

# Inserção Nacional

## Visão de Futuro: MONAN/INPE



**Dr. Ronald Buss de Souza**  
**Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC**  
**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**  
***ronald.buss@inpe.br***

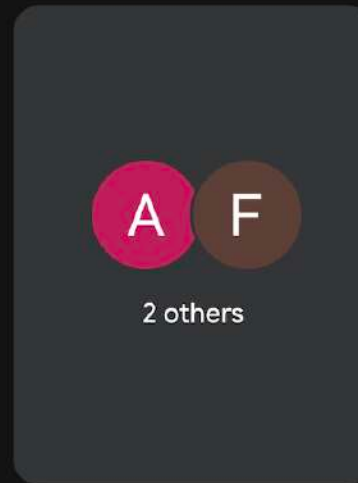
# Nosso esforço é comunitário



# Nosso esforço é comunitário

10:05 AM | Reunião Do MONAN ⓘ

10



- Criado em 18 de abril de 2021 pelo Diretor do INPE (Dr. Clezio De Nardin)
- Instituições participantes: INPE, INMET, LNCC, INPA, CENSIPAM, DECEA, Forças Armadas e várias universidades

#### Membros atuais do Comitê Científico

##### Membros internos ao INPE:

1. Saulo R. Freitas
2. Antonio Ocimar Manzi
3. Caio Coelho
4. Carlos Bastarz
5. Chou Sin Chan
6. Renato Galante
7. Haroldo Fraga de Campos Velho
8. João Gerd
9. Joaquim Eduardo Rezende Costa
10. Jorge Luis Gomes
11. Karla Longo
12. Luciano Ponzi Pezzi
13. Luiz Flávio Rodrigues
14. Paulo Kubota
15. Ronald Buss de Souza
16. Celso Luiz Mendes

##### Membros externos:

1. Pedro Dias (IAG/USP) \_
2. Afonso Paiva (COPPE-UFRJ)
3. Enio Pereira de Souza (UFCG)
4. Flávia Rodrigues Pinheiro (Marinha do Brasil)
5. Gilberto Bonatti (INMET)
6. Hélio Abreu Nogueira (FAB)
7. Ivan Saraiva (CENSIPAM)
8. Julia Cohen (UFPA)
9. Luiz Cândido (INPA)
10. Luiz Cláudio Oliveira Andrade (Exército)
11. Marcia Yamasoe (IAG/USP)
12. Fabrício Harter (UFPel)
13. Pedro Peixoto (IME/USP) \_
14. Ricardo de Camargo (IAG/USP)
15. Roberto P. Souto (LNCC) \_
16. Vinícius Capistrano (UFMS)
17. Francisco C. Vasconcelos Jr (FUNCEME)
18. Yanina Skabar (SMN Argentina)
19. Marlos Guimarães (Eletrobrás)

- Grupo Oceanos e Criosfera do CPTEC/INPE: criado como Macro Grupo do MONAN

#### Membros internos ao INPE:

1. Ronald Buss de Souza (coordenador do GOC)
2. Luciano Ponzi Pezzi (servidor)
3. Rosio Camayo (servidora)
4. Emanuel Giarolla (servidor)
5. Fernanda Casagrande (servidora)
6. André Lanfer Marquez (servidor)
7. Helena Cachanhuk Soares (posdoc)
8. Regiane Moura (posdoc)
9. Vinicio Santos (doutorando)
10. Letícia Stachelski (doutoranda)
11. Raimundo Vitor Pereira (doutorando)
12. Breno Tramontini Steffen (doutorando)
13. Mariana Gandra (doutoranda)
14. Priscila Carvalheiro Farias (bolsista DTI)
15. Mayana Sousa (mestranda)

#### Membros externos (COPPE/UFRJ):

1. Afonso Paiva (coordenador do LOF)
2. Mariela Gabioux (profa. visitante)
3. Ana Carine R. Lara (doutoranda)
4. Fernando Dix T. Barberini (doutorando)
5. Aron F. C. Nunes (bolsista de pesquisa)
6. Tayanne Pires Ferreira (doutoranda)
7. Efraime Daniel (doutorando)



**COPPE**  
UFRJ

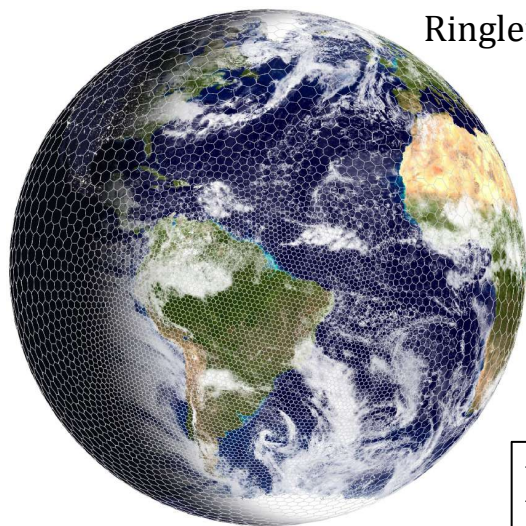


# A componente atmosférica do MONAN

O modelo MPAS-A foi oficialmente recomendado pelo grupo de trabalho do INPE, principalmente devido a:

- ✓ Desenho de software com funcionalidades modernas do Fortran;
- ✓ Portabilidade para GPU;
- ✓ O legado do WRF: o desenvolvimento do modelo atmosférico regional de maior sucesso no mundo, usado por uma grande parte da comunidade sul americana;
- ✓ Aplicação de sucesso nas escalas convectivas;
- ✓ Aprovado por recomendação do Comitê Científico em 3 de agosto de 2023.

