



A REDE DE MODELAGEM E OBSERVAÇÃO OCEANOGRÁFICA (REMO): 10 ANOS ATUANDO EM OCEANOGRAFIA OPERACIONAL NO BRASIL

M. Cirano, C. A. S. Tanajura, A. M. Paiva, J. A. M. Lima, R. P. Martins, G. B. França, A. L. T. Mendes, L. A. Guerra, J. B. R. Alvarenga, P. R. Costa Jr, M. Gabioux, J. Pereira



05/10/2017

XII Simpósio sobre ondas, marés, engenharia oceânica e
oceanografia por satélite, Arrail do Cabo, RJ

Sumário

- Estrutura da REMO
- Estratégia de Modelagem Atual
- Previsão numérica de curto-período atual
- Assimilação de Dados – RODAS
- Estratégia de Modelagem em desenvolvimento
- O sistema observacional proposto, curva de aprendizado e perspectivas futuras
- Disponibilização de produtos

O Que é Oceanografia Operacional?

A **Oceanografia Operacional** pode ser definida como a atividade de medidas sistemáticas e de longo prazo dos mares, oceanos e atmosfera, e sua rápida interpretação e disseminação. Importantes produtos derivados da oceanografia operacional são:

- As previsões de curto-período (**nowcasts**) que fornecem a descrição mais útil do estado atual do mar, incluindo os recursos vivos
- As previsões (**forecasts**) que fornecem previsões contínuas sobre as condições futuras do mar, tanto quanto possível
- As Reanálises (**hindcasts**), que com base em conjuntos de dados de longo prazo, fornecem “dados” para a descrição de condições pretéritas e séries temporais mostrando tendências e mudanças

REMO: objetivo e área de atuação



- A **Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO)** é uma iniciativa brasileira em oceanografia operacional
- **Objetivo:** realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico em oceanografia física, com foco no Oceano Atlântico Sul e nas regiões ao longo da costa brasileira, visando o uso sustentável dos recursos marinhos
- **Áreas de atuação:**
 - Geração de **bases hidrodinâmicas e previsões de curto período** sobre o oceano, utilizando modelos numéricos com assimilação de dados
 - Coleta de dados observacionais

REMO: objetivo e área de atuação



- **Objetivos específicos**

- Apoio às atividades marítimas, projetos de engenharia e estudos de licenciamento ambiental da indústria offshore
- Apoio às atividades da marinha do Brasil (busca e salvamento, ...)
- Formação de recursos humanos
- Disponibilização de dados e de simulações numéricas para a comunidade acadêmica e usuários em geral

www.rederemo.org

Estrutura da REMO



Universidades, CENPES
e Marinha do Brasil

Modelagem regional

Modelagem de bacia e
de larga-escala

Assimilação de dados

Produtos de satélite
(TSM e ASM)

Apoio à programas
observacionais

Portal da REMO
(previsões, simulações
e dados)

Marinha do Brasil

Bases hidrodinâmicas
(por requisição)

Treinamento e
Capacitação de
Recursos Humanos

Desenvolvimento científico e
tecnológico

Componente
operacional

Resultados

REMO: Marcos históricos



- Criada in 2007 com uma iniciativa Brasileira em **Oceanografia Operacional**
- Em 2011, foi aceita como membro do **GODAE OceanView Science Team**, que é um fórum de centros nacionais de previsão oceânica (curto prazo)
- Em 2012 sediou o **IV GODAE OceanView Science Team Meeting (GOVST IV)**
- Em 2013
 - Membro do **Coastal Ocean and Shelf Seas Task-Team (COSS-TT)**
 - Membro do **Group of High Resolution Sea Surface Temperature (GHR SST)**
 - Comitê Científico do **International Workshop on Operational Oceanography for Developing Countries**, realizado na China
- Em 2014, ingressou no **International Quality Control Ocean Database (IQuOD)**
- Em 2015, ingressou no **Comitê Executivo do GOOS-Brasil**
- Em 2016, participou do 1º **BRICS Workshop in Operational Oceanography**

Pesquisa e formação de Recursos Humanos



- É um **grupo de pesquisa** do CNPq (criado em 2010) que apresenta a seguinte configuração:



Linhas de Pesquisa:

- Desenvolvimento de Métodos de Assimilação de Dados
- Interação Oceano-Atmosfera
- Modelagem Oceânica de Larga-Escala
- Modelagem Oceânica de Meso-Escala
- Oceanografia Observacional
- Previsibilidade de curto-prazo



Recursos Humanos (55 pessoas):

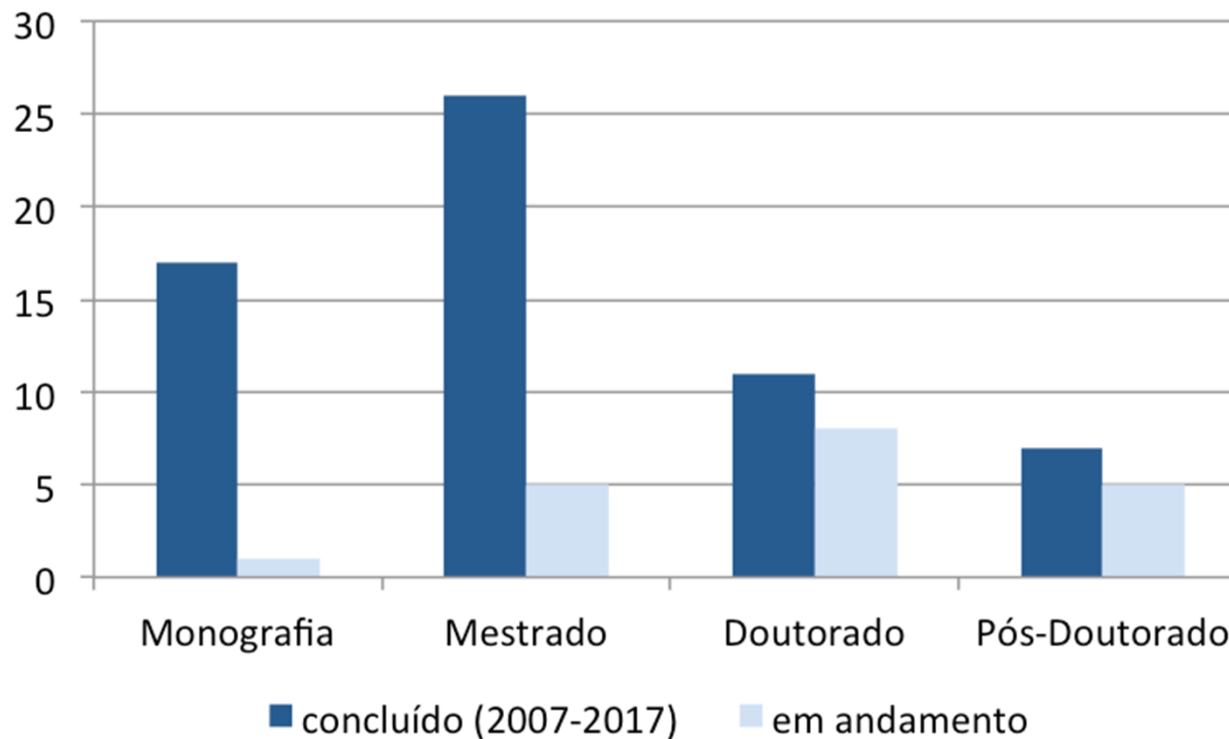
- 32 Pesquisadores (47 % custeados com recursos REMO)
- 15 Estudantes (20 % custeados com recursos REMO)
- 8 Técnicos (100 % custeados com recursos REMO)

Pesquisa e formação de Recursos Humanos



Formação de Recursos Humanos

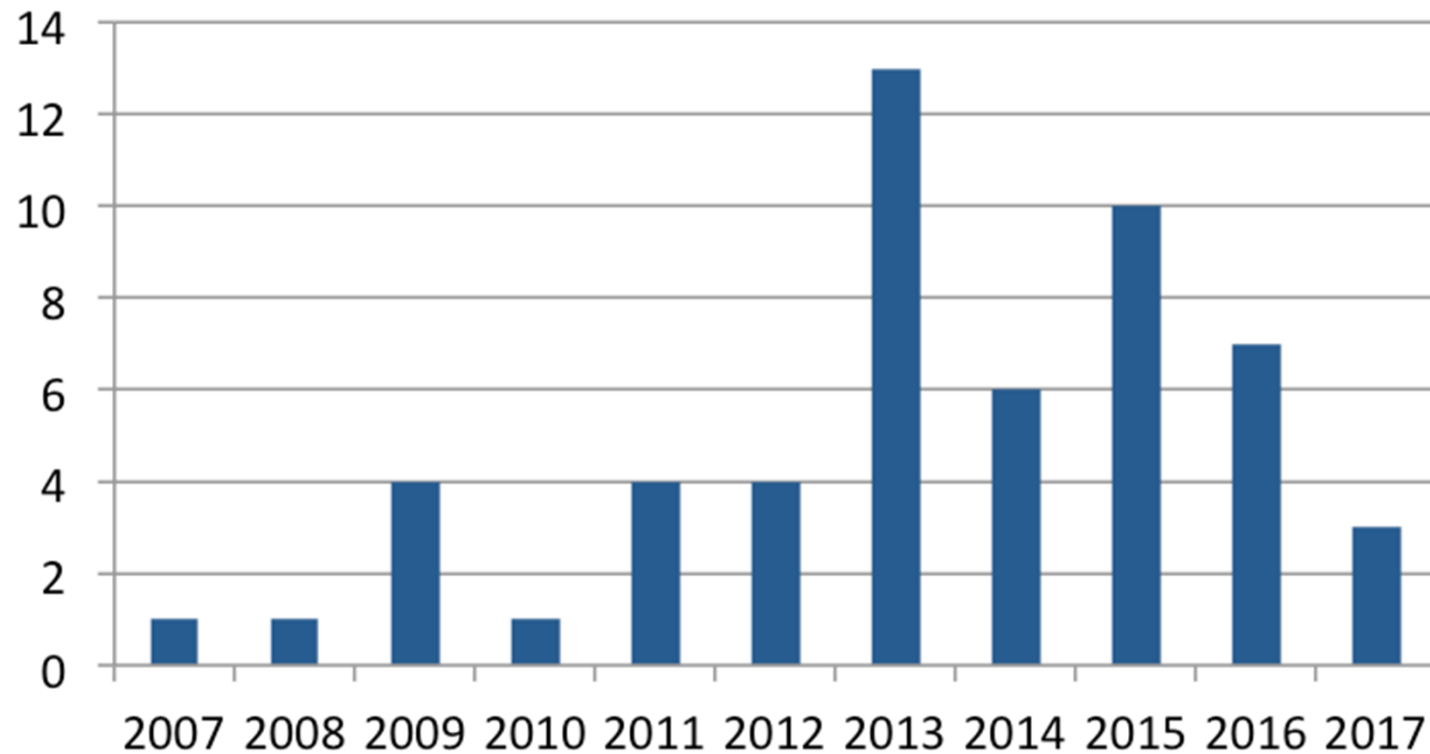
- Trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses:
61 (concluídos) e 19 (em andamento)



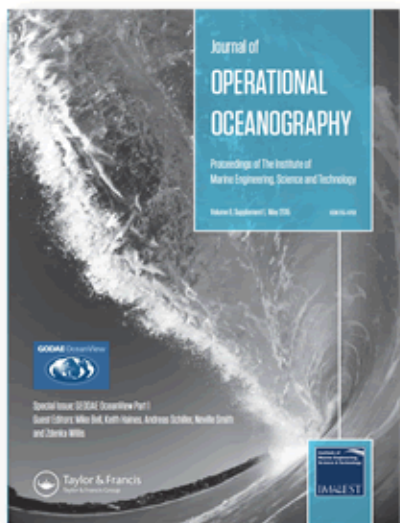
Pesquisa e formação de Recursos Humanos



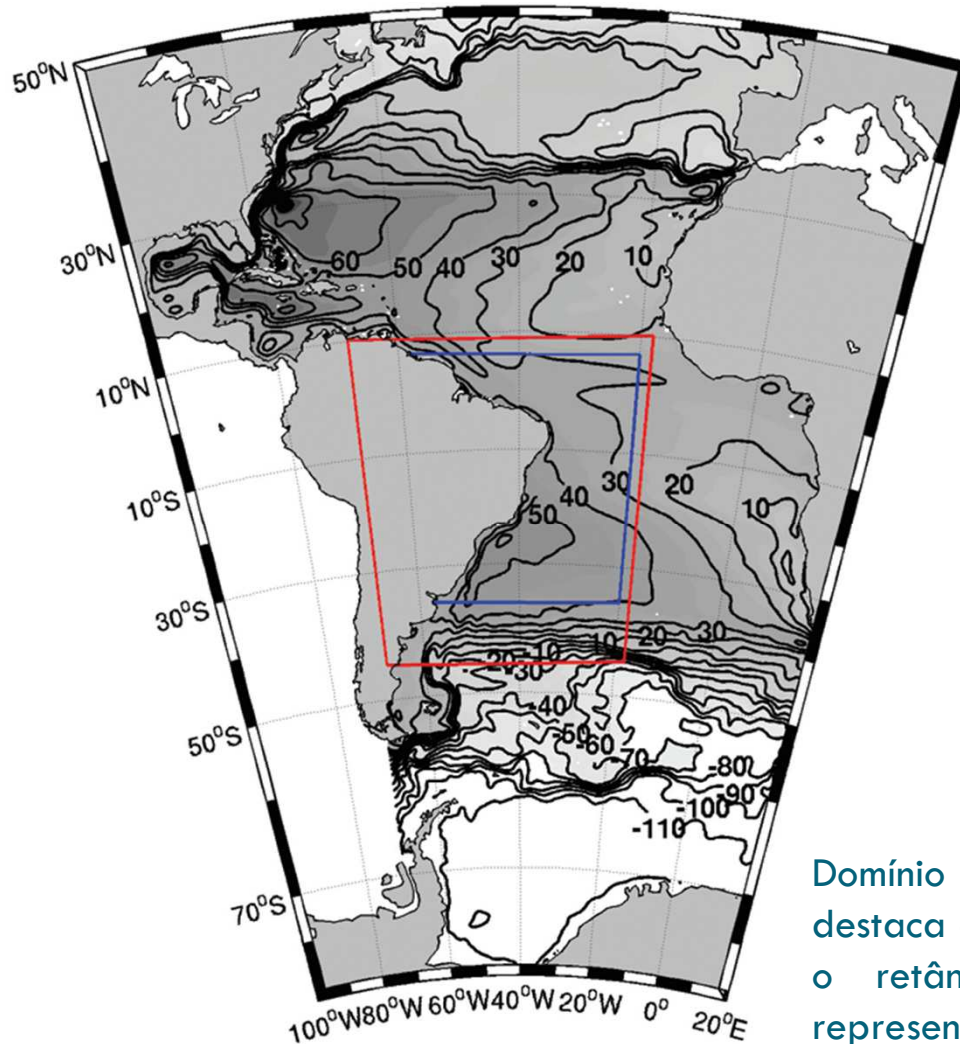
Publicações: 54



■ publicações (2007-2017)



