

Tecnologia Espacial na Previsão do Tempo e Clima

XXIV Curso do Uso Escolar de Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente

02 Dezembro 2021, 16:00-17:30

Boa tarde! Para a aula de hoje, além do webex, acessem o link que está no chat

Tecnologia Espacial na Previsão do Tempo e Clima

XXIV Curso do Uso Escolar de Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente

02 Dezembro 2021, 16:00-17:30

Simone M. Sievert Coelho
simone.sievert@inpe.br

Ester Regina Kazuko Ito
ester.ito@inpe.br

DISSM – Divisão de Satélites e Sensores Meteorológicos
CGCT – Coordenação Geral de Ciências da Terra
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

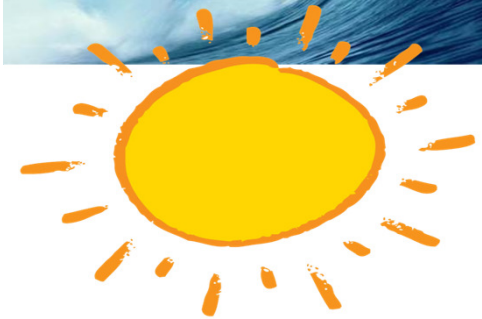
| satellite.cptec.inpe.br

Sumário da Aula

- M1 - Conceitos Introdutórios
 - Elementos meteorológicos
 - Tempo e Clima
 - Sistemas de observação
 - Previsão Numérica de tempo e clima
- M2 – Analise de Casos Meteorológicos utilizando Imagens de satélite
- M3 - Atividades no INPE na área de Satélites Meteorológicos

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

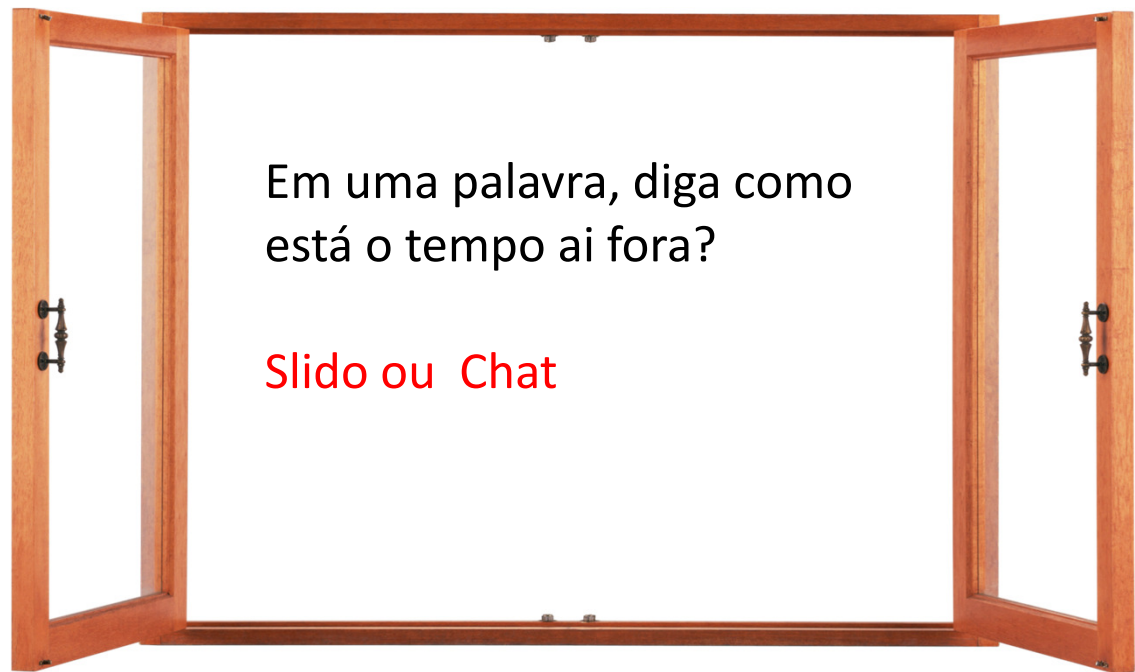
Elementos meteorológicos: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento, precipitação, pressão atmosférica, radiação solar, etc.



Figuras do Clip-Art

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Previsão do Tempo e Clima?



Em uma palavra, diga como
está o tempo ai fora?

Slido ou Chat

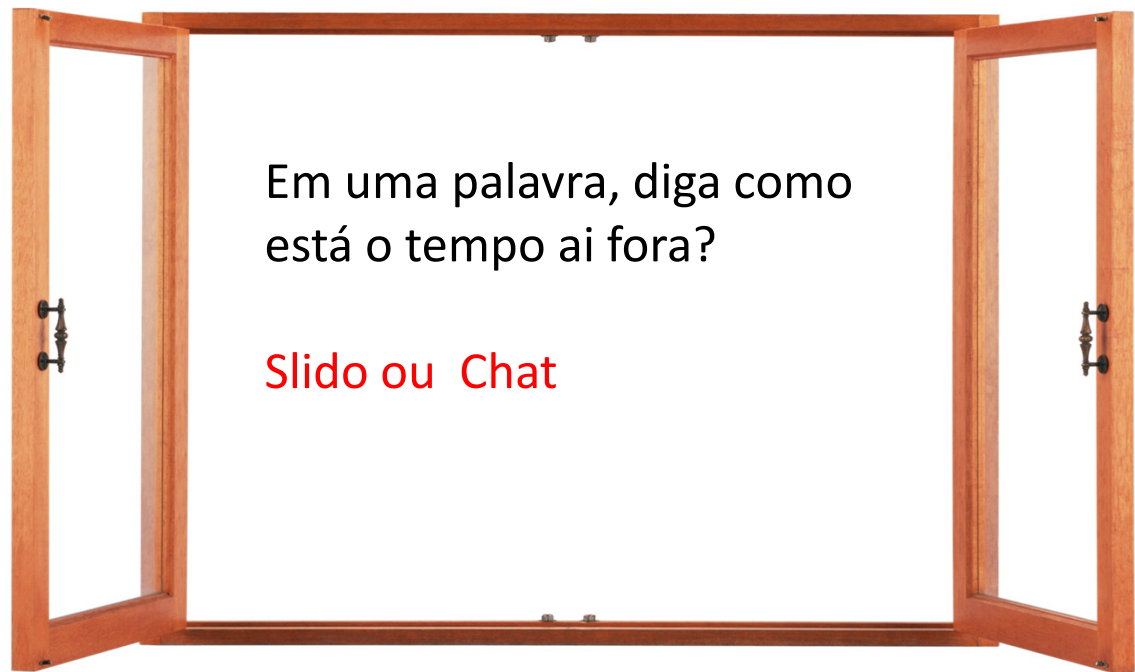
Chuvoso, nublado, ensolarado, frio, quente etc.

