



# Meteorologia Básica I: A Profissão Mais Urgente do Século XXI

---

Aula Inaugural

**Prof. Reinaldo Haas** | Departamento de Física | **Curso:** Meteorologia |  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)



## Vocês chegaram ao lugar certo, no momento mais crítico da história humana.

A meteorologia deixou de ser apenas a ciência de prever se vai chover amanhã. Hoje, é a linha de frente da defesa civil, da segurança alimentar, da geração de energia e da sobrevivência econômica global.

Bem-vindos à ciência que vai definir as próximas décadas.

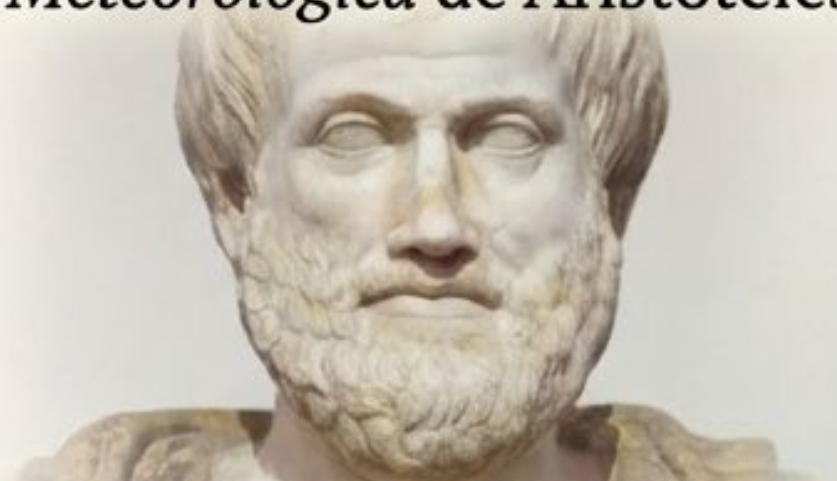
# A Jornada da Meteorologia

Da filosofia antiga aos desafios do século XXI.  
Bem-vindos ao curso de Meteorologia da UFSC.

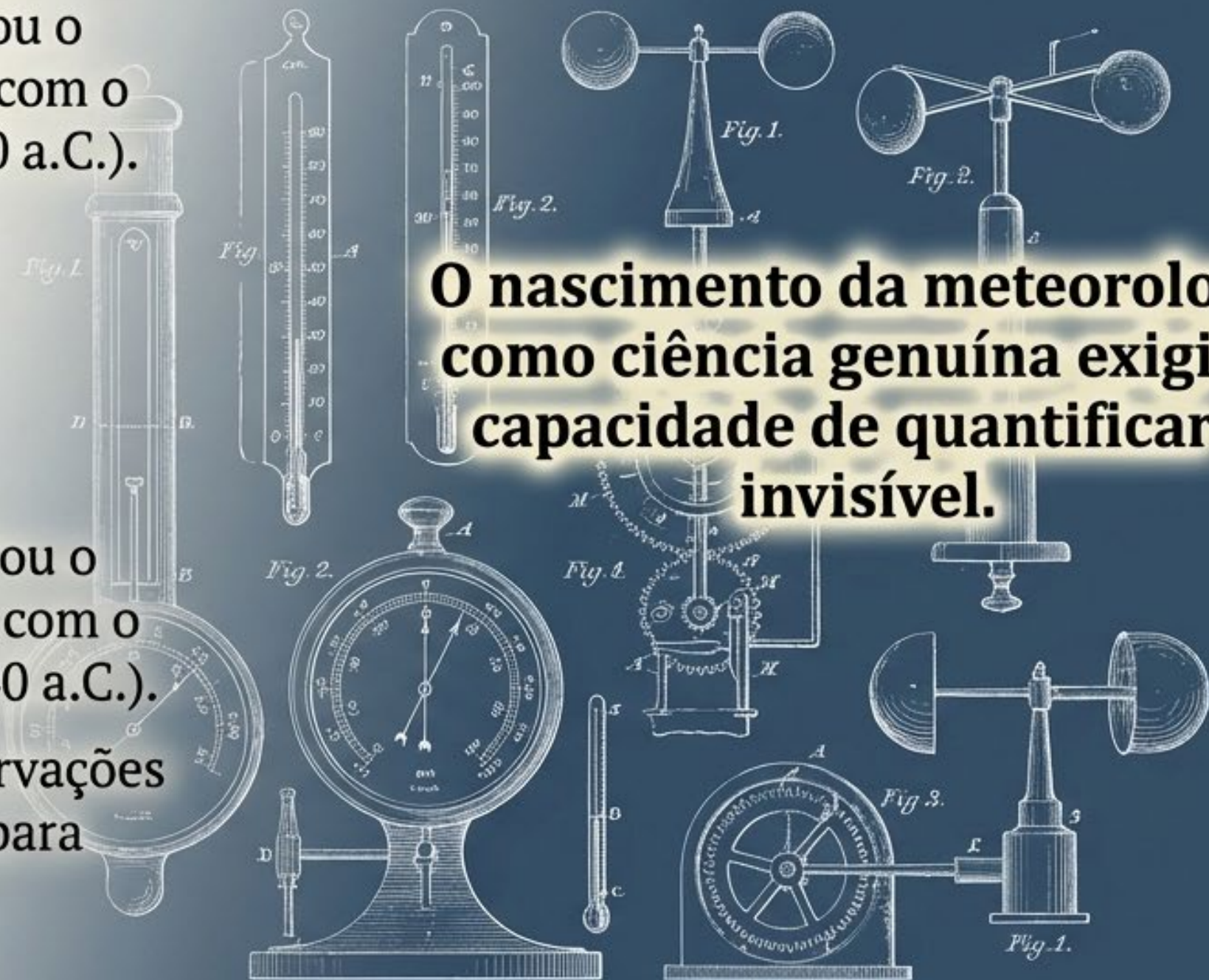


# Da Filosofia à Medição

- Por 2.000 anos, a humanidade explicou o tempo de forma filosófica (iniciando com o livro *Meteorológica* de Aristóteles, 340 a.C.).



- Por 2.000 anos, a humanidade explicou o tempo de forma filosófica (iniciando com o livro *Meteorológica* de Aristóteles, 340 a.C.).
- **O Ponto de Virada:** Histórias e observações visuais não eram suficientes para prever desastres como as Lestadas.



**O nascimento da meteorologia como ciência genuína exigia a capacidade de quantificar o invisível.**

# A Invenção dos Instrumentos Científicos



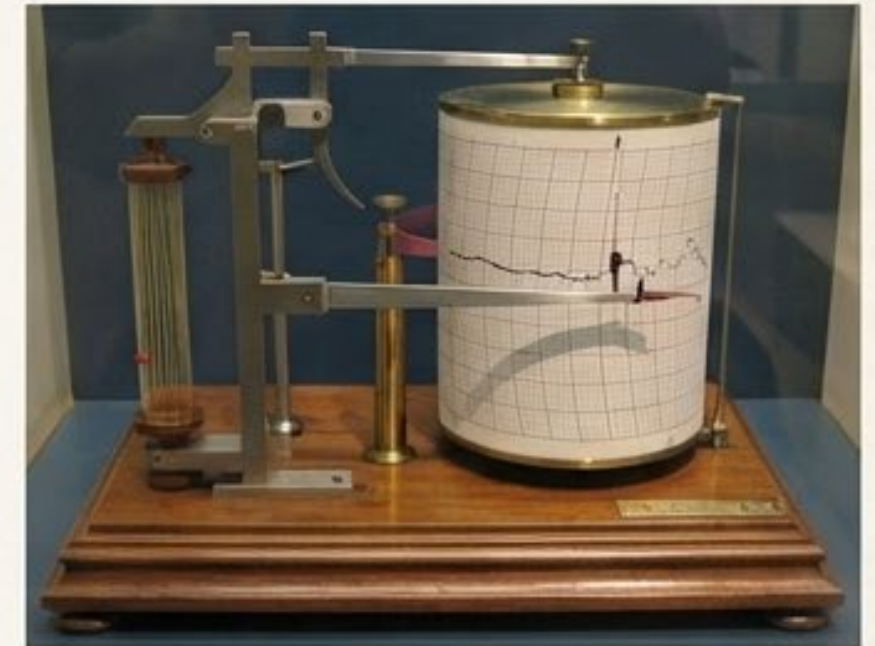
Termômetro (Fim do Séc. XVI)

Quantificando o calor.



Barômetro (1643)

Quantificando a pressão do ar,  
crucial para prever tempestades.



Higrômetro (Fim do Séc. XVIII)

Quantificando a umidade.

Essas ferramentas permitiram à sociedade transformar registros históricos qualitativos em dados empíricos.

