



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

O CPTEC E SUA CONTRIBUIÇÃO AO SISTEMA NACIONAL DE PREVENSÃO DE DESATRES NATURAIS

Dr. Osvaldo Luiz Leal de Moraes
Coordenador do CPTEC

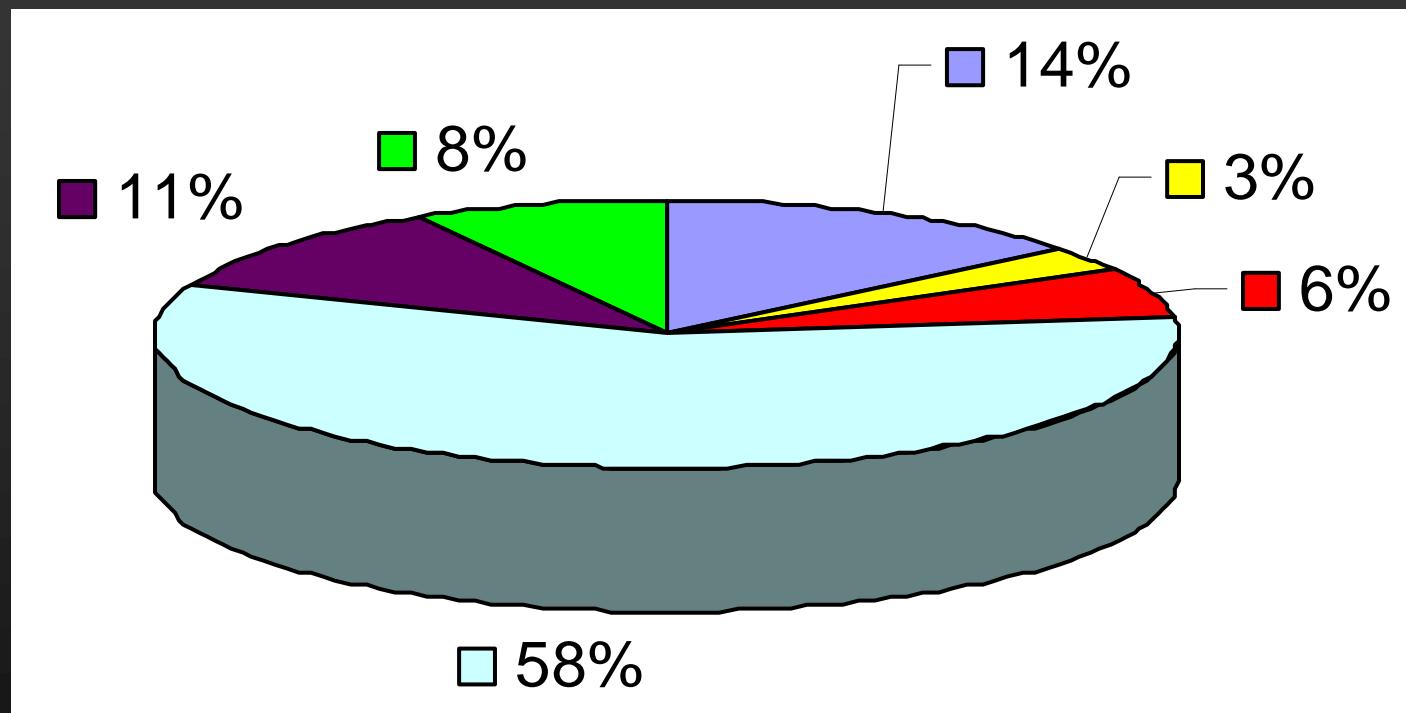
Brasília, DF. Julho de 2011



Ciência e Tecnologia
Ministério da Ciência e Tecnologia

BRASIL
PAISES / PRAO / PRAO

POR QUE O CPTEC PODE CONTRIBUIR, E MUITO, AO SISTEMA



- Seca
- Inundação
- Epidemia
- Deslizamento
- Temperatura Ex
- Vendavais

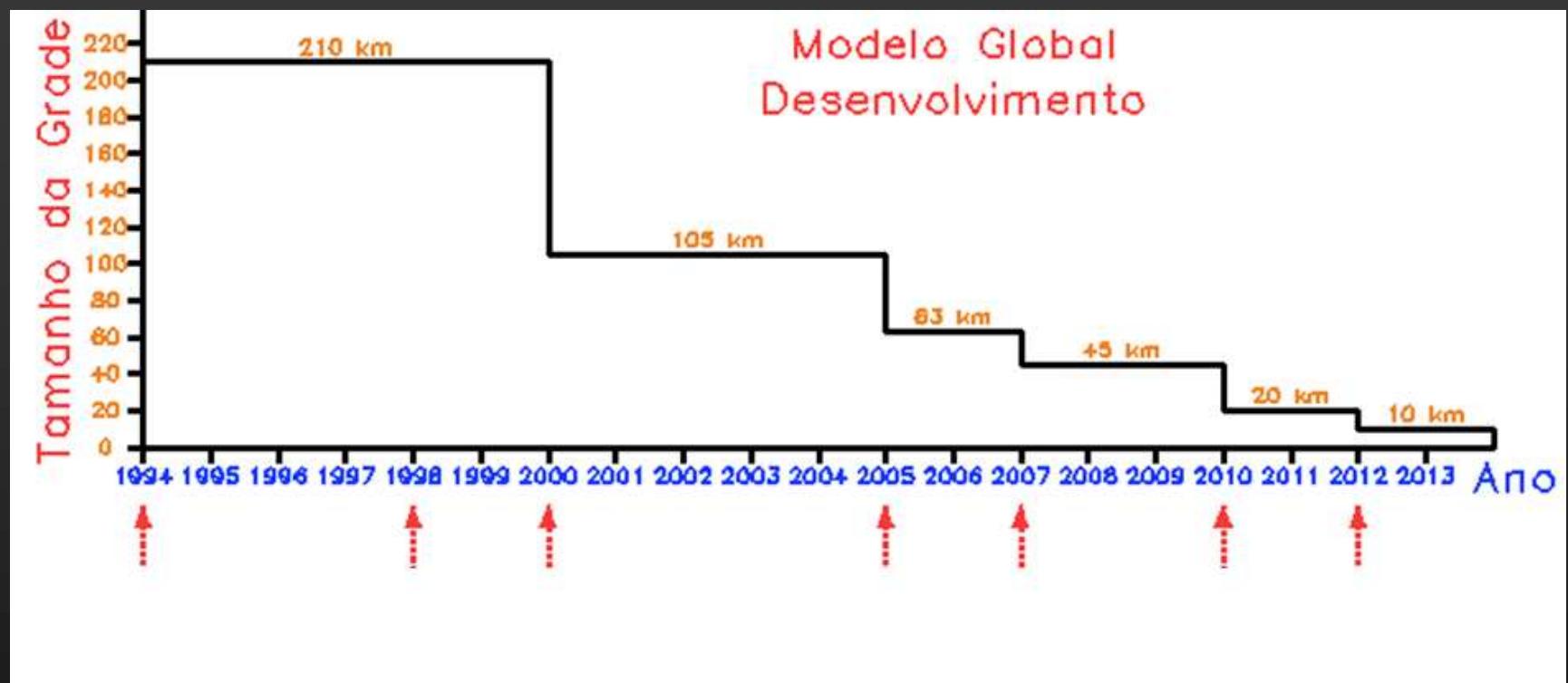
POR QUE O CPTEC FOI CRIADO?

- Dar ao Brasil autonomia e independência científica na área de Previsão Numérica de Tempo (PNT).
 - Quando a PNT iniciou e quais países lideraram a “corrida científica” na PNT?
 - Quais países disputam, hoje, a hegemonia na PNT?
-



**QUAIS OS REQUISITOS BÁSICOS
PARA A PNT?**

SUPERCOMPUTADOR



QUAIS OS REQUISITOS BÁSICOS PARA A PNT?

