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)

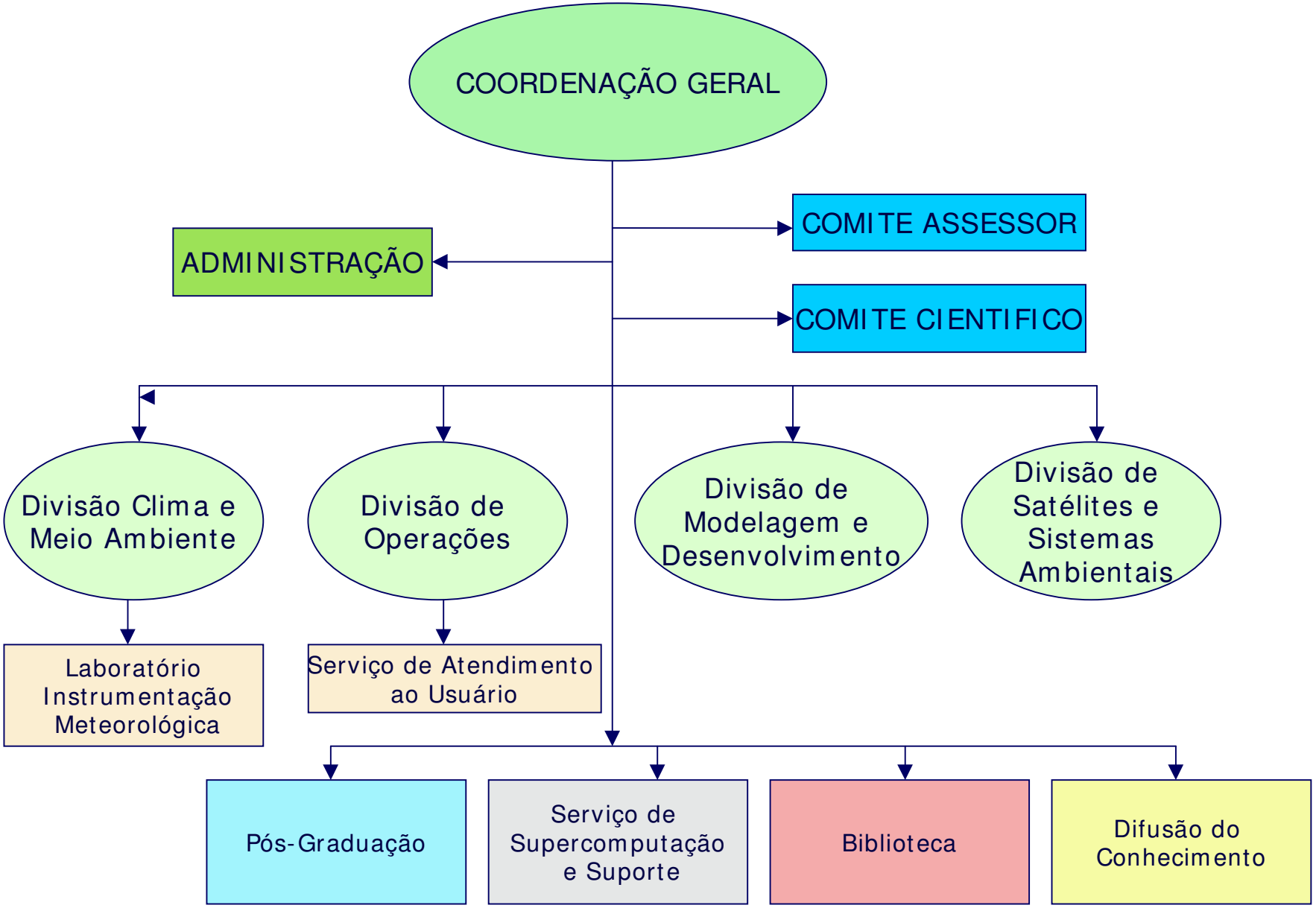
Formação Acadêmica e Profissional

1999 – 2003 PhD em Oceanografia Física.
University of Southampton - School of Ocean and Earth Sciences, (SOES)/
National Oceanography Centre, Southampton (NOCS) , Grã-Bretanha.
Título: **Equatorial Pacific Dynamics: Lateral Mixing and Tropical Instability Waves,**
Ano de Obtenção: **2003.**
Orientador: **Prof Dr Kelvin J. Richards .**
Bolsista do(a): **CNPq, Brasil.**
Palavras-chave: **Equatorial Pacific Dynamics; Lateral mixing; Tropical Instability Waves; Dinâmica dos oceanos; Ondas de instabilidade; Parametrizações de mistura.**

1991 – 1993 Mestre em Sensoriamento Remoto.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil.
Título: **Aplicação de dois métodos no controle de qualidade em dados coletados por estações automáticas de superfície,**
Ano de Obtenção: **1993.**
Orientador: **Prof Dr Robin Thomas Clark.**
Bolsista do(a): **CAPES, Brasil.**
Palavras-chave: **Estações automáticas de superfície.; Controle de qualidade; Estações meteorológicas de superfície.; Métodos estatîsticos.**

1985 – 1989 Graduação em Meteorologia.
Universidade Federal de Pelotas, UFPEL, Brasil.
Ano de Obtenção: **1989.**

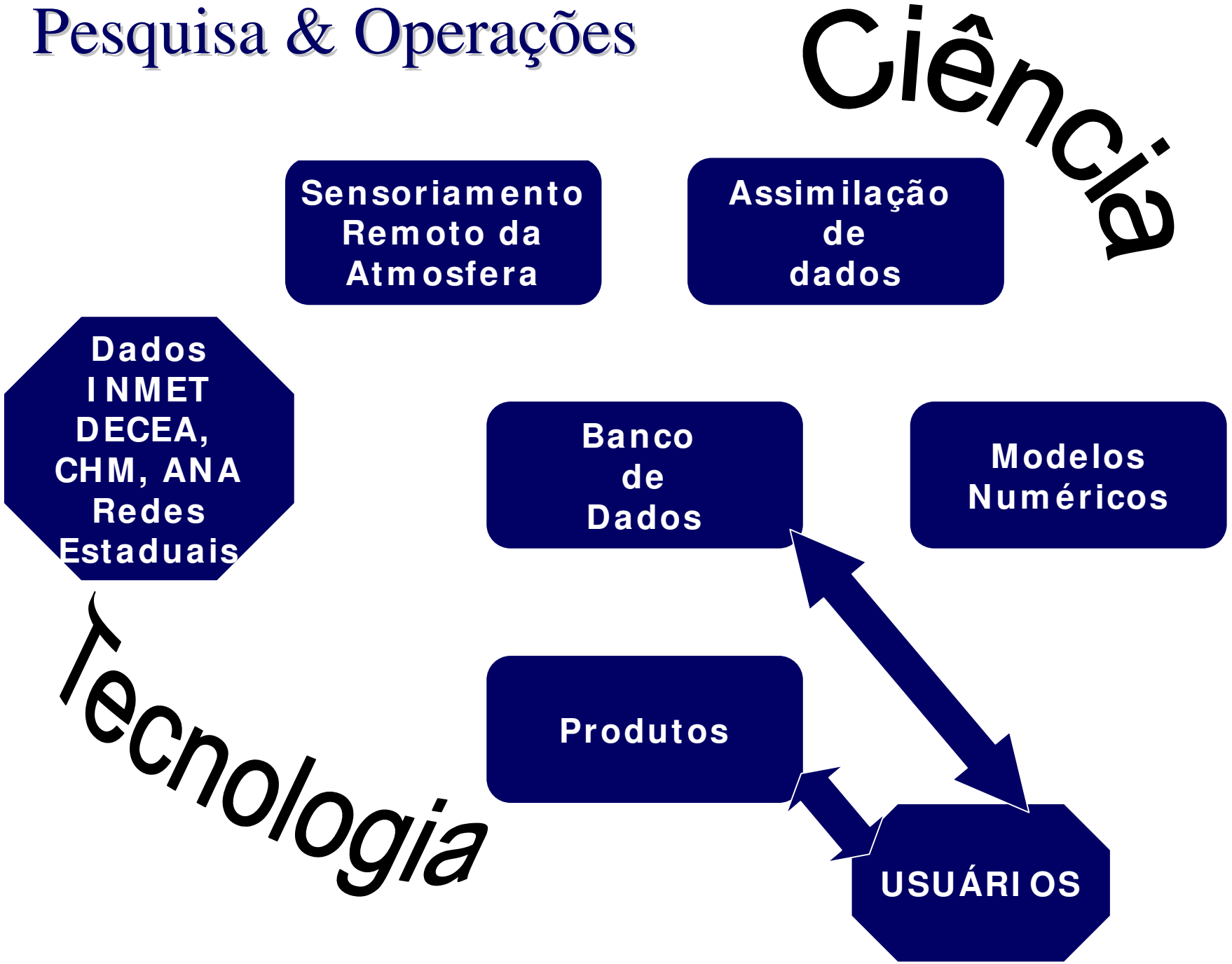
Falando um pouco sobre o CPTEC…..


COORDENAÇÃO GERAL
ADMINISTRAÇÃO
COMITE ASSESSOR
COMITE CIENTIFICO
Divisão Clima e Meio Ambiente
Divisão de Operações
Divisão de Modelagem e Desenvolvimento
Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais
Laboratório Instrumentação Meteorológica
Serviço de Atendimento ao Usuário
Pós-Graduação
Serviço de Supercomputação e Suporte
Biblioteca
Difusão do Conhecimento

Quadro de Pessoal - 2007

	NA	Nível Médio	Nível Superior	Especialização	Mestrado	Doutorado	Pós Doutorado	Total
Bolsistas/ Pesquisador Visitante	0	2	19	1	14	10	0	46
Estagiários	1	9	18	0	0	0	0	28
Contrato Terceirz. Operação Meteor.	0	8	37	7	30	12	0	94
Outros prestadores de serviços	2	11	30	3	6	5	3	60
Servidores Públicos	**0**	**23**	**18**	**13**	**15**	**28**	**12**	**109**
Técnico	*0*	*23*	*9*	*0*	*0*	*0*	*0*	*32*
Tecnologista	*0*	*0*	*8*	*5*	*14*	*8*	*0*	*35*
Pesquisador	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*20*	*12*	*32*
Analista de C&T	*0*	*0*	*1*	*8*	*1*	*0*	*0*	*10*
Total	**3**	**53**	**122**	**24**	**65**	**55**	**15**	**337**

Pesquisa & Operações



Atividades Operacionais

MODELOS

Modelo Global CPTEC

Modelo Regional ETA

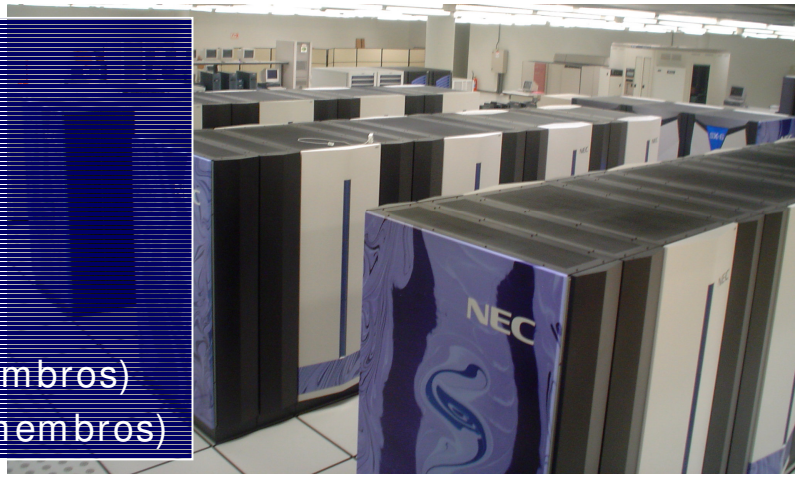
Modelo Acoplado Oceano Atmosfera CPTEC_MOM

Modelo de Ondas Wwatch

Modelo Ambiental BRAMS

Previsão de tempo por conjuntos (15 dias – 15 membros)

Previsão sazonal por conjuntos (3 – 6 meses -25 membros)



Ingestão, Processamento e Geração de Produtos de Satélites

Imagens Vis, IR, WV

Sondagens TOVS, ATOVS, GOES10

Índice de vegetação

Temperatura da Superfície do Mar

Índice UltraVioleta

Focos de queima de biomassa

Radiação solar e terrestre

Classificação de Nuvens

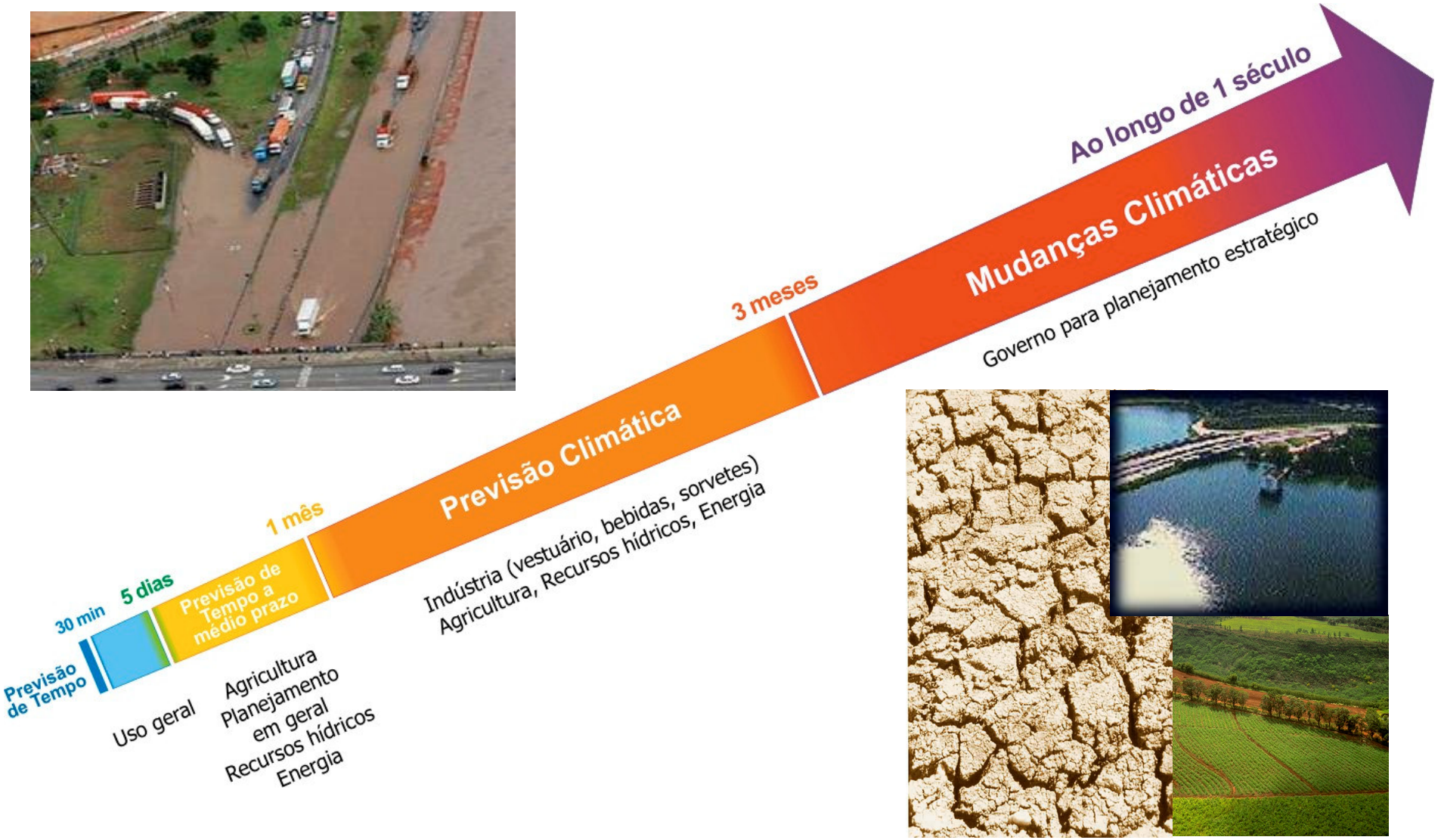
Ventos

Estimativa de precipitação

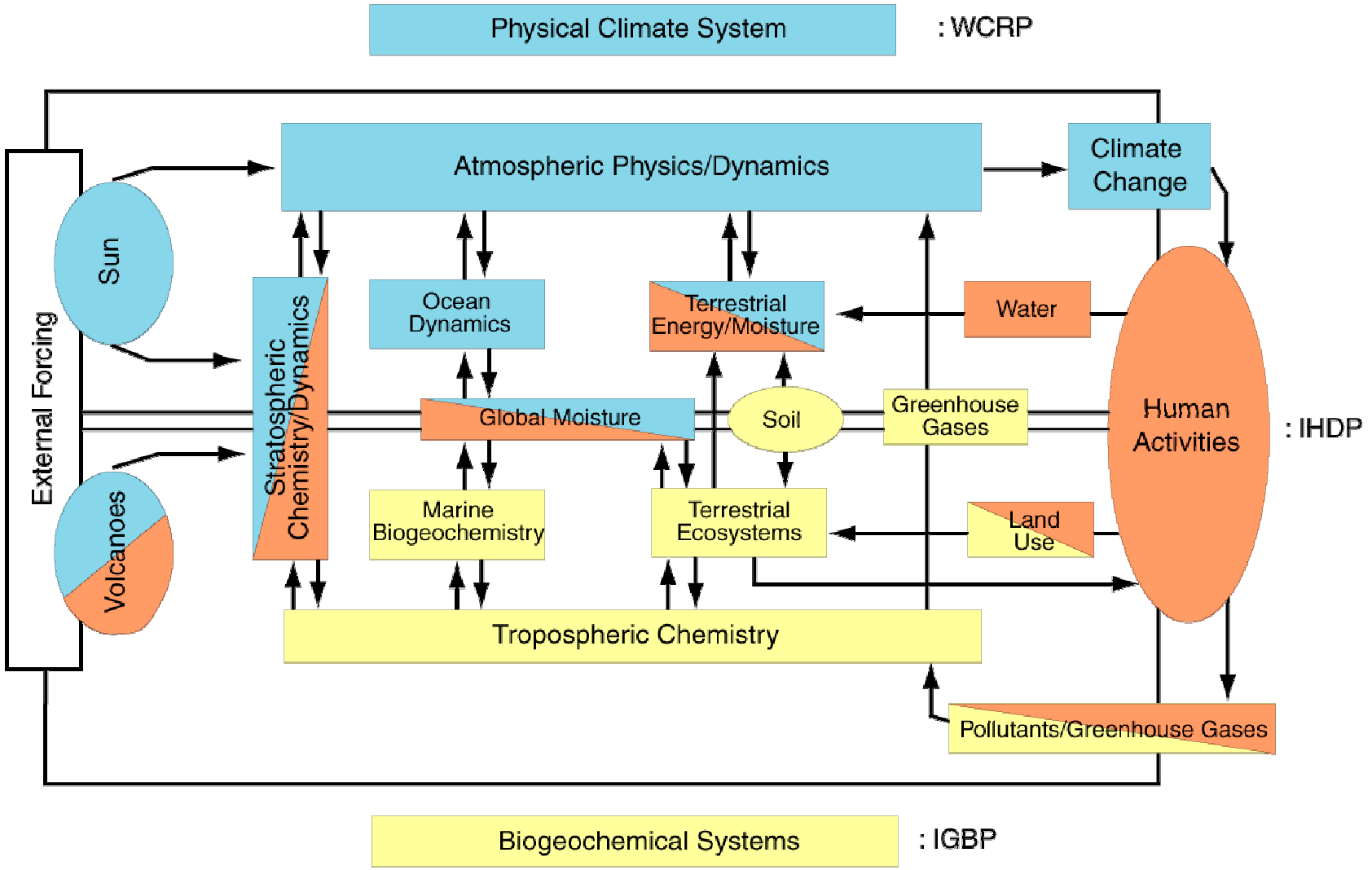
Detecção de grandes Tempestades

Atraso Troposférico GPS

Previsão e Usuários



O sistema terrestre: acoplamento entre a física, biogeoquímica e a forçante humana



Voltando para a Ciência…..

