

# Um Sistema para Visualização e Exploração de Dados Meteorológicos

ISABEL HARB MANSSOUR  
CARLA MARIA DAL SASSO FREITAS  
DALCIDIO MORAES CLAUDIO

UFRGS—Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Informática  
Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação - CPGCC  
Caixa Postal 15064, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil  
mannsour, carla, dalcidio@inf.ufrgs.br

**Abstract.** The operational and research centers in weather forecast usually work with a great volume of complex multivariate data, having to understand them in short time. Scientific visualization techniques can be used to support both the daily forecasting and the research in Meteorology. This work briefly describes the partial results of a system that is being implemented based on a case study of the tasks accomplished by the meteorologists responsible for the 8° Meteorological District, in Rio Grande do Sul.

## 1 Introdução: Descrição do Problema

O 8° Distrito de Meteorologia (8° DISME), sediado em Porto Alegre, abrange os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Sua principal função é realizar diagnóstico e prognóstico do tempo, baseando-se em imagens de satélite, informações recebidas do *National Meteorological Center* (NMC), informações de observação da superfície (SYNOP) e informações recebidas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Brasília.

Os dados de observação meteorológica de superfície são resultado de medições ou determinação de todos os elementos que representam as condições meteorológicas num dado momento e em determinado lugar. Na área de abrangência do 8° DISME, estes dados são recebidos três vezes ao dia diretamente de 32 estações meteorológicas terrestres. Através da sua decodificação, são obtidos valores correspondentes a diversas variáveis como, por exemplo, direção e velocidade do vento, tipo de nuvens, tempo presente, temperatura e pressão.

O principal trabalho realizado (manualmente) no 8° DISME é a elaboração da carta sinótica três vezes ao dia, conforme os dados de superfície sejam recebidos tanto das 32 estações locais como do INMET. Um fato observado é que, a cada variável que se quer interpolar, é necessário construir uma nova carta. Sendo assim, a obtenção de cartas de forma automática é uma necessidade. Neste trabalho foi dada maior atenção aos dados de superfície locais. Entretanto, o estudo e o entendimento destes dados é baseado na observação daqueles de toda a América do Sul, particularmente, da sua região meridional. A

solução proposta é genérica o suficiente para que dados globais possam ser incorporados ao processo de análise visual oferecido pelo sistema ora em implementação.

## 2 Solução Proposta

A partir da análise dos dados coletados e recebidos e das tarefas executadas pelos meteorologistas do 8° DISME, foi realizada uma especificação inicial, considerando as ferramentas que auxiliariam o desenvolvimento do trabalho destes usuários. Desta especificação constam ferramentas de seleção de dados, de consulta a dados selecionados e, principalmente, de mapeamento para representações visuais.

A seleção de dados é utilizada tanto para a consulta a valores de variáveis como para a elaboração de representações visuais. Seguindo a metodologia proposta por Freitas e Wagner [2], os dados foram classificados segundo sua natureza e foram escolhidas representações visuais de acordo com as necessidades dos meteorologistas. A representação visual mais utilizada corresponde à carta sinótica, da classe mapa. Esta representação inclui a marcação das estações meteorológicas, através de ícones, e um mapa de contorno relativo a variáveis do tipo pressão ou temperatura. Os ícones das estações codificam diversas informações como direção e velocidade do vento, tendência da pressão, tipos de nuvens e tempo presente.

Outra classe de representação visual proposta é a classe dos gráficos, onde podem ser observados os comportamentos de variáveis diferentes, tanto entre si como em relação ao tempo entre coletas de in-

formações.

A especificação inicial, portanto, contempla exploração e visualização orientadas a ferramentas [3], reunindo uma ferramenta de seleção, duas ferramentas de mapeamento (mapa e gráfico) e uma ferramenta de consulta.

### 3 Descrição do Sistema

Para o desenvolvimento do sistema está sendo utilizada uma estação de trabalho *Silicon Graphics*, a biblioteca gráfica GL, a biblioteca para construção de interfaces FORMS [4] e a linguagem de programação orientada a objetos C++.