SUPERCOMPUTADOR
MODELOS ATMOSFÉRICOS
RECURSOS HUMANOS

SEQUÊNCIA EXECUTIVA DA PREVISÃO

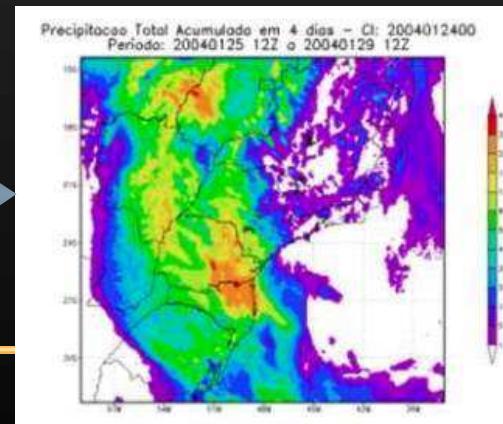
Dados observação



Previsões e Alertas



Supercomputador



Produtos
científicos



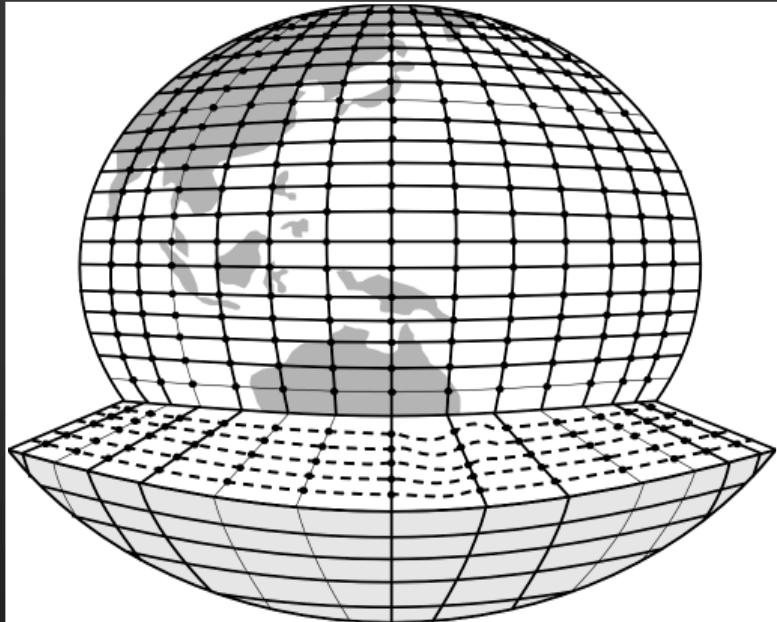
Meteorologista
s

UMA VEZ QUE A ESTRUTURA FOI CONCEBIDA,
CRIADA E MANTIDA NO QUE RESIDE A
DIFICULDADE PARA UMA BOA PREVISÃO DE
TEMPO E DE CLIMA?

- O PROBLEMA FÍSICO NÃO ADMITE SOLUÇÃO ANALÍTICA;



Modelos dinâmicos de previsão de tempo e clima



- **Tempo: atmosfera**
- **Clima: atmosfera-oceano**

Representação simplificada do comportamento da atmosfera através de equações matemáticas

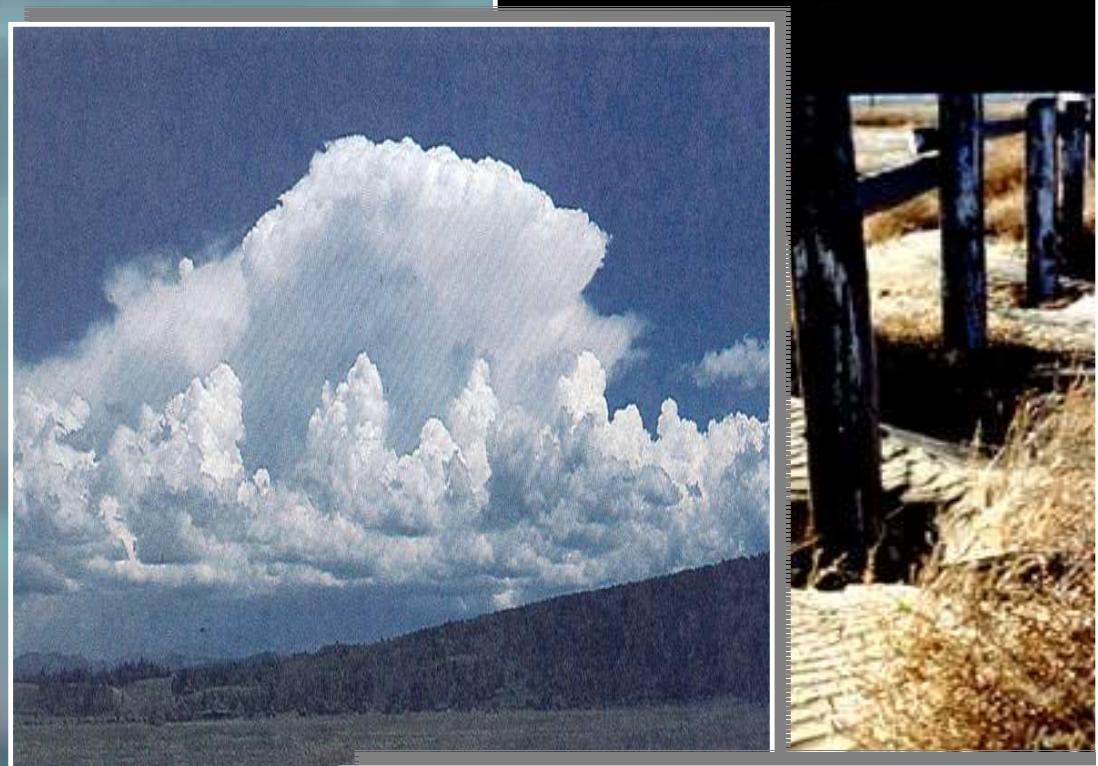
$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}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

UMA VEZ QUE A ESTRUTURA FOI CONCEBIDA, CRIADA E MANTIDA NO QUE RESIDE A DIFICULDADE PARA UMA BOA PREVISÃO DE TEMPO E DE CLIMA?

- O PROBLEMA FÍSICO NÃO ADMITE SOLUÇÃO ANALÍTICA;
 - UMA VEZ QUE A SOLUÇÃO ANALÍTICA NÃO É POSSÍVEL A SOLUÇÃO NUMÉRICA REQUER UMA ABORDAGEM CONSISTENTE. AS ESCALAS DOS MOVIMENTOS ATMOSFÉRICOS POSSIBILITAM UMA BOA PREVISÃO EM ALGUNS CASOS E MUITAS DIFÍCULADES EM OUTROS;
-

PRINCIPAIS LIMITAÇÕES DA PREVISÃO DE TEMPO

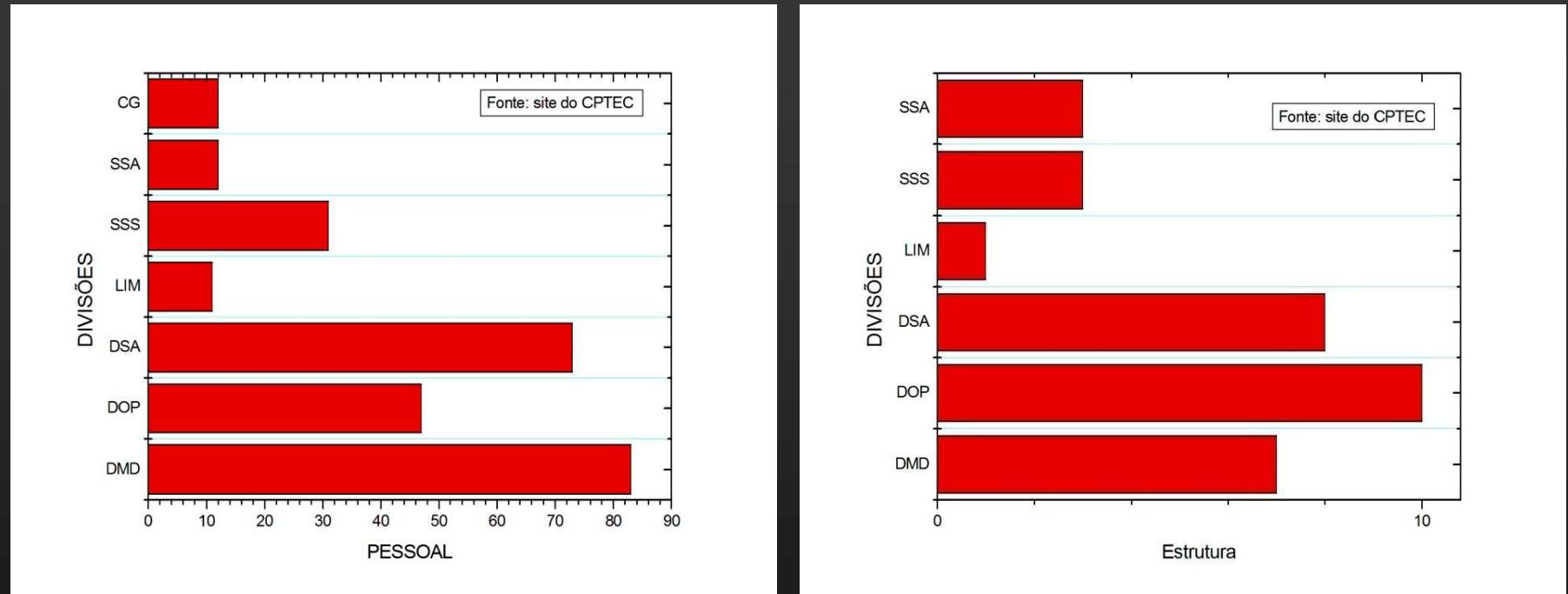
- Sistemas de escala pequena
- Sistemas de desenvolvimento rápido
- Intensidade dos fenômenos
- Tipos de fenômenos/épocas do ano/região



UMA VEZ QUE A ESTRUTURA FOI CONCEBIDA, CRIADA E MANTIDA NO QUE RESIDE A DIFICULDADE PARA UMA BOA PREVISÃO DE TEMPO E DE CLIMA?