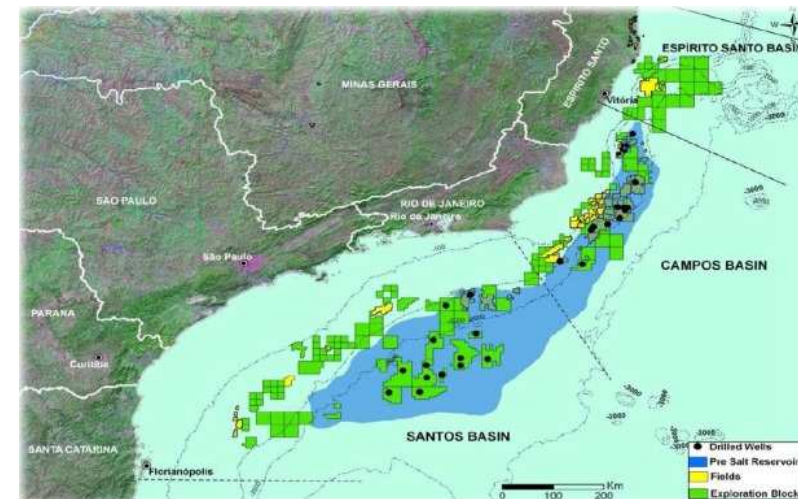
Estratégia de Modelagem (HYCOM) – Configuração atual



Grade $1/4^\circ$: 480 x 760 x 21

Grade $1/12^\circ$: 601 x 733 x 21

Grade $1/24^\circ$: 529 x 579 x 21



Domínio da grade de bacia ($1/4^\circ$). O retângulo vermelho destaca o domínio computacional para a grade de $1/12^\circ$, e o retângulo azul do domínio Metarea V. Contornos representam a média (período de 2004 a 2009) da altura da superfície do mar (m).

Estratégia de Modelagem (HYCOM) – Assimilação de Dados



ATMOSPHERIC AND OCEANIC SCIENCE LETTERS, 2014, VOL. 7, NO. 5, 464–470

The REMO Ocean Data Assimilation System into HYCOM (RODAS_H): General Description and Preliminary Results

Clemente Augusto Souza TANAJURA^{1,2,3}, Alex Novaes SANTANA², Davi MIGNAC^{2,4}, Leonardo Nascimento LIMA², Konstantin BELYAEV^{2,5}, and XIE Ji-Ping⁶

¹ Physics Institute, Federal University of Bahia (UFBA), Salvador, 40170-280, Brazil

² Oceanographic Modeling and Observation Network (REMO), Center for Research in Geophysics and Geology, Federal University of Bahia (UFBA), Salvador, 40170-280, Brazil

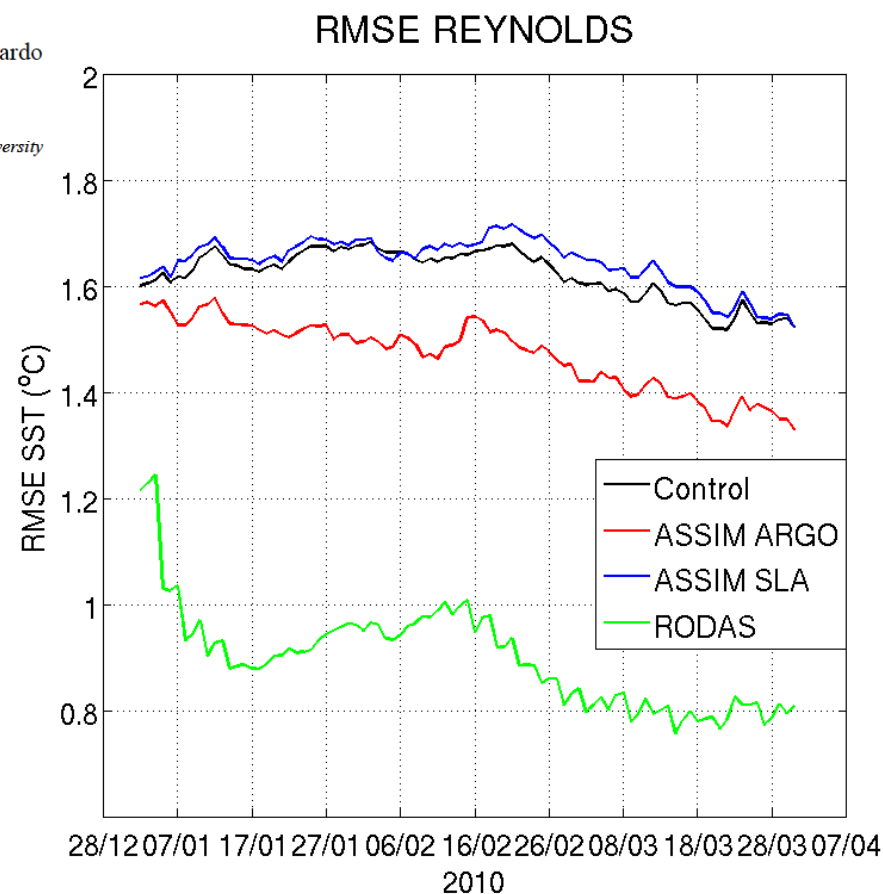
³ Ocean Sciences Department, University of California, Santa Cruz (UCSC), USA

⁴ Graduate Program in Geophysics, Federal University of Bahia (UFBA), Salvador, Brazil

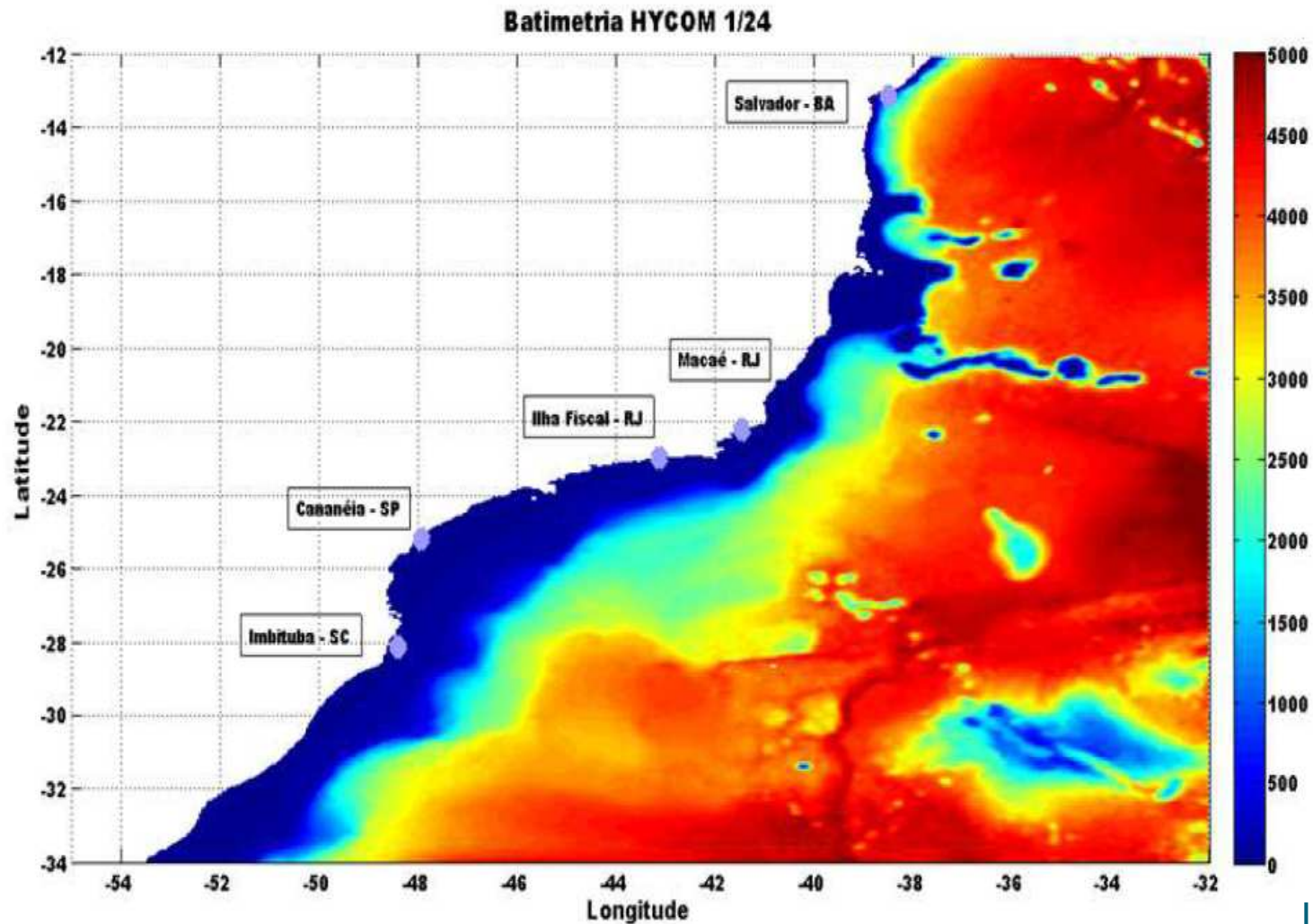
⁵ Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, (SHIRSHOV/RAS) Moscow, Russia

⁶ Institute of Atmospheric Physics (IAP), Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing 100029, China

Received 11 February 2014; revised 1 March 2014; accepted 10 March 2014; published 16 September 2014



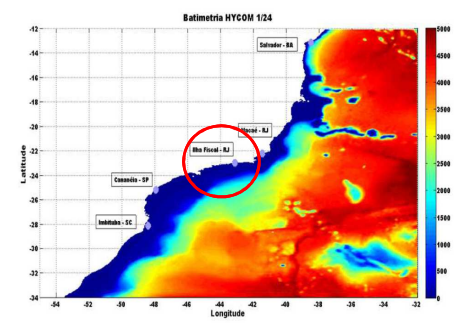
Estratégia de Modelagem (HYCOM) – Base Hidrodinâmica SSE



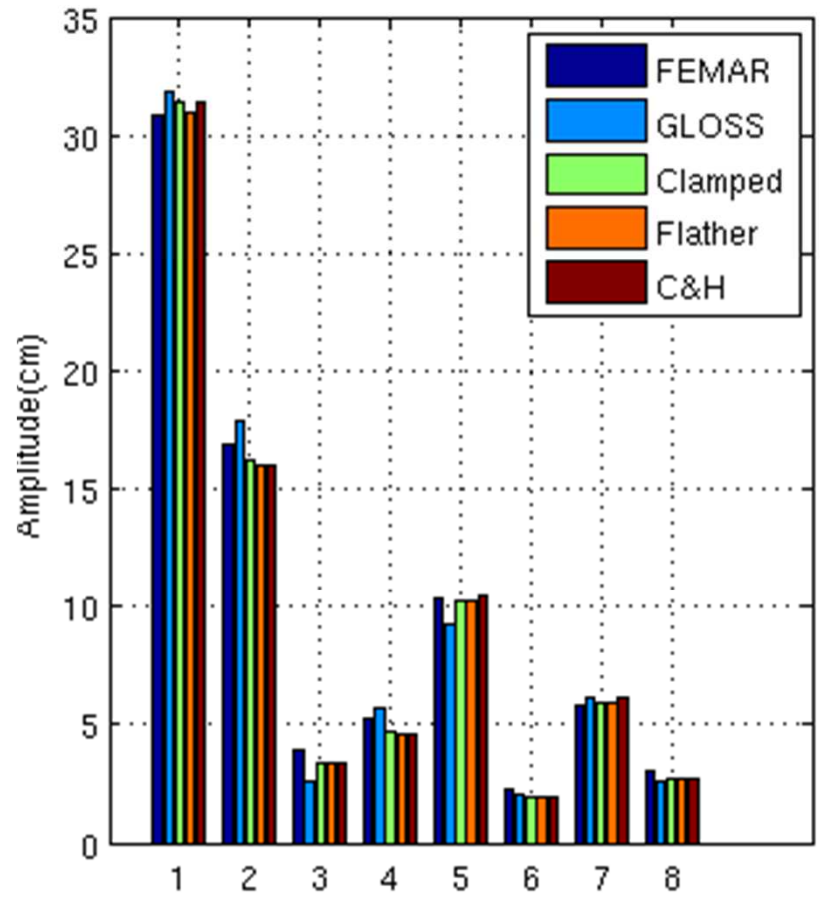


- Elevação do nível do mar – marés

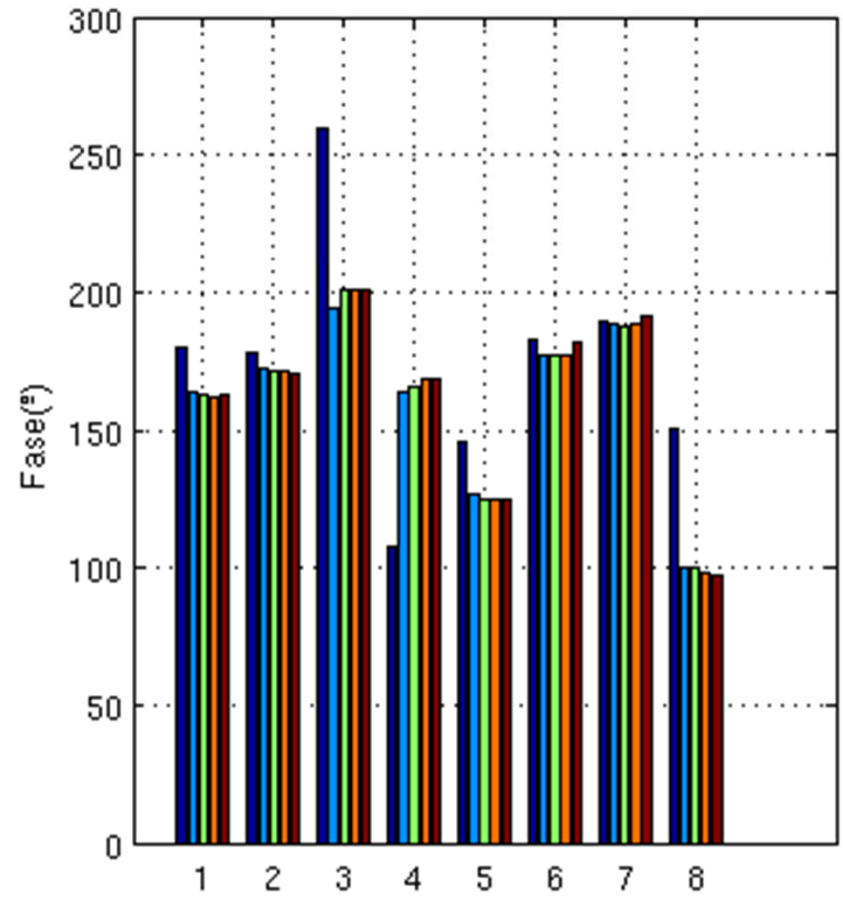
- $M_2, S_2, N_2, K_2, O_1, P_1, Q_1, K_1$