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Previsão do Tempo e Clima?

TEMPO

Estado momentâneo das condições atmosféricas
(**agora**, hoje e próximos dias)

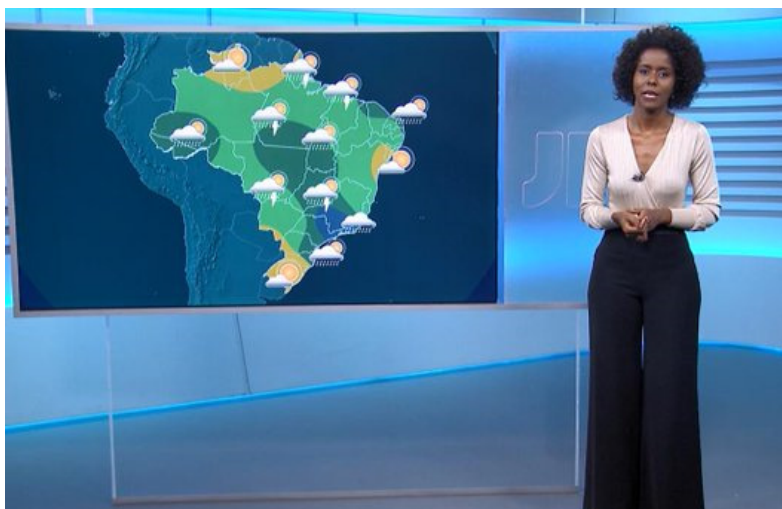


Chuvoso, nublado, ensolarado, frio, quente etc.

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

TEMPO

Estado momentâneo das condições atmosféricas (agora, hoje e próximos dias)



As previsões utilizam imagens de satélites.

Fonte CPTEC, Twetter

Cachoeira Paulista/SP

PREVISÃO NUMÉRICA DE TEMPO POR PERÍODO (30/11/2021)

90% 90% 5% 22°
Manhã Tarde Noite 29°

Nascer do sol: 05:06 ☉ (Brasília)
Pôr do sol: 18:31 ☉ (Brasília)

IUV máximo: 14

PRÓXIMOS DIAS

Quarta-feira 01/12	Quinta-feira 02/12	Sexta-feira 03/12	Sábado 04/12
90%	90%	60%	5%
20° 27°	18° 25°	17° 23°	16° 25°

PREVISÃO NUMÉRICA DE TEMPO ESTENDIDA *

Domingo 05/12	Segunda-feira 06/12	Terça-feira 07/12	Quarta-feira 08/12	Quinta-feira 09/12
5%	5%	5%	70%	5%
16° 28°	16° 27°	17° 26°	18° 26°	18° 26°

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

TEMPO

O tempo pode mudar de uma hora para outra, passando de calor à frio ou de seco a úmido.



Fonte figura: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/qual-diferenca-entre-tempo-clima.htm>

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

CLIMA

Características típicas das condições meteorológicas de uma determinada região e época do ano (mês, estação do ano).

Clima é definido principalmente em termos das variáveis de temperatura e chuva analisadas num período de 30 anos.

Inverno :Frio e seco



Primavera: Chuvosa e fria



Verão :Chuvoso e Quente



Outono: Seco e quente

estações do ano https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B%C3%A4ume_Jahreszeit_2013.jpg

Climas no Brasil



Clima subtropical
úmido com as quatro estações do ano relativamente definidas.

Clima semiárido
temperaturas altas durante todo o ano e com chuvas irregulares.



Fonte foto subtropical : <https://agroinsurance.com/en/News/Yemen---Release-on-impac> , demais Brasil escola

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Previsão do Tempo e Clima?

Presente

Tempo

- horas (curtíssimo prazo)
- dias (curto prazo)
- semanas (médio prazo)

Clima

- meses (curto prazo)
- décadas (médio prazo)
- séculos (longo prazo)

