

## Sistema de previsão da qualidade do ar para o Vale do Paraíba

Franco C. Degrazia<sup>1</sup>, Haroldo F. de Campos Velho<sup>1</sup>,  
Rosângela R. Cintra<sup>1</sup>, Joice P. S. Barbosa<sup>1</sup>, Marcelo R. de Moraes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INPE/LAC, São José dos Campos, SP

<sup>2</sup>CIRAM/EPAGRI, Florianópolis, SC

### 1. Descrição do sistema e metodologia

O Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada (LAC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem implementado um sistema operacional de previsão da qualidade do ar para região de São José dos Campos. A cidade localiza-se no Vale do rio Paraíba e é um importante pólo industrial e tecnológico do Brasil. A rodovia de maior tráfego do País (Rodovia Presidente Dutra) que liga as duas principais cidades do Brasil, São Paulo e Rio de Janeiro, passa por São José dos Campos, constituindo-se numa “fonte de linha” de poluição. Devido à presença de grandes indústrias e da rodovia, é grande a preocupação com a qualidade do ar na região.

O sistema automático para simular a qualidade do ar é um conjunto de plataformas de softwares integradas, baseado num modelo meteorológico de meso-escala BRAMS (Brazilian-Regional Atmospheric Modeling System) (FREITAS et al., 2005), associado a um modelo de dispersão de poluentes CALPUFF (SCIRE et al., 2005). As fontes de poluição consideradas para o sistema são: (a) 200 Km da Rodovia presidente Dutra que corta o Vale do Paraíba, (b) as cidades de São José dos Campos, Jacareí, Taubaté e Pindamonhangaba.

A qualidade do ar é avaliada através de dois traçadores: concentração de CO e material particulado (PM10). A emissão para São José dos Campos foi estabelecida a partir do relatório anual da CETESB de 2005. Para as demais cidades foi realizada uma estimativa. As emissões veiculares da rodovia, foram estimadas através do estudo do “Health Effect Institute” (<http://pubs.healtheffects.org/view.php?id=107>).

O modelo CALPUFF foi desenvolvido originalmente para sistema operacional Microsoft Windows (<http://www.src.com/calpuff/calpuff1.htm>). Na versão operacional do LAC-INPE, o modelo CALPUFF

foi adaptado para o sistema operacional Linux, realizando “Shell Scripts (SC)” para sua operação. A Figura (1) mostra a configuração criada em plataforma Linux para operar o sistema de previsão da qualidade do ar. O sistema completo é gerenciado pelo SC.

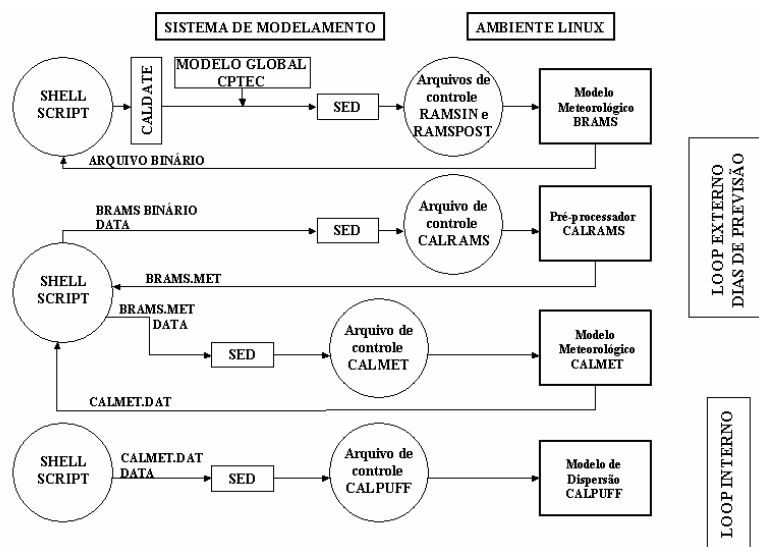


Figura 1. Configuração do sistema de previsão da qualidade do ar em ambiente Linux.

A seqüência de operação do sistema segue: (i) primeiro é executado o modelo BRAMS para a simulação de 24 h: “Loop Externo (LE)” - O programa CALDATE (CPTEC) é empregado para determinar as condições iniciais do modelo a partir dos campos meteorológicos gerados pelo modelo Global do CPTEC-INPE; (ii) finalizada a simulação com o modelo BRAMS (resultados armazenados a cada hora de simulação) o SC atua para executar o modelo CALMET – nesta fase ocorre a interpolação de grade dos campos meteorológicos, grade de 30 Km (BRAMS) para 1 Km (CALMET/CALPUFF) e determinação de outros parâmetros (escala de velocidade, altura da camada limite, etc); (iii) por fim é ativado o modelo CALPUFF, para o cálculo da concentração de poluentes por um período de 24 horas - “Loop Interno (LI)”. Para mais de um dia o SC retoma o ciclo de operação.