Amplitude - Ilha Fiscal

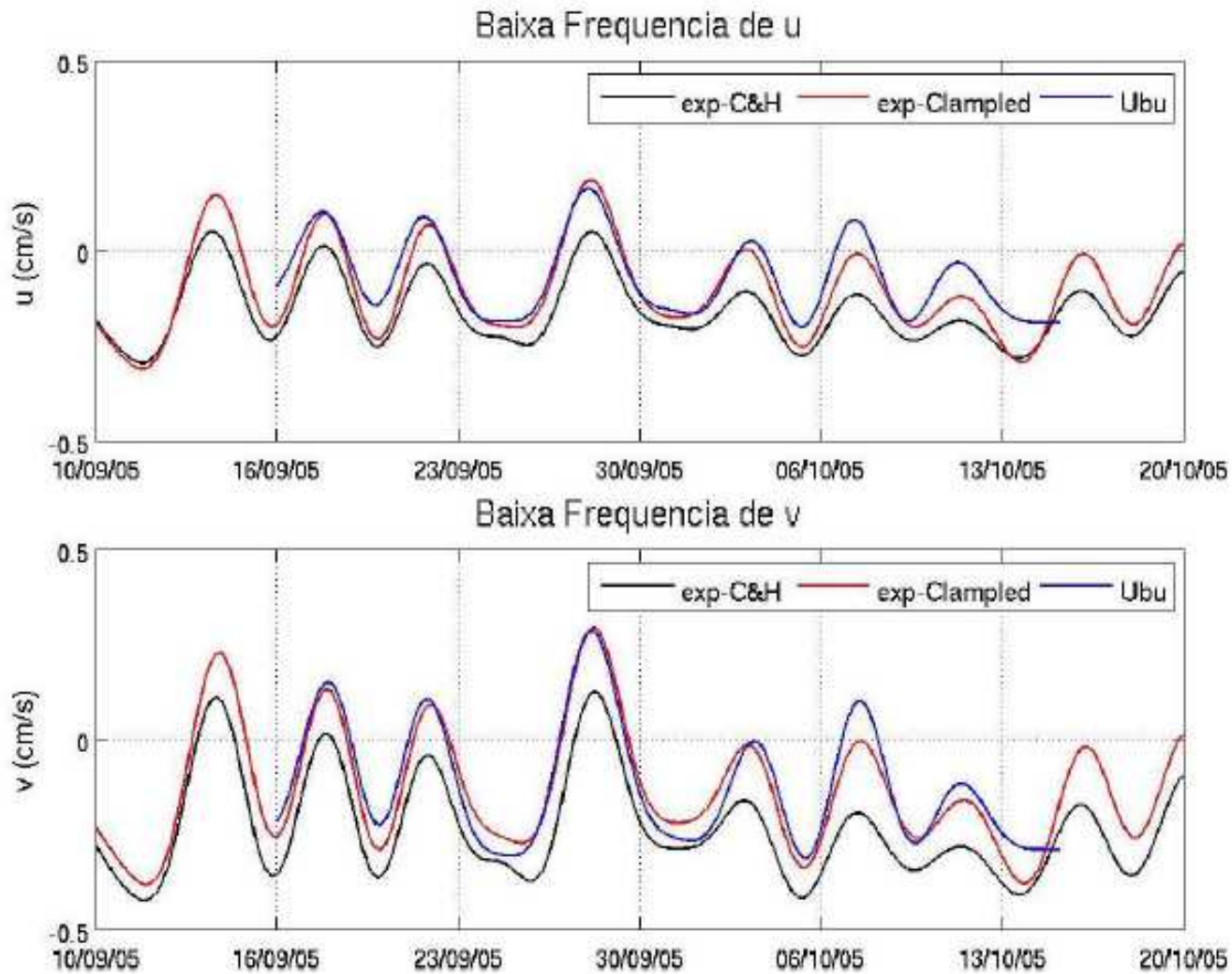
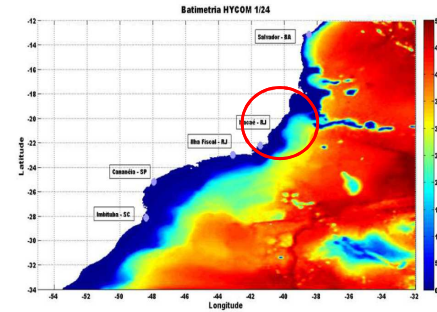


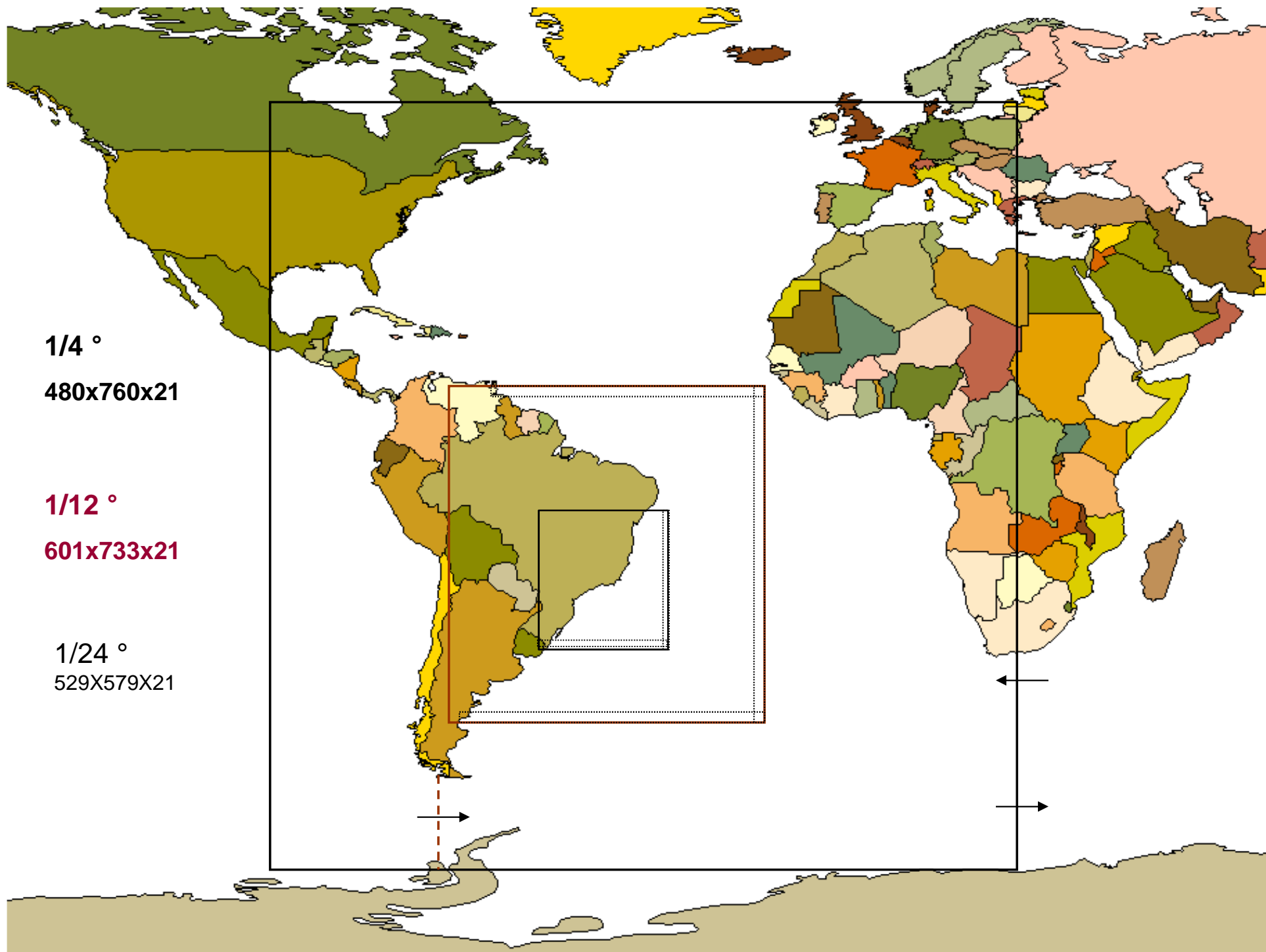
Fase - Ilha Fiscal



- **Correntes**

- Banda sub-inercial (Ubu - ~20 m)





1/4 °

480x760x21

1/12 °

601x733x21

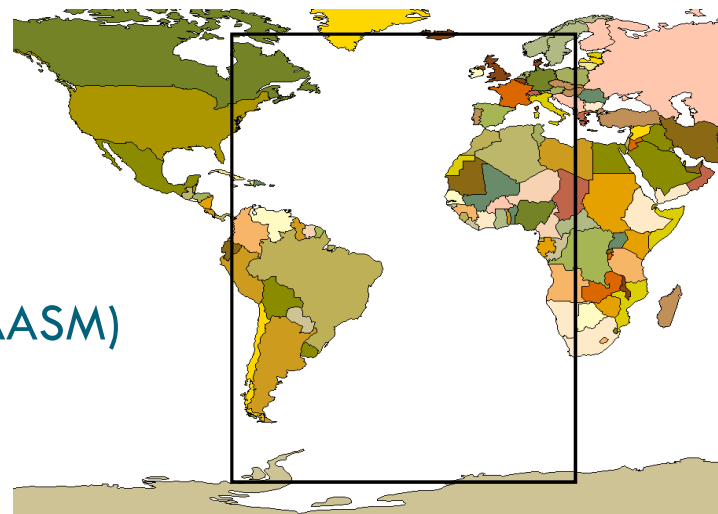
1/24 °

529x579x21

Estratégia de Modelagem (HYCOM 1/4°) – Previsão CHM



- **Forçantes:** Global Forecast System (GFS - 0.25°)
 - intervalo 3 horas
 - conjunto de seis dias de dados
- **Assimilação:** Altura da Superfície do Mar (SSH)
 - Anomalias da Altura da Superfície do Mar (AASM)
 - Fonte Copernicus (ex AVISO/DUACS) – ‘along-track’
- **Assimilação:** Temperatura da Superfície do Mar (SST)
 - Fonte OSTIA (Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis)
 - Dados gridados com resolução 5 km
- **Assimilação:** Ensemble Optimal Interpolation (EnOI)
 - Dois dias por semana (terça-feira e sexta-feira)



Estratégia de Modelagem (HYCOM 1/12°) – Previsão CHM



- **Forçantes: COSMO – 7 km**
 - intervalo 3 horas
 - conjunto de seis dias de dados
 - Contingência GFS - 0.25°
- **Condições de contorno:**
 - Aninhamento na grade HYCOM 1/4°
- **Assimilação: Análogo ao HYCOM 1/4°**
 - Ensemble Optimal Interpolation (EnOI)
 - AASM e TSM
 - Dois dias por semana (terça-feira e sexta-feira)