# A Era da Comunicação: Acelerando a Ciência

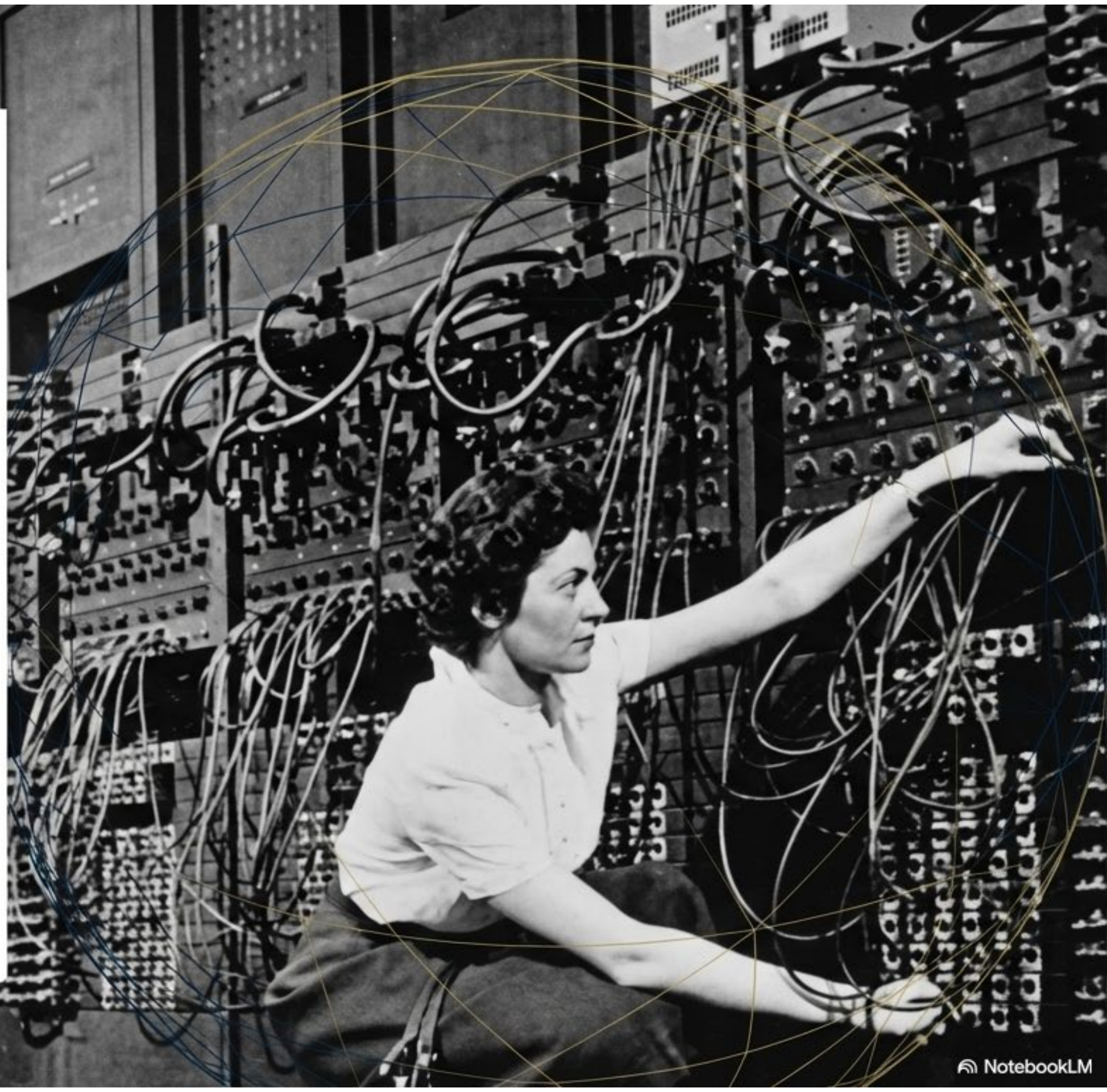
- **1843 - O Telégrafo:** Permitiu a transmissão rotineira e em tempo real de dados climáticos.
- **1869 - Mapas de Isóbaras:** Visualização de frentes de pressão.
- **Anos 1940 - Balões Atmosféricos:** Coleta de temperatura, umidade e pressão em altitude, revelando uma visão tridimensional da atmosfera.



# A Revolução Numérica

## Anos 1950: O Computador

- Cientistas de Princeton (EUA) desenvolvem a primeira previsão numérica de tempo.
- Objetivo: Resolver as complexas equações da atmosfera.
- O início da era dos mapas gerados por máquinas.

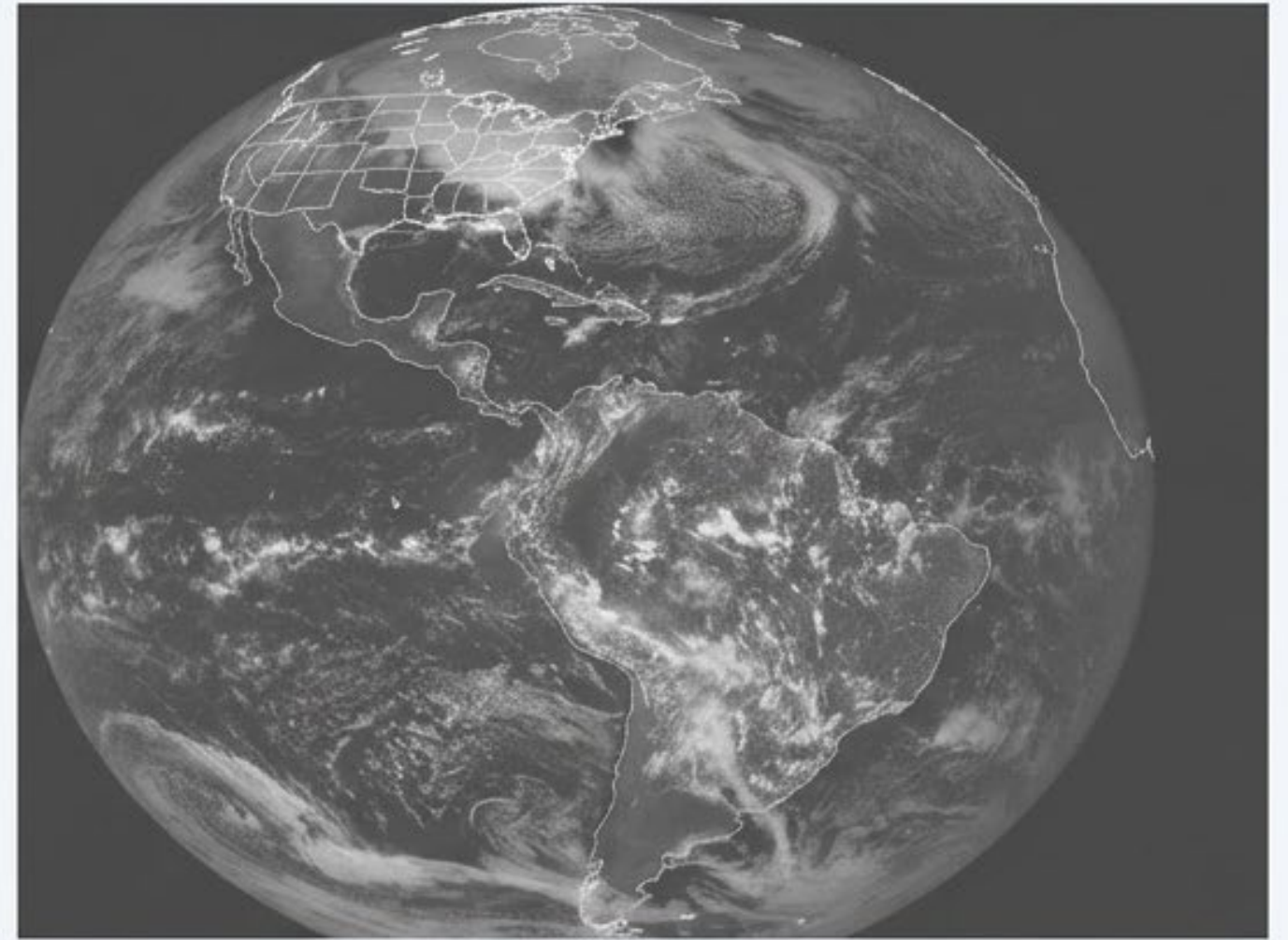


# Olhos Atentos na Atmosfera



## Radar

Pós-2ª Guerra. Radares militares viram medidores de chuva. Nos anos 1990, a técnica Doppler passa a avaliar a intensidade e os ventos das tempestades.



## Satélites

1960. Lançamento do Tiros I inaugura a era espacial. Hoje, satélites como o GOES-B alimentam supercomputadores com redes globais de dados precisos.

# O Despertar da Meteorologia no Brasil



**1808**

Chegada da Família Real. Marinha cria o 1º observatório brasileiro.



**1888**

Marinha instala a 1ª rede meteorológica do país.



**1890**

Surge o 1º serviço meteorológico de abrangência nacional.



**1909**

Criada a Diretoria de Meteorologia e Astronomia.



**1921**

Meteorologia desmembra-se da Astronomia sob a liderança de Sampaio Ferraz.

ALERTA HISTÓRICO

# Tempestades como Catalisadores

**11 de Julho de 1887**

**O Naufrágio do Rio-Apa.**

- Uma terrível tempestade no litoral do Rio Grande do Sul afunda o navio de passageiros.
- ~160 pessoas a bordo. Nenhum sobrevivente (dos que seguiram viagem).
- Forte comoção na elite e manchetes nos jornais do Rio de Janeiro.