Grade esférica centroidal Voronoi  
Ringler et al. (2010)



10-15 km global

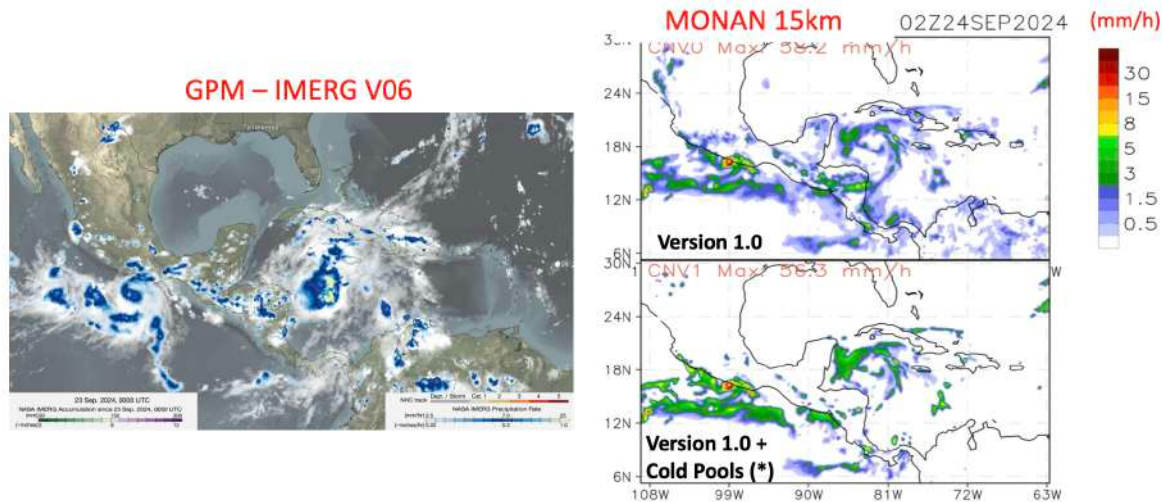


Permite refinamento local:

**Um único modelo para as escalas regional e global**

# Exemplos de sucesso na escala meteorológica do tempo

Helene 24 – 28 SEP2024



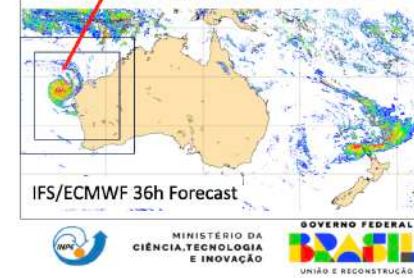
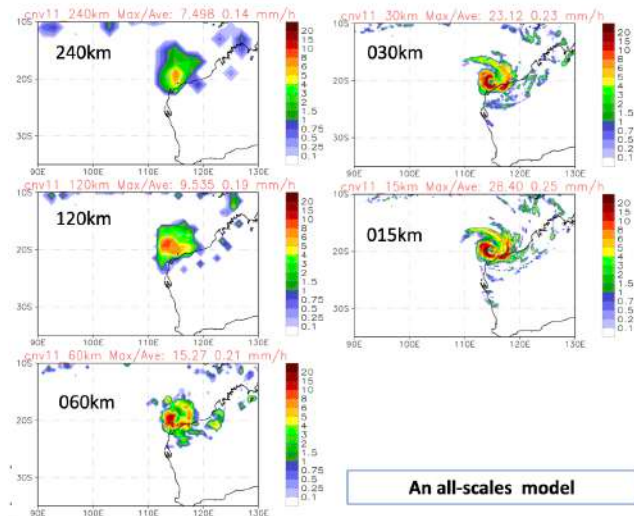
(\*) Freitas et al., 2024 AGU/JAMES



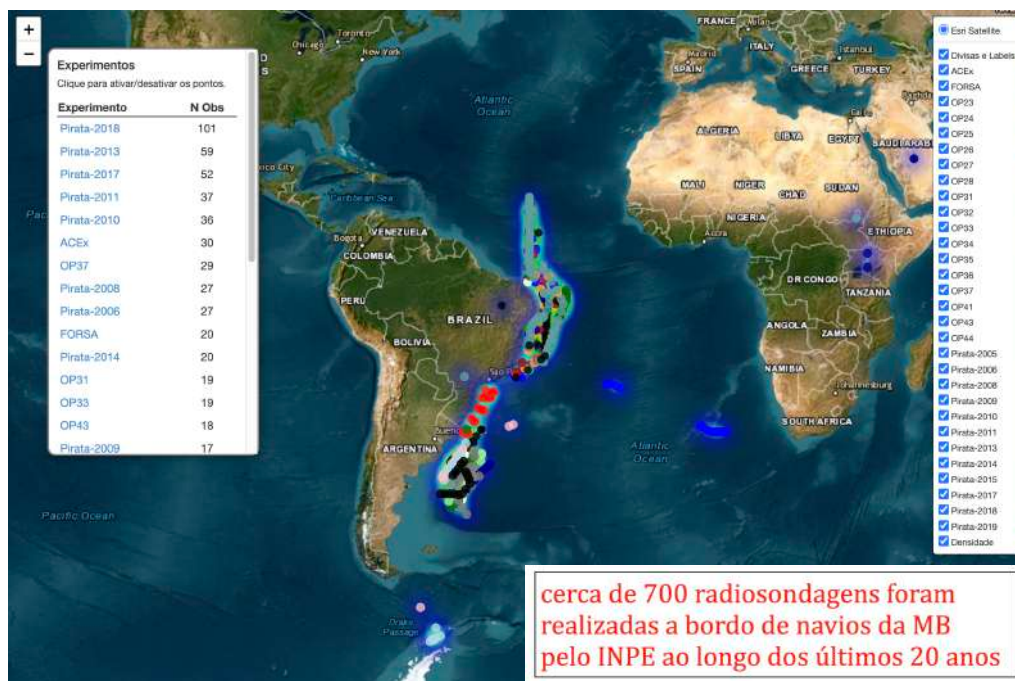
MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



