

# Grupo de Trabalho de Modelagem Numérica da Atmosfera

Desenvolvimento do Modelo MONAN e Parametrizações Físicas

# Introdução à Modelagem Numérica da Atmosfera



## O que é Modelagem Numérica da Atmosfera?

É a representação matemática e computacional dos processos físicos que ocorrem na atmosfera, utilizando equações diferenciais para descrever a dinâmica e termodinâmica atmosférica.



## Importância para Previsão do Tempo e Clima

Os modelos numéricos são **ferramentas essenciais** para prever condições meteorológicas, eventos extremos e mudanças climáticas, auxiliando na tomada de decisões em diversos setores como agricultura, energia, transporte e gestão de desastres.



## Histórico da Modelagem Atmosférica no Brasil

No Brasil, a modelagem numérica da atmosfera teve início na década de 1980, com o desenvolvimento de modelos regionais. Em 1994, foi criado o CPTEC/INPE, que se tornou referência na América do Sul em previsão numérica do tempo e clima. Atualmente, o **projeto MONAN** representa um novo paradigma na modelagem atmosférica brasileira.

# O Projeto MONAN

## O que é o MONAN?

Model for Ocean-la Nd-Atmosphere predictio N

Uma iniciativa interinstitucional liderada pelo INPE e MCTI para desenvolvimento de um sistema unificado de modelagem do Sistema Terrestre.

## Objetivos do MONAN

- Desenvolver um sistema comunitário de modelagem
- Aprimorar a precisão das previsões de tempo e clima
- Responder aos desafios das mudanças climáticas



## Gestão e Colaboração

O MONAN é gerido por um comitê científico que agrupa esforços de:

- Universidades brasileiras
- Centros de pesquisa
- Autoridades em meteorologia e oceanografia
- Centros e universidades internacionais

# Características do MONAN

## Versão Inicial (1.0.0)

Baseada no núcleo dinâmico do modelo atmosférico **MPAS 8.0.1** (Model Prediction Across Scales), com parte da física obtida do MPAS e outra parte desenvolvida pela comunidade técnico-científica brasileira.

## Componentes do Sistema

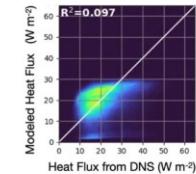
Atmosfera  
Superfície e Solos Continentais  
Oceanos e Criosfera  
Assimilação de Dados do Sistema Terrestre  
Processamento de Alto Desempenho  
Métodos e aplicações de Inteligência Artificial

## Aplicações

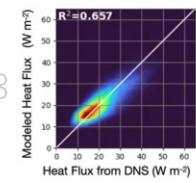
Direct Numerical Simulation (DNS) of Rayleigh-Bénard Convection (RBC)



Traditional model breaks down in RBC



Neural networks improve the accuracy



## Características Principais

- **Unificado:** Adequado para escalas espaciais de fenômenos atmosféricos de  $10^2$  m a  $10^3$  km
- **Aeragente:** Escalas temporais de nowcasting, tempo, sub-sazonal, sazonal e mudanças climáticas

# Parametrizações Físicas do MONAN

O MONAN tem sua versão inicial (1.0.0) baseada no núcleo dinâmico do modelo atmosférico **MPAS 8.0.1**. As parametrizações físicas são parcialmente derivadas do MPAS e parcialmente desenvolvidas pela comunidade científica brasileira.

## Radiação: RRTMG

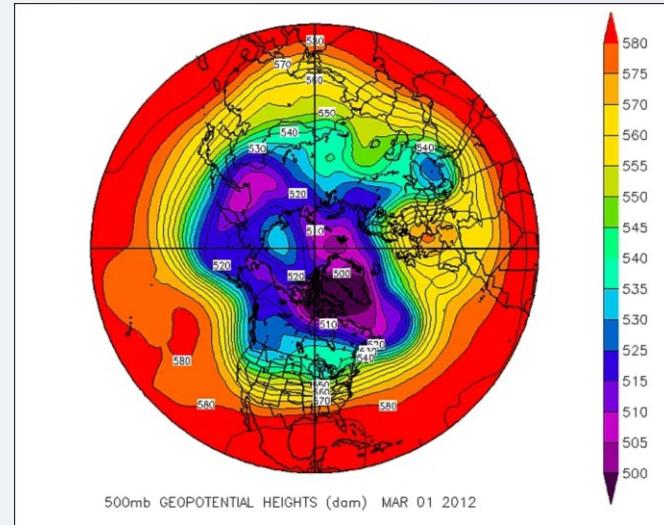
Esquemas RRTMG 5.0 para radiação de onda longa e curta, incluindo efeitos de aerossóis e acoplamento com microfísica e convecção.

