

METVIEW 2.0 – UM DESKTOP METEOROLÓGICO PARA TRATAMENTO E VISUALIZAÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS

Eugênio Sper de Almeida
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – INPE
Rod. Pres. Dutra, km 40, Cachoeira Paulista-SP, 12630-000
eugenio@cptec.inpe.br

Felipe Odorizi de Mello
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – INPE
Rod. Pres. Dutra, km 40, Cachoeira Paulista-SP, 12630-000
felipe@cptec.inpe.br

ABSTRACT

This paper discusses the software Metview (meteorological data visualization and processing tool). First of all, we introduce some features of the actual version (1.7). The new version (2.0) of Metview is undergoing for a major structural revision, where the design has been changed. This new release of the software shows its evolution with the integration of VIS5D (software for tridimensional visualisation of numerical models) and the OpenGL (Graphical Library). This improvement allows Metview to display multiple data in the same window and models in three dimensions.

Keywords: Meteorology, Visualization, Meteorological Data.

INTRODUÇÃO

O sistema Metview (Daabeck et al., 1994), versão 1.7, mostrou-se uma poderosa ferramenta para acesso, manipulação e visualização de dados meteorológicos nos formatos estabelecidos pela WMO (BUFR e GRIB), matrizes em ASCII e “geopoints” (dados espaçados irregularmente em ASCII). Dentre os dados meteorológicos tratados pelo Metview, podemos citar observações (SYNOP, TEMP, SHIP, AIREP, PILOT, etc.), imagens de satélites meteorológicos e dados provenientes de modelos numéricos de previsão de tempo (modelos do CPTEC, ECMWF, ETA, etc.).

Este sistema é o resultado de um projeto conjunto entre ECMWF (“European Centre of Medium-Wether Forecast”) e CPTE/INPE (“Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos”- “Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais”), com a colaboração da Météo-France.

O Metview apresenta algumas características que o diferenciam de outros softwares meteorológicos:

- interface amigável com o usuário;
- acesso remoto a dados meteorológicos;
- conexão ao Banco de Dados Meteorológicos do CPTEC/INPE.

A interface com o usuário (figura 1) é baseada nos sistemas MOTIF e X Window e consiste de um desktop onde encontram-se ícones que podem representar dados, requisições de dados, especificações de plotagem, macros, definições de visualização, etc.. Sobre esses ícones, pode-se proceder várias ações: *executar*, *visualizar*, *editar*, *duplicar*, *salvar*, *examinar e apagar*. Dependendo do tipo de ícone, nem todas essas opções podem-se estar disponíveis.

Os ícones estão separados em quatro grupos:

- **Sistema:** diretórios, arquivos texto, macros e “shell scripts”;
- **Janelas:** janelas de visualização e animação;
- **Aplicações:** filtros e recuperação de dados e aplicações que utilizam o dado resultante (meteograma, seção cruzada, etc.);
- **Definições visuais:** especificações de visualização como definições de linha de costa, contornos, plotagem de ventos e observações, e outros.

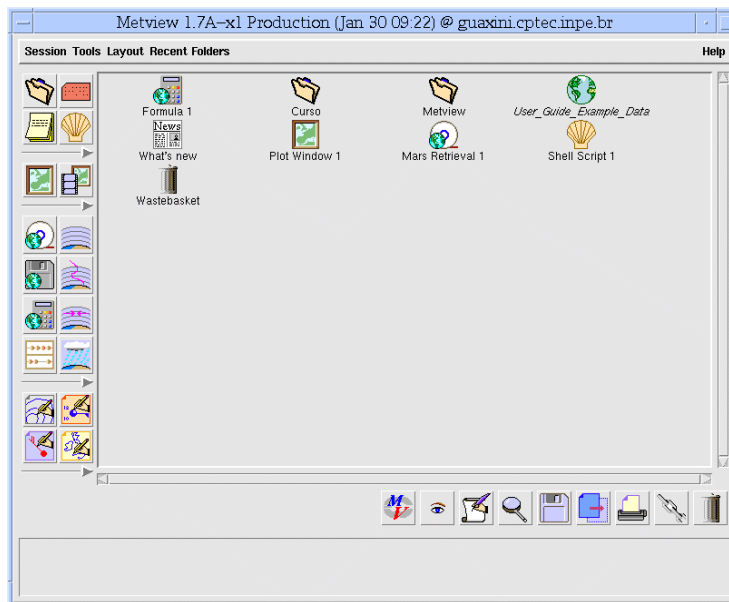


Fig. 1 – Interface do Metview

A recuperação de dados armazenados de forma organizada (um sistema de arquivos ou um banco de dados real) é realizada de forma transparente para o usuário. Este necessita informar ao sistema parâmetros com os quais está acostumado a trabalhar no dia-a-dia: tipo do dado, data, hora, variável meteorológica e outros.

