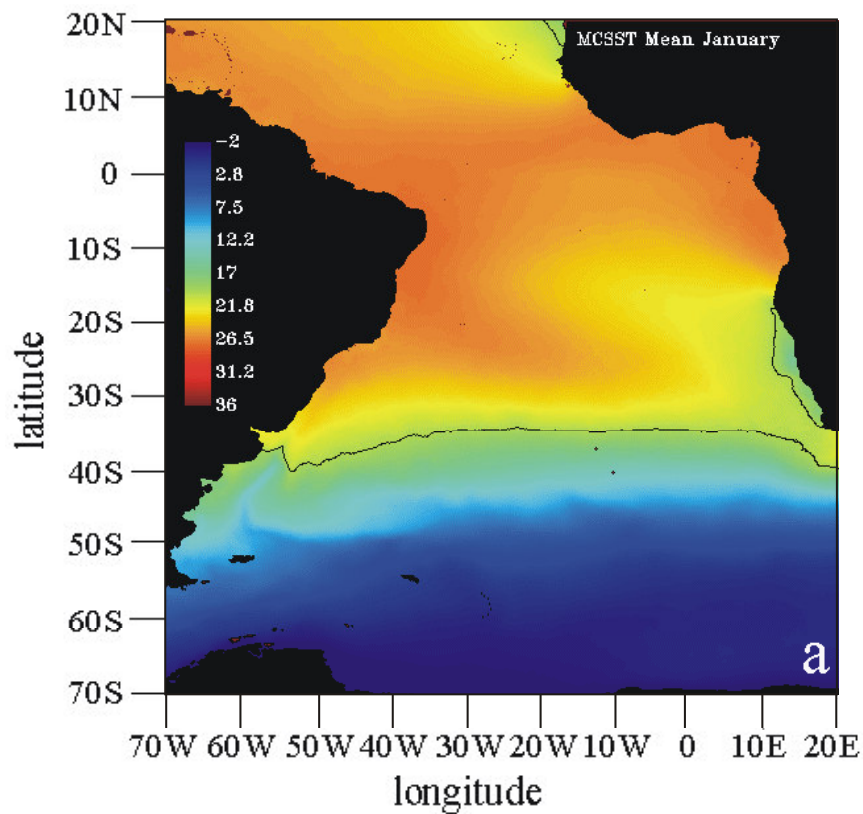
Inverno



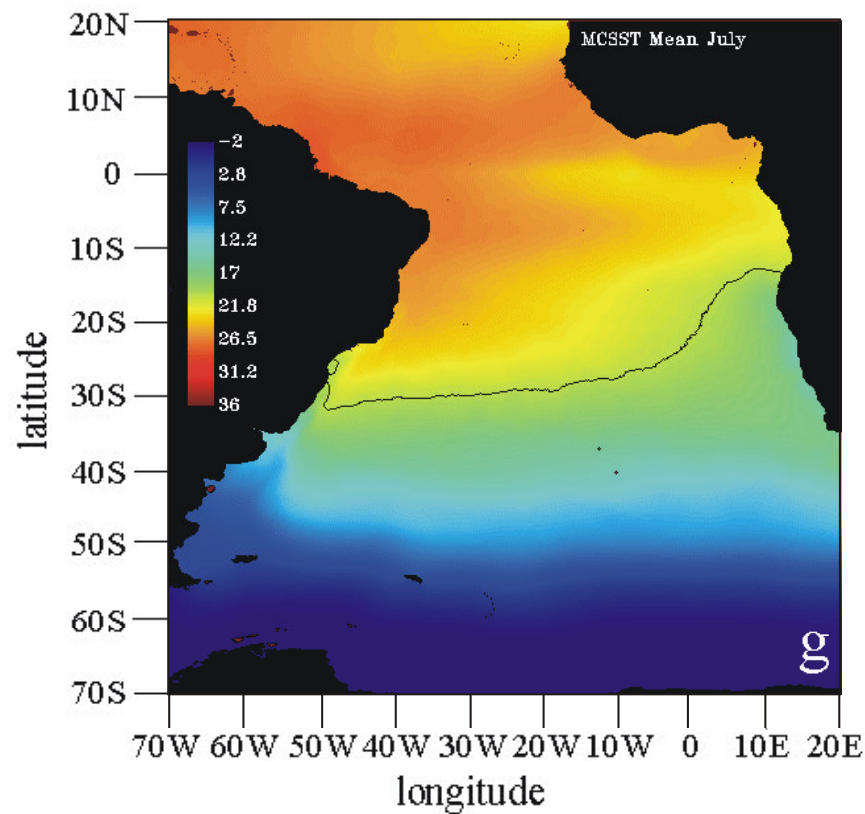
Inverno: Sudoeste + forte
ZCIT + ao Norte
Norte na BMC + fracos