## Superfície Terrestre: NOAH

Modelo de superfície terrestre que simula processos de troca de energia, água e carbono entre solo, vegetação e atmosfera.

## Microfísica de Nuvens: GFDL WSM6

Esquema de microfísica de momento úmido convectivo



## Convecção: SAS GF & Tiedtke

Esquemas de convecção profunda e rasa, com formulação trimodal, transporte convectivo e remoção úmida de traçadores.

## Camada Límite Planetária (PBL): FDME YSU

# Membros do Grupo de Trabalho



**Dr. Saulo Ribeiro de Freitas**

Líder do Projeto MONAN

Chefe da Divisão de Modelagem Numérica do Sistema Terrestre do INPE. Especialista em modelagem atmosférica e química da atmosfera.



**Dra. Karla Longo**

Pesquisadora Sênior

Especialista em modelagem atmosférica e química da atmosfera, com foco em aerossóis e poluição do ar. Colaboradora no desenvolvimento do BRAMS.



**Dr. Jose Paulo Bonatti**

Pesquisador Sênior

Especialista em modelos de circulação global. Contribuiu para o desenvolvimento do Brazilian Atmospheric Model (BAM).



**Dra. Sin Chan Chou**

Pesquisadora Sênior

Especialista em modelagem atmosférica regional, com foco no modelo Eta para previsões de tempo e clima, e projeções de mudanças climáticas.



**Dr. Silvio Nilo Figueroa**

Pesquisador

Especialista em modelagem climática e parametrizações físicas de sistemas convectivos. Contribuiu para o desenvolvimento do BAM.



**Dr. Jorge Gomes**

Pesquisador

Especialista em parametrizações físicas para modelos atmosféricos, com foco em esquemas de microfísica como o WSM6.



**Dr. Paulo Kubota**

Pesquisador

Especialista em avaliação de simulações climáticas e desenvolvimento de modelos

# Contribuições e Áreas de Pesquisa



## Modelagem Atmosférica

Desenvolvimento de parametrizações físicas para representar processos atmosféricos como convecção, microfísica de nuvens e radiação.



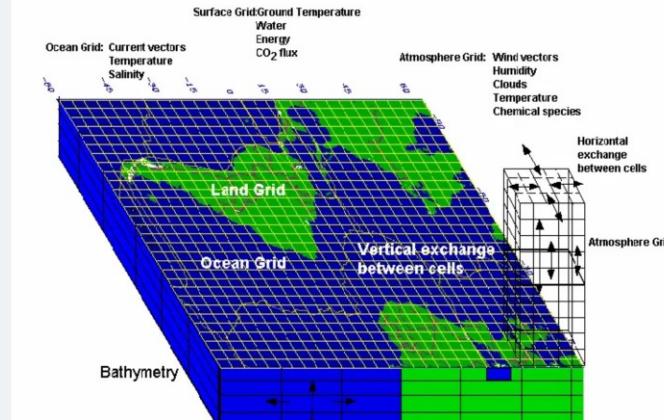
## Acoplamento Oceano-Atmosfera

Integração de modelos oceânicos e atmosféricos para melhor representação das interações entre esses sistemas.



## Assimilação de Dados

Desenvolvimento de técnicas para incorporar observações meteorológicas e melhorar as condições iniciais dos modelos.



## Previsão de Eventos Extremos

Aprimoramento da capacidade de prever eventos meteorológicos severos como tempestades, secas e ondas de calor.



## Desenvolvimento de Software