OCAT-BM * (FAPESP), INTERCONF [1](CNPq)

Participantes

Luciano P. Pezzi* - INPE
Ronald B Souza[1] - 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)

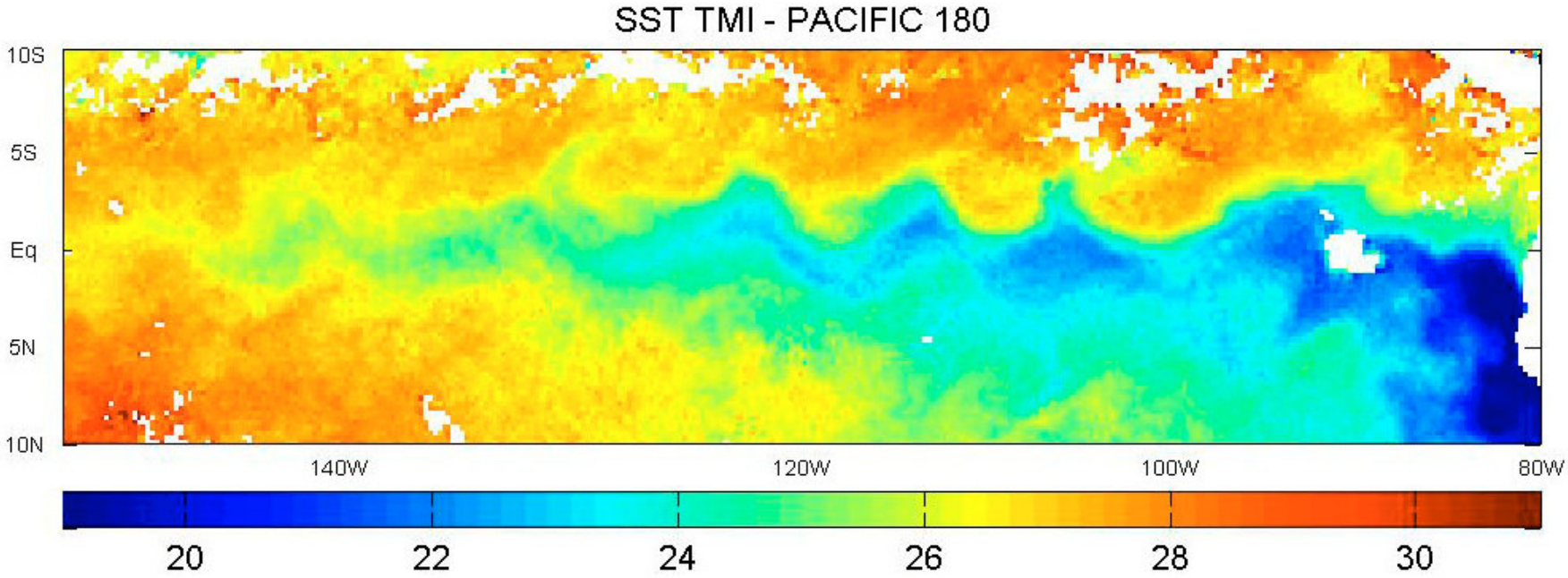
- Introdução Geral sobre o Atlântico Sudoeste
  - Clima
  - Previsões Climáticas: Conhecimento e Limitações
  - Interação Oceano-Atmosfera (OA)

- 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

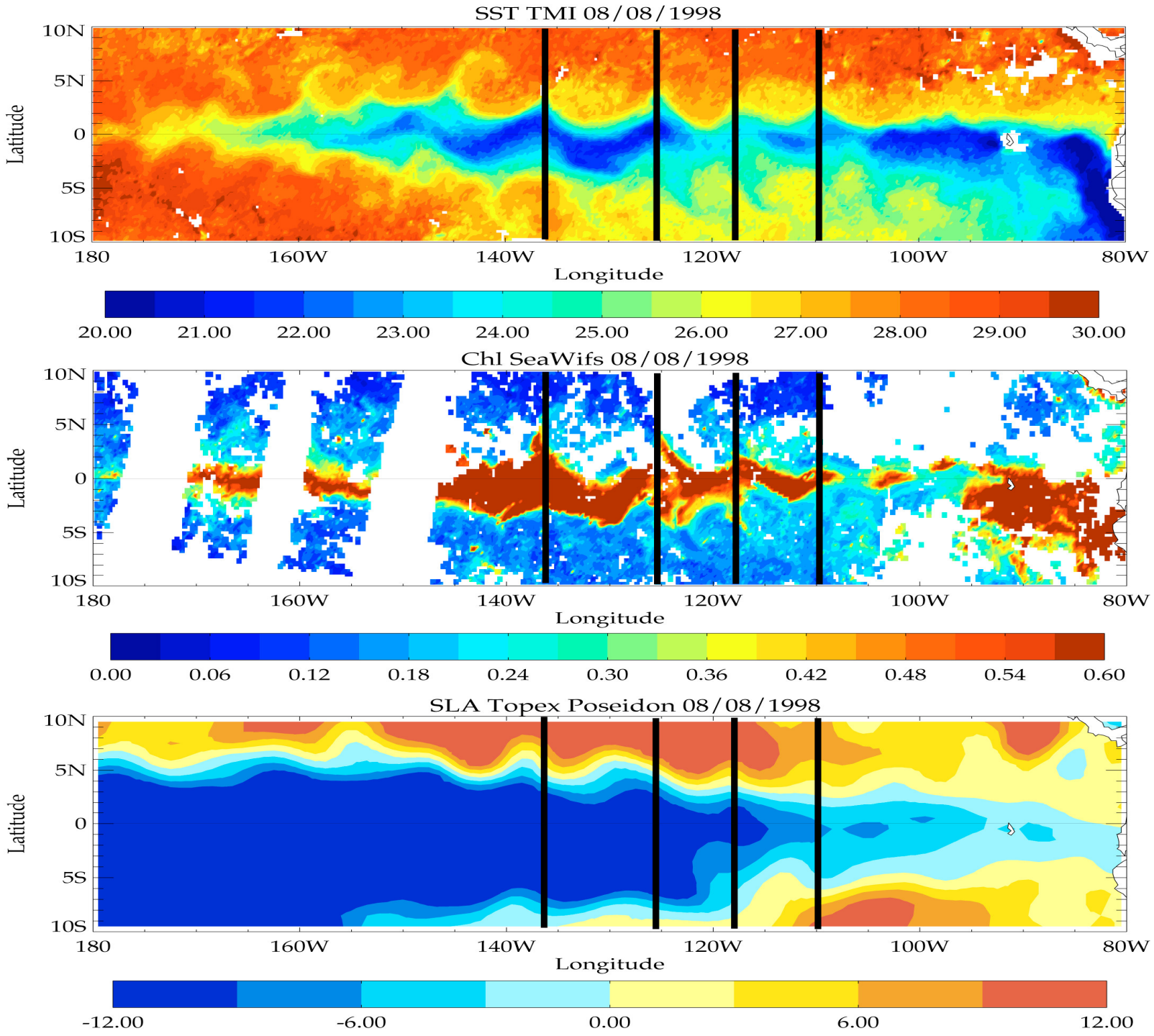
- Comentários Finais

Ondas de Instabilidade Tropical (OIT ou TIWs)



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.

TIWs Imprints



Interações OA em regiões de forte gradiente de TSM

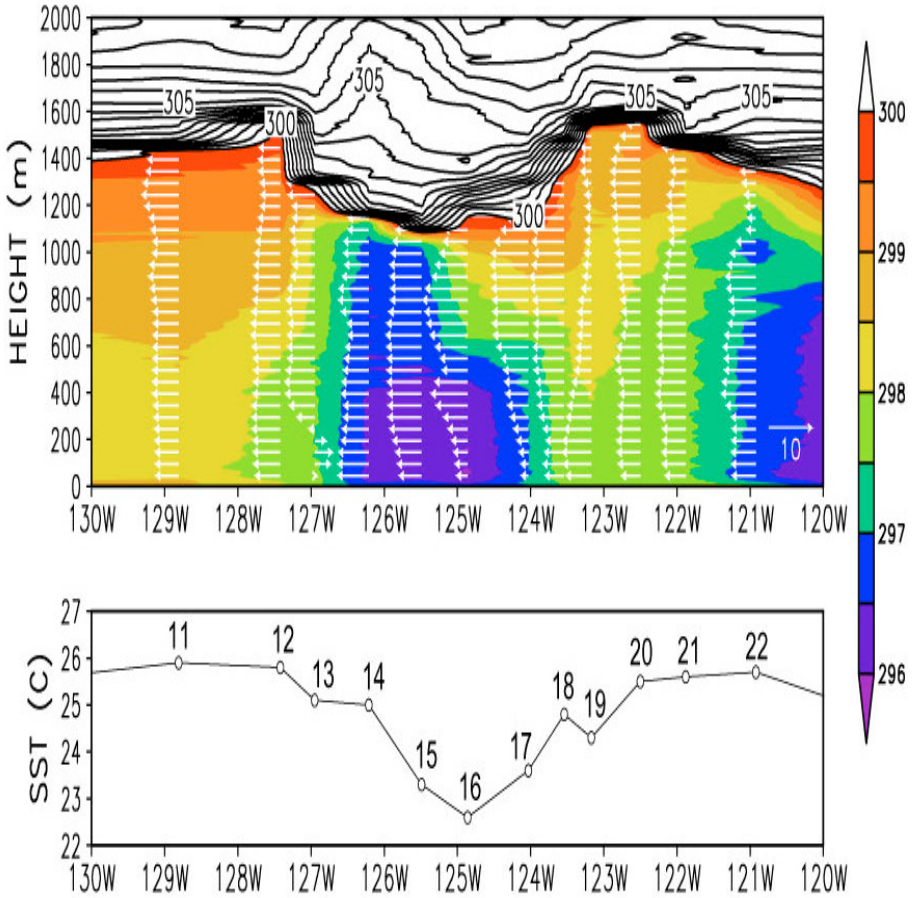
OITs são fenômenos oceânicos, entretanto existe um claro sinal da atividade delas dentro da Camada Limite Atmosférica (CLA)

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.

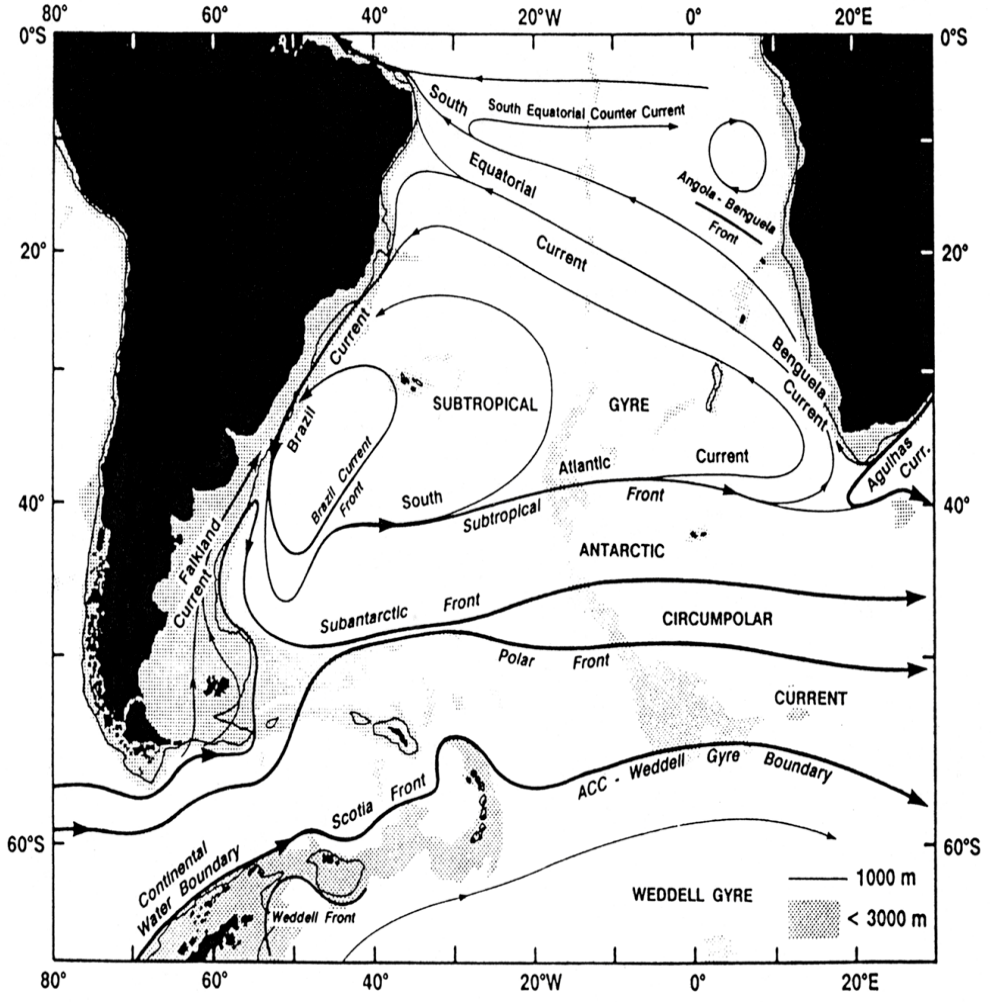
- Hayes *et al* (1989) - o vento em superfície e afetado pela turbulência da camada limite atmosférica. Estabilidade Estática

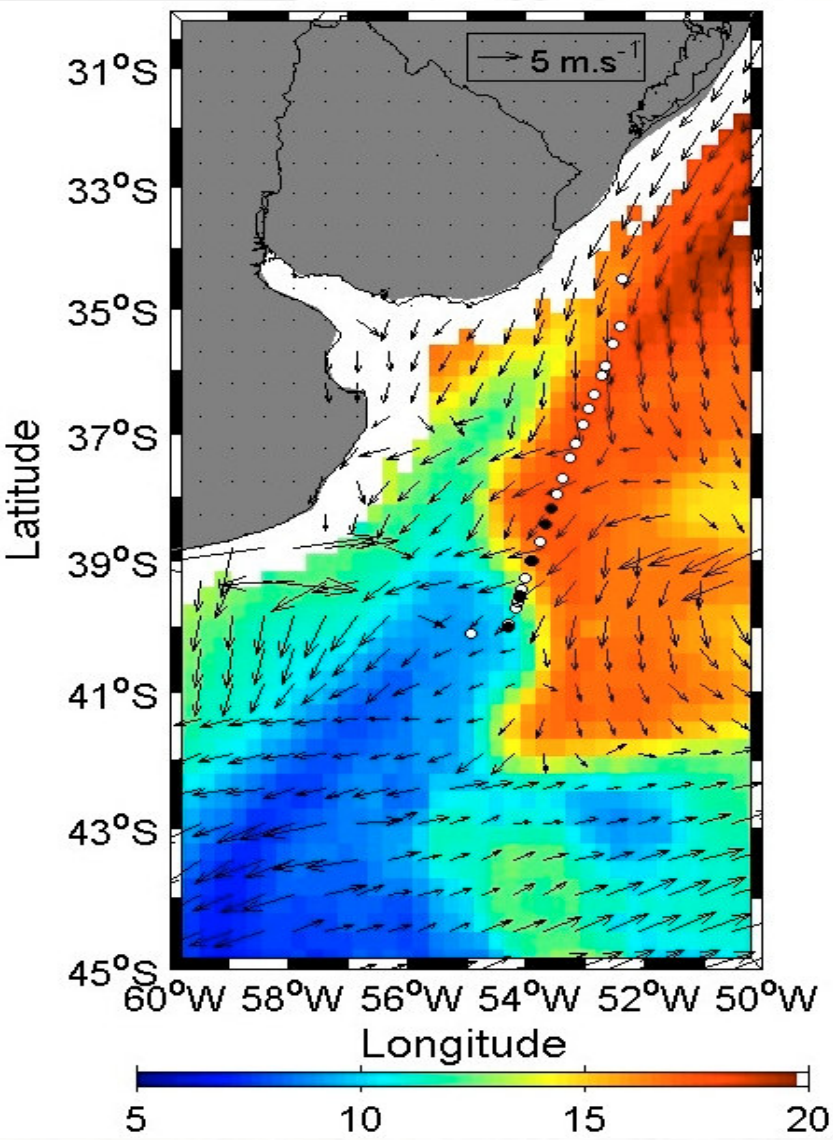
Recentemente vários autores tem sugerido que o 2nd mecanismo é o mais provável de estar ocorrendo. (*Liu et al(2000), Chelton et al(2001), Pezzi et al(2004, 2005)*)



(Hashizume *et al*. 2002)

Estrutura das Correntes Marinhas no Atlântico Sudoeste

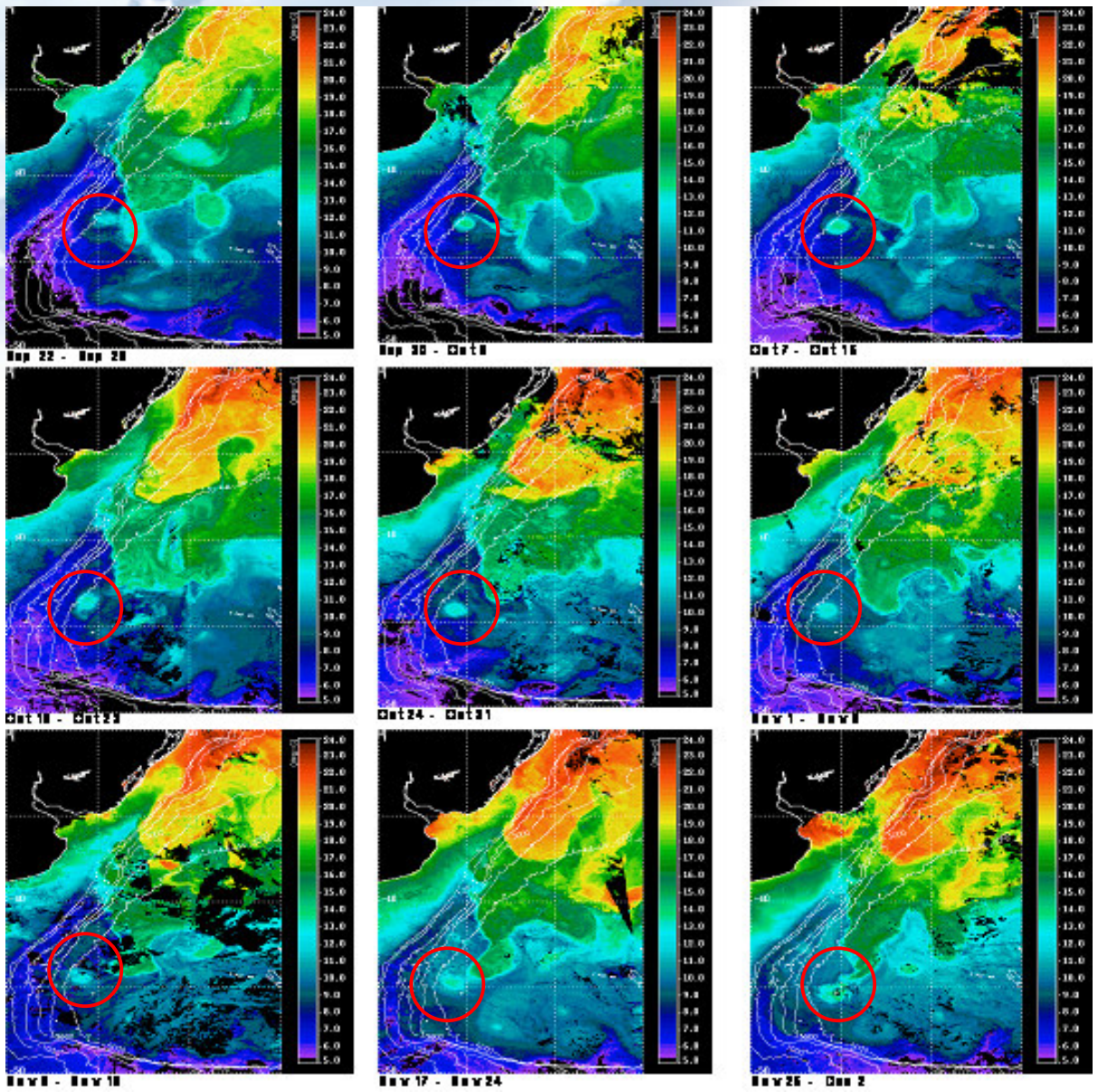




A Corrente Circumpolar Antártica origina as correntes das Malvinas e da Patagônia, que movem-se da região Antártica para o Norte. A corrente do Brasil move-se para o sul e quando encontra-se com a corrente das Malvinas, origina a região da CBM.