**O Brasil ainda não possuía qualquer tipo e serviço de previsão do tempo.**

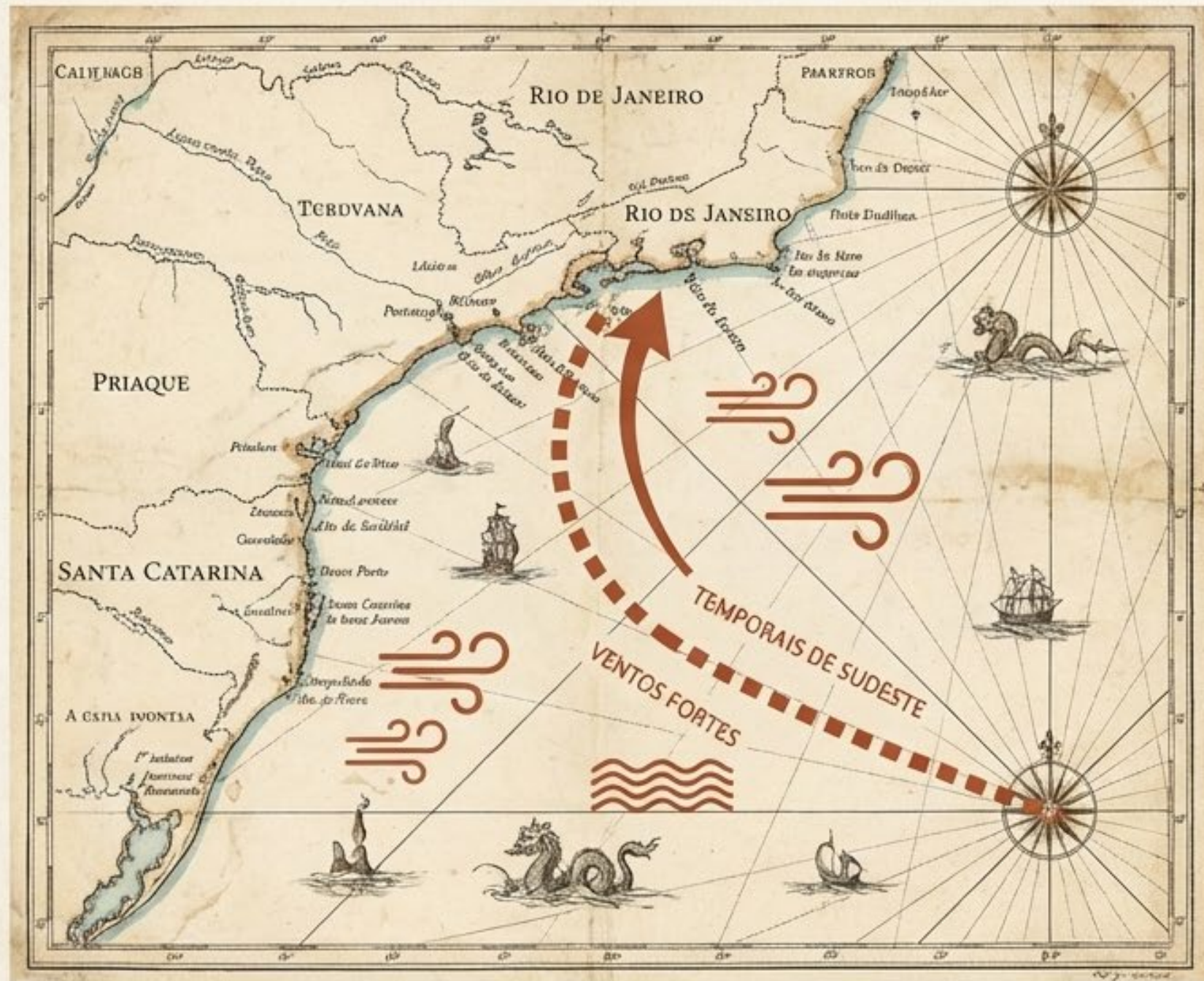
# O Desafio dos “Ventos Carpinteiros”

“Com efeito todos aqueles que conhecem a costa de Santa Catarina ao Prata sabem que os temporais mais perigosos que aí reinam e são chamados pelo nome característico de carpinteiros são os de sudeste. Estas tempestades, vindo do alto mar tornam-se difficilimas de prever...”

— Henrique Morize, 1887

Morize concluiu que, sem estações em ilhas oceânicas, a previsão no Brasil era quase impossível naquele momento.

# O Desafio dos Carpinteiros (1887)



O meteorologista Henrique Morize notou em 1887 a extrema dificuldade de prever os perigosos temporais de sudeste.

Conhecidos localmente como *carpinteiros*.

## O Problema:

Essas tempestades tornavam-se **difícilimas** de prever pois se desenvolviam em **alto mar**, onde **não havia ilhas** para instalar estações de observação.

# 1917: A Resposta da Ciência

**13 de Agosto de 1917**

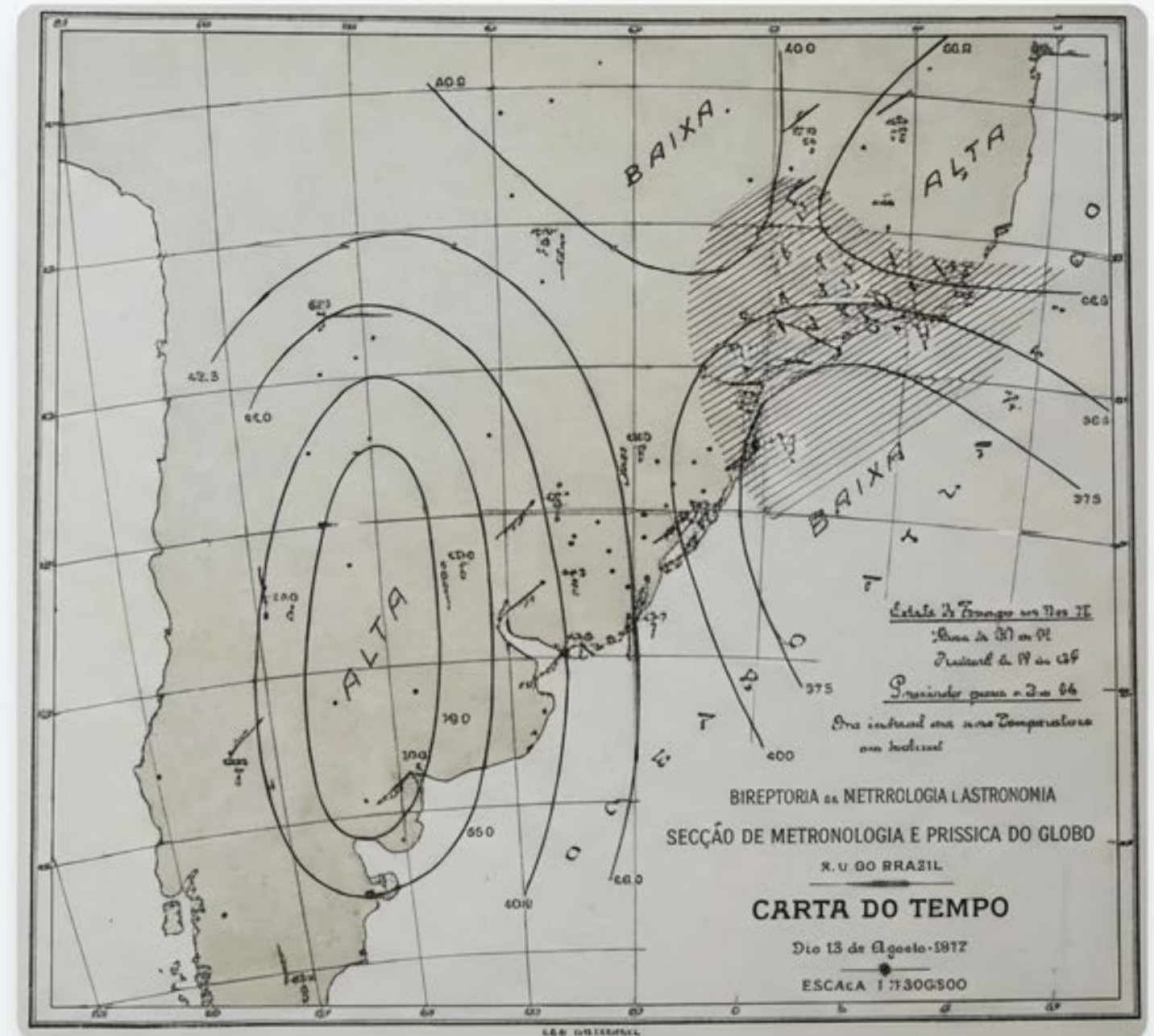
Nova tempestade atinge o litoral, desta vez no Rio de Janeiro.

## A Evolução

O Observatório do Rio de Janeiro já contava com uma rede telegráfica consolidada.

## O Marco Histórico

Henrique Morize coleta dados de várias estações e elabora a primeira Carta do Tempo sinóptica do Brasil.



Carta do Tempo original de 13/08/1917 (Hachuras representam chuva).

# A Institucionalização da Ciência



**INMET (1909)**

**Instituto Nacional de Meteorologia.**

O pilar histórico da observação governamental.



**SBMET (1958)**

**Sociedade Brasileira de Meteorologia.**

Criada para unir profissionais, regulamentar e conquistar o reconhecimento da profissão.