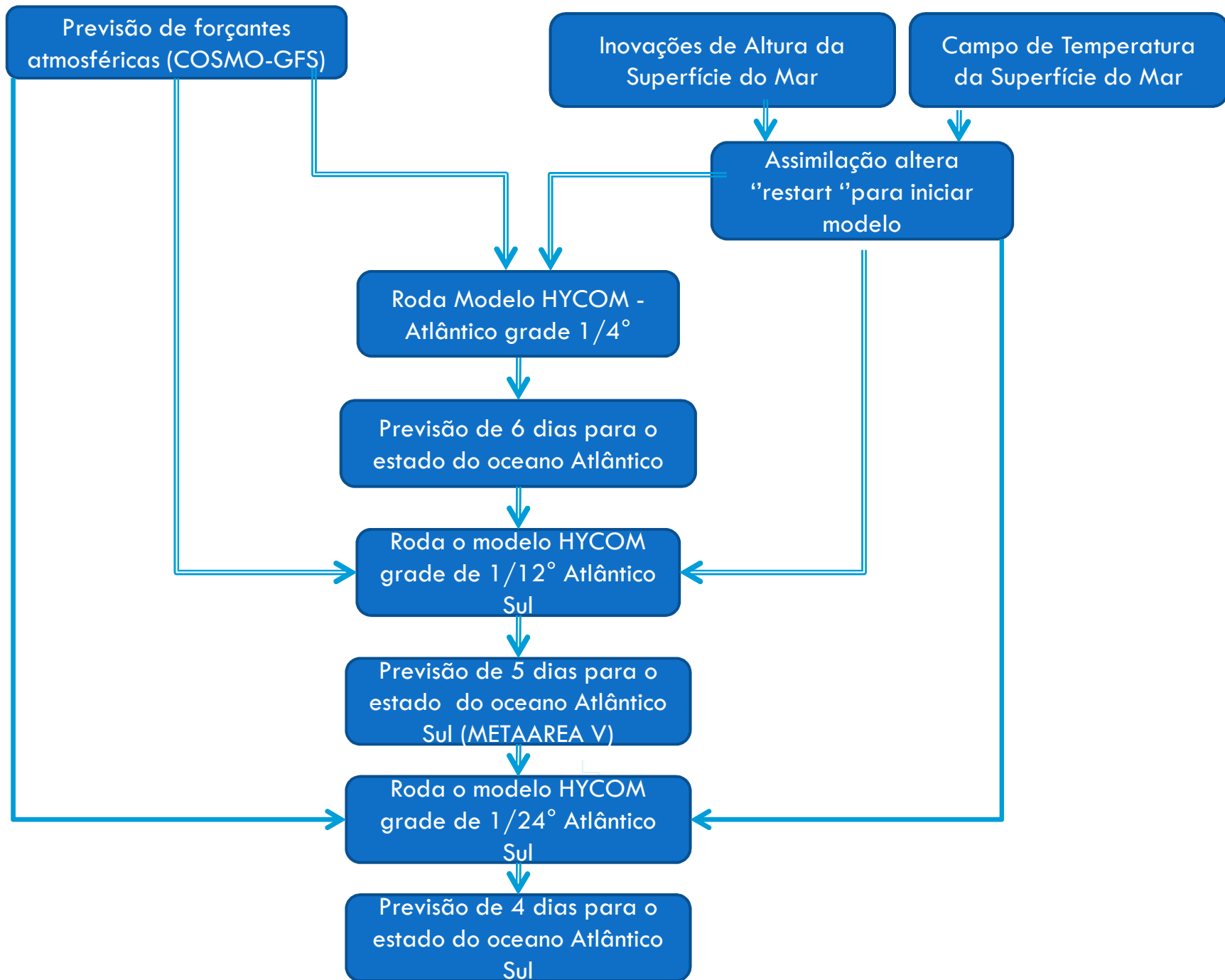


Estratégia de Modelagem (HYCOM 1/24°) – Previsão CHM



- **Forçantes: COSMO – 7 km**
 - intervalo 3 horas
 - conjunto de seis dias de dados
 - Contingência GFS - 0.25°
- **Forçantes: Marés**
 - Modelo TPXO 7.2
 - Componentes M_2 , S_2 , K_2 , N_2 , K_1 , O_1 , P_1 , Q_1
- **Condições de contorno:**
 - Aninhamento na grade HYCOM 1/12°
- **Assimilação: Análogo ao HYCOM 1/4°**
 - Ensemble Optimal Interpolation (EnOI)
 - AASM e TSM
 - Dois dias por semana (terça-feira e sexta-feira)





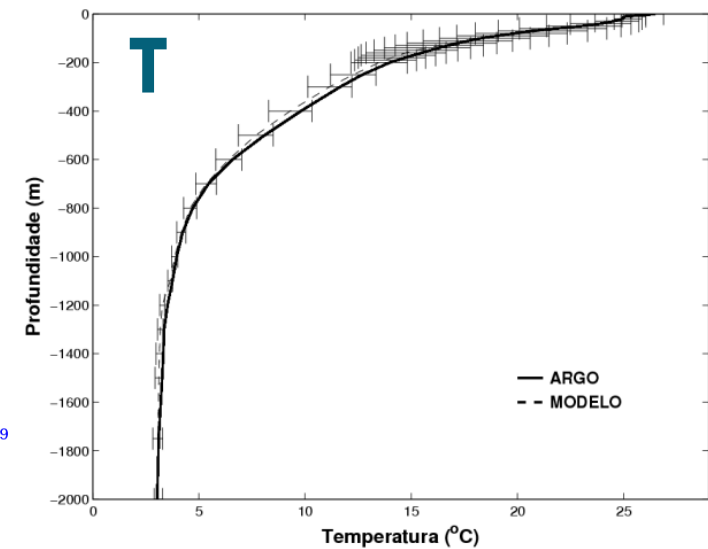
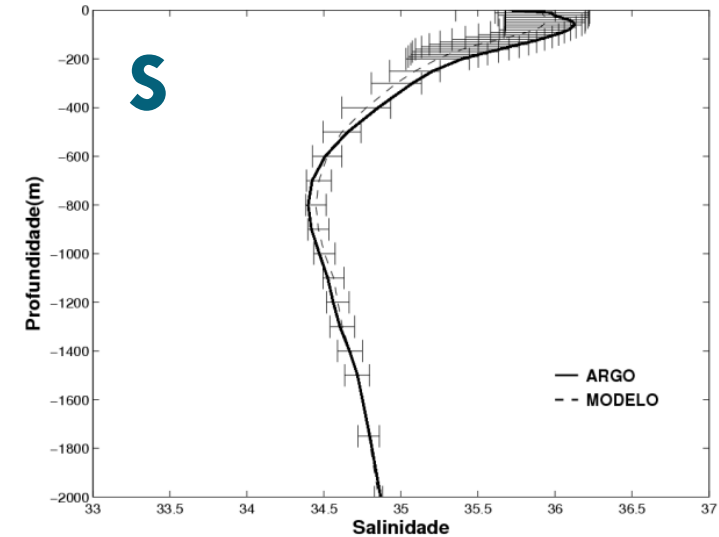
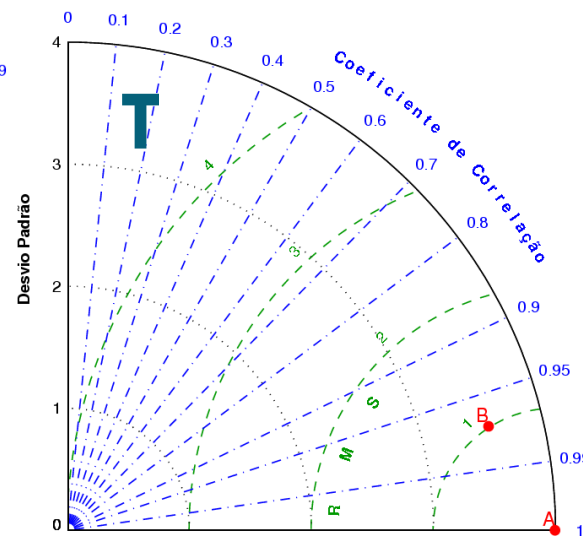
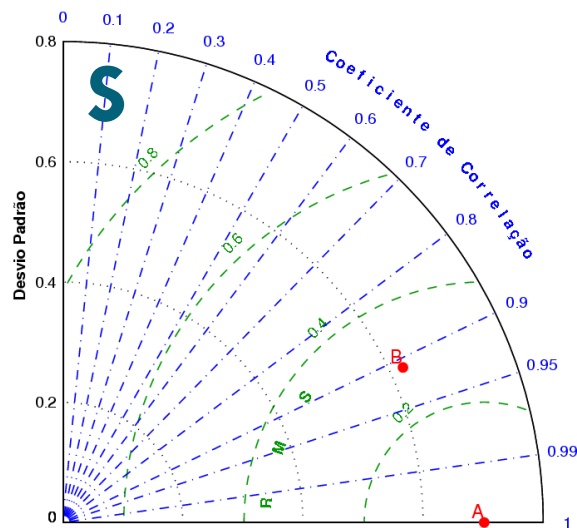
Estratégia de Modelagem

Validação das Previsões CHM



- **Temperatura e Salinidade**

➤ Perfiladores ARGO



Estratégia de Modelagem

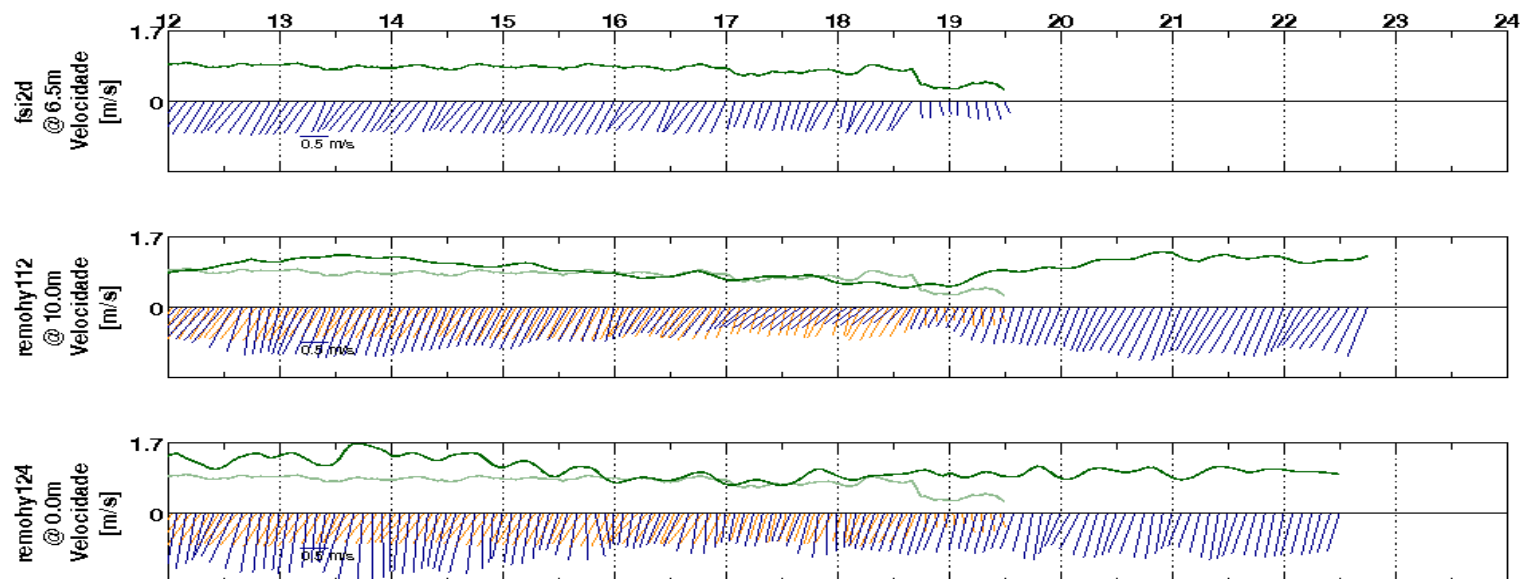
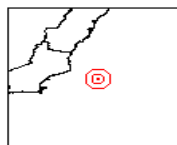
Validação das Previsões CHM



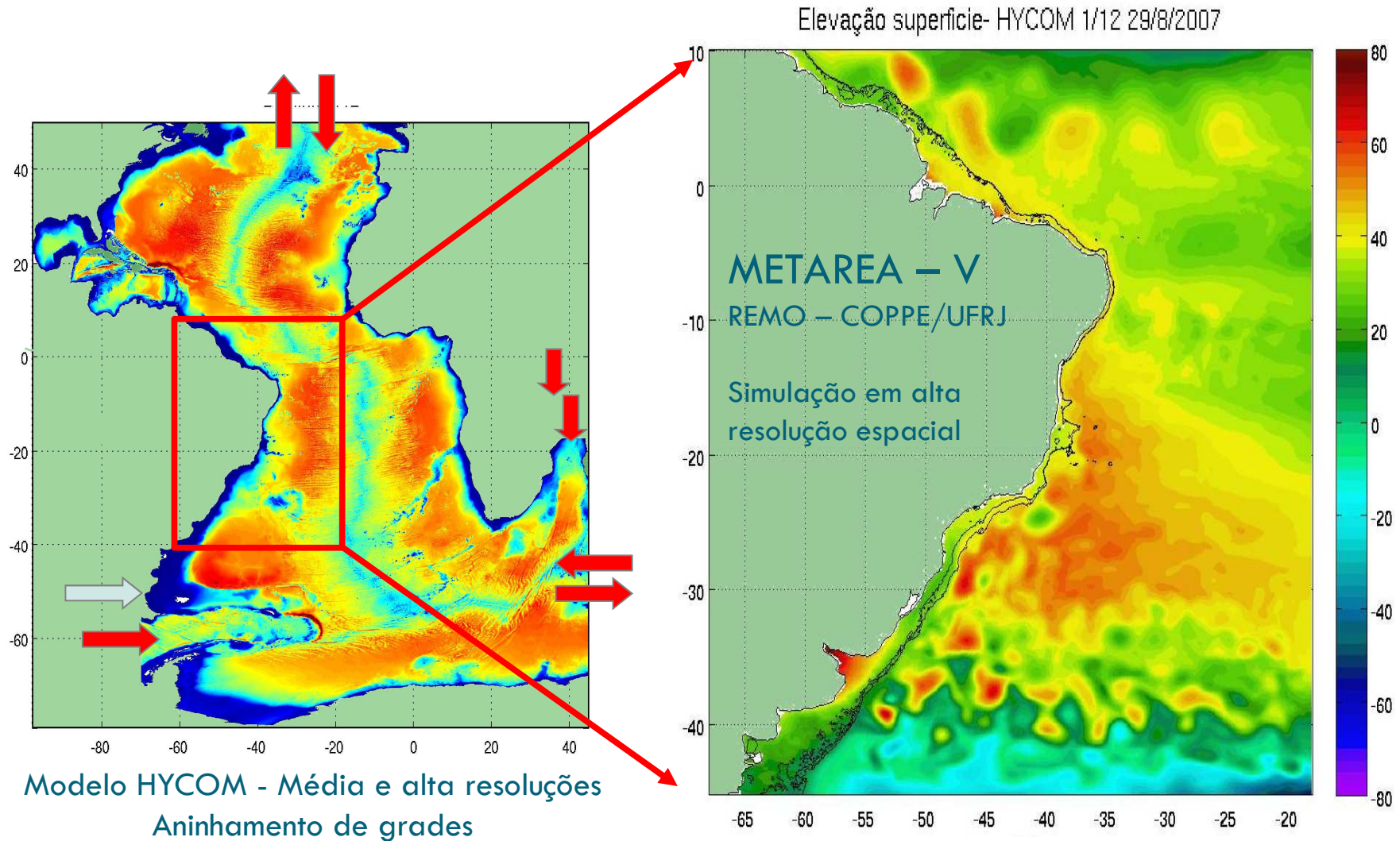
- **Correntes**

- Medições em plataformas da PETROBRAS

P-19 latitude: -22.39 longitude: -40.05 Ida: 783.3m bacia: CAMPOS bloco: MARLIM (P)
12/09/2017 a 24/09/2017