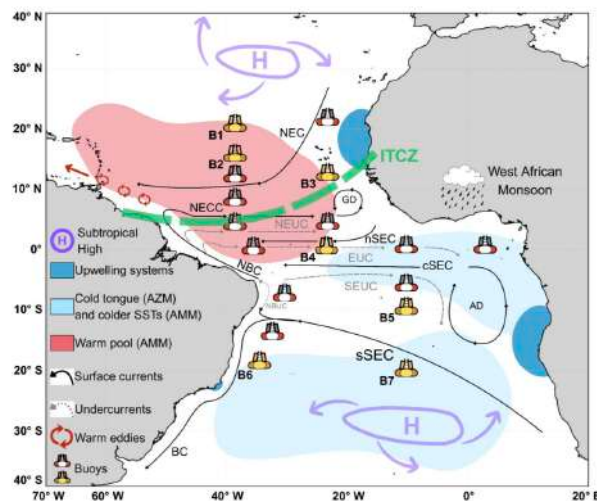
**TC Australia**  
1-h Accum Precip (mm) @ 12UTC 21 Jan 2025



# A escolha da componente oceânica - processos a resolver



Meteorology 2026, 36, x FOR PEER REVIEW



Article

## Estimates of Ocean–Atmosphere Heat Fluxes in the Tropical Atlantic from Different Bulk Parameterization Schemes Used Operationally in Brazil

Leticia Stachelski <sup>1,\*</sup>, Ronald Buss de Souza <sup>1</sup>, Gilberto Fisch <sup>2</sup>, Regiane Moura <sup>1</sup>, Breno Tramontini Steffen <sup>1</sup> and Luciano Ponzi Pezzi <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Oceania and Cryosphere Group (GOC), Earth System Numerical Modeling Division (DIMNT), National Institute for Space Research (INPE), Rodovia Presidente Dutra km 40, Cachoeira Paulista 12630-000, Brazil; ronald.buss@inpe.br (R.B.d.S.); regiane.moura@inpe.br (R.M.); breno.steffen@inpe.br (B.T.S.)

<sup>2</sup> Agricultural and Sciences Department (AGRO), University of Taubaté (UNITAU), Rua 4 de Março 432, Taubaté 12020-040, Brazil; fisch.gilberto@gmail.com

<sup>3</sup> Laboratory of Ocean and Atmosphere Studies (LOA), Earth Observation and Geoinformatics Division (DIOTG), National Institute for Space Research (INPE), Avenida dos Astronautas 1758, São José dos Campos 12227-900, Brazil; luciano.puzzi@inpe.br

\* Correspondence: leticia.stachelski@inpe.br

### Abstract

The ocean–atmosphere turbulent heat exchange plays a critical role in the energy and moisture budgets of the Tropical Atlantic Ocean (TAO) and in weather and climate forecasts. However, its estimation strongly depends on the choice of bulk parameterization, as direct in situ measurements are sparse. This study evaluates sensible ( $H_s$ ) and latent ( $H_l$ ) heat fluxes derived from three bulk parameterization schemes used operationally in models at the Brazilian Center for Weather Forecast and Climate Studies (CPTEC) of the National Institute for Space Research (INPE), Brazil: the Brazilian Atmospheric Model (BAM), the Modular Ocean Model version 6 (MOM6), and the Weather Research and Forecasting (WRF) model. Using daily in situ observations from seven Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA) buoys across the TAO during 1997–2023, we computed monthly mean fluxes and compared them against the Coupled Ocean–atmosphere Response Experiment (COARE) algorithm version 3.0b (COARE 3.0b) reference. COARE version 3.6 (COARE 3.6) and European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) Reanalysis 5th generation (ERA5) data were included as additional benchmarks. All offline schemes were forced with identical buoy data, isolating differences in internal physical assumptions.  $H_l$  is approximately one order of magnitude larger than  $H_s$  across all sites, and inter-scheme differences are substantially larger for  $H_l$  ( $\pm 50 \text{ W m}^{-2}$ ) than for  $H_s$  ( $\pm 5 \text{ W m}^{-2}$ ). All schemes reproduce the seasonal cycle linked to the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) migration and trade-wind variability, with correlations generally exceeding 0.8 ( $p < 0.001$ ) for most buoys. However, systematic magnitude biases remain. The Coordinated Ocean Research Experiments (CORE) bulk formulation implemented in MOM6 (MOM6-CORE) shows high temporal correlation (often  $r \approx 1.0$ ) but a persistent negative bias for both  $H_s$  and  $H_l$  (e.g., B1  $H_l$  bias =  $-24.0 \text{ W m}^{-2}$ ), indicating weaker turbulent exchange relative to COARE 3.0b. BAM overestimates  $H_s$  (by  $1\text{--}3 \text{ W m}^{-2}$ ) and underestimates  $H_l$  at most northern and southern sites, while the parameterization of the Yonsei University (YSU) implemented in the WRF model (WRF-YSU) amplifies  $H_s$  variability intermittently, particularly at the equator (B4). As expected, COARE 3.6 remains the closest to the reference (differences  $< 1 \text{ W m}^{-2}$  for  $H_s$  and  $< 7 \text{ W m}^{-2}$  for  $H_l$ ;  $r \approx 0.99$ ). ERA5 captures temporal variability well ( $r \approx 0.7\text{--}0.9$ ) but systematically overestimates  $H_l$



Academic Editors: Pao K. Wang and Paul D. Williams

Received: 2 April 2026

Revised: 2 June 2026

Accepted: 4 June 2026

Published: 6 June 2026

Copyright: © 2026 by the authors.

Licensed under MDPI, Basel, Switzerland.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Attribution (CC BY) license.