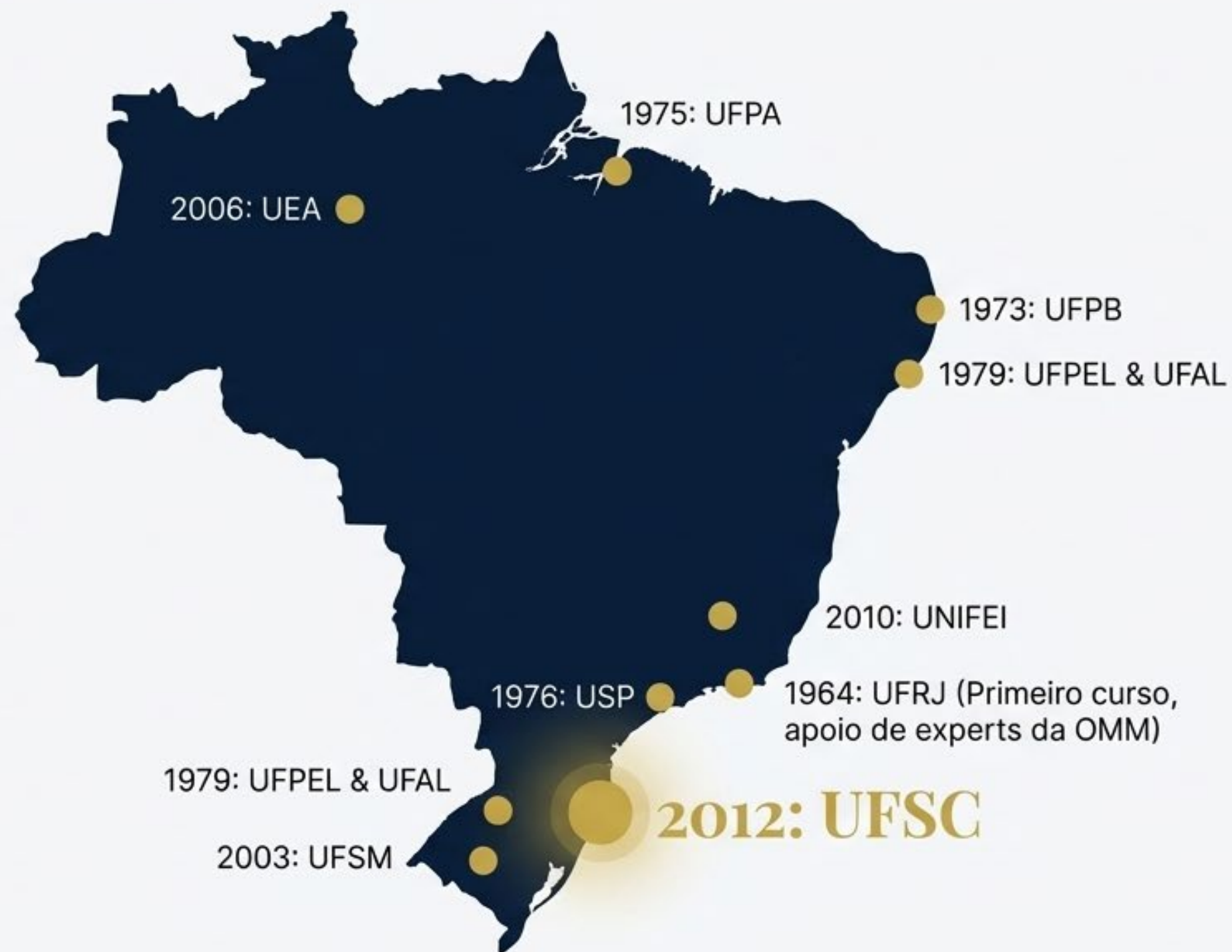


**INPE (1961)**

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.**

A ponte do Brasil para a era dos dados de satélite e clima global.

# A Expansão do Ensino Superior





# O Nosso DNA Cultural: Das Lestadas à Ciência

O histórico da meteorologia e a importância dos registros locais em Santa Catarina.



**“...desmoronamentos,  
cheias de rios e prejuízos  
de toda sorte.”**

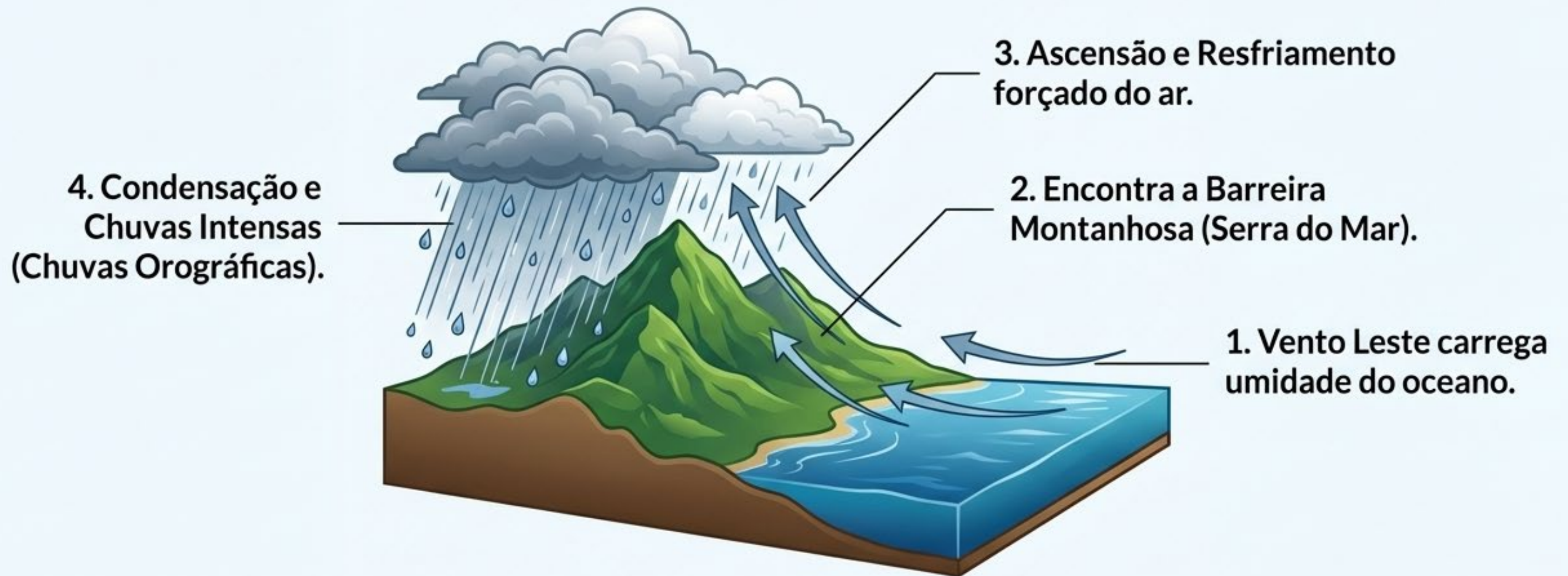
– José Vieira da Rosa (1905)

Os desdobramentos danosos não eram comuns, mas deixaram marcas profundas no século XIX.