O campo médio de TSM no Atlântico Sudoeste

Verão

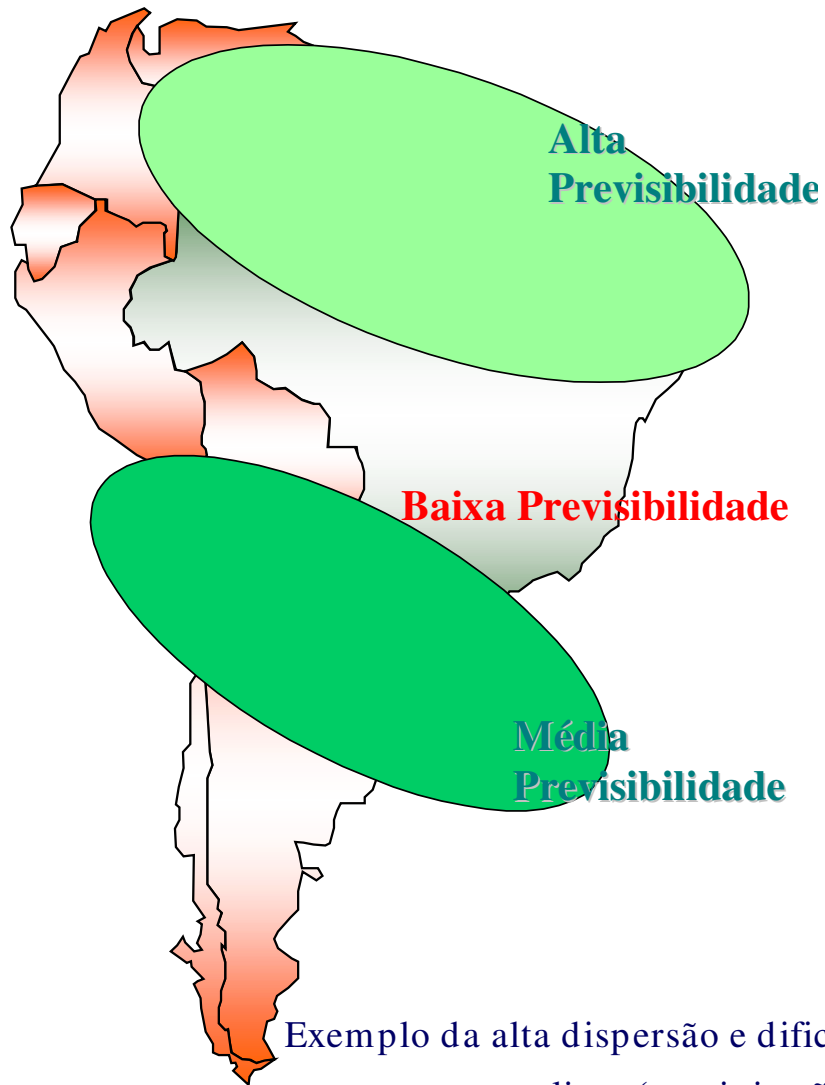


Inverno

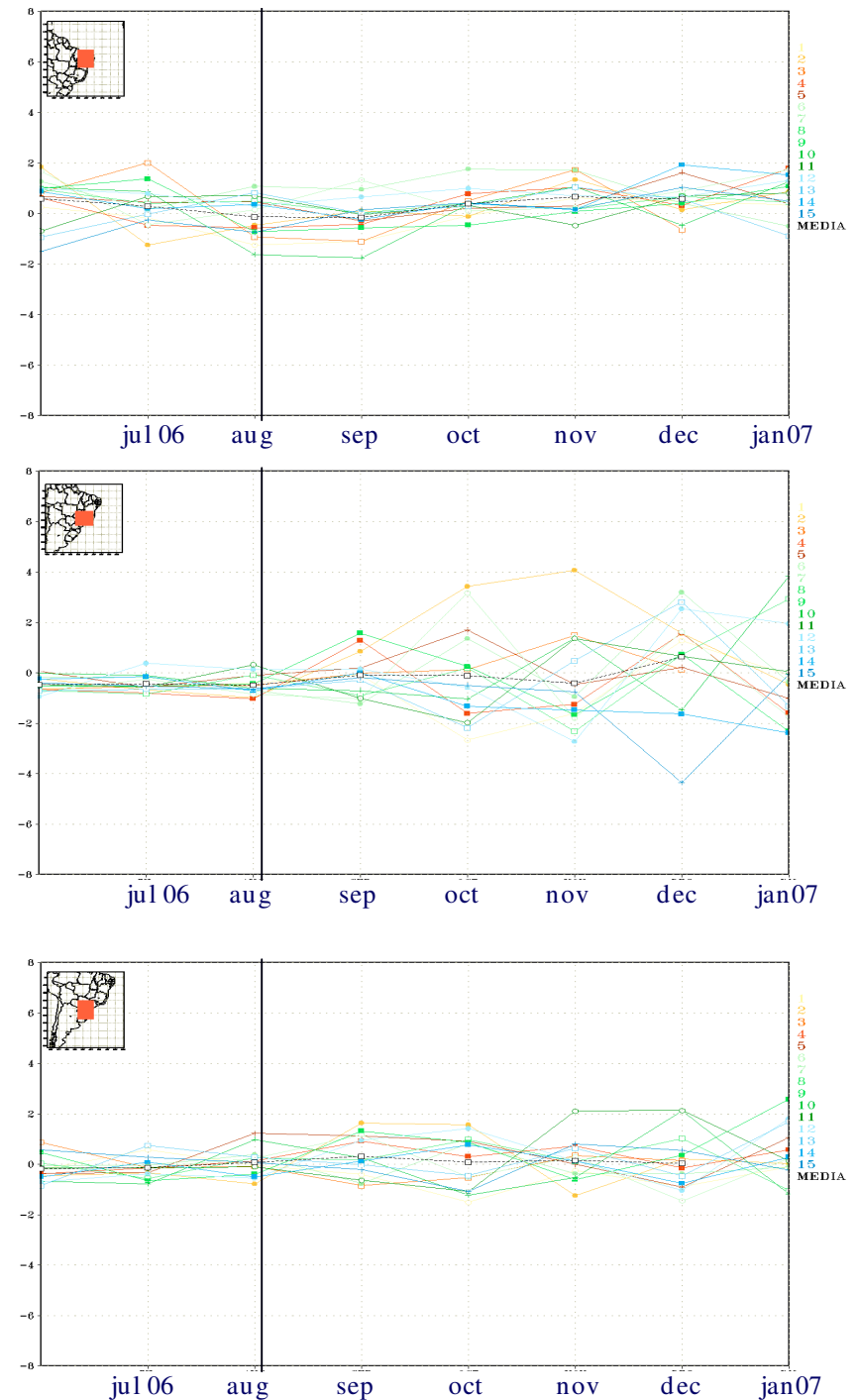


Imagens de TSM médias climatológicas mensais: dados originais MCSST entre 1982 e 1995.

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.

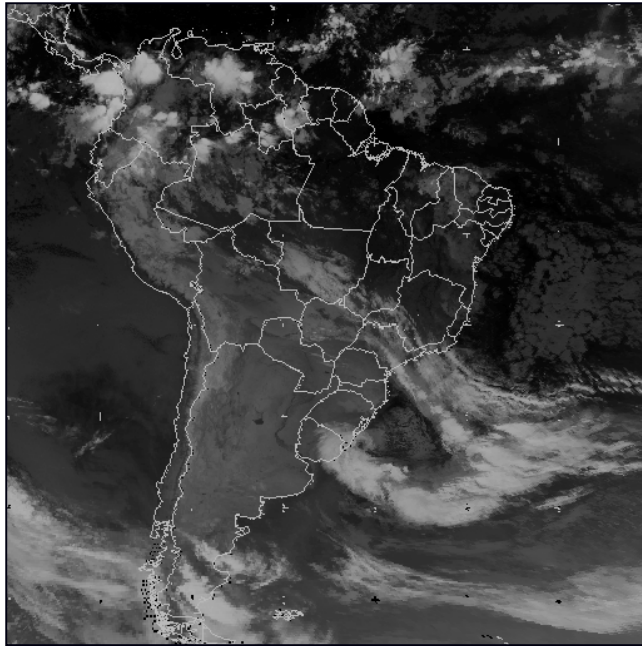
Ex: Sudeste do Brasil

- **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)

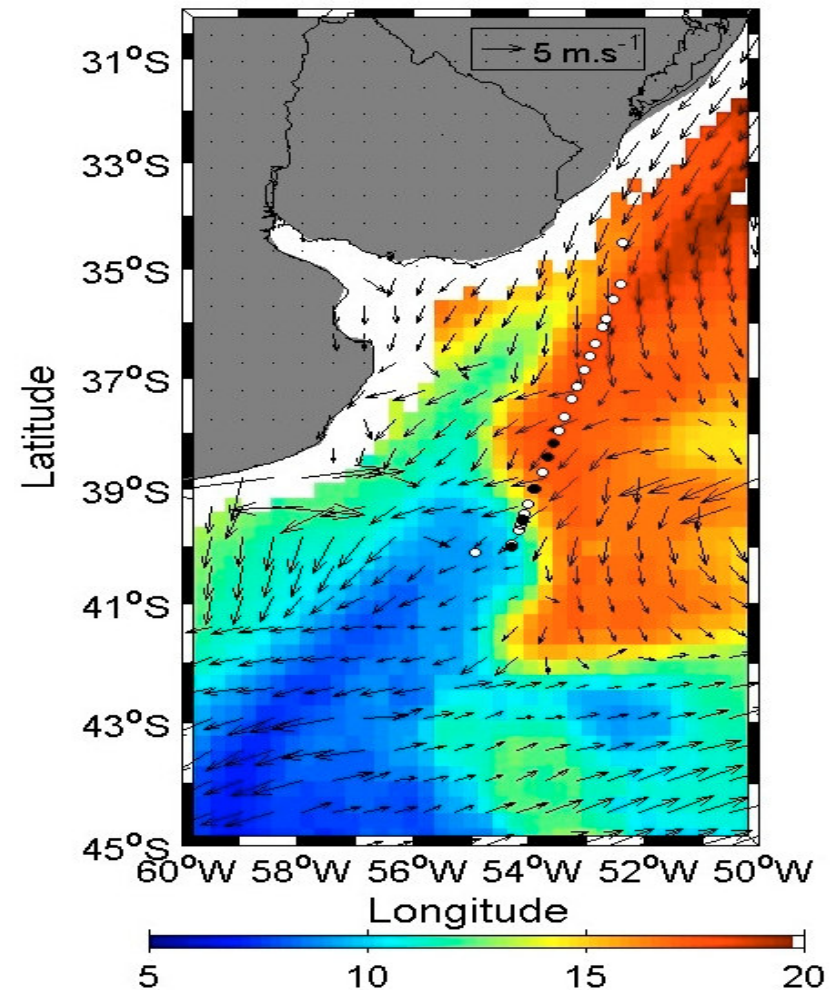
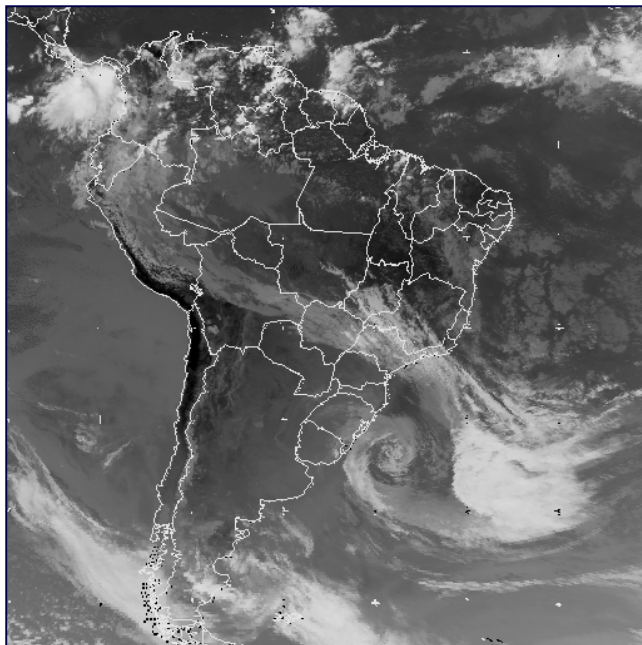
- Storm Track , Ciclogênética Frontogenética