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 ser quer saber é:

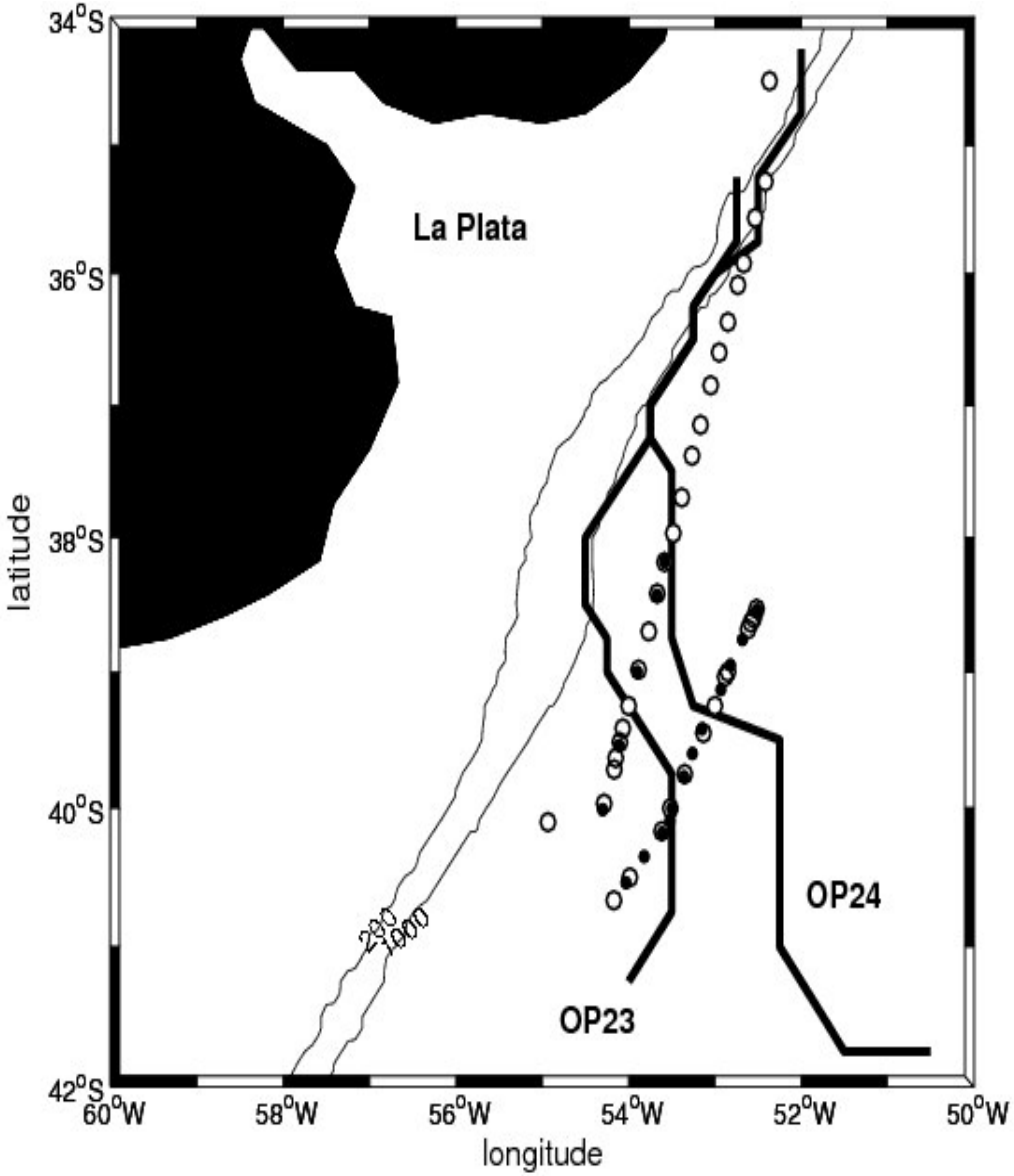
O forte gradiente de TSM da CBM tem alguma influência na estrutura vertical da camada limite atmosférica?

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 das Radiossondas no navio:

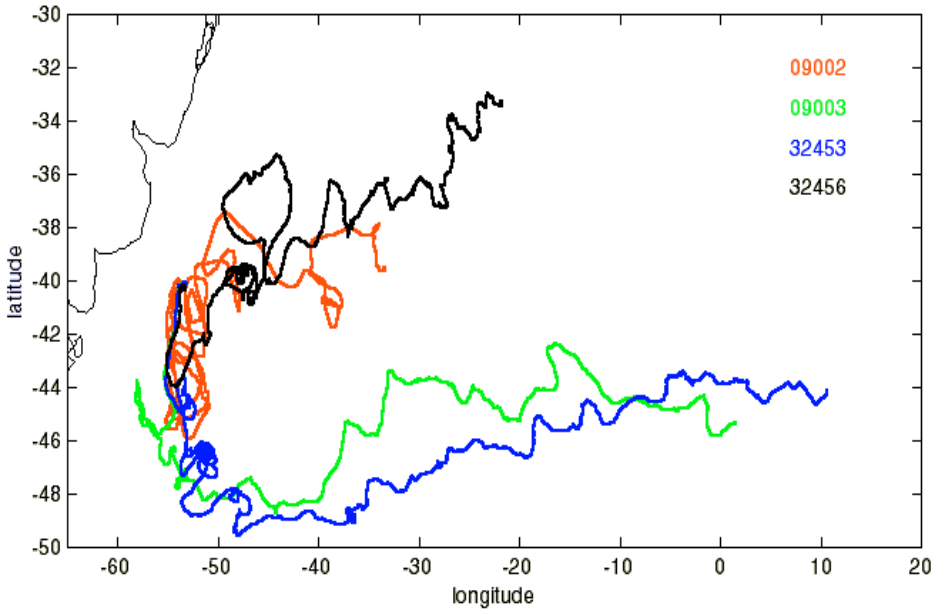
Lançamento das Radiossondas no navio:

Situação Ideal
Missão em Abuja (Nigéria)

Agosto de 2006

Lançamento de bóias de deriva em Novembro 2005:

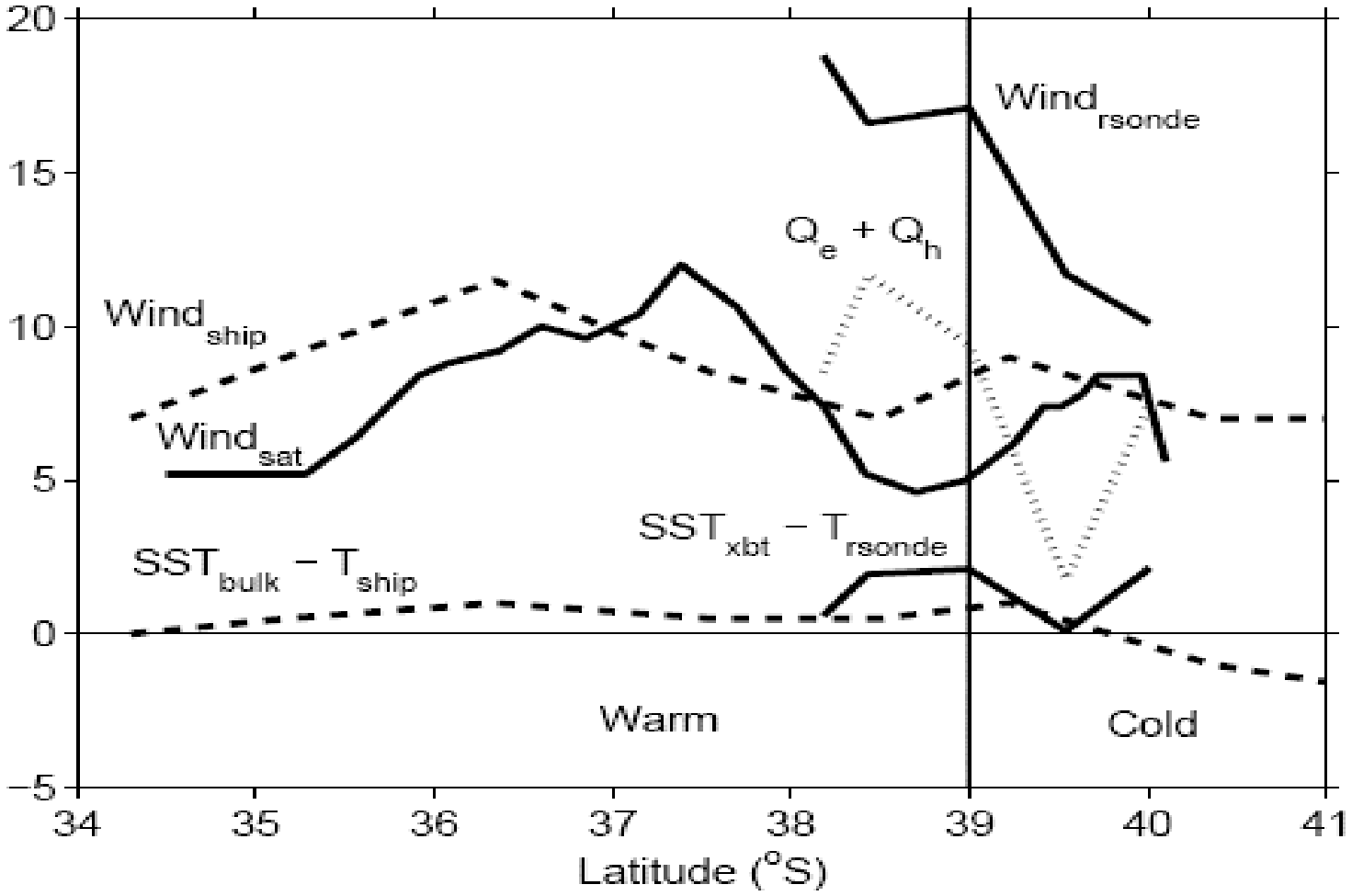
- Confluência Brasil-Malvinas
- Parede de um vórtice



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

Resultados:

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

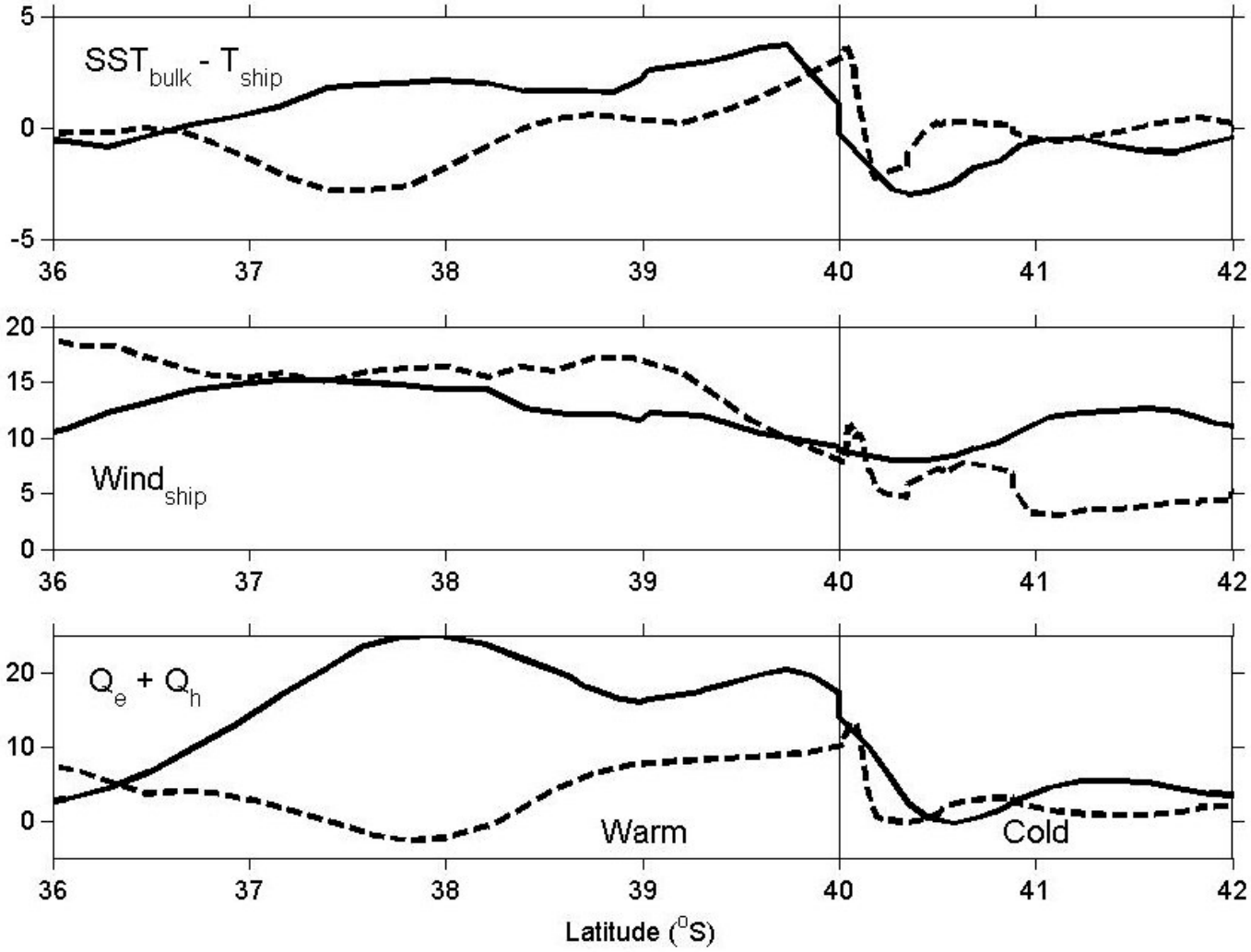


Resultados:

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

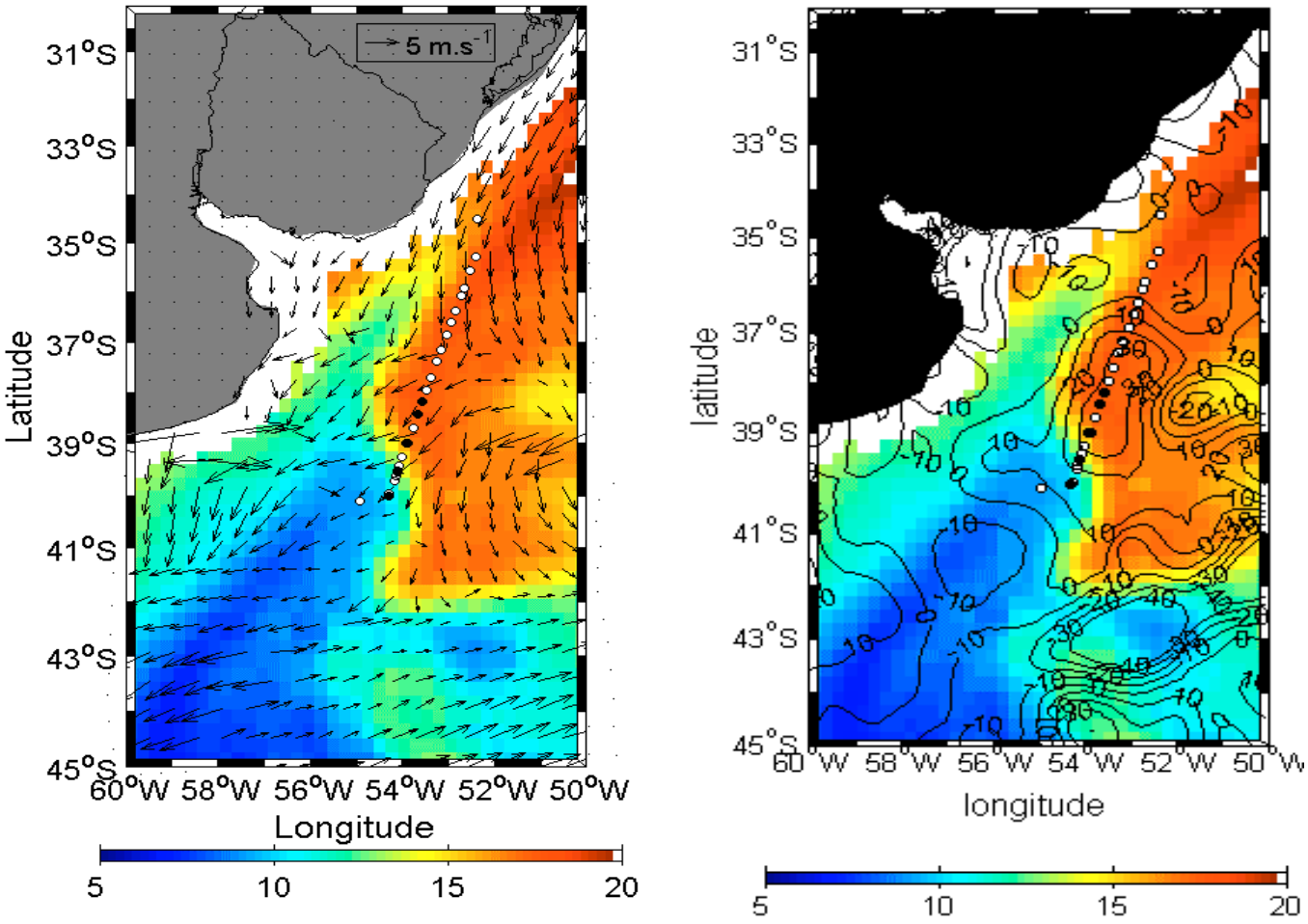
OP23 – – –

OP24 ———



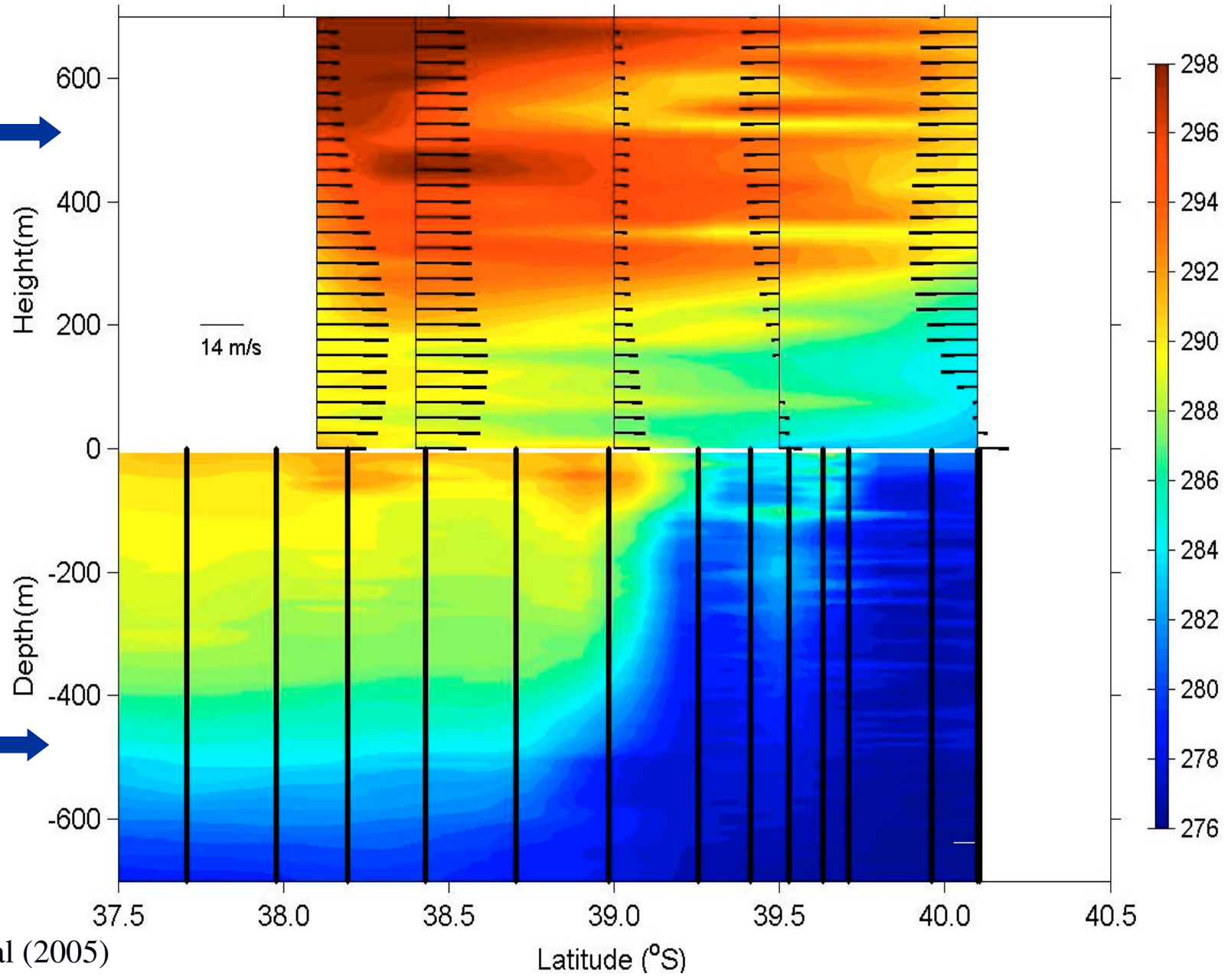
Resultados:

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.

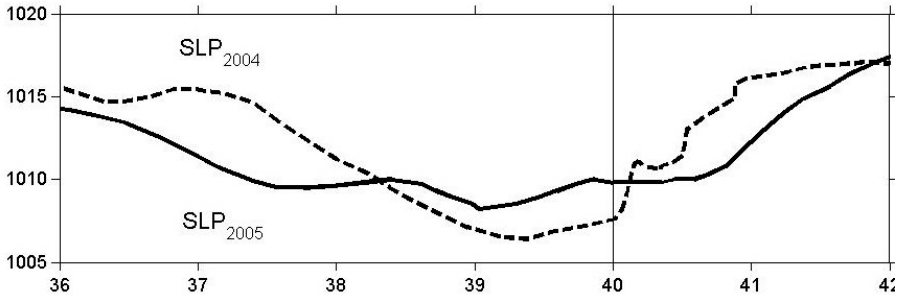
Observações simultâneas (*in situ)* na CBM. Novembro 2004 - OP23

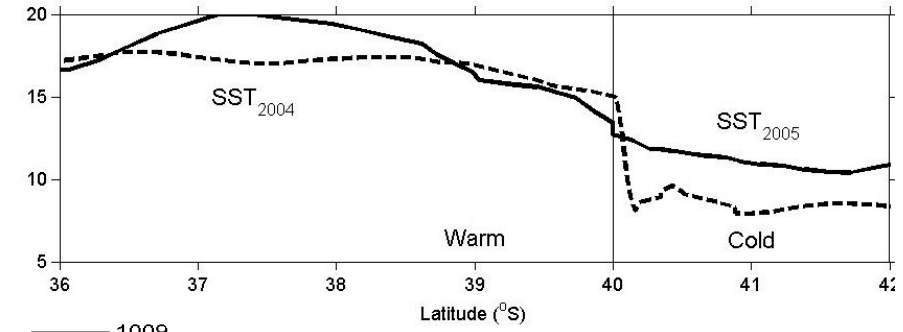


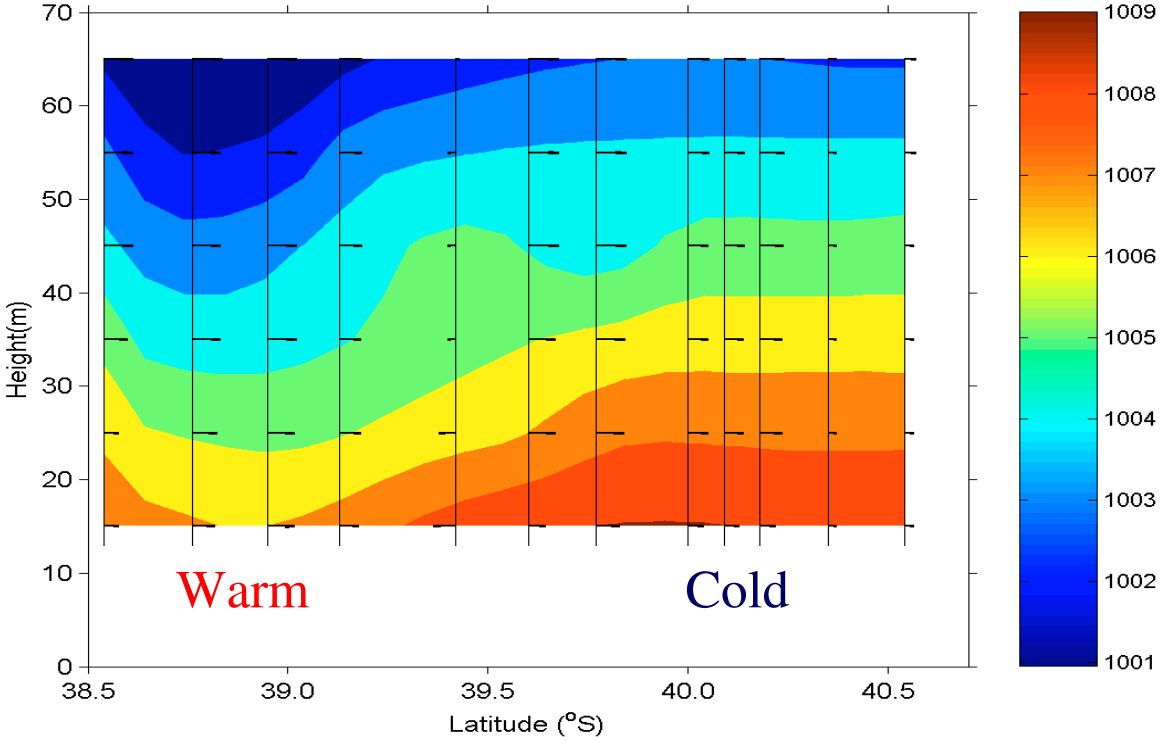
Fonte: Pezzi et al (2005)

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 outra regiões frontais.
- Mesmo tendo baseado nossa análise em dois cruzeiros e poucos dias de dados de satélite nos mostramos evidencias 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

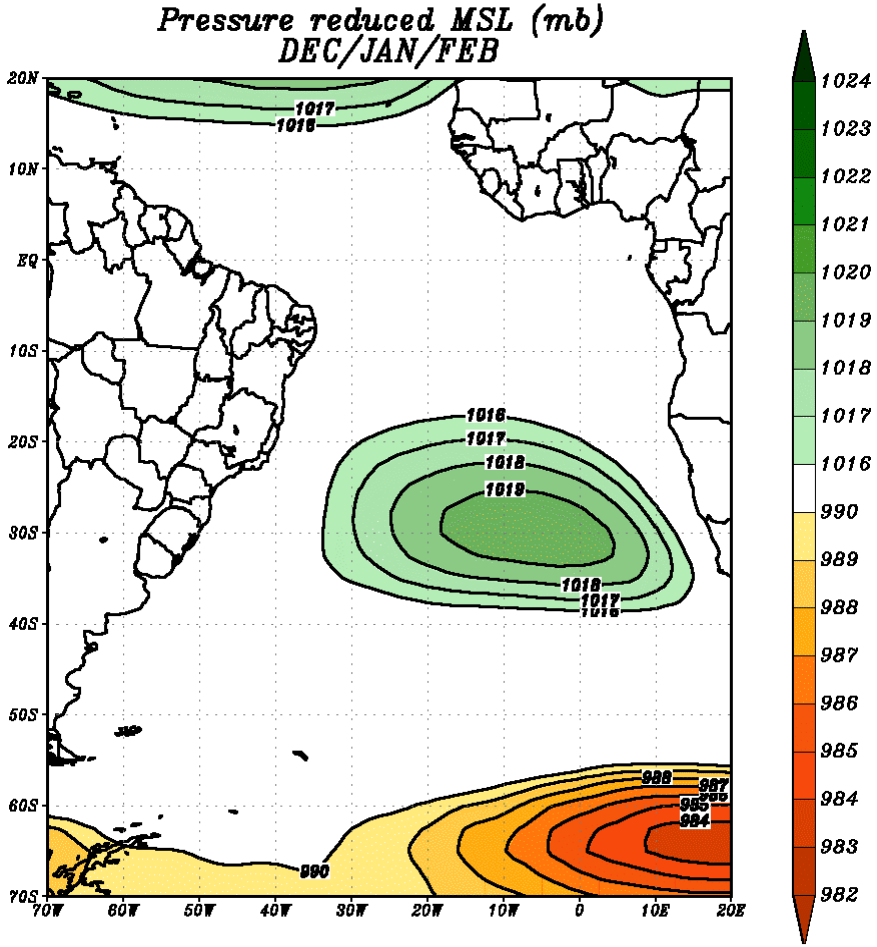
- Resultados da Assimilação dos Dados
  - Observação X Modelo
  - Modelo com Assimilação X sem Assimilação

- Comentários Finais

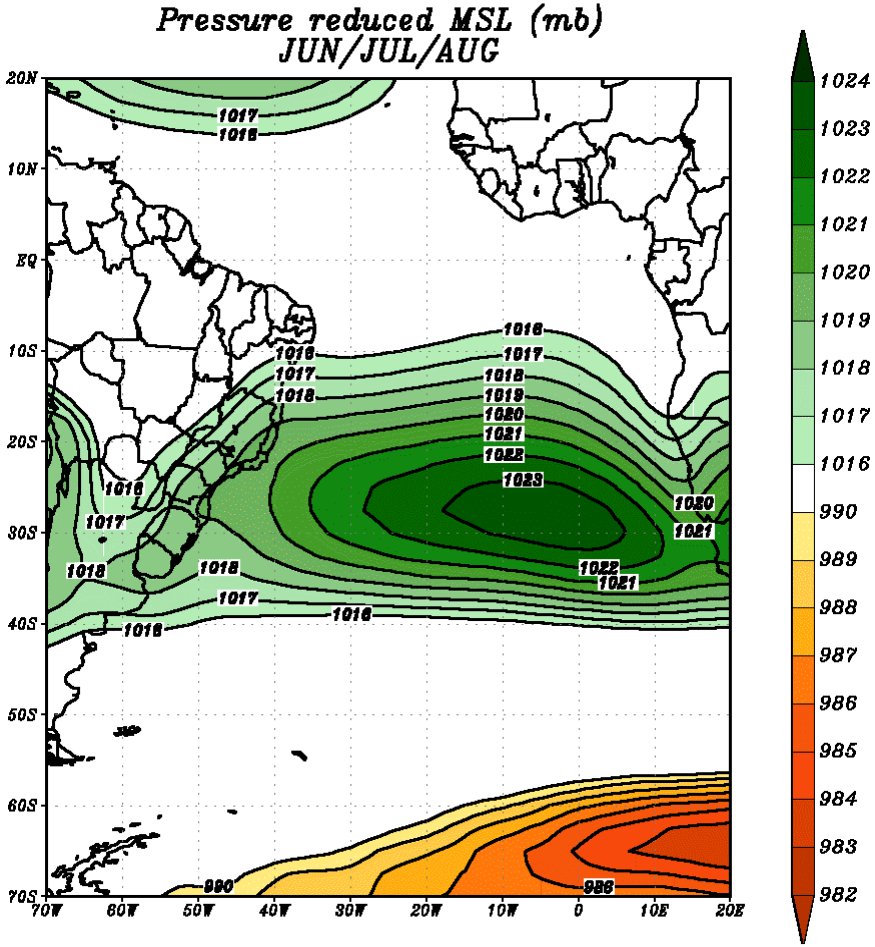
Introdução:

O Clima atmosférico Atlântico apresenta uma sazonalidade climática marcante

Verão



Inverno



Verão: anticiclone + fraco

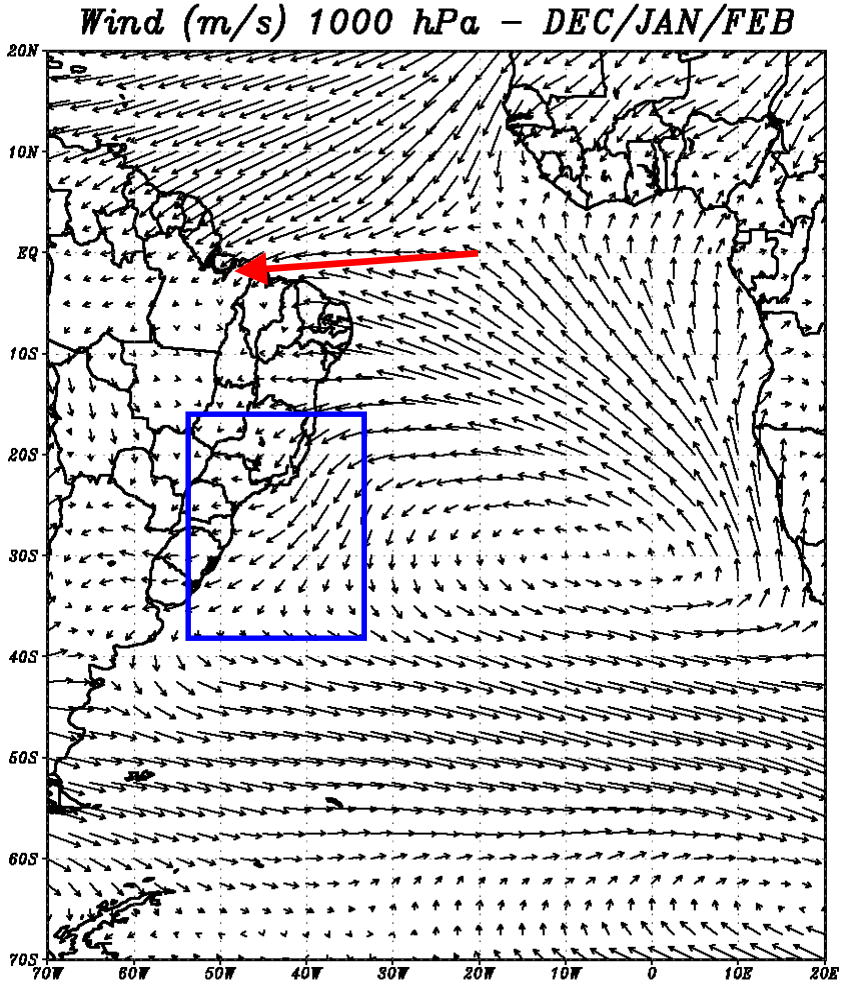
e deslocado mais para o SUL

Inverno: anticiclone + intenso

e deslocado mais para o NORTE

O vento em superfície acompanha a variabilidade sazonal

Verão

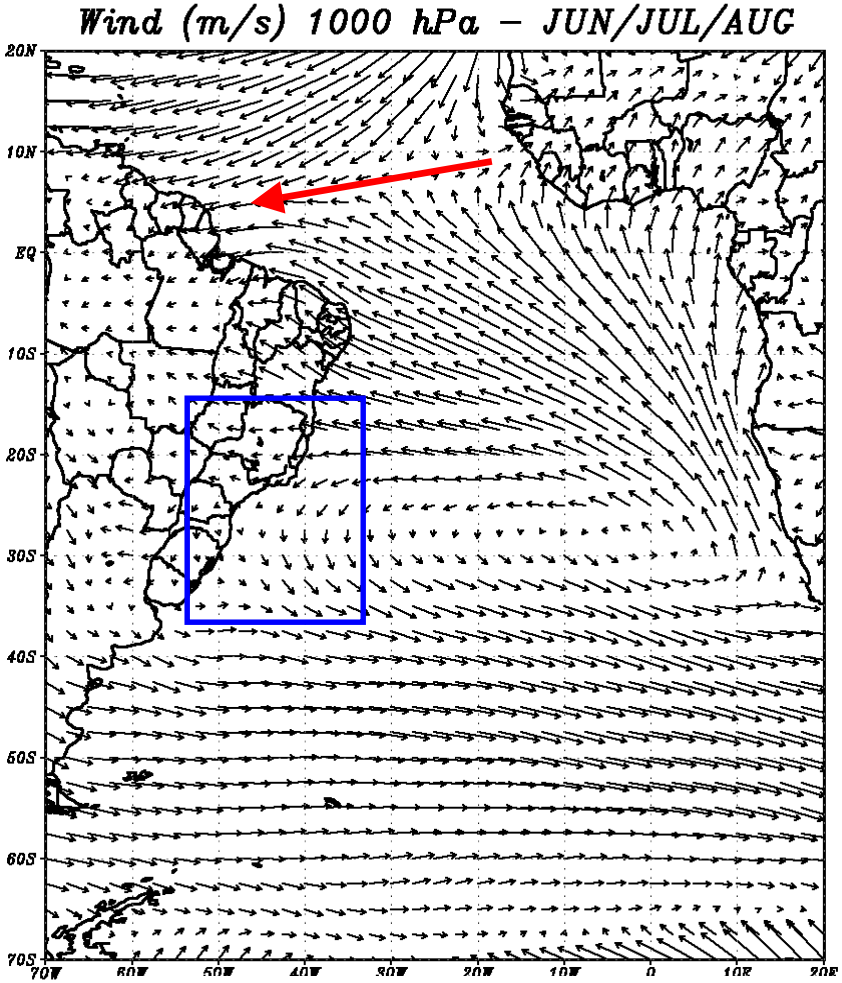


Verão: Sudoeste + fraco

ZCIT + ao Sul

Norte na BMC + forte

Inverno



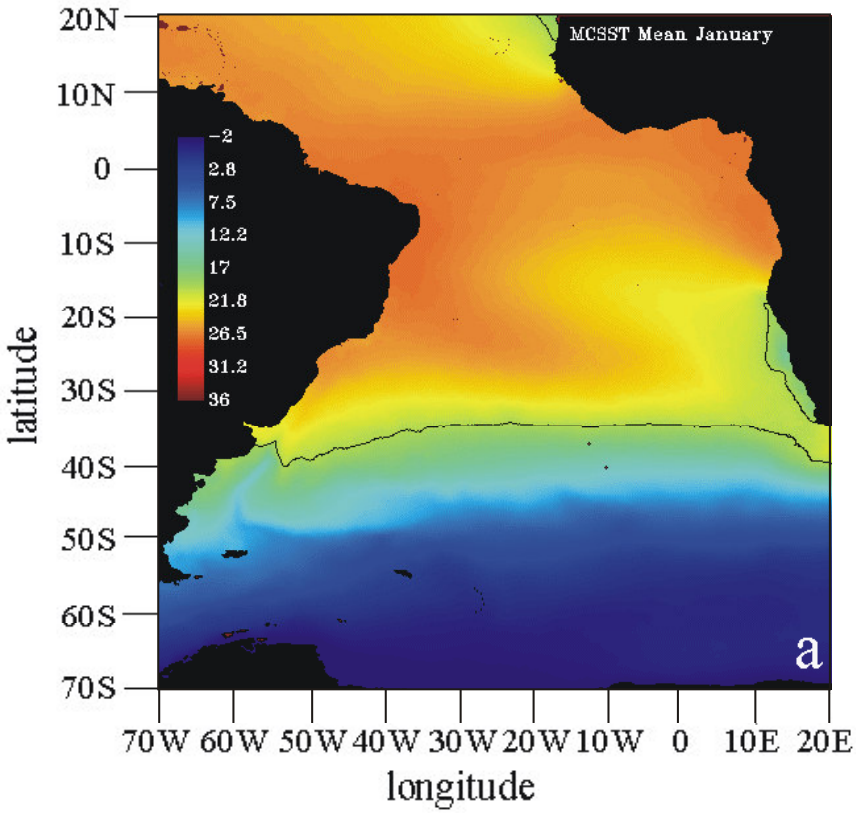
Inverno: Sudoeste + forte

ZCIT + ao Norte

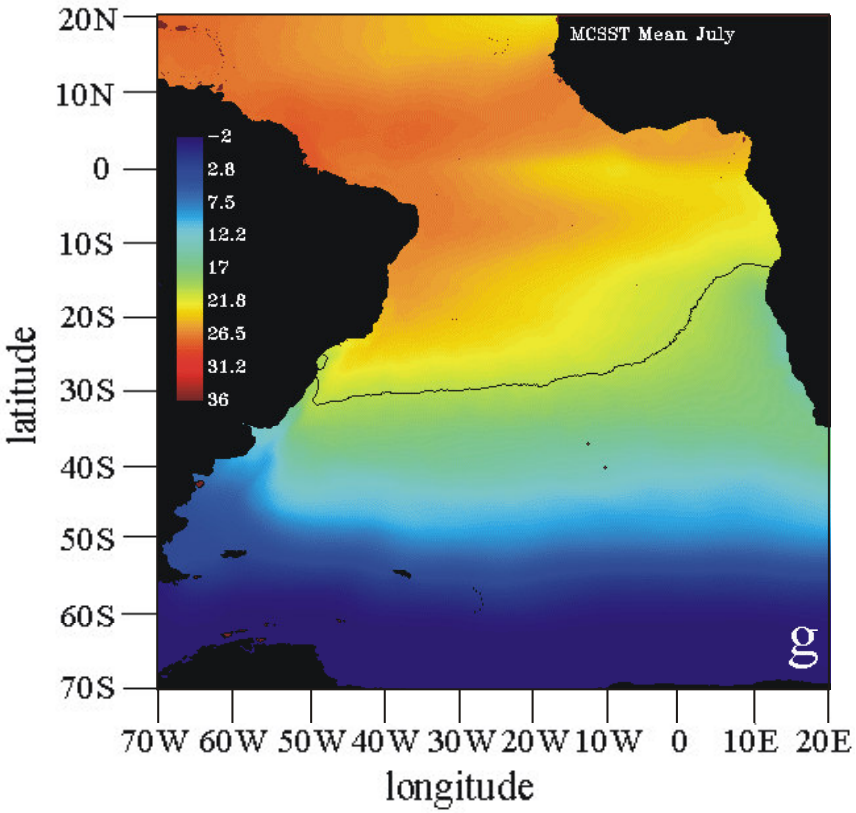
Norte na BMC + fracos

O campo médio de TSM no Atlântico Sudoeste

Verão

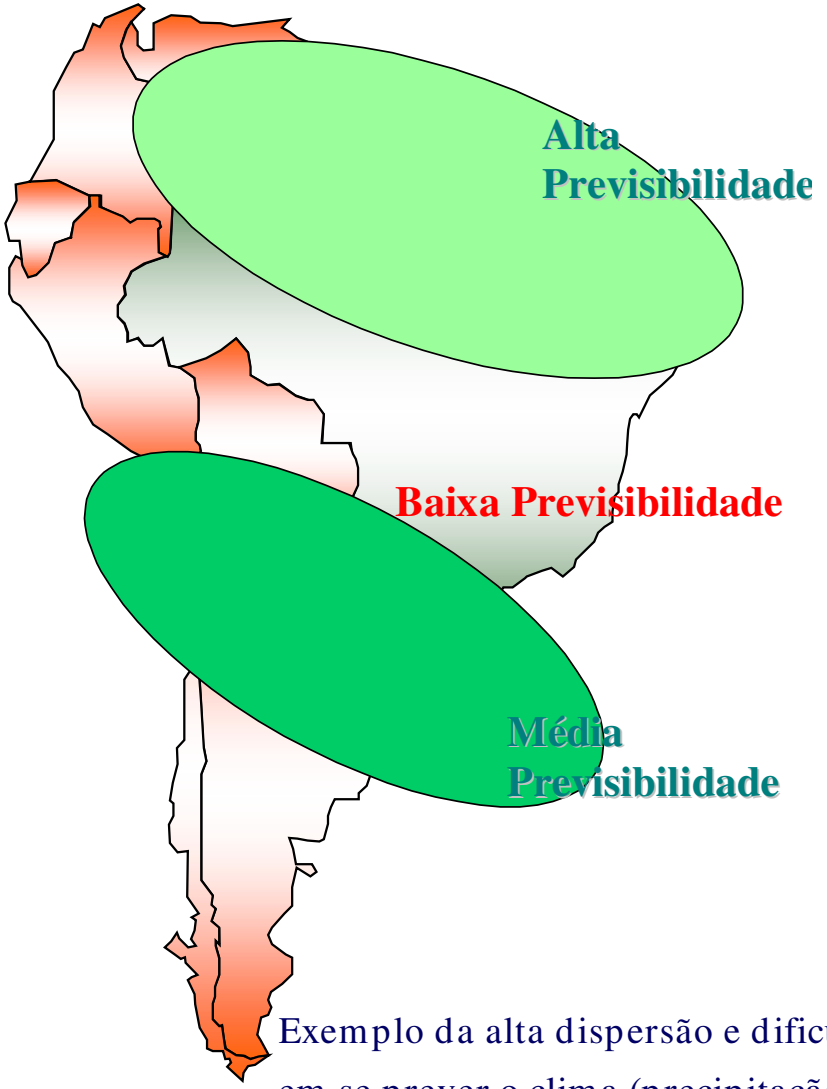


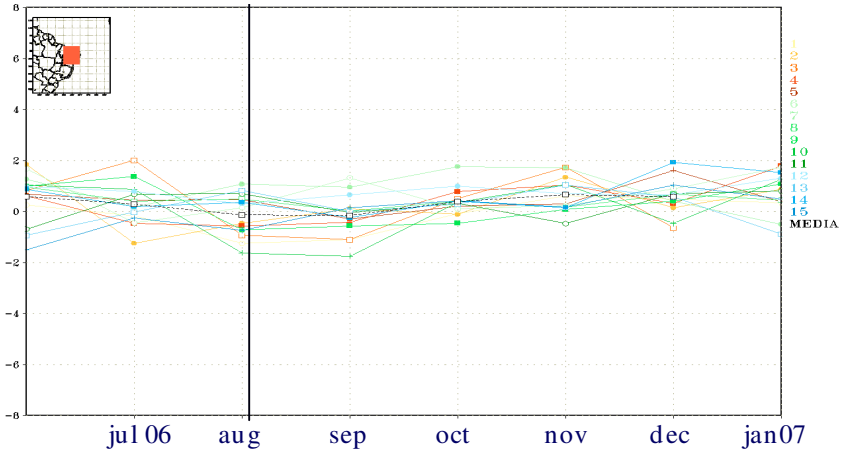
Inverno

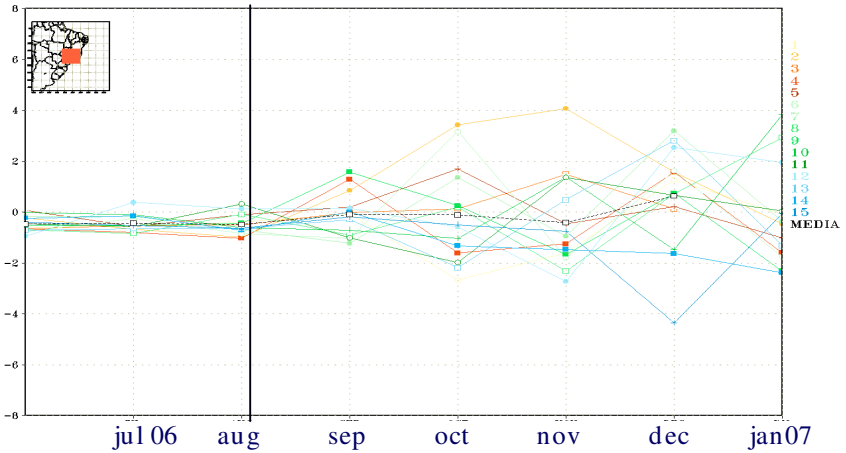


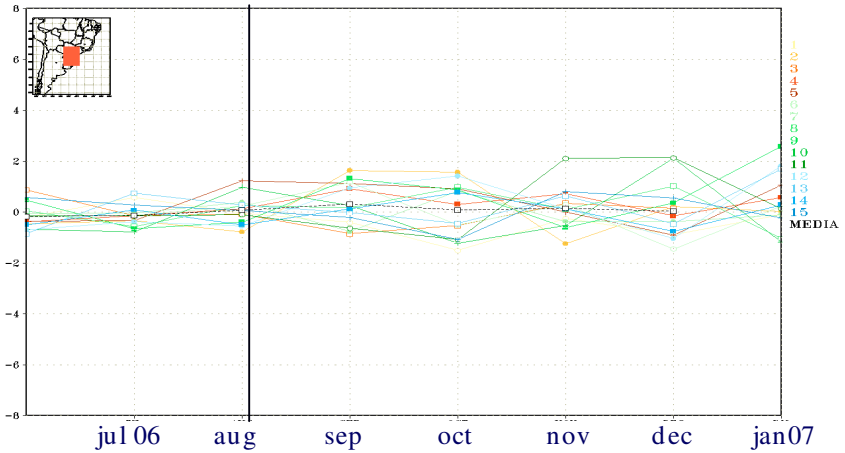
Imagens de TSM médias climatógicas mensais: dados originais MCSST entre 1982 e 1995.

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

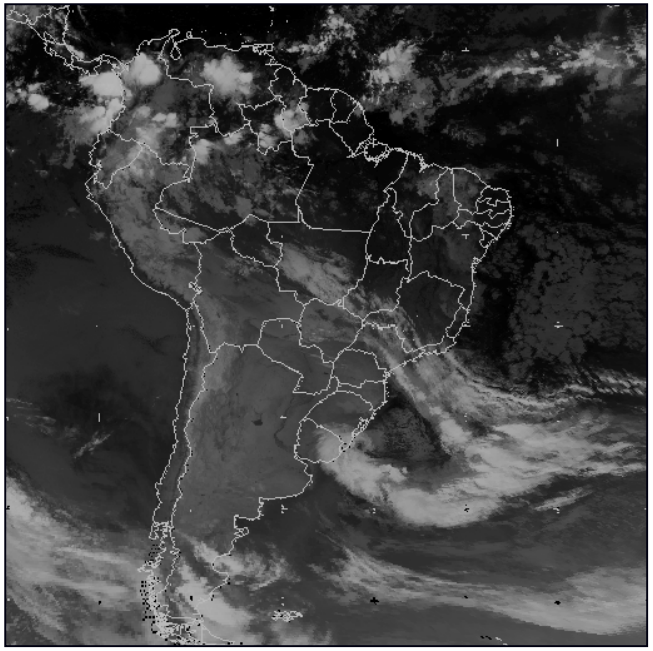
- Regiões que **não tem** uma forte conexão com os oceanos a previsão sazonal ainda é um grande desafio.

  Ex: Sudeste do Brasil

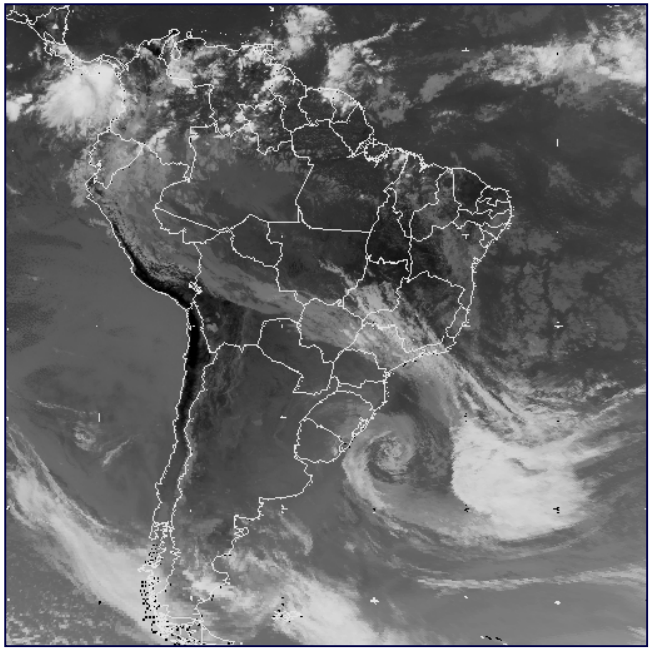
- **Papel do ATL Sudoeste no Clima do Brasil é ainda uma questão controversa**! Tem impactos, porém não são claros como o ATL e PAC Tropical (El Niño, La Niña, Dipolo do ATL)

Interação Oceano-Atmosfera (OA)