**1811, 1830,  
1838 e 1897**

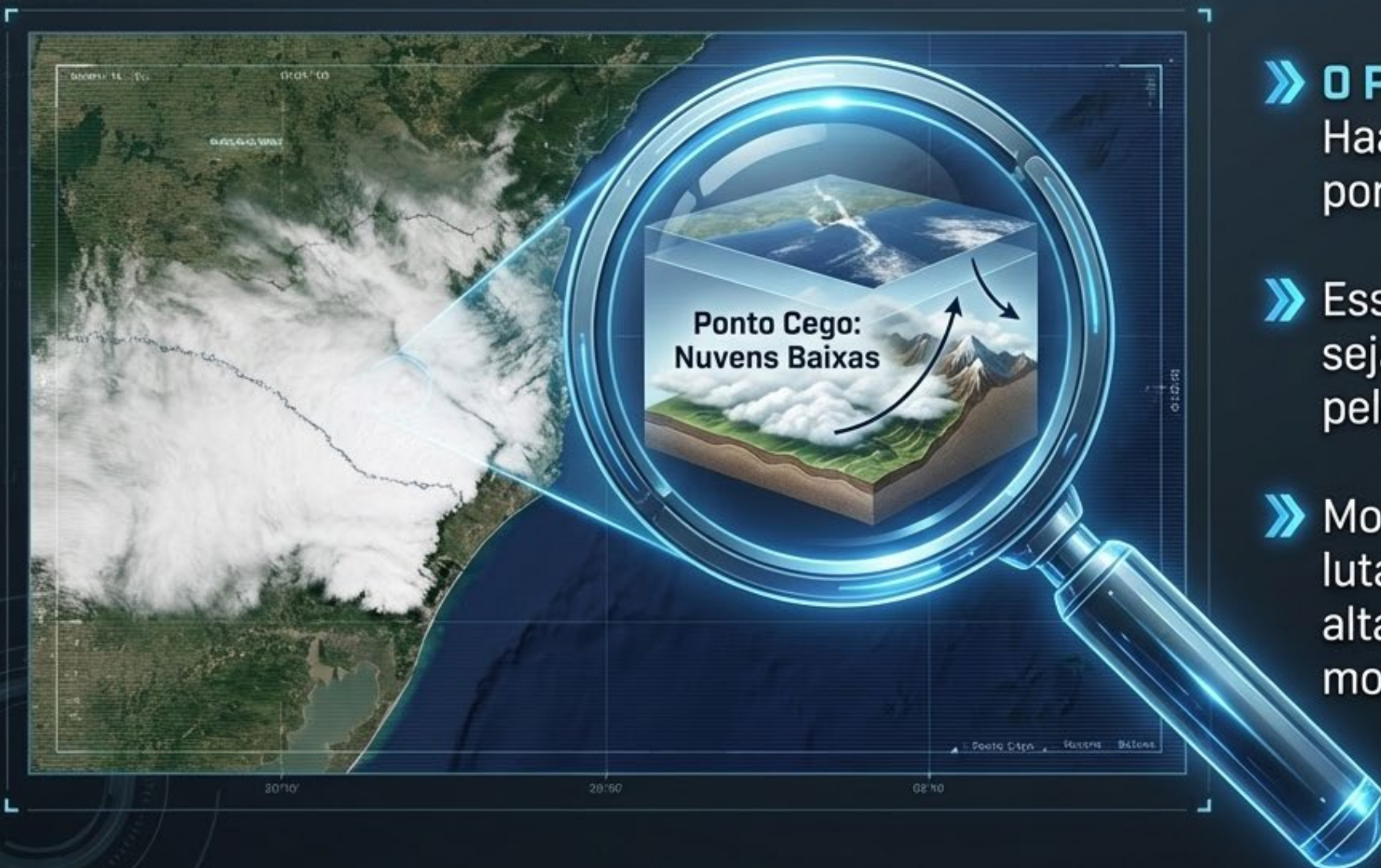


# A Anatomia de uma Lestada

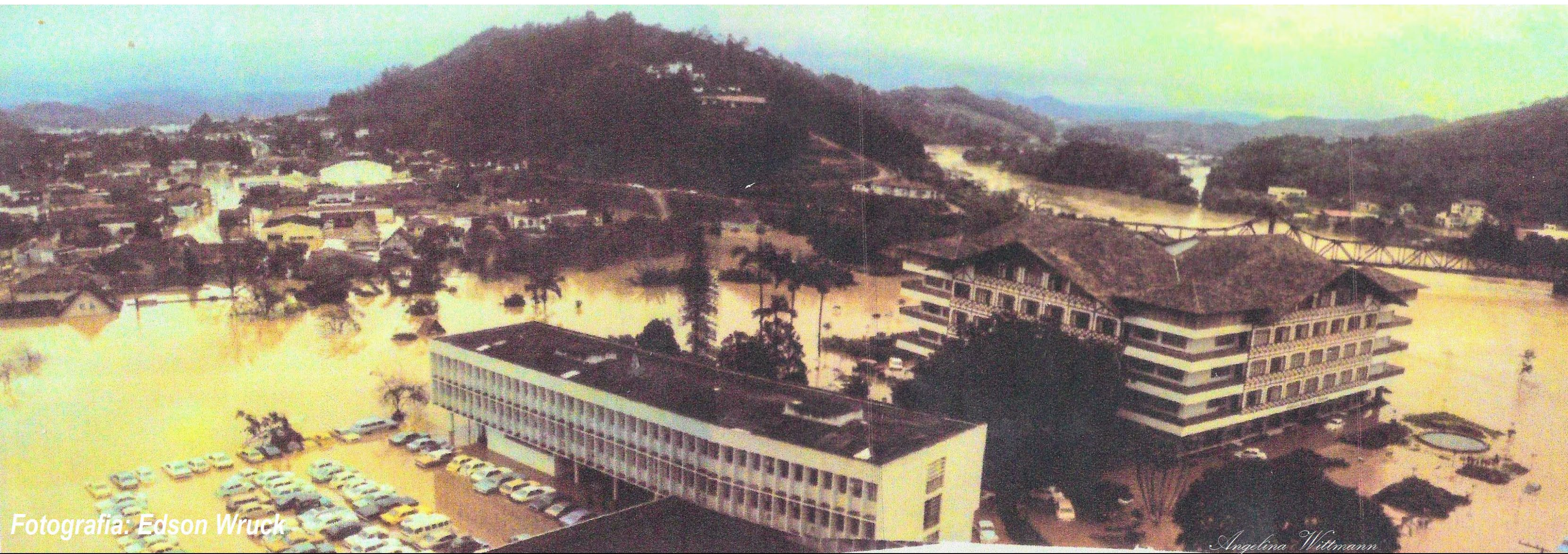


**Volumes extremos:** Podem produzir de 200 mm a mais de 350 mm de chuva em poucas horas, frequentemente durando três ou mais dias.

# O Paradoxo Atual: Por que a Lestada ainda surpreende?



- » **O Ponto Cego:** Segundo o Prof. Haas, as Lestadas são formadas por nuvens muito baixas.
- » Essa característica impede que sejam captadas corretamente pelos radares e satélites atuais.
- » Modelos numéricos globais ainda lutam para interpretar fenômenos altamente localizados e moldados por relevos abruptos.

