



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## **Ferramenta automática de previsão de tempo**

Fernando da Silva Carlos Alves Sampaio

Relatório final da Bolsa de Iniciação em  
Desenvolvimento Tecnológico e  
Inovação, orientada pelo Dr. Gustavo  
Carlos Juan Escobar.

INPE  
Cachoeira Paulista

2021



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## **Ferramenta automática de previsão de tempo**

Fernando da Silva Carlos Alves Sampaio

Relatório final da Bolsa de Iniciação em  
Desenvolvimento Tecnológico e  
Inovação, orientada pelo Dr. Gustavo  
Carlos Juan Escobar.

INPE  
Cachoeira Paulista

2021

## RESUMO

Devido à vasta extensão territorial, o Brasil apresenta diferentes tipos de clima com a atuação de diversos sistemas meteorológicos que provocam fenômenos distintos em cada uma das cinco regiões do país. O modelo numérico é a principal ferramenta utilizada pelos meteorologistas previsores para realizar a previsão de tempo, sendo a precipitação a variável meteorológica mais difícil de ser prevista. Esta dificuldade existe principalmente em regiões com ambientes barotrópicos onde o calor e a umidade do ar são os principais fatores causadores da chuva. Neste tipo de situação meteorológica, os modelos numéricos subestimam a ocorrência de chuva, seja a sua localização quanto a sua intensidade. Apesar desta deficiência, o modelo numérico fornece através de outras variáveis meteorológicas, informação necessária para que o meteorologista previsor consiga identificar áreas propensas à ocorrência de chuva como assim também o grau de severidade. No entanto, a necessidade de se realizar uma previsão de forma rápida, apropriado à rotina operacional, tem contribuído para que os meteorologistas previsores tomem decisões baseadas exclusivamente na precipitação como única variável meteorológica prevista pelos modelos numéricos, provocando ocasionalmente interpretações erradas. Neste contexto, o objetivo principal deste projeto é desenvolver uma ferramenta objetiva de previsão de tempo baseada na combinação de diferentes variáveis meteorológicas derivadas de modelos numéricos que caracterizam a dinâmica e a termodinâmica da atmosfera. A partir disso foi utilizada a linguagem de programação GrADS para gerar mapas com os resultados dos cálculos de precipitação e com cada condição meteorológica de uma cor, e para facilitar a leitura das condições foi feito uma legenda que mostra a qual cor pertence cada condição.

Palavras-chave: Clima. Meteorologista. Previsão.

## LISTA DE FIGURAS

	<b><u>Pág.</u></b>
Figura 1 – Modelo provisório 1.....	9
Figura 2 – Modelo provisório 2.....	10
Figura 3 – Último modelo funcional.....	11

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	vi
1.1	Objetivos .....	vi
2	Referencial Teórico.....	vii
3	Metodologia .....	ix
4	Resultados.....	x
5	Conclusão.....	xiii
6	Referências.....	xiv

# 1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o andamento do projeto de acordo com que foi proposto. Foi realizado um levantamento das principais condições meteorológicas do Brasil para a precipitação, assim como as ferramentas e os dados a serem utilizados no desenvolvimento do projeto.

Chamamos de precipitação quando qualquer líquido ou água congelada se forma na atmosfera e cai de volta na Terra. A precipitação ocorre de várias formas, como chuva, granizo e neve. Em conjunto com a evaporação e condensação, a precipitação é uma das três partes principais do ciclo da água no planeta.

A partir disso foi utilizada a linguagem de programação GrADS para gerar mapas com os resultados dos cálculos de precipitação e com cada condição meteorológica de uma cor para facilitar a leitura das condições.

## 1.1 Objetivos

O presente projeto tem como principal objetivo realizar a previsão de tempo para todo Brasil, fazendo ênfase também na emissão de avisos meteorológicos detalhados para as cinco regiões do país.

