

# Sistema de Interface para o Modelo de Circulação Geral da Atmosfera do CPTEC/INPE

Carlos Renato de Souza<sup>1</sup>, Edson Luiz França Senne<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, email: [carlos.renato@cptec.inpe.br](mailto:carlos.renato@cptec.inpe.br)

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP / Campus de Guaratinguetá, email: [elfsenne@feg.unesp.br](mailto:elfsenne@feg.unesp.br)

**ABSTRACT:** In this work a graphical interface to facilitate the communication of the users with the Atmospheric General Circulation Model (MCGA) of the Center for Weather Forecasting and Climate Studies (CPTEC) of the National Institute for Space Research (INPE) was developed. The CPTEC uses this model to generate weather forecasts and season forecasts for operational forecasts and for research works. When the MCGA is used for experiments and for research work, it is executed manually by researchers and students, who need some types of different forecasts. To get that, the MCGA's user has to modify some parameters directly in the model code. The software was developed to facilitate these adjustments made in the model code. The system will be used in the NEC supercomputer SX-6 and it was developed in Java using the development environment NetBeans. The software put all of most important model parameters together in a main window. The user can easily modify the model parameters through the system and it still can be saved and recovered in a text file, thus the MCGA can be used with different forecasting profiles in more experiments than before. The software has been tested in different cases, where different forecasts profiles have been adjusted. In the tests the forecasts have been generated normally. The system constructed the scripts and got them submitted successfully in the supercomputer.

**Palavras-chave:** Interface Gráfica, Modelo de Circulação Atmosférico, Linguagem Java.

## 1 – INTRODUÇÃO

O Modelo de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA) (Bonatti, 1996), originado do modelo de previsão numérica de tempo utilizado *no National Centers for Environmental Prediction* (NCEP), chamado de MRF (*Medium Range Forecasting Model*) pelo NCEP, foi transferido ao *Center for Ocean, Land and Atmosphere Studies* (COLA), onde foi aprimorado.

O modelo MCGA, desde que foi implantado no CPTEC/INPE, tem sido utilizado tanto para previsão de tempo quanto para previsão de clima operacional (Cavalcanti, 1996). Para clima, o modelo utiliza a resolução T062L28, ou seja, 62 ondas na coordenada horizontal em pontos de grade e 28 níveis na vertical. Este modelo representa os campos atmosféricos em grade com 192 pontos longitudinais e 96 pontos latitudinais (na resolução T062L28). Esses pontos representam uma área de aproximadamente 200 km x 200 km, aproximadamente dois graus de latitude por dois graus de longitude.

O CPTEC/INPE atualmente gera produtos de qualidade fornecidos à população. Um dos produtos de maior utilidade pública são as previsões de tempo e de clima. As previsões climáticas são previsões de médio prazo, e se diferenciam da previsão de tempo não só pelo prazo mas também pelo tipo de laudo técnico sendo uma previsão qualitativa. Para isso os meteorologistas se baseiam nos resultados dos modelos de previsão, em dados de satélites, dentre outros.

As previsões climáticas operacionais são realizadas mensalmente e são utilizadas em um conjunto de quinze simulações, cada simulação iniciada em um dia diferente do mês da

condição inicial. As simulações são integradas durante cerca de sete a oito meses, sendo que desses oito meses os três primeiros são alimentados por condições de contorno observadas (reais), considerando-se como previsão, então apenas os últimos cinco meses dessas integrações. Esse período inicial de três meses é chamado de *spin up* (aquecimento). O modelo utiliza esse período para se ajustar, para que não tenha problemas de instabilidade numérica no decorrer da simulação. Os meteorologistas do CPTEC/INPE utilizam os resultados do MCGA como principal ferramenta para elaborar as previsões climáticas.

O modelo é executado no ambiente NEC-SX-6 em Unix TRU-64. Nos scripts que iniciam o MCGA é possível ajustar o perfil da simulação desejada, definindo quantas e quais variáveis serão geradas, quantos níveis na vertical, período da simulação, intervalo de horas da saída, dentre muitos outros parâmetros fundamentais para definir o perfil da previsão desejada.