09 UTC
do dia
13/07/1993

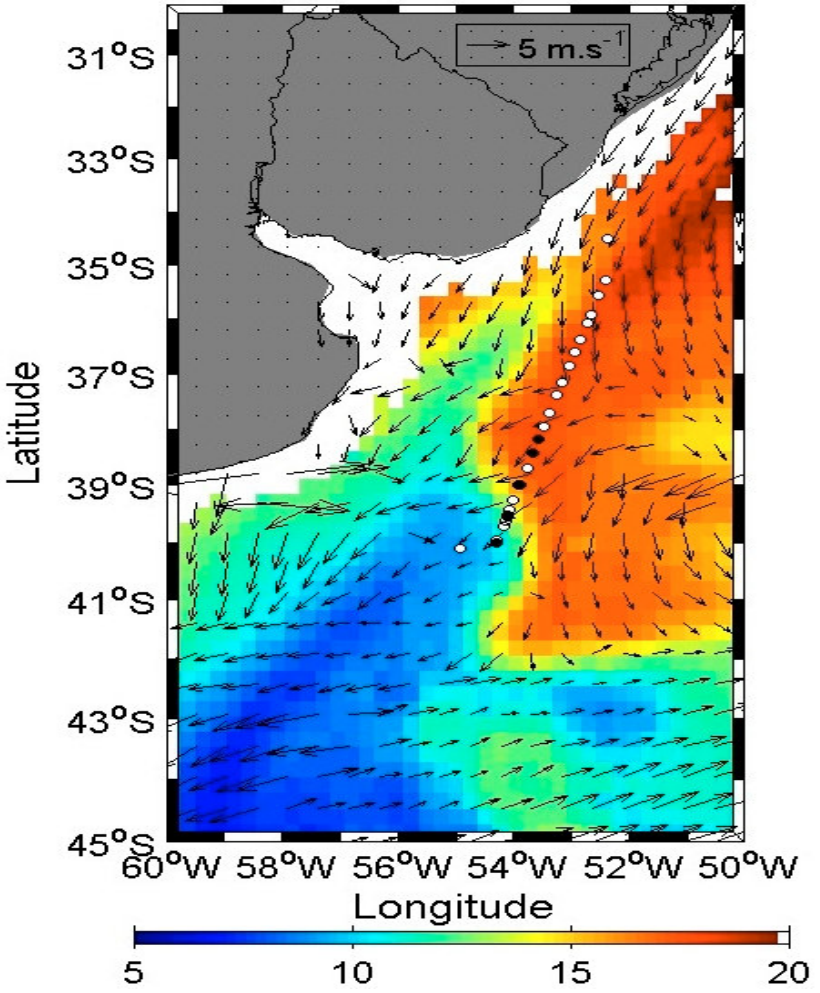


09 UTC
do dia
14/07/1993

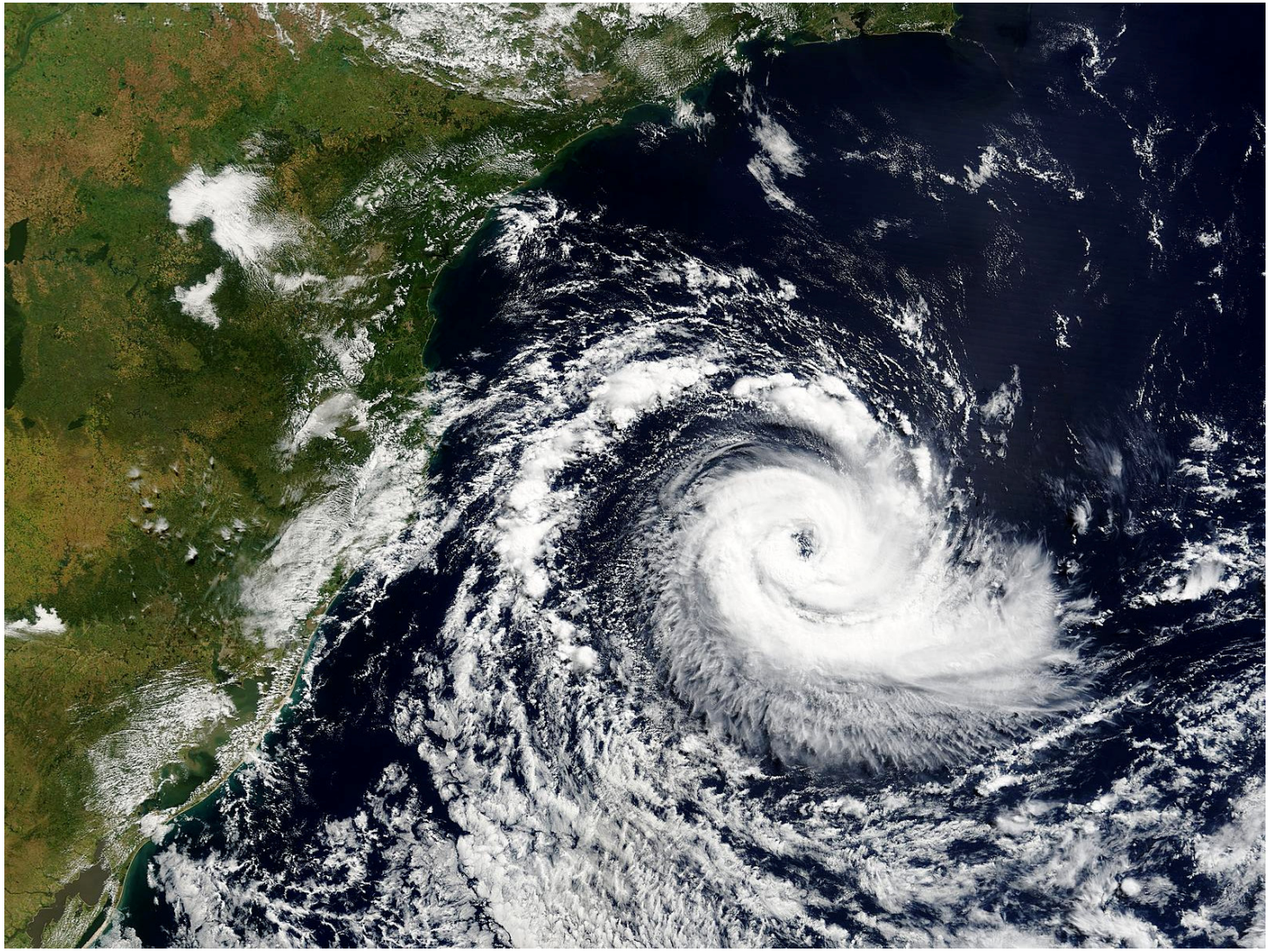


- Storm Track , Ciclogenética Frontogenética

- Acentuado Grad TSM
- Energética



Além da ocorrência dos ja 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

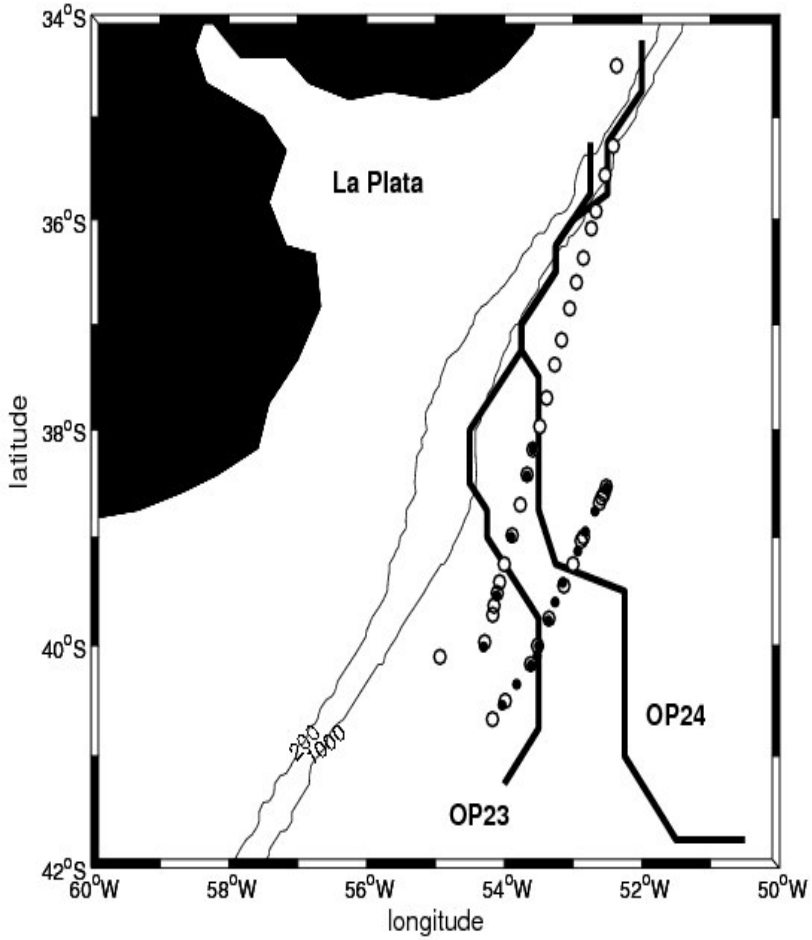
1- Parameterizações fisicas dos modelos numéricos
2- Pós-processamento estatistico de previsões dinâmicas
3- Melhorar a inicialização das integrações numéricas, via assimilação de dados

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)

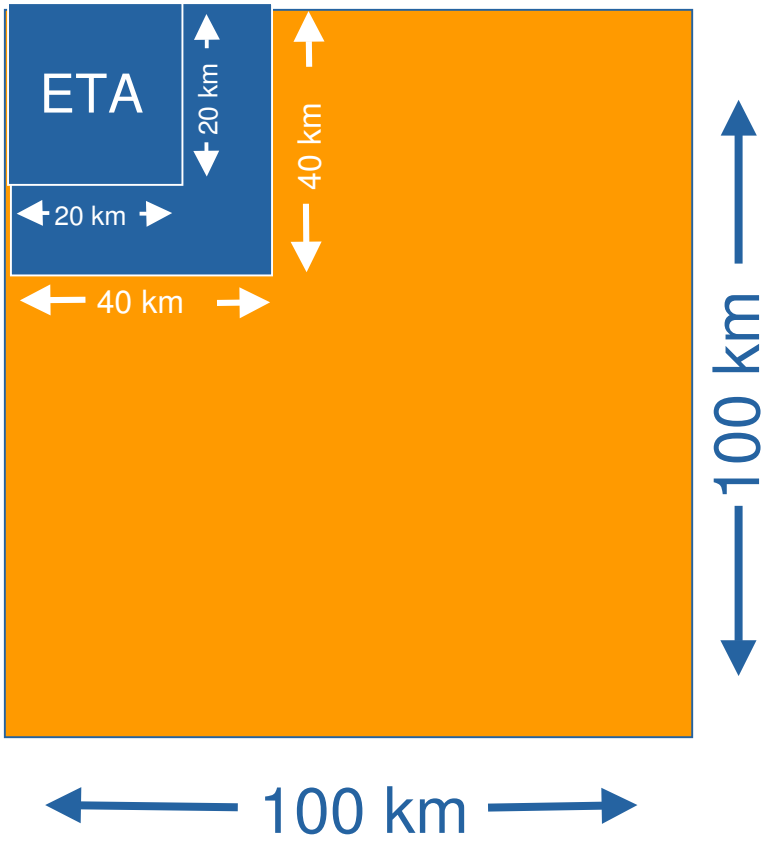
Rotas do NApOc Ary Rongel, posições das observações e da frente termal – OP23 e OP24

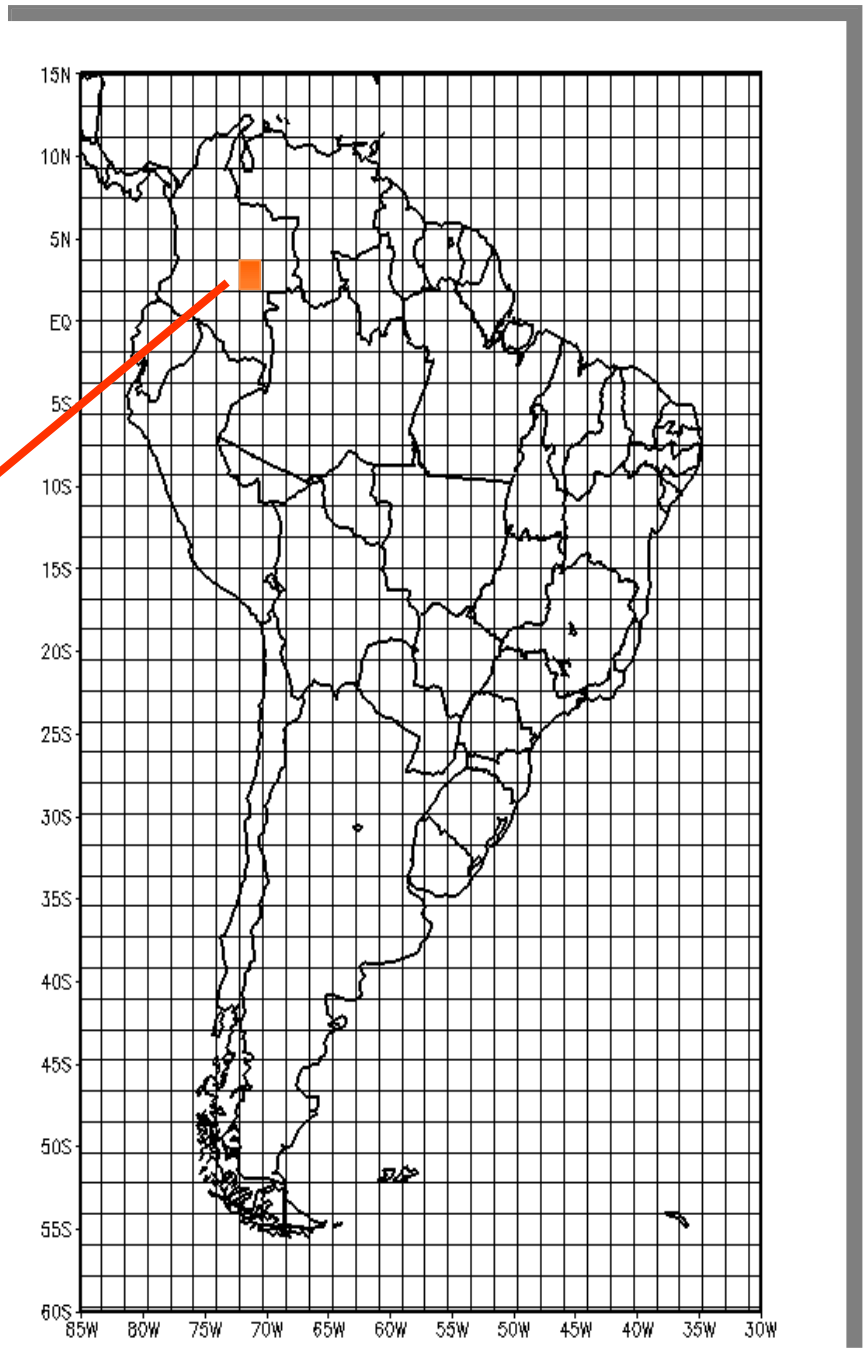


○ - XBT

● - Radiossondas

Grades do Modelo Global e ETA



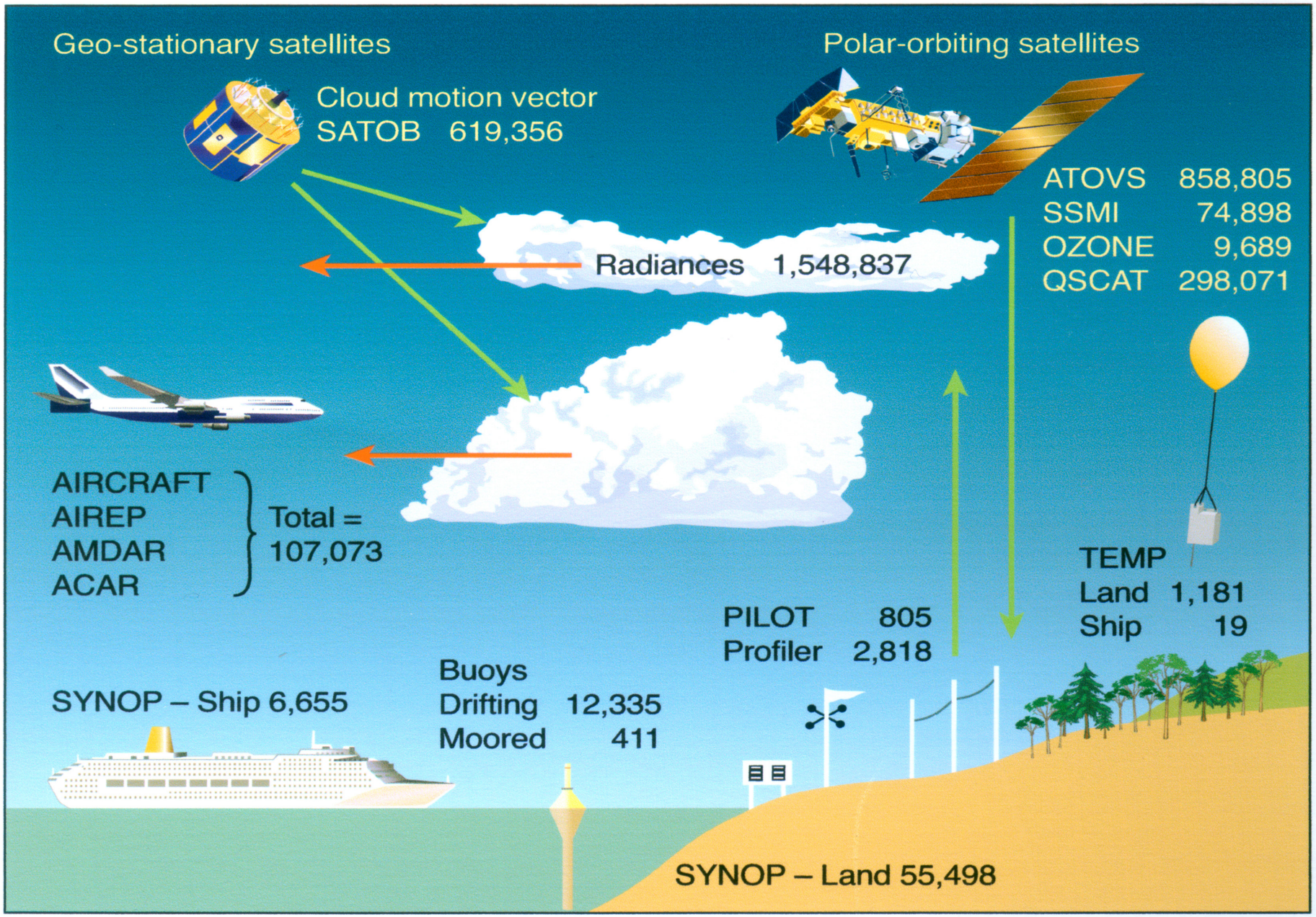


Número de níveis na vertical

Global - 28

ETA - 38

Observações usadas nos modelos numéricos (assimilação de dados)

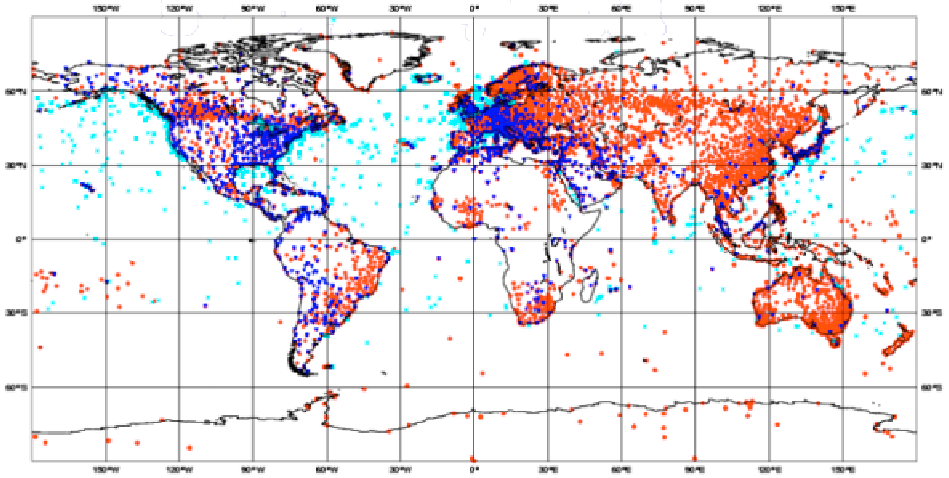


Observações usadas nos modelos numéricos (assimilação de dados)

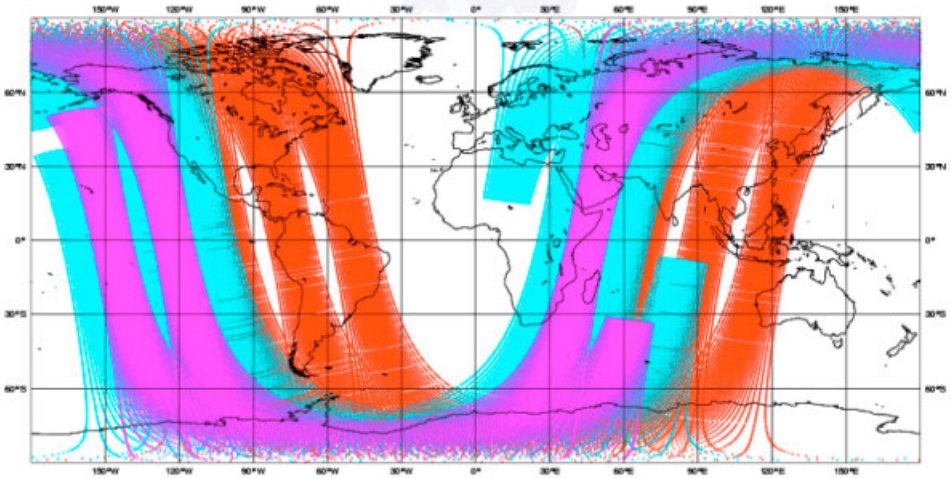
Estações, Navio, Boia, Avião

Satélites (sondagens, vento)