- O PROBLEMA FÍSICO NÃO ADMITE SOLUÇÃO ANALÍTICA;
 - UMA VEZ QUE A SOLUÇÃO ANALÍTICA NÃO É POSSÍVEL A SOLUÇÃO NUMÉRICA REQUER UMA ABORDAGEM CONSISTENTE. AS ESCALAS DOS MOVIMENTOS ATMOSFÉRICOS POSSIBILITAM UMA BOA PREVISÃO EM ALGUNS CASOS E MUITAS DIFICULDADES EM OUTROS;
 - A NECESSIDADE DE ESPECIFICAR AS CONDIÇÕES INICIAIS;
 - A LIMITAÇÃO INTRÍNSICA DOS MODELOS MATEMÁTICOS: O QUE É UM MODELO?
 - E, COMO SEMPRE, RECURSOS HUMANOS;
-

QUAL É A ATUAL ESTRUTURA DO CPTEC?



A maior parte do quadro de pessoal é, entretanto, com contratos temporários, terceirizados, bolsistas e estagiários

COMO O CPTEC SE RELACIONA COM A SOCIEDADE?

- INMET
 - ANA
 - DEFESA CIVIL
 - CENTROS ESTADUAIS
 - DHN
 - DCEA
 - ANA
 - PETROBRAS
 - IMPRENSA
-

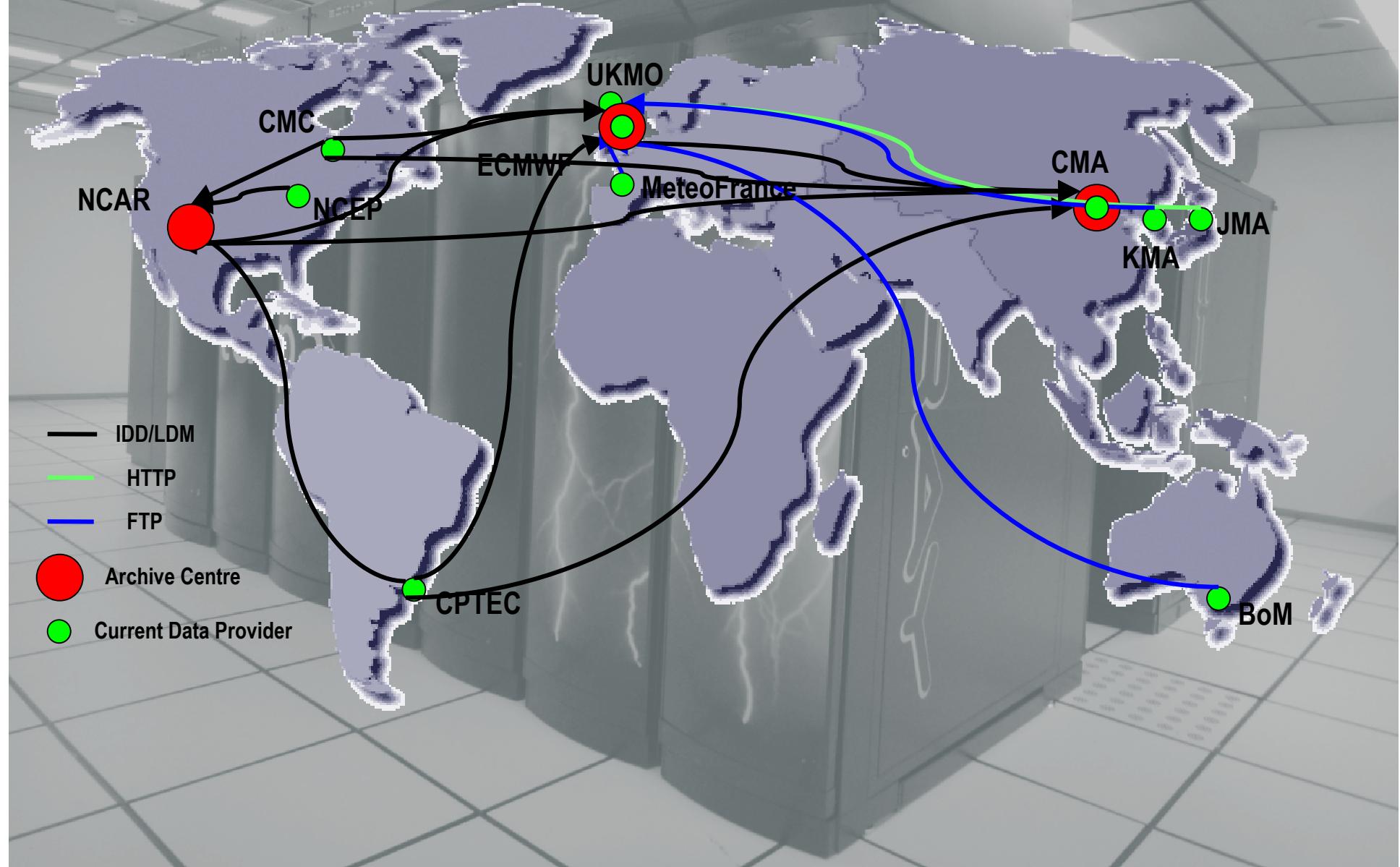
QUAIS OS GARGALOS QUE POSSUIMOS?

- SATÉLITES
 - RADARES
 - ASSIMILAÇÃO DE DADOS
 - FÍSICA DOS MODELOS
 - E, COMO SEMPRE, **GENTE**
-

O CPTEC POSSUI VISIBILIDADE CIENTÍFICA?

ALGUNS EXEMPLOS

Projeto TIGGE



QUAIS OS GANHOS QUE A AQUISIÇÃO DO TUPÃ REPRESENTARÁ?

Simples, mas fundamentais, exemplos !!!!

Assimilação de Dados

Com o novo *supercomputador* contribuirá a melhorar substancialmente as previsões numéricas através da assimilação de milhões de novas informações



