

Tecnologia Espacial na Previsão do Tempo

Daniel Alejandro Vila
CGCT/INPE
daniel.vila@inpe.br



Construção Civil



Agricultura



Pecuária



Esporte & Lazer



Transportes



Hidroelétricas



Energia Solar



Energia Eólica

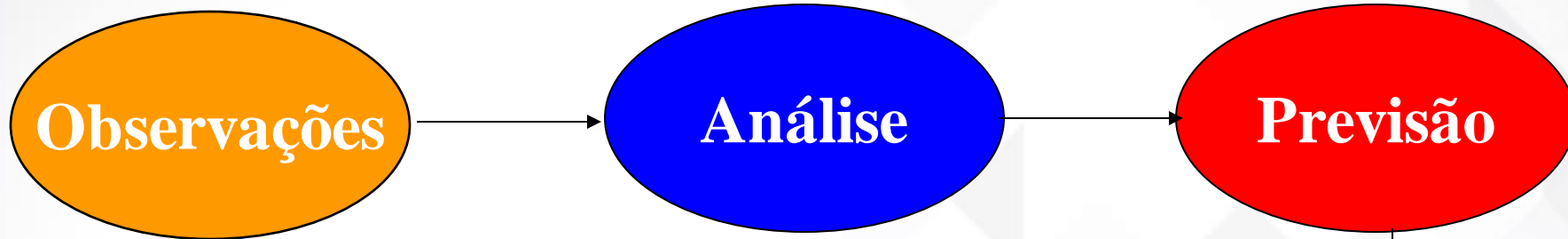


Enchentes

Tecnologias no Processo de previsão?



Processo de previsão

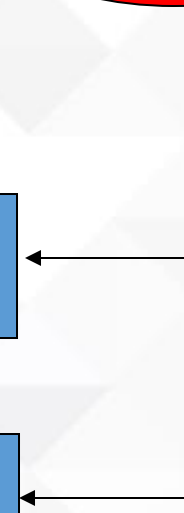
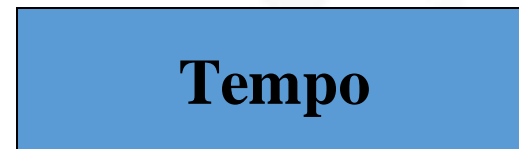


Tempo:

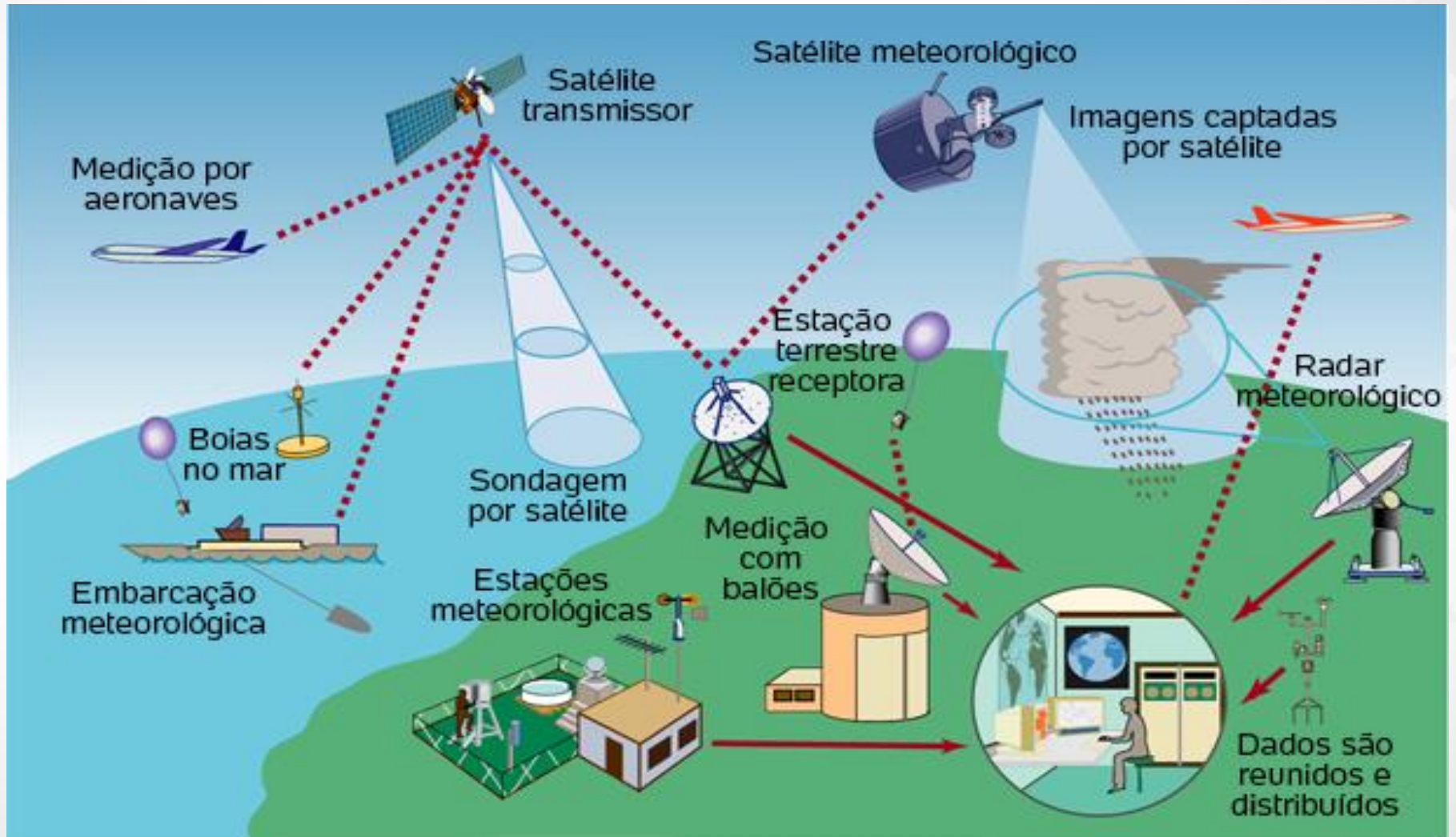
Condições atmosféricas de
curto prazo.

Clima:

Condições atmosféricas médias

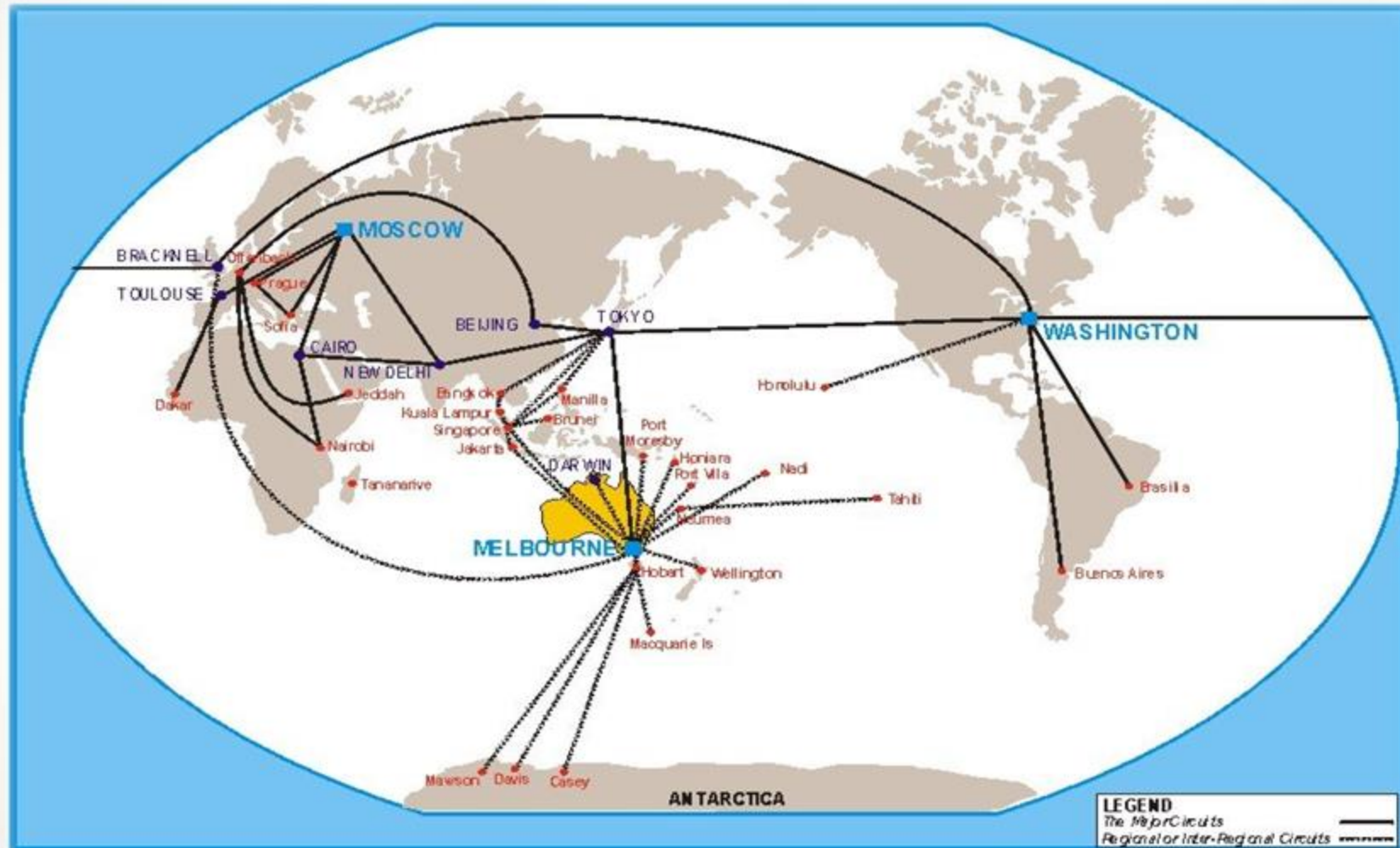


Sistema de *GLOBAL* de Observação

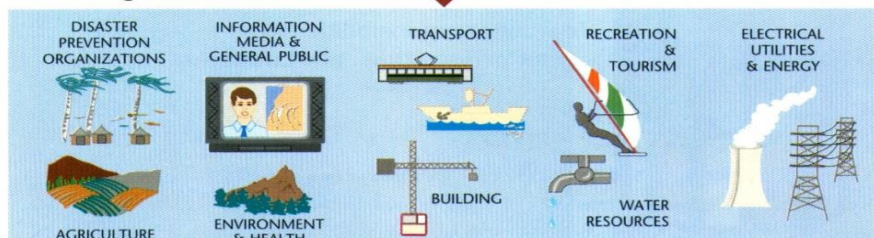
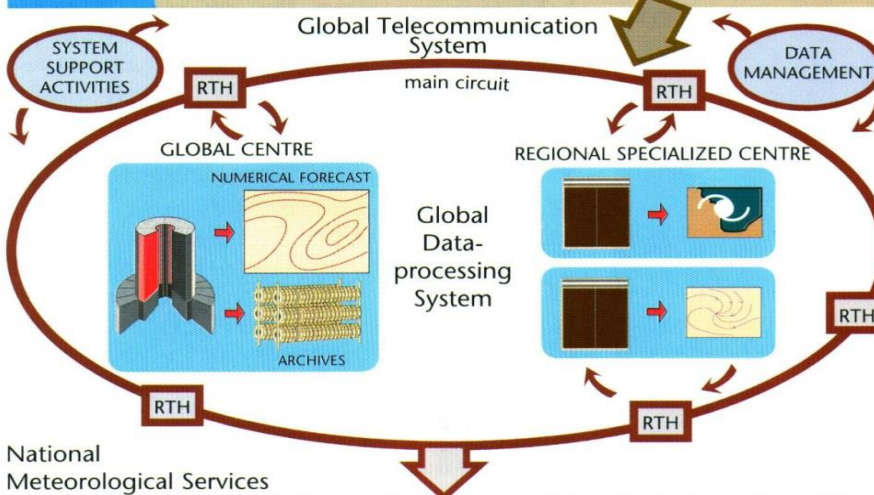
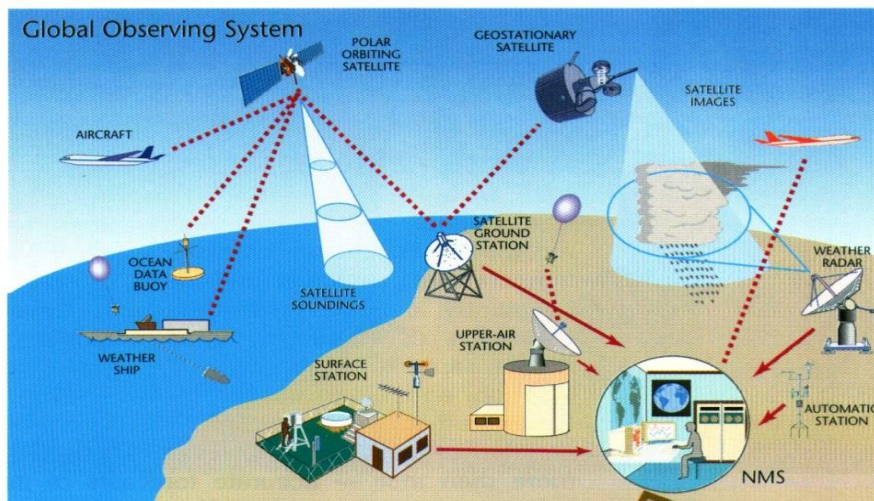


FONTE: GOS (Global Observing System)

Sistema *GLOBAL* de Telecomunicação



The Global Telecommunications System : Major Links



Estações de superfície
Estações de radiossonda
Estações automáticas
Bóias oceânicas
Aviões
Navios
Radar
Satélite

Processamento dos dados
Análise e Armazenamento
Entrada de modelos
Divulgação
Previsão: Tempo - Clima

Transporte
Agricultura
Energia
Recursos Hídricos, Água
Esporte e Turismo
Construção Civil, etc.

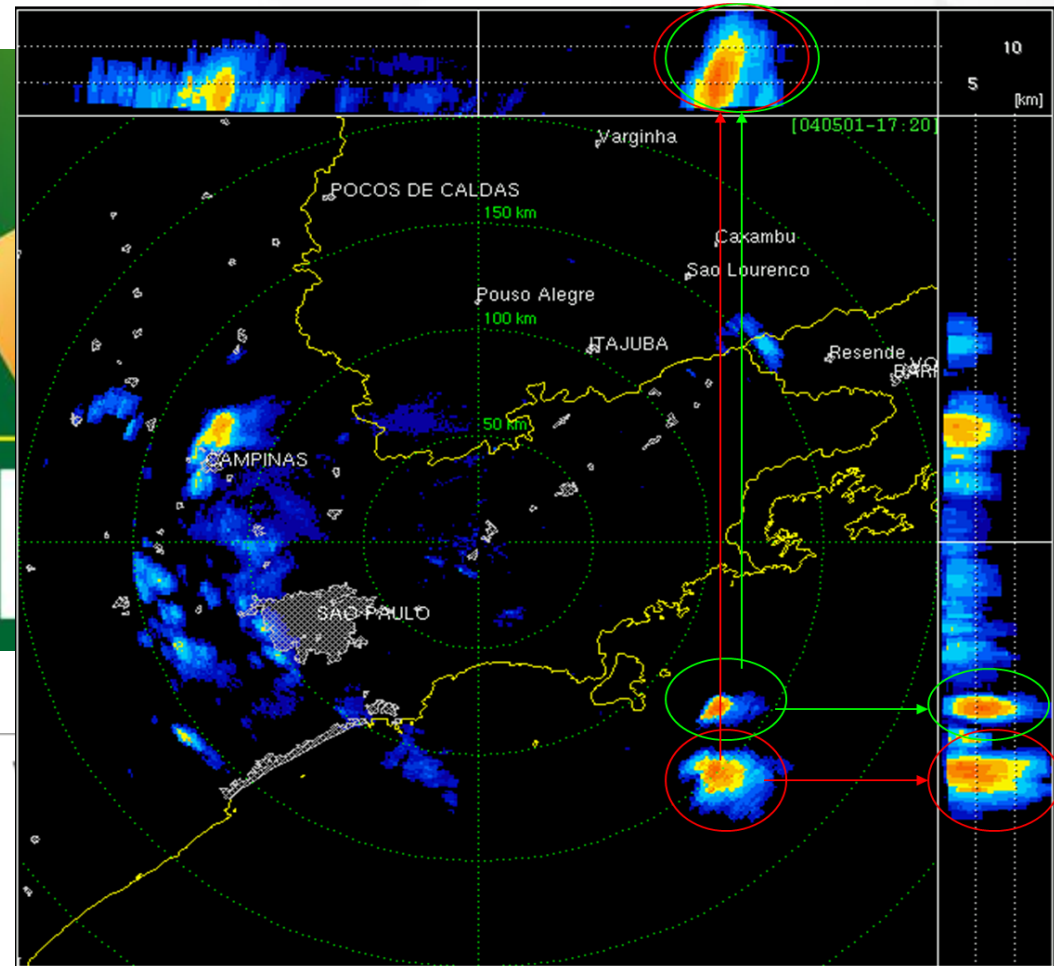
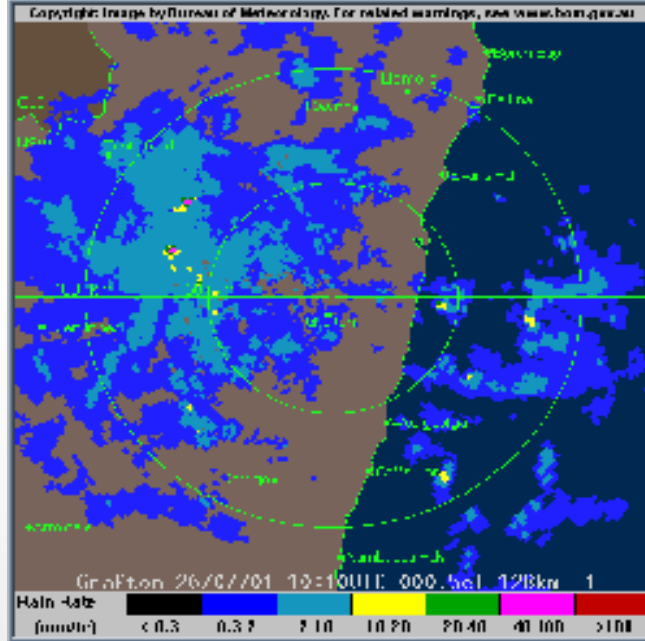
Radar – (circa 1940...)

