



# ***HISTORICO DE DESENVOLVIMENTO DO CCATT-BRAMS***

***Jairo Panetta  
Workshop CCATT-BRAMS @ CPTEC  
Janeiro 2012***





# Elebra BRAMS (1998 - 2001)

- IAG – Elebra – ASTER (Finep)
  - Parte de Programa Nacional em PAD, suportado pela FINEP
  - Elebra produziria hardware e software para Centros Regionais de Meteorologia
  - Alvo em hardware: clusters of PCs
  - Alvo em software: versão nacional do RAMS 4.0
    - Distribuição restrita pois RAMS proprietário
  - Elebra faliu
    - Por abertura de importações em equipamentos de telecomunicação





# CPTEC BRAMS (2002 – 2003)

- IAG - CPTEC – ASTER (Finep)
  - Tentativa de manter o Programa Nacional em PAD da FINEP após falência da Elebra
  - CPTEC assume o papel da Elebra em software
  - Itautec assume o papel da Elebra em hardware
  - Sucesso!





# PAD Finep

- **Visa:**
  - Criar indústria de hardware e software nacional em PAD:
    - Apoiando pesquisa universitária em PAD;
    - Transferindo resultados para a indústria
  - Incrementar o uso de PAD no país
  
- **Primeiro foco: Centros Regionais de Previsão**
  - Hw: Aglomerados de PCs
  - Sw: Programa previsor líder mundial de vendas





# PAD Finep

## ● Situação atual:

- Itautec vendeu 13 aglomerados de PCs em 2002
- Primeira versão do software aplicativo no mercado

## ● Histórico:

- 1995 – hoje: suporta pesquisa universitária
- 1998 – hoje: transferência para a indústria
  - Tentativa mal sucedida USP/LSI para Elebra
  - Sucesso ao transferir USP/LSI para Itautec





# PAD Finep

- Recursos em 2003:
  - Finep investiu R\$ 5M nas universidades
  - Itaotec investiu R\$ 5M em 8 universidades
- Direções futuras:
  - Manter o curso em hardware
  - Aumentar o esforço em software
  - Ampliar o espectro de aplicações





# Projeto BRAMS

- Aumenta a qualidade da previsão para os trópicos
  - Shallow Cumulus + SIB + Inicialização da umidade do solo + vegetação tropical
- Melhora a codificação
  - Implicit None + Modulos substituindo commons + Tipos + Reprodutibilidade binária restrita
- Otimização Sequencial e Paralela
  - Acelera a Difusão (para alguns RAMSIN)
- Versões de Pesquisa e de Produção
  - BRAMS 1.0 (sobre RAMS 5.0.2)
  - BRAMS 2.0 (sobre RAMS 5.0.4)
  - BRAMS 3.0 ....







# Instalações BRAMS

- CPTEC
- IAG/USP
- SIMEPAR
- LM/UFCG
- DM/UFRJ
- DGEO/FURG
- FUNCEME
- LNCC
- DCAO/UBA







# BRAMS: Dificuldades em Sw

- Flexibilidade é central (devido à pesquisa)
- Requer manter múltiplos métodos no código
  - Usuário seleciona Convecção, Radiação, Microfísica, etc..
- Métodos selecionados no “namelist”
  - Em alguns casos, múltiplas escolhas no mesmo método
  - Número absurdo de combinações
- Resultados:
  - Código flexível, mas...
  - Há combinações que não funcionam...(array bounds, inicialização, inconsistências)
  - Impossível otimizar e garantir reprodutibilidade
    - Reprodutibilidade refeita 4 vezes
    - Bugs continuam a ser descobertas diariamente...