- Os objetivos específicos são:
  - a) Determinar as condições de tempo previstas para todo Brasil.
  - b) Determinar as condições de tempo previstas associadas com fenômenos meteorológicos adversos para todo Brasil.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para entender o que é a “previsão do tempo”, é preciso definir o que é tempo (meteorológico) e diferenciá-lo de clima. Portanto, entende-se por tempo as condições meteorológicas instantâneas vigentes num determinado lugar e num determinado instante. Clima é o comportamento médio da atmosfera em uma determinada região da Terra ao longo de um período mais largo, ou seja, o clima se refere à uma média de como evolui o tempo (meteorológico) em meses e anos.

Neste contexto, o Tempo, enquanto estado da atmosfera em um dado instante, é resultado de complexas interações entre os diversos componentes do sistema físico climático, como: precipitação, nuvens, ventos, umidade relativa do ar, ondas, pressão etc. E é a partir da coleta destes dados em estações meteorológicas de superfície, juntamente com o auxílio de computadores, que os dados são aplicados em modelos numéricos gerando várias simulações do comportamento atmosférico, que constituem uma representação matemática aproximada da realidade num intervalo tempo à frente. Essas previsões baseadas em probabilidades são então analisadas pelos meteorologistas que a concluem após as devidas correções

Chamamos de precipitação quando qualquer líquido ou água congelada se forma na atmosfera e cai de volta na Terra. A precipitação ocorre de várias formas, como chuva, granizo e neve. Em conjunto com a evaporação e condensação, a precipitação é uma das três partes principais do ciclo da água no planeta.

A precipitação se forma nas nuvens quando o vapor d'água se condensa em gotas cada vez maiores. Quando as gotas ficam pesadas demais, elas caem na Terra. Se uma nuvem estiver mais fria, como ocorre em altitudes mais elevadas, as gotículas de água podem congelar e formar gelo. Esses cristais de gelo, então, caem na Terra como neve, granizo ou chuva, dependendo da temperatura na nuvem e na superfície da Terra.

A precipitação pode ocorrer de diversas formas:

- **Chuva** – precipitação em forma líquida, com diâmetros variando entre 200 milésimos de milímetros e alguns milímetros; A chuva formada por gotículas cujos diâmetros são inferiores a 0,5 milímetros é conhecida como garoa ou chuveiro;
- **Neve** – quando a condensação do vapor d'água ocorre em temperaturas muito baixas (sublimação), formam-se cristais de gelo que coagulam e se precipitam em forma de flocos;
- **Granizo** – precipitação em forma de pedras de gelo. Tal precipitação pode ocorrer pelo congelamento da gota d'água ao atravessar camadas atmosféricas mais frias ou pela recirculação de cristais de gelo no interior das nuvens;
- **Nevoeiro** – o nevoeiro é uma nuvem ao nível do solo, com gotículas de diâmetro médio em torno de 0,02 milímetros, conhecido também como cerração;
- **Orvalho** – deposição de água sobre superfícies frias, à noite, como resultado do esfriamento do solo e do ar atmosférico adjacente, por efeito de irradiação de calor;
- **Geadas** – deposição de uma finíssima camada de gelo decorrente de processo de irradiação térmica, ocorrendo em temperaturas muito baixas (sublimação do vapor d'água).

### 3 METODOLOGIA

Para gerar o mapa, foram utilizados dados diários disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para a execução foi necessário computadores com ferramentas específicas (GrADS, Shell Script) para o desenvolvimento.