Esse mesmo modelo é utilizado por estudantes de pós-graduação e pesquisadores do CPTEC/INPE como ferramenta para produzir previsões e simulações experimentais. Esses estudantes e pesquisadores possuem, em sua maioria, formação em meteorologia ou física. Tendo, muitas vezes, que passar por treinamentos em linguagens de programação (Fortran, C-shell, Korn-shell) para poder utilizar e entender o funcionamento do MCGA.

Se os usuários do modelo não precisassem interagir diretamente com os scripts, haveria uma maior facilidade em operar o MCGA, economizando tempo de treinamento e facilitando a comunicação do usuário com o modelo. Para isso, faz-se necessário o desenvolvimento de uma interface gráfica que permita ao usuário, operar o modelo mais facilmente, podendo assim extrair resultados de previsões mais aprimoradas, com perfis mais refinados das execuções.

Esse trabalho objetiva desenvolver um sistema de interface gráfica interativo para facilitar a comunicação dos usuários com o modelo MCGA, facilitando assim a realização de experimentos e simulações.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se Java como linguagem de programação na elaboração desse trabalho por ser uma linguagem de alto nível, completa, versátil (independe da arquitetura ou sistema operacional), simples, robusta, bem estruturada, orientada a objetos e de fácil assimilação.

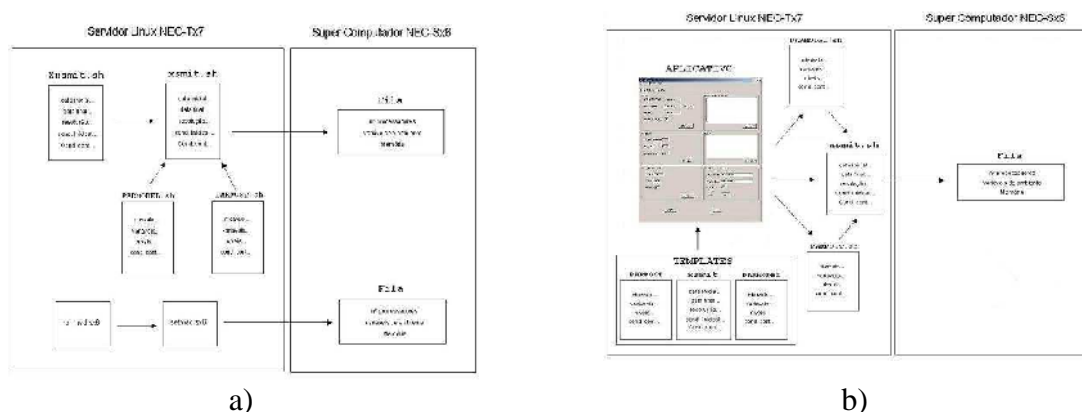


Figura 1 – a) Esquema atual do MCGA; b) Esquema do MCGA com o sistema de interface proposto.

Como ambiente de desenvolvimento utilizou-se o *Integrated Development Environment* (IDE) livre NetBeans 5.0, onde os códigos Java foram editados e compilados. O NetBeans é uma ferramenta completa, sofisticada e de fácil utilização, essencial no desenvolvimento de sistemas complexos, disponível para download no site [www.netbeans.org](http://www.netbeans.org).

A construção dos *scripts* do MCGA foi feita a partir dos parâmetros escolhidos nos formulários pelo usuário utilizando a ferramenta *Velocity*. O *Velocity* é um *Template-Engine*, um conjunto de classes feito em Java. Uma de suas maiores utilidades é no desenvolvimento de aplicações *Web*, onde o código Java fica totalmente separado do código HTML.