MUDANÇA DE PLATAFORMA

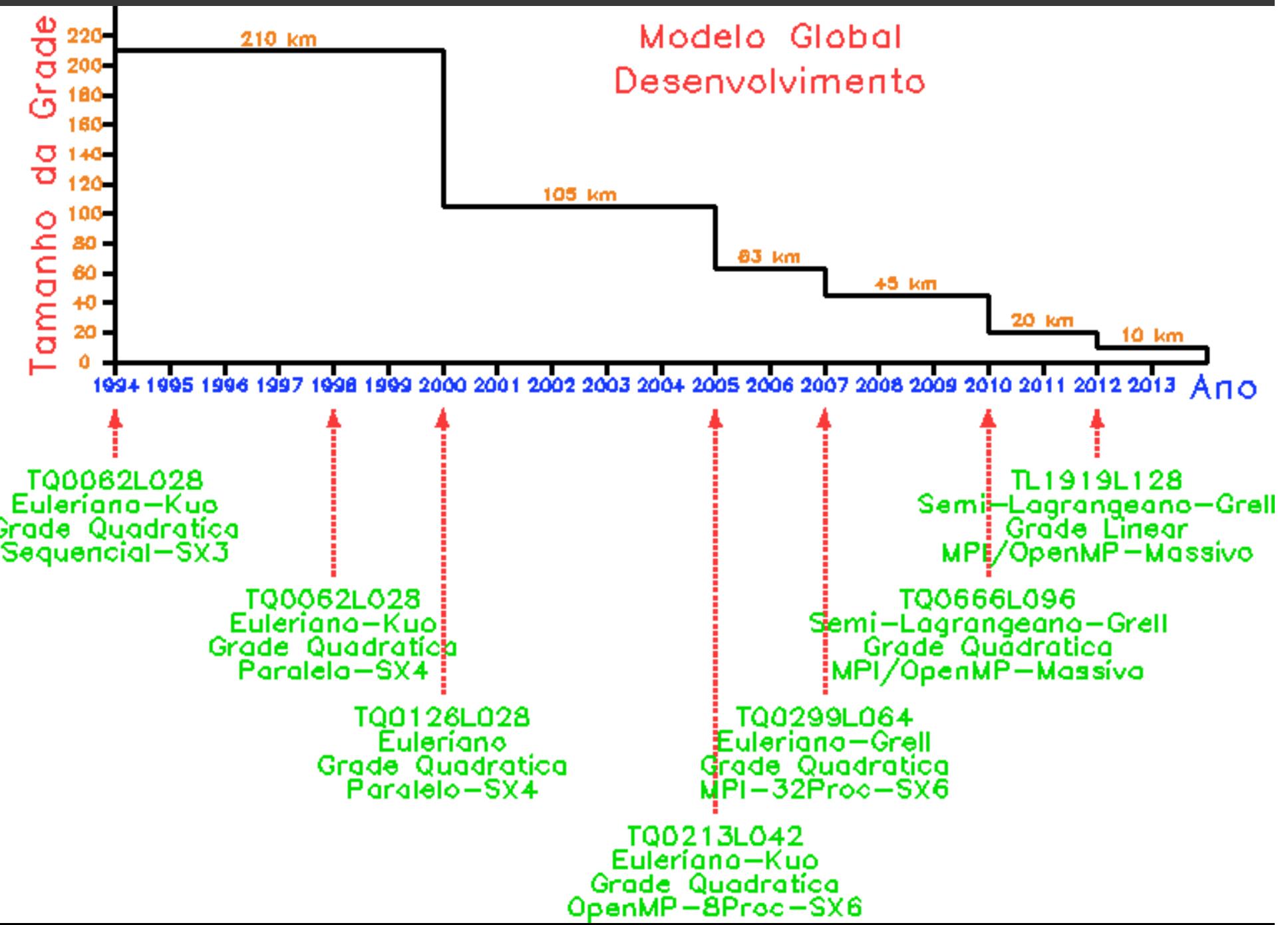
SX-6

Máquina
Intermediária

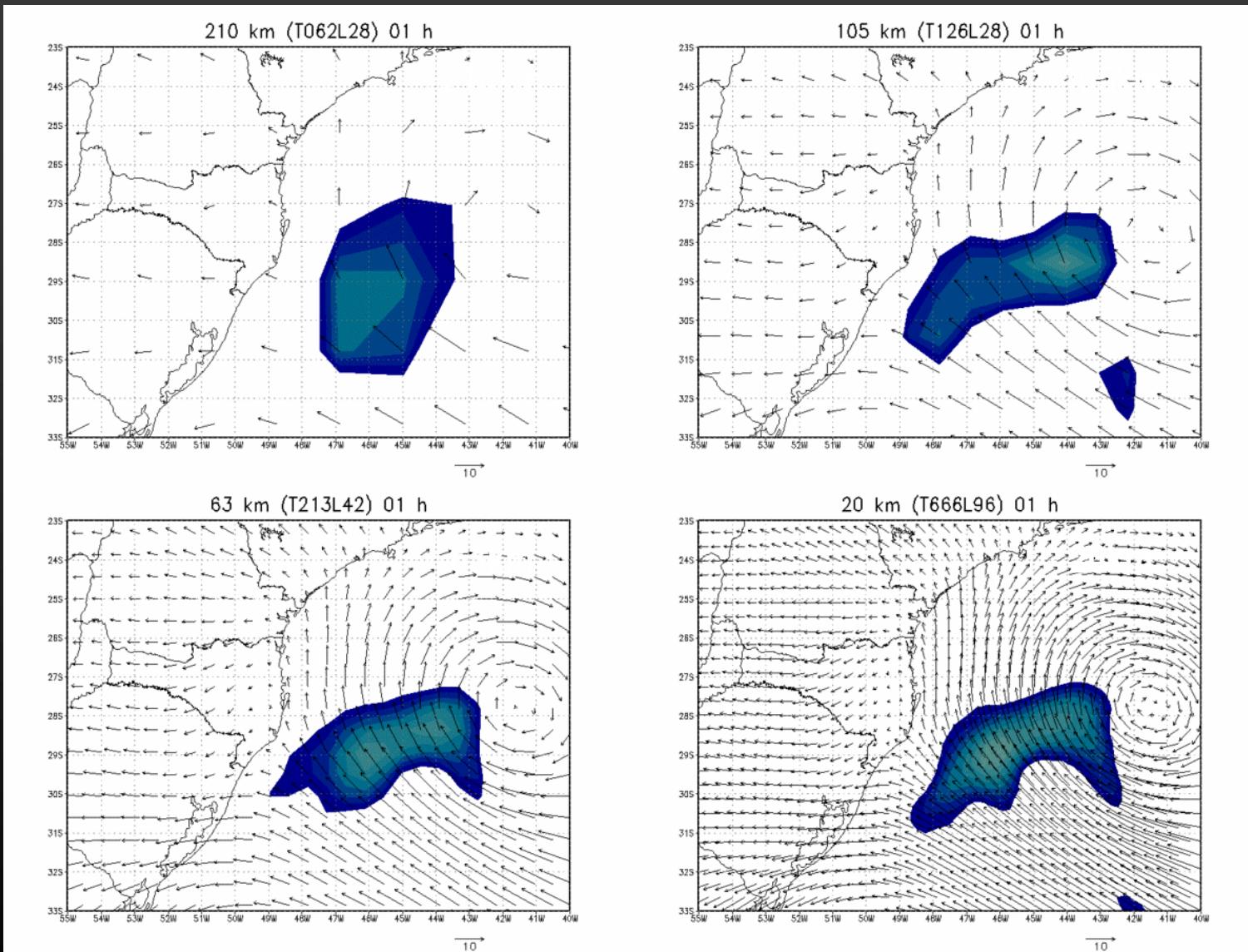
Novo
Super



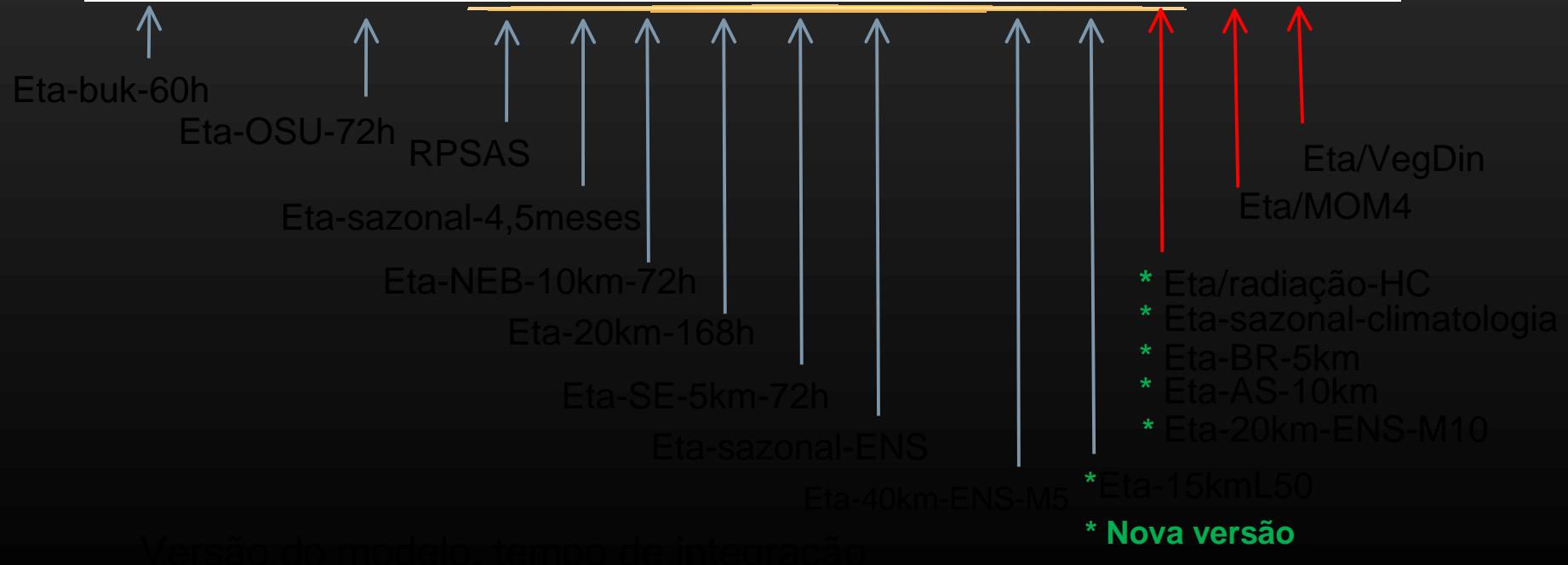
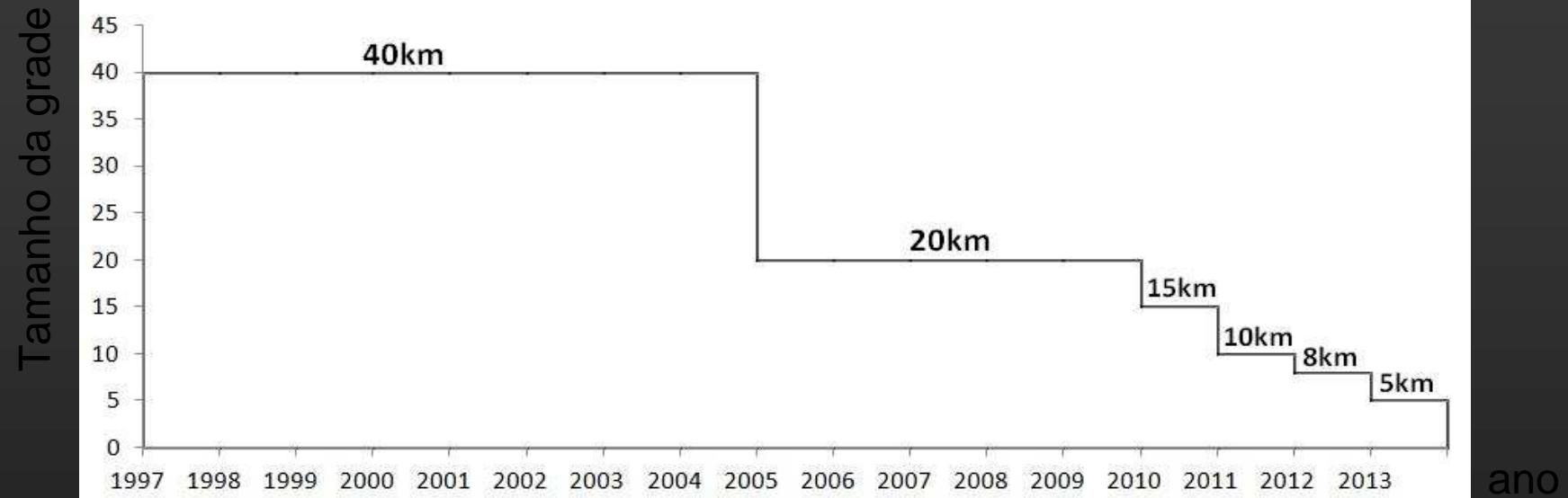
Modelo	CPTEC - MPEC			X16 - GRAY		
	Res. (Km)	No. de Níveis	Bom. de Membros	Res. (Km)	No. de Níveis	Bom. de Membros
Global	42	62	1	20	96	1
Regional	20	30	1	10	50	1
CATT	30	30	1	10	50	1
Global Anl. CPTEC	63 1983	42	1	40 1974	42	1
Regional Anl. CPTEC	40 1983	30	1	20 1983	38	1
Global Ens.	100	20	15	50	42	15
Regional Ens.	40	30	5	20	38	21
Global Anl. CPTEC Ens.	—	—	—	100	28	40
Regional Anl. CPTEC Ens.	—	—	—	40	38	40
Outros	—	—	—	—	—	—