09 UTC
do dia
13/07/1993

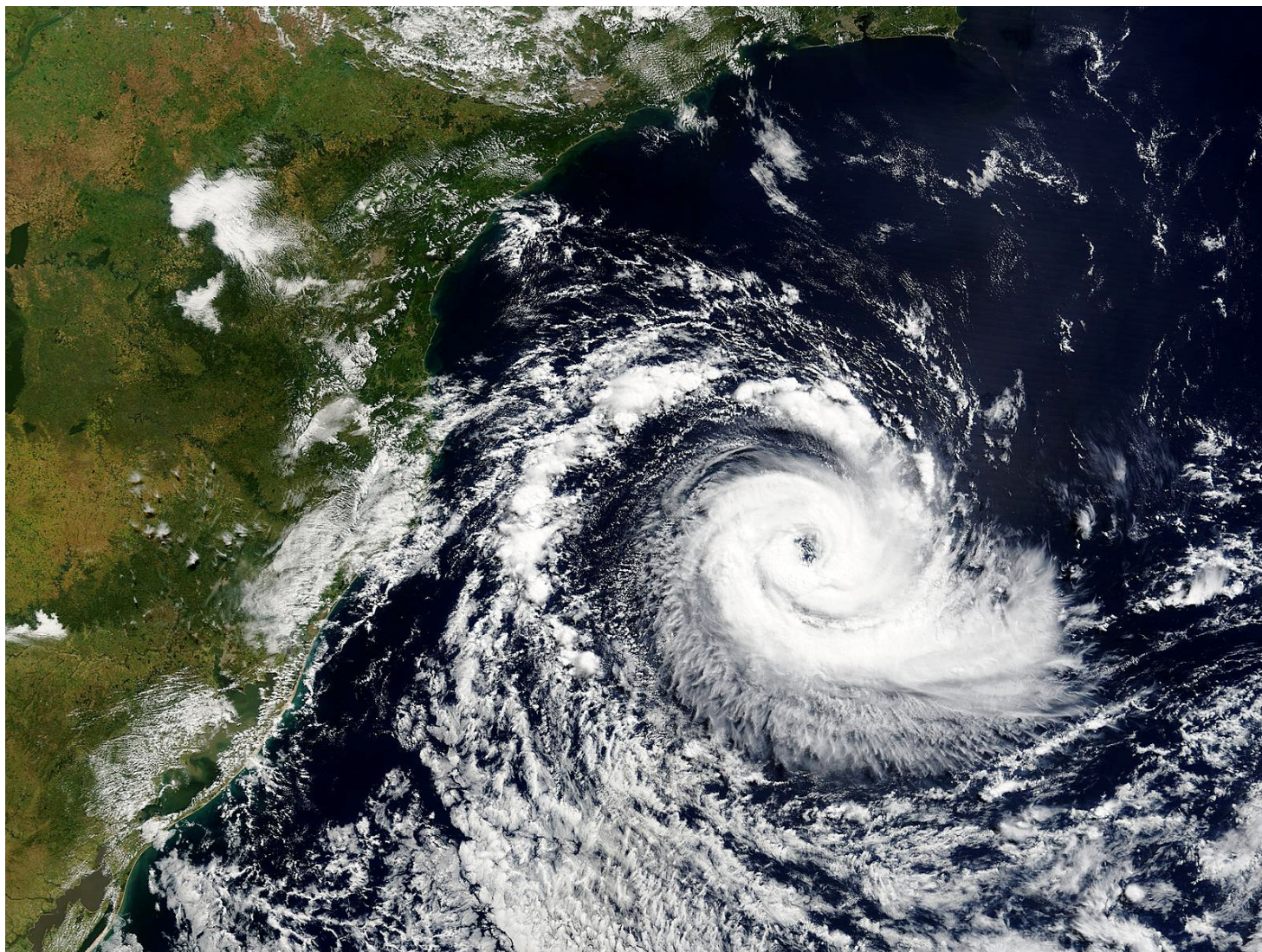


- Acentuado Grad TSM
- Energética

09 UTC
do dia
14/07/1993



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

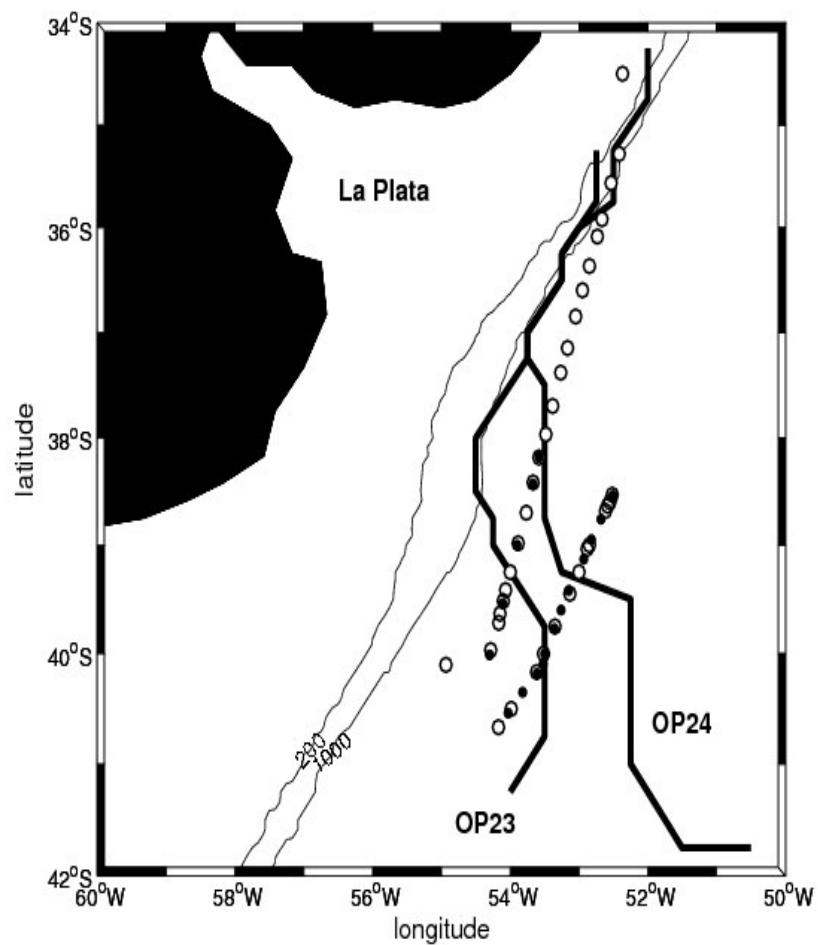
- 1- Parameterizações físicas dos modelos numéricos
- 2- Pós-processamento estatístico de previsões dinâmicas
- 3- Melhorar a inicialização das integrações numéricas, via assimilação de dados