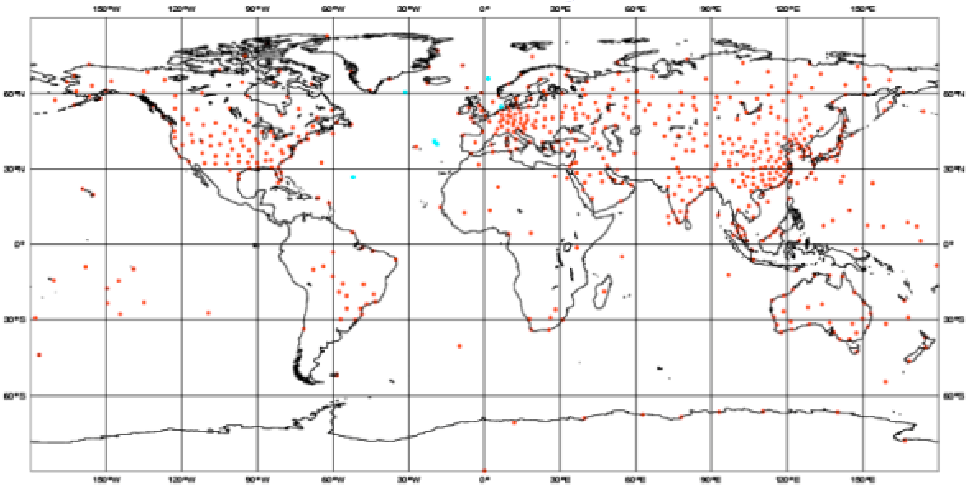
SYNOP/SHIP/METAR



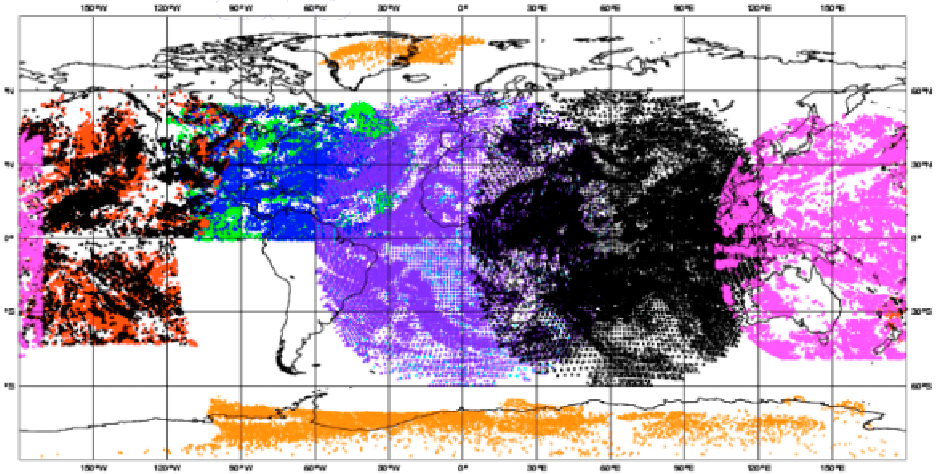
ATOVS



TEMP



SATOB



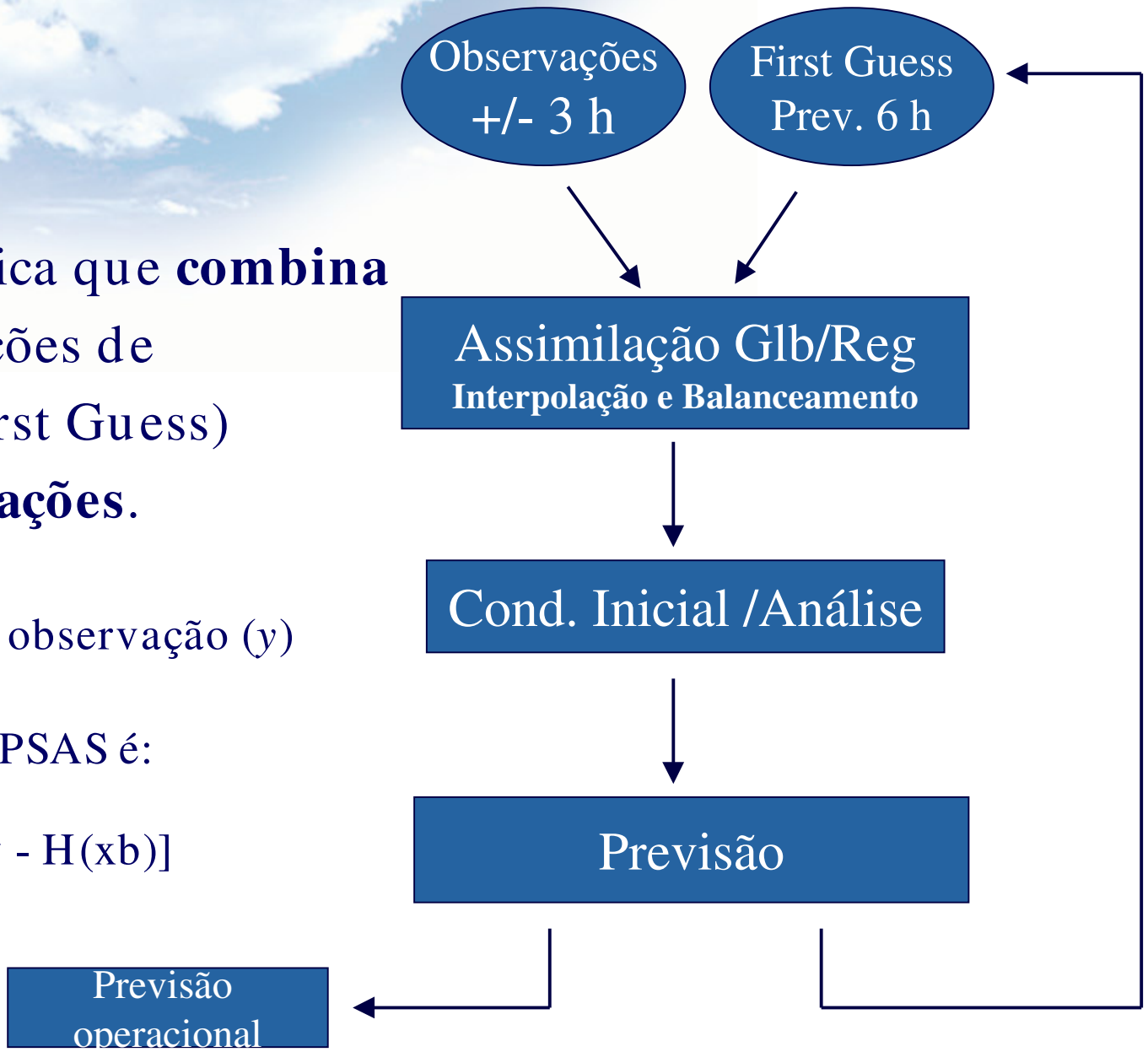
A Assimilação de Dados

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

modelo (x_b) X observação (y)

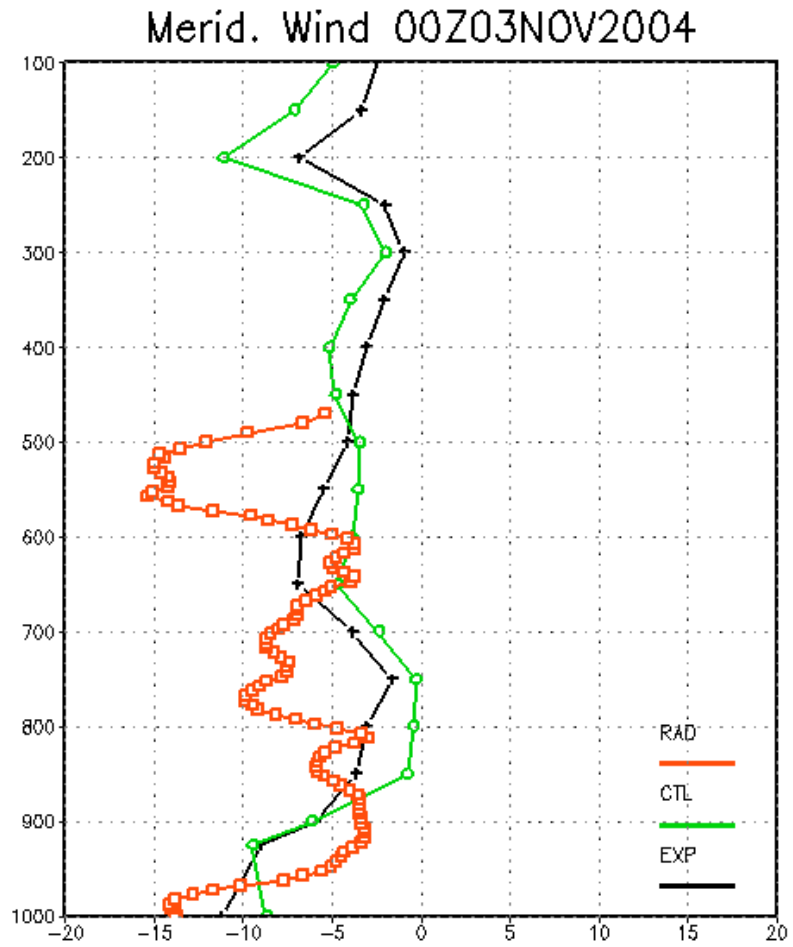
A solução do PSAS é:

$xa = xb + K [y - H(xb)]$

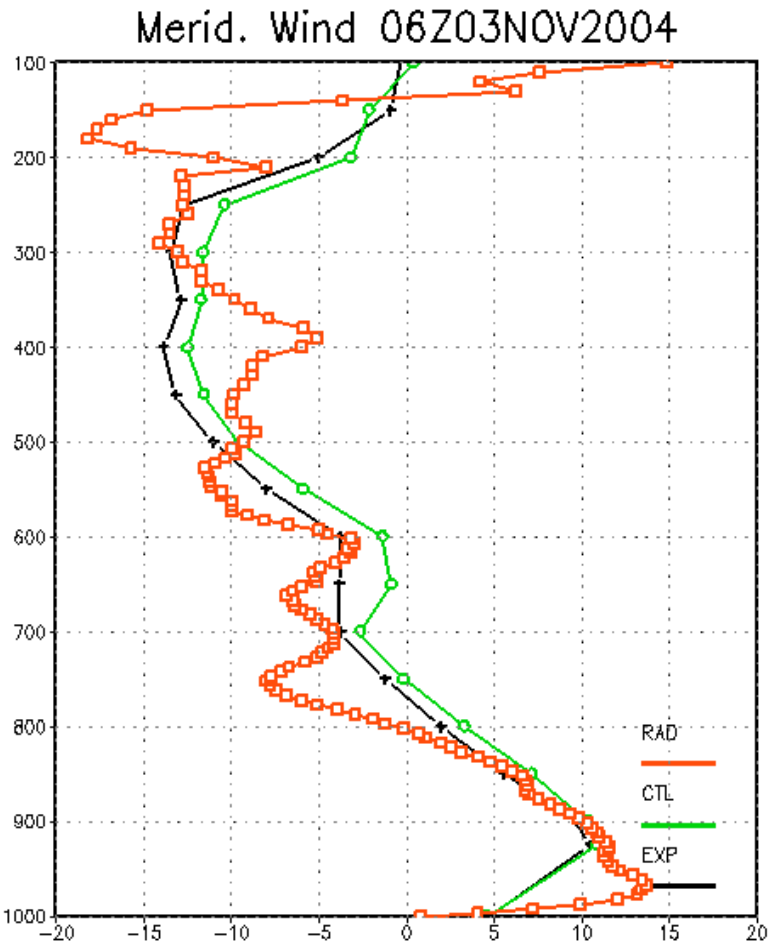


Assimilação das Radiossondas ...