O princípio básico de funcionamento de um radar primário é simples, embora a teoria seja um tanto complexa, e se baseia em:

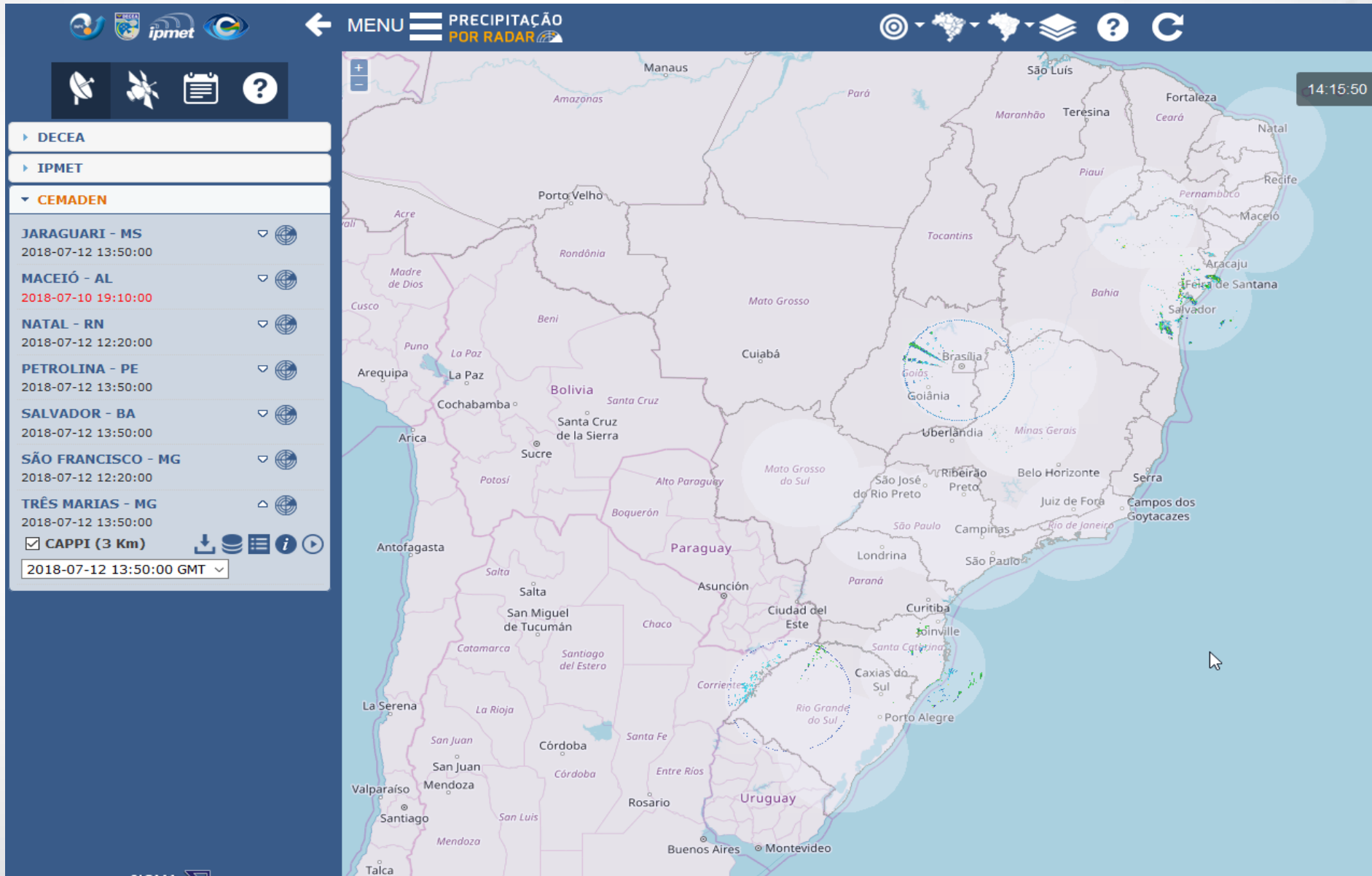
- + Há reflexão de ondas eletromagnéticas pelos objetos.
- + A energia eletromagnética viaja através do ar a uma velocidade constante, próxima a da luz: 300.000 km/s.
- + Essa energia normalmente viaja pelo espaço em uma linha reta e varia ligeiramente devido às condições atmosféricas. Essa energia pode ser focada em uma dada direção. Assim, a direção dos objetos refletidos pode ser medido em termos de:
 - × Azimute → ângulo em relação ao Norte verdadeiro (positivo no sentido horário).
 - × Elevação → ângulo em relação ao horizonte (nível 0) até a vertical local (90°).

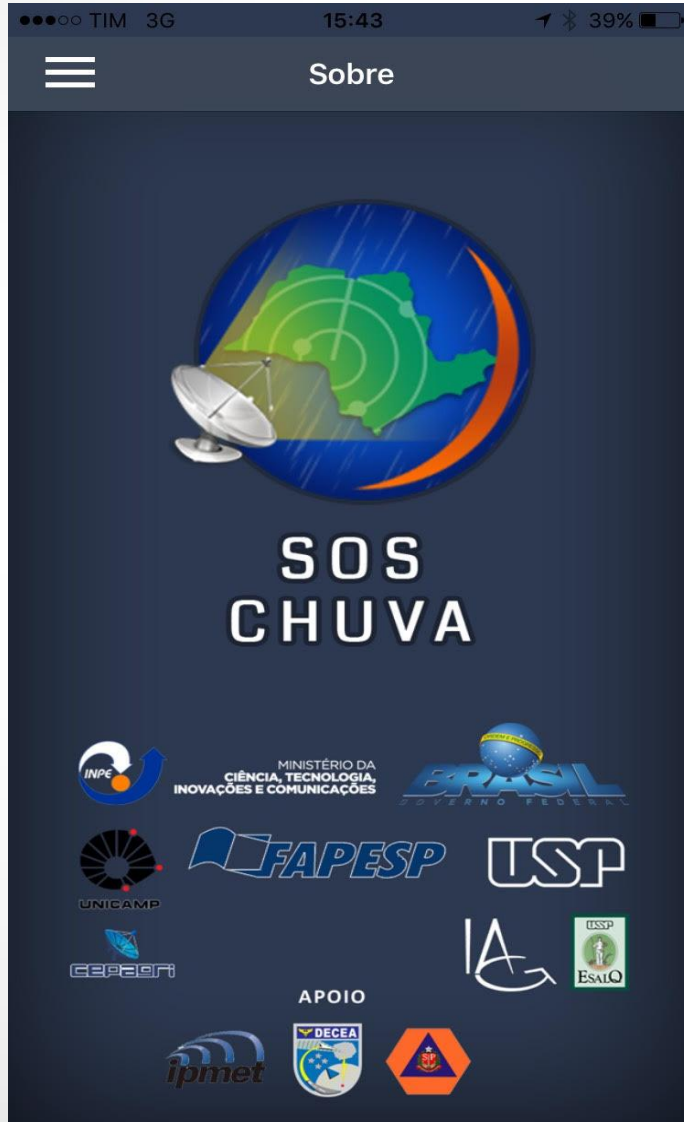


Radar



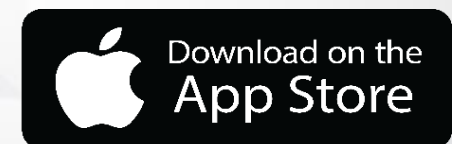
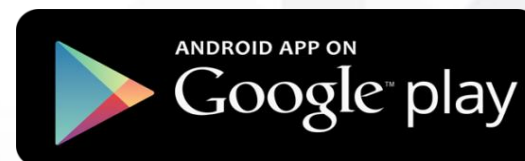
Radares no Brasil - (satelite.cptec.inpe.br)





~200 mil imagens
(out a dez 2016)
+2 M imagens (2017)
+1.4 M imagens (2018)

+68 mil dispositivos
(Android) e +11 mil (iOS)





SOS CHUVA

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES







REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
 MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIA DE CIRCUITOS INTEGRADOS

CERTIFICADO DE REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR

Processo: BR 51 2017 000190-1

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL expede o presente Certificado de Registro de Programa de Computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de criação indicada, em conformidade com o parágrafo 2º, artigo 2º da Lei Nº 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998, e arts. 1º e 2º do Decreto 2.556 de 20 de Abril de 1998.

Título: SOS CHUVA - SISTEMA DE OBSERVAÇÃO E PREVISÃO DE TEMPO SEVERO - VERSÃO ANDROID

Criação: 04 de outubro de 2016

Titular(es): INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (01.263.896/0005-96)

Autor(es): BRUNO LUIS NEVES (417.130.548-92)
DÊNIS PEREIRA E SILVA (387.494.848-00)
LUIZ AUGUSTO TOLEDO MACHADO (952.584.938-49)
LUIZ EDUARDO GUARINO DE VASCONCELOS (315.204.348-12)
MÁRIO LEMES DE FIGUEIREDO NETO (171.103.818-03)

Linguagem: ANDROID, JAVA

Aplicação: ME-02

Tipo Prog.: AP-01, FA-01, TC-01

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA EM DEPÓSITO SOB SIGILO ATÉ 24/02/2027.

Os Direitos Patrimoniais relativos ao programa de computador objeto do presente registro foram cedidos dos Criadores para o Titular, na data de 21 de fevereiro de 2017, conforme documentação

A exclusividade de comercialização deste programa de computador não tem a abrangência relativa à exclusividade de fornecimento estatutária pelo art. 25, I, da Lei nº 8.666, de 21 de Junho de 1993, para fins de inexistência de licitação para compras pelo poder público.

Expedido em 30 de maio de 2017

Assinado digitalmente por:

Julio Cesar Castelo Branco Reis Moreira

Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografia de Circuitos Integrados