Futuro

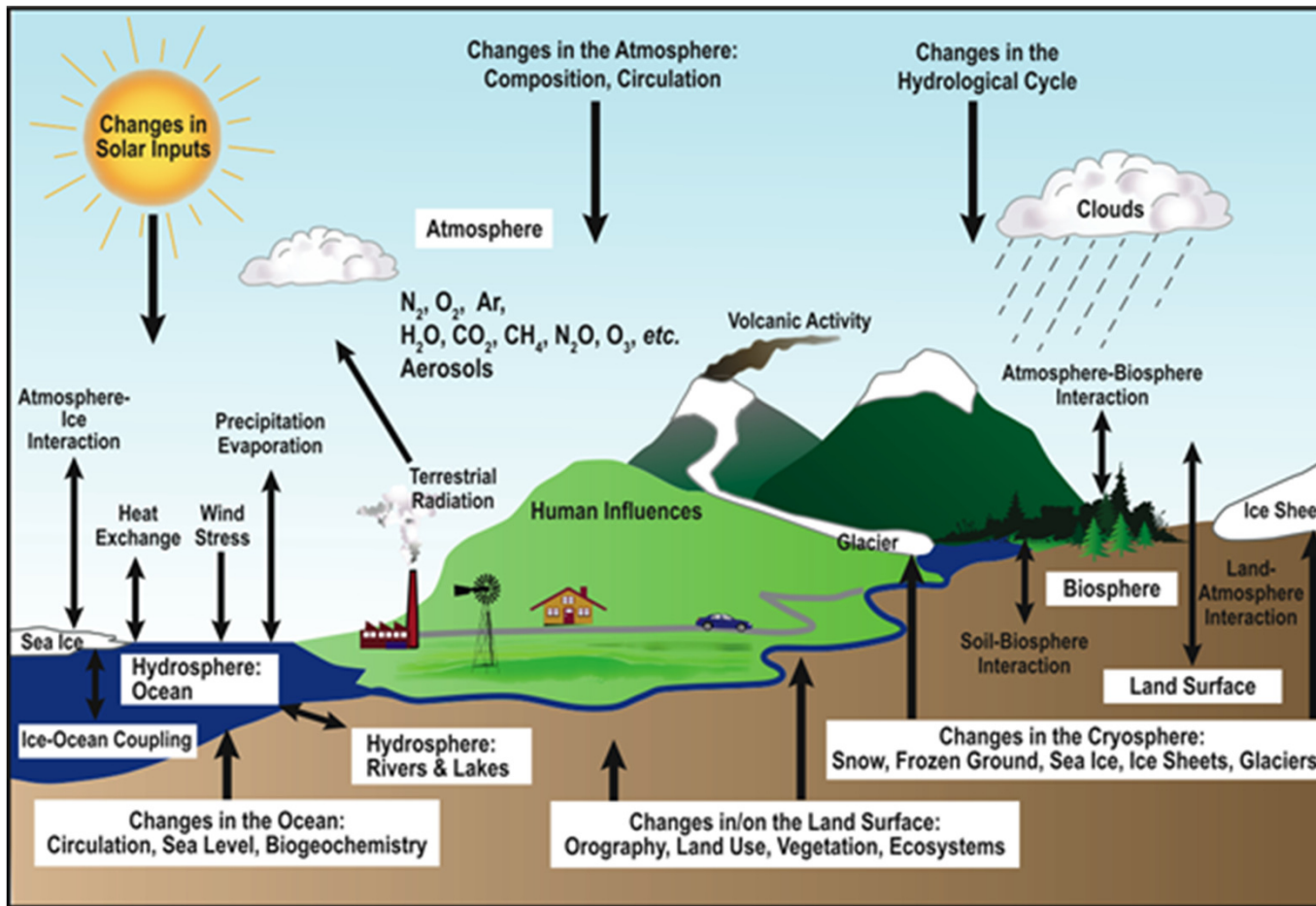
Previsão de tempo

- imediata (nowcasting)
- tempo*
- estendida

Previsão climática

- sazonal
- decadal
- secular

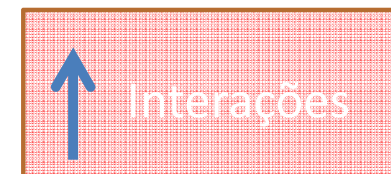
Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima



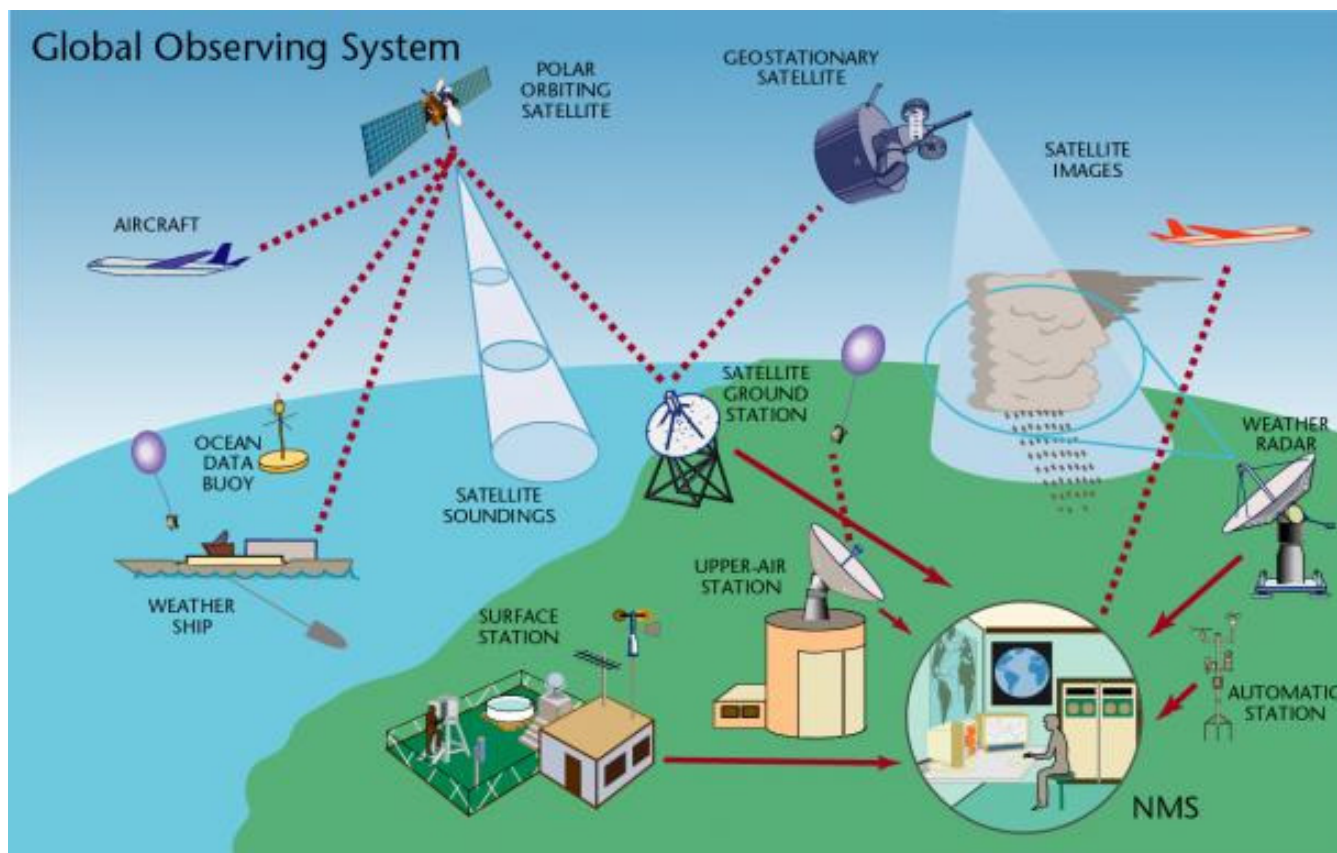
SISTEMA SUPERFÍCIE-ATMOSFERA

Para prever o tempo/clima é necessário **entender** o sistema terrestre .

Conhecer como é o funcionamento do ambiente natural do planeta Terra e os diferentes elementos que compõem a sua estrutura