Este dado pode ainda ser manipulado, isto é, operações matemáticas podem ser operadas sobre o mesmo. Uma vez de posse dos dados o usuário pode então visualizá-lo em diferentes projeções sobre diferentes áreas. Nessa janela de visualização estão automaticamente disponíveis ferramentas de zoom, navegação e verificação de valores em um determinado ponto. Esses dados podem ser visualizados animados e/ou sobrepostos (figura 2).

Estes dados visualizados podem também sofrer alterações na sua apresentação visual. Ícones de definição de visualização podem ser incorporados à janela de visualização, modificando a apresentação gráfica original.

Esse procedimento manual de recuperação, manipulação e visualização manual descrito anteriormente pode ser substituído pela linguagem de macros (Raoult et al., 1995) do Metview, que pode ser utilizada para automatizar procedimentos repetitivos. Essa linguagem possui os mesmos recursos das linguagens de programação, com a adição de definições de entidades como datas e conjuntos de campos meteorológicos, imagens de satélite e observações. Desta forma, operações podem ser efetuadas nessas entidades usando um conjunto de operadores e funções. Uma aplicação imediata desta característica do Metview pode ser observada no sistema de animação automática de dados meteorológicos desenvolvido no CPTEC/INPE (Correa et al., 1998).

Outra característica importante do Metview é a sua modularidade. Isto faz com que novos aplicativos sejam desenvolvidos sem alterar o projeto central do sistema. Encontram-se disponíveis vários módulos (aplicativos) para elaboração de gráficos meteorológicos exclusivos:

- **Formula/Simple Formula:** cálculos matemáticos em campos GRIB;
- **Cross Section:** gráfico da seção cruzada vertical dos campos de ar superior;
- **Average:** mostra a seção cruzada vertical da média dos parâmetros de ar superior;
- **Vertical Profile:** gráfico do perfil vertical dos campos de ar superior;
- **Tefigram:** plota tefigramas (sondagens) de dados observacionais ou de campos sobre pontos selecionados;
- **Meteogram:** mostra a evolução temporal de um dado de previsão, em horários selecionados, sobre uma determinada coordenada (representado em gráfico de barras ou curvas);
- **Observation Filter:** as variáveis dos dados observacionais podem ser plotadas individualmente ou na sua totalidade, extraindo-se um subconjunto de dados (tempo, espaço e parâmetro).
- **Potential Temperature:** deriva temperatura potencial, temperatura potencial equivalente e temperatura potencial equivalente saturada de campos de níveis de modelo ou nível de pressão de superfície, temperatura e umidade;
- **Vector Family:** gera campos de vento a partir dos componentes escalares de u e v (coordenadas cartesianas) ou intensidade e direção (coordenadas polares). Existe uma opção de colorir as flechas do vetor de acordo com um terceiro campo;
- **Budget Family:** calcula e plota vários tipos de balanço – energia atmosférica, energia de superfície, hidrológico e radiação de topo;

- **Spectra:** gera gráficos do espectro em função da ordem do polinômio de Legendre;
- **Velocity Potential / Streamfunction:** deriva campos de velocidade potencial ou “streamfunction” a partir de campos de entrada de divergência ou vorticidade;
- **Rotational/Divergent Wind:** deriva campos de divergente ou vetores rotacionais de vento a partir de campos de entrada de divergência ou vorticidade;
- **Data Coverage:** Gera gráficos e arquivos de observações de acordo com sua qualidade e tempo de chegada.

Devido a esta modularidade, os aplicativos podem estar distribuídos em máquinas diferentes. No caso do CPTEC, temos o aplicativo de acesso aos dados observacionais rodando na mesma máquina onde está o Banco de dados. Isto permite um ganho nos recursos computacionais do centro, visto que na rede estará circulando apenas o dado requisitado pelo usuário, cabendo a procura do dado à máquina onde está o banco de dados.