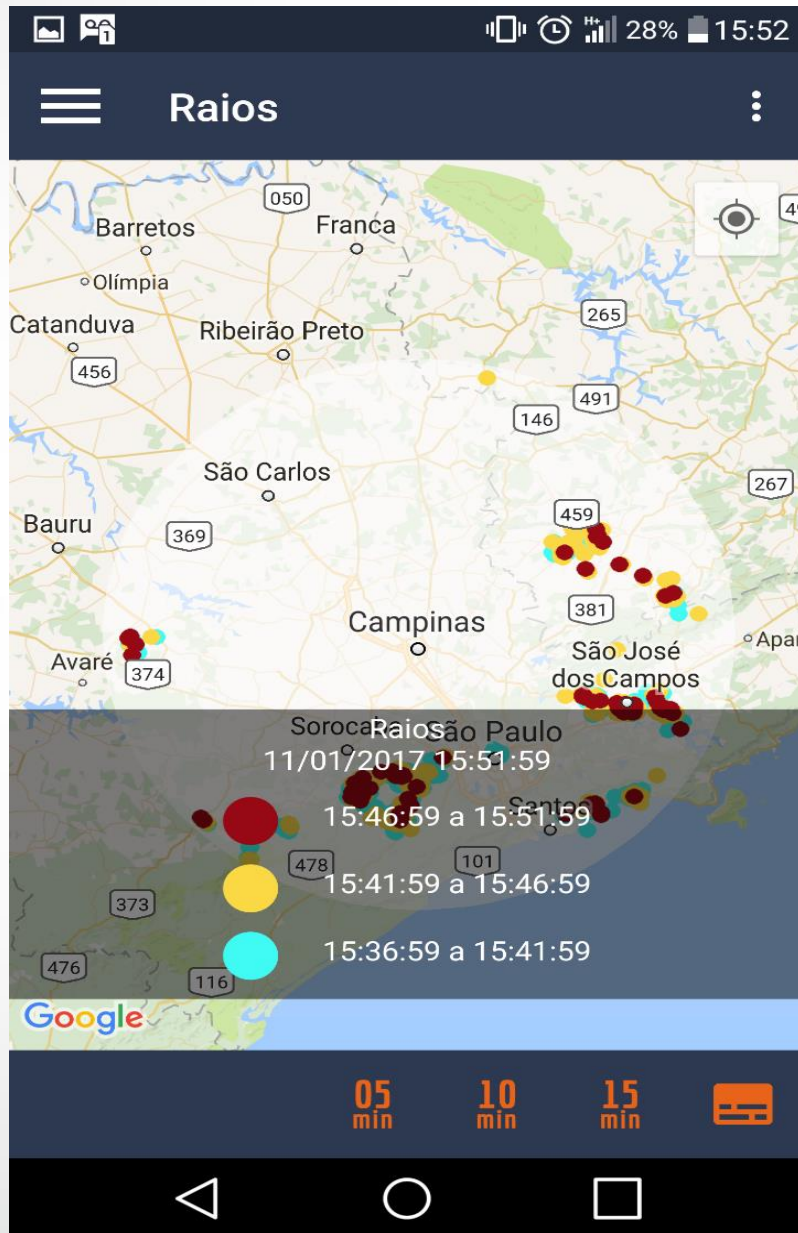


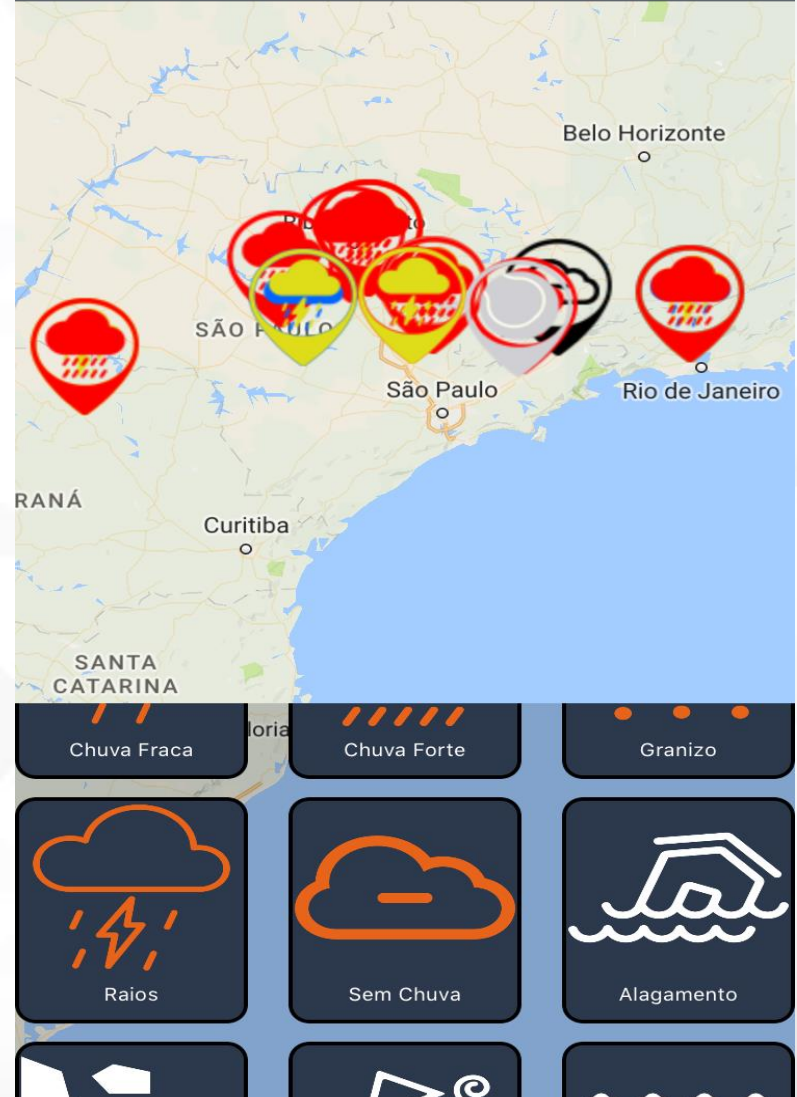
Satélite, Radares e Raios

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



UNIDADE DE PESQUISA DO MCTI

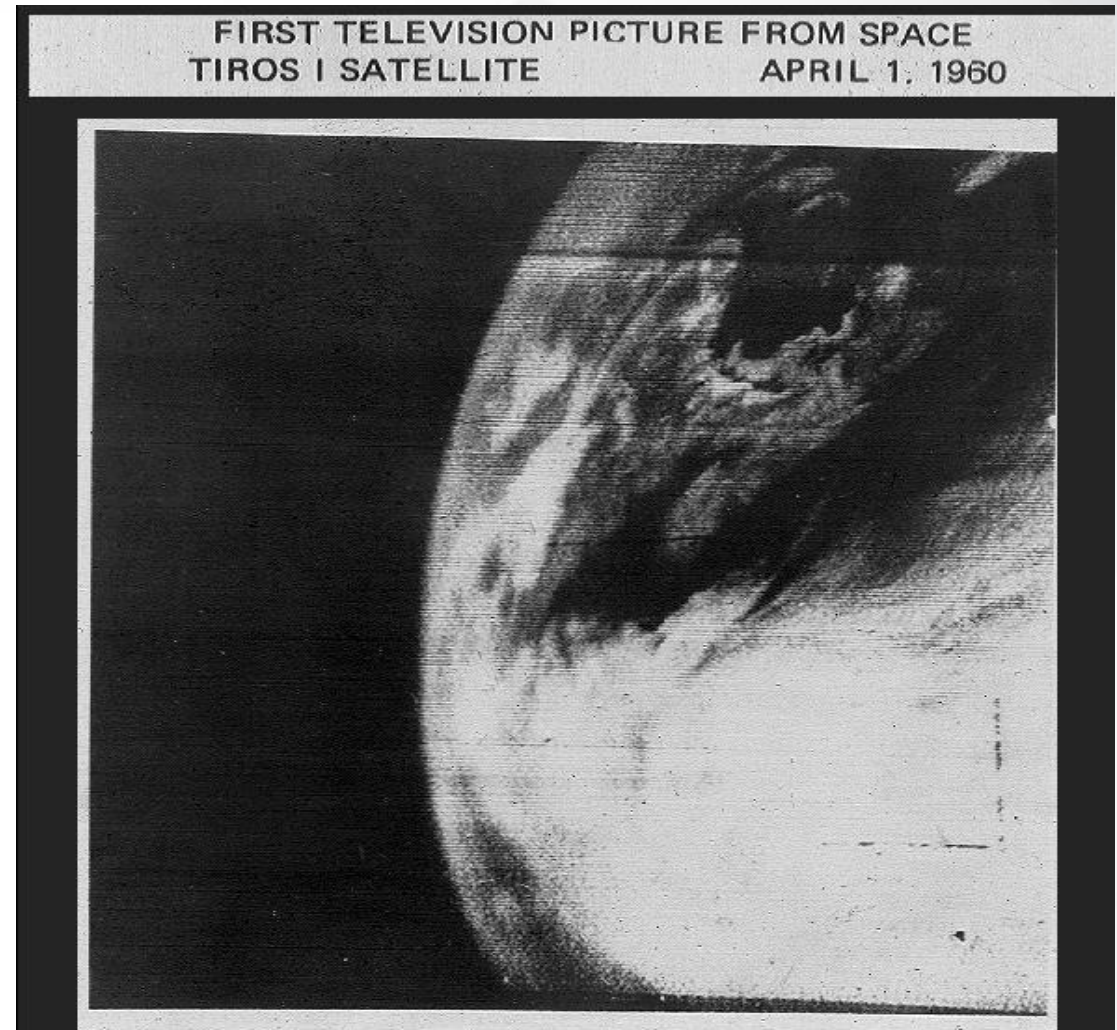




Satélite – (circa 1960)



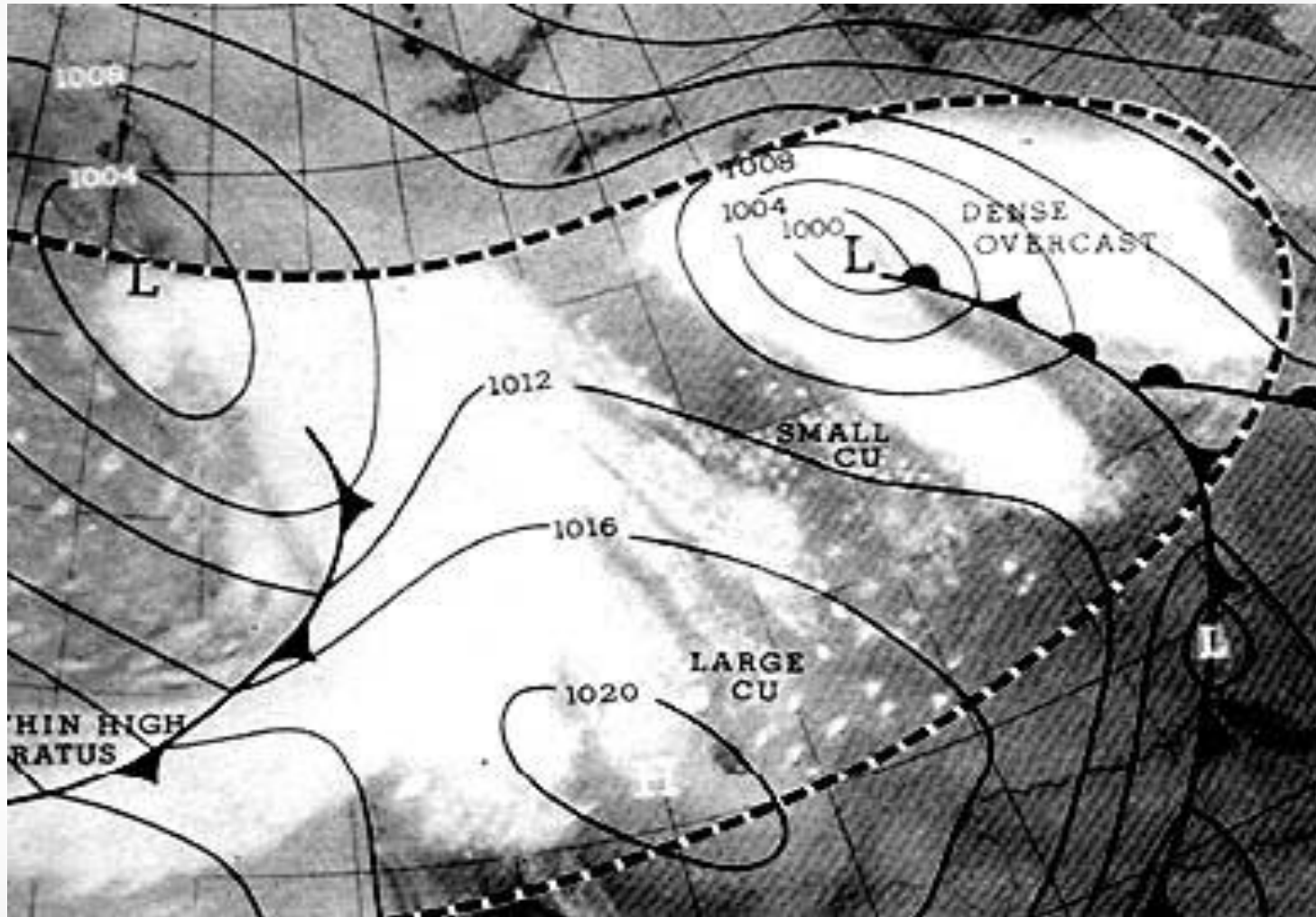
Breve Histórico



Satélite TIROS (Television Infrared Observation Satellite) e primeira imagem de sensoriamento via satélite

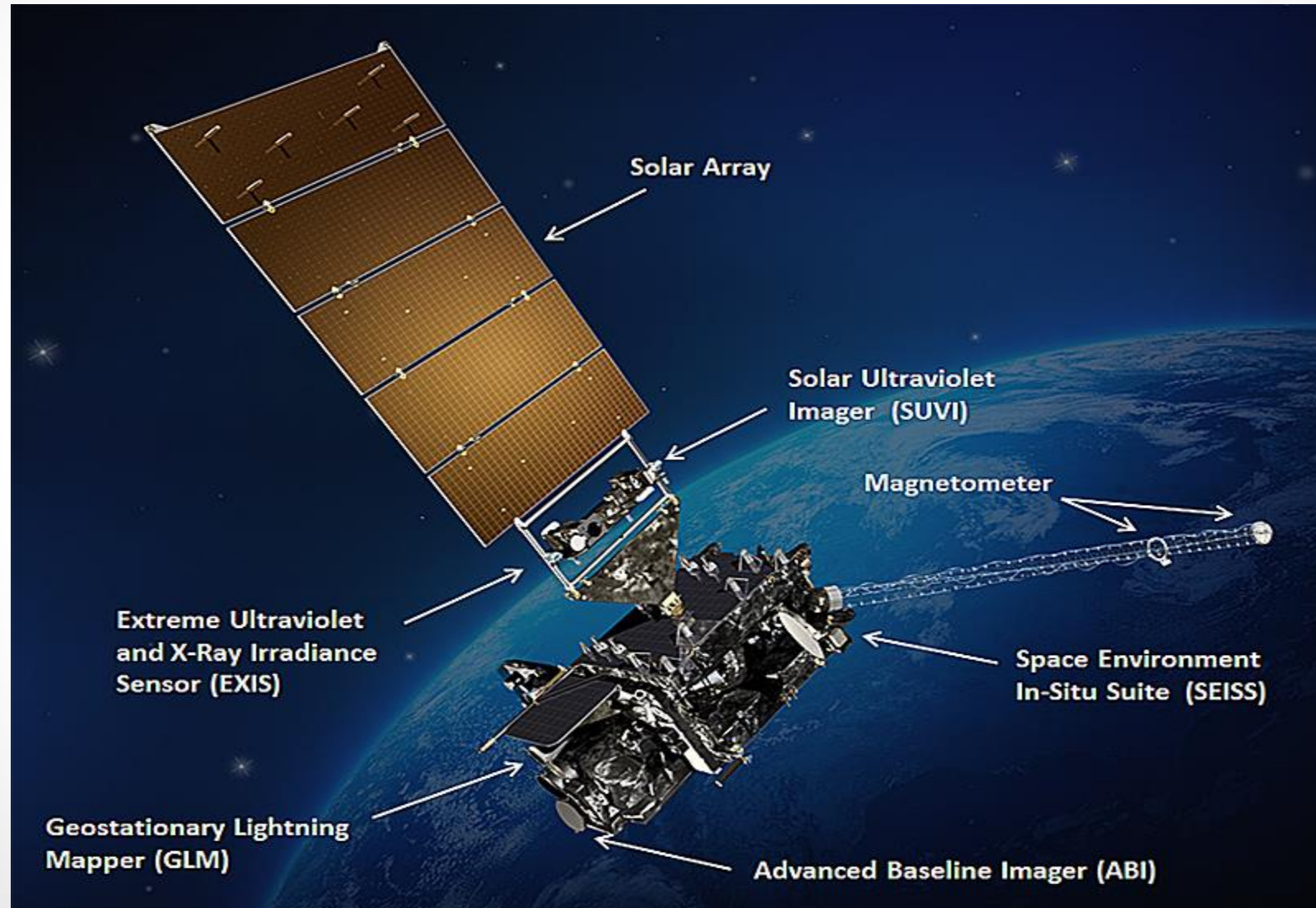
Fonte: NOAA

Breve Histórico



Satélite TIROS e uma das primeiras previsões meteorológicas a partir de imagens de satélite

GOES-R Spacecraft



Specifications:

Primary instrument in GOES-R

16 channel imager

Measures radiances in the visible and near-infrared wavelengths

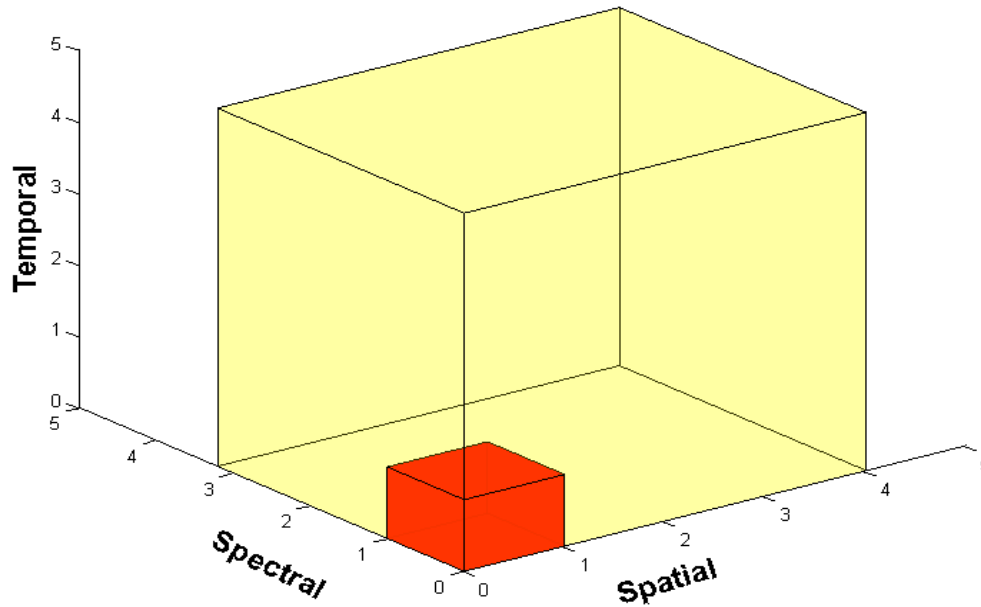
Improves every product from current GOES Imager and will offer new products for severe weather forecasting, fire and smoke monitoring, volcanic ash advisories, and more

Improves upon current capabilities in spectral information (3x), spatial coverage (4x), and temporal resolution (5x)

Improves upon current capabilities in spectral information (3x), spatial coverage (4x), and temporal resolution (5x)