A Figura 1 mostra os esquemas de funcionamento e das dependências dos *scripts* do MCGA antes e depois da implementação do sistema de interface.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *software* foi desenvolvido baseado na idéia de que seus usuários estão à procura de uma forma mais simples e eficiente de utilizar os modelos de previsão numérica no CPTEC. Assim, as janelas do aplicativo foram criadas de uma forma simples, de maneira que ficasse o mais claro possível para o usuário identificar as informações que devem ser inseridas no *software*.

A Figura 2.a apresenta a janela principal do aplicativo. Nessa janela são apresentadas ao usuário todas as informações ajustáveis necessárias para se realizar uma previsão climática no MCGA. As informações foram organizadas em grupos correlatos e estão separadas na janela principal em quadros. O aplicativo inicializa com um conjunto básico de parâmetros selecionados que são lidos de um arquivo XML inicial, que constituem o mínimo que o MCGA necessita para gerar suas previsões climáticas. Nessa janela principal o usuário não consegue alterar nenhum parâmetro diretamente. Para alterar os parâmetros o usuário deve acessar as janelas específicas para ajuste dos parâmetros através do botão *Change* existente em cada grupo de parâmetros. O que antes era feito manualmente em cada *script* correspondente.

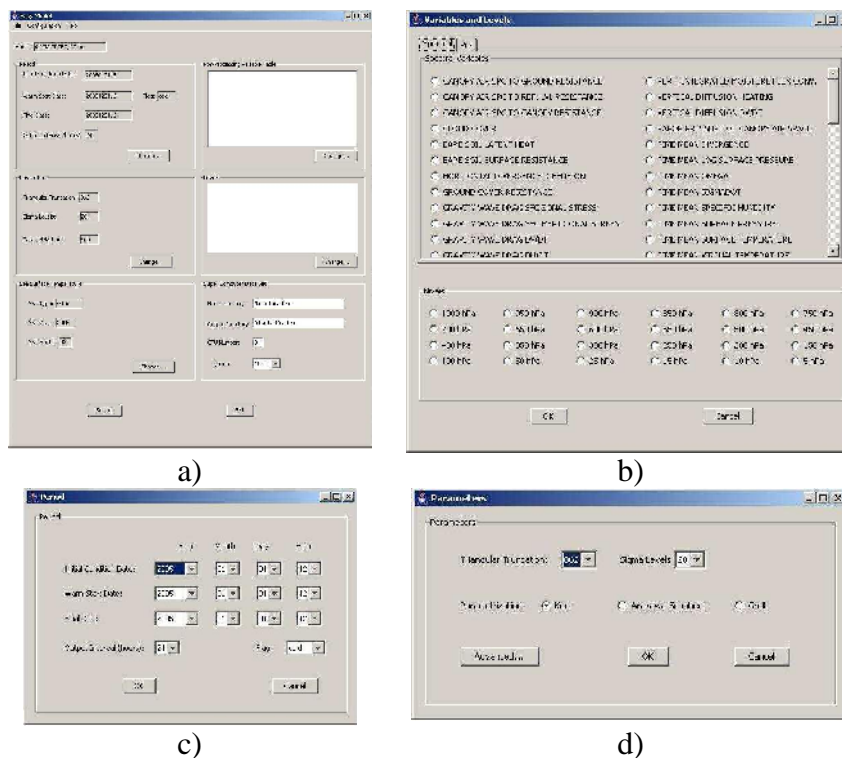


Figura 2 – a) Janela principal do sistema proposto; b) Janela secundária *Variables and Levels* do aplicativo; c) Janela secundária *Period* do aplicativo; d) Janela secundária *Parameters* do aplicativo.

A janela principal contém uma barra de menu com os itens *File*, *Configuration* e *Help*. No menu *File*, o usuário tem acesso aos subitens *Open*, *Save*, *Save as* e *Exit*. Através desses

subitens o usuário poderá salvar num arquivo texto o perfil de previsão ajustado, bem como recuperar o mesmo perfil ou outro conjunto de parâmetros salvo. Para finalizar o aplicativo, o usuário pode utilizar o subitem *Exit* ou o botão *Exit* na parte inferior direita da janela. No item *Configuration* da barra de menu, o usuário encontra os subitens *Period*, *Parameters*, *SST*, *Variables* e *Levels*. Cada um desses subitens corresponde a uma janela onde o usuário pode ajustar os parâmetros desejados como é mostrado pelas figuras 2.b, 2.c e 2.d.