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

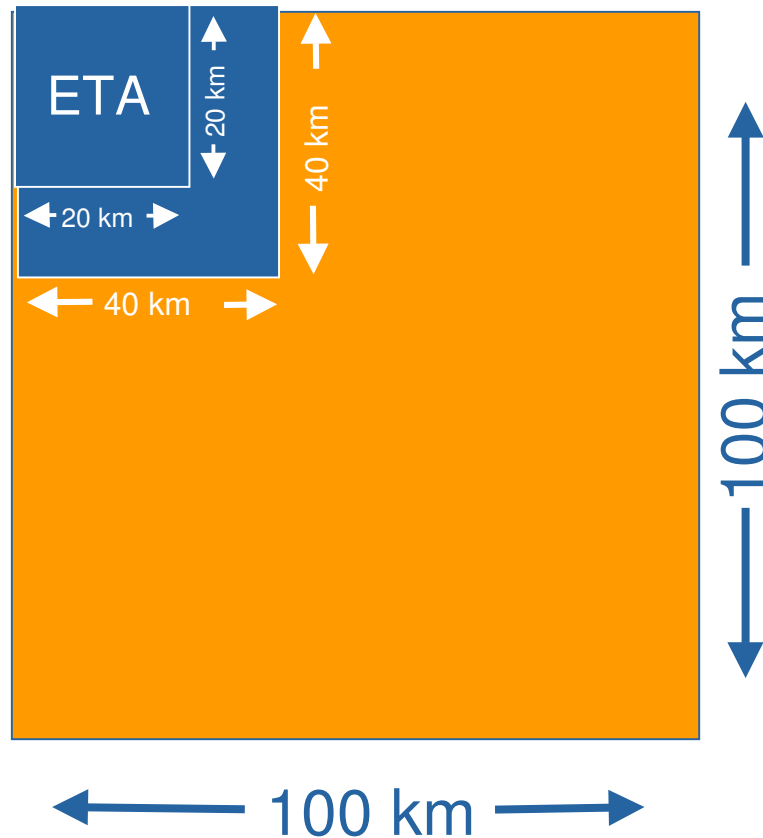


○ - XBT

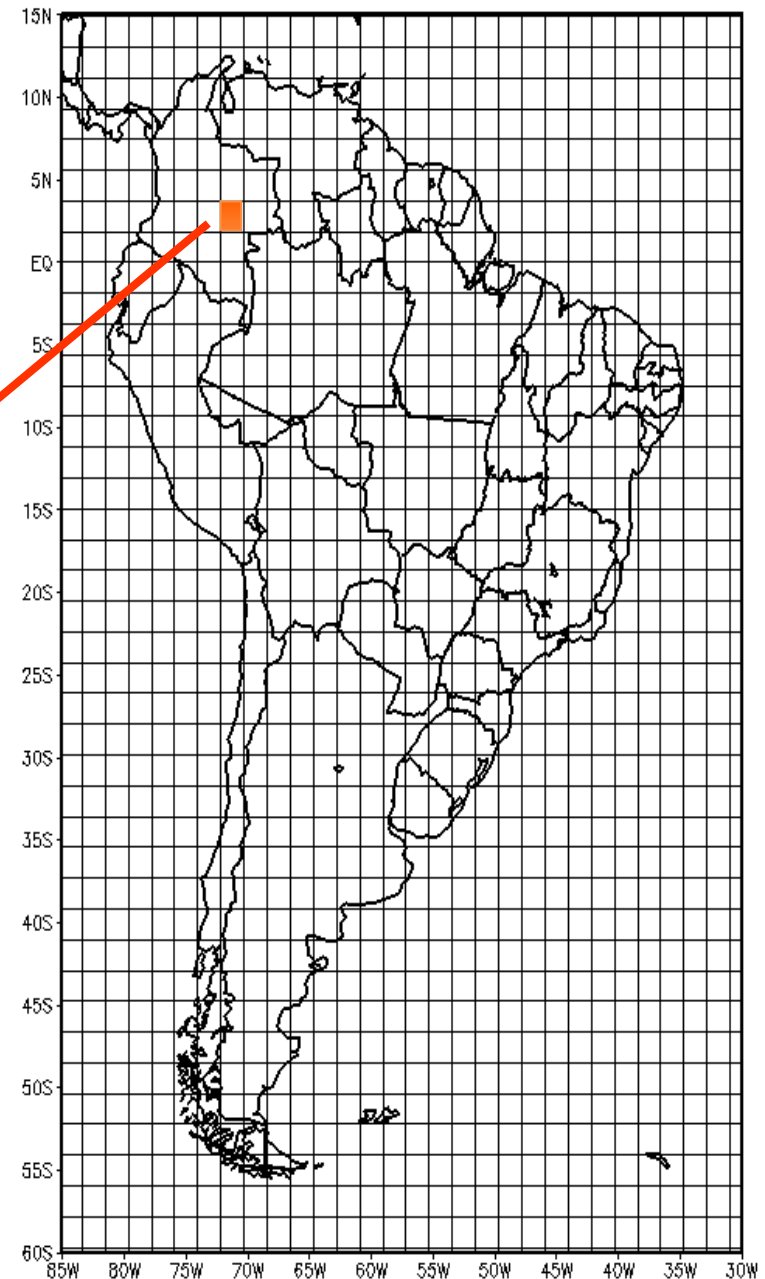
● - Radiosondas



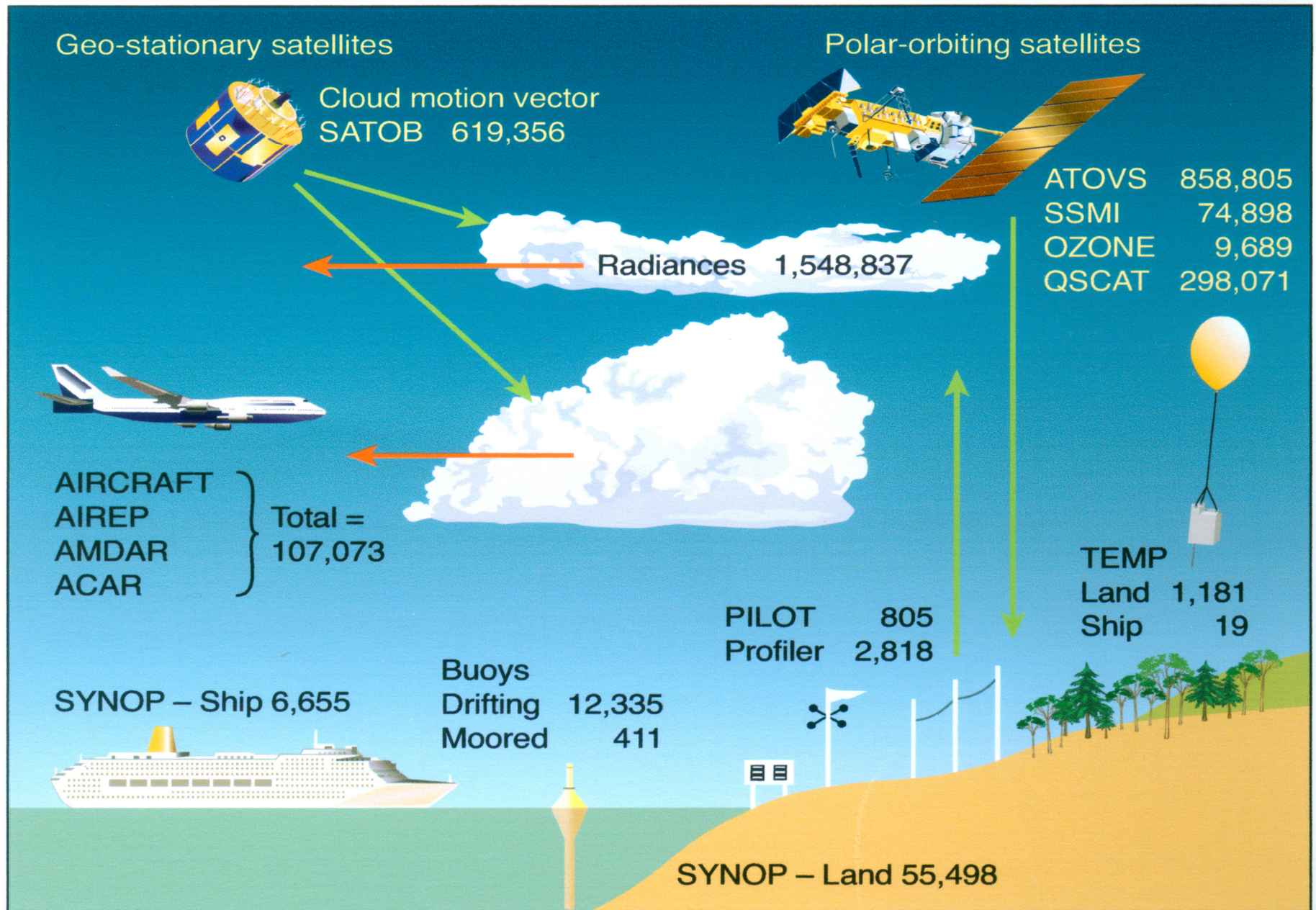
Grades do Modelo Global e ETA



Número de níveis na vertical
Global - 28
ETA - 38



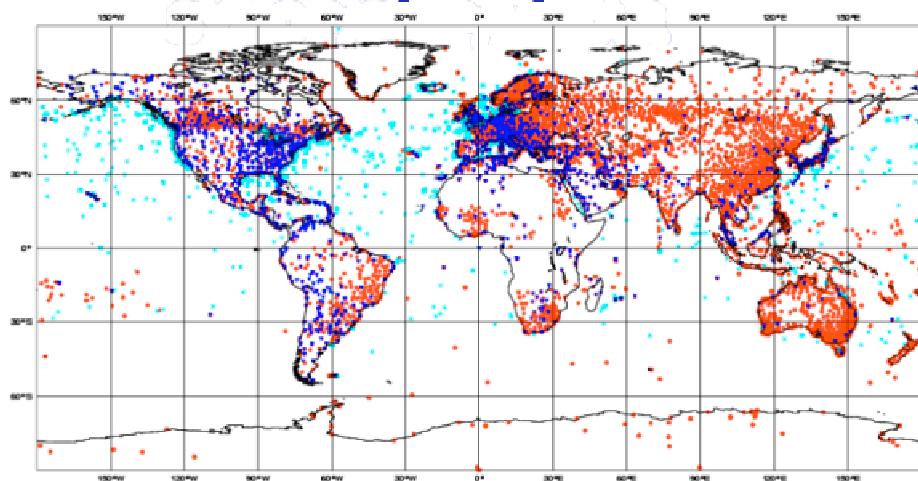
Observações usadas nos modelos numéricos (assimilação de dados)



Observações usadas nos modelos numéricos (assimilação de dados)