## 2. Resultados do sistema de qualidade do ar

A figura 2 mostra o resultado da interpolação dos campos de vento. Pode-se notar que as figuras 2a e 2b apresentam o mesmo comportamento.

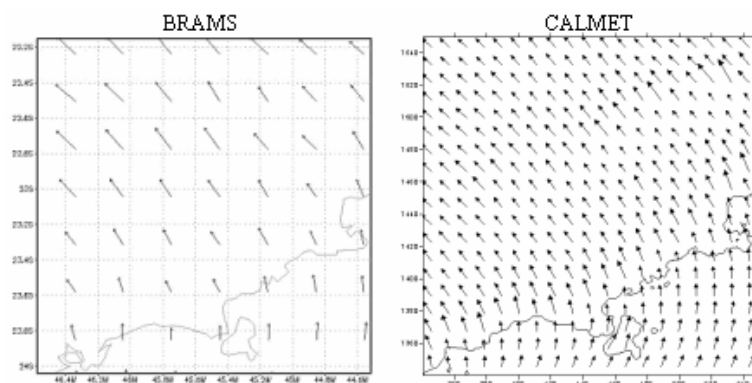


Figura 2. Exemplo de interpolação de grade para campo de vento, (2a) BRAMS, (2b) CALMET.

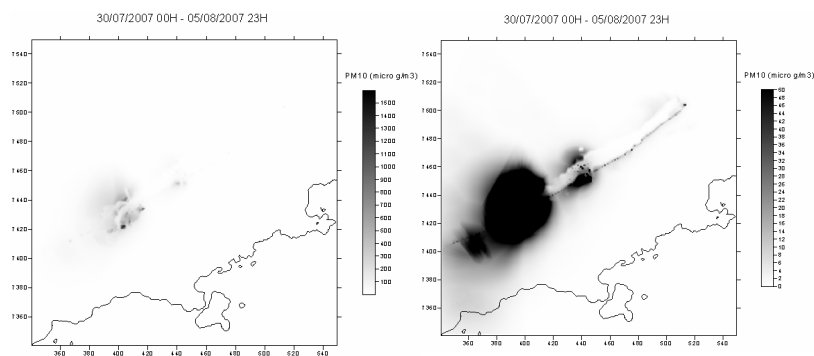


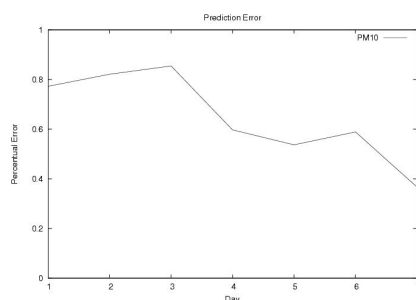
Figura 3. a) Legenda completa, b) Legenda em menor escala.

A Figura 3a mostra uma vista superior de superfície de isoconcentração de PM10. O sistema foi integrado por um período de sete dias. Para tornar mais visível como ocorre a dispersão dos poluentes, pode-se alterar a escala, como mostrado na figura 3b. Agora percebe-se que em sete dias de integração, houve presença de poluentes sobre a região do litoral de São Paulo. A região metropolitana de SJC foi a principal responsável. Nesta simulação constata-se que em algumas regiões a concentração não está dentro dos padrões da qualidade do ar “boa” da CETESB. A tabela 1 abaixo mostra os níveis de qualidade do ar adotado pela CETESB.

**Tabela 1.** Níveis da qualidade do ar (Fonte: CETESB)

Níveis de qualidade do ar PM10	
Faixa de concentração	Qualidade
0 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Boa
51 – 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Regular
151 – 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Inadequada
251 – 420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Má
> 420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Péssima

A partir dos dados da estação de medição de concentração da CETESB, foi estabelecido o erro percentual de previsão de concentração. Médias diárias foram determinadas para obter o erro percentual para PM10 (figura 4). Não foi apresentado o erro para o poluente CO, devido à ausência de dados experimentais para validação. O erro percentual é maior no início do período de integração, pois inicialmente o sistema não contou com uma poluição de fundo.



**Figura 4.** Erro percentual de previsão para PM10.

**3. Agradecimentos:** Ao CNPq pelo apoio financeiro e CETESB.

#### 4. Referências

Freitas, S. R., Longo, K. M., Silva Dias, M. A., Silva Dias, P. L., Chatfield, R., Prins, E., Artaxo, P., Grell, G. A., and Recuero, F. S. Monitoring the transport of biomass burning emissions in South America, *Environmental Fluid Mechanics*, vol. 5, p. 135-167, 2005.

Scire, J. S., Francoise, R. R., Mark, E. F., Yamartino, R. J. A User's Guide for the CALMET Meteorological Model (Version 5), Earth Tech, Inc, 2000.