Dos quadros informativos disponíveis na janela principal, o que trata dos dados do ambiente do supercomputador (quadro inferior direito - *Supercomputer Data Set*) é o único quadro onde se permite ao usuário alterar diretamente os dados. Esse quadro trata dos dados referentes às variáveis de ambiente do supercomputador, como por exemplo, caminho dos diretórios de saída (*Output Directory*), diretório raiz (*Home Directory*), quantidade de processadores a serem utilizados no processo e a fila em que o usuário deseja submeter o processo.

O primeiro quadro informativo da janela principal (Figura 2.c) trata das datas do período da previsão (*Period*). Onde *Initial Condition Date*, indica a data do início do período de previsão, *Final Date*, indica a data do final do período de previsão, *Warm Start Condition Date* indica a data do início do período da continuidade da previsão. Quando o usuário quiser continuar uma rodada que já foi realizada anteriormente estendendo seu período de previsão, então o *Flag* deverá ser selecionado como *Warm*, e a *Warm Start Condition* deverá ser a última data de previsão existente. Em *Output interval* o aplicativo mostra qual o intervalo (em horas) que o MCGA vai gerar sua saída.

O segundo quadro *Parametrization* da janela principal (Figura 2.d), trata das parametrizações no modelo. Nesse quadro o aplicativo mostra ao usuário parâmetros de caracterização do MCGA. *Triangular Truncation* é a resolução do modelo, ou seja, o número de truncamentos de ondas na coordenada horizontal em pontos de grade. O aplicativo inicializa com resolução 062, que é a resolução mínima disponível no MCGA atualmente e que representa uma grade de aproximadamente 200 km de distância entre os pontos. Outro parâmetro de resolução do modelo disponível nesse quadro é *Sigma Levels*, que significa o número de níveis na vertical com que o MCGA vai representar a atmosfera. O aplicativo inicializa com 28 níveis na vertical. O usuário pode escolher também várias convecções diferentes em *Parametrization*. Essas parametrizações são tipos de tratamentos e representações diferentes da atmosfera. Cada convecção disponível, *Arakawa-Schubert*, *Kuo* e *Grell* possui um método próprio de tratar os fenômenos atmosféricos. O usuário pode acessar e alterar também nessa janela, alguns parâmetros mais incomuns de serem alterados, como por exemplo o passo de tempo interno do modelo. Esses parâmetros são mais sensíveis, e se forem ajustados inadequadamente acarretarão erros de execução, instabilidade numérica dentre outros erros de modelagem. Para alterá-los o usuário precisa clicar no botão *Advanced*.

O terceiro quadro (*Sea Surface Temperature* - SST) mostra os parâmetros que definem o tipo e o período do arquivo de TSM que é utilizado como condição de contorno no MCGA, definindo a TSM que o MCGA vai usar como condição de contorno. Esta podendo ser construída com valores observados (SSTOBSER), com valores previstos (SSTFCP ou SSTFCT) por outros modelos específicos para temperatura do mar, ou ainda com alguns meses observados e outros corrigidos pela anomalia de observação.

A Figura 2.b mostra a janela *Variables and Levels* onde, na parte superior, o usuário tem acesso à tabela de variáveis de saída (*Desire Table*), que é gerada no *Pos-Processing* do MCGA, e à tabela das variáveis disponíveis para serem pós-processadas posteriormente, que é a *Available Table*, utilizada na fase de cálculos dos coeficientes espectrais (antes do pós-processamento). O usuário acessa essas tabelas através das abas dos painéis superiores. No painel inferior da janela, o usuário tem as opções de escolha de quais níveis de altitude ele deseja que suas previsões contenham.