Este recurso de distribuir aplicativos em diferentes máquinas está disponível também para máquinas que não estejam fisicamente instaladas dentro do CPTEC/INPE. Um determinado usuário que possua Metview pode acessar os dados armazenados no CPTEC/INPE devido a esta característica do sistema (Almeida et al., 1997).

A implantação do Banco de Dados Meteorológicos do CPTEC (Ferreira et al., 2000) e sua conexão ao Metview acrescentou um ganho no desempenho do sistema na recuperação de dados observacionais. Como exemplo, podemos citar que o tempo de acesso de um dado do tipo SYNOP caiu de 6 min. para 6 seg.

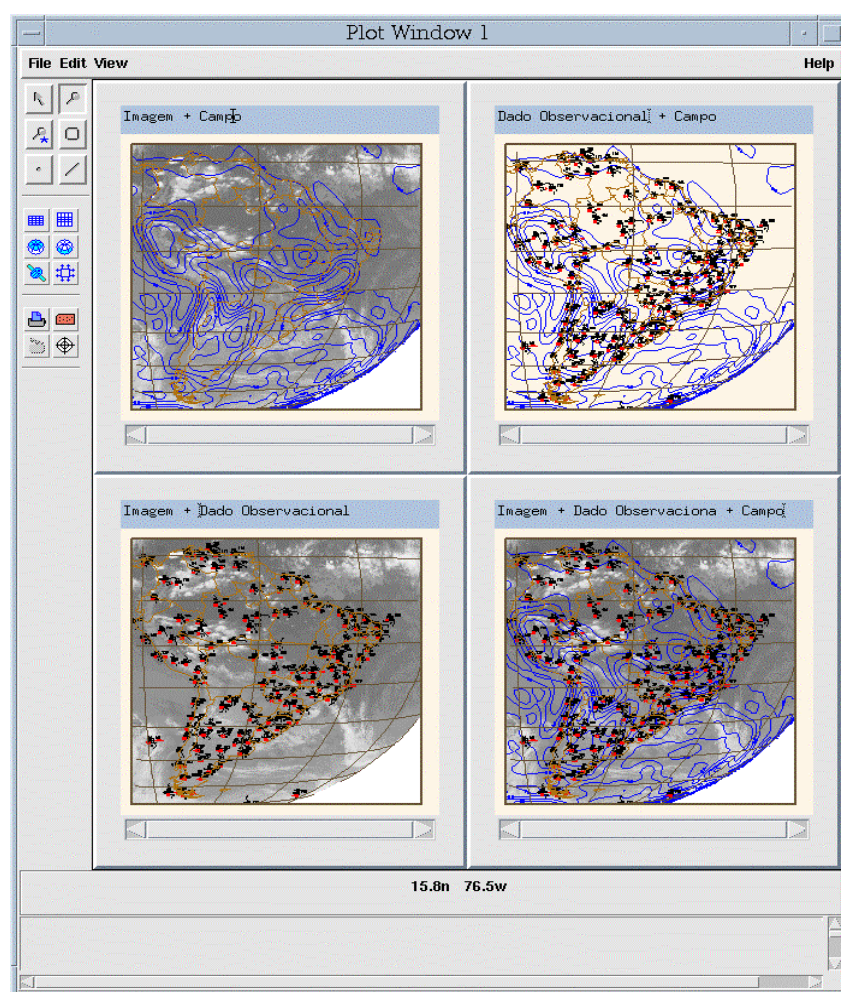


Fig. 2 – Janela de visualização (módulo VisMod)

Atualmente existe uma versão 2.0 beta do Metview, que encontra-se em desenvolvimento pelo CPTEC e pelo ECMWF. Foram incorporadas algumas inovações que melhoram a utilização do mesmo pelos usuários:

- visualização multidimensional de dados;
- utilização da biblioteca gráfica OpenGL;
- visualização tridimensional com a incorporação do sistema VIS5D.

METVIEW 2.0

O sistema Metview, na versão 2.0, está em processo de revisão estrutural. Uma das grandes mudanças concentra-se no módulo de visualização, que foi totalmente reescrito utilizando-se design diferente do anterior. O módulo anterior (VisMod) não permitia uma interação plena do usuário com a janela de visualização do módulo atual (PlotMod) que apresenta características de WYSIWYG (“What You See Is What You Get”). Além das saídas para impressora e arquivo PS, foi incluído neste módulo saída para o formato PNG (“Portable Network Graphics”).