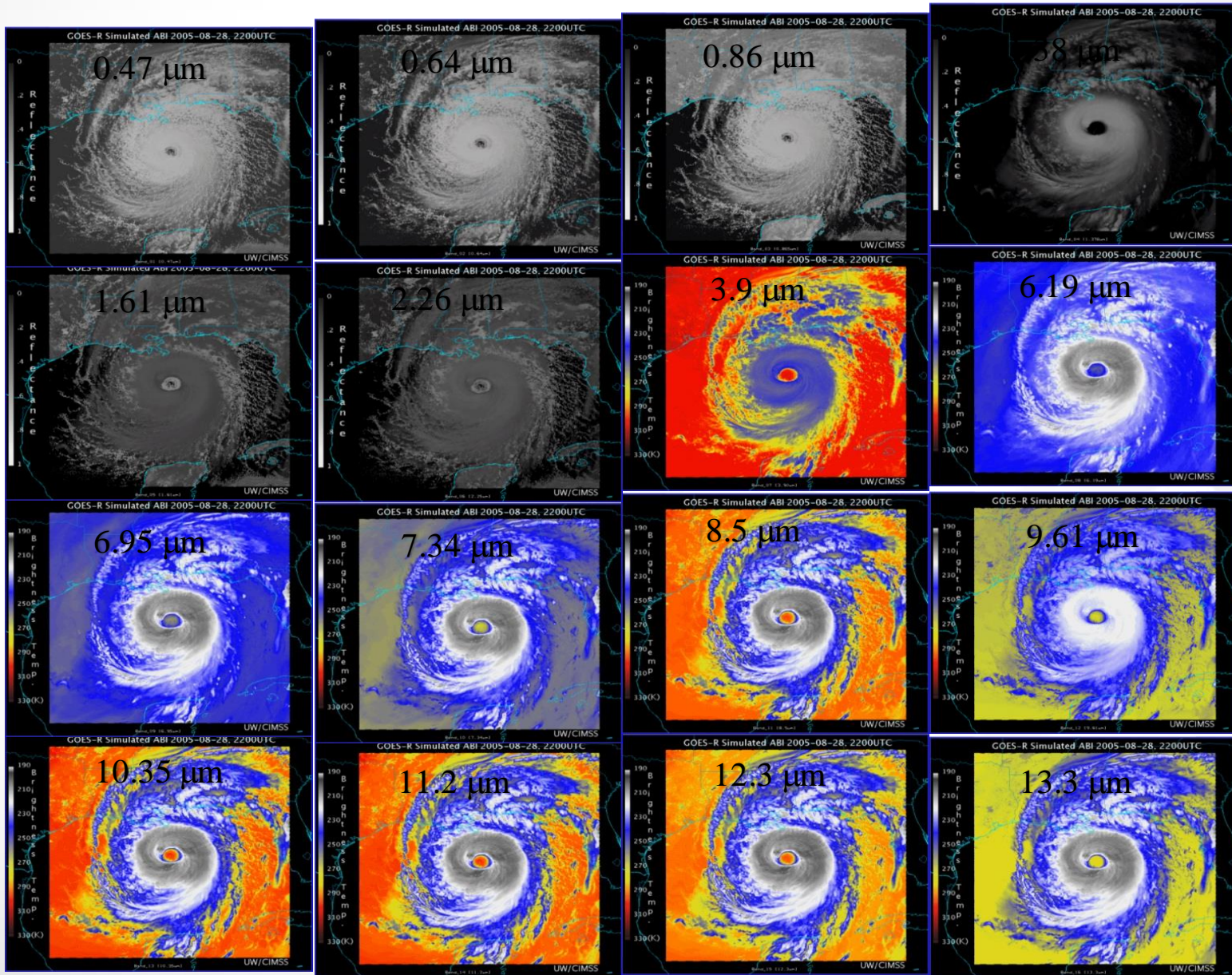
ABI – Advanced Baseline Imager



5 X
Faster coverage
(5-minute full disk vs. 25-
minute)

4 X
Improved spatial
resolution
(2 km IR vs. 4 km)

3 X
More spectral bands (16
on ABI vs. 5 on the current
imager)



NOAA/NESDIS STAR and GOES-R Imagery Team

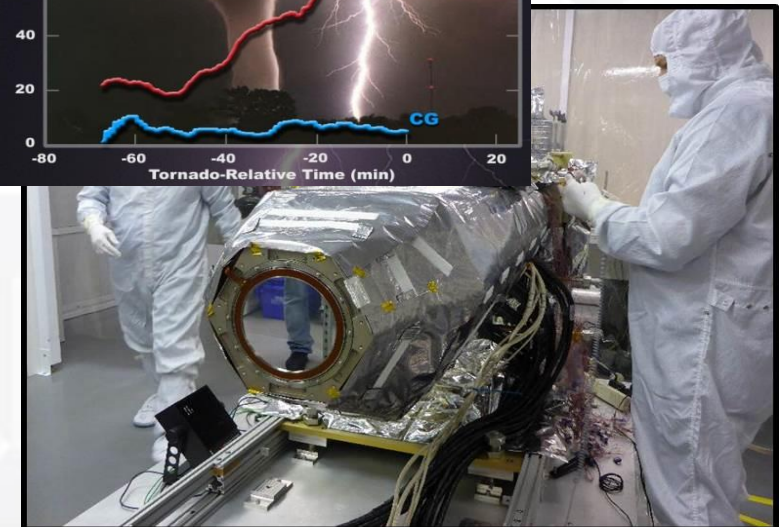
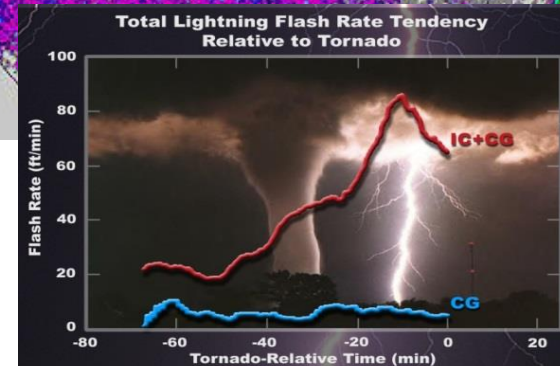
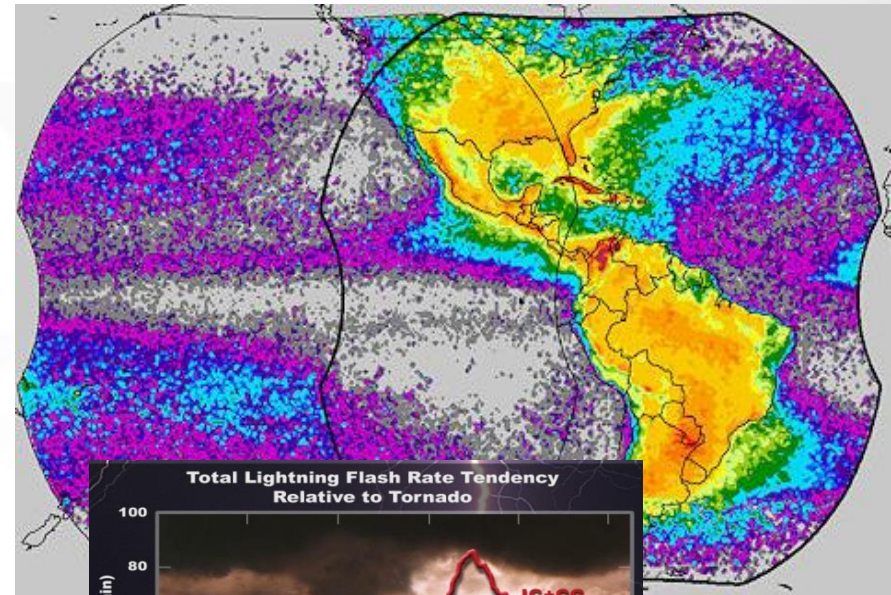
Specifications:

Detects total lightning activity across western hemisphere: in cloud, cloud-to-cloud, and cloud-to-ground

Provides coverage over oceans and land
Currently no ocean coverage , and limited land coverage in dead zones

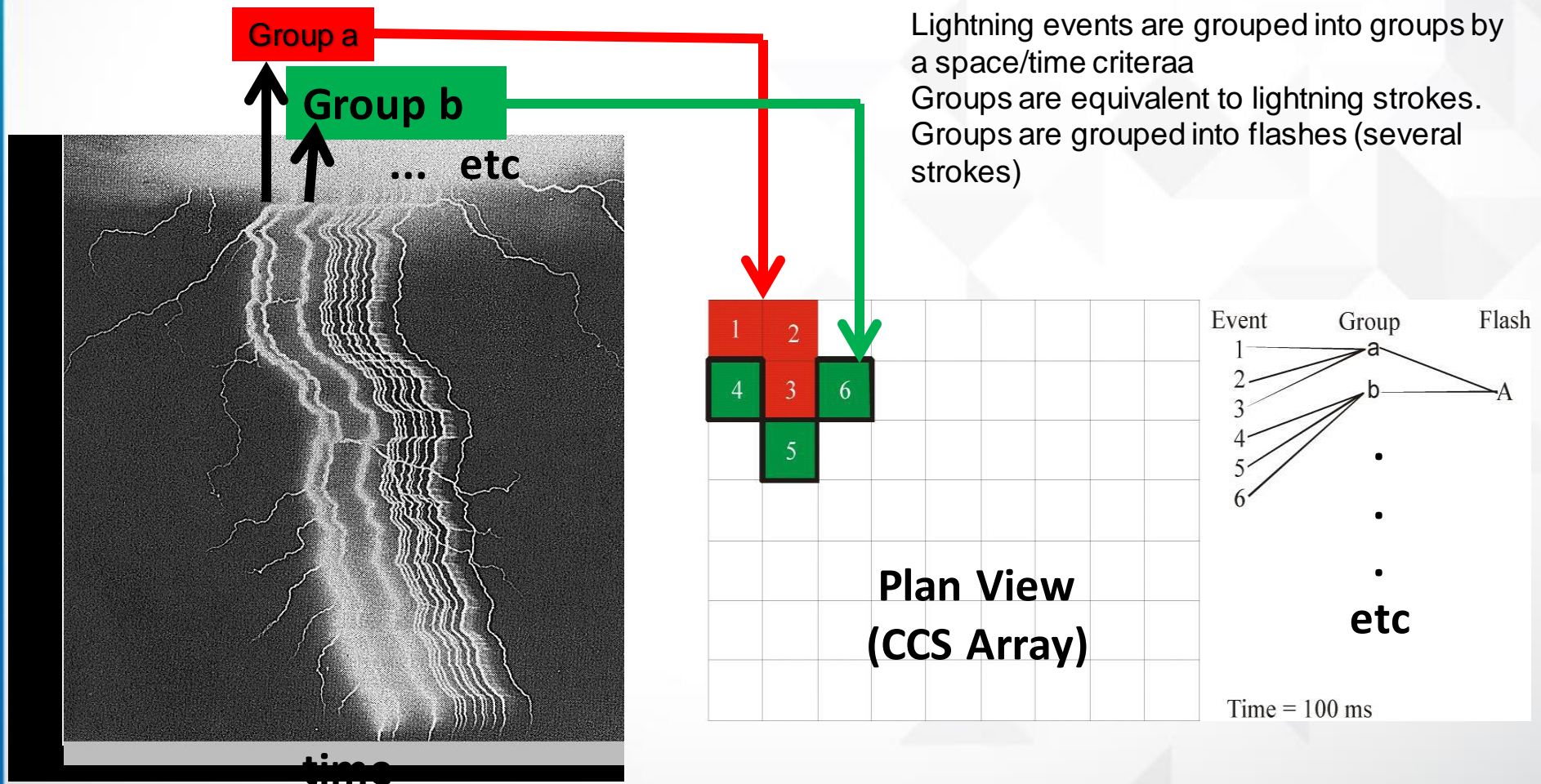
Complements today's land based systems that only measures cloud to ground lightning (~ 15% of the total lightning).

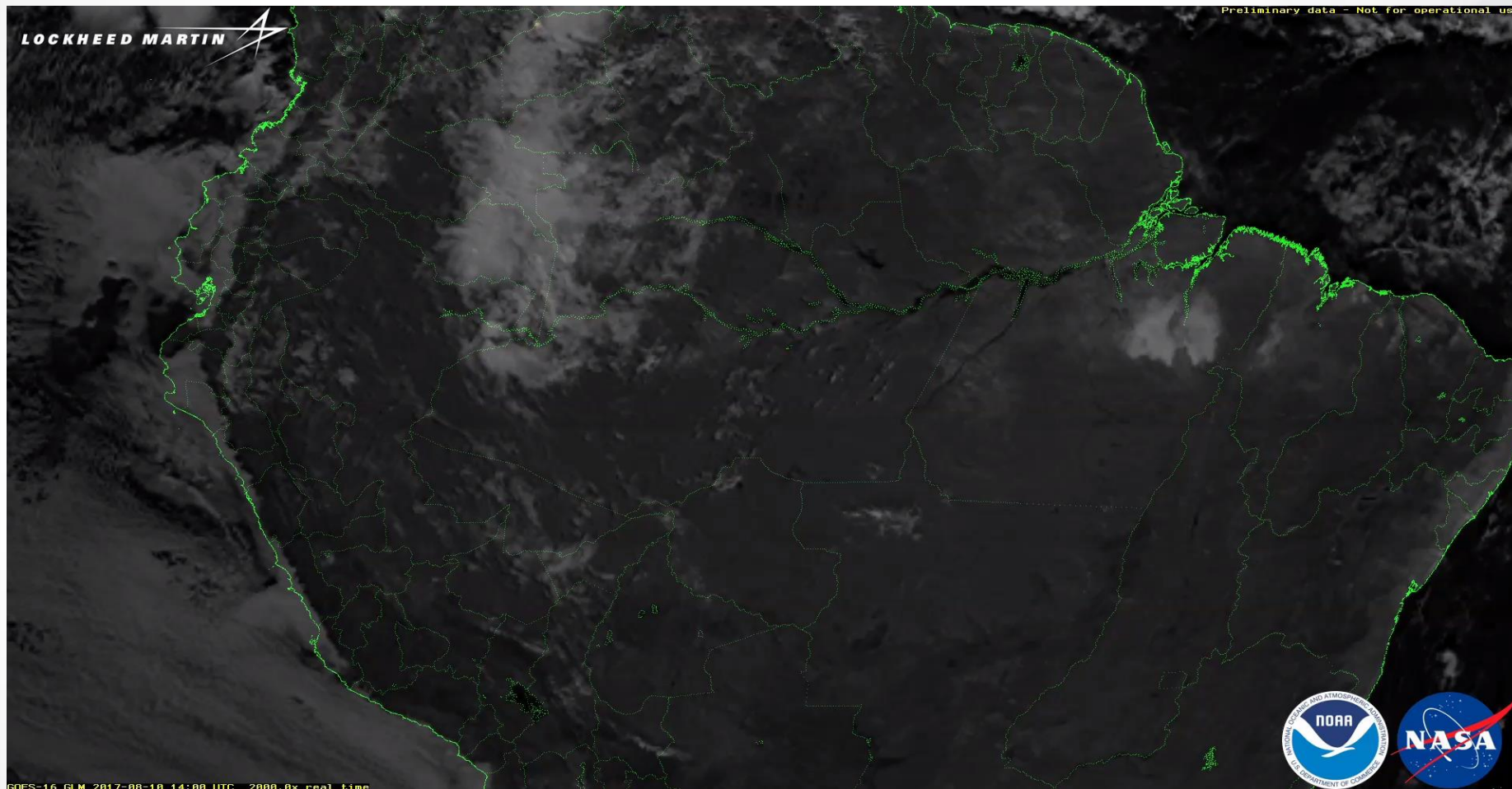
Improved forecaster situational awareness and confidence resulting in more accurate severe storm warnings (improved lead time, reduced false alarms) to save lives and property.



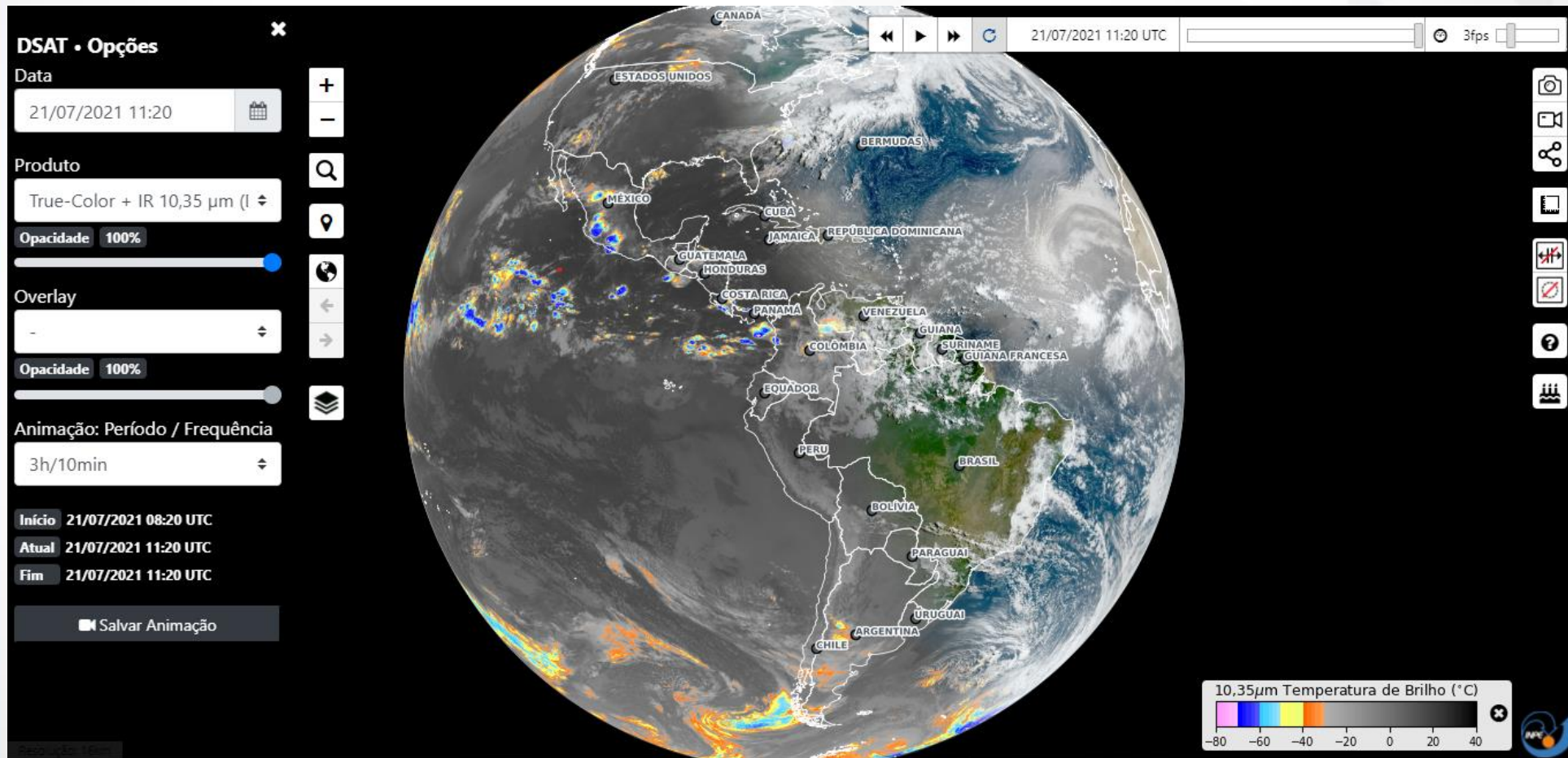
GLM detects lightning by comparing the radiance background at 777.4 nm – O(I) every 2 ms (“500 frames/second”).

CCD pixels that exceeds a background threshold are identified as a lightning event.