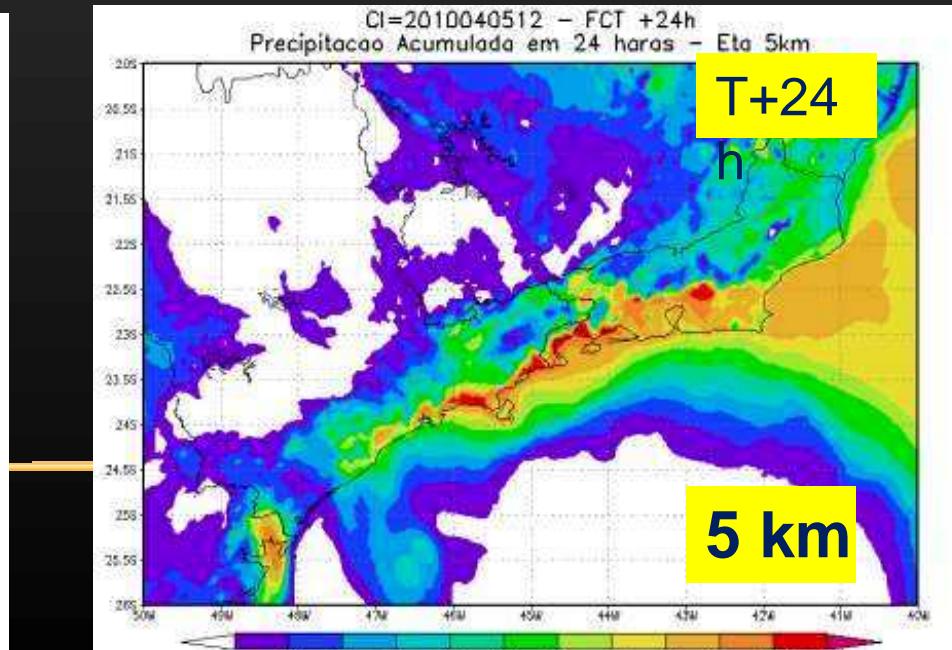
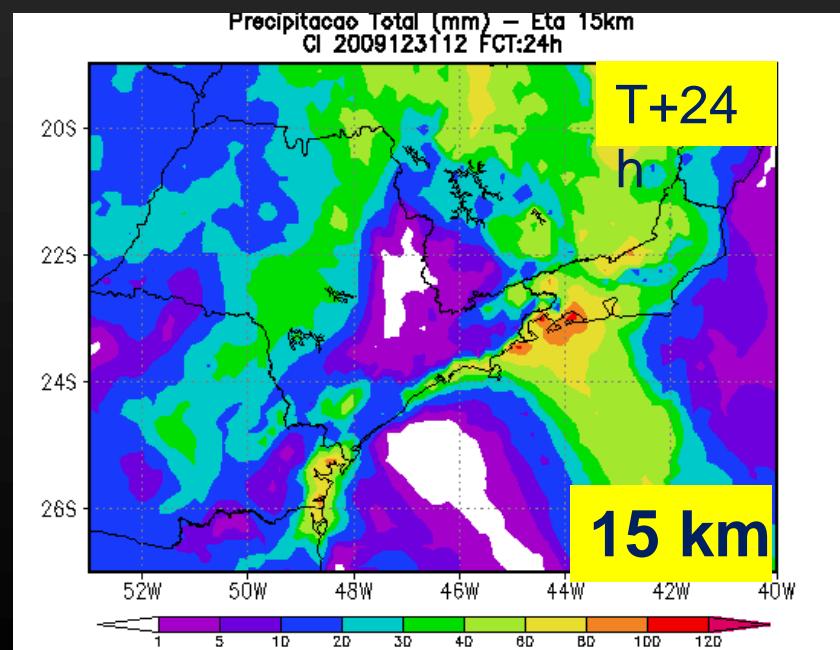
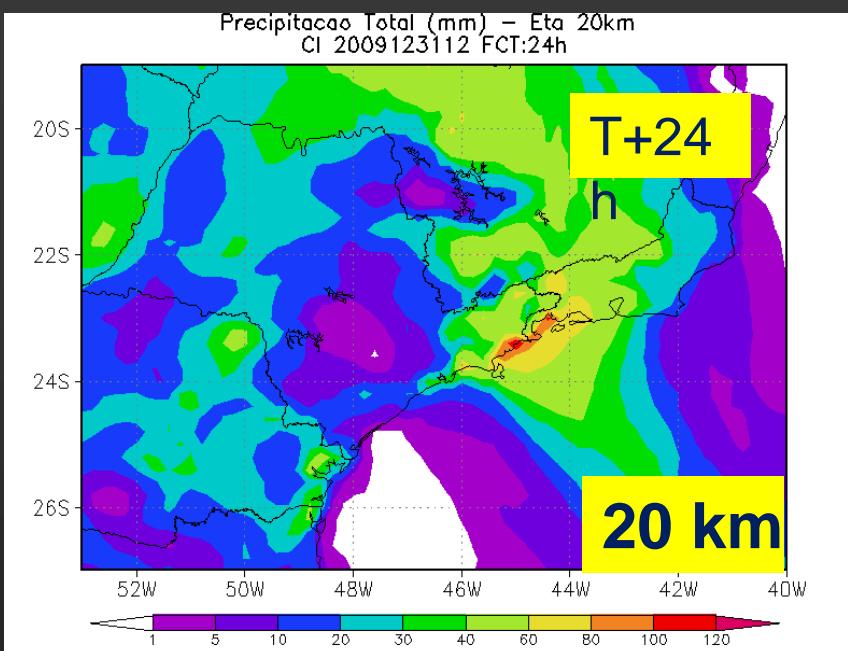
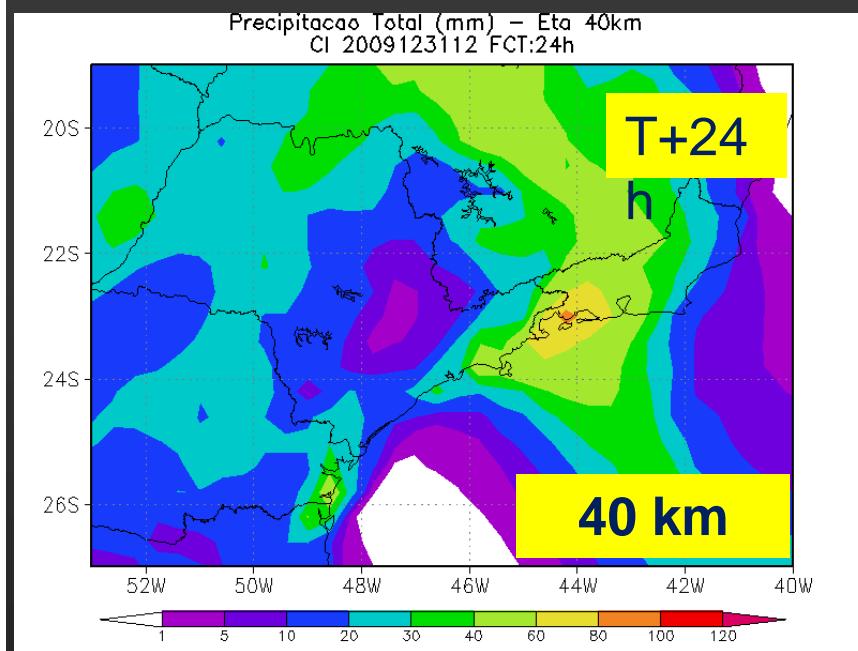
Topografia do Modelo Global Caso do “Furacão” Catarina