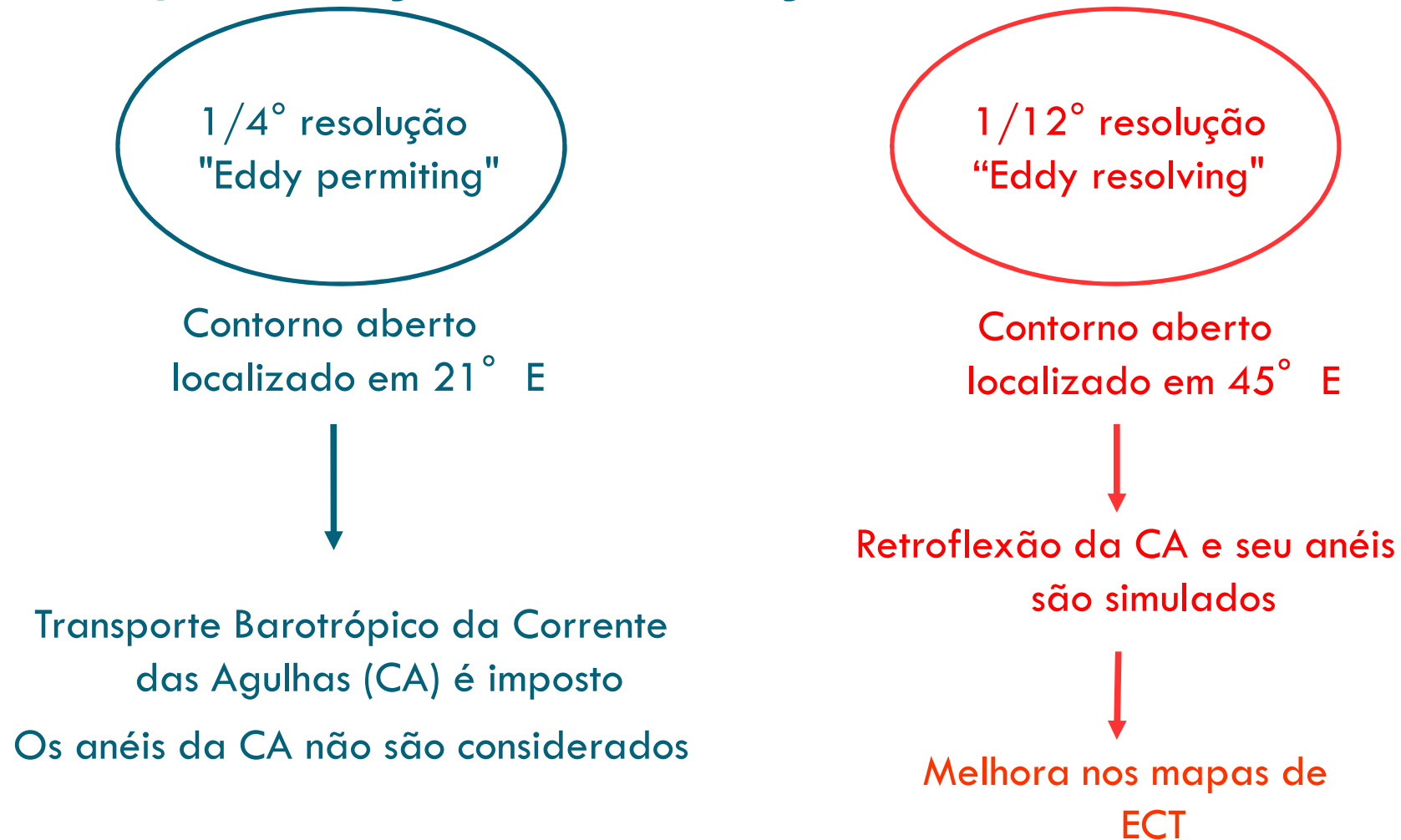
Estratégia de modelagem - desenvolvimento: HYCOM Oceano Atlântico 1/12°

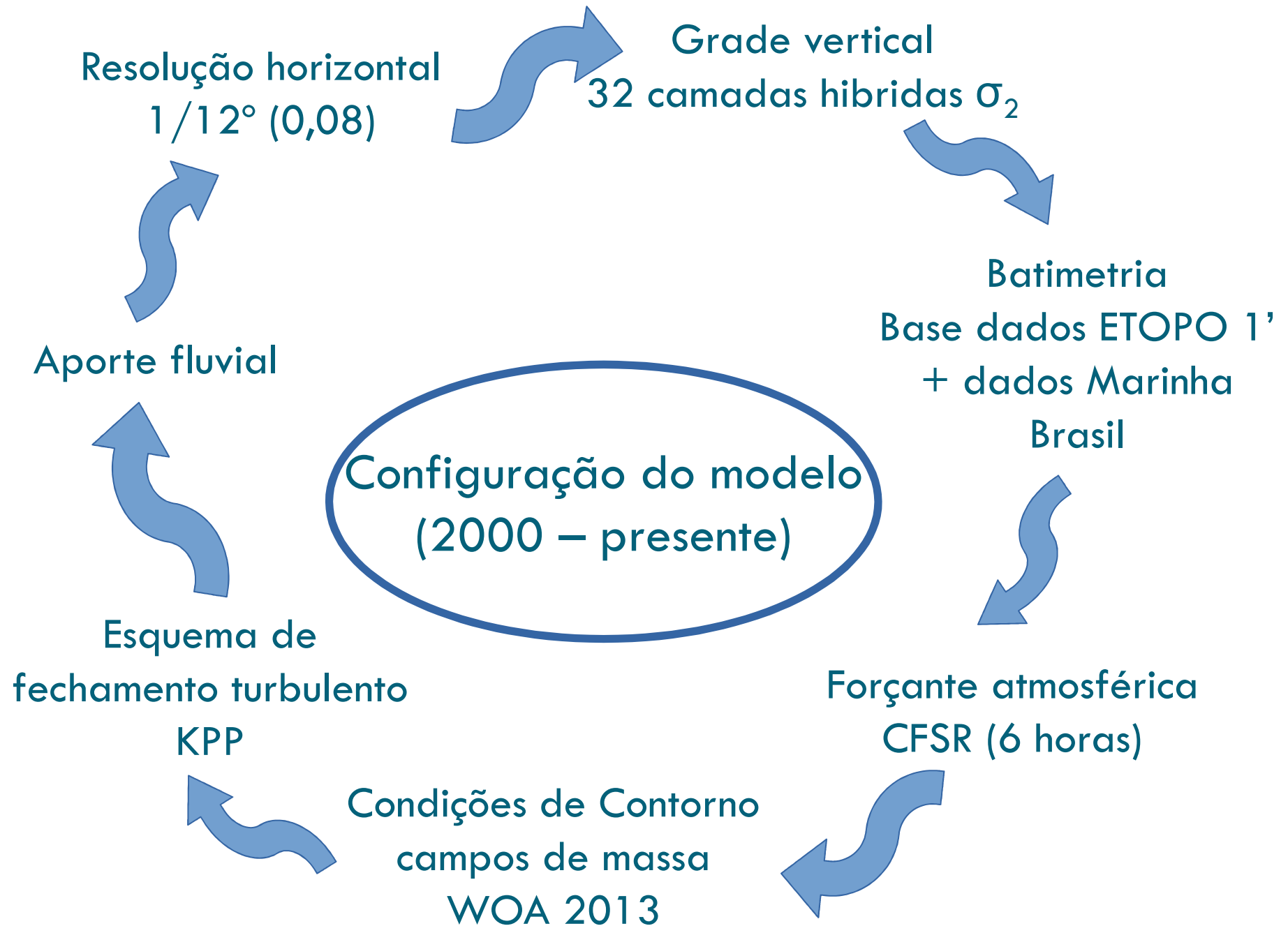


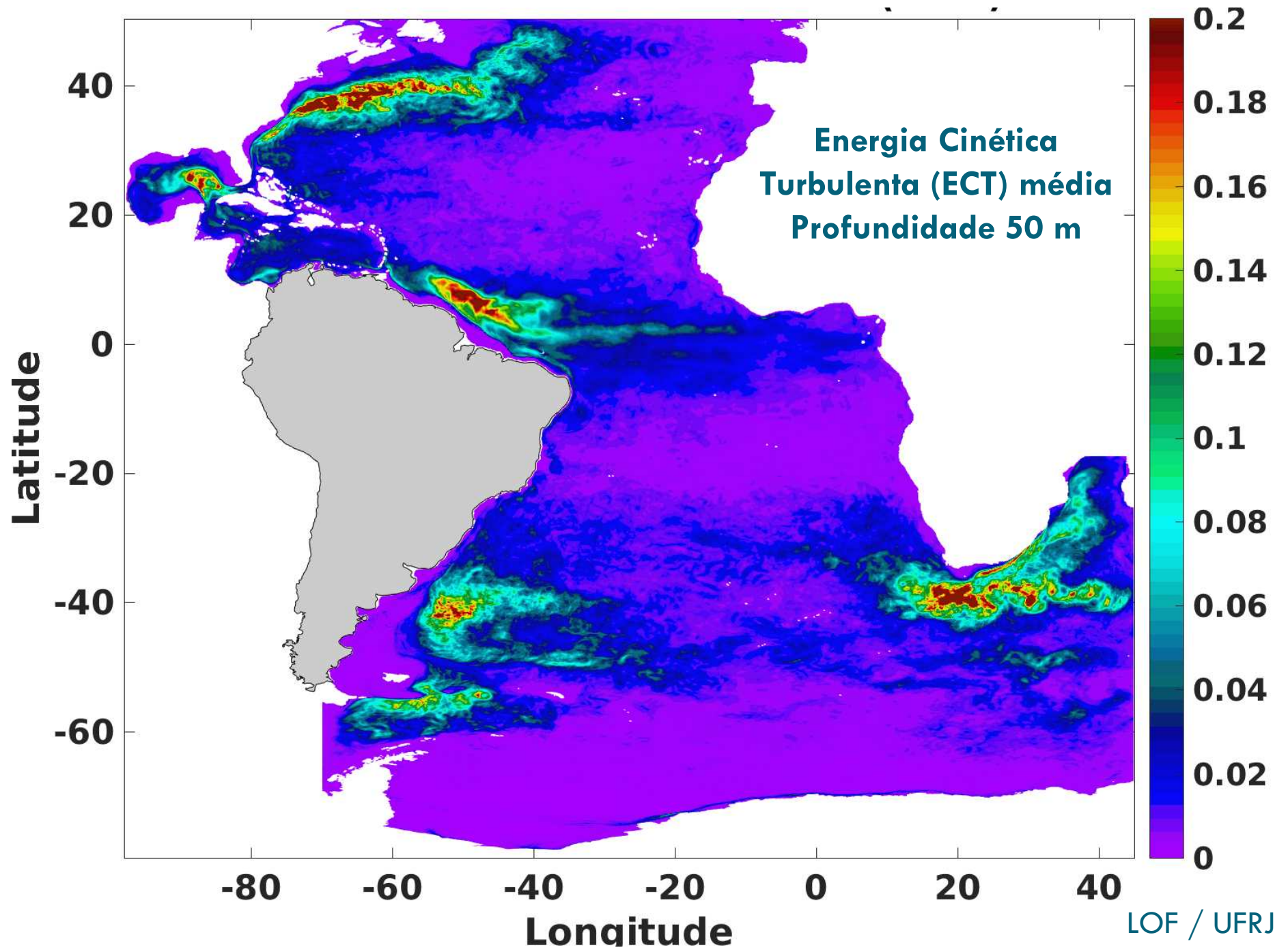
Estratégia de modelagem - desenvolvimento: HYCOM Oceano Atlântico 1/12°