# BRAMS@CPTEC (2003-2004)

- Após BRAMS: (2003-2004)
  - CPTEC gera 2 versões (3.1, 3.2), com contínuo acompanhamento do RAMS
    - BRAMS 3.2 = RAMS 5.0.4
    - RAMS oficial: 4.4
    - RAMS beta: 6.0C
  - Suporte e Domínio Mantido
- BRAMS torna-se software livre
- CATT-BRAMS em operação no CPTEC
- Geração do Projeto BRAMSNET





# CATT-BRAMS (2004 - hoje)

- Modelo ambiental do CPTEC
- CATT-BRAMS = BRAMS +
  - Modelo de difusão de poluentes
  - Radiação CARMA
  - Dispersão vertical da fonte, Deposição seca e húmida, etc ...
- Código teve que ser movido de Cluster de PCs para NEC SX-6
- Resultados:
  - Vetorização torna-se central
    - De 150 MFlops/Processador em 2004 para 600 MFlops/Processador em 2005
  - Eficiência paralela torna-se central
    - Paralelismo de memória central não é explorado
    - Balanceamento dinâmico de carga absolutamente necessário
  - Bugs são um pesadelo
    - SX-6 é muito restritivo durante a execução
    - Aumenta a complexidade do código devido à CATT





# BRAMSNET (2005 - 2006)

- CPTEC – IAG – UFCG – UFRJ – FURG (Finep)
- Produção diária realimenta pesquisa e desenvolvimento
- BRAMS torna-se software livre
- Web site ([www.cptec.inpe.br/brams](http://www.cptec.inpe.br/brams)) para distribuição de sw, documentação e lista de discussão
- Resulta:
  - Aumenta a pressão dos usuários por documentação, qualidade de software e eficiência
  - Larga disseminação





# ***BRAMSNET: Objetivo***

Estabelecer Rede Cooperativa de Usuários, Desenvolvedores e Mantenedores do BRAMS, para:

- Disseminar e homogeneizar seu uso;
- Incentivar seu desenvolvimento;
- Avançar sua pesquisa





**MANUTENÇÃO**

**CIRCUITO VIRTUOSO**

**USO**

**DESENVOLVIMENTO**







CPTEC

ITAUTEC

MANUTENÇÃO

**CIRCUITO VIRTUOSO**

USO

DESENVOLVIMENTO

USP  
UFRJ  
UFCG  
FURG  
CPTEC

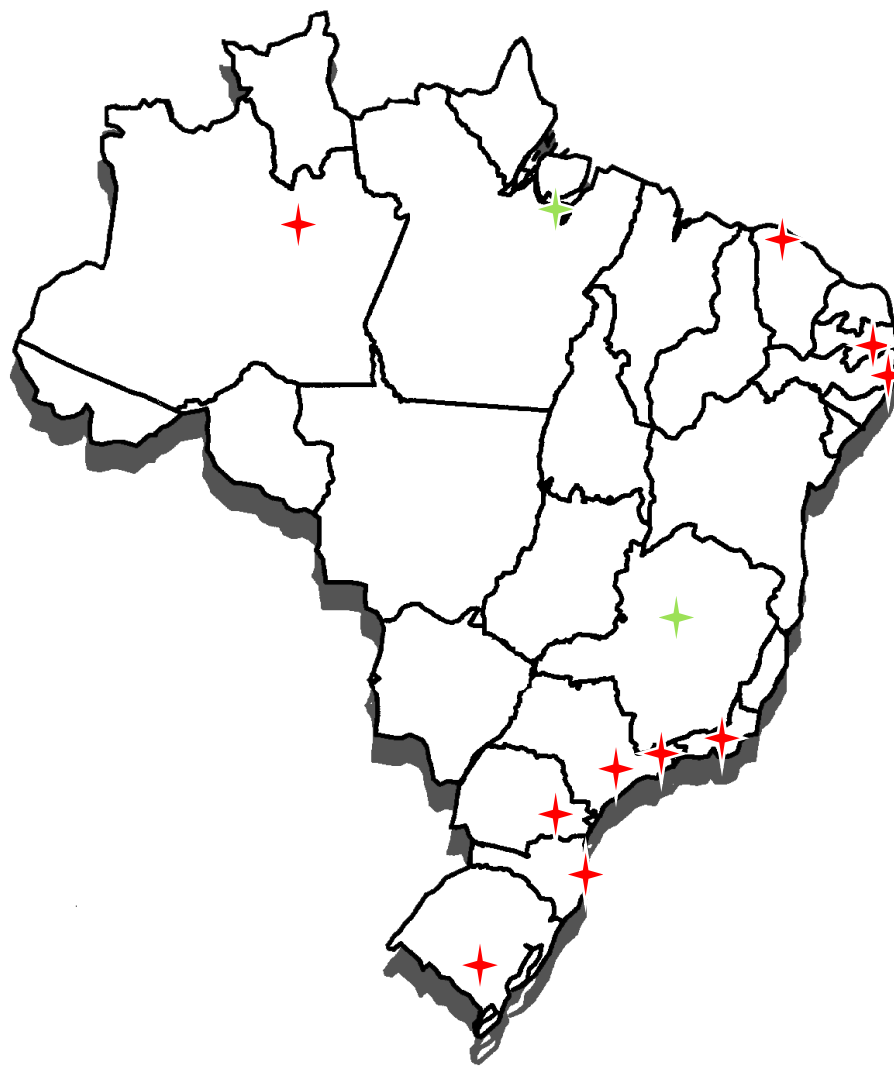
U...  
CPTEC  
SOMAR  
EPAGRI  
SIMEPAR  
FUNCEME  
LAMEP  
SIVAM