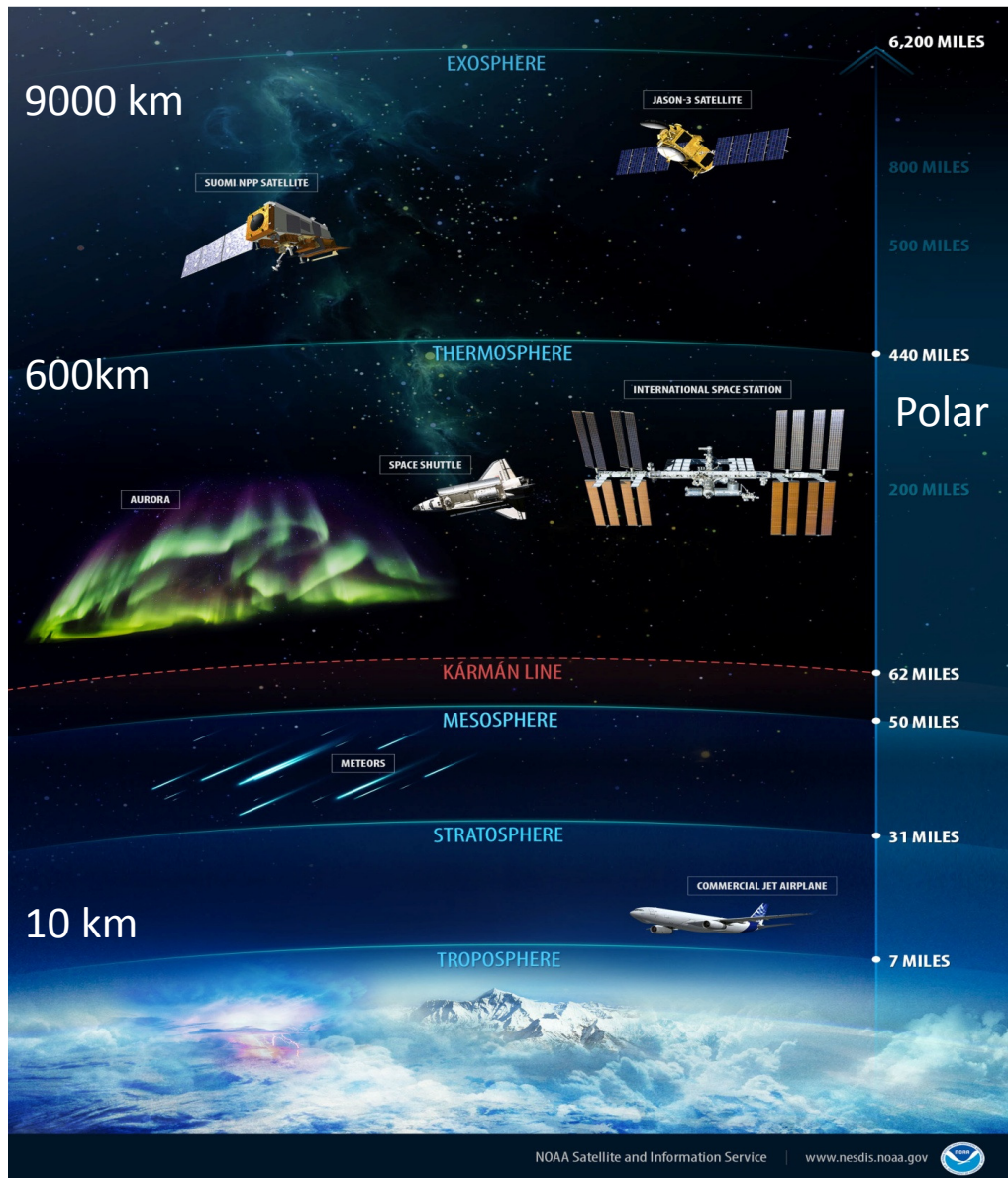
Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima



Conhecer

Observar

Fonte: WMO



Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Previsão do tempo/clima - nível da superfície e das camadas atmosféricas próximas à superfície (superfície até 10-15 km de altura).

Camada atmosféricas

Troposfera – principal camada de interesse

Altura das plataformas orbitais

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima



Para monitoramento global de diversos elementos precisa de vários satélites.

Geoestacionários
36 mil km

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Observações a nível da superfície superfície e camadas próximas



USP

Imagens de satélites também é possíveis de obter informações sobre Temperatura, Umidade, etc.



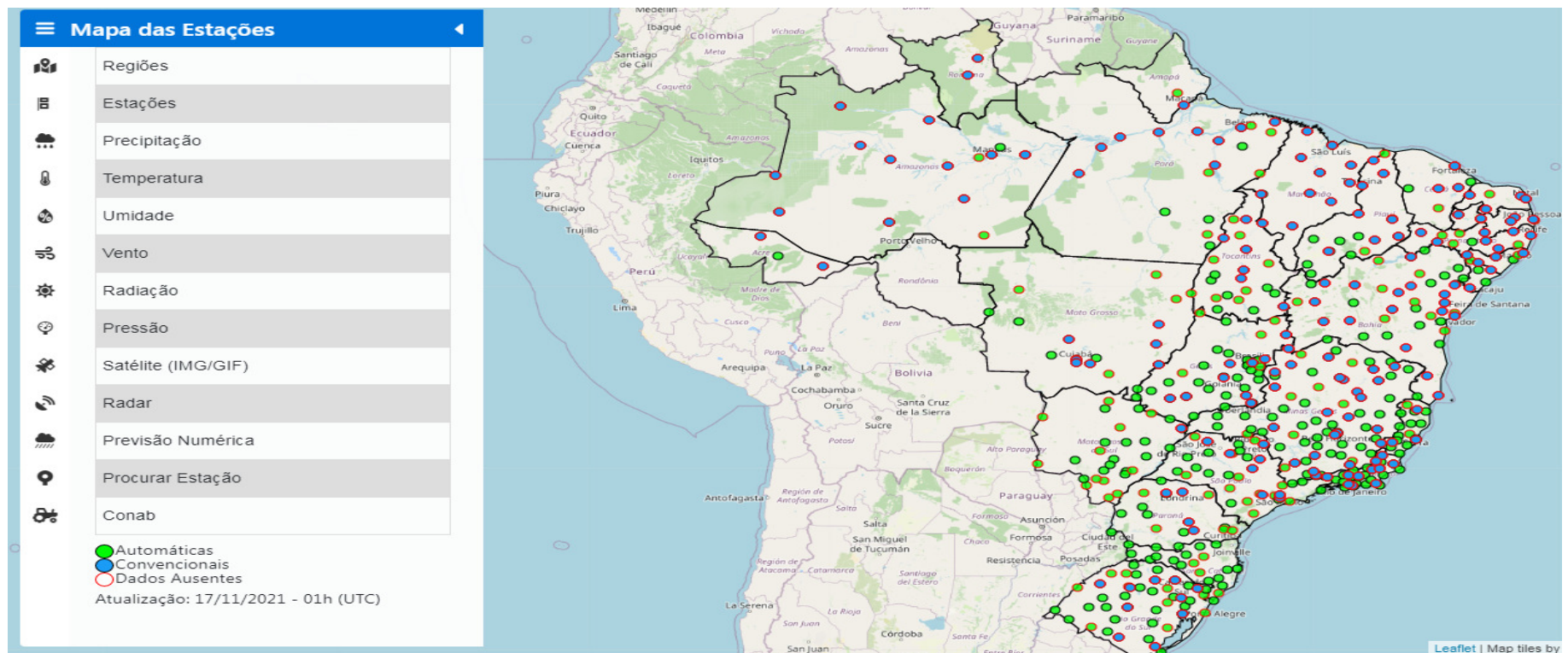
Vaisala

Fonte: <https://www.noaa.gov/stories/6-tools-our-meteorologists-use-to-forecast-weather>

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Estações meteorológicas no Brasil (Exemplo INMET)

Dados de estações meteorológicas são considerados a verdade terrestre (referência).