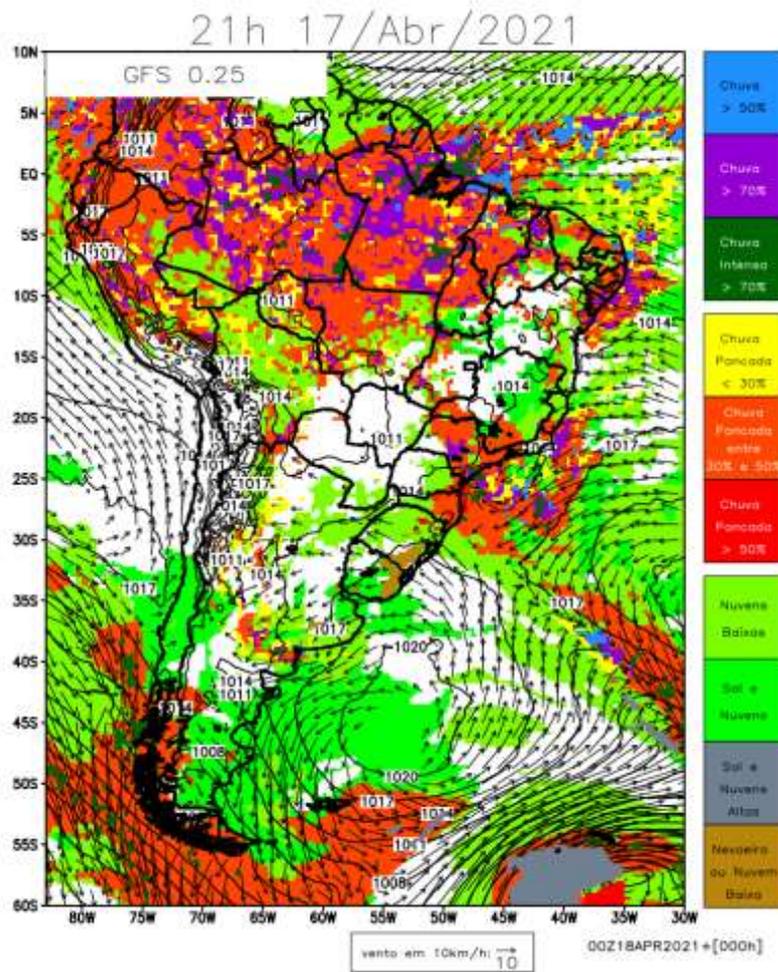
As condições de tempo e os cálculos utilizados foram:

- Carta chuva:
  - $\{\text{OMEGA}_{500} < -0,001 + \text{URM} (850/700/500) > 70\}$ ;
- Probabilidade baixa de chuva:
  - $[\text{URM} (850/700/500) > 40 + \text{OMEGA}_{500} < -0,001]$ ;
- Probabilidade moderada/alta de chuva:
  - $\{[\text{CARTA CHUVA}] + \text{Lift} > -1\}$ ;
- Probabilidade de chuva intensa:
  - $\{\text{OMEGA}_{500} < -0,3 + \text{URM} (850/700/500) > 80\}$ ;
- Probabilidade baixa de pancada de chuva:
  - $\{[\text{OMEGA}_{850} < -0,001] + \text{URM} > 70 + \text{LIFT} < -2\}$ ;
- Probabilidade moderada/alta de pancada de chuva:
  - $\{[\text{CARTA CHUVA}] + [\text{K} > 30, \text{TTS} > 45, \text{Lift} < -2]\}$ ;
- Nuvens baixas:
  - $\text{URM} (850/1000) > 80$ ;
- Sol e nuvens:
  - $\text{URM} (850/700/500) > 80$ ;
- Sol e nuvens altas:
  - $\text{URM} (400/250) > 60$ ;
- Nevoeiro:
  - $\{\text{UR2M} > 90 + \text{URM} (850/700/500) < 40\}$ ;
- Predomínio de sol.

## 4 RESULTADOS

Durante o período de estudo e desenvolvimento da proposta, foram desenvolvidos alguns modelos de mapas para melhorar entendimento e análise sobre a previsão meteorológica.