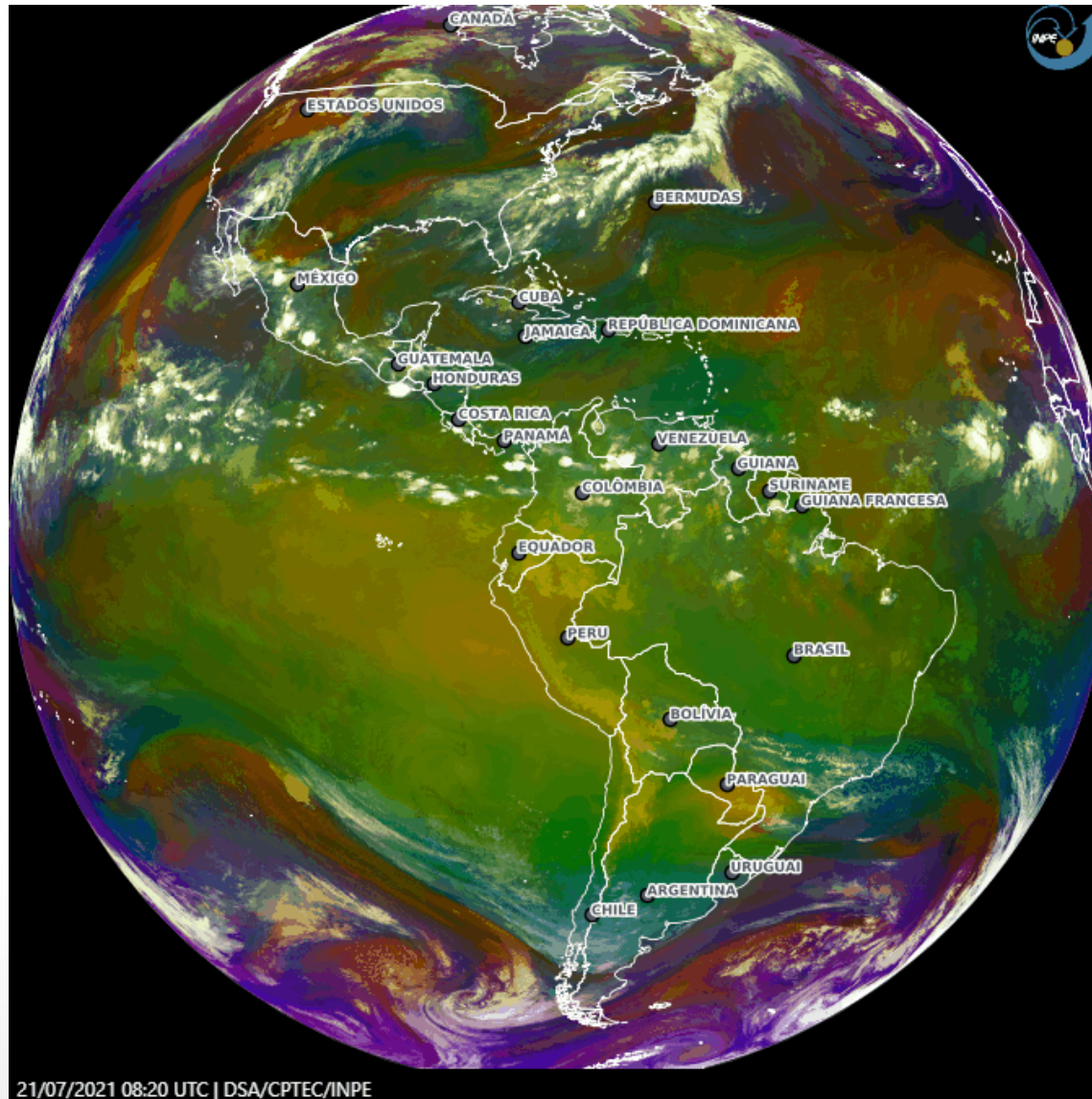


Nova Geração de Satelites Geoestacionarios



<https://www.cptec.inpe.br/dsat/>

Nova Geração de Satelites Geoestacionarios



El Sistema de Diseminación de Datos GEONETCast



Diego Souza

diego.souza@cptec.inpe.br

INPE - Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales

CPTEC - Centro de Pronóstico del Tiempo y Estudios Climáticos

DSA - División de Satélites y Sistemas Ambientales



satelite.cptec.inpe.br

Motivación: Un Sistema en Crecimiento



Operacionales:

- Argentina (1)
- Barbados (1)
- Belize (1)
- Brazil (29)
- Chile (1)
- Colombia (5)
- Costa Rica (3)
- Cuba (1)
- Dominican Rep. (1)
- El Salvador (5)
- Mexico (9)
- Puerto Rico (1)
- Panamá (1)
- Peru (1)
- Uruguay (1)
- USA (2)
- Ecuador (1)

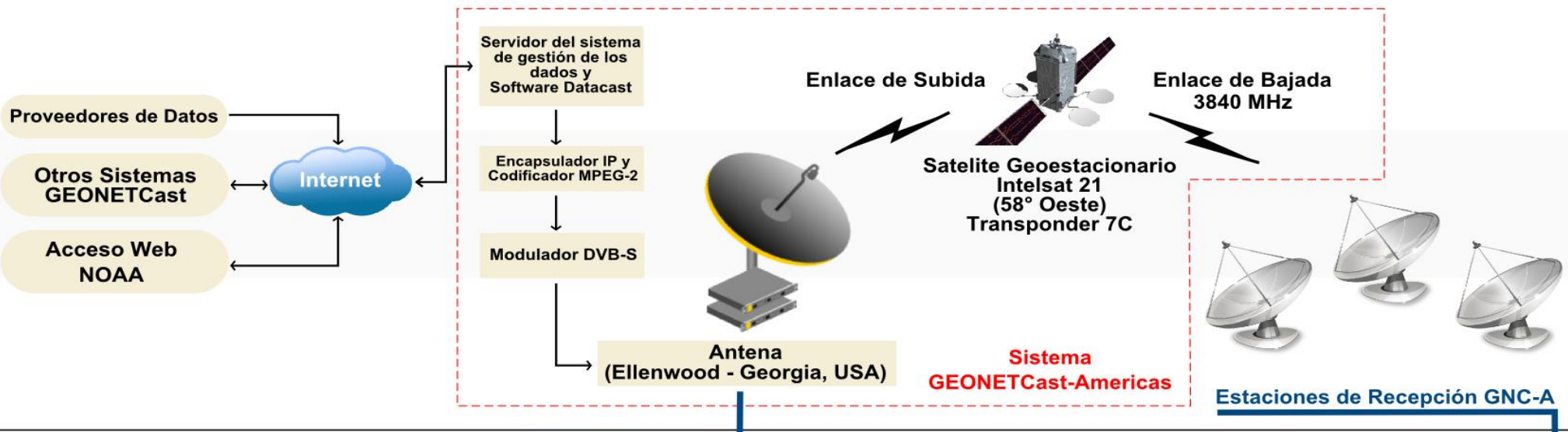
En Instalación:

- Brazil (1)
 - Canada (1)
 - Mexico (1)
- ## Financiadas o Previstas:
- Argentina (1)
 - Aruba (1)
 - Chile (1)
 - Costa Rica (1)
 - USA (1)
 - Peru (1)

Motivación: Un Sistema en Crecimiento



Arquitectura del Sistema



Componentes Básicos de la Estación



Antena (1.8 - 2.4 m)

Recibe la señal del Intelsat-21 y la proyecta sobre el LNB.



US\$ 1000 ~ 2000

Cable Coaxial + Conectores Tipo F



Bloque Convertidor de Bajo Ruído (LNB)

Amplifica la señal recibida y la convierte para frecuencias más bajas que son más manejables a través de cable coaxial común y por la electrónica del receptor DVB-S.



Recibidor DVB-S/S2 PCI / PCI Express

US\$ 500 ~ US\$ 1000



Desktop



Recibidor DVB-S/S2 USB



Laptop



FAZZT Client (licencia vitalicia)

US\$ 575

"Desencapsula" y organiza la señal recibida.



Recibidor DVB-S/S2 LAN

US\$ 50 ~ US\$ 600

Convierte la señal del LNB a datos manejables por el ordenador.

Costo de una Estación Basica (en Brasil)



Antena parabólica 2,2 m + BaseR\$ 1100,00

www.embrasat.com.br | compras@embrasat.com.br

Modelo RTM-2200



DownconverterR\$ 299,00

www.antenasmundosat.com.br | carina@antenasmundosat.com.br

Greatek SPL 3700A Professional



Cable coaxial 100 m + ConectoresR\$ 125,00

www.antenasmundosat.com.br | carina@antenasmundosat.com.br

RG 6 Cabletech 60%



Recibidor DVB-SUS\$ 599,00

www.novra.com | louiswu@shaw.ca

NOVRA S300D



Software de ingestiónUS\$ 575,00

www.kencast.com | newman@kencast.com

FAZZT Professional Client



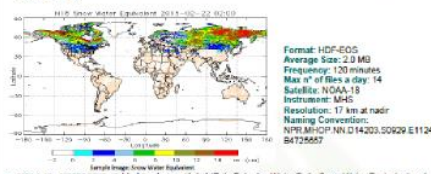
OrdenadorR\$ 2000,00

Configuración Intermedia (recomendado 2 GB RAM ó más, HD 1 TB)

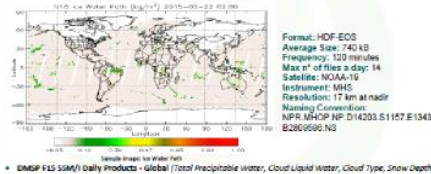
GEONETCast-Americas: Directorio de Recepción



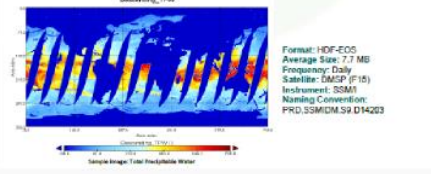
• NOAA-18 / MSPPS MHS - Orbital Products - Global (Rain Rate, Ice Water Path, Snow Water Equivalent and Snow Fall Rate)



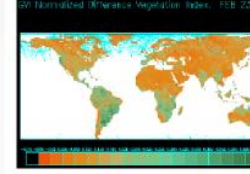
• NOAA-18 / MSPPS MHS - Orbital Products - Global (Rain Rate, Ice Water Path, Snow Water Equivalent and Snow Fall Rate)



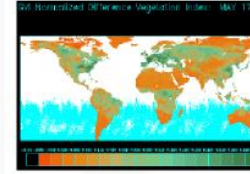
• DMSP F15 SSM/I Daily Products - Global (Total Precipitable water, Cloud Liquid Water, Cloud Type, Snow Depth, Sea Ice)



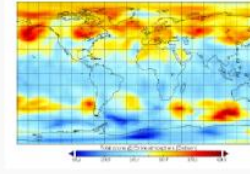
• NOAA-18 weekly NDVI in Plate Carree Projection - Global



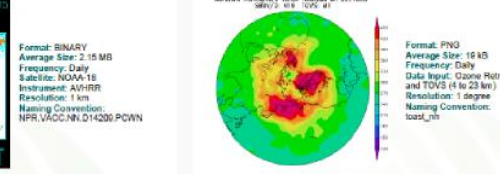
• NOAA-18 weekly NDVI in Plate Carree Projection - Global



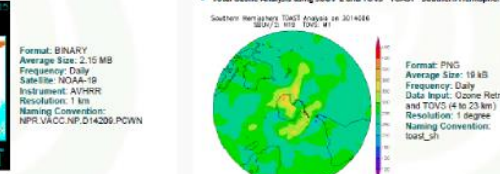
• Total Ozone Analysis using SBUV-2 and TOMV - TOAST - Global



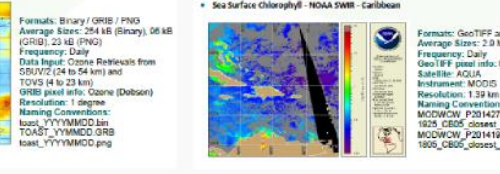
• Total Ozone Analysis using SBUV-2 and TOMV - TOAST - northern Hemisphere



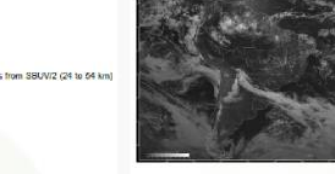
• Total Ozone Analysis using SBUV-2 and TOMV - TOAST - Southern Hemisphere



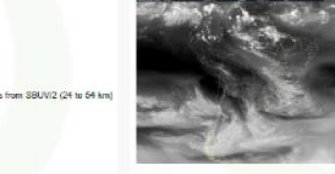
• Sea Surface Chlorophyll - NOAA SWR - Caribbean



• GOES-13 - Visible Channel - South America



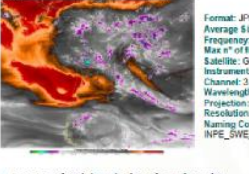
• GOES-13 - Water Vapor Channel - South America



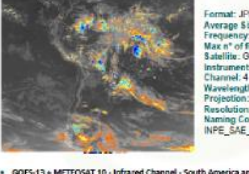
• GOES-13 - Infrared Channel - South America



• GOES-13 - Water Vapor channel enhanced - South America



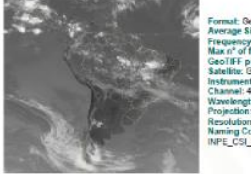
• GOES-13 - Infrared channel enhanced - South America



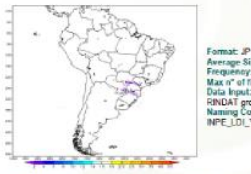
• GOES-13 + METEOSAT 10 - Infrared Channel - South America and Africa



• GOES-13 - Infrared Channel - Central and South America



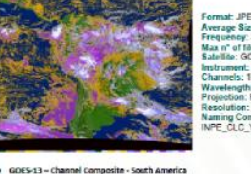
• Lightning Discharges Images - South America



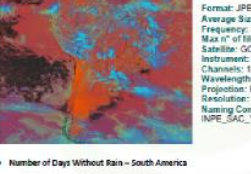
• Wind Chart - Visible Channel (700-1800 hPa Daytime) - South America



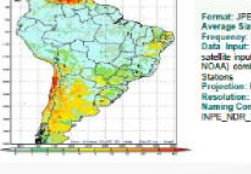
• GOES-13 - Cloud Classification - South America



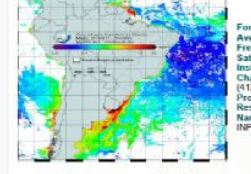
• GOES-13 - Channel Composite - South America



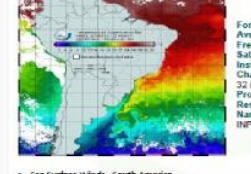
• Number of Days Without Rain - South America



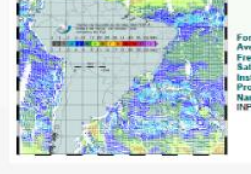
• Sea Surface Chlorophyll - South America



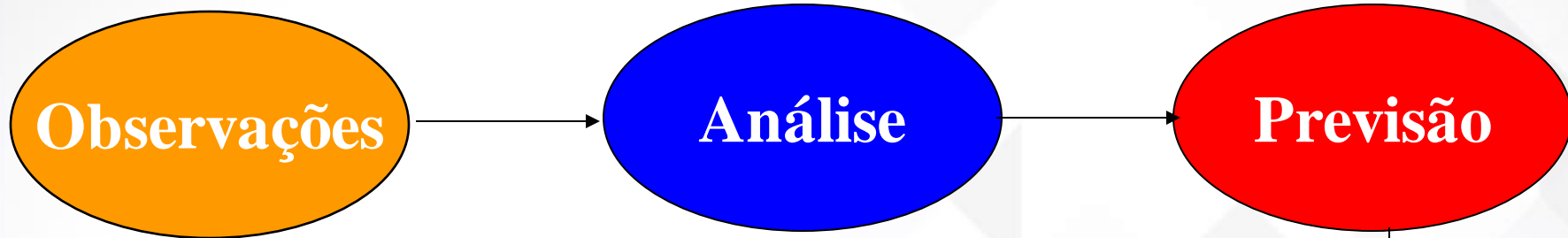
• Sea Surface Temperature - South America



• Sea Surface Winds - South America



Processo de previsão

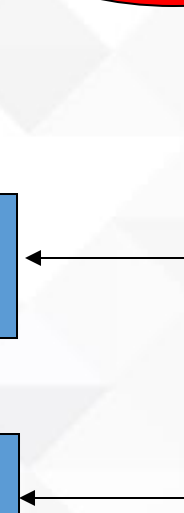
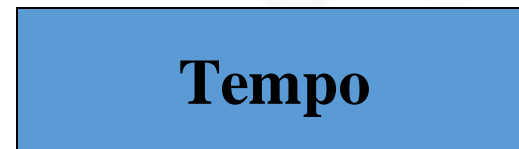


Tempo:

Condições atmosféricas de
curto prazo.

Clima:

Condições atmosféricas médias



Formas de previsão

Subjetiva

Depende da experiência observacional do previsor e da disponibilidade de informações.

Objetiva

Estatístico: Depende do critério estatístico utilizado e das observações armazenadas. Baseia-se nas informações do passado.

Físico-Dinâmico: Depende da capacidade do modelo atmosférico e da qualidade dos dados para inicialização, está associado a princípios físicos e dinâmicos da atmosfera

Uma breve história sobre os modelos de previsão de tempo e clima

Início do Século 20

**Vilhelm Bjerknes
(1862-1951)**



(Magazine of Meteorology 1904)

1) As leis que regem os movimentos da atmosfera devem ser conhecidas com “suficiente” precisão para que se possa prever a transição de um estado do tempo para outro.

⇒ 2) Formulou 7 equações que governam a evolução dinâmica da atmosfera: baseadas na conservação de momentum (3), massa (1), termodinâmica (energia e entropia) e equação do estado (1);

⇒ 3) Sugeriu um método gráfico baseado em mapas sinóticos para resolver as equações → metodologia muito lenta...