<https://mapas.inmet.gov.br/>

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Radiossonda observa temperatura e umidade em diversas alturas da atmosfera.
Lançamento é realizado a cada 6 horas

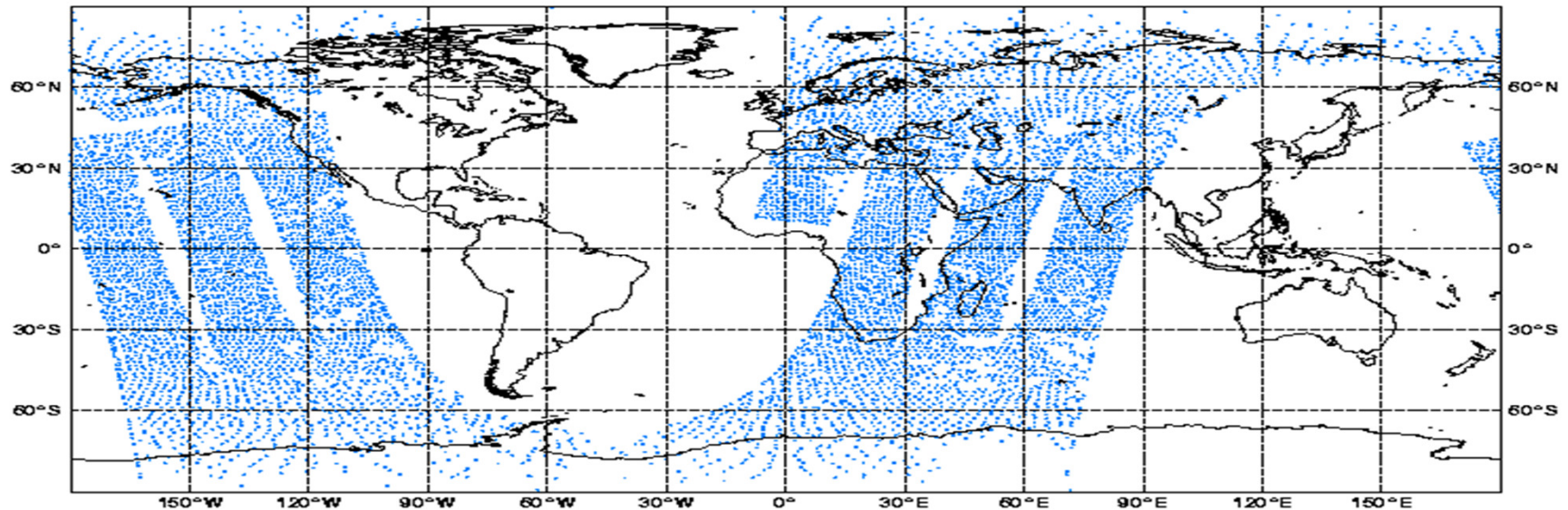


Distribuição Global da Rede de Radiossondas

Durre, I., R. S. Vose and D. B. Wuertz. 2006: Overview of the Integrated Global Radiosonde Archive. *Journal of Climate*: Vol. 19, No. 1, pp. 53-68.

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

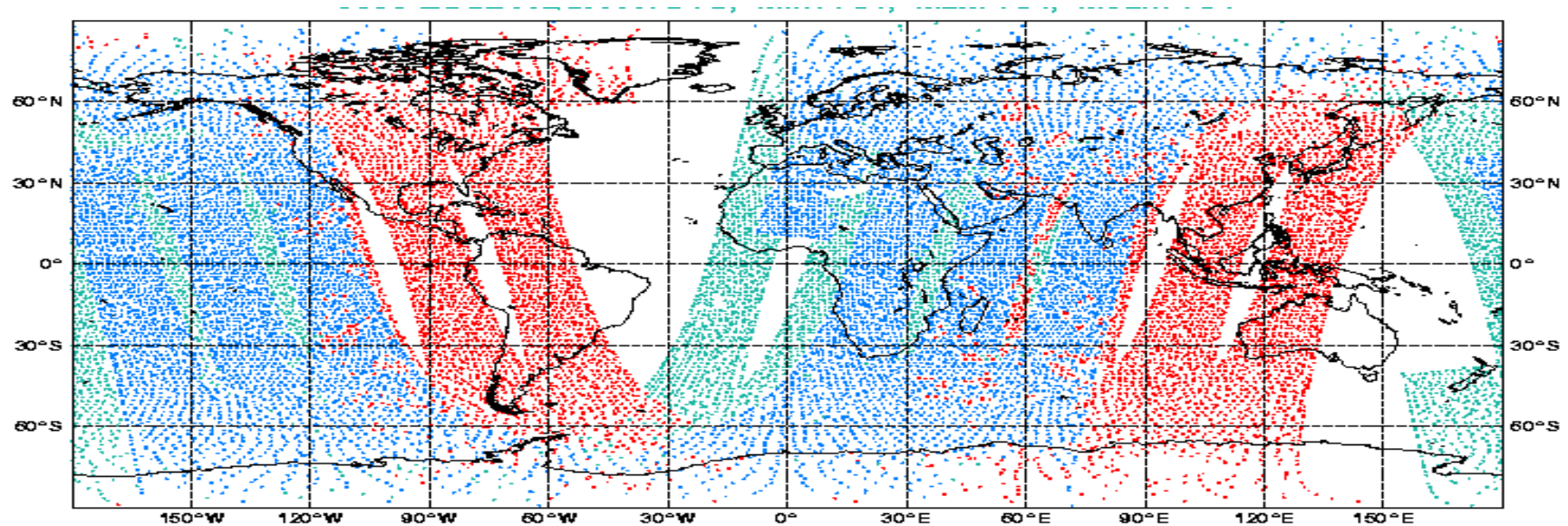
Trajetoória associada a passagem de um único satélite polar durante 6 horas