# ***RESULTADO BRAMSNET (2005)***





# ***Circulo Virtuoso em Ação***

- EPAGRI (SC) solicita otimização
  - Tempo de execução excessivo (5h 13')
- CPTEC realiza otimização específica para a grade do EPAGRI, envolvendo partição específica do domínio
  - Redução do tempo de execução em 20% (4h 9')
- CPTEC envia versão para testes no IAG e realiza partição específica para o domínio do IAG
- IAG obtém redução de 15% no tempo de execução
- Otimização inclusa no BRAMS 4.0





# GBRAMS (2005 - 2006)

- CPTEC – LAC/INPE – UFRGS (Finep)
- 50 anos de climatologia sobre o Brasil
- 3 clusters distribuídos no Brasil, acessíveis por um portal
  - Execuções de um ano; re-start por “history”
  - 3 regiões do Brasil
  - 3 datas iniciais
- Projeto de Ciência da Computação, testa “middleware” de grids
- Resultado:
  - Reprodutibilidade binária e climatologia





# SegHidro (2005-2006)

- UFCG - CPTEC – FUNCEME (Finep)
- Portal para a execução em grid de:
  - BRAMS
  - Modelos hidrológicos
  - Modelos de análise de risco
- Projeto de Ciência da Computação (em grids)
- Resultados:
  - Uso extensivo do BRAMS, assimilando CPTEC
  - Novas metodologias de grade





# BRAMS@CPTEC (2006)

- Geração do BRAMS 4.0 (2006)
- BRAMS 4.0 = BRAMS 3.2 +
  - Qualidade de software (remoção de bugs + “namelist”)
  - Eficiência sequencial e paralela (vetorização e melhor comunicação mestre-escravo)
  - CATT
  - TEB + SPM





# BRAMS@CPTEC (2007)

- Aquisição do cluster UNA pelo CPTEC
  - 1100 cores (Opteron)
- Permitiu executar BRAMS 4.0 para alta resolução em grandes domínios geográficos





# BRAMS@CPTEC (2007-2008)

- Trabalho na UNA mostrou o impacto de IA64 (Espaço de endereçamento de 64 bits)
  - Troca de mensagens MPI em C não funciona em algumas máquinas
    - Mecanismo original do RAMS 3.0
  - Um ano de trabalho para determinar e resolver o bug
  - Solução: re-escrever o módulo em Fortran
- Resulta BRAMS 4.2
  - Grande sucesso!