Modelo Eta Desenvolvimento



Angra dos Reis, Dez/Jan 2010

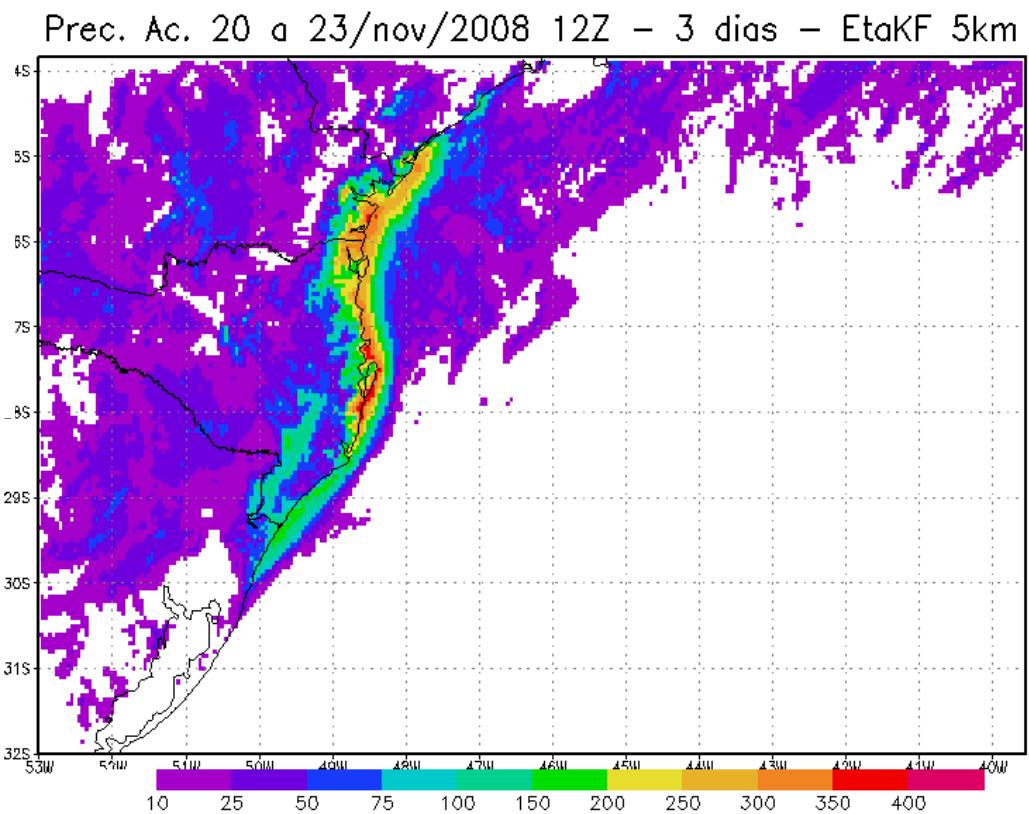
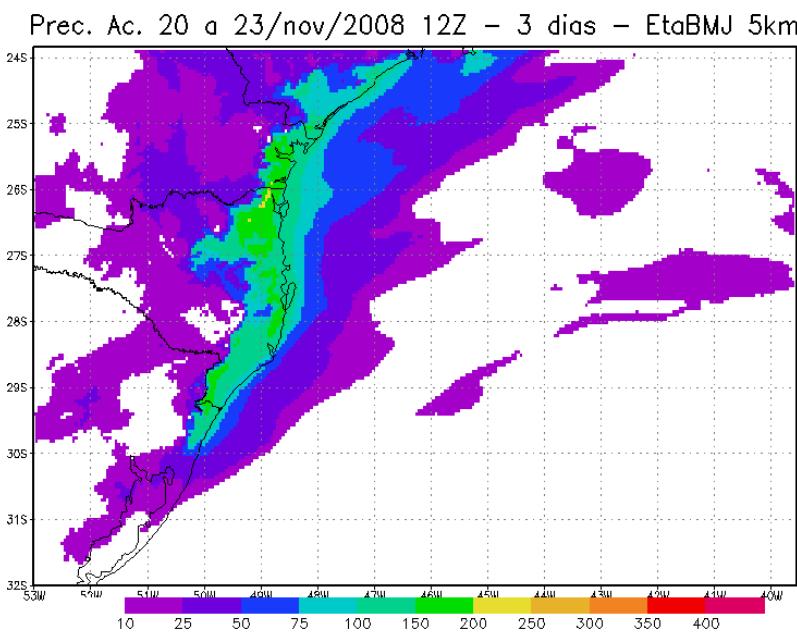
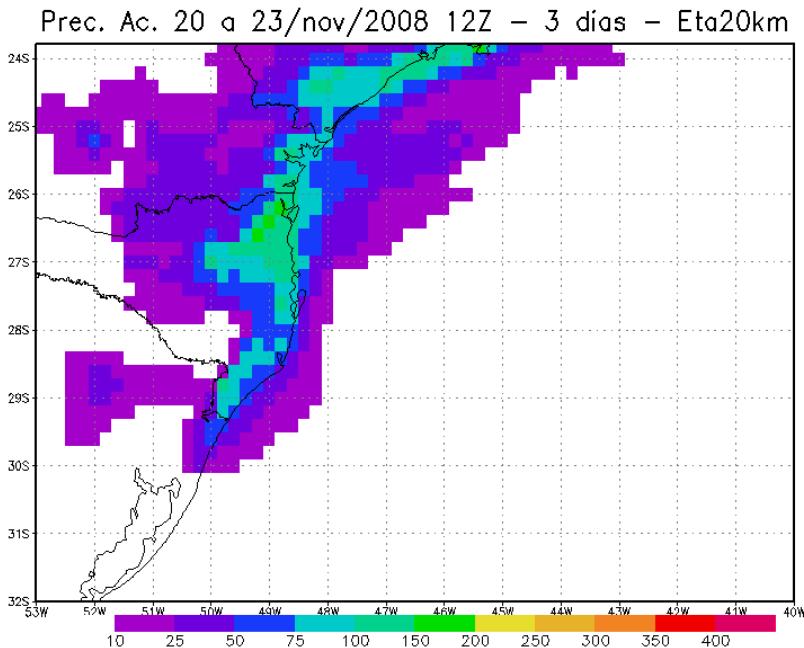