Meteorology 2026, 5, 14

<https://doi.org/10.3390/meteorology502014>

## Energetics of Subtropical Cyclone Raoni in the Southwestern Atlantic Ocean and the Impact of Coupled Ocean-Atmosphere Interaction Processes

Vinício Lima Santos<sup>1\*</sup>, Ronald Buss de Souza<sup>1</sup>, Leonardo J. G. Aguiar<sup>2</sup>, Priscila Farias<sup>1</sup>, Luciano Ponzi Pezzi<sup>3</sup>, Danilo Couto de Souza<sup>4,5,6</sup>, Mariana Monteiro dos Santos Gandra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Oceans and Cryosphere Group (GOC), Earth System Numerical Modeling Division (DIMNT), National Institute for Space Research (INPE), Cachoeira Paulista, São Paulo, Brazil. Emails: [vinicio.santos@inpe.br](mailto:vinicio.santos@inpe.br); [ronald.buss@inpe.br](mailto:ronald.buss@inpe.br);

[farias.priscilac@gmail.com](mailto:farias.priscilac@gmail.com); [mariana.gandra@inpe.br](mailto:mariana.gandra@inpe.br)

<sup>2</sup> Department of Meteorology, Federal University of Pelotas (UFPEl), Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brazil. Email: [leonardo.aguiar@ufpel.edu.br](mailto:leonardo.aguiar@ufpel.edu.br)

<sup>3</sup> Laboratory of Ocean and Atmosphere Studies (LOA), Earth Observation and Geoinformatics Division (DIOTG), National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brazil. Email: [luciano.pezzi@inpe.br](mailto:luciano.pezzi@inpe.br)

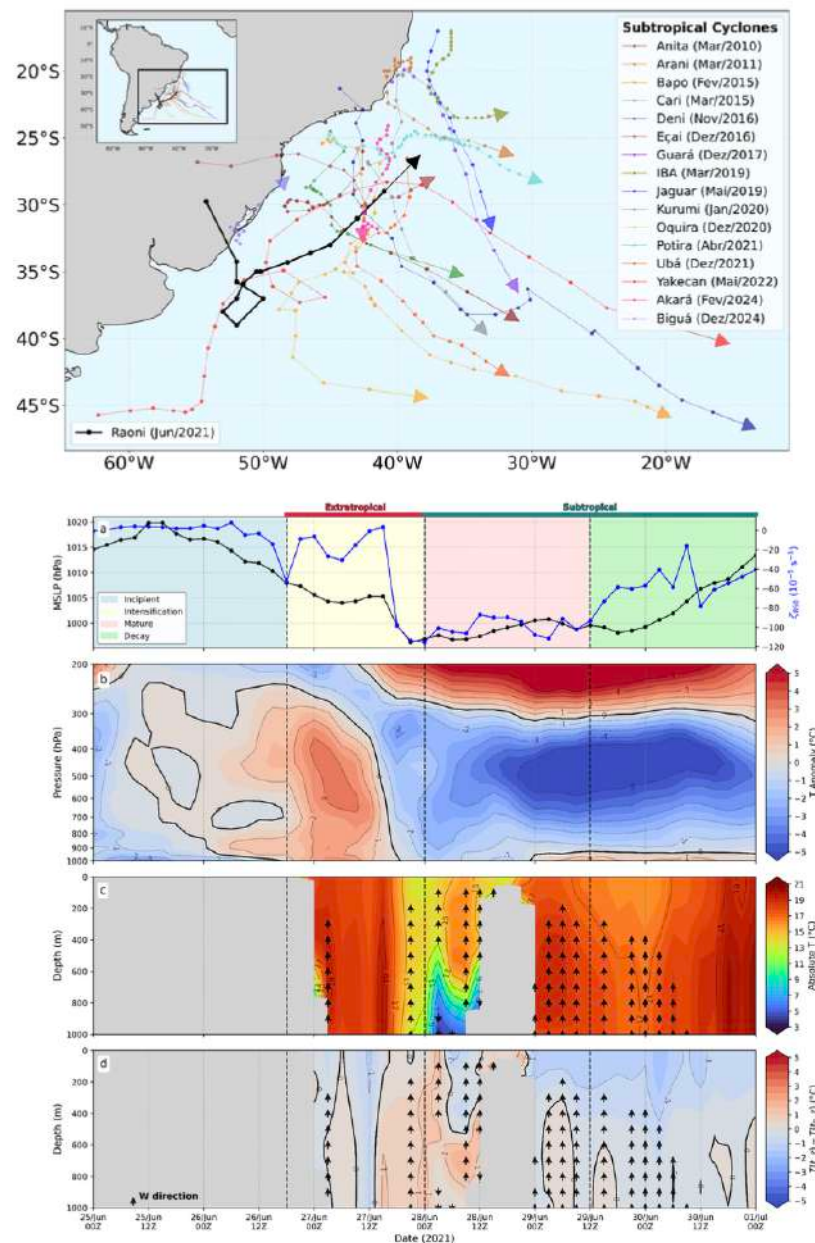
<sup>4</sup> Department of Atmospheric Sciences, Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences (IAG), University of São Paulo (USP), São Paulo, Brazil. Email: [danilo.oceano@gmail.com](mailto:danilo.oceano@gmail.com)

<sup>5</sup> IRB (P&D), Rio de Janeiro, Brazil

<sup>6</sup> Brazilian Center of Risk and Resilience Studies, Rio de Janeiro, Brazil

### Abstract

This study investigates atmosphere-ocean coupling in the evolution and energetics of Subtropical Cyclone Raoni, a unique and very rare system which developed over the Southwestern Atlantic Ocean in June 2021. This part of the world ocean is known for its high dynamics and the presence of intense sea surface temperature (SST) gradients caused by the convergence of different current systems and oceanographic fronts. The cyclone presented a very distinct trajectory compared to other similar events in the region, also evolving from an extratropical configuration to a subtropical one during its lifetime. Regional numerical experiments were performed with the Coupled Ocean-Atmosphere-Wave-Sediment Transport (COAWST) Modeling System using atmospheric forcings in coupled and uncoupled configurations to assess the effects of regionalization. Model performance was evaluated against independent atmospheric observations, precipitation estimates, SST analyses, and reference forcings, while the cyclone thermal structure and energy budget were examined using Cyclone Phase Space (CPS) and Limited Area Energetics diagnostics. The regional simulations reproduced Raoni's transition from an initially extratropical cyclone to a mature subtropical system with a shallow warm core. Coupling reduced systematic SST biases, improved the representation of near-surface atmospheric variables and precipitation, and provided a more thermodynamically consistent ocean-atmosphere coupled response. The coupled simulations indicated that cyclone-induced ocean cooling increased the local marine atmospheric boundary layer (MABL) stability, acting as a negative feedback to the