Foram feitos vários testes do sistema em diferentes casos. Em todos os casos de testes foram considerados também vários conjuntos de variáveis em diferentes conjuntos de níveis. No primeiro caso, por exemplo, o sistema foi testado num exemplo simples de previsão, para o caso de um usuário querer reproduzir as previsões climáticas operacionais, com um conjunto de sete variáveis e seis níveis na vertical. Para esse teste utilizou-se como condição de contorno a temperatura da superfície do mar observada no período de 2005/01 até 2005/03 e no restante do período a persistência da anomalia do último mês observado, utilizando a convecção *Kuo*. A resolução do modelo escolhida foi idêntica à da previsão operacional (T062L28). Definidos os parâmetros necessários, o processo foi submetido com 6 processadores na fila *Maxi* do Supercomputador. A Figura 3 mostra o terminal do sistema onde é possível identificar que o processo foi submetido e está com *status RUN*, ou seja está em processamento.

```

Terminal
-----
Processo  Edição  Opç  Termina  Controla
-----
drvs - xp --- 2 ca 105P 1E81S 7854 Ap 27 20:11 OUT*
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 1123 an 1J 20:11 2Xm1_005.sh*
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 6021 Mp 1J 20:11 PARP02.L_12z
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 2483 Mp 4 20:11 PARP02.L_2z
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 1123 Mp 2 20:11 2Xm1_1128.sh*
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 1423 Mp 3 20:11 2Xm1_200.sh*
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 1123 Mp 3 20:11 2Xm1_200
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 1027 Mp 3 20:11 PARP02.L_06z
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 2483 Mp 3 20:11 PARP02.L_06z
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 1027 Mp 1J 20:11 parncpl_tecilate
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 2483 Mp 1J 20:11 parncpl_tecilate
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 1127 Mp 1J 20:11 2Xm1_2h_tecilate
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 2483 Mp 2 20:11 PARP02.L_1h
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 1027 Mp 2 20:11 PARP02.L_1h
-rw - xp --- 1 ca 105P 1E81S 2483 Mp 2 20:11 2Xm1_2h
RequestID  RecName  UserTime  Queue  P1  P1  S  Menu  CPU  Elapse  h  i  Job
-----
/USR1:stos.cte.xrit  carlos  Maxi  L  RUN  -  208.374  24.33  18  1  1
/4 carlosmazusa /efs/home/carlcar/proctbipo/scripts >
/3 carlosmazusa /efs/home/carlcar/proctbipo/scripts > qstat
-----

```

Figura 3 - Terminal com o teste em execução.

#### 4 – CONCLUSÕES

O sistema desenvolvido buscou conciliar facilidade e agilidade com um certo padrão de qualidade nas execuções do MCGA no CPTEC/INPE. A inclusão desse aplicativo na suíte do MCGA possibilitará aos pesquisadores e meteorologistas uma utilização mais fácil do modelo em seus experimentos, podendo até ser utilizado pela operação do Centro. A interface do sistema permite ao pesquisador manipular o modelo de previsão sem grande esforço, podendo aumentar o número de experimentos em sua pesquisa com facilidade.

Embora poucos testes tenham sido realizados, os resultados obtidos foram satisfatórios. Em todos os casos, os parâmetros definidos no aplicativo foram devidamente alterados nos *scripts* construídos e submetidos ao supercomputador com sucesso. Em nenhum caso de teste o modelo foi rejeitado.

#### 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONATTI, J. P. Modelo de circulação geral atmosférico do CPTEC. Climanálise. Edição comemorativa de 10 anos. 1996.

CAVALCANTI, I. F. A. Previsão climática no CPTEC. Climanálise. Edição comemorativa de 10 anos. 1996.

ECMRWF. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. Disponível em: <<http://www.wcmwf.int>>.

DEITEL, H. M. Java: Como programar. 6a edição. editora Bookman. 2005.