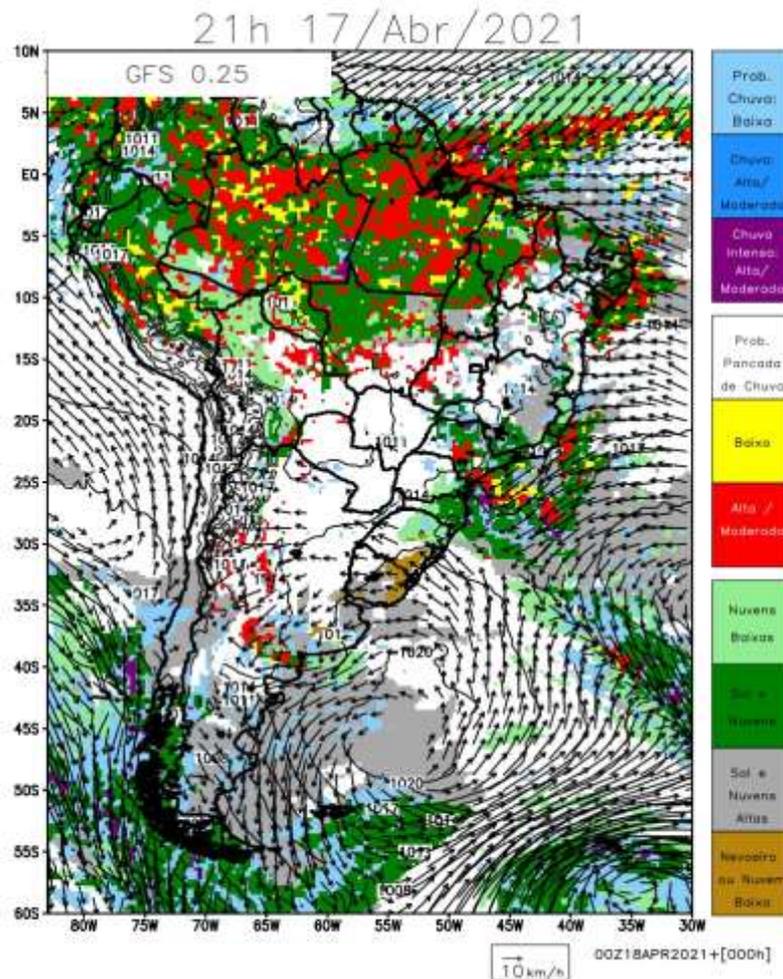
*Figura 1: Modelo provisório 1*



A figura 1 mostra um modelo em que estava sendo testada as cores a serem utilizadas e como ficaria a legenda do vento.



**Figura 3: Último Modelo Funcional**



A figura 3 representa o último modelo funcional, onde as cores foram definidas de acordo com o requisito do orientador e as condições meteorológicas foram corrigidas.

## **5 CONCLUSÃO**

Conclui-se então que o projeto resultou em uma forma de monitorar e controlar as informações que a proposta traz, ajudando assim, as partes interessadas a terem uma melhor utilização do modelo.

Demonstrando como é feita a previsão de tempo que nós vemos no dia a dia, com as variáveis e cálculos utilizados, fez com que gerasse mais interesse para essa área, e não somente para ver se vai chover ou não, mas para compreender a importância dessas variáveis que são coisas do nosso dia a dia, como o ar ou vento, que é um dos pontos importantes para a criação de nuvens de chuva.

O projeto também foi de grande ajuda para o desenvolvimento pessoal e profissional.

## 6 REFERÊNCIAS

FREITAS, Eduardo de. "Chuvas e precipitações"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/chuvas-precipitacoes.htm>. Acesso em 15 de agosto de 2021.

PRECIPITAÇÃO. Disponível em: [https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/915206/mod\\_resource/content/2/Precipitaçã.pdf](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/915206/mod_resource/content/2/Precipitaçã.pdf). Acesso em: 15 ago. 2021.

PRECIPITAÇÃO. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/daniel/Downloads/Material/Pos-graduacao/Manejo%20e%20conservacao%20do%20solo%20e%20da%20agua/manejo%20e%20conservacao%20-%20parte%202.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

PRECIPITAÇÃO: O QUE É, COMO OCORRE E TIPOS! Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/biologia/precipitacao/>. Acesso em: 15 ago. 2021.

PREVISÃO DO TEMPO. Disponível em: <https://www.infoescola.com/meteorologia/previsao-do-tempo/> Acesso em 20 ago. 2021.