*Site access*





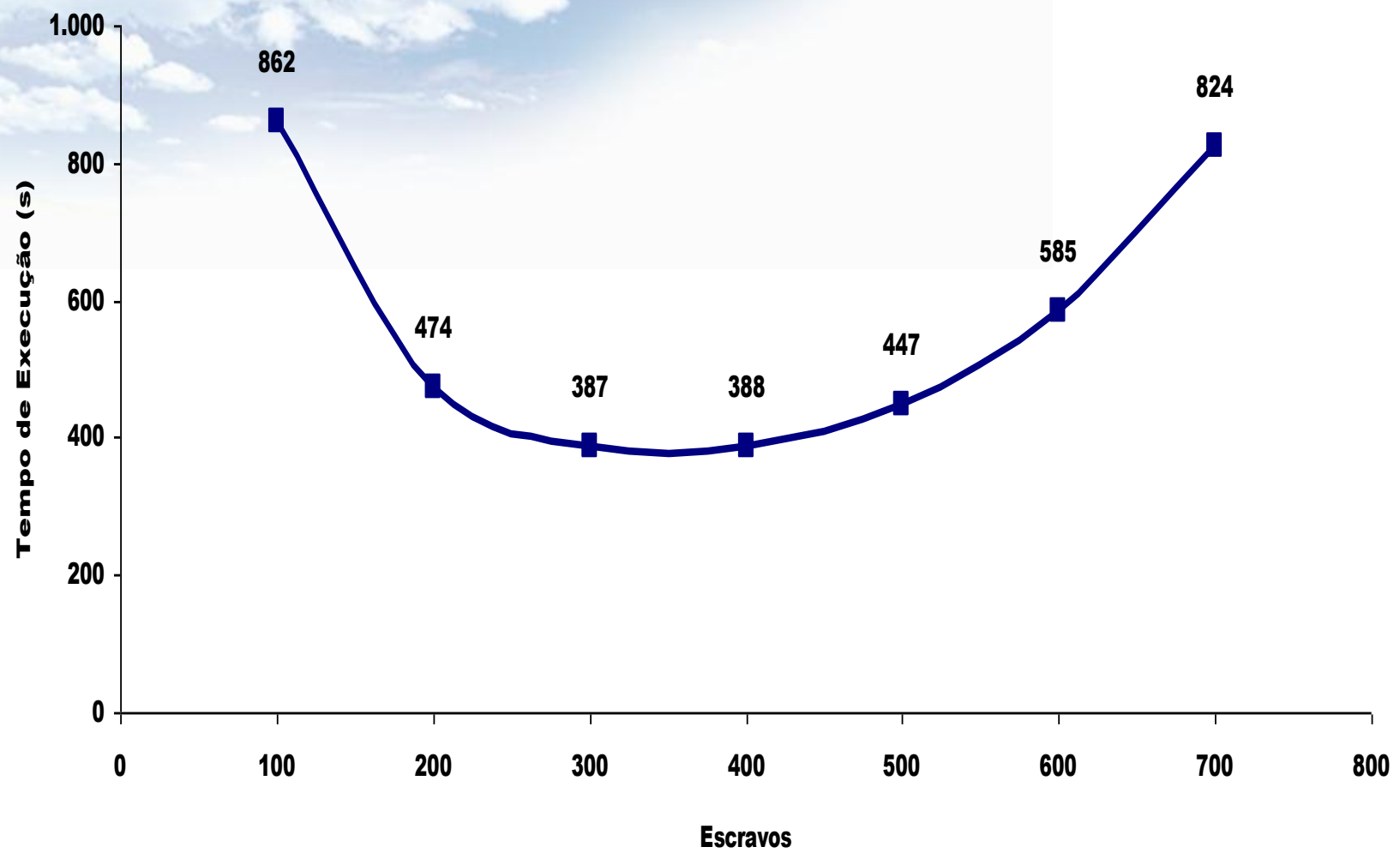
# Atmosfera Massiva (2008-2010)

- UFRGS – CPTEC – LNCC (Finep)
- Projeto em Ciência da Computação
- Visa escalabilidade até 1000 processadores
- Permitiu demonstrar limites na escalabilidade do BRAMS 4.2 para milhar de processadores e alta resolução em grandes domínios geográficos
  - Limitações claras:
  - Uso excessivo de memória pelo mestre
  - Escalabilidade limitada pelo esquema mestre-escravo