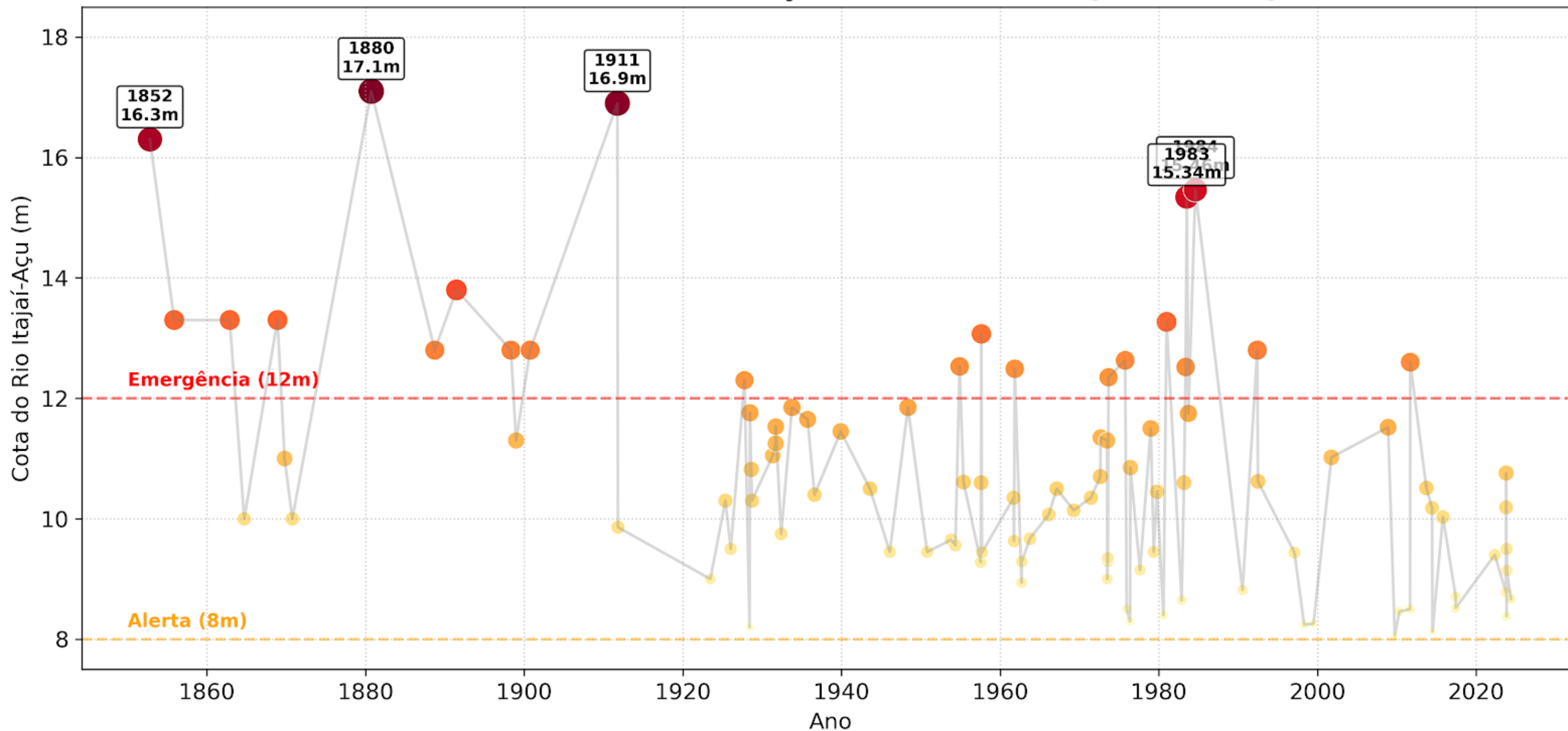


Fotografia: Edson Wruck

Angelina Wittmann

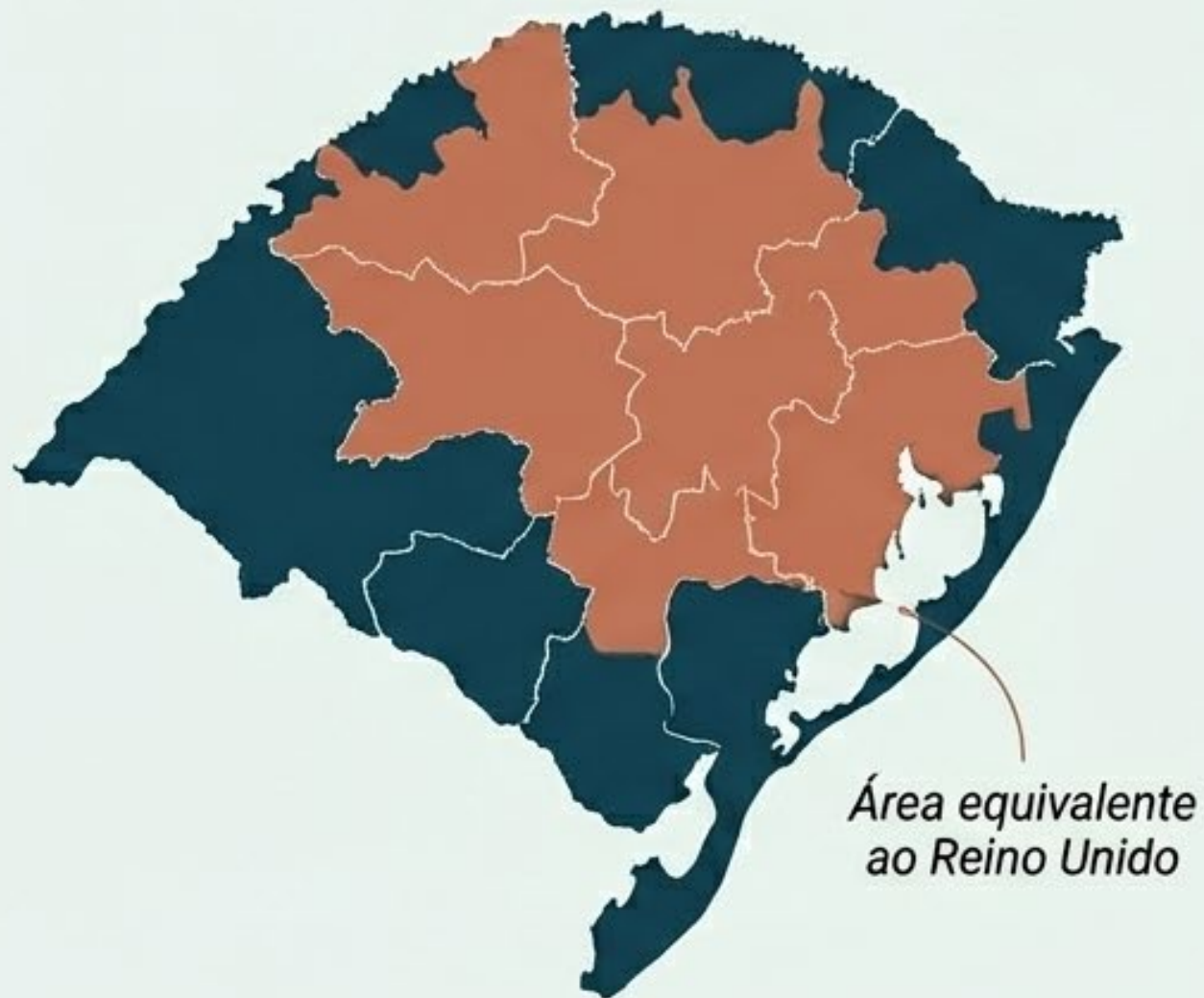
## Panorama Geral das Enchentes em Blumenau

## Série Histórica de Inundações em Blumenau (1852-2024)



# Estudo de Caso: A crise hidrometeorológica no Rio Grande do Sul (Maio 2024).

*Um desastre de escala sinótica em nosso estado vizinho.*



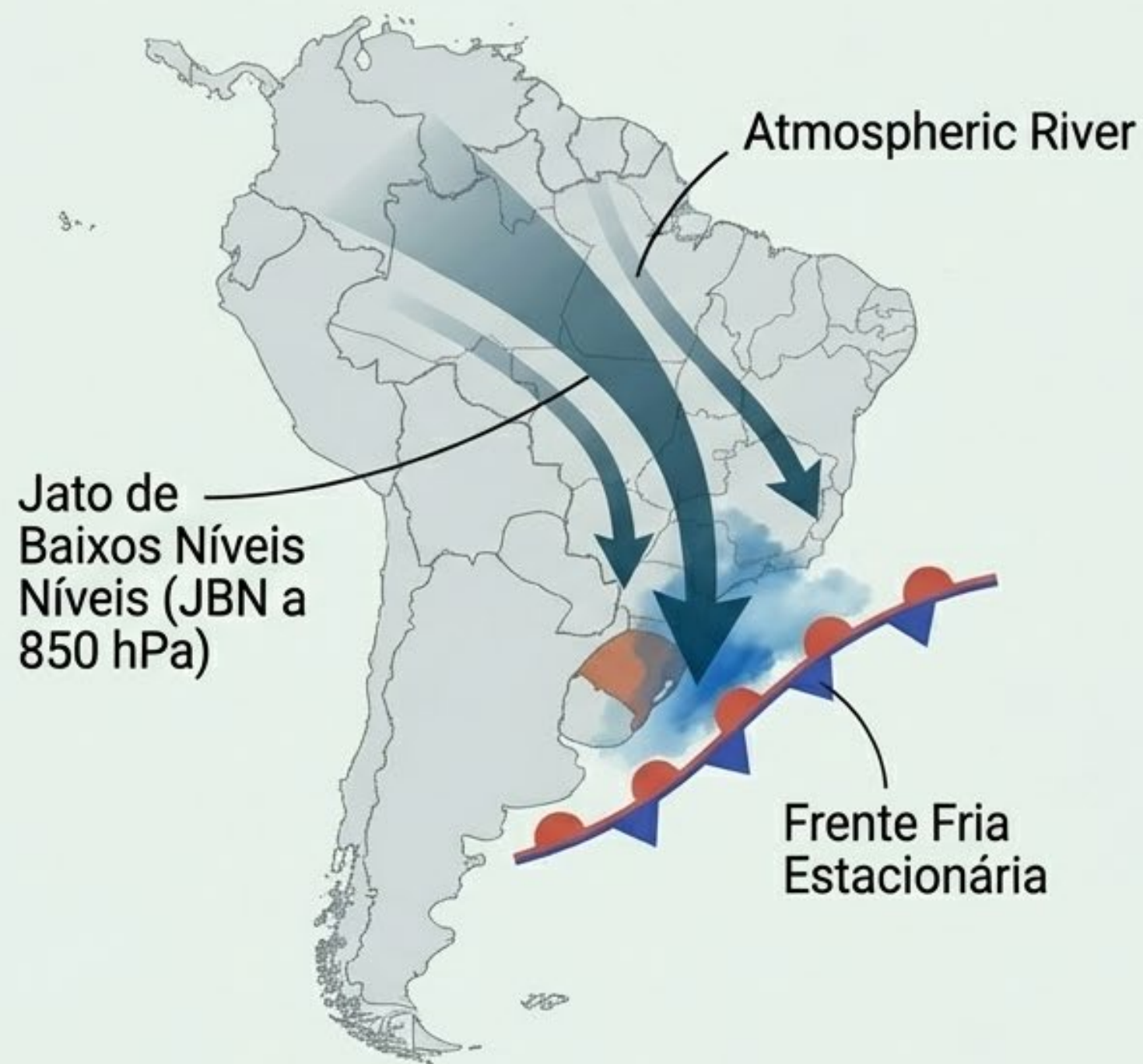
## Precipitação Acumulada



### Os Números do Colapso:

- **>420 mm** de chuva acumulada entre 24 de abril e 4 de maio.
- **>90%** do território estadual afetado (uma área equivalente ao Reino Unido).
- Classificado como um evento extremamente raro (período de retorno de 100 a 250 anos).

# A anatomia da tempestade perfeita.



## A Dinâmica:

Um "rio atmosférico" altamente eficiente transportou umidade da Bacia Amazônica, mediado por um intenso Jato de Baixos Níveis (JBN a 850 hPa), colidindo com uma frente fria estacionária.

## A Atribuição Científica (Dados WWA):

- **El Niño:** A fase forte do ENSO tornou a precipitação extrema de **2 a 5 vezes** mais provável.
- **Mudanças Climáticas:** A queima de combustíveis fósseis tornou o evento **2 vezes** mais provável e **6% a 9%** mais intenso.

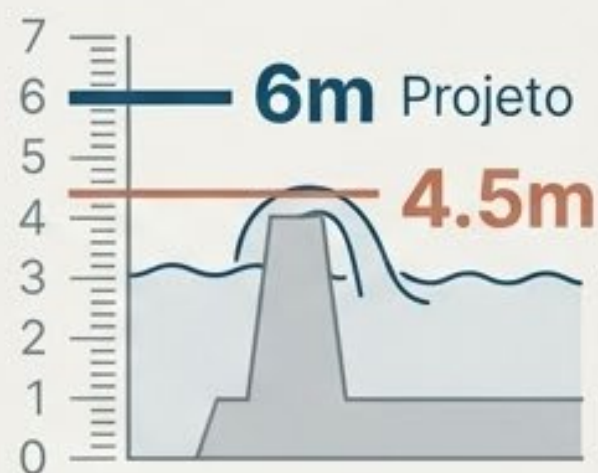
# O custo humano e o limite do concreto.

## Impacto Social

# 581.638

pessoas deslocadas (uma crise massiva de refugiados climáticos internos) e 169 óbitos.