## MONAN - Modelo para Previsão dos Oceanos, Superfícies Continentais e Atmosfera

Ronald Buss de Souza e Saulo Ribeiro de Freitas (INPE)

Divisão de Modelagem Numérica do Sistema Terrestre (DIMNT), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra km 40, RJ-SP, Cachoeira Paulista, SP

### INTRODUÇÃO

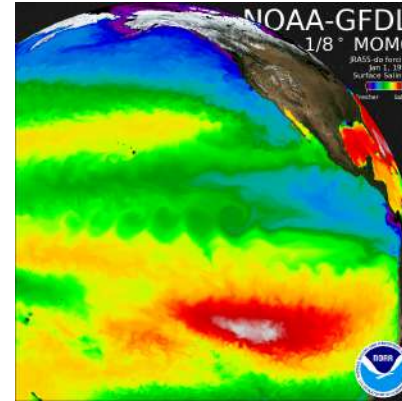
O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é uma das unidades de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e completou recentemente 61 anos de idade. O instituto tem como missão desenvolver, operar e utilizar sistemas espaciais para o avanço da ciência, da tecnologia e das aplicações nas áreas do espaço exterior e do ambiente terrestre, e oferecer produtos e serviços inovadores em benefício do Brasil. Com a criação do Centro de Estudos de Previsão de Tempo e Estudos Numéricos (CPTEC) na década de 1990 e contando com pesquisadores com uma vasta experiência técnico/científica na área, além de um dos mais conceituados cursos de Pós-Graduação em Meteorologia do País, o INPE foi pioneiro na área de previsão numérica de tempo e clima no Brasil utilizando ferramentas de computação científica de alto desempenho. Com a evolução dos sistemas de supercomputação e conhecimento científico na área ao longo dos últimos 30 anos, o INPE é hoje um dos pilares do recém-criado Sistema Nacional de Meteorologia. Como um de seus produtos mais importantes oferecidos para a sociedade, o instituto oferece previsões de tempo e clima que têm inúmeras aplicações no dia a dia do cidadão brasileiro.

Ao mesmo tempo em que a área da Meteorologia evoluiu e o conhecimento científico mundial e nacional cresceram, outras áreas do INPE igualmente importantes tiveram seu desenvolvimento incrementado desde a criação do INPE e oferecem, hoje, suporte para a operação de programas importantes de monitoramento ambiental do nosso País. Esse é o caso, por exemplo, do programa de monitoramento da vegetação dos biomas brasileiros e dos impactos humanos sobre esses biomas, especialmente na Amazônia, causados pelo desmatamento e queimadas. O INPE também participa dos esforços do IPCC (International Panel on Climate Change) para estudar e prever as causas e consequências das mudanças climáticas globais no nosso planeta, com enfoque específico no papel da supressão da vegetação da Amazônia Legal Brasileira sobre as trocas de dióxido de carbono, um gás de efeito estufa que contribui para o aquecimento global, entre a floresta e a atmosfera. Outros estudos incluem a resposta do oceano, especialmente o Oceano Atlântico Sul e Tropical, e do gelo marinho ártico e antártico frente ao aquecimento global e seus mecanismos de retroalimentação com a atmosfera.

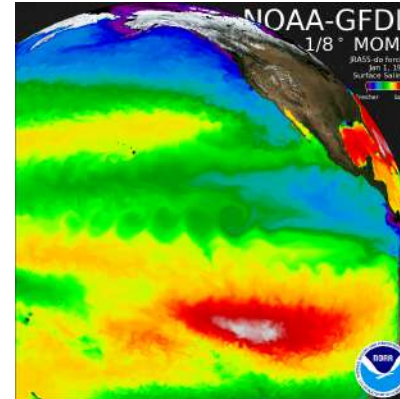
No caso dos oceanos, inúmeros projetos de pesquisa estudam fenômenos e processos oceanográficos importantes como as correntes marinhas, as ondas, as massas de água, as frentes oceanográficas, as trocas de energia e massa entre o oceano e a atmosfera e o papel do gelo marinho e fenômenos climáticos globais, como por exemplo o El Niño – Oscilação Sul (ENOS) e o Modo Anular Sul (Southern Annular Mode - SAM), no clima do Brasil (Prado et al., 2021, 2022; Casagrande et al., 2021 - Figura 1). No ano de 2019, após a concepção pela Marinha do Brasil de um Grupo de Avaliação e Acompanhamento (GAA) para responder à crise gerada pelo incidente de derramamento de óleo no mar que atingiu a costa norte e nordeste do Brasil, o INPE foi convidado e participou ativamente de ações que serviram para subsidiar políticas públicas que visavam a mitigação dos efeitos desse derramamento nos ecossistemas costeiros brasileiros. Nossos estudos também foram dirigidos a inferir, com base em saídas de modelos numéricos de circulação oceânica, qual(is) seria(am) a(s) possível(eis) fonte(s) desse derramamento.