Outra inovação presente nesta versão é a substituição do pacote gráfico GKS (Graphics Kernel System) pela biblioteca gráfica OpenGL (“GL” para “Graphics Library”). OpenGL (Segal e Akeley, 1994) é uma interface de software para um hardware gráfico. Esta interface consiste de um conjunto de centenas de “procedures” e funções que permitem ao programador especificar objetos e operações envolvidas na produção de imagens gráficas de alta qualidade, especificamente imagens coloridas de objetos tridimensionais.

Uma das razões para substituição do GKS pela OpenGL foi o fato do primeiro possuir um custo muito alto e OpenGL ter se tornado um padrão industrial. Atualmente ele é o único padrão gráfico multiplataforma, com um amplo suporte pela indústria.

A figura 3 apresenta a janela de visualização da versão 2.01, que utiliza o módulo PlotMod.

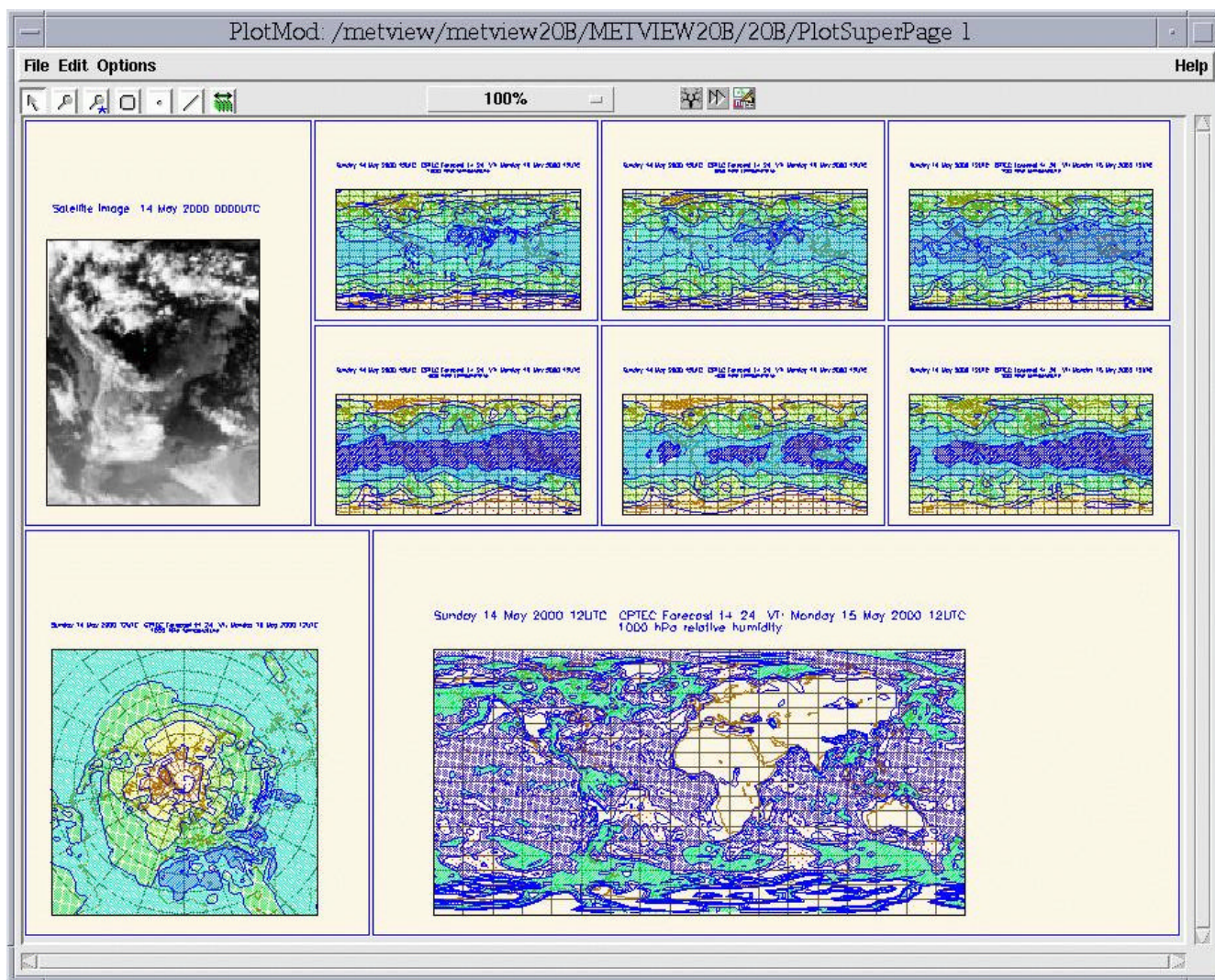


Fig. 3 – Janela de visualização (módulo PlotMod)