SANTA CATARINA – NOVEMBRO 2008

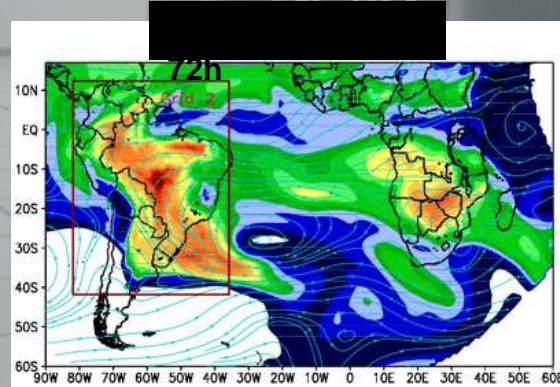
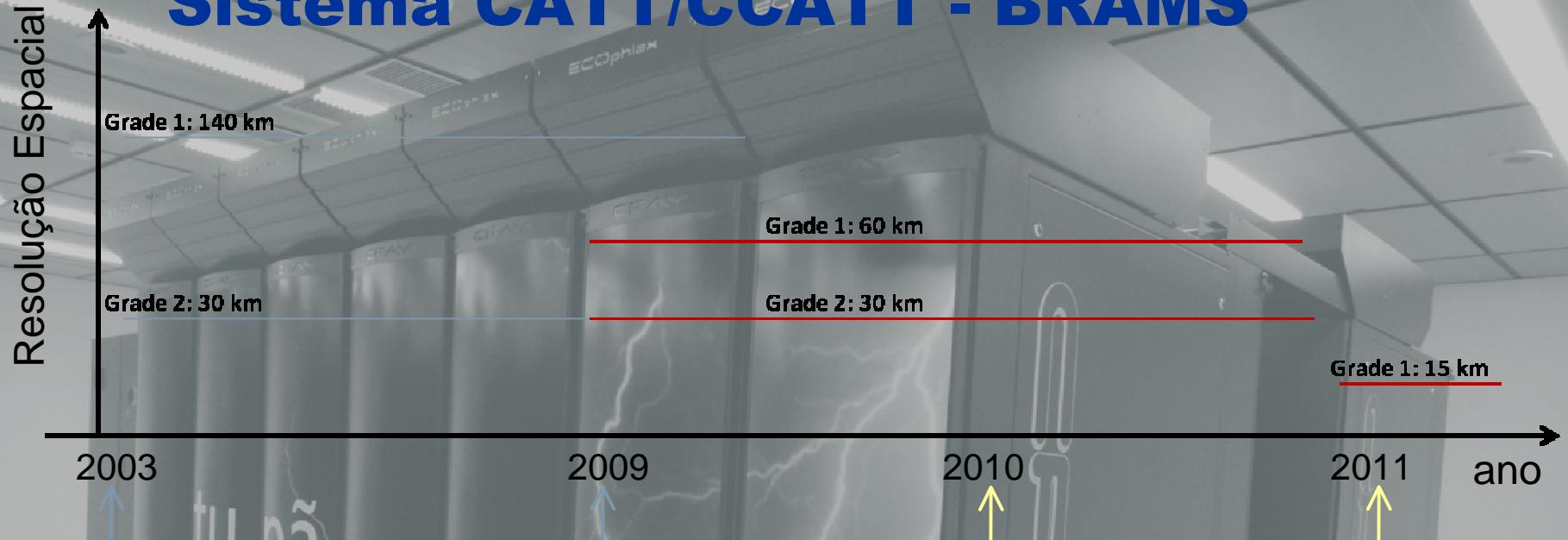


**135 mortes, 78.000
desabrigados**

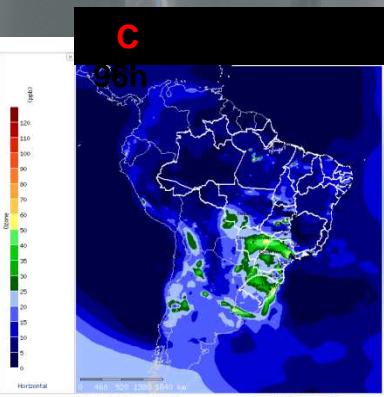
Previsões numéricas Experimentos de Sensibilidade



Sistema CATT/CCATT - BRAMS



Meteorologia +
Traçadores
(CO e PM2.5) – efeito
direto de aerossóis.



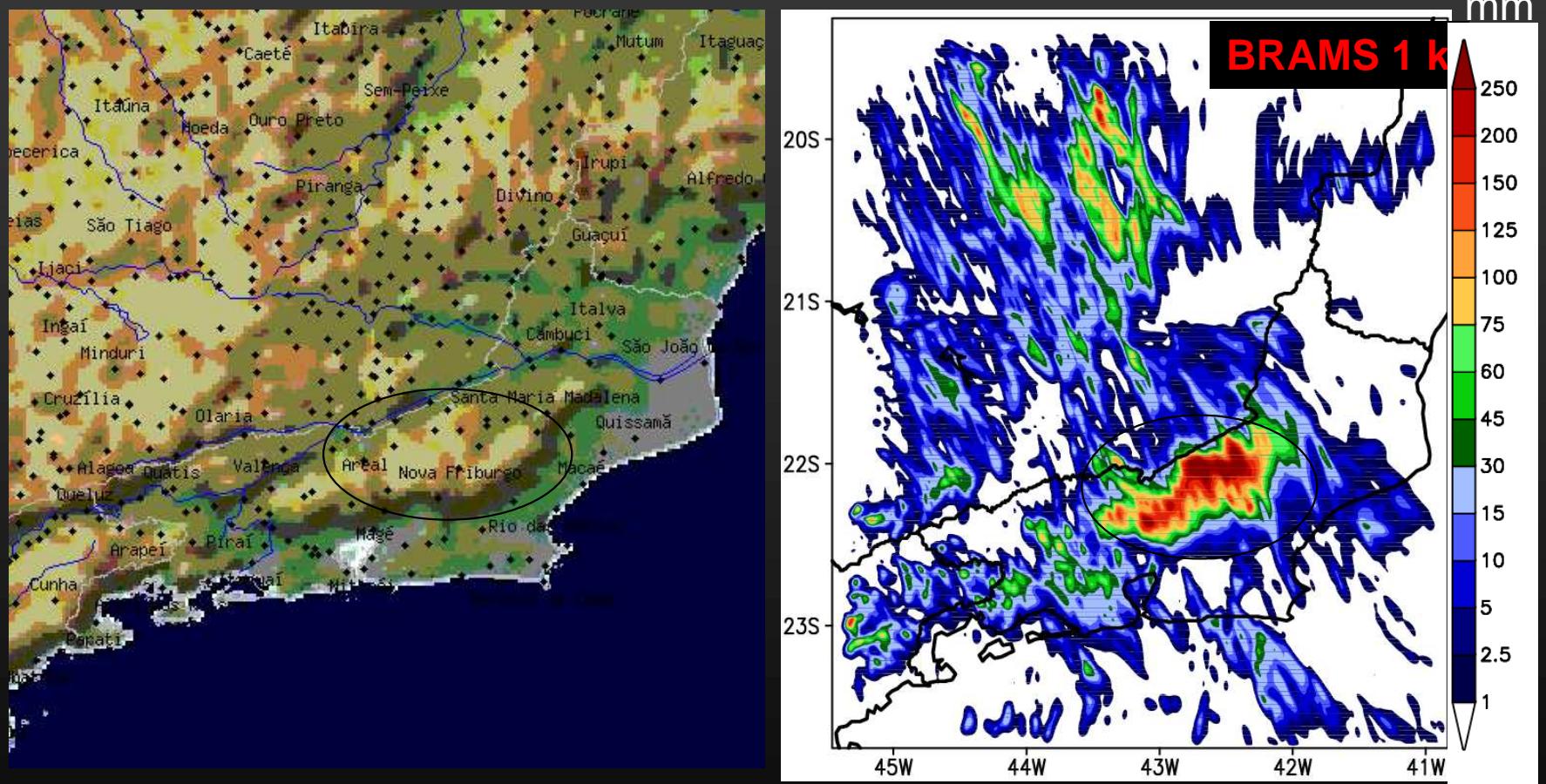
Meteorologia + reatividade precipitação. Efeito
química (ex., ozônio, NOx, direto e indireto dos
OH)
aerossóis. *Química
aquosa.

CCATT-BRAMS:
aerossóis urbanos,
solo, oceano,
vulcânicos e
secundários. Novas
emissões para
megacidades da
América do Sul.
Melhor ciclo diurno da
precipitação. Efeito
química (ex., ozônio, NOx, direto e indireto dos
OH)
aerossóis. *Química
aquosa.