Matéria:  
Modelo para Previsão dos Oceanos, Superfícies Continentais e Atmosfera





Processo de definição dos requisitos mínimos, escolha e avaliação dos modelos candidatos de coordenadas híbridas para a definição da componente oceânica do MONAN, considerando seu desempenho computacional e a **melhor representação numérica dos principais processos físicos, cinemática e dinâmica oceânica, massas d'água, variabilidade espacial e temporal dos grandes giros e frentes oceanográficas, mesoescala oceânica e processos na interface oceano-atmosfera, na escala global.**

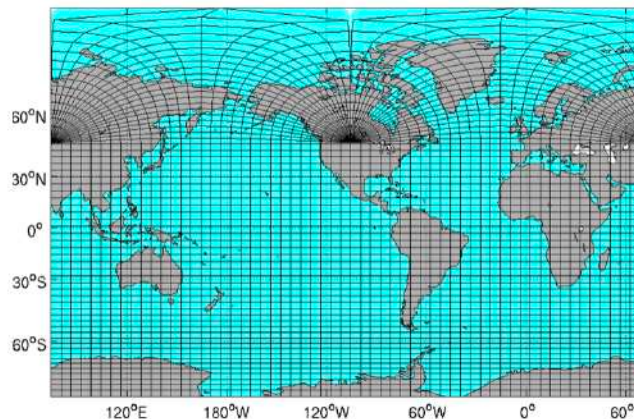


| Feature               | HYCOM                                                                                                                                                     | MOM6                                                                                                                                            |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Philosophy</b>     | Consolidated Engineering                                                                                                                                  | Flexible Evolution                                                                                                                              |
| <b>Vertical Grid</b>  | General Platform ( <i>ALE Framework</i> ) - It works like a shapeshifter, adapting its vertical grid to the physics of the water automatically.           | General Platform ( <i>ALE Framework</i> ) - It works like a shapeshifter, adapting its vertical grid to the physics of the water automatically. |
| <b>Software Style</b> | Traditional Code and Scalable                                                                                                                             | Modern and Scalable                                                                                                                             |
| <b>Best Use Case</b>  | <u>Real-time Forecasting and Weather &amp; Climate Research</u><br>Navy models and offshore industry. It is fast and integrates with real data perfectly. | <u>Long-term Research</u><br>New standard for NOAA and CMIP. It provides superior stability and math for long-term predictions.                 |
| <b>Community</b>      | Deep roots in Naval history.                                                                                                                              | Rapidly growing with modern developers and open-source support. Broad interest in use, application and research.                                |

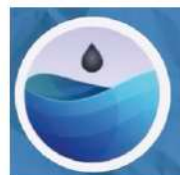
## HYCOM-GLOBAL: Implementado na EGEON e na noiva máquina Jaci, 25km



- Modelo HYCOM, última versão 2.3.01
- Grade Global Tripolar 1500x1100 (idm x jdm) / Mercator
- Resolução Vertical: 32 camadas híbridas
- Modelo de gelo "energy loan ice model"
- Batimetria 2-minute NAVO/NRL DBDB2 global dataset
- Testes iniciais:
  - Condições iniciais: **Mercator 1/12**
  - Forçantes: **ERA5**



BESM



## MOM6-GLOBAL: 25 km, Implementado no Egeon e na nova máquina JACI

- MOM6+SIS2 (versão usada no BESM e SisMOM)
- Resolução horizontal: 1/4 x 1/4 grau
- Resolução vertical: 75 níveis, híbrido
- TESTES INICIAIS:
  - Condições iniciais: **Reanálise GLORYS12V1**
  - Forçantes: **Large e Yeager climatológicos** (1948-2009) e **MERRA2/NASA**

## HYCOM - MOM6 GLOBAL : Consenso para uso da melhor configuração disponível no INPE e LOF/ UFRJ (Recomendação Workshop REMO-MONAN 2025)

- **Período de simulação:** Rodada longa de **21 anos entre 2004-2024**
- Continuará usando a mesma **grade de 25 km regular** que foi usada nos testes iniciais para os dois modelos.
- **Coordenada vertical:** **75 camadas híbridas** que o MOM6 usa no BESM. E para o HYCOM usaria-se os **41 camadas híbridas** do atual sistema operacional global do RTOFS/NOAA/NCEP { NAVY ESPC também usa **41** níveis).
- **Condição Inicial:** Como não tem a análise diária do Mercator para 01/01/2004 (GLOBAL\_ANALYSISFORECAST\_PHY\_001\_024), usaremos a **reanálise diária GLORYS** (GLOBAL\_MULTIYEAR\_PHY\_001\_030) , que só está disponível a partir de 2022.
- **Forçantes atmosféricas:** **ERA5, a cada 6 horas** (arquivos com menor tamanho e rodada mais rápida).
- **Batimetria:** Cada modelo usaria a melhor batimetria que atualmente é usada -> seria o **Etopo1** para o MOM6 (BESM) e o **Navo-NRL 2 minute** para o HYCOM, **corrigido** com a abertura de canais importantes (LOF/COPPE)
- **Modelo de gelo marinho:** Cada modelo usará seu próprio modelo de gelo marinho acoplado, no caso o **SIS2 para o MOM6**, e o **"Energy loan ice model" para o HYCOM**.
- **Parametrizações físicas:** Cada modelo usará as parametrizações que atualmente usa-> o MOM6 dentro do BESM, e o HYCOM no teste global implementado no LOF/COPPE.