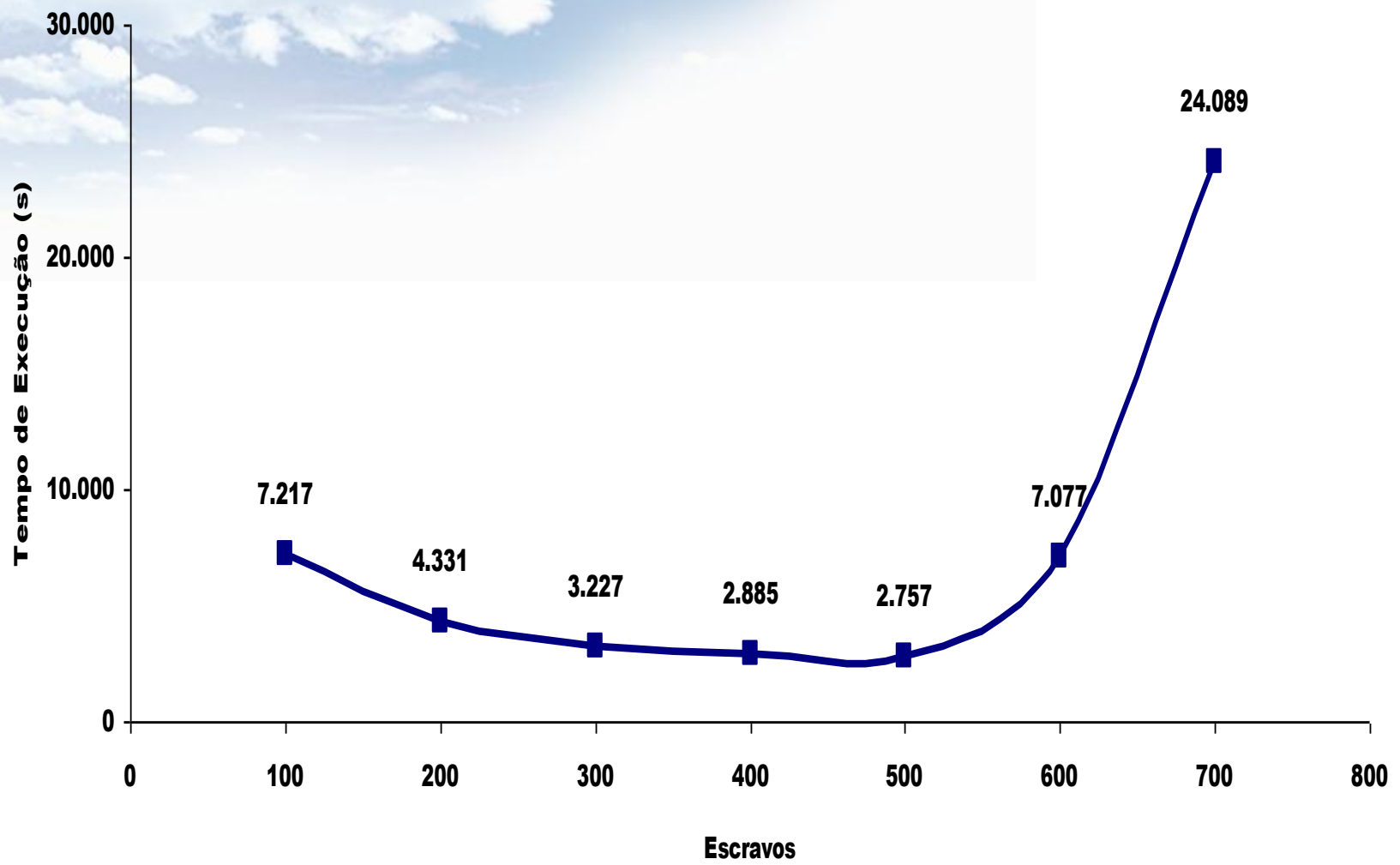


# 20Km, A.L. 1 Dia, BRAMS 4.2





# 10Km, A.L. 1 Dia, BRAMS 4.2





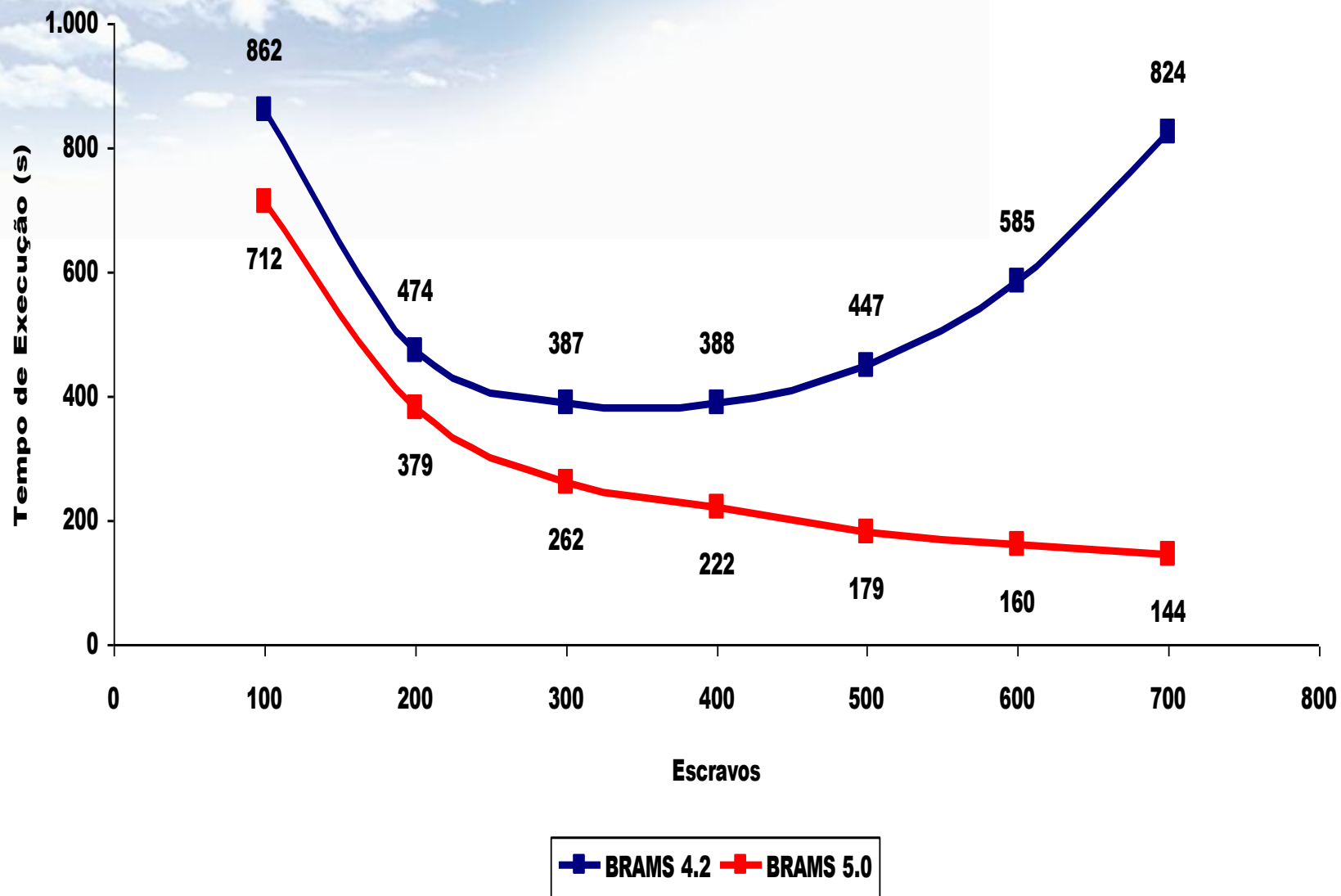
# Atmosfera Massiva (2008-2010)

- Resultado: Protótipo do BRAMS 5.0
- BRAMS 5.0:
  - Elimina o mestre; todos computam
  - Reduz substancialmente o uso de memória
  - Aumento substancial de escalabilidade
  - Re-escrita da inicialização, I/O, CFL