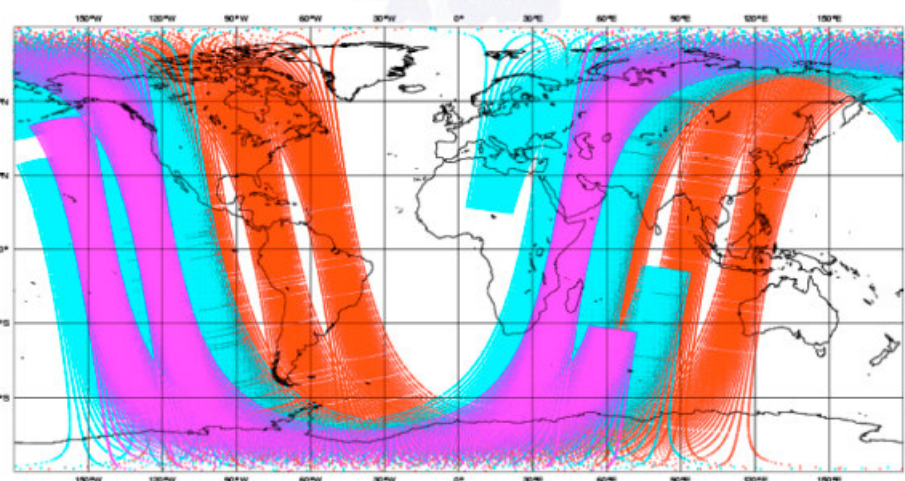
Estações, Navio, Boia, Avião

SYNOP/SHIP/METAR

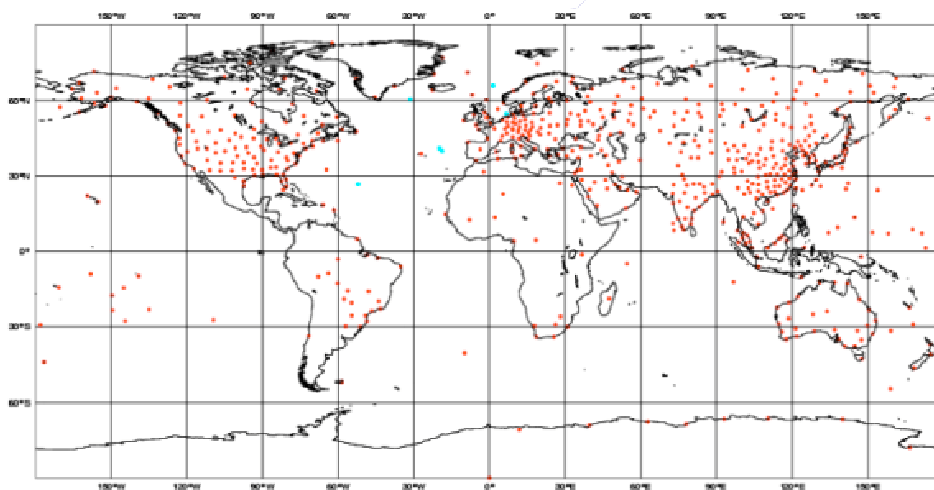


Satélites (sondagens, vento)

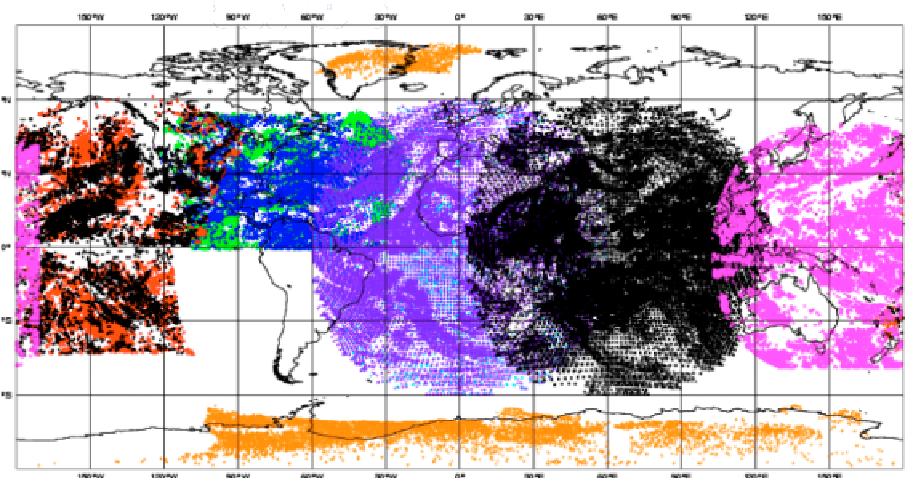
ATOVS



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)

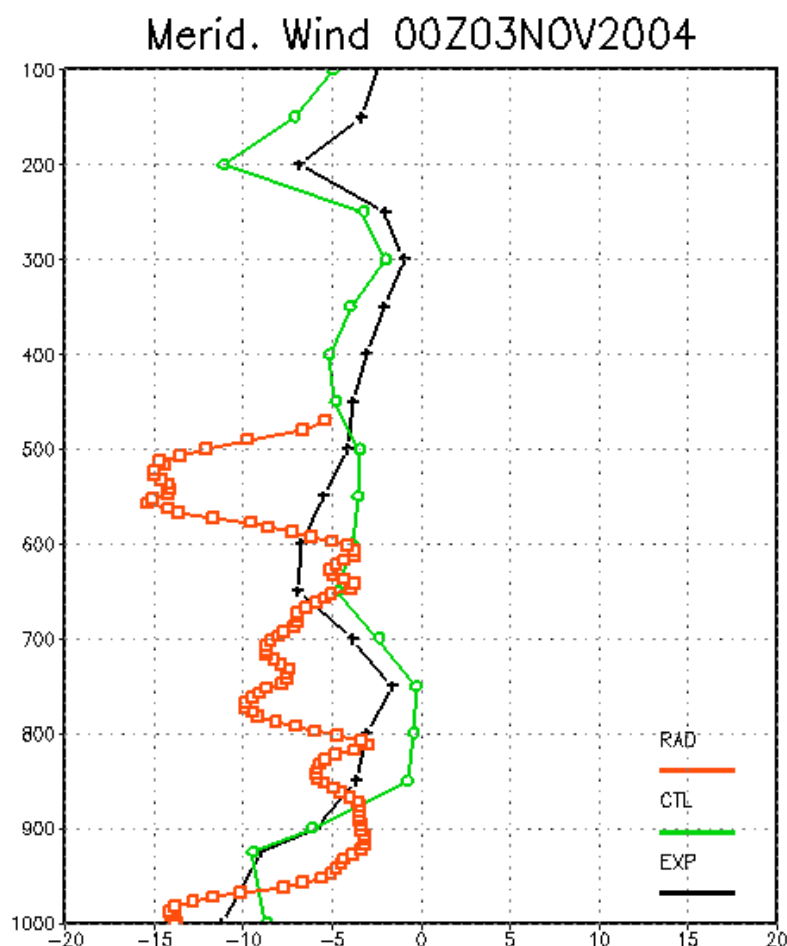
A solução do PSAS é:

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

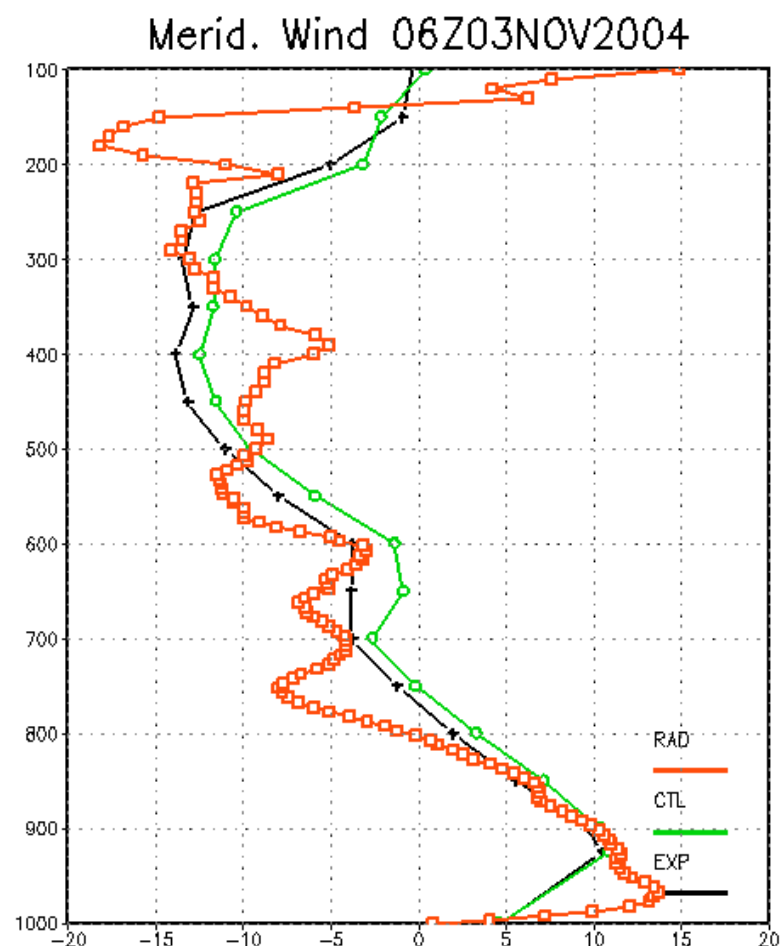


Assimilação das Radiossondas ...