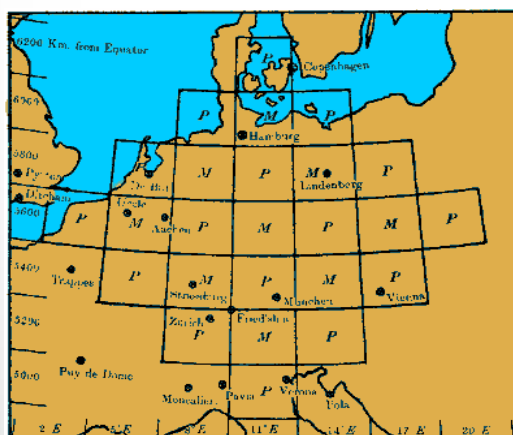
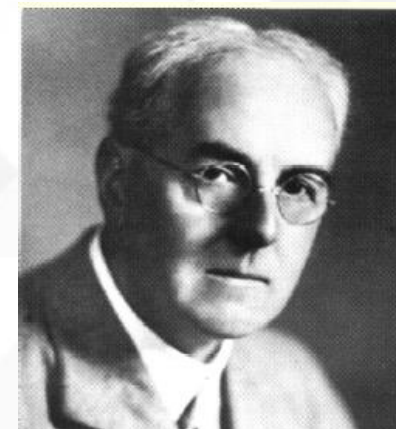
Uma breve história sobre os modelos de previsão de tempo e clima

1910–1922 Previsão Numérica

– solução baseada na formulação em diferenças finitas de um sistema simplificado das equações do Bjerkness

– tentativa de previsão de 8hr para 20 de maio de 1910 , um período em que haviam observações de superfície e de balões.

Lewis Richardson



– levou 6 semanas para calcular na mão...(durante períodos de “descanso” enquanto dirigia ambulâncias na 1ª Guerra Mundial).

– fracasso!! Mudanças de pressão e temperatura absurdas...

– demorou mais de 15 anos para descobrirem a causa – abriu uma área de pesquisa em Matemática Aplicada...

Sistema de Equações em Coordenada η

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial p}{\partial \eta} \mathbf{v} \right) + \nabla_{\eta} \cdot \left(\frac{\partial p}{\partial \eta} \mathbf{v} \mathbf{v} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial p}{\partial \eta} \dot{\eta} \mathbf{v} \right) + \frac{\partial p}{\partial \eta} \left(f \mathbf{k} \times \mathbf{v} + \nabla_{\eta} \Phi + \frac{R_d T_v}{p} \nabla_{\eta} p + F \right) = 0$$

$$\omega \equiv \frac{dp}{dt} = - \int_0^{\eta} \nabla \cdot \left(\mathbf{v} \frac{\partial p}{\partial \eta} \right) d\eta + \mathbf{v} \cdot \nabla p$$

Movimento
Vertical

Momento

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \eta} = - \frac{R_d T_v}{p} \frac{\partial p}{\partial \eta} \quad \text{Hidrostática}$$

$$\frac{dT}{dt} + \kappa \frac{T \omega}{p} = 0 \quad \kappa = R/C_p$$

Termodinâmica

$$\frac{dq}{dt} + q' = S$$

$$\frac{1}{\eta_s} \frac{\partial p_s}{\partial t} + \nabla_{\eta} \cdot \left(\mathbf{v} \frac{\partial p}{\partial \eta} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\dot{\eta} \frac{\partial p}{\partial \eta} \right) = 0$$

$$\frac{\partial p_s}{\partial t} = - \int_0^{\eta_s} \nabla_{\eta} \cdot \left(\mathbf{v} \frac{\partial p}{\partial \eta} \right) d\eta$$

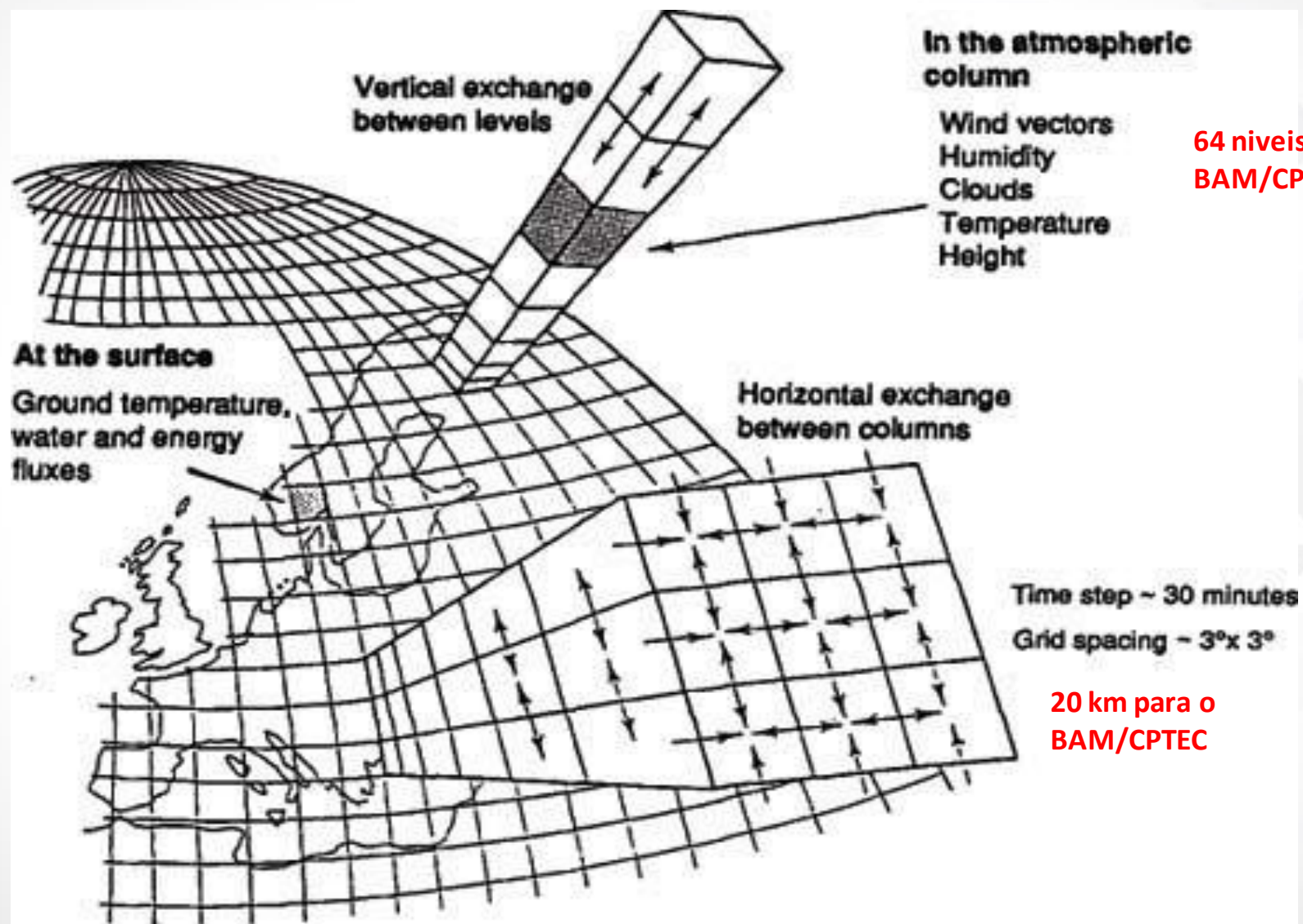
$$\dot{\eta} \frac{\partial p}{\partial \eta} = - \frac{\eta}{\eta_s} \frac{\partial p}{\partial t} - \int_0^{\eta} \nabla_{\eta} \cdot \left(\mathbf{v} \frac{\partial p}{\partial \eta} \right) d\eta$$

Equações Primitivas

Equações diferenciais parciais não-lineares

Continuidade

Sistema de Equações



Computadores de Alto Desempenho: Sempre muito próximos da Meteorologia

Forecast Centre	Computer
(Country)	(Sustained in TFlop/s)
ECMWF (Europe)	Cray XC30, 3400 nodes x 2 (2 x ~140)
Met Office (UK)	Cray XC40 3040+3040+120 nodes (~450)
Météo France (France)	BULL Intel Ivy Br. (1008 + 990 nodes) (2x24)
DWD (Germany)	Cray XC30/40; 2x17648 cores (2x25)
HMC (Russia)	RSC Tornado, 96 nodes x 16 cores, SGI ICE-X, 36 nodes x 20 cores, (4.5,4.3)
NCEP (USA)	IBM p655 (Cluster 1600) (2x1.9)
Navy/FNMOC/NRL (USA)	Dell Xeon (830+300+150)nodesX16c Cray XC40 (350+50) nodesX32c
CMC (Canada)	IBM P7, 2 x 256 nodes x 32 cores (2x15)
CPTEC/INPE (Brazil)	CRAY XE 30528 cores (17)
JMA (Japan)	Hitachi SR16000-M1, 2*432 nodes (2x30)
CMA (China)	IBM p7. 560 nodes x 32 cores
KMA (Korea)	Cray XC40; 2 x 69,696 cores (2x45)
NCMRWF (India)	IBM iDataPlex 1052 nodes (16 cores per node)
BoM (Australia)	Oracle Blade 6000, 576 nodes (12 cores per node) (5)

CAD e Clima: arquitetura

Máquinas de memória distribuída, multi-processada.

CPTEC-INPE: Cray XE6



1280 nodos

30720 cores

Performance

Cray XE6	SX-6	PC Core 2 Duo	Intel Core i7 980 XE
1s	5 min	2h 45m	45 min
1 min	5 hours	1 week	2 days
1 hour	2 weeks	1 year 45 days	3,5 months
1 day	1 year	27 years	7,5 years

MODELO GLOBAL BAM/CPTEC

TQ0666L064 (~20km) e 64 níveis sigma

Dinamica	: Semi-Lagrangiana (Espectral)
TimeStep	: 240 seg
Conveccao Profunda	: Arakawa Schubert Simplificado CPTEC
Conveccao Rasa	: Tiedtke (TIEDTKE, 1989)
Microfisica	: Morrison (MORRISON ET. AL, 2005) (11 variaveis prognosticas)
Arrasto de Onda de Gravidade	: GMB (KIM ET. ALL, 2005)
Radiacao de Onda Curta	: CLIRAD (CHOU AND SUAREZ, 2002, CHOU ET. AL, 2002)
Radiacao de Onda Longa	: HRS (HARSHVARDHAN, ET AL. 1987)
Camada Limite	: Hostlag-Boville-modificado (KUBOTA, 2012)
Superficie	: IBIS-2.6 (KUBOTA, 2012))

Computação utiliza 3000 cores para realizar uma integração de 7 dias em 1 hrs e 45 minutos (usando compilador da cray)



NOVO Modelo Comunitário do Sistema Terrestre Unificado



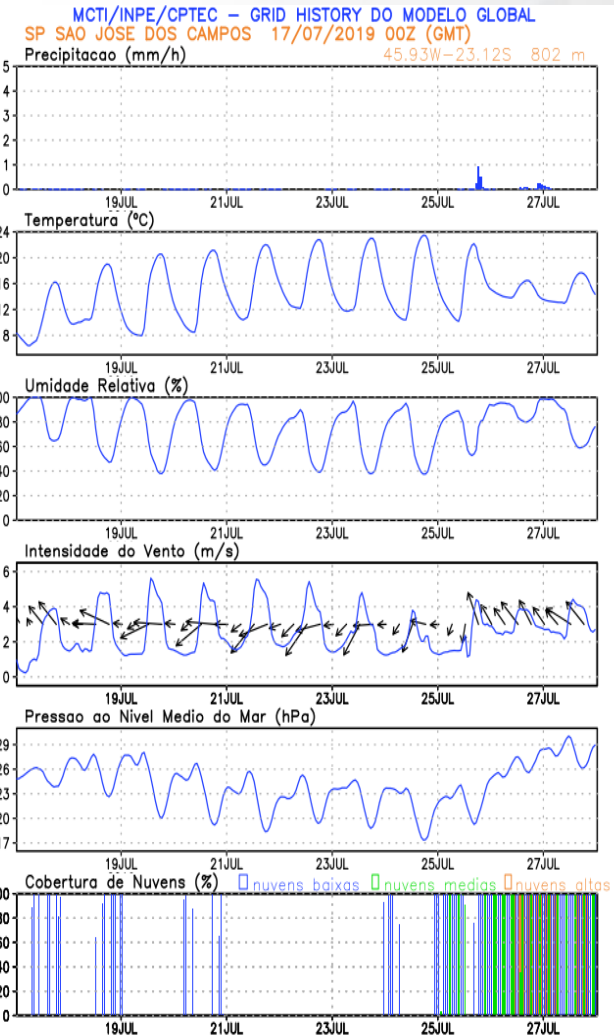
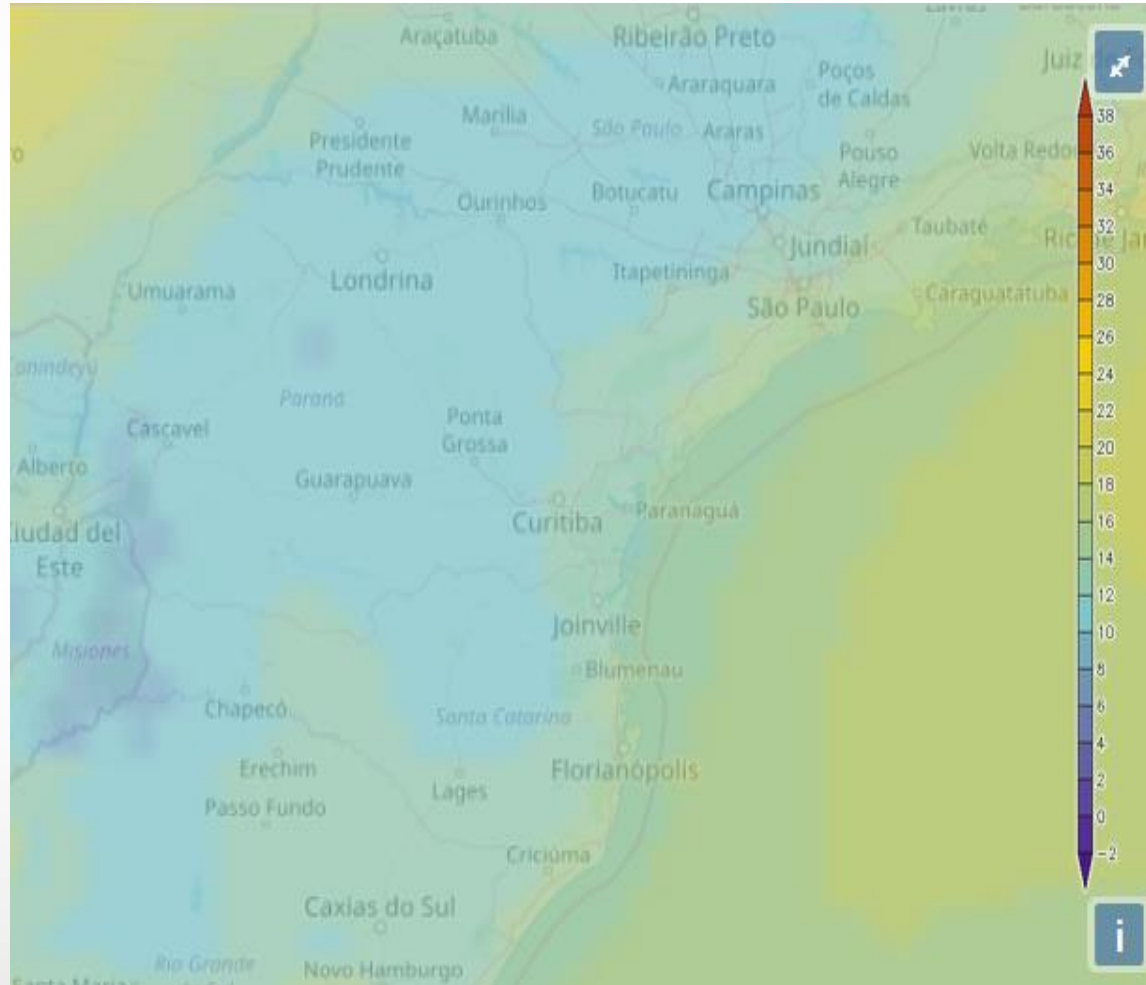
Sistema Nacional de Meteorologia



- INPE
- INMET
- CENSIPAN



Variável: Temperatura em 1000 hPa
Análise inicializada em: 17/07/2019 00 UTC (Quarta-feira)
Válida para: 18/07/2019 00 UTC (Quinta-feira)



Previsão numérica determinística (PND) do tempo

1. O dado observacional é coletado e analisado para determinar o estado atual (inicial) da atmosfera.
2. O modelo (séries de complexas equações que *aproximam* os processos atmosféricos) produz uma simulação de como a atmosfera evoluirá do estado inicial.
3. A saída resultante é processada e disponível para o uso.

CONDIÇÕES INICIAIS \implies MODELO \implies SAÍDA

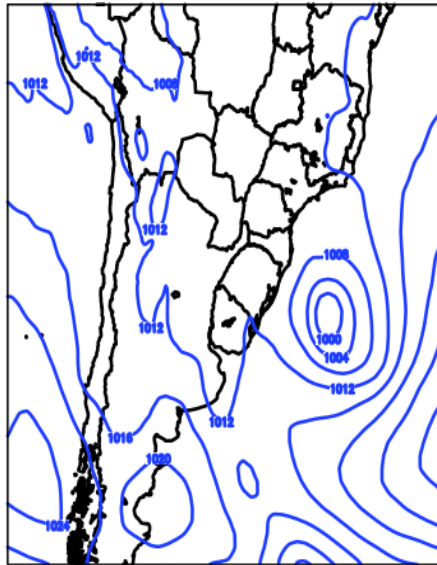
A PND NUNCA fornecerá
uma previsão perfeita.