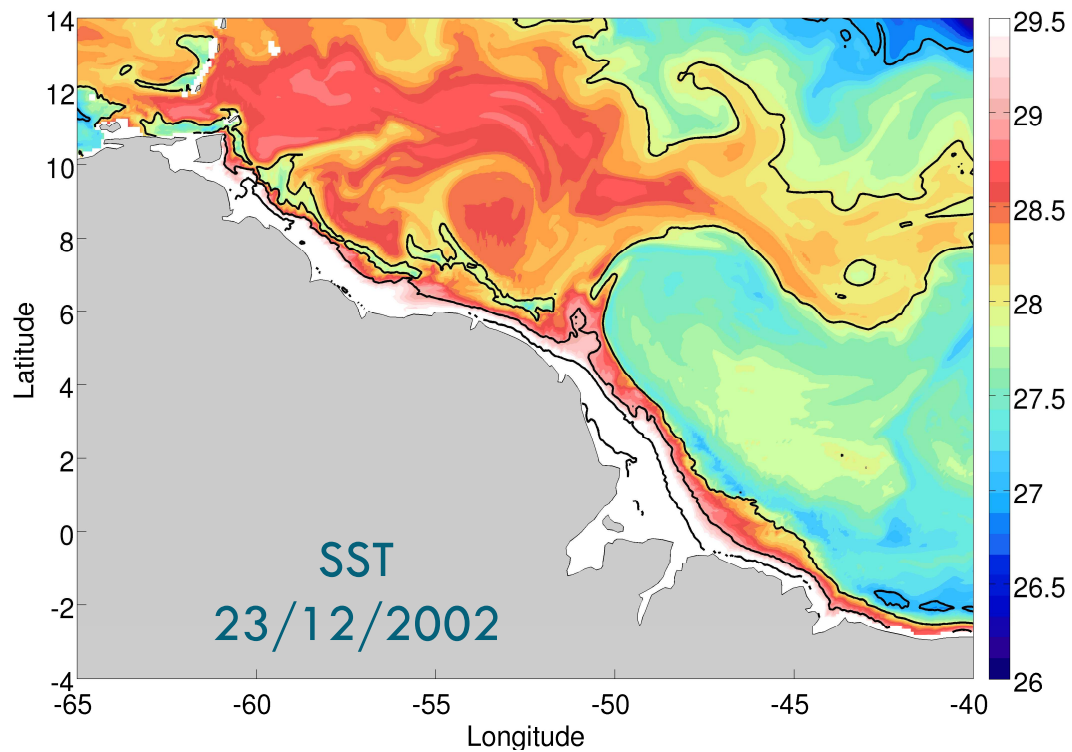


- Principais alterações de configuração

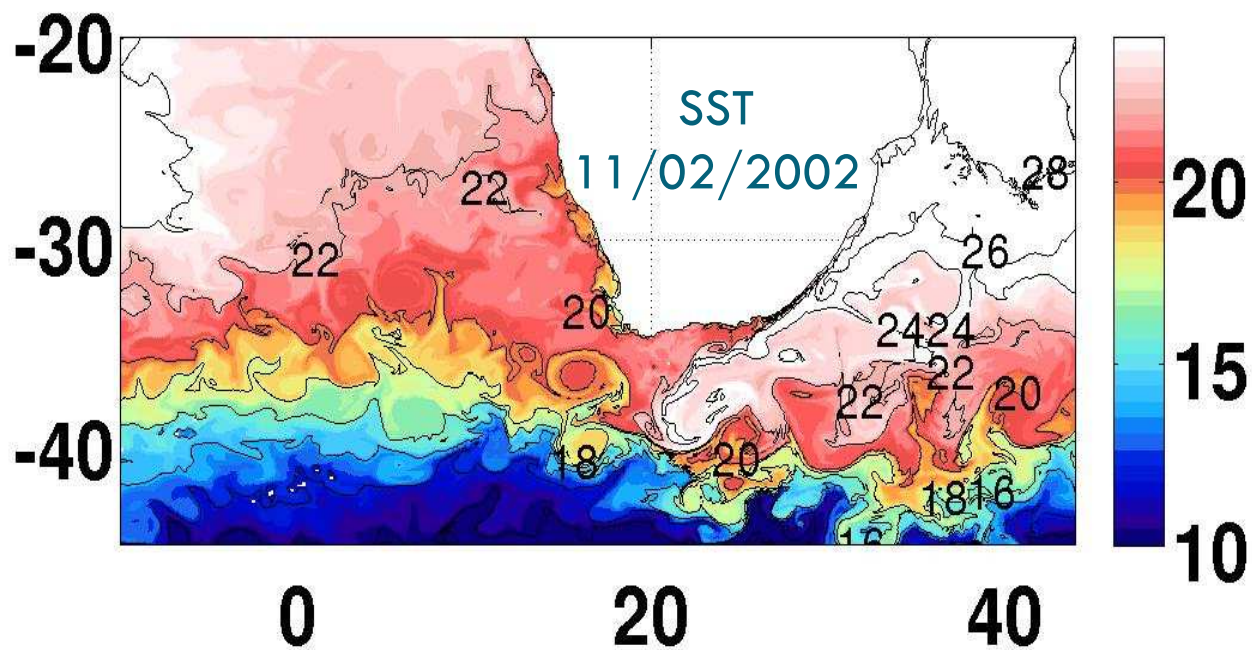




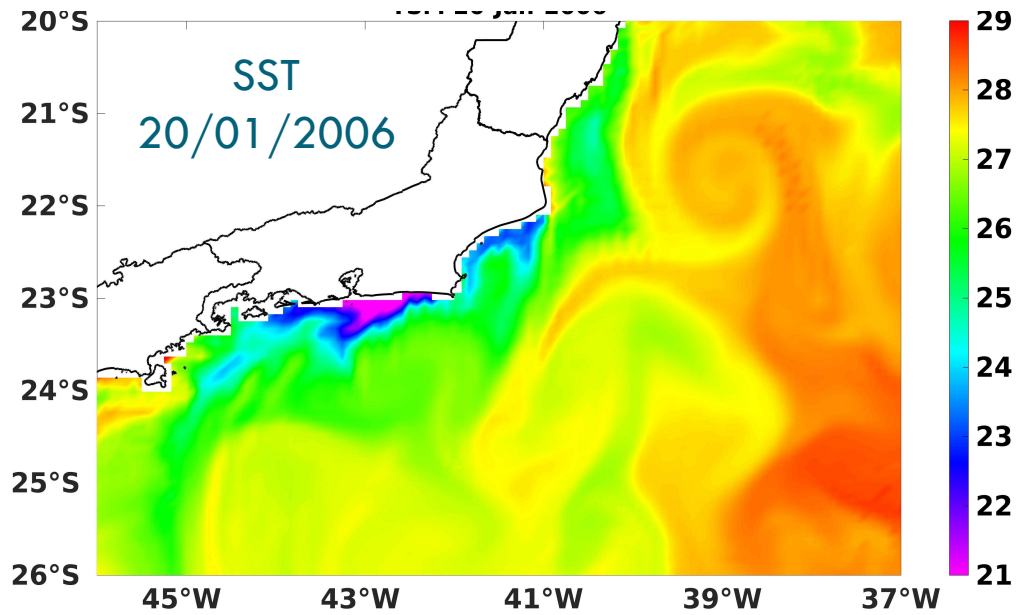
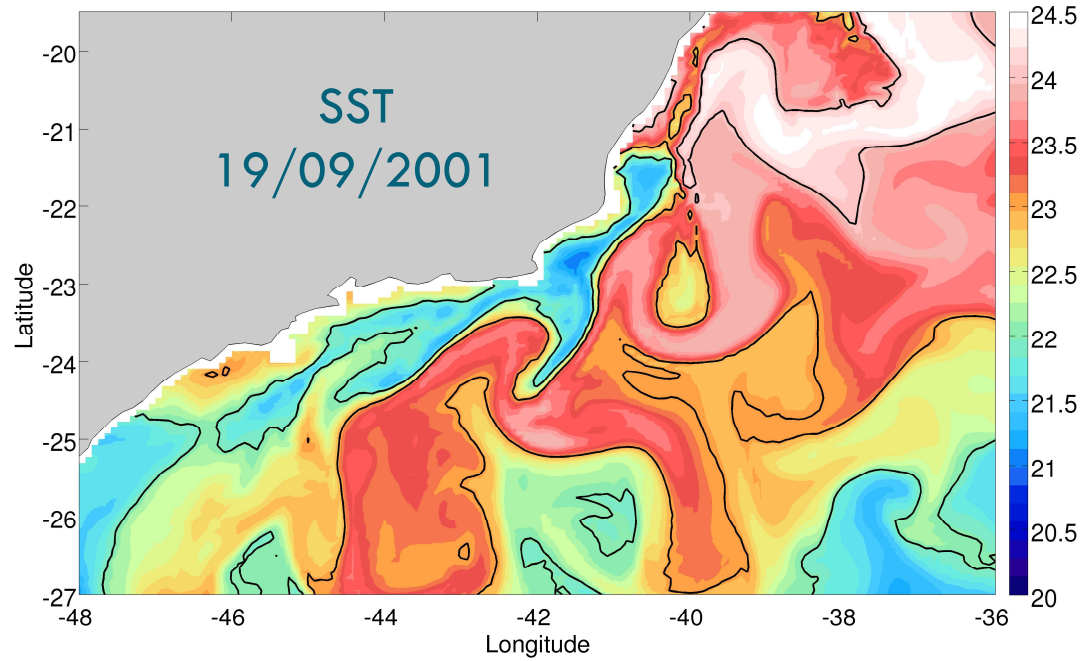




Atividade de meso-escala

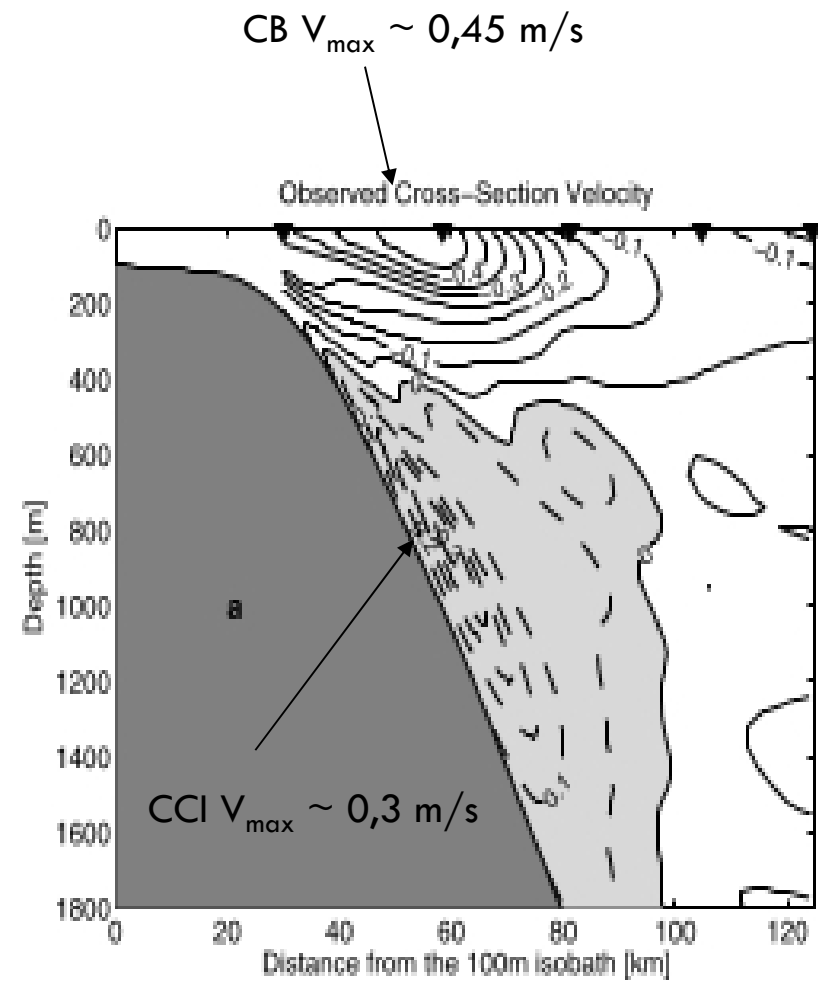
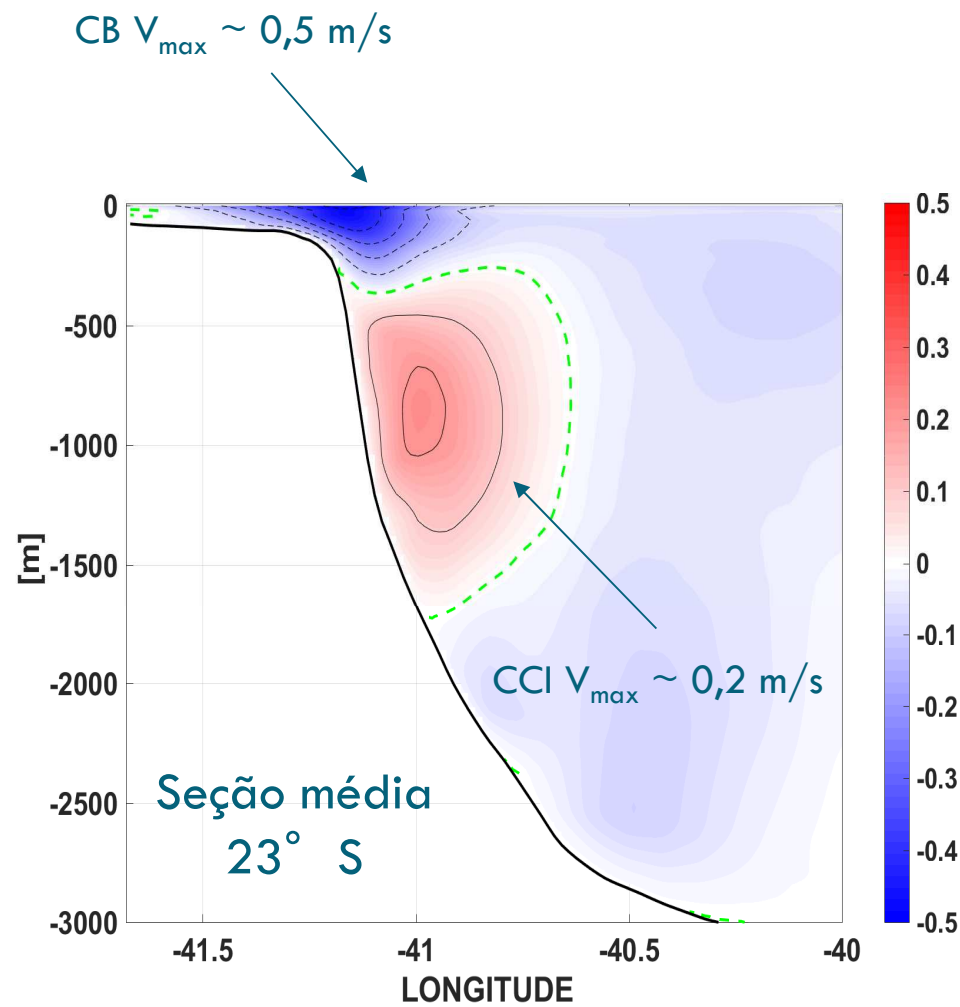