## A Falha de Infraestrutura

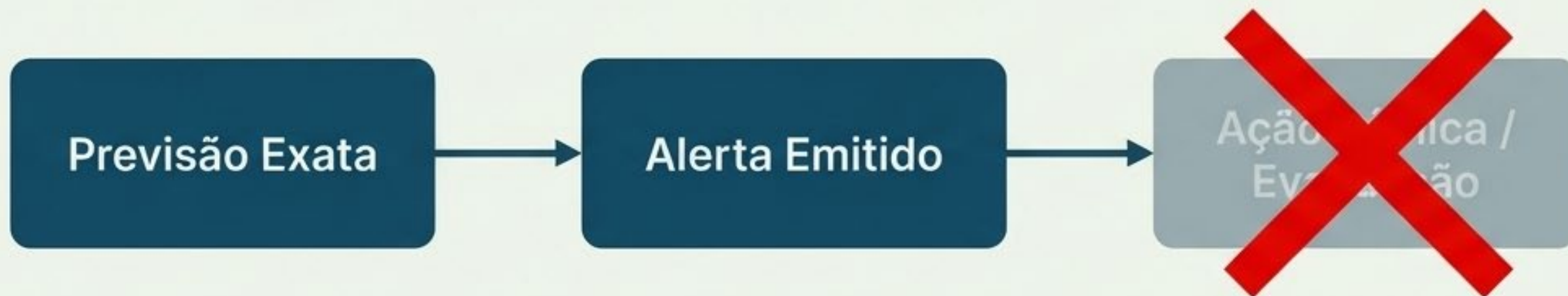


O sistema de proteção contra cheias de Porto Alegre foi projetado para 6 metros, mas começou a falhar com apenas 4,5 metros devido à falta de manutenção e à falsa sensação de segurança histórica.

## Desigualdade

O impacto foi desproporcional em áreas de vulnerabilidade social (assentamentos informais, margens de rios).

# Muito além das equações: O desafio da comunicação de risco.



**O Paradoxo:** Previsões e alertas estavam disponíveis com quase uma semana de antecedência.

**A Falha:** A informação técnica não se traduziu em ação preventiva eficaz. A população não compreendeu a magnitude sem precedentes do perigo.

**A Missão:** A comunicação de risco não pode ser apenas informativa; ela deve ser comportamental. O meteorologista moderno atua em conjunto com a Defesa Civil, urbanistas e comunicadores.

# Muito Além da Lestada: O Fenômeno Toró

Um novo modelo conceitual proposto pelo Prof. Haas para chuvas ultraintensas.

A Métrica do Caos:

**10 m<sup>3</sup> em 20 a 60 segundos**  
(até 10.000 mm/minuto)

**O Impacto:** Causa cabeças de água fatais, destruição severa e deixa cicatrizes lineares na vegetação. (Ex: Mais de 13 mil Torós registrados na enchente do RS em 2024).



# Conclusão: A Memória é o Primeiro Instrumento



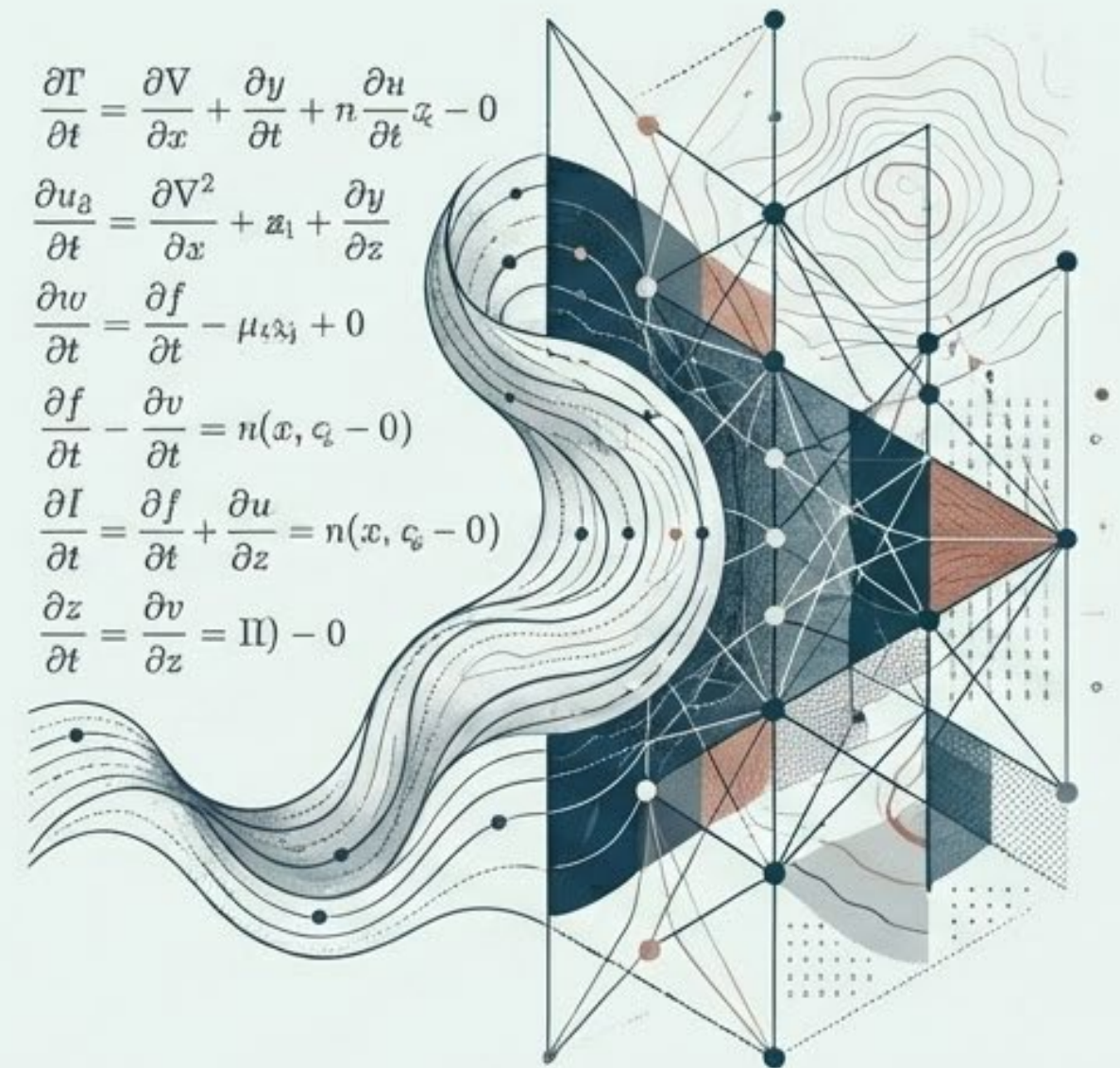
Antes do barômetro, do telégrafo ou do satélite, nossa maior ferramenta meteorológica era a memória e a arte.

Ao integrar nosso DNA cultural histórico com a modelagem de altíssima resolução, a ciência pode finalmente compreender e dominar as tempestades que moldaram Santa Catarina há séculos.

# A nova fronteira: Inteligência Artificial e LLMs na modelagem climática.

Estamos vivendo a maior transição tecnológica desde a invenção do radar.

- **Nowcasting Ultra-Rápido:** Modelos de IA agora processam dados de satélite e radar em milissegundos para prever eventos severos locais quase em tempo real.
- **Previsões de Longo Prazo:** Grandes Modelos de Linguagem (LLMs) e redes neurais avançadas estão começando a revolucionar a precisão climática, prometendo previsões de padrões atmosféricos com quase um ano de antecedência.

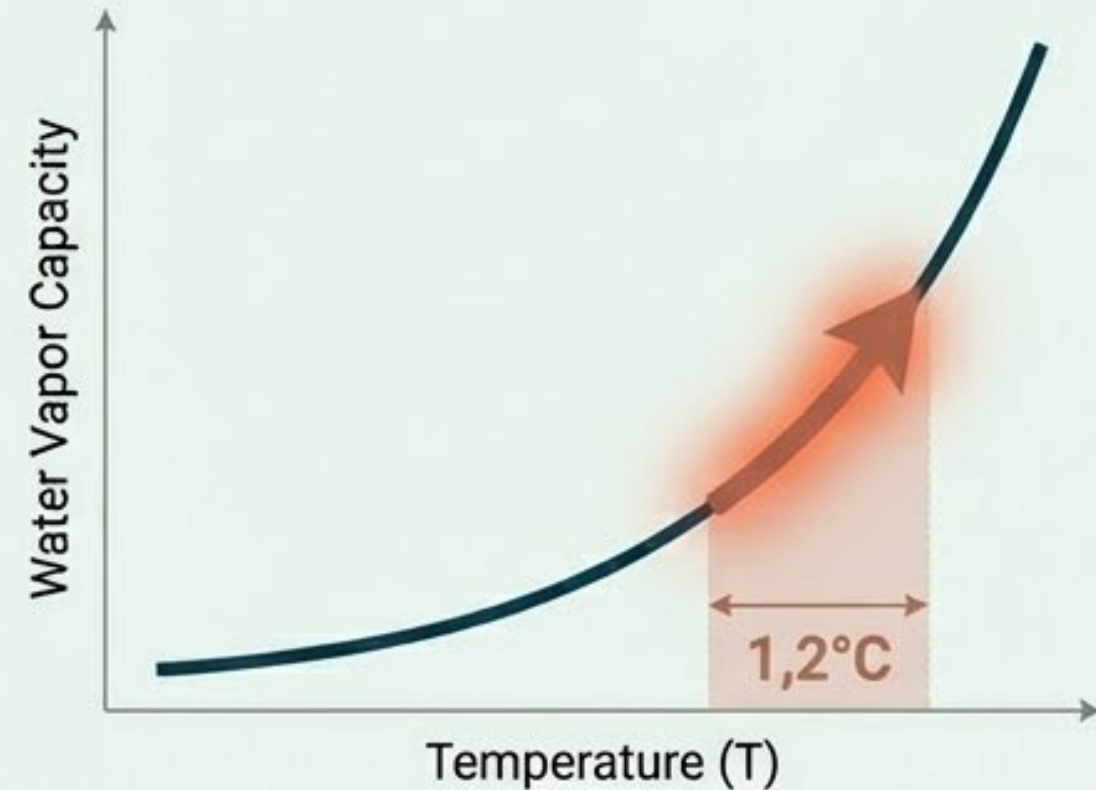


Vocês não vão apenas resolver equações; vocês vão treinar as máquinas que preveem o futuro do planeta.