MONTAGEM DE VÁRIOS INSTANTES
MOSAÍCOS

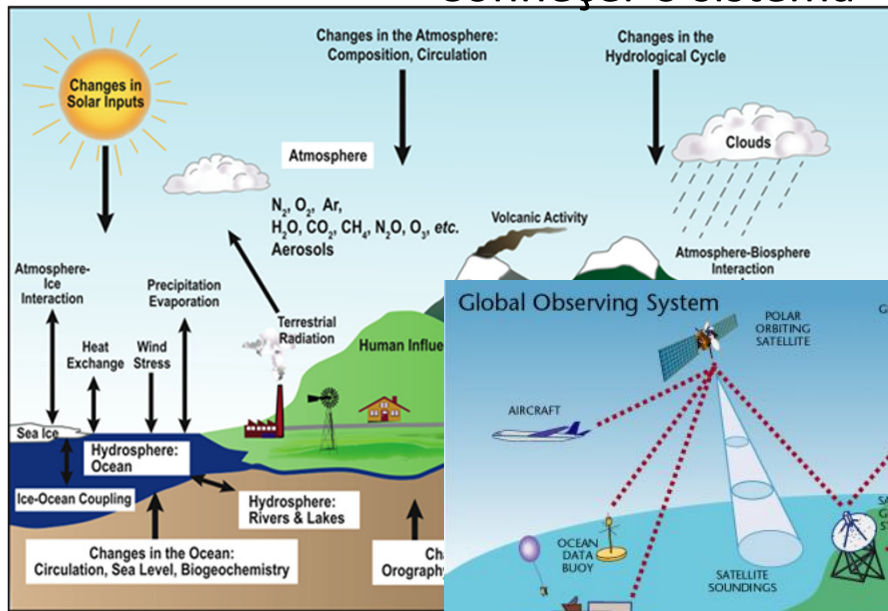
Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Trajetoória associada a passagem de 3 satélites de órbita polar durante 6 horas

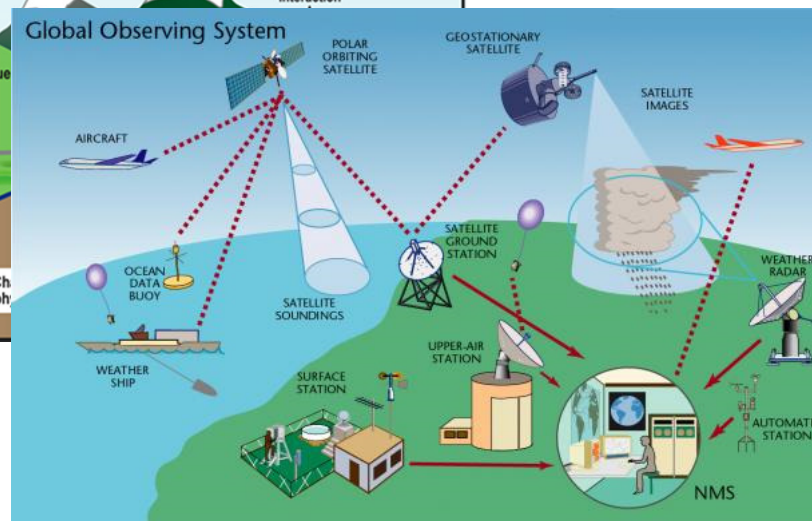


Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Conhecer o sistema



Observar



Modelar
&
Prever o estado futuro

Fonte:
Weather.gov

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

MODELOS METEOROLÓGICOS



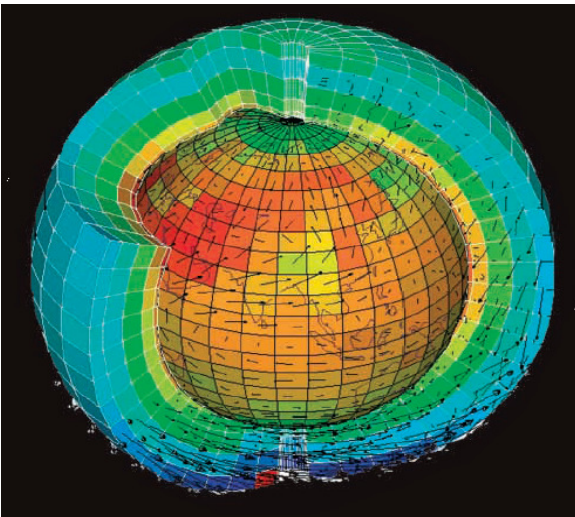
São um conjunto de equações físicas e matemáticas que simula o comportamento do sistema superfície-atmosfera com a finalidade de prever seu estado futuro

Força (aquilo que aprendemos com nossos professores de física)

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \rho g_x$$

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

MODELOS METEOROLÓGICOS



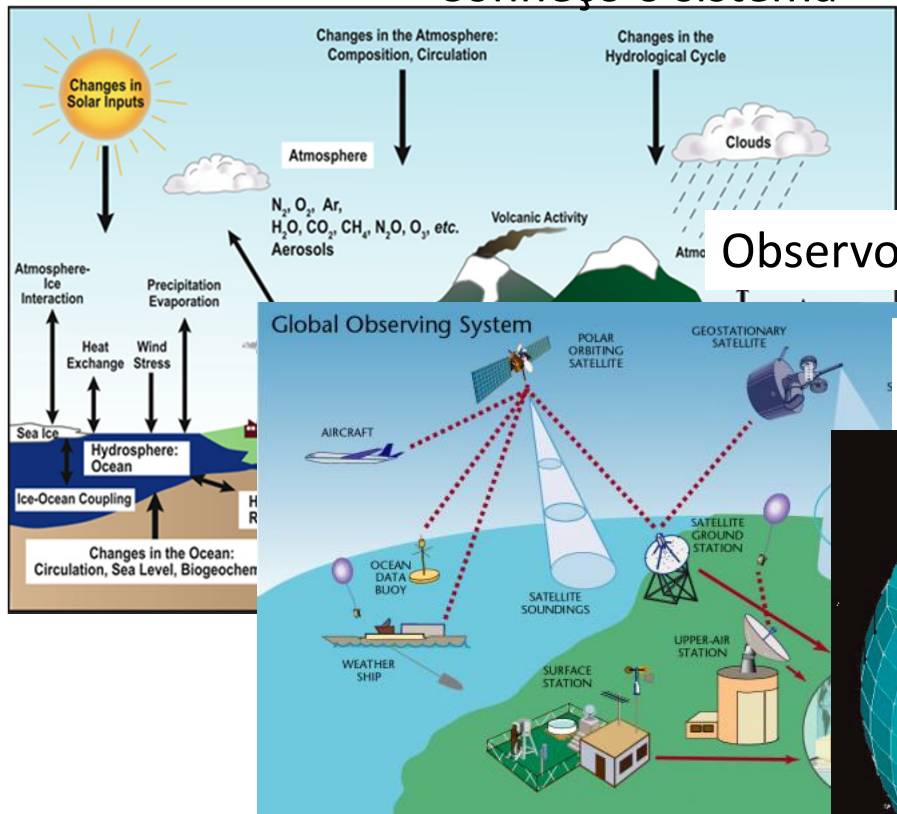
São um conjunto de equações físicas e matemáticas que simula o comportamento do sistema superfície-atmosfera com a finalidade de prever seu estado futuro

Força (aquilo que aprendemos com nossos professores de física)