Atividade de meso-escala

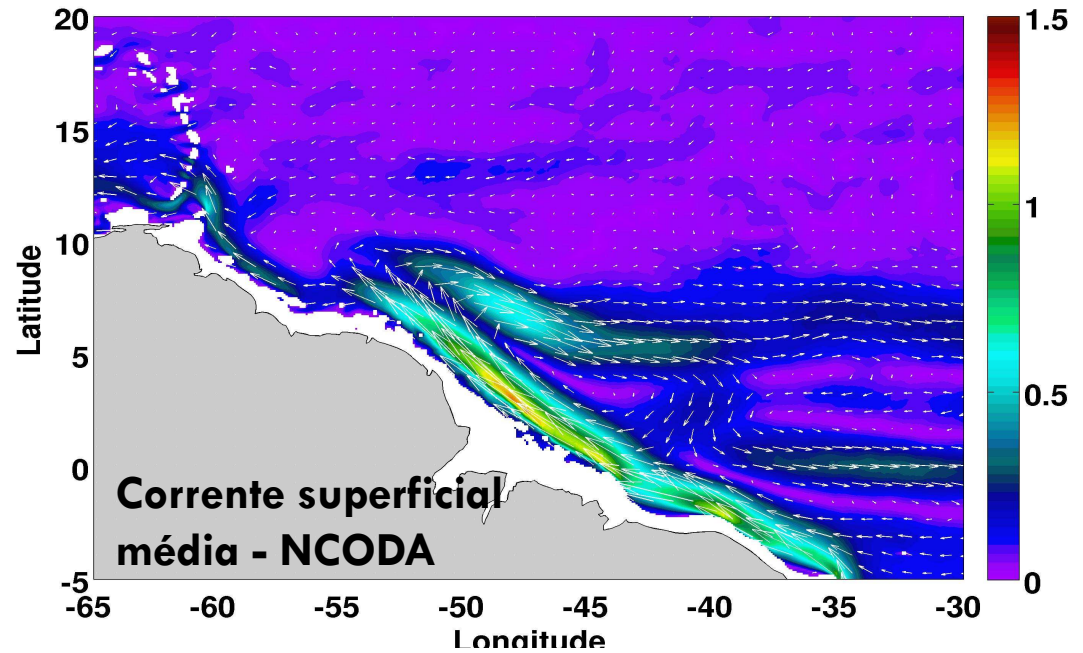
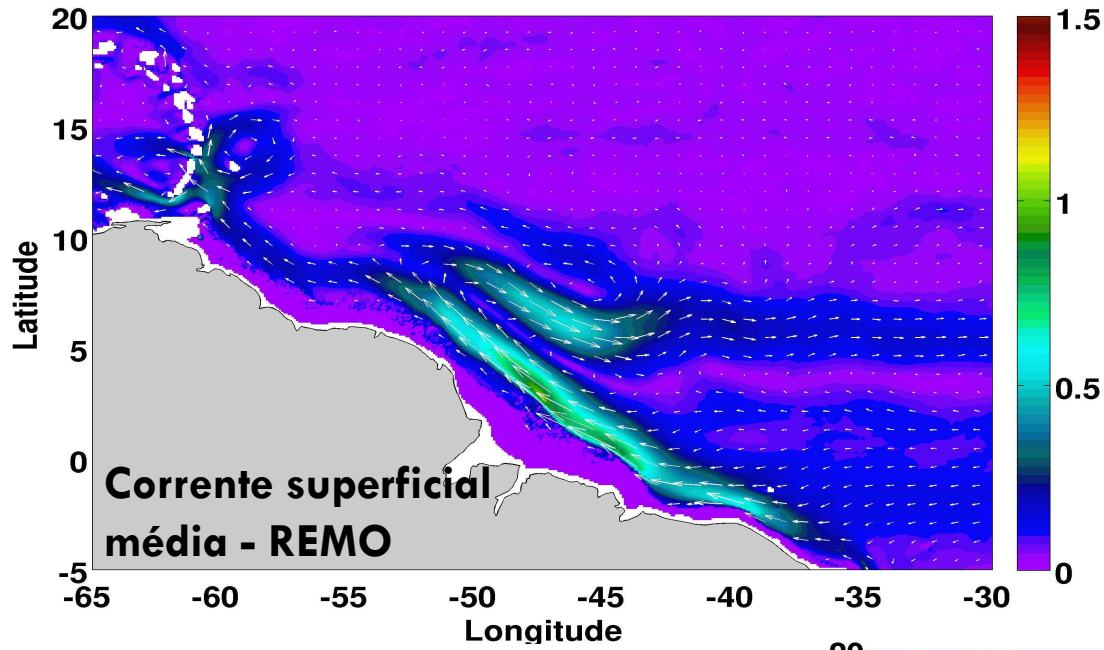


Ressurgência

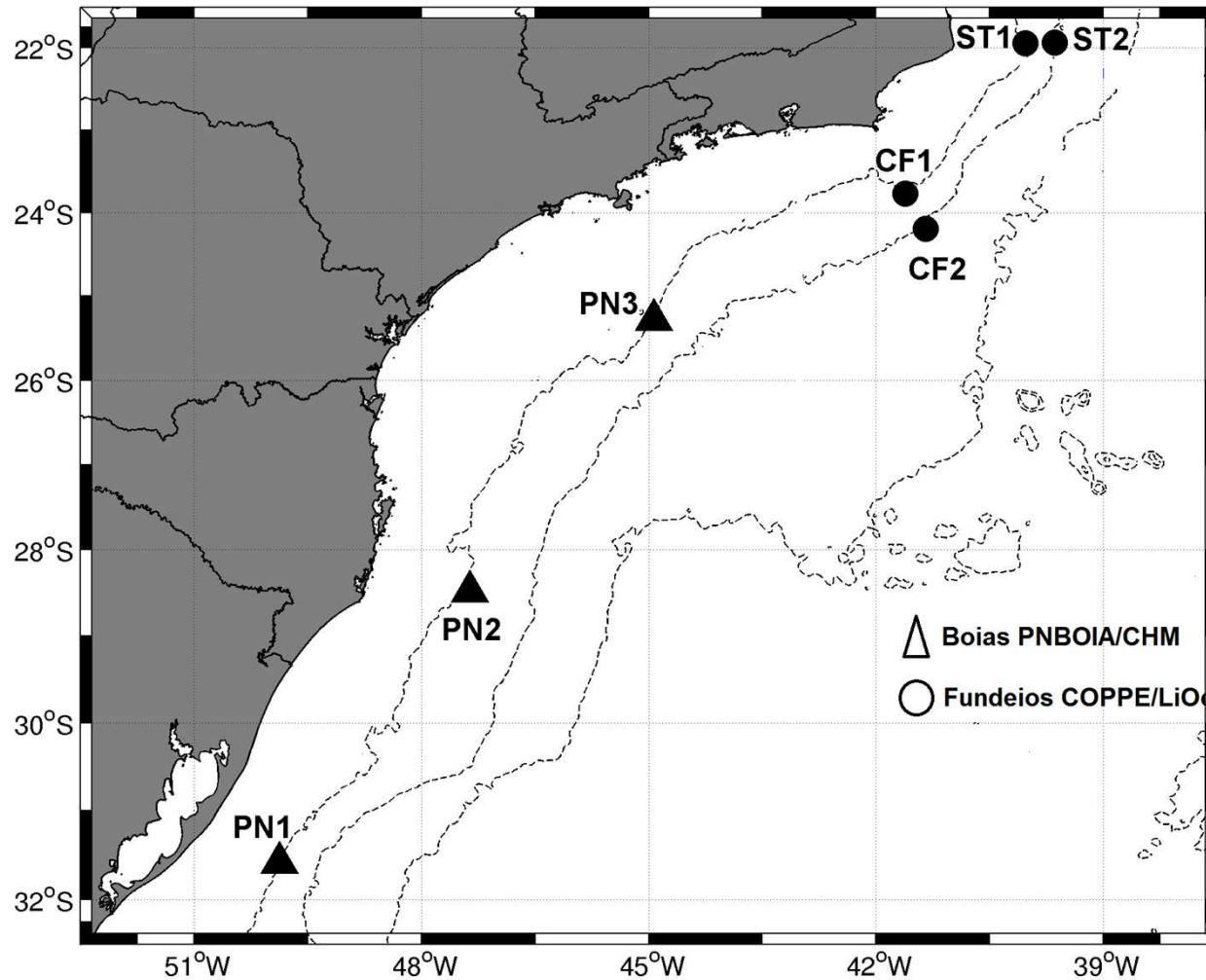
Correntes de Contorno Oeste (CB/CCI)



Retroflexão da Corrente Norte do Brasil



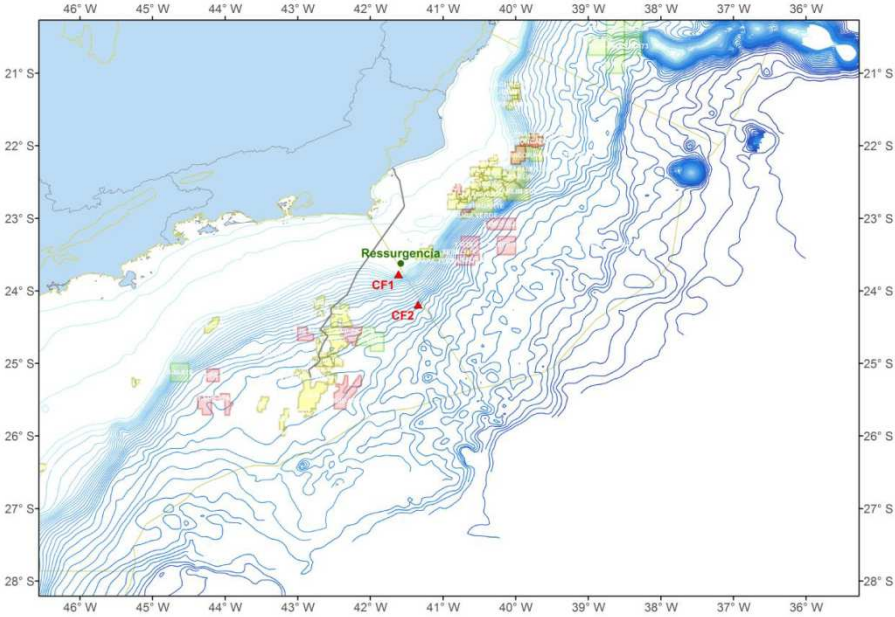
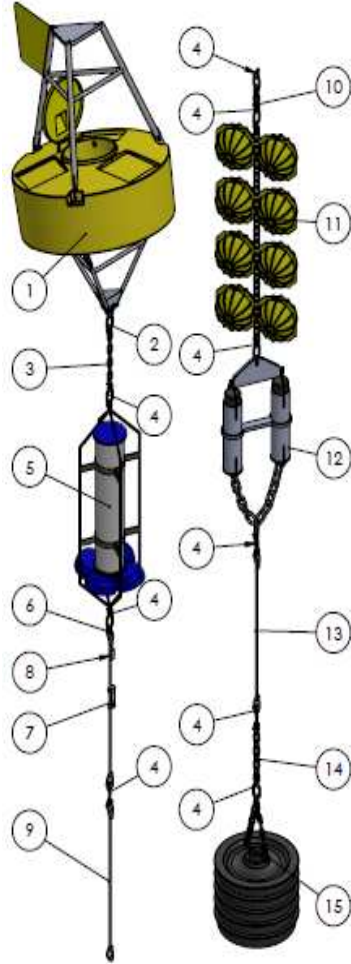
O Sistema observacional proposto para o GOOS/BR



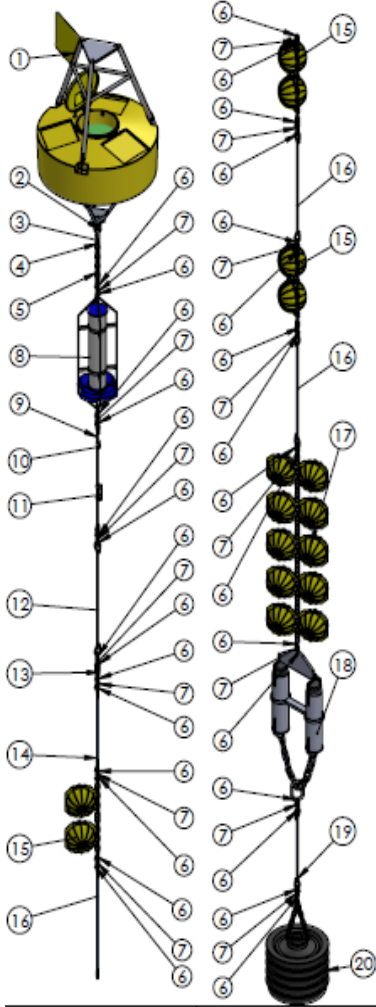
O sistema proposto será complementar ao PNBOIA/CHM, tendo foco no estudo da estrutura vertical da **Corrente do Brasil** na região do talude continental