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



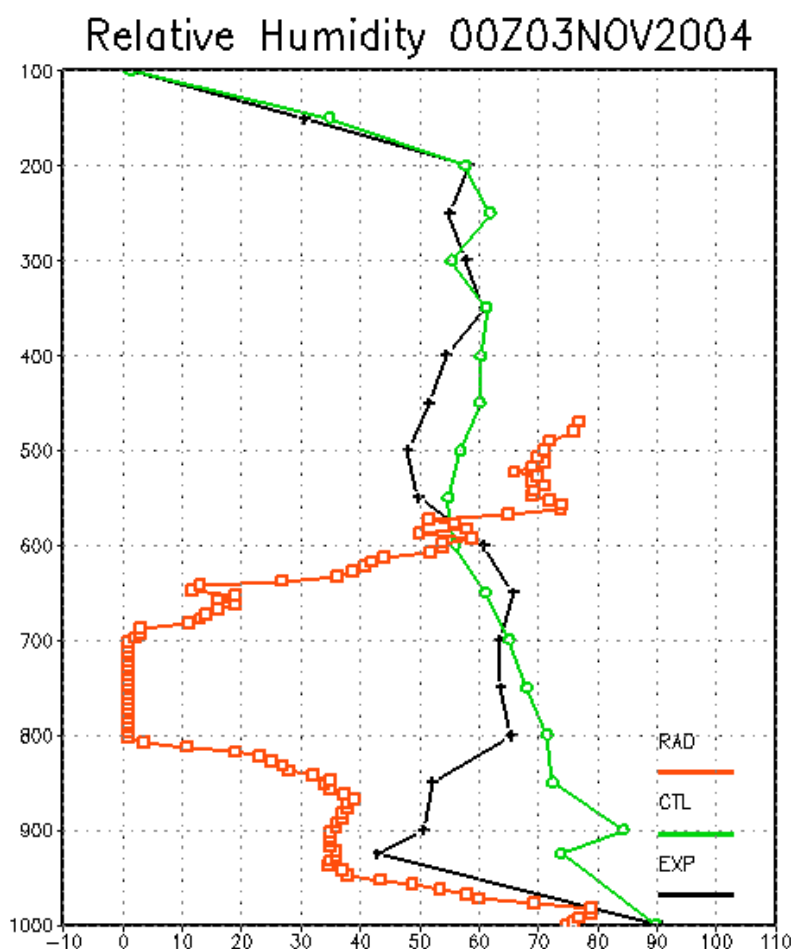
com 1 rad



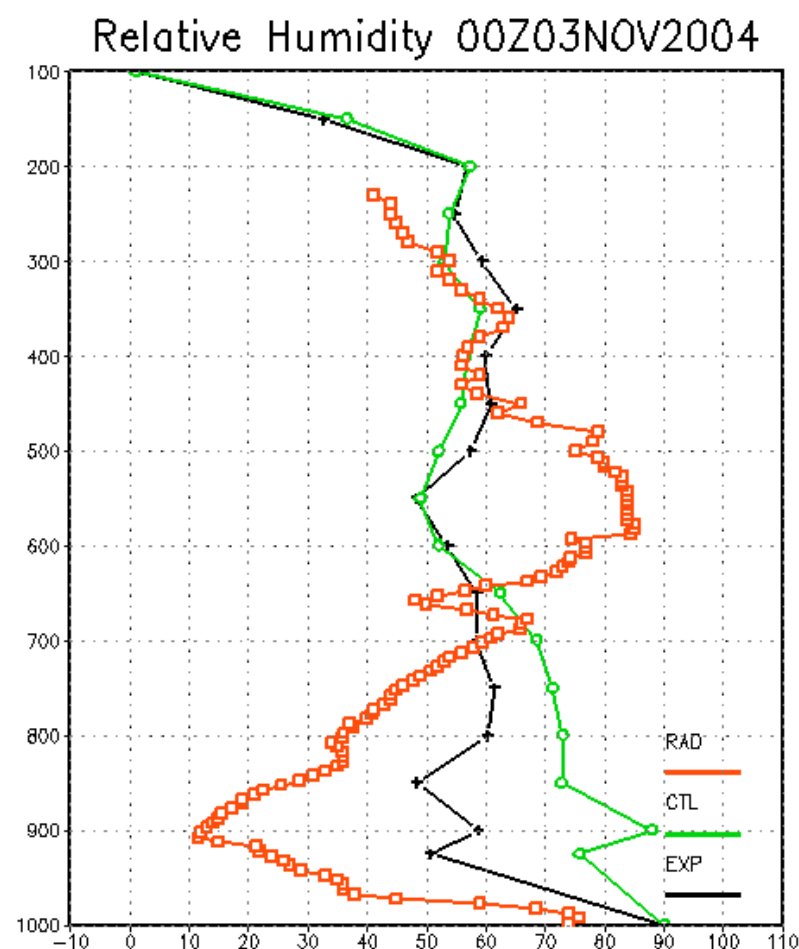
com 5 rad

Assimilação das Radiossondas ...