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \rho g_x$$


Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

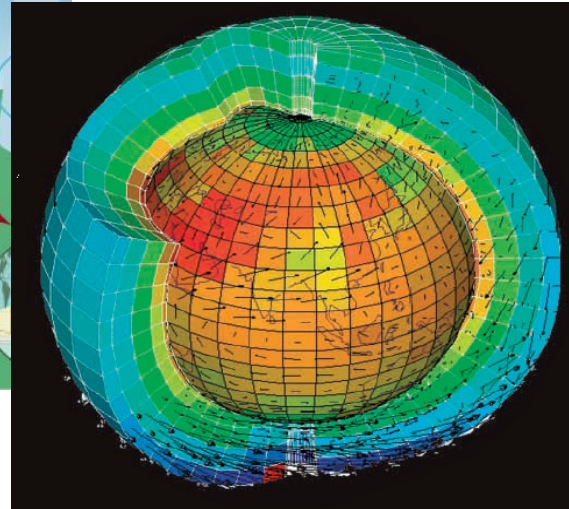
Conheço o sistema



Observo

Modelo

Previsão do estado futuro



Computador
Veloz e que possa
Receber e
Processar
Dados, rodar o
modelo para
grande área e
prever o estado
futuro.

Fonte:
Weather.gov

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Supercomputador é um computador com altíssima velocidade de processamento e grande capacidade de memória.