### Junho/Julho-2026

#### Pre-Processamento

-Grade tripolar de 25km com **batimetria (corrigida para o HYCOM)**

-Condições iniciais com a **reanálise diária do GLORYS12** (Mercator)

-Forçamento atmosférico com **ERA5 c/6 horas**

#### Rodada de 21 anos

-Início da rodada em 31/12/2003 no **EGEON (256 processadores para o HYCOM) ) e JACI (1024 processadores para o MOM6)**  
-Relaxamento de T e Sal

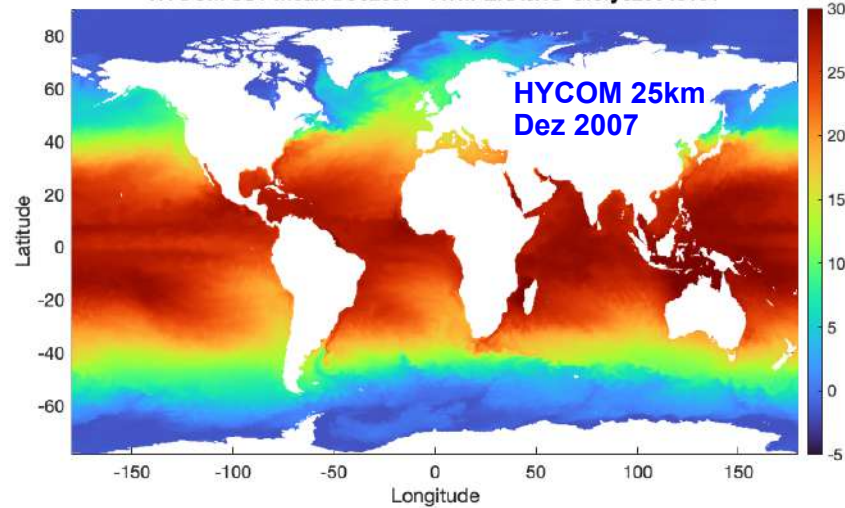
- Avaliação inicial (T, Sal, correntes e gelo marinho) e ajustes nas rodadas.

#### Avaliação e análise comparativa

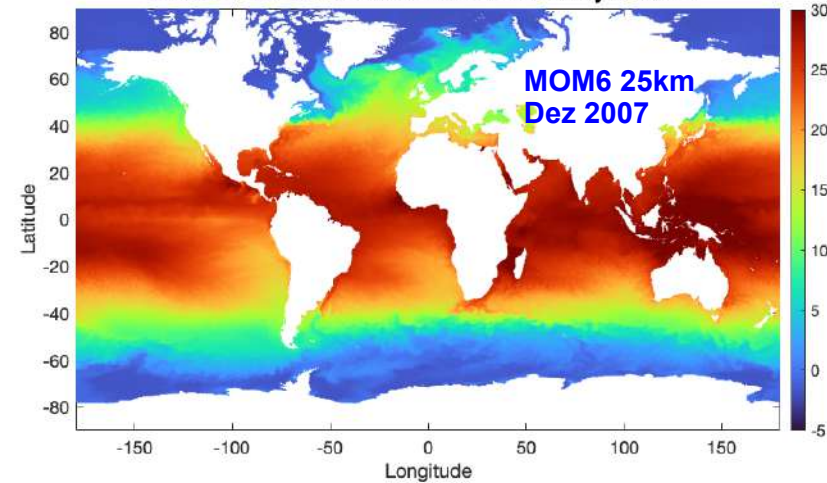
- Avaliação e comparação da performance física dos modelos.
- Avaliação da performance computacional dos modelos.
- Elaboração do **Relatório para o Comitê Científico** do MONAN.

# Resultados preliminares: campos de TSM

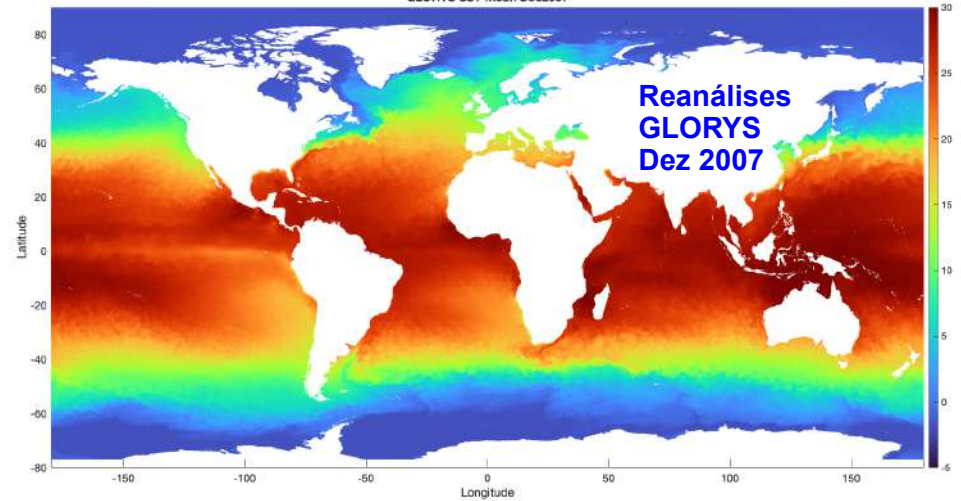
HYCOM SST mean Dec2007 - ATM-ERA5/IC-Glorys20040101



MOM6 SST mean Dec2007 - ATM-ERA5/IC-Glorys20040101



GLORYS SST mean Dec2007



# Resultados preliminares: variabilidade do gelo marinho antártico

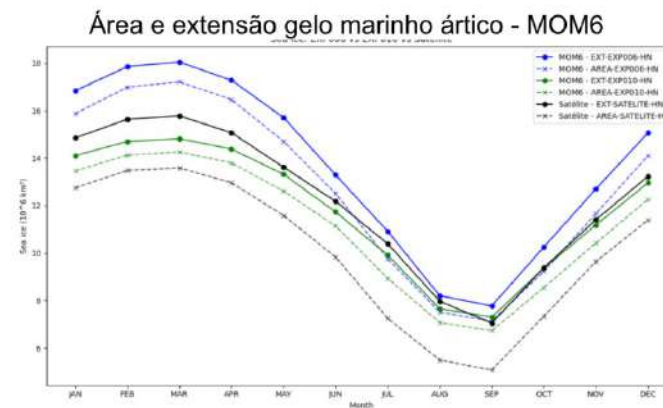
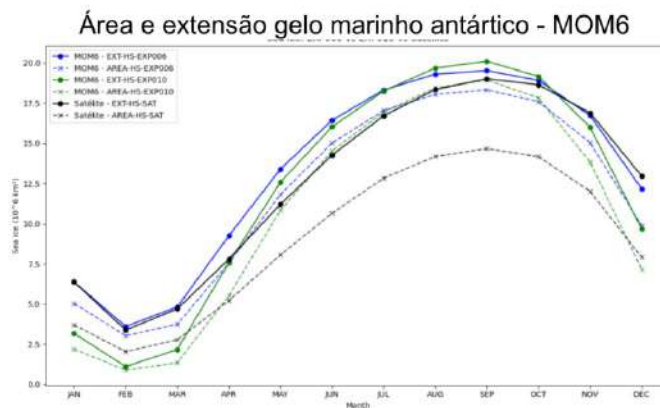
## Modelo de Gelo Marinho MOM6 - Sea Ice Simulator SIS2