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



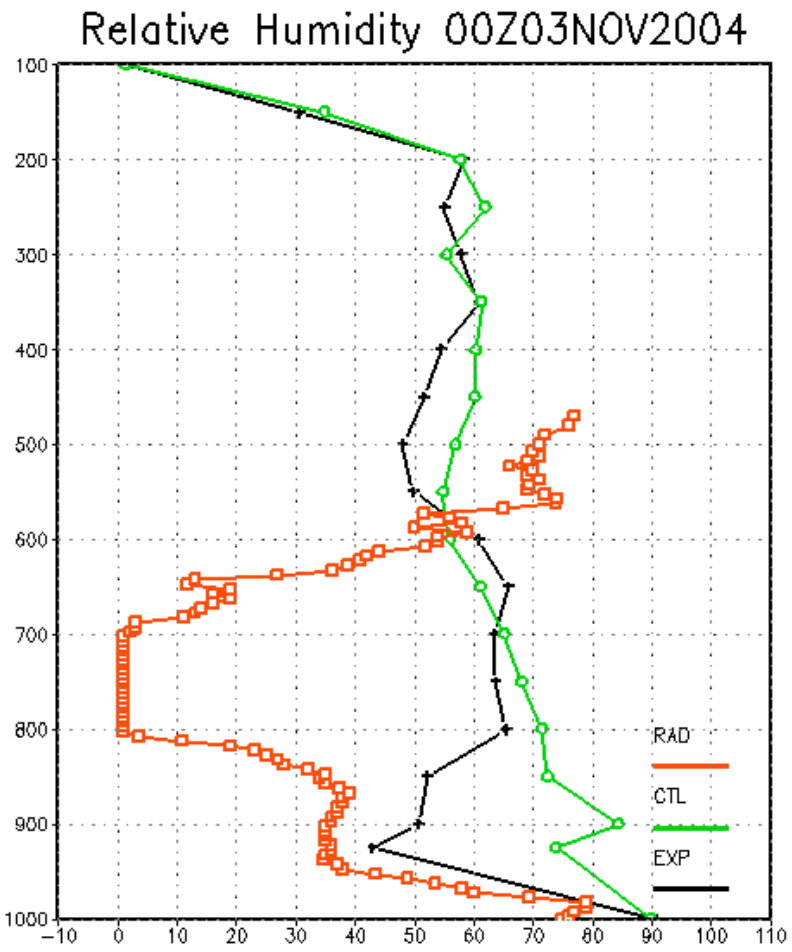
com 1 rad



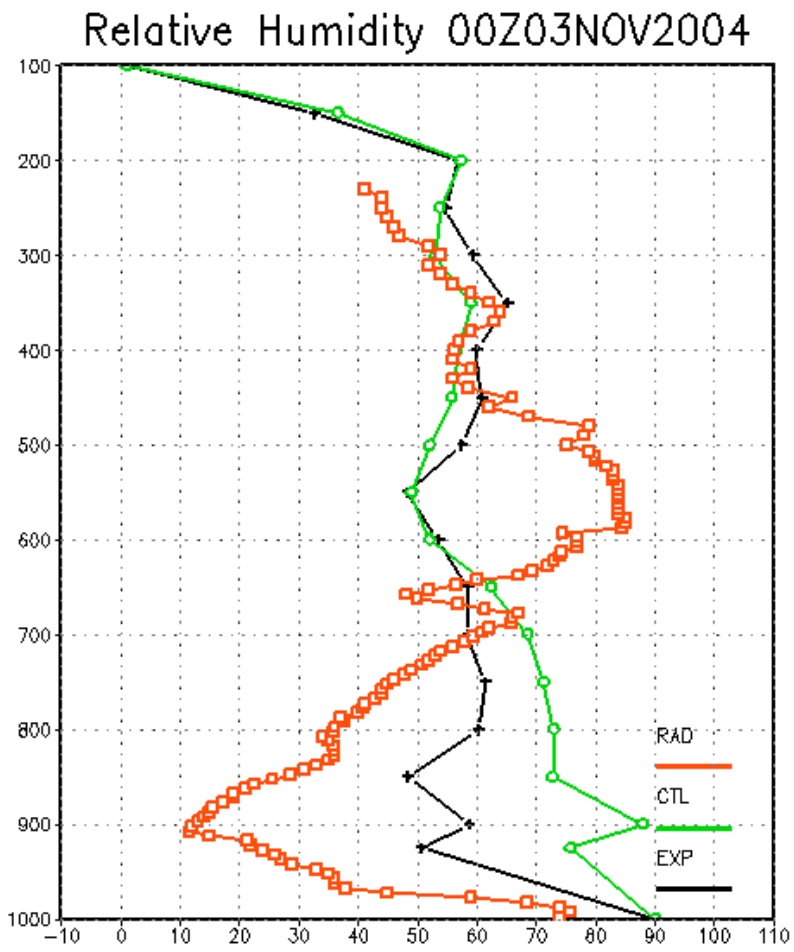
com 5 rad

Assimilação das Radiossondas …

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

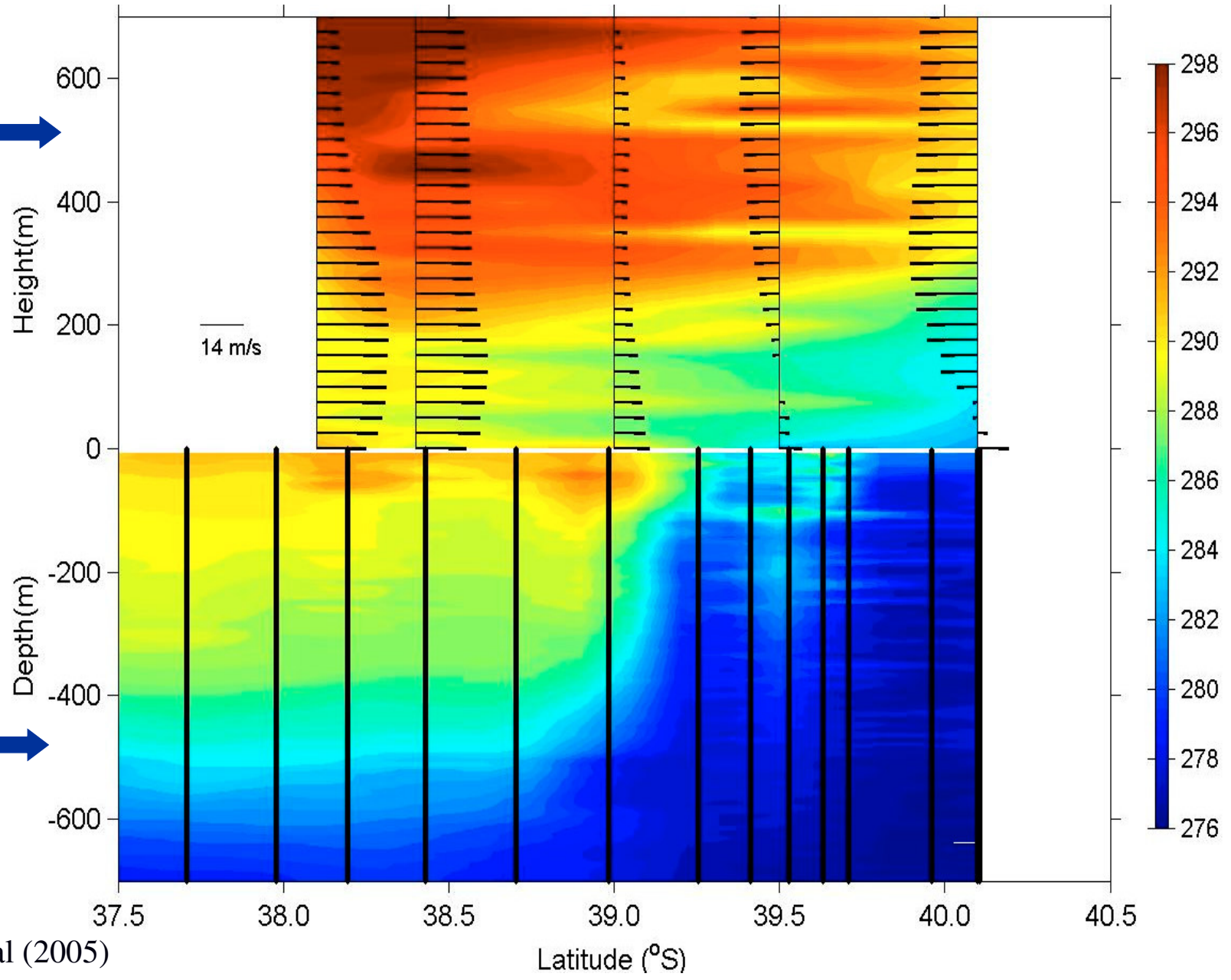


com 1 rad



com 3 rad

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

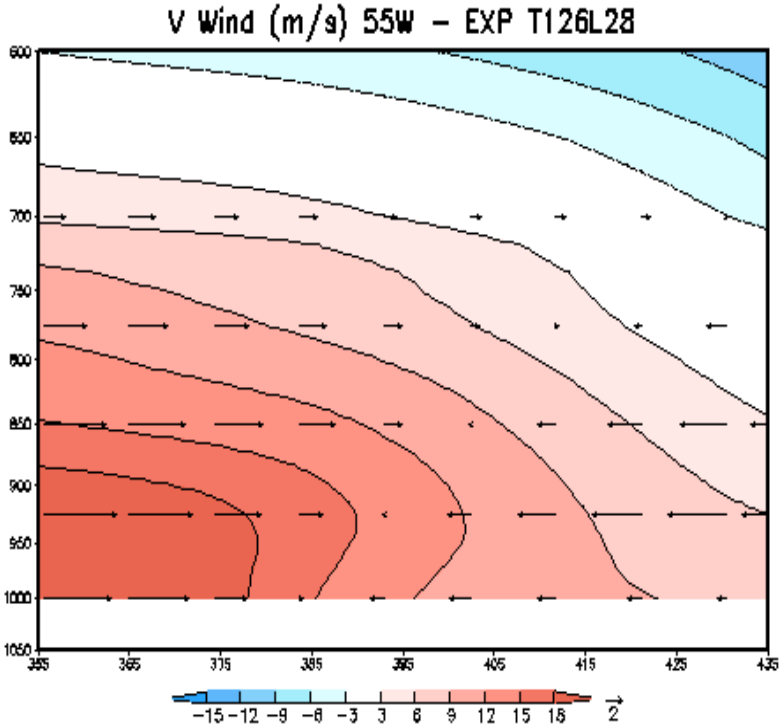


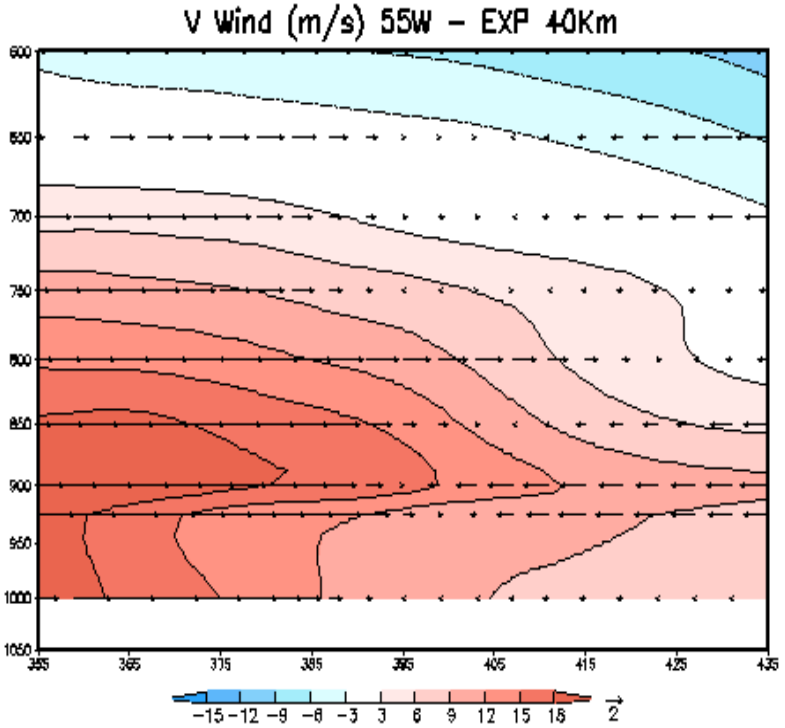
Fonte: Pezzi et al (2005)

Simulação da OA na BMC ...

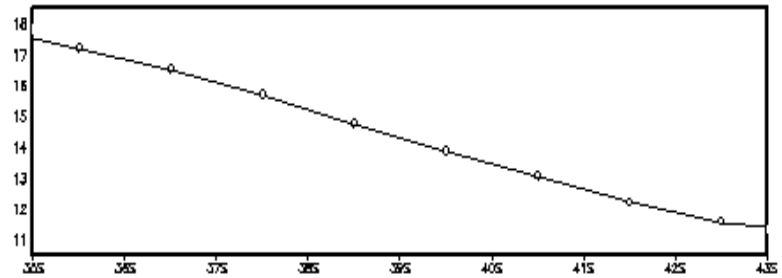
Global ~ 100 km

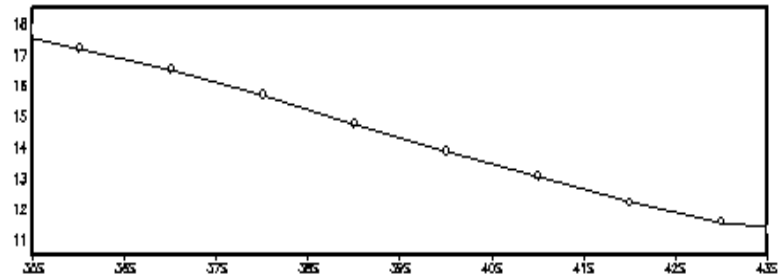
Regional ~ 40 km





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





Movimento Vertical...

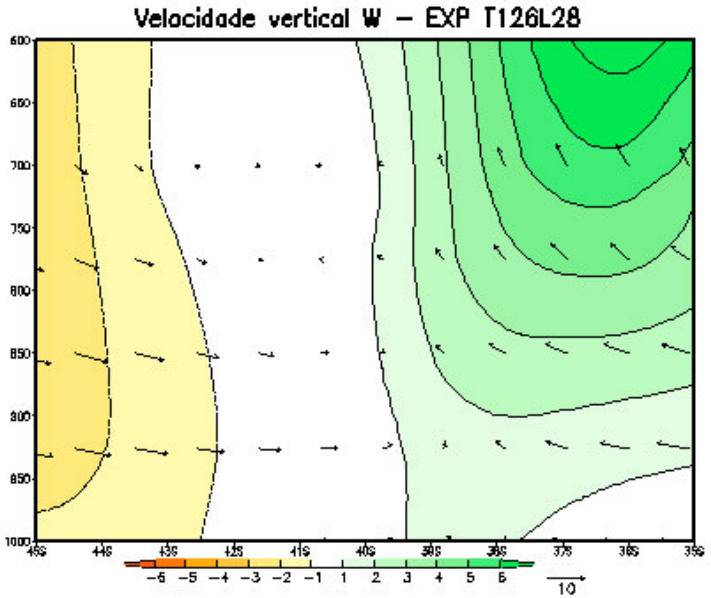
Global ~ 100 km

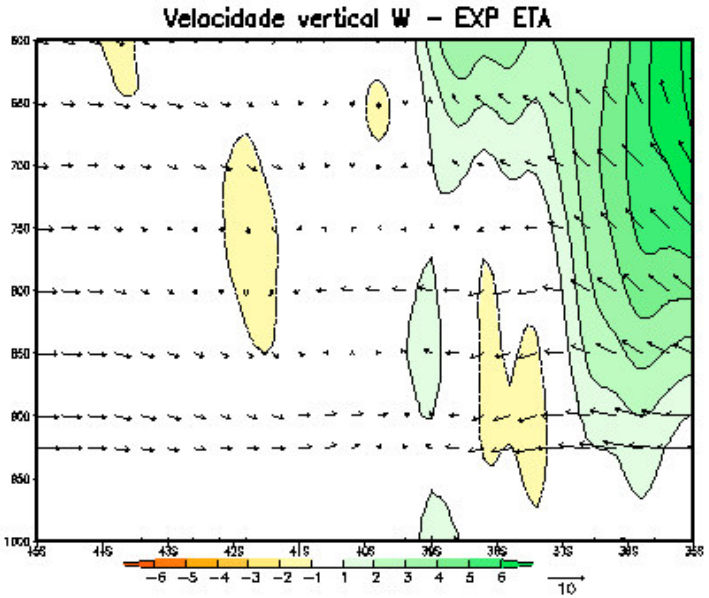
Regional ~ 40 km

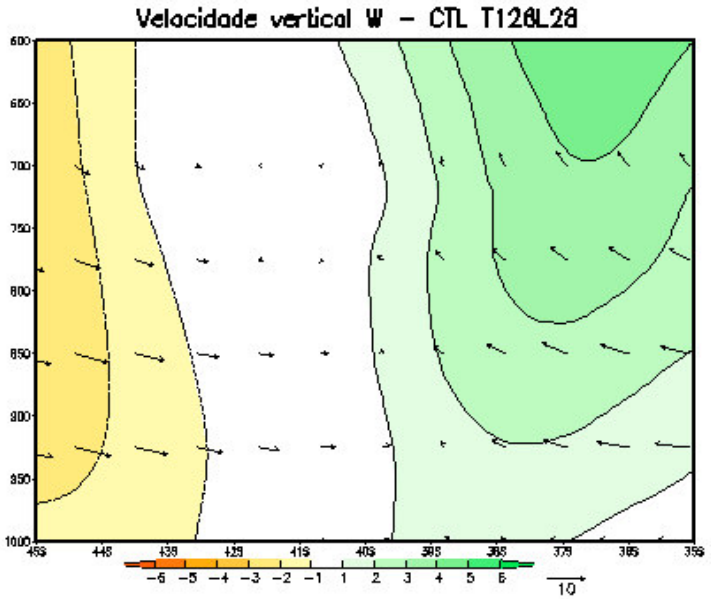
Com Assimilação

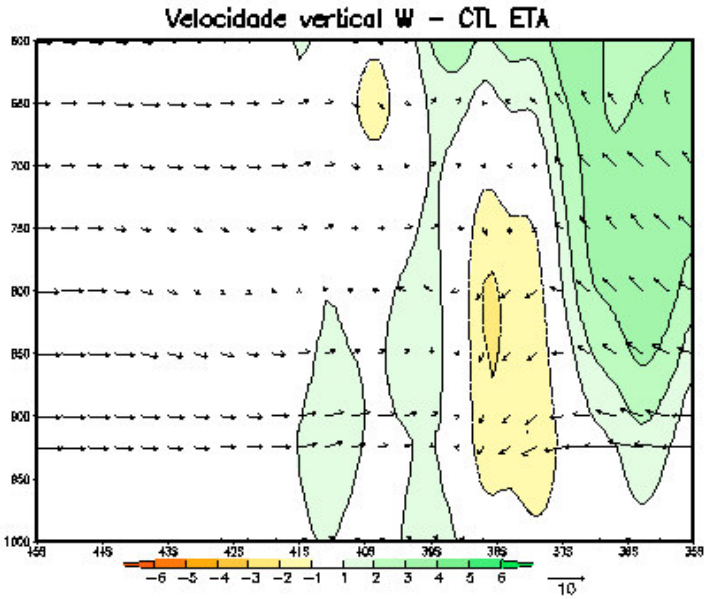
Sem Assimilação

w é subestimado





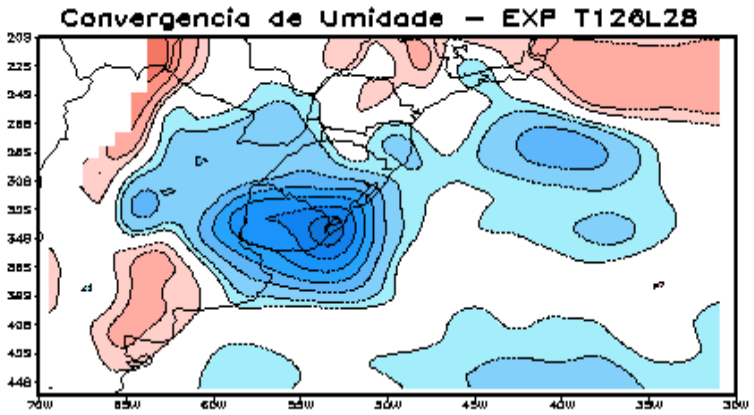


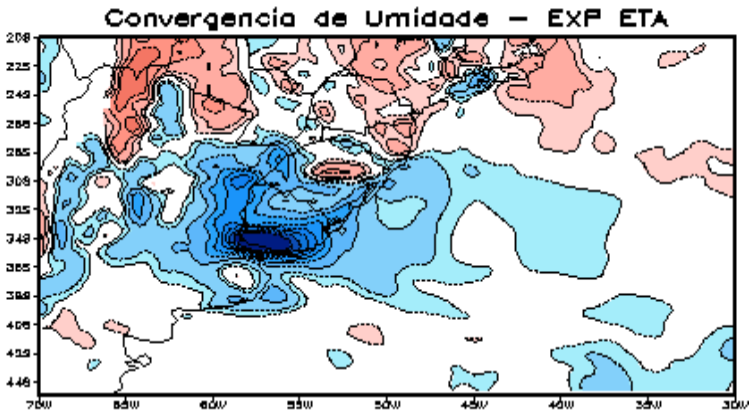


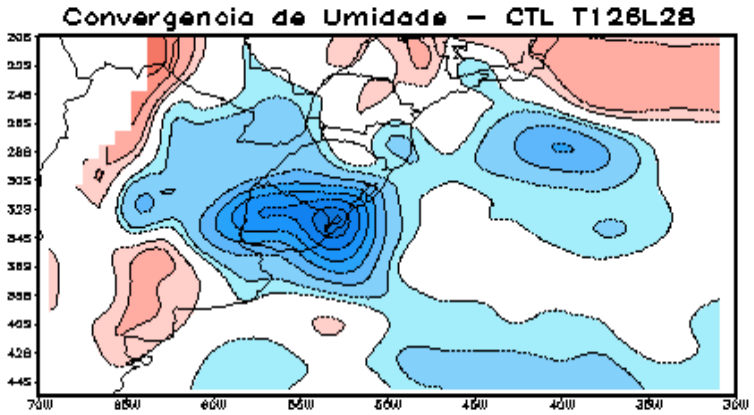
Com Assimilação

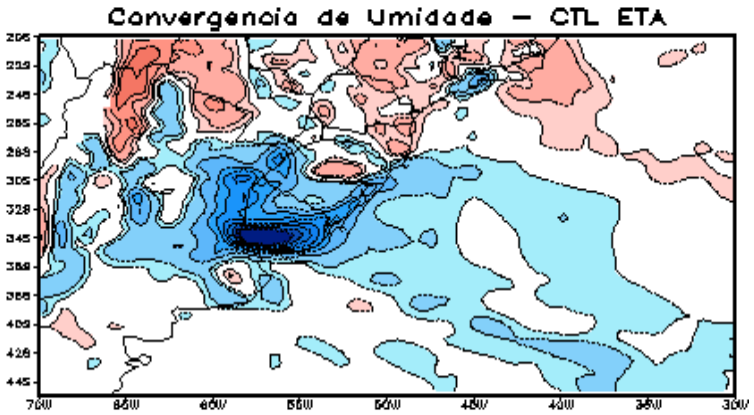
Sem Assimilação

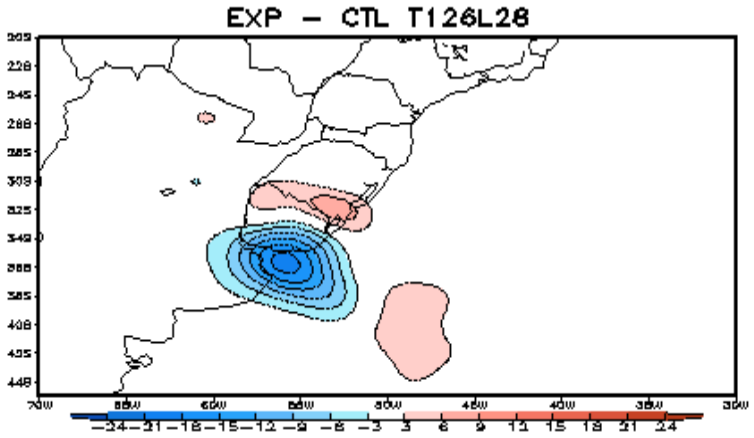
Diff CAs-SAs

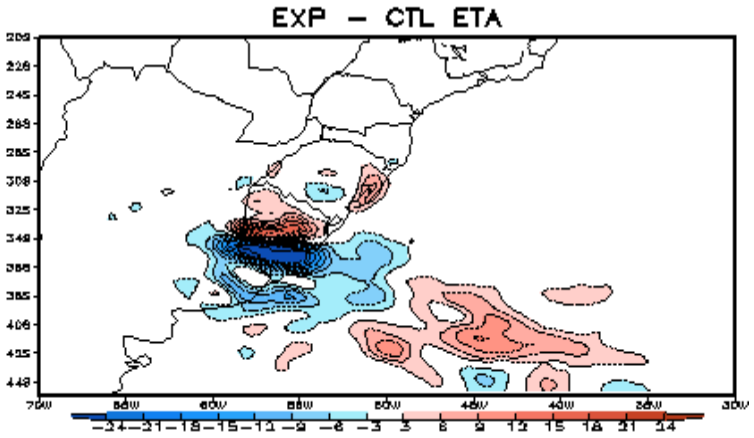












Comentários Finais

- 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

Southern Ocean Studies for Understanding Global- CLIMATE Issues (SOS-CLIMATE)

O projeto SOS-CLIMATE, a ser conduzido pelo Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL), está inserido nos seguintes programas internacionais oficialmente integrantes das comemorações do Ano Polar Internacional:

- Synoptic Antarctic Shelf-Slope Interactions Study (SASSI);
- Collaborative Research into Antarctic Calving and ICeberg Evolution (CRAC-ICE);
- Integrated analyses of circumpolar Climate interactions and Ecosystem Dynamics in the Southern Ocean–International Polar Year (ICED-IPY);

(4) Climate of Antarctica and the Southern Ocean – Ocean Circulation Cluster (CASO).

Continuação dos estudos IOA – Atlântico Sudoeste

Southern Ocean Studies for Understanding Global- CLIMATE Issues (SOS-CLIMATE)

Carlos Alberto Eiras Garcia
Mauricio Magalhães Mata
Virginia Maria Tavano Garcia
Luciano P. Pezzi
Ronald Buss de Souza
Ricardo Pollery
Rosane Gonçalves Ito
Heitor Evangelista

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