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

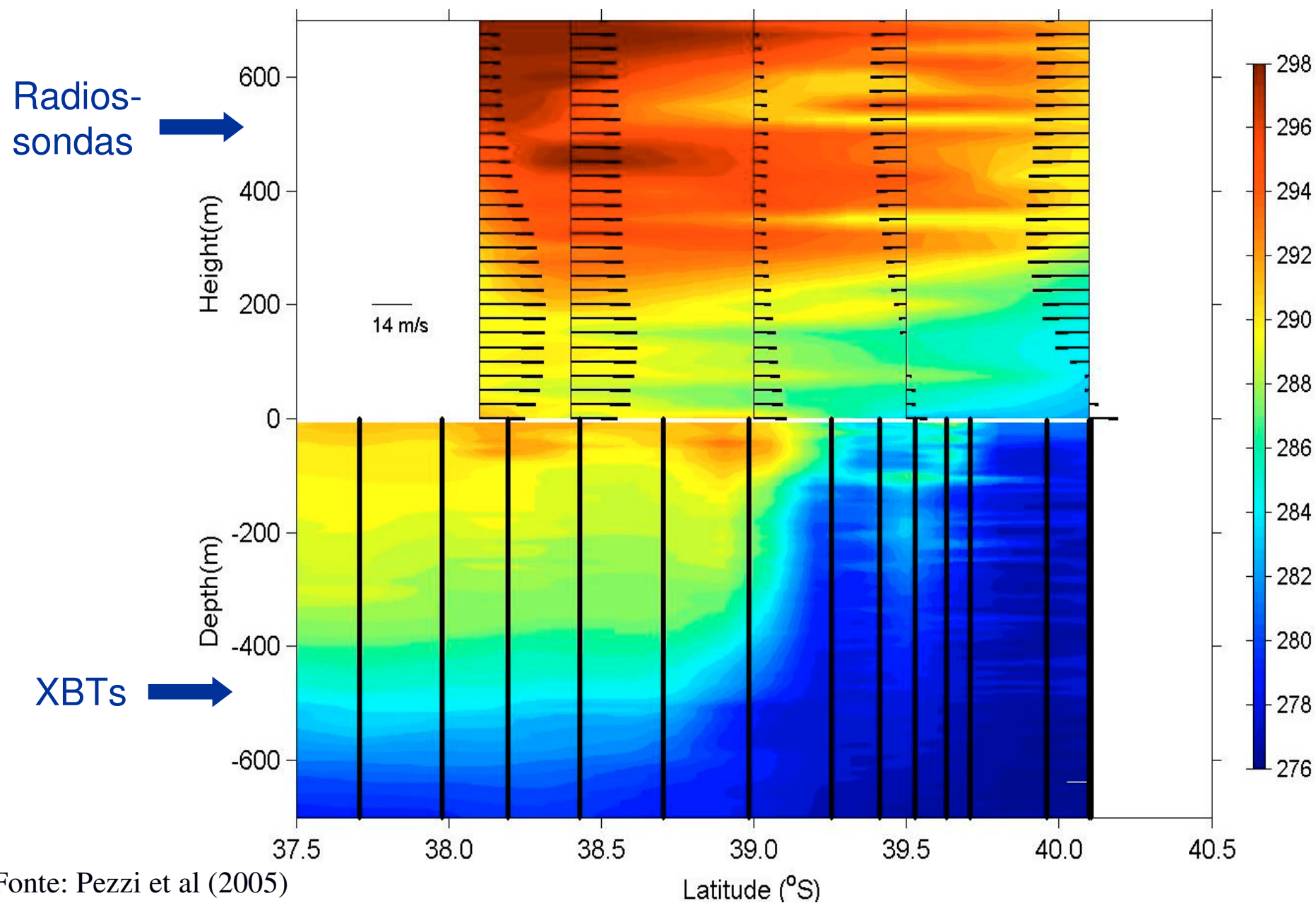


com 1 rad



com 3 rad

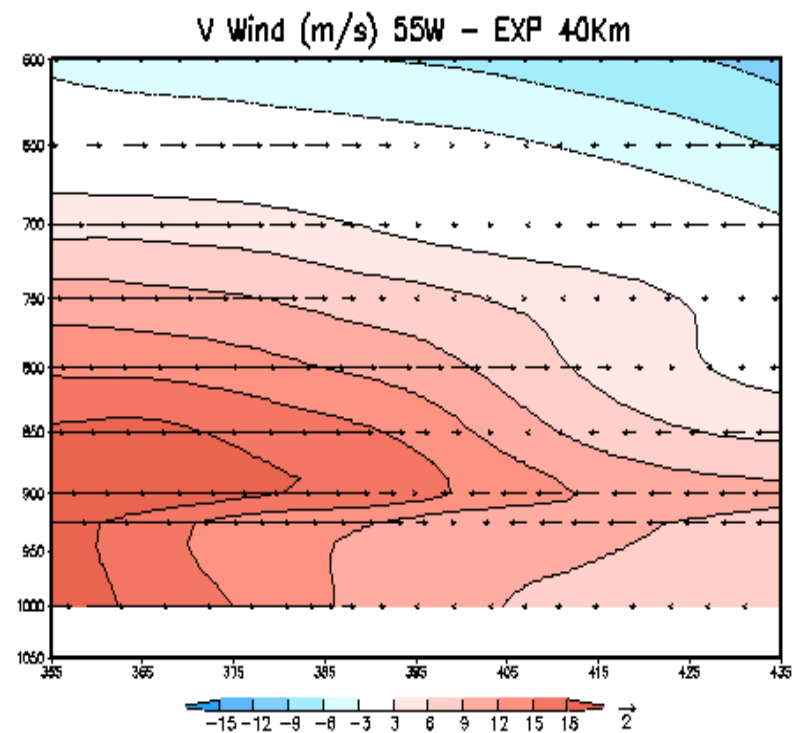
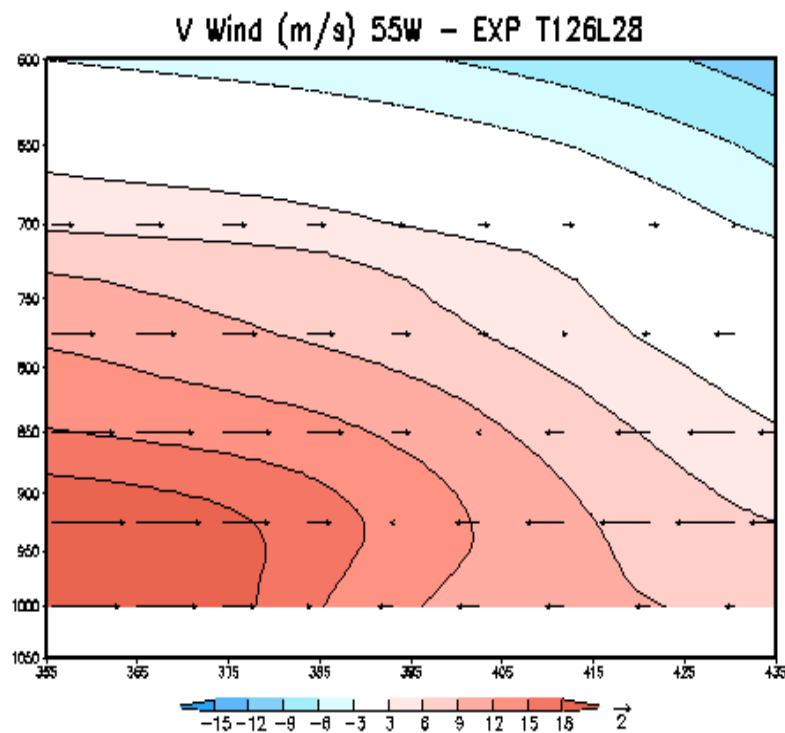
Observações simultâneas (*in situ*) na CBM. Novembro 2004 - OP23



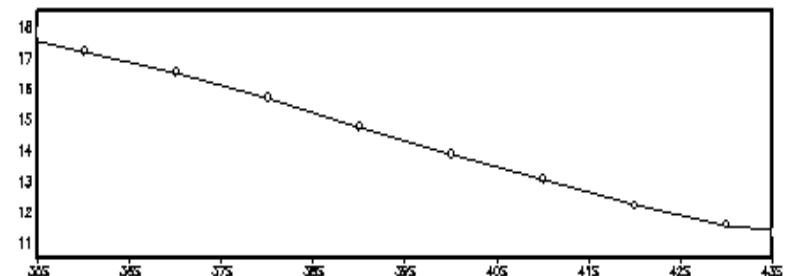
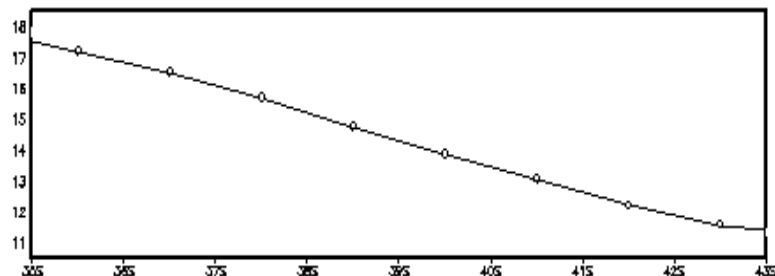
Simulação da OA na BMC ...

Global ~ 100 km

Regional ~ 40 km



weekly OI-SST Blended Sat+Obs weekly OI-SST

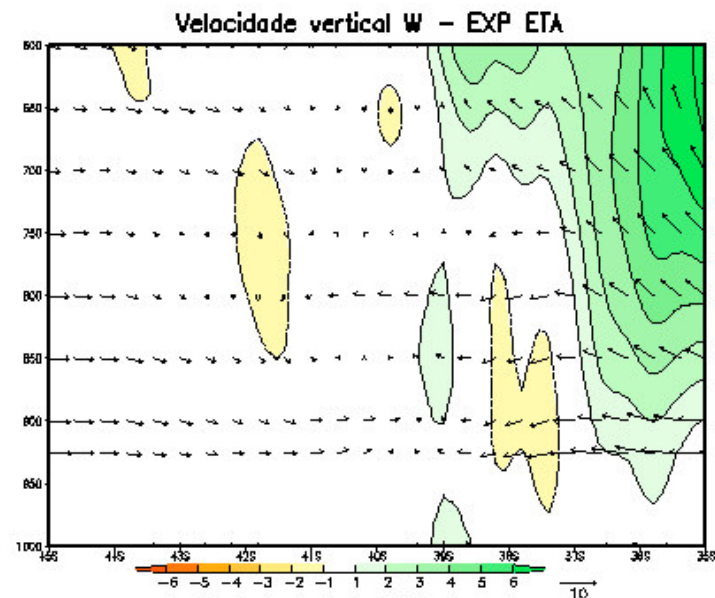
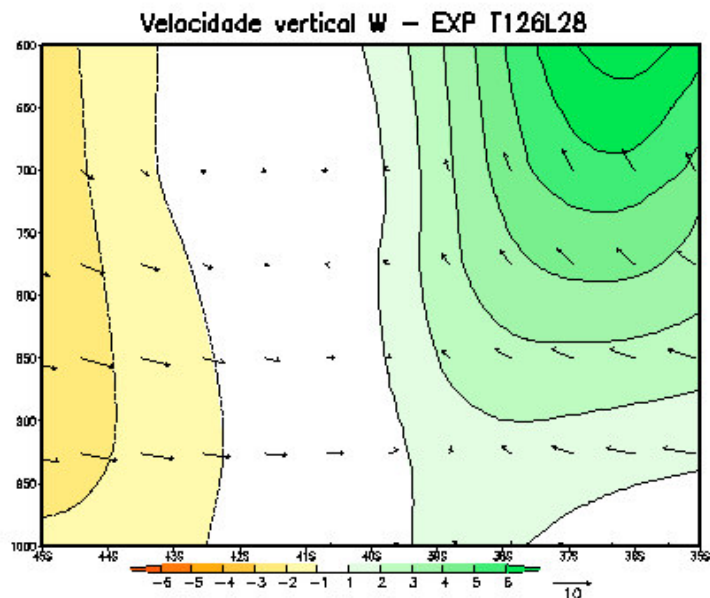


Movimento Vertical...