O princípio básico da visualização no Metview é o usuário especificar como ele quer que o dado seja plotado através de “View” e como misturar diferentes “Views” em uma mesma tela de visualização ou papel.

Como verificado anteriormente, este módulo permite a criação de várias sub-janelas de visualização com tamanhos, projeções e áreas geográficas diferentes. Como essas sub-janelas tem comportamentos independentes, existe um recurso no sistema para animar os dados meteorológicos em sub-janelas específicas.

Para a confecção dessas sub-janelas, o usuário especifica inicialmente as páginas de plotagem (PlotPage), que são responsáveis por determinar qual o tamanho da sub-janela (figura 4a). Nessas sub-janelas, serão colocadas as “Views”.

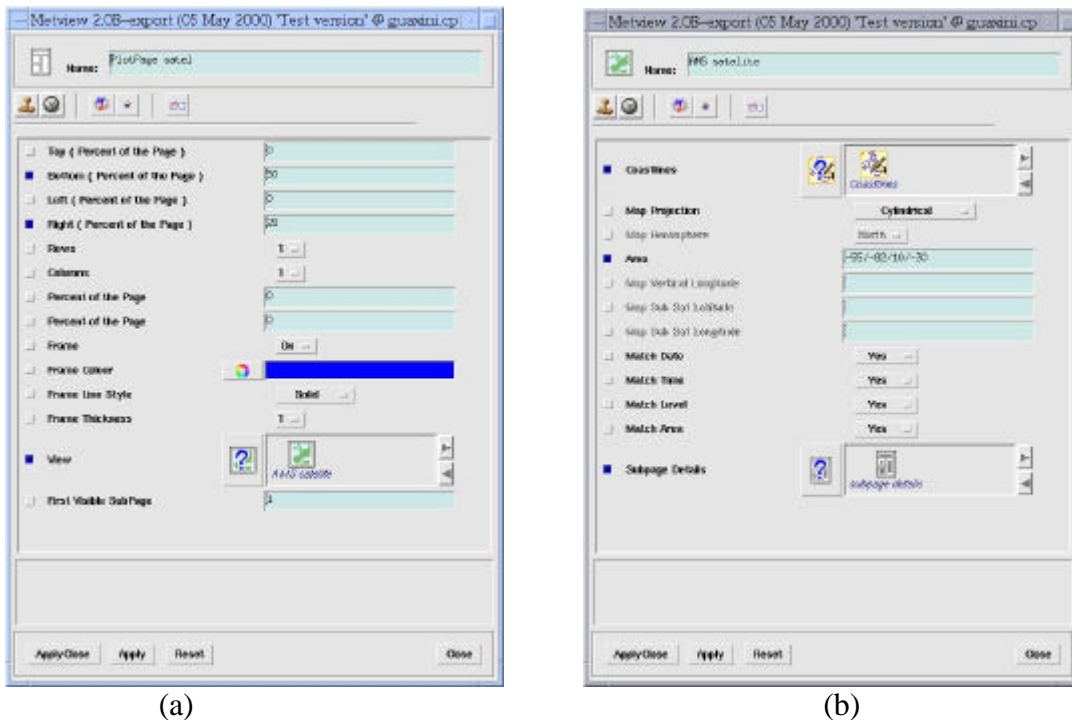


Fig. 4 – “PlotPage” para 1/8 da janela total (a) e “View” para América do Sul (b)

“Views” é um outro conceito introduzido nesta versão. Basicamente “View” especifica como plotar um determinado dado (figura 4b). Atualmente estão disponíveis cinco tipos de “Views” no sistema:

- **Map View:** utilizado em plotagem geográfica bidimensional (usuário especifica área e projeção);
- **Cross-Section View:** utilizado para plotagem de seções cruzadas (usuário especifica coordenadas geográficas de extremidades da linha);
- **Vertical Profile View:** utilizado para plotagem de perfis verticais (usuário especifica coordenadas geográficas de ponto ou área);
- **Curve View:** utilizado na plotagem, no eixo xy, de uma sequência de pontos.