Operacional desde 2010

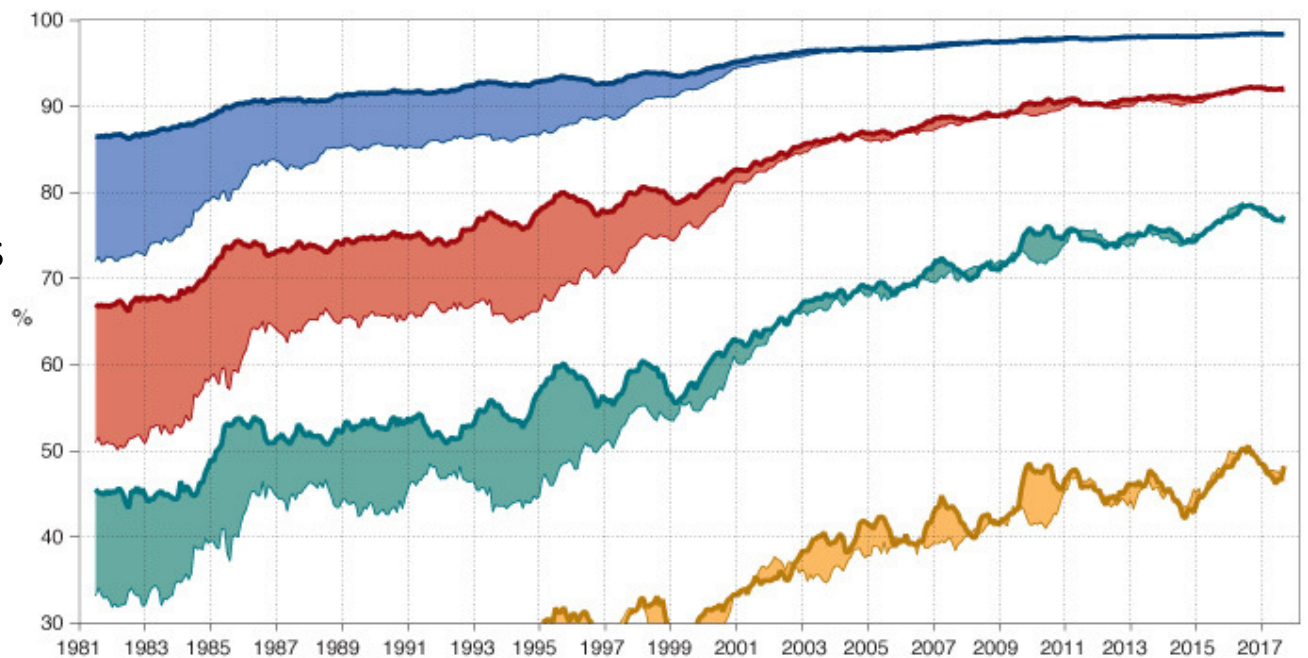


Fonte INPE

<https://www.cptec.inpe.br/supercomputador/fotos.php>

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Qualidade das
Previsões



1981

1995

2010

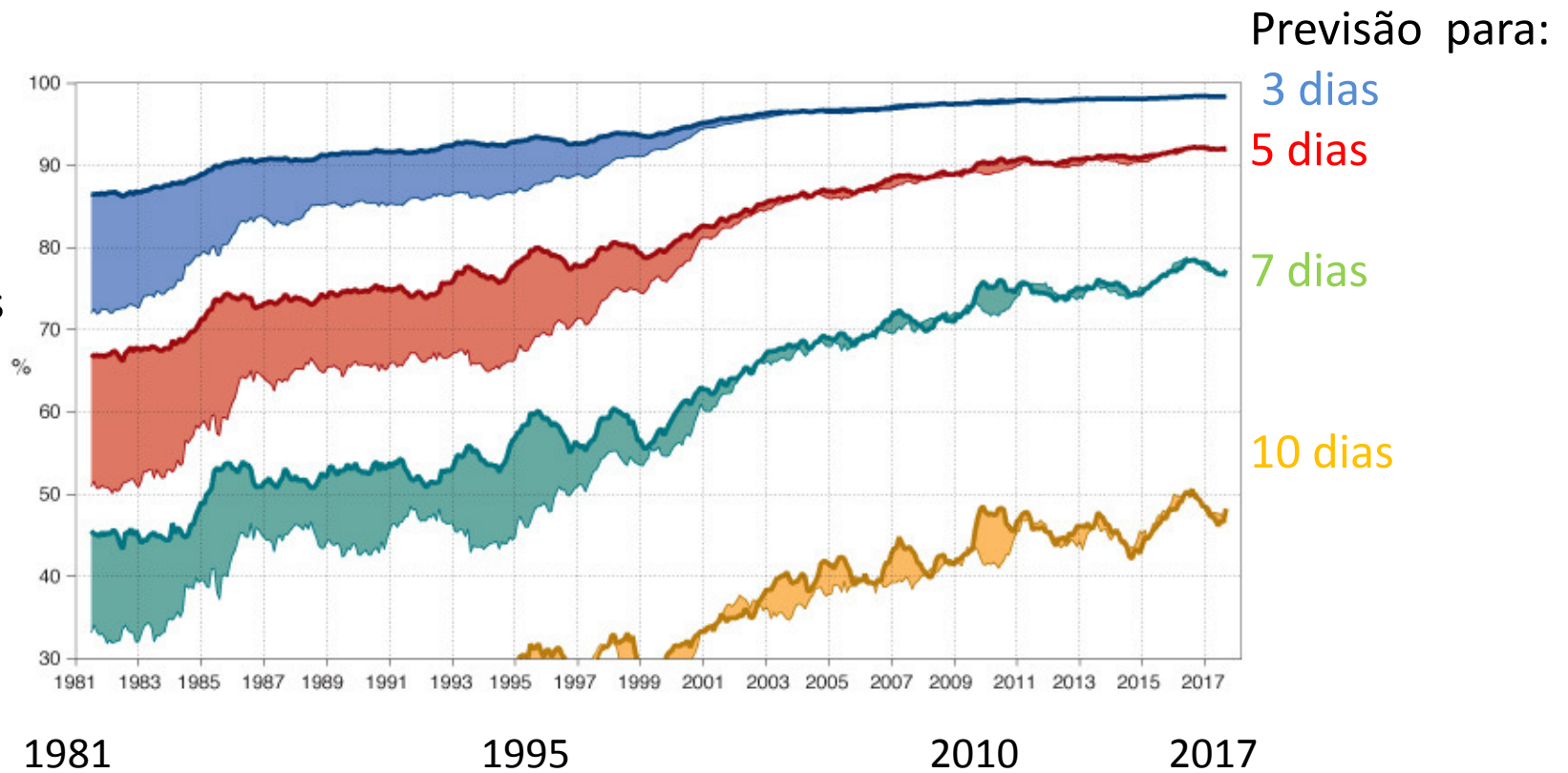
2017

Anos

ECMWF

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Qualidade das
Previsões

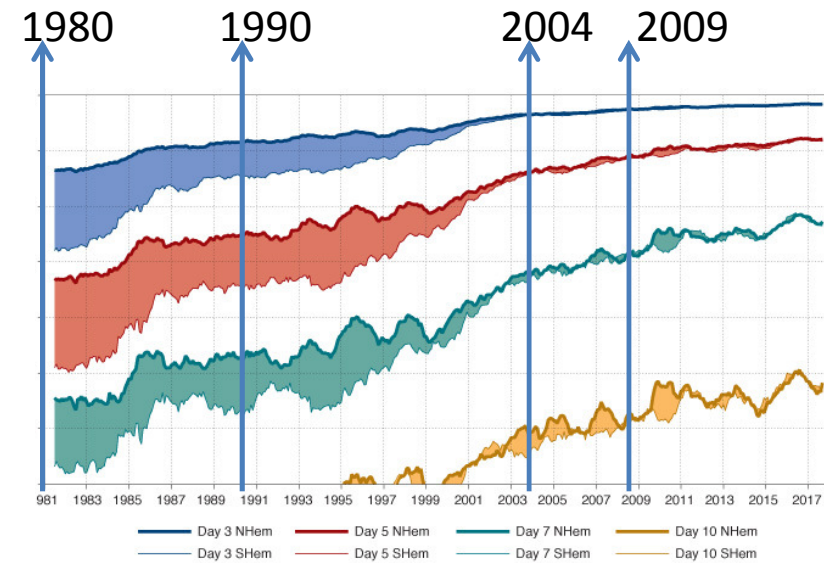


Anos

ECMWF

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Desenvolvimento dos modelos meteorológicos ao longo dos anos

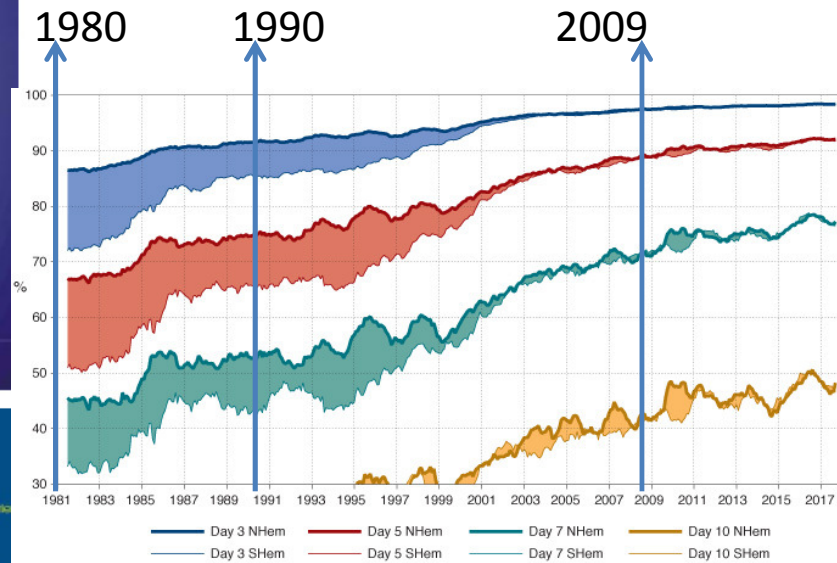
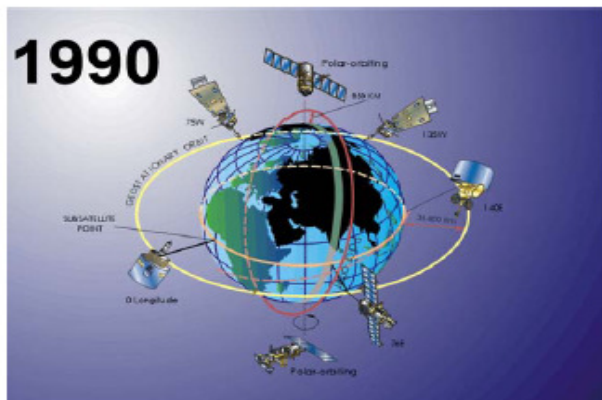
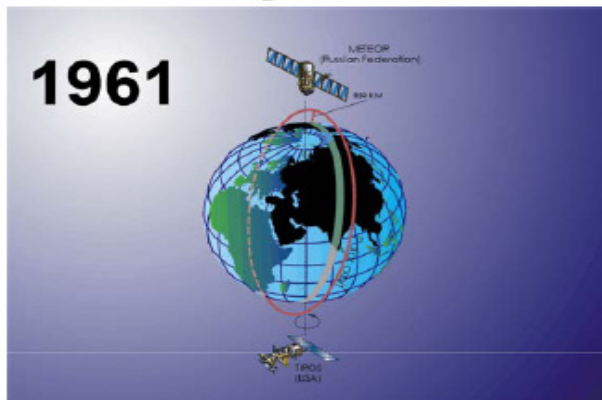


Fonte: Met Office/UK

ECMWF

Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

Evolução do Sistema de observação da Terra via satélites



Tecnologias na Previsão de Tempo e Clima