Global ~ 100 km

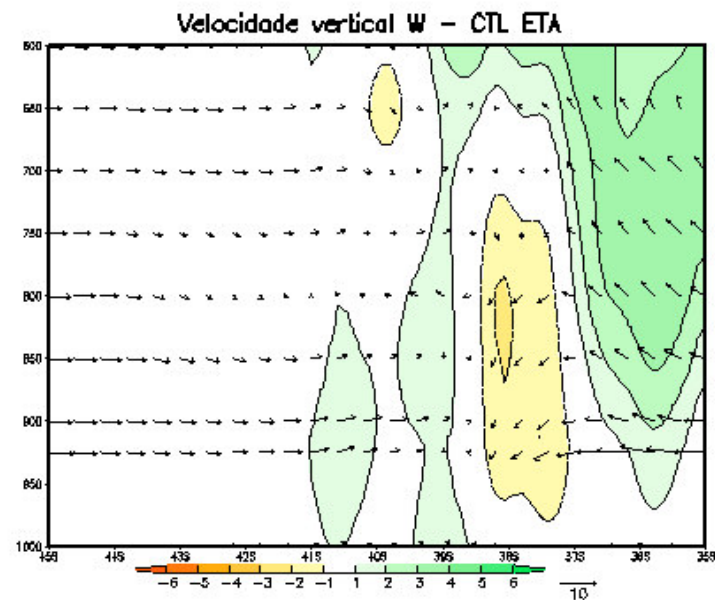
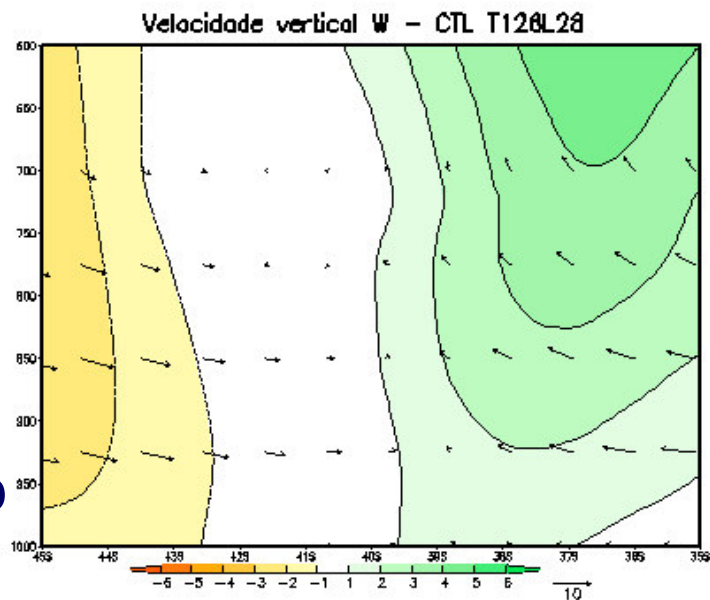
Regional ~ 40 km

Com
Assimilação

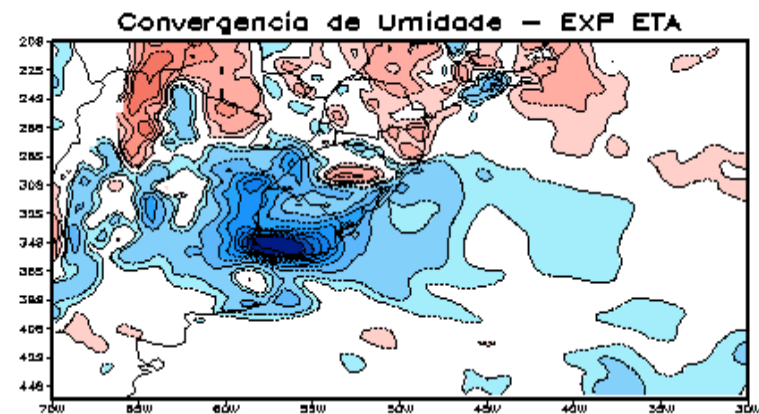
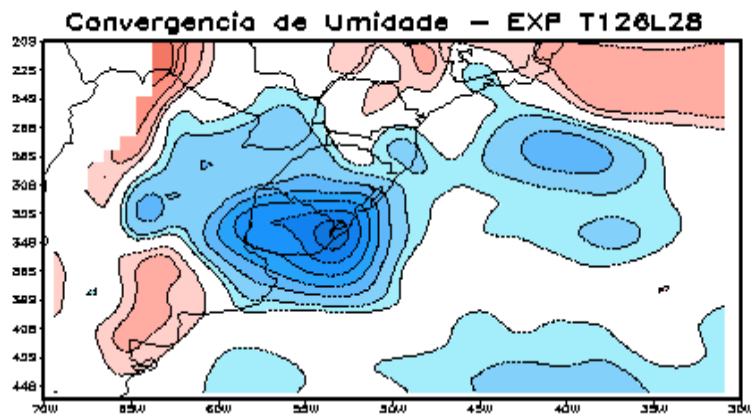


Sem
Assimilação

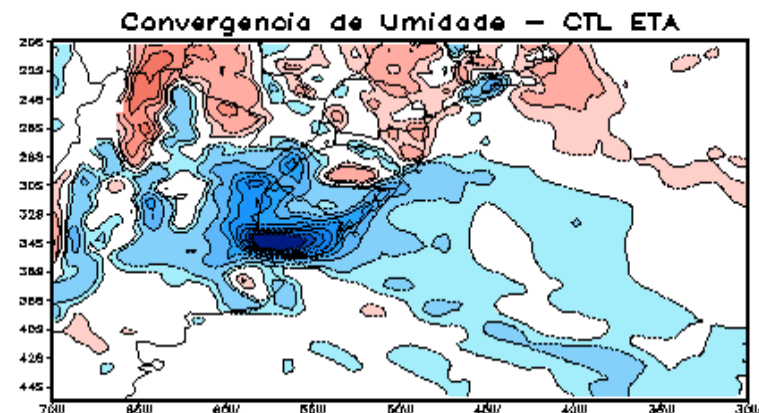
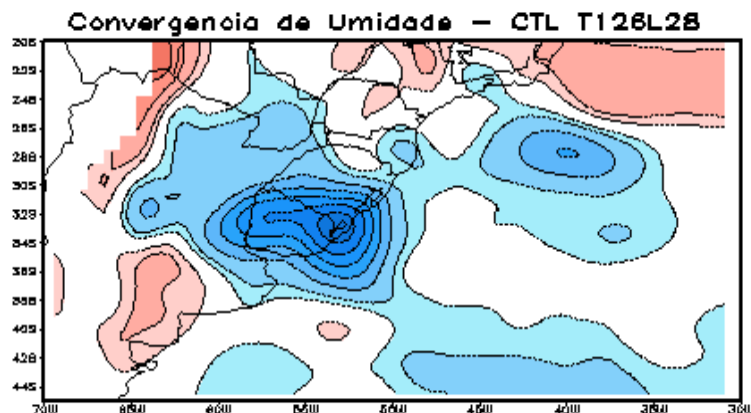
w é
subestimado



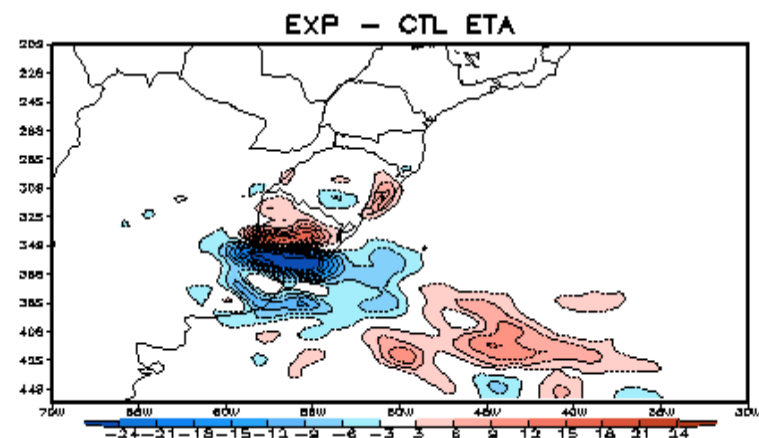
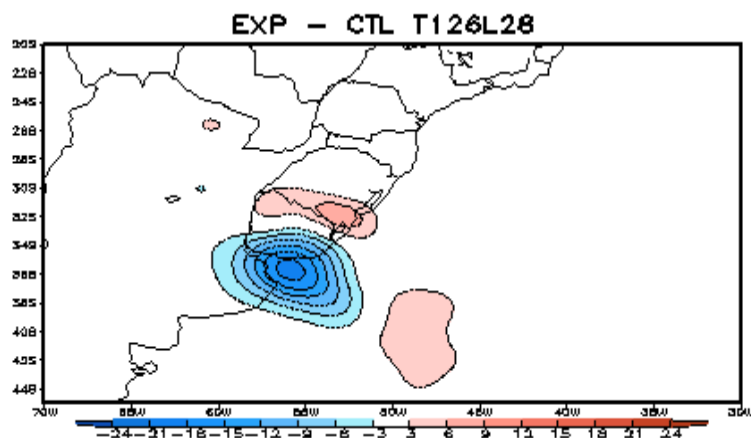
Com
Assimilação



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