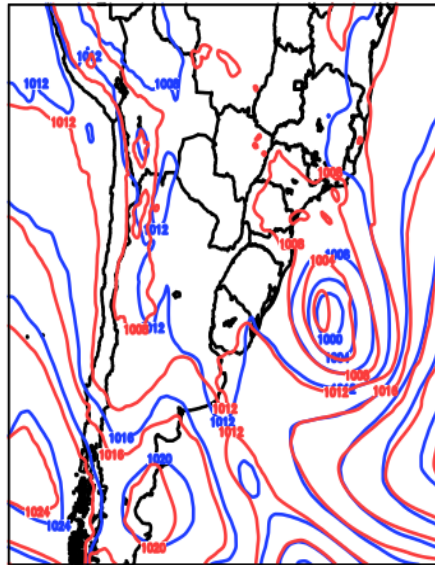
Principais motivos

- 1. As equações no modelo não capturam por completo TODOS os processos que ocorrem na atmosfera.**
- 2. O modelo não pode resolver processos atmosféricos e características menores do que determinados limiares (resolução espacial do modelo).**
- 3. Disponibilidade de dados iniciais**
- 4. Exatidão de dados iniciais: indeterminação do estado inicial da atmosfera. Crescimento interno do erro como consequência não linearidade e instabilidade inerentes à dinâmica da atmosfera.**

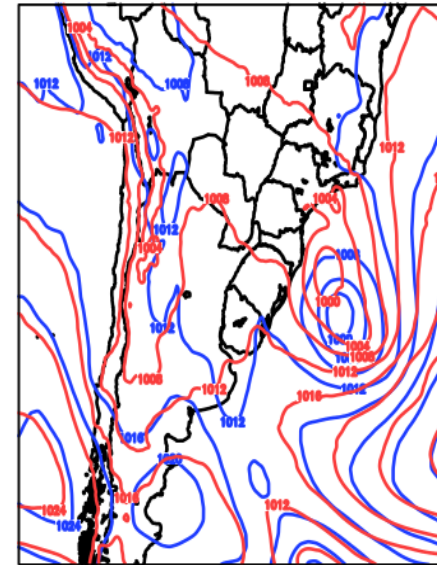
Previsão - 00h



Previsão - 24h

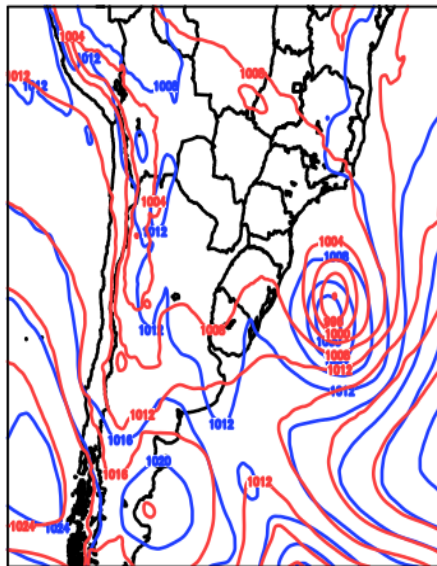


Previsão - 48h

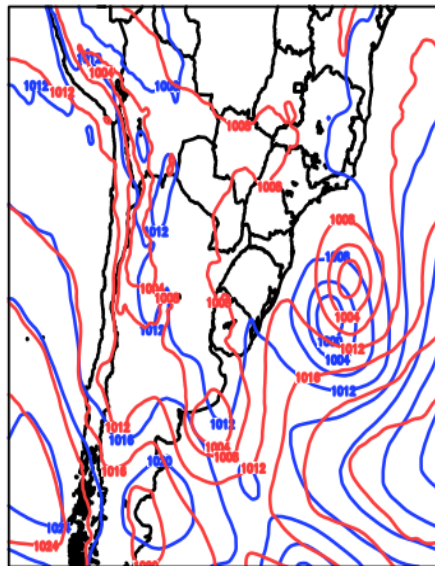


Análise 21h 04/Mar/2016 sexta-feira

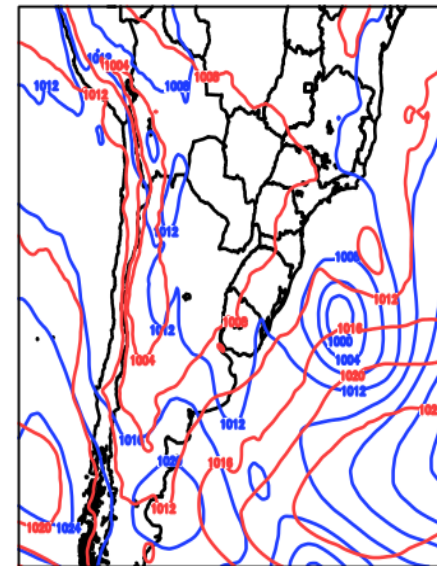
Previsão - 72h



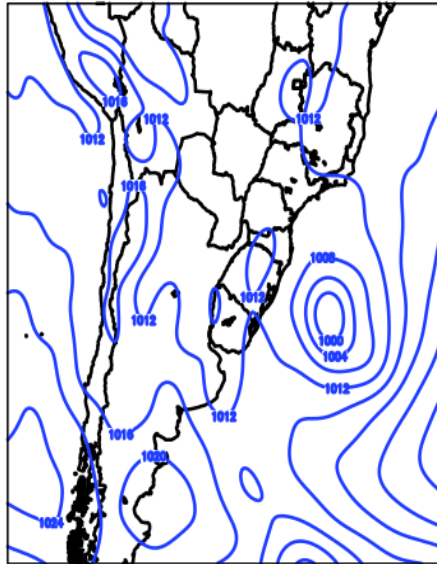
Previsão - 96h



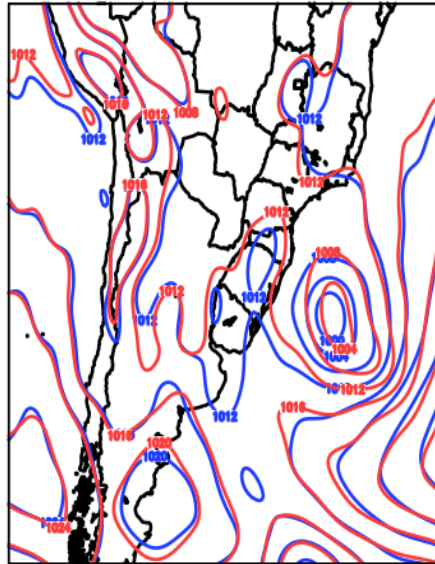
Previsão - 120h



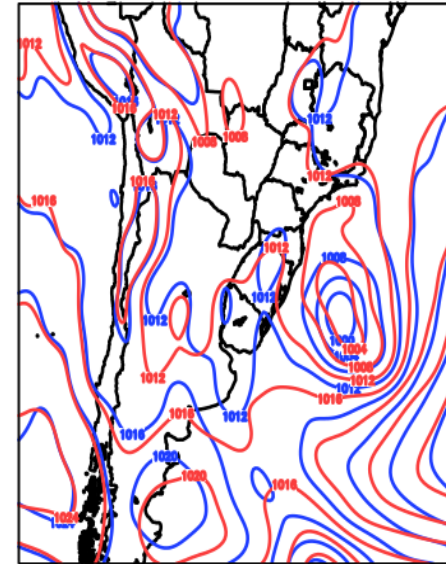
Previsão - 00h



Previsão - 24h

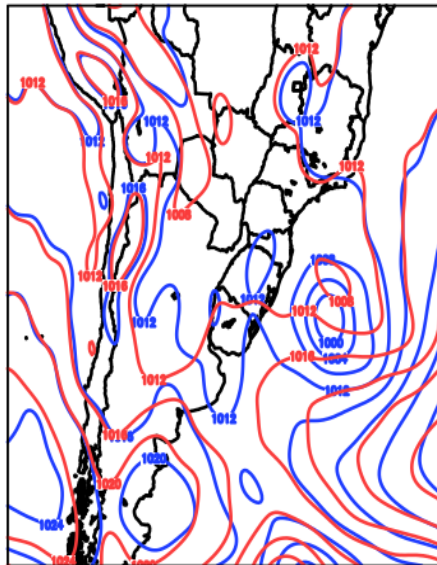


Previsão - 48h

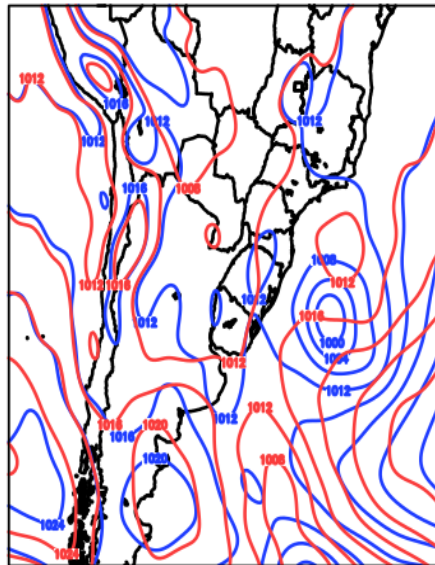


Análise 21h 04/Mar/2016 sexta-feira

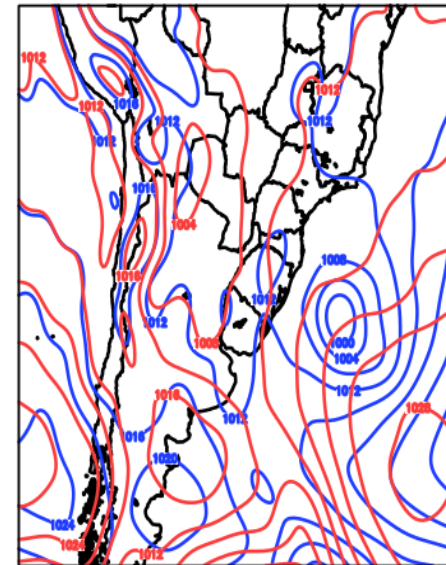
Previsão - 72h



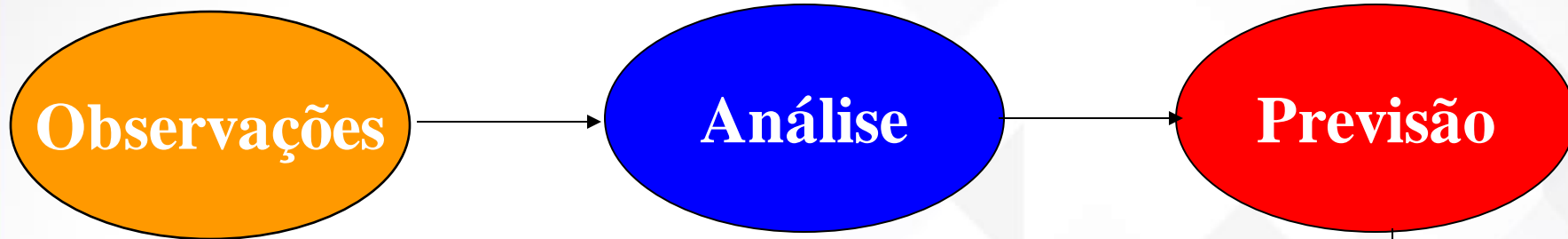
Previsão - 96h



Previsão - 120h



Processo de previsão

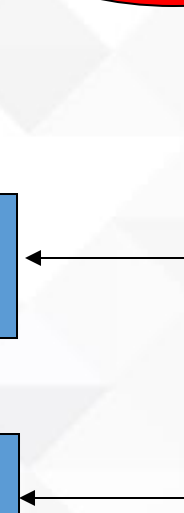
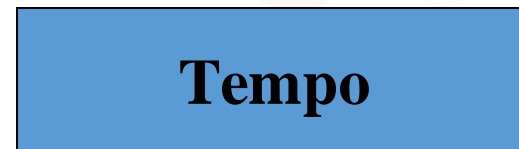


Tempo:

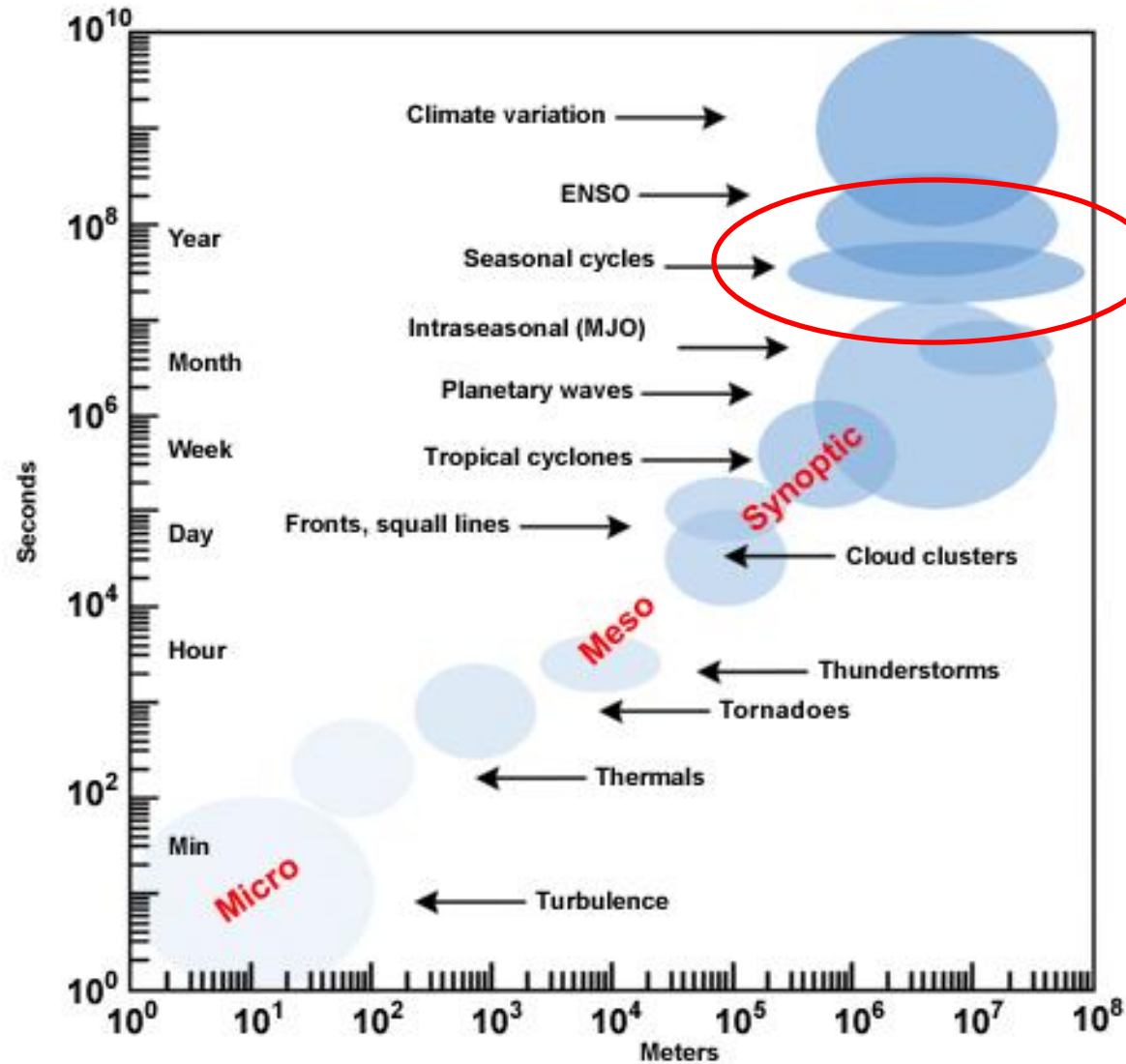
Condições atmosféricas de
curto prazo.