Os dados de observação de superfície foram modelados segundo duas classes: uma corresponde à estação, que possui um conjunto de informações, e outra à amostra, que nada mais é do que um conjunto de estações. Foi desenvolvido um protótipo da interface dando acesso a uma base de ferramentas e a uma base de entidades. Nestas, respectivamente, constam as amostras coletadas e uma ferramenta de mapeamento para a classe mapa de linhas de contorno. Esta ferramenta de mapeamento será utilizada pelos meteorologistas tomando dados de variáveis amostradas nas estações, que são representadas como pontos de um plano (x, y) onde x é longitude e y é latitude.

Para a implementação deste mapeamento foram estudados métodos de interpolação clássicos e, num primeiro momento, por apresentar resultados semelhantes aos buscados neste sistema e por ser um método global, isto é, a interpolante é dependente de todos os pontos conhecidos, utilizou-se o método multiquádrico [1]. Neste método tem-se a seguinte interpolante:

$$M(x, y) = \sum_{i=1}^N a_i \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + R^2}.$$

Para descobrir os valores dos coeficientes  $a_i$ , monta-se um sistema de equações lineares que é resolvido pelo método de Gauss com pivotamento. Conhecendo-se, então, os coeficientes, a função é avaliada considerando-se os valores desejados para mapa de contorno. Atualmente, apenas são plotados os pontos (x, y) correspondentes aos isovalores especificados (ver figura 1). Numa próxima etapa estes pontos serão submetidos a outra interpolação com vistas à geração de linhas de contorno efetivamente.

### 4 Resultados Obtidos

A implementação está sendo testada sobre um conjunto de arquivos com dados de observação da superfície, cedidos pelo 8º DISME.

Cabe salientar que a determinação do valor de R (ver equação descrita na seção anterior) é um pro-

blema [1], pois dependendo do valor utilizado obtêm-se diferentes isolinhas, como exemplificado na figura 1. Nesta figura estão representados dois mapas que foram gerados com o mesmo conjunto de dados, diferindo apenas o valor de R. Atualmente, procura-se uma maneira de se determinar um valor que gere contornos mais próximos da realidade.

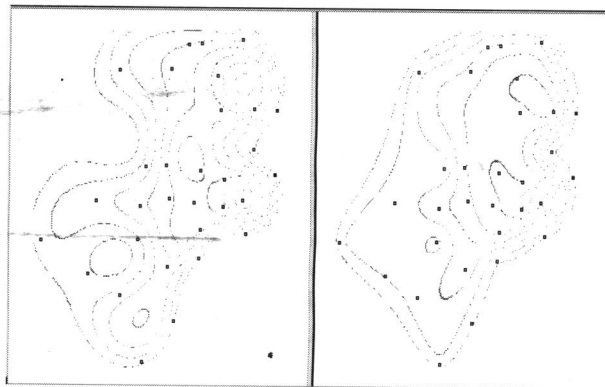


Figure 1: Isolinhas de pressão

Na seqüência, o método utilizado será comparado em termos de resultados, com outros implementados em pacotes de visualização disponíveis.

No que se refere ao sistema de modo geral, devem ser implementadas as ferramentas da classe gráfico e a ferramenta de consulta baseada na navegação sobre mapa de ícones.

### 5 Referências

- [1] T. A. Foley, Interpolation and Approximation of 3-D and 4-D Scattered data. *Comput. Math. Applic.* **13** (1987) 711-740.
- [2] C.M.D.S Freitas, F.R. Wagner, A Methodology for Selecting Visual Representations in Scientific and Simulation Applications. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, 6., Recife, Outubro 1993, Recife, SBC/UFPe, *Anais*, 89-98.
- [3] C.M.D.S Freitas, F.R. Wagner, Análise Exploratória Visual Orientada a Ferramentas. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, 7., Curitiba, Outubro 1994, Curitiba, SBC/UFPr, *Anais*, 197-203.
- [4] M. H. Overmars, *Forms Library - A Graphical User Interface Toolkit for Silicon Graphics Workstation*. Utrecht University, 1992, 114 p.

### Agradecimentos

Ao 8º Distrito de Meteorologia pelo acesso a todas as informações necessárias para a realização do presente trabalho. Trabalho realizado com apoio do CNPq.