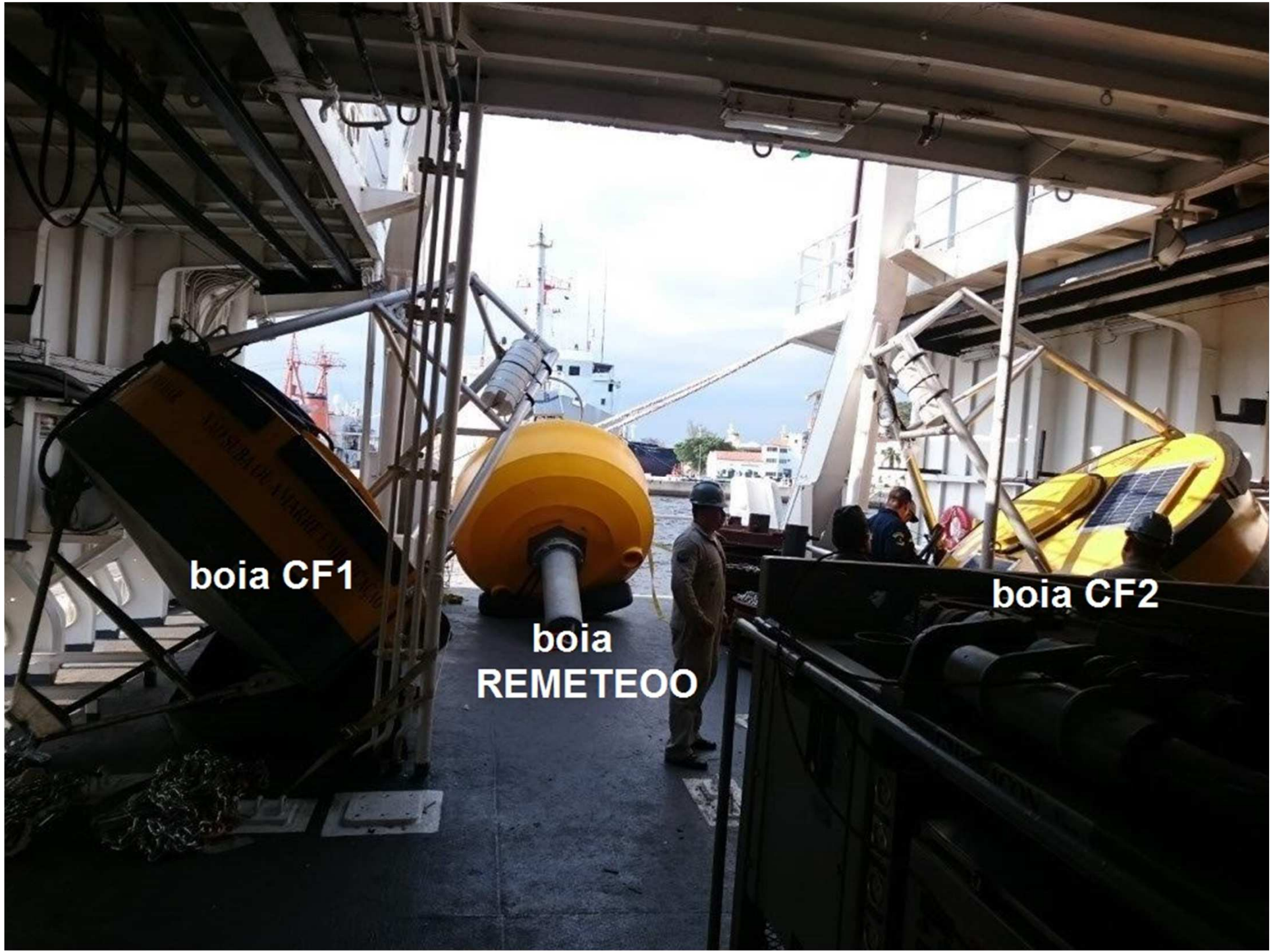
Actual Sampling Configuration

CF1 - 300 m



CF2 - 2300 m





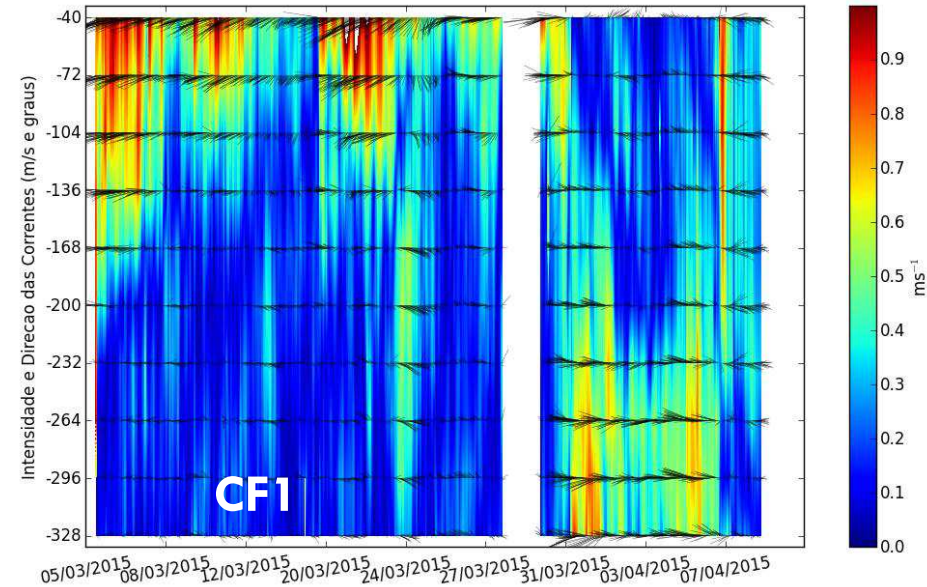
boia CF1

**boia
REMETEOO**

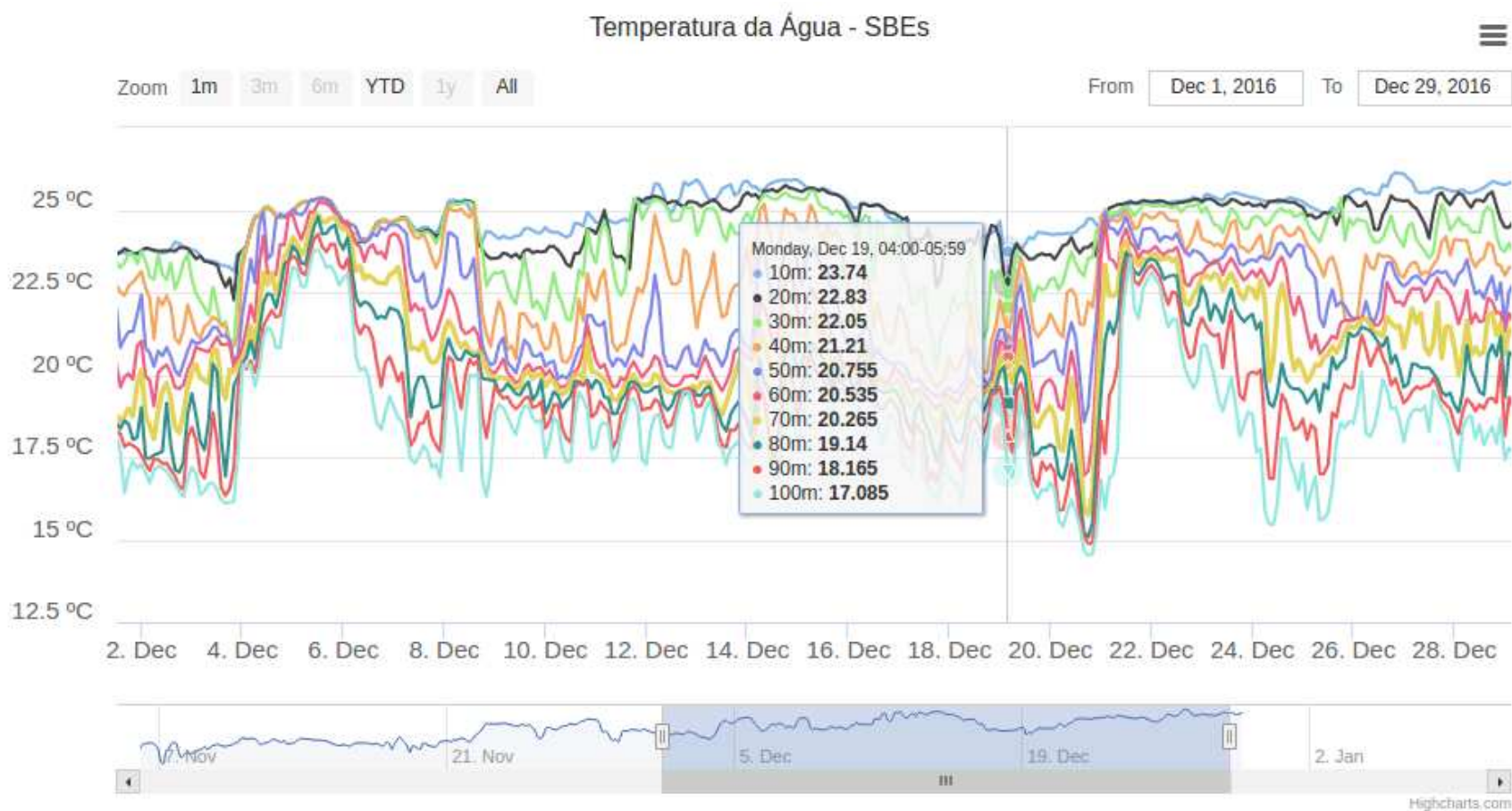
boia CF2

Parâmetros coletados

- Ondas (H_s , T_p e D_p)
- Vento (vel e dir)
- Temperatura do Ar
- Umidade Relativa
- Pressão Atmosférica
- Perfil de Correntes ADCP (até 500 m)
- Perfil de Temperatura da Água (até 100 m)
- Fotografia (buoy-cam - última campanha)



Disponibilização dos Dados – rederemo.org



Disponibilização dos Dados – rederemo.org



Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica

Uma iniciativa brasileira em oceanografia operacional

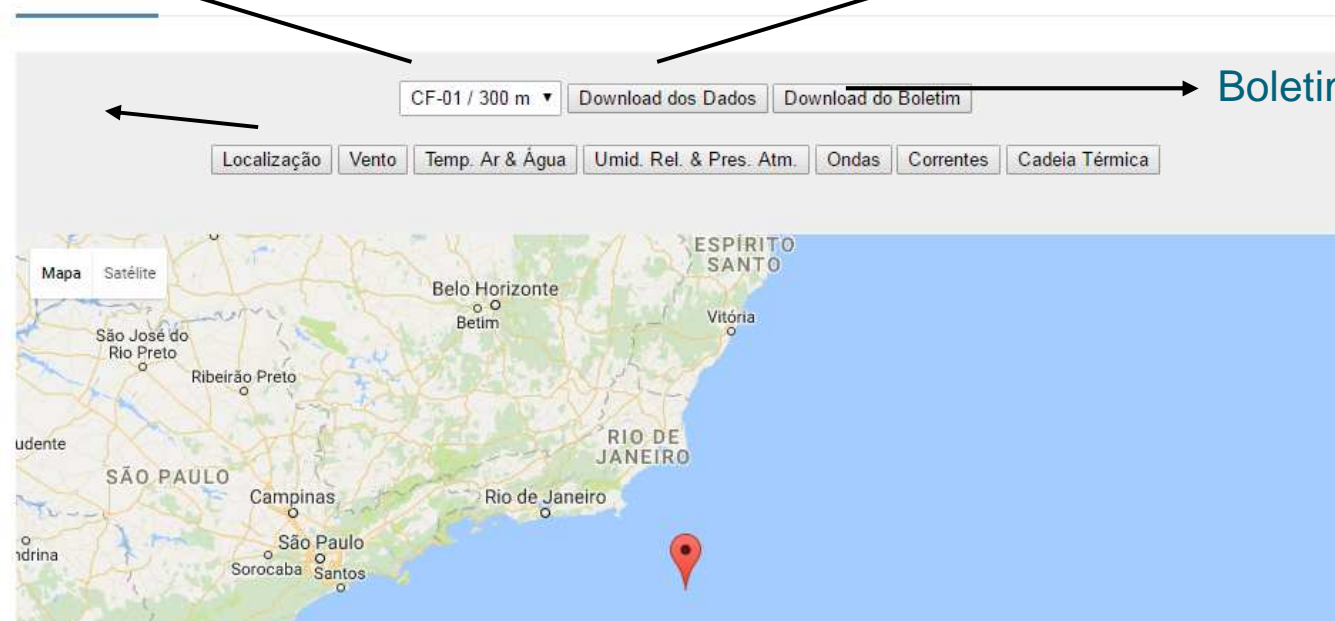


Boia e Prof.

Produtos / Dados Observacionais

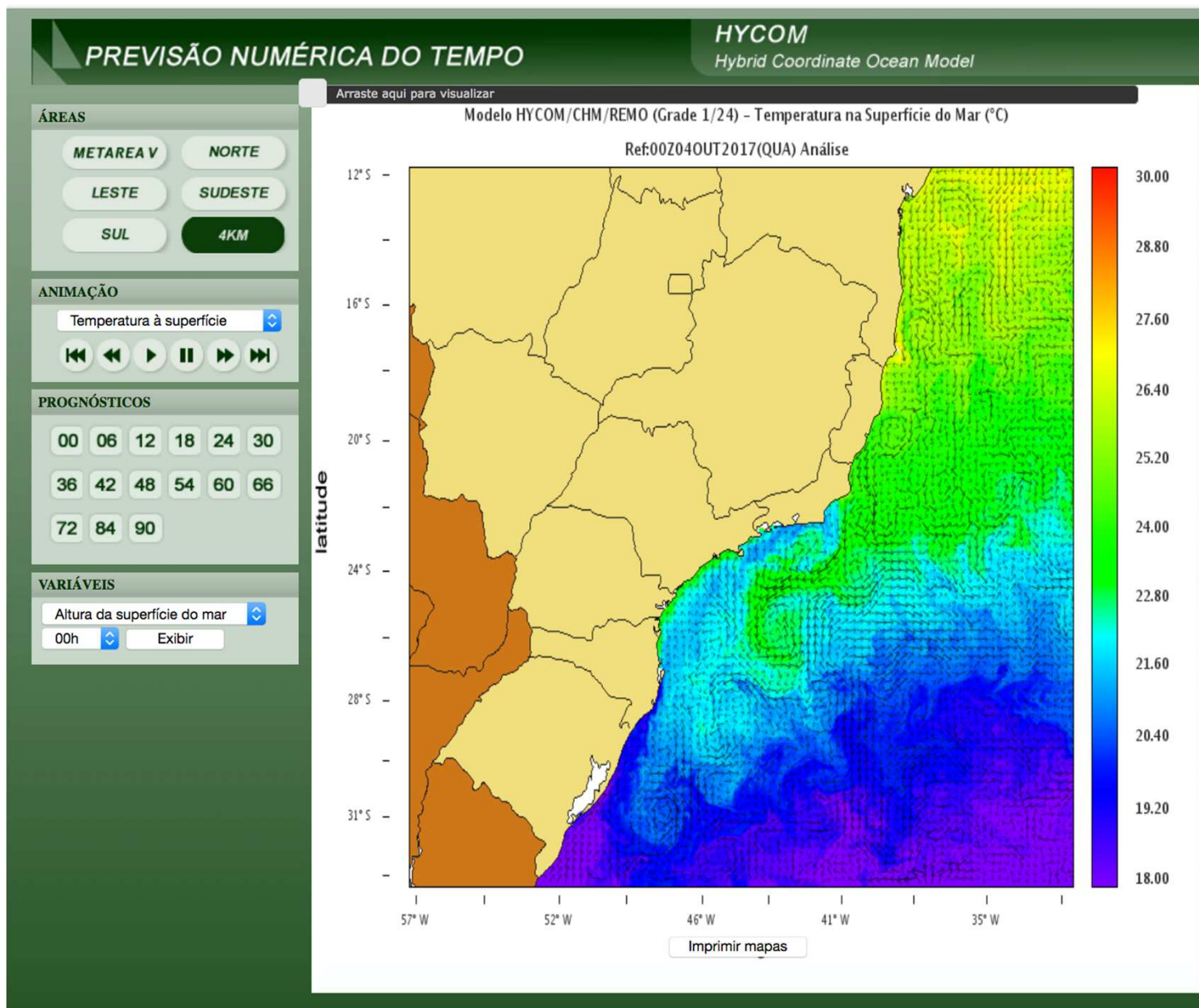
Arquivo de Dados em CSV

Após login e senha, menu de dados é habilitado com os botões de parâmetros medidos



Boletim em PDF

<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/modelos/>



Obrigado