Clima:

Condições atmosféricas médias

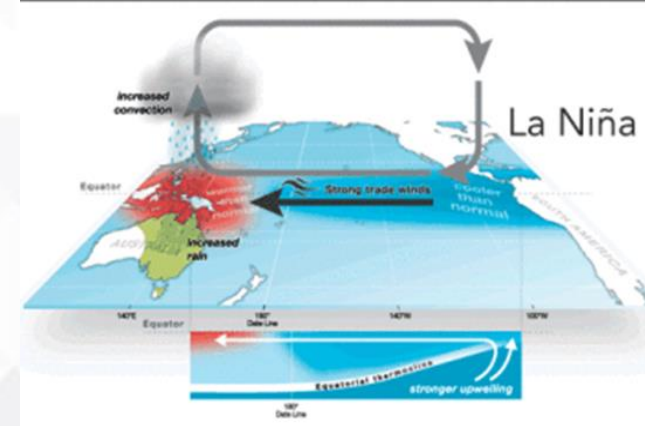
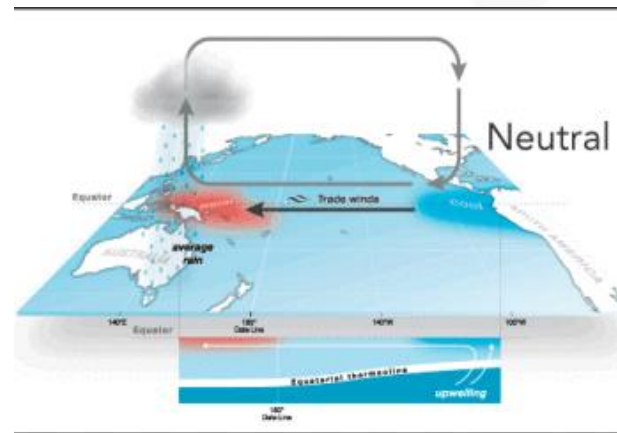
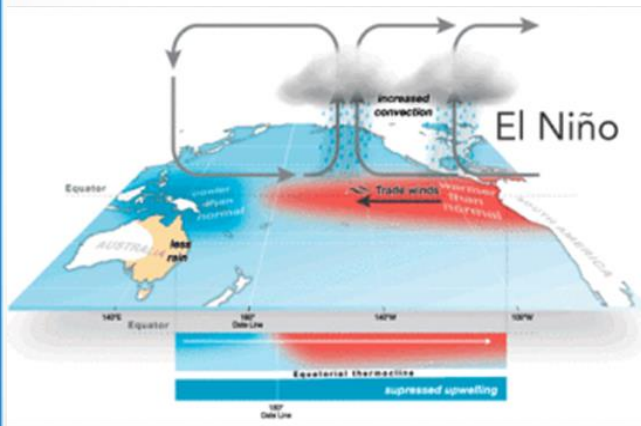


Previsão do Clima

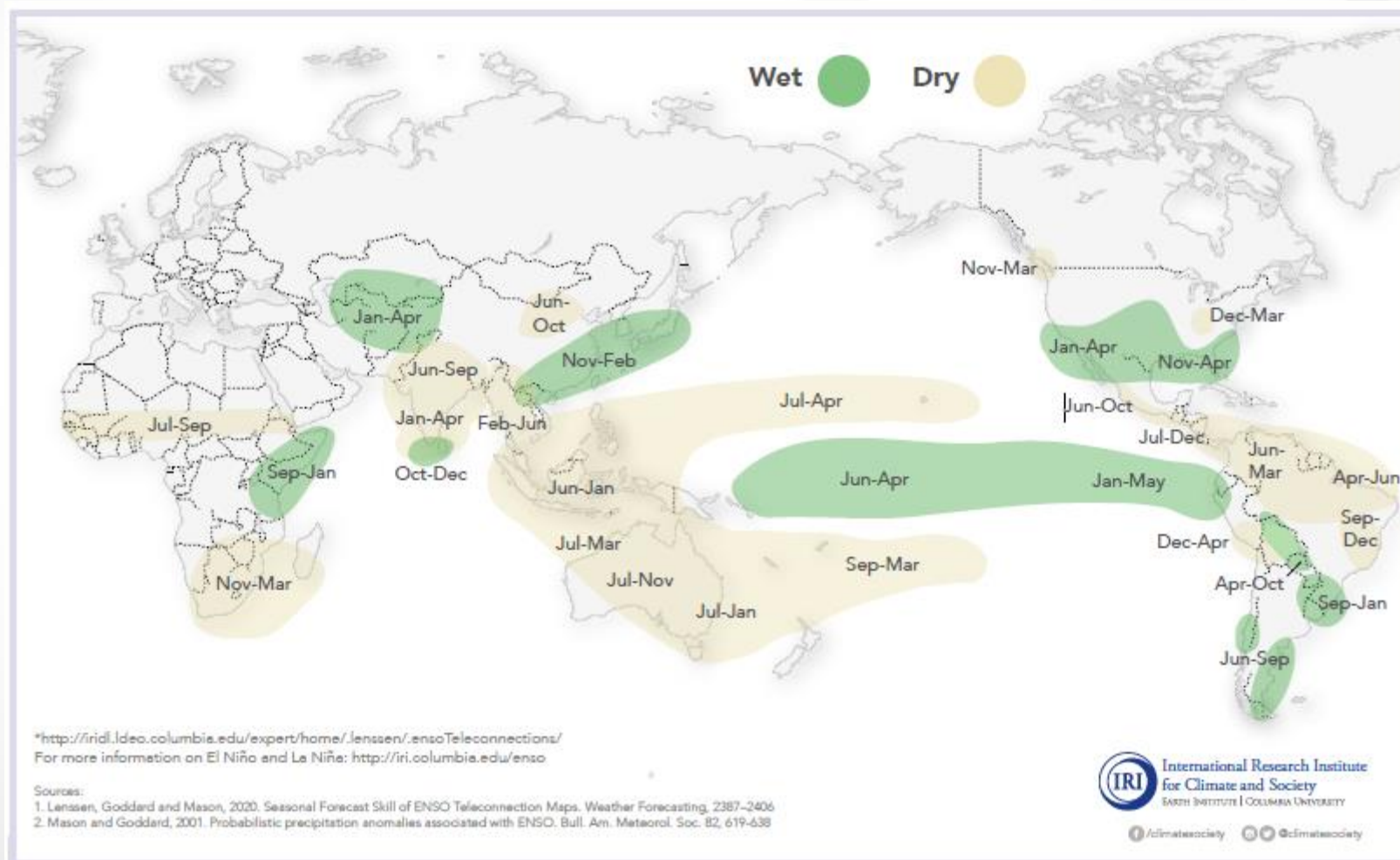


Previsão do Clima: Que é o ENSO?

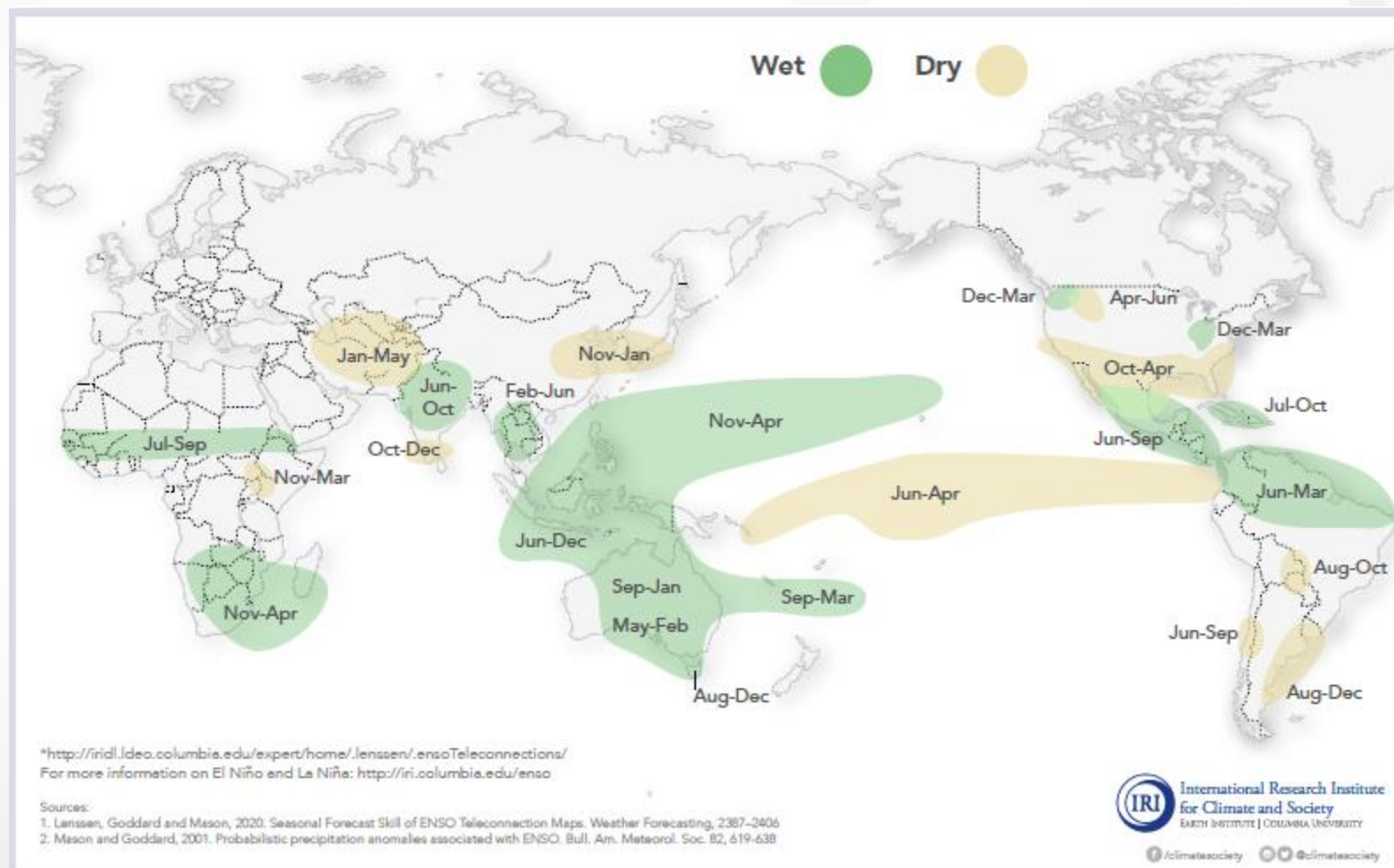
O El Niño e a La Niña são partes de um mesmo fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no oceano Pacífico Equatorial (e na atmosfera adjacente), denominado de El Niño Oscilação Sul (ENOS). O ENOS refere-se às situações nas quais o oceano Pacífico Equatorial está mais quente (El Niño) ou mais frio (La Niña) do que a média normal histórica. A mudança na temperatura do oceano Pacífico Equatorial acarreta em efeitos globais na temperatura e precipitação.



Teleconexões El Niño



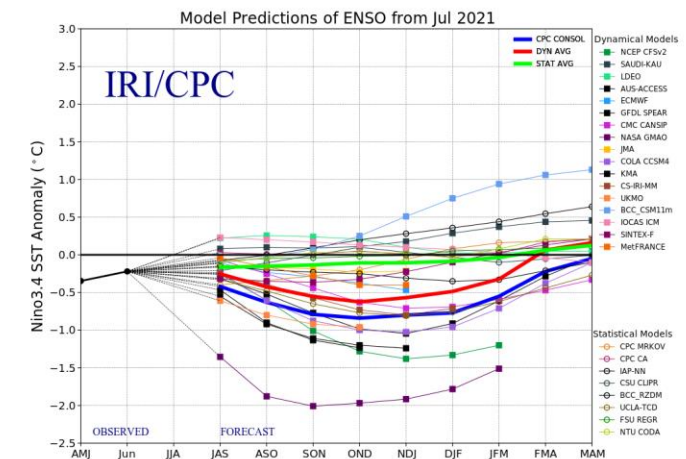
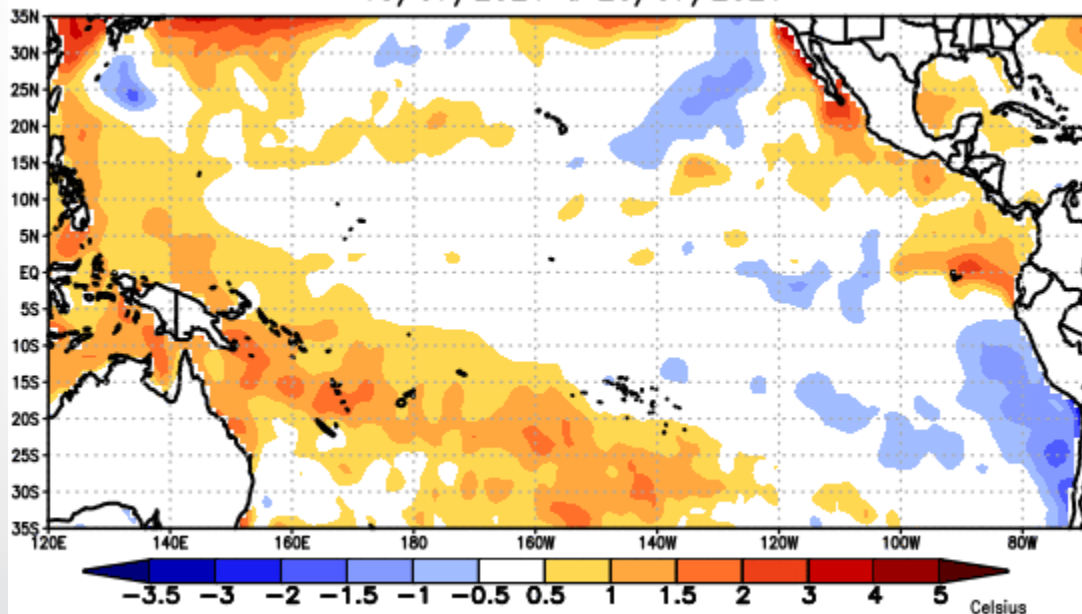
Teleconexões La Niña



CONDIÇÕES ATUAIS DO ENOS: FASE NEUTRA

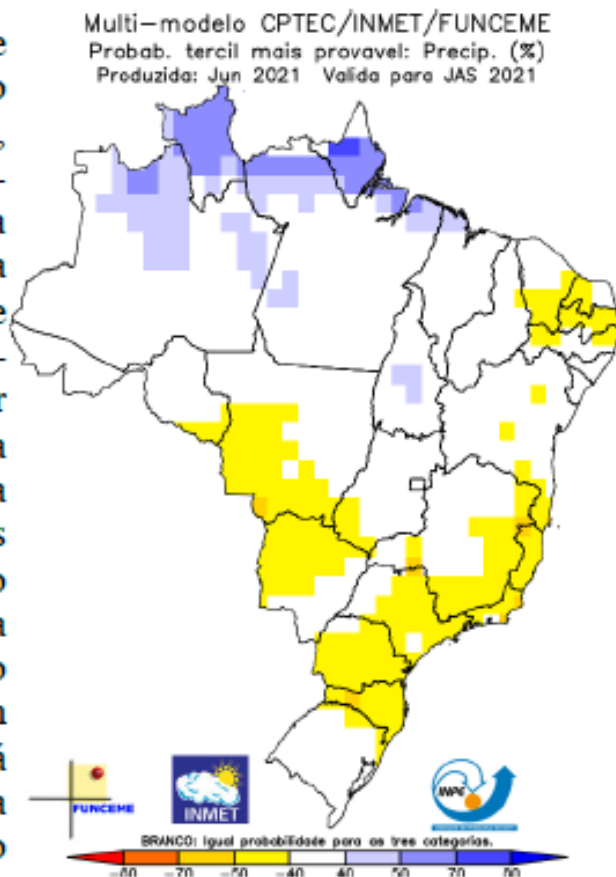
As previsões de anomalia da TSM para julho-agosto-setembro de 2021 (JAS/2021) dos modelos numéricos de previsão climática analisados indicam que as águas sobre o Pacífico Equatorial devem permanecer próximas dos valores climatológicos, e portanto, permanecer com a fase neutra do ENOS. A previsão da ocorrência de ENOS realizada pelo IRI/CPC no meio do mês de junho indica maior probabilidade (72%) de que o próximo trimestre (JJA) persista com as condições de neutralidade do ENOS, e assim segue até fevereiro-março-abril de 2022 (FMA/2022) (67%).

Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar
13/07/2021 a 20/07/2021



Previsão Climática para JAS/2021

A Figura 2 mostra a previsão probabilística de precipitação em três categorias produzida com o método objetivo (cooperação entre CPTEC/INPE, INMET e FUNCEME), para o trimestre julho-agosto-setembro (JAS) de 2021. A previsão indica maior probabilidade de chuva na categoria acima da faixa normal sobre o extremo norte da região Norte do Brasil. Em parte das regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país a previsão indica maior probabilidade para a categoria abaixo da faixa da normal. As áreas em branco correspondem a previsão de igual probabilidade para as três categorias. É importante destacar que a previsão climática de precipitação não descarta a ocorrência dos eventos de chuva nas áreas mais ao sul do Brasil, associado a frentes frias e cavados. Em relação à temperatura do ar próximo à superfície, há maior probabilidade para a categoria acima da faixa normal na maior parte da região Nordeste, áreas do Centro-oeste e oeste dos estados de SP, PR e SC. Entretanto, não se descarta a possibilidade da entrada de sistemas frontais intensos e a ocorrência de períodos com temperaturas abaixo da média climatológica no período JAS nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil.



Nota: O método objetivo é baseado em uma metodologia de regressão da média aritmética das previsões dos modelos que compõem o conjunto Multi Modelo Nacional (CPTEC/INMET/FUNCEME), que incorpora informação da destreza retrospectiva (1981-2010) das previsões desse conjunto.

Figura 2: Previsão Climática sazonal por tercil (categorias abaixo da faixa normal, dentro da faixa normal e acima da faixa normal), gerada pelo método objetivo (CPTEC/INPE, INMET e FUNCEME). As áreas em branco indicam padrão climatológico (igual probabilidade para as três categorias).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **A previsão do tempo e clima é um processo complexo e requiere o conhecimento de um meteorologista para sua correta interpretação.**
- **O sistema Global de Observação requiere coordenação internacional para alimentar os modelos de previsão de tempo e clima.**
- **A tecnologia espacial, com foco nos dados de satélites, são o grande destaque na nova geração de dados para monitoramento e previsão de tempo.**



www.gov.br/mcti