Componente dinâmica: Resolve o balanço de forças que determina o movimento do gelo marinho.

Componente termodinâmica: Resolve o perfil vertical de temperatura, derretimento vertical/lateral e as taxas de crescimento.

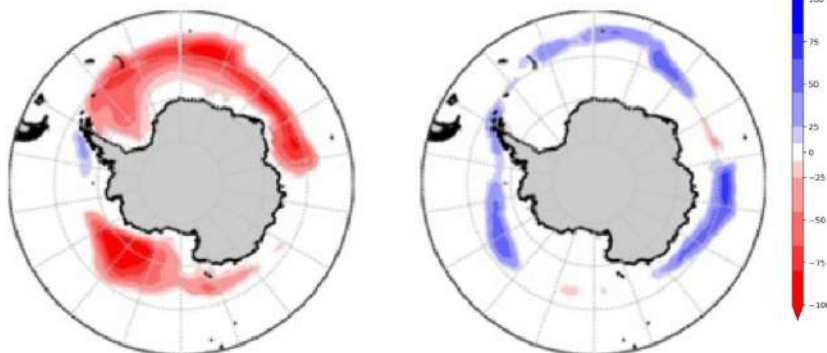
Distribuição de espessura: Esquema que divide o gelo marinho em múltiplas camadas de espessura.

Validação das saídas de gelo marinho: Dados de satélite do National Snow and Ice Data Center (NSIDC): Nimbus-7 SMMR, DMSP SSM/I, DMSP SSMIS e, OISST V2 - High Resolution



SIS - CMIP5

SIS2 - CMIP6



## GFDL's Contribution to the Coupled Model Intercomparison Project

[Coupled Model Intercomparison Project](#) (CMIP) is an international effort to improve climate models by comparing multiple model simulations to observations and to each other. These comparisons support better understanding of past and future climate changes and climate and Earth System Model (ESM) improvements. CMIP falls under the direction of the [Working Group on Coupled Modeling](#) within the [Earth System Modeling and Observations](#) core project of the [World Climate Research Program](#). CMIP has coordinated five past large model intercomparison projects. Most have been extensively used in the various [Intergovernmental Panel on Climate Change](#) (IPCC) assessment reports since 1990.

### Quick links

[CMIP5 Data](#)

[CMIP5 FAQ](#)

## Earth System Model 4 (ESM4)

Our CMIP6 experiments with Earth System Model version 4.1 ([Dunne et al., 2020](#)) included many of the integrations found in the long-term CMIP5 experimental design through its comprehensive representation of coupled carbon-chemistry climate interactions merging the capabilities of previous generation CM3, ESM2M, and ESM2G (see below) with new capabilities in atmospheric chemistry ([Horowitz et al., 2020](#)), and biogeochemistry and ecosystems in ocean ([Stock et al., 2020](#)) and land ([Shevliakova et al., 2024](#)).

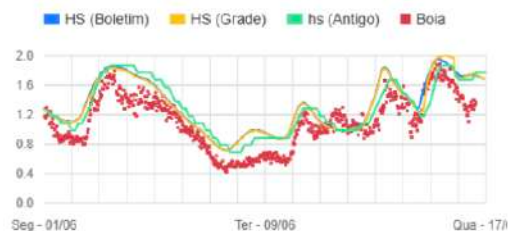
# Resultados preliminares: forçamento atmosférico do WW3

Modelo de Ondas WW3 Global, forçado com dados de vento à 10 m do MONAN:

- ✓ Grade Global : 721x361 (0.5x0.5);
- ✓ Batimetria ETOPO1;
- ✓ Modelo Antigo forçado com campos de vento e gelo do GFS;
- ✓ Modelo Novo forçado com campos de vento do MONAN e gelo do GFS.

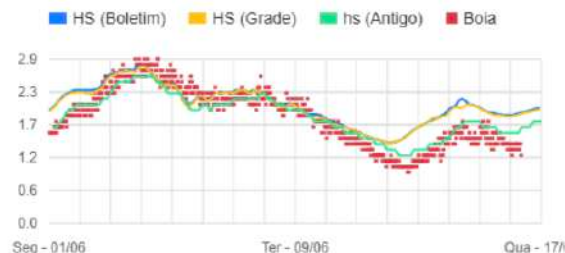
## Boia SIMCosta RJ-4

Altura das Ondas (m)



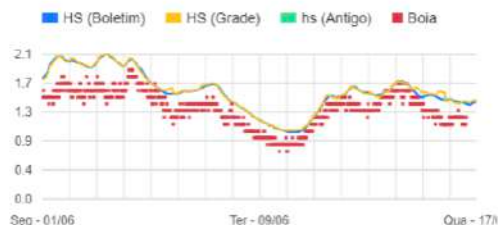
## 51201 - Waimea

Altura das Ondas (m)



## NE PUERTO RICO - 170 NM NNE of San Juan, PR - 41043

Altura das Ondas (m)



# Agradecimentos

## Institutions Participants in the MONAN Project- April 2025