# O novo normal: A física implacável da emergência climática.

A tecnologia avançou, mas a atmosfera está mudando mais rápido do que a nossa infraestrutura. A relação de Clausius-Clapeyron explica o porquê:

$$\frac{d(\ln e_s)}{dT} = \frac{L}{R_v T^2}$$



Em um mundo **1,2°C mais quente** que a era pré-industrial, a atmosfera retém cerca de **7% a mais de vapor de água** por grau Celsius.

---

Mais calor significa um reservatório de umidade massivo pronto para alimentar eventos extremos.

# O que significa ser um meteorologista hoje?

## As suas ferramentas:

- Cálculo
- Termodinâmica
- Dinâmica de Fluidos
- Sensoriamento Remoto
- Modelagem Numérica

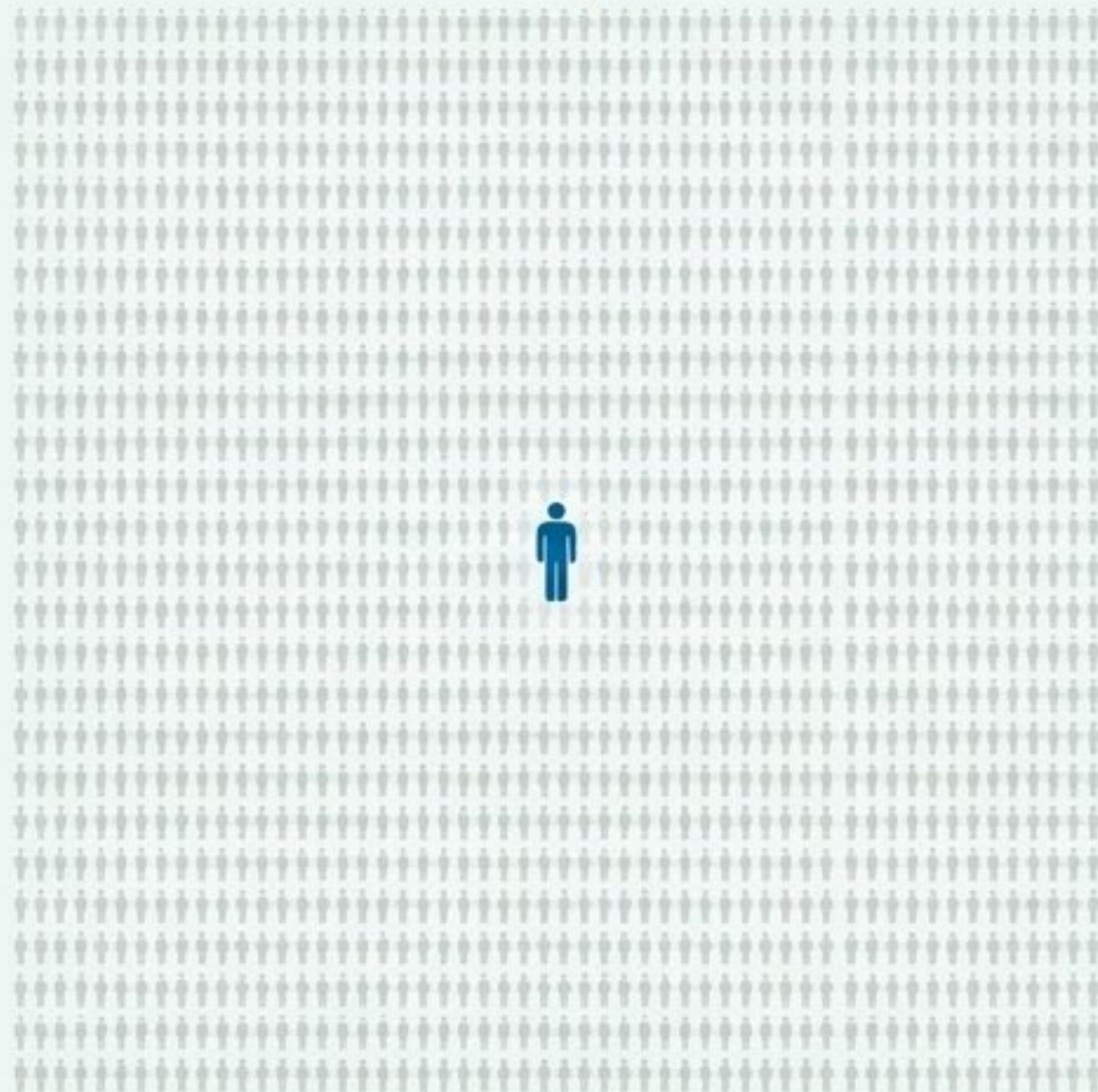


## As suas responsabilidades:

- Interpretar a interação Oceano/Atmosfera e Biosfera/Atmosfera.
- Apoiar a Defesa Civil em ações preventivas contra desastres.
- Garantir a segurança do transporte aéreo e marítimo.
- Gerar projeções climáticas para o planejamento agrícola.
- Dominar e integrar sistemas de Inteligência Artificial aos dados observacionais.

# O paradoxo brasileiro e o seu futuro no mercado.

1 in 100,000



## O Déficit

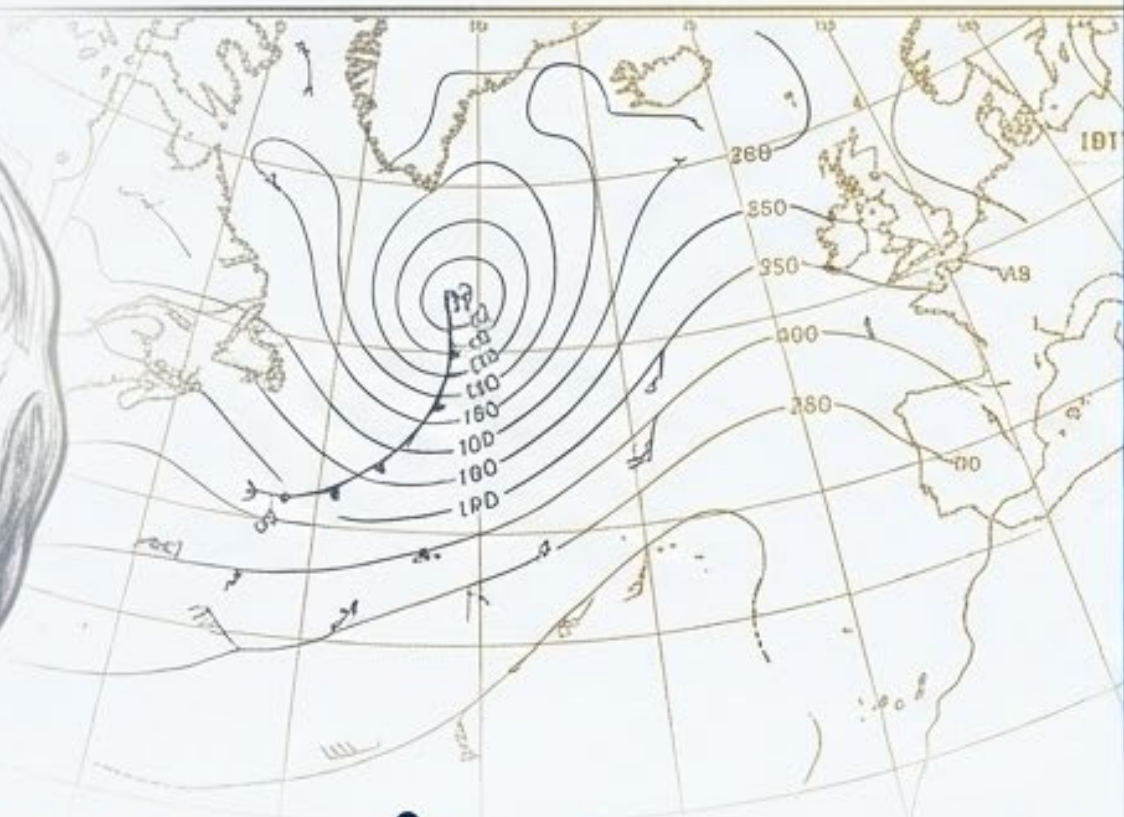
O Brasil possui atualmente apenas **1 meteorologista para cada 100.000 habitantes.**

## A Demanda

Isso compromete o monitoramento local e os alertas precoces em um país de dimensões continentais.

## As Oportunidades

O mercado explodiu além do setor público (INMET, CPTEC). Há uma demanda crítica no agronegócio, energias renováveis (eólica/solar), defesa civil, portos e consultoria climática privada.



# O Próximo Capítulo é Seu

De Aristóteles aos supercomputadores.  
Dos naufrágios às **previsões numéricas globais**.

**A Meteorologia moderna exige o entendimento das complexas leis físicas da atmosfera. O desafio do século XXI começa agora, na sua sala de aula.**