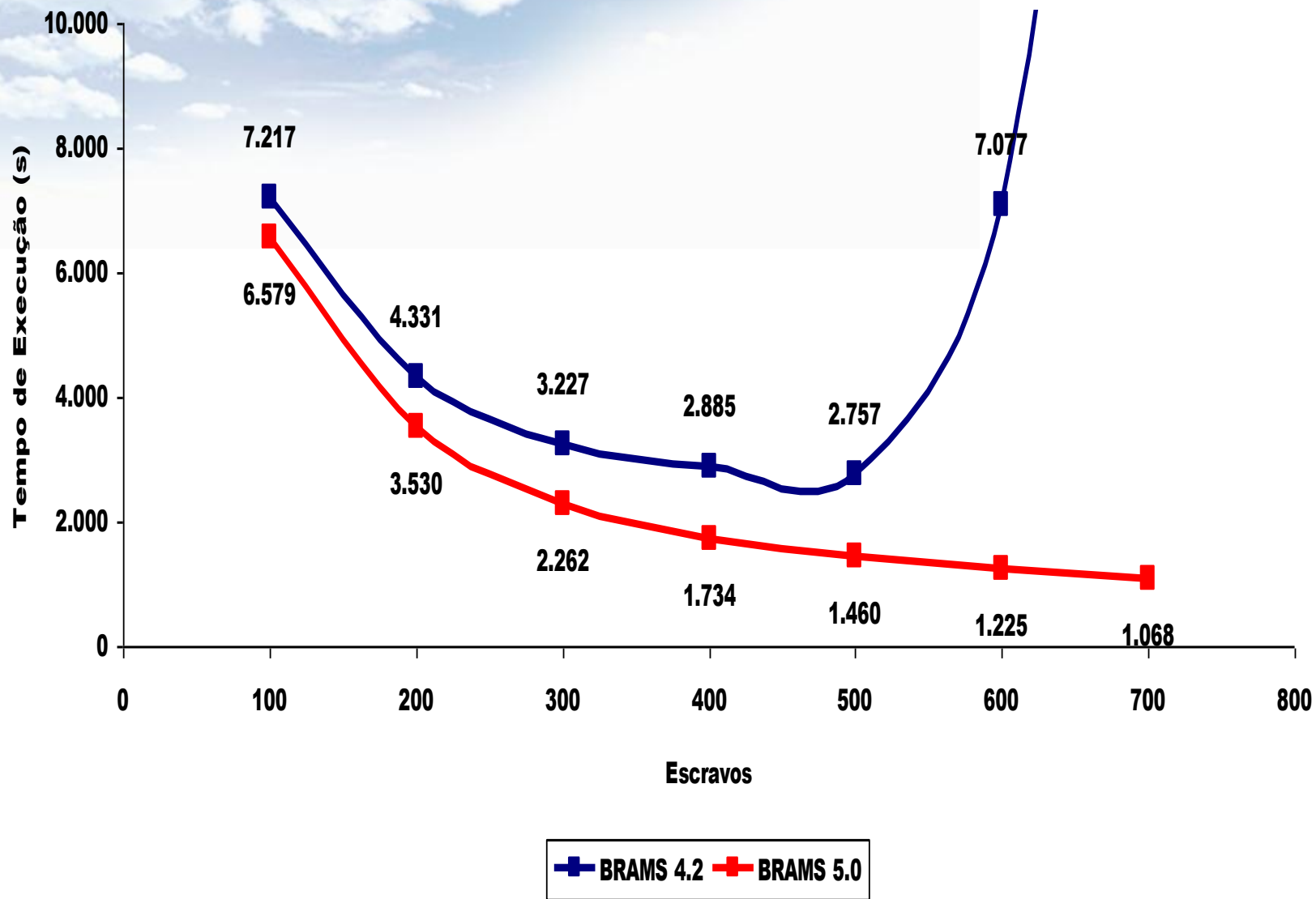
# 20Km, A.L. 1 Dia, BRAMS 5.0 x 4.2







# 10Km, A.L. 1 Dia, BRAMS 5.0 x 4.2







# CCATT (2007-2011)

- Inserção da Química Atmosférica
  - Em 2011, no BRAMS 4.3 !!!
  - Longo trabalho
  - Aumento substancial do código
  - Felizmente, código moderno





# Sumário

- BRAMS: Décadas de contínuo desenvolvimento computacional
- Transformar protótipo acadêmico em software de produção é tarefa árdua
  - Missão impossível em alguns casos
- Software científico muda constantemente
  - Pois o hardware muda
  - Pois a tecnologia de desenvolvimento muda