CCATT-BRAMS:
Resolução de 15 km
sobre a América
Latina , 6 dias de
previsão com
assimilação de
dados químicos e de
aerossóis,
parametrização
convectiva com
training e modelo de
superfície JULES.
Previsão
emergencial de
eventos extremos

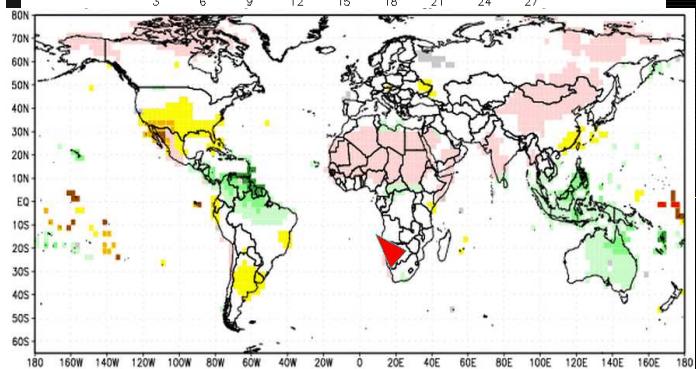
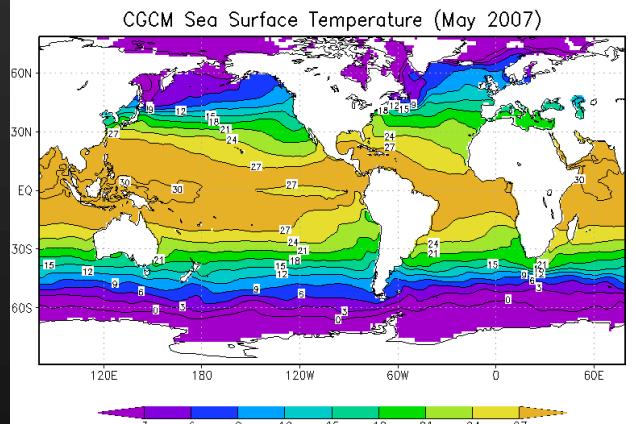
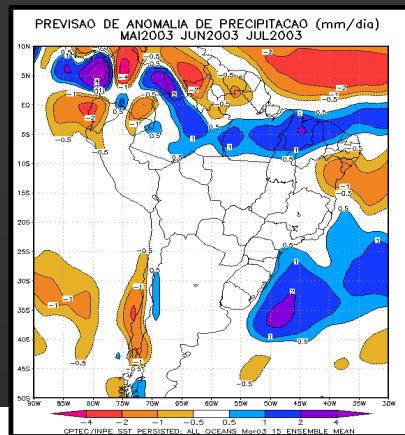
Aplicado à região serrana do RJ – Janeiro de 2011

Acumulado de Chuva entre 00UTC 12 – 00UTC 13/jan/2011
Desempenho com 1 km de resolução espacial



BRAMS 1 km: NX, NY = 500, 500
300 processos → 2 ½ h de
processamento
24 horas de previsão.

Previsão Climática Sazonal



Atual Sistema (1000h de processador)

- 6 conjuntos Globais c/ 15 membros cada;
- 5 membros Regional Eta (40x40 km);
- 10 membros Globais acoplado (atm+oceano)

CRAY XT6

- Aumento da resolução dos modelos
- Aumento do número de membros;
- Versões melhoradas dos modelos
- Finalizar muito antes as rodadas
- Participar do “Multimodelo” do IRI

**O CPTEC POSSUI VISIBILIDADE NA
SOCIEDADE?**

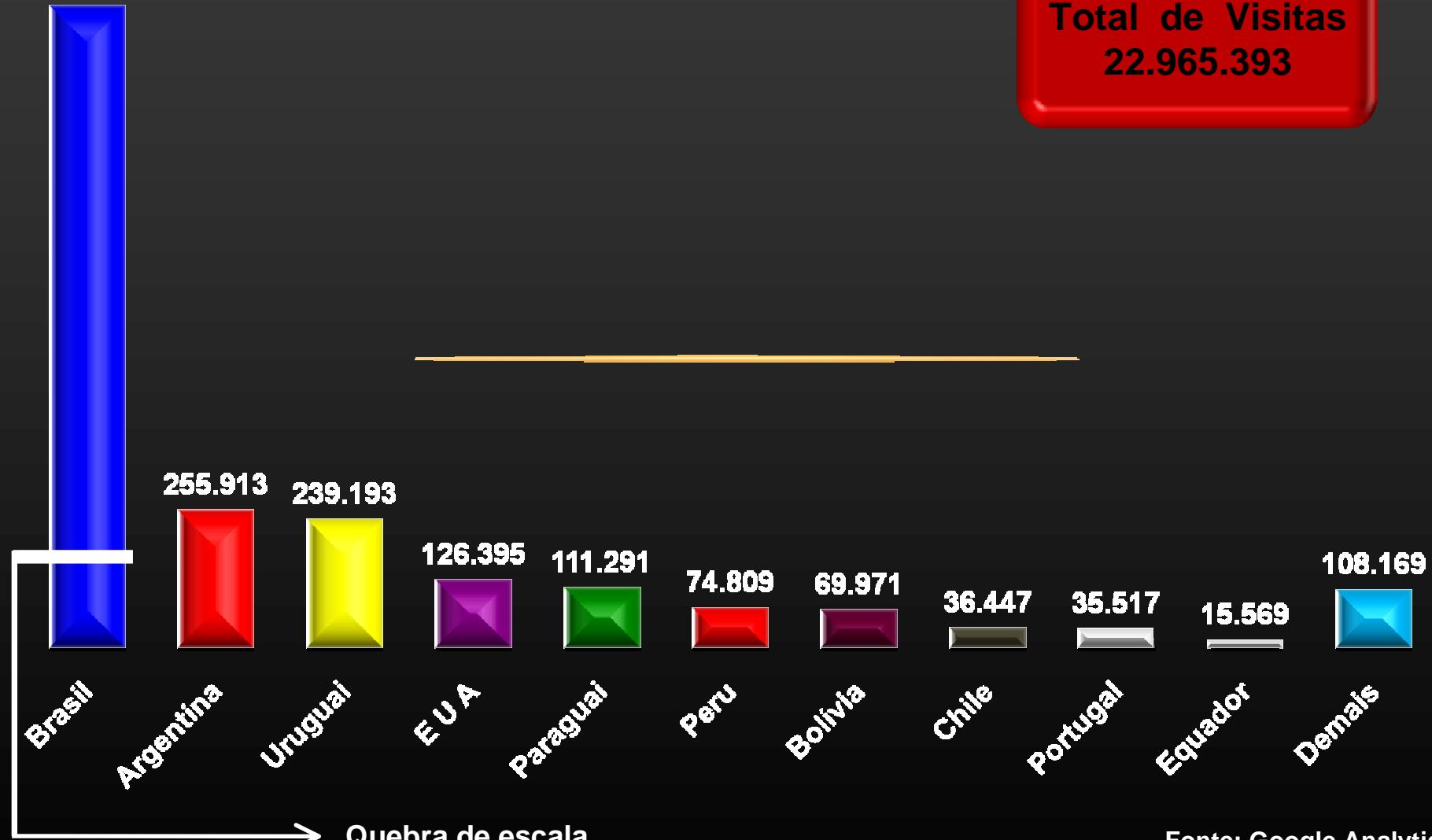
ALGUNS INDICADORES

Nº de visitas às páginas do CPTEC por Países (173)

ANO: 2009

21.892.119

Total de Visitas
22.965.393



→ Quebra de escala

Fonte: Google Analytics

Nº de visitas às páginas do CPTEC por Unidades da Federação – UF's (26) ANO: 2009

Posição	UF's	Nº de Visitas	%	Posição	UF's	Nº de Visitas	%
1 ^a	SP	7.589.517	34,7	15 ^a	RN	127.915	0,6
2 ^a	RS	2.945.128	13,5	16 ^a	PB	84.063	0,4
3 ^a	PR	2.403.175	11,0	17 ^a	AL	61.930	0,3
4 ^a	RJ	2.358.854	10,8	18 ^a	TO	58.349	0,3
5 ^a	SC	1.777.053	8,1	19 ^a	SE	57.783	0,3
6 ^a	MG	1.359.481	6,2	20 ^a	RO	51.285	0,2
7 ^a	DF	526.841	2,4	21 ^a	AM	47.559	0,2
8 ^a	MS	513.829	2,3	22 ^a	PA	47.219	0,2
9 ^a	BA	465.953	2,1	23 ^a	MA	40.264	0,2
10 ^a	ES	330.414	1,5	24 ^a	PI	30.593	0,1
11 ^a	GO	327.449	1,5	25 ^a	AC	6.078	0,03
12 ^a	PE	251.527	1,1	26 ^a	AP	4.530	0,02
13 ^a	CE	215.708	1,0	Roraima (RR): sem visitas		0	0,0
14 ^a	MT	209.622	1,0	Total		617.568	2,8
Total		21.274.551	97,2	Total		21.892.119	100

Fonte: Google Analytics

Média do Nº de visitas às páginas do CPTEC / dia

2008

Mundo: 19.742.998 / 365: 54.090 visitas

Brasil: 19.058.584 / 365: 52.215 visitas

2009

Mundo: 22.965.393 / 365: 62.919 visitas

Brasil: 21.892.119 / 365: 59.978 visitas



MUITO OBRIGADO

coordenador@cptec.inpe.br