Uma vez definida o tamanho da sub-janela e a sua “View”, o dado poder ser lançado sobre a sub-janela e visualizado.

SISTEMA VIS5D

Outro avanço no Metview foi a incorporação do sistema Vis5D. Como explicado anteriormente, devido a sua modularidade, novos módulos podem ser criados ou integrados, como o caso do Vis5D.

Segundo Hibbard e Santek (1990), o Vis5D possibilita uma visualização meteorológica espacial e nos domínios das variáveis e do tempo. Desta forma, pode-se entender que ele opera com os dados em um retângulo de cinco dimensões, isto é, os dados são números reais em cada ponto da grade, o qual rotacionam três dimensões espaciais (latitude, longitude e altura), uma dimensão temporal e uma dimensão para a enumeração de múltiplas variáveis físicas. O Painel de Controle é responsável pelas funções primárias, nas quais pode-se representar isosurfaces, planos de cortes de dados, perfis de sondagens, traçar trajetórias de vento, ativar/desativar topografia, box, relógio, animação, scripts, etc. A Janela 3D é responsável pela apresentação dos dados, permitindo ainda a rotação, ampliação e redução dos dados via mouse.

O sistema necessita de uma biblioteca gráfica para visualização dos dados meteorológicos na tela do computador. O sistema Vis5D é distribuído originalmente com a biblioteca gráfica 3-D Mesa (Brian, 1998), para plataformas DIGITAL, a qual não apresenta um bom desempenho devido ao fato desta biblioteca ser implementada por software. Tendo como objetivo melhorar o desempenho do sistema em estações de trabalho DIGITAL ALPHA Station 255 (300MHz), com placa gráfica PowerStrom e biblioteca gráfica 3-D OPENGL foram feitas modificações no sistema de modo a otimizá-lo, explorando ao máximo as características da biblioteca OPENGL e da placa gráfica.

A utilização da linguagem interpretada Tcl/Tk (Ousterhout, 1994) em conjunto com o Vis5D possibilita a geração de animações, modificação da apresentação dos campos meteorológicos, criação de menus e efeitos de computação gráfica. Este tipo de recurso vem sendo utilizado no CPTEC/INPE para a animação tridimensional de campos dos modelos de previsão de tempo (Almeida et al., 1998).

A incorporação do Vis5D ao METVIEW permite que uma determinada informação proveniente de modelos numéricos de previsão de tempo possa ser recuperada da base de dados através de seus níveis, datas, tempos, variáveis e visualizada em um sistema tridimensional (VIS5D).

A visualização tridimensional no Metview é feita utilizando os ícones projetados para esta finalidade, conforme mostrado na figura 5. Os procedimentos para a visualização estão apresentados a seguir:

- Recuperação do dado através do MARS (“Meteorological Archive Retrieval System”);
- Conversão interna do dado em formato GRIB em formato VIS5D;
- Visualização do dado convertido;
- Inserção das definições de visualização na janela do VIS5D



Fig. 5 – Ícones para visualização de modelos meteorológicos no VIS5D através do Metview

A figura 6 apresenta exemplos de dados provenientes do modelo Global (a) e ETA (b) recuperados e visualizados através do Metview.

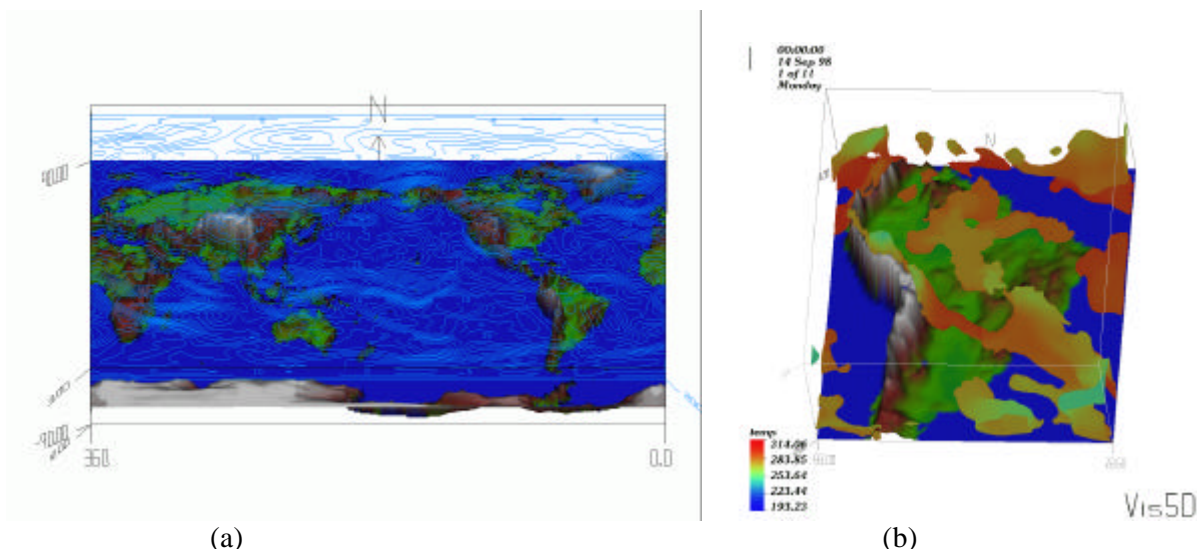


Fig. 6 – Modelos (a) Global e (b) ETA do CPTEC visualizados pelo VIS5D a partir do Metview

PLATAFORMA LINUX

O sistema operacional LINUX tem se destacado nos últimos anos. Por não possuir custo e ser utilizado em computadores PC, ele vem se tornando uma alternativa às estações de trabalho. Atualmente encontra-se em fase final de teste a versão do Metview para Linux.

CONCLUSÕES

O Metview possui características bastante interessantes para o usuário meteorológico. Por possuir uma interface amigável com o usuário, conexão com banco de dados e acesso remoto a dados ele facilita sua utilização pelos pesquisadores e meteorologistas. A mudança de filosofia na visualização de dados meteorológicos (versão 2.0) e a incorporação do sistema VIS5D representam um grande avanço no sistema. Inovações adicionais, como uma versão LINUX do sistema estão sendo preparadas para breve.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, E.S.; Arai, E.; Souza, B.A; Corrêa; P.C.P.. **Visualização dos modelos ETA e global do CPTEC/INPE através do sistema VIS5D**. X Congresso Brasileiro de Meteorologia, Brasília, 1998
- Almeida, E.S.; Vinhas, L.; Corrêa; P.C.P. **METVIEW: uma proposta de solução para monitoramento de eventos meteorológicos para a América Latina**. VIII Simpósio Latinoamericano de Percepção Remota, Mérida, Venezuela, 1997
- Bonifácio, R. *Metview - Meteorological Data Visualisation and Processing Software at ECMWF*. ECMWF Newsletter 86, Winter 1999/2000
- Corrêa, P.C.P.; Almeida, E.S.; Borges, F.C.C.S. **Animação automática de dados meteorológicos utilizando o sistema Metview**. X Congresso Brasileiro de Meteorology, Brasília, 1998
- Daabeck, J.; Norris, B.; Raoult B. *Metview - Interactive access, manipulation and visualisation of meteorological data on UNIX workstations*. ECMWF Newsletter, Number 68, Winter 1994/95.
- Ferreira, S.H.S.; Carvalho, L.S.M.; Ó Filho, E.F. *Banco de dados meteorológicos para previsão de tempo e estudos climáticos*. Submetido ao XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro, 2000.
- Hibbard, W.; Santek, D. *The VIS-5D System for Easy Interactive Visualization*. Proc. IEEE Visualization, 1990, pp. 129-134.
- Paul, B. *The mesa 3-D graphics library*. <http://www.mesa3d.org>, 1998.
- Ousterhout, J.K. *Tcl and the Tk Toolkit*. Addison-Wesley, 1994
- Raoult, B.; Daabeck, J.; Norris, B.; Câmara, G. **Data manipulation and visualisation at ECMWF using Metview/ws macro language** 11th International Conference on Interactive Information and Processing Systems for Meteorology, Oceanography and Hidrology (IIPS), AMS, 1995
- Segal, M, Akeley, K *The OpenGL Graphics Interface* Silicon Graphics Computer Systems, http://trant.sgi.com/opengl/docs/white_papers/oglGraphSys/opengl.html, 1994.