

AGROCLIMA - SISTEMA DE MONITORAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO

Silvio Roberto Medeiros EVANGELISTA¹, Sônia TERNES², Edgard Henrique dos SANTOS³, Eduardo Delgado ASSAD⁴, Luciana Alvim Santos ROMANI⁵, Adriano FRANZONI⁶

Introdução

O objetivo geral deste trabalho é apresentar o Sistema de Monitoramento Agroclimatológico (*Agroclima*) desenvolvido no âmbito de uma parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o Centro de Pesquisa e Ensino em Agrícola (CEPAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

O *Agroclima* disponibiliza, por meio da Internet, informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos Municípios e Estados brasileiros. Um usuário nele cadastrado tem acesso a um menu principal, contendo chamadas para operações de atualização (visualização, alteração e pesquisa) de dados de estações meteorológicas (nome da estação, latitude, longitude, localização) e de dados climáticos diários (temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação), bem como de geração de boletins agrometeorológicos, tabelas, gráficos, mapas e pesquisas com resultado gráfico.

Material e Método

O desenvolvimento do sistema baseou-se na aplicação dos conceitos da metodologia conhecida por *EP - Extreme Programming* (Extreme Programming, 2002), utilizando-se a infra-estrutura do serviço *World Wide Web* (WWW) da Internet, a tecnologia Java™ Servlet e a plataforma Oracle de banco de dados.

A metodologia do *Extreme Programming* pode ser resumida como um método disciplinado de desenvolvimento de software, adequada para projetos com requerimentos dinâmicos, equipe pequena e necessidade de desenvolvimento rápido. O EP tem como uma das principais características a figura do “cliente residente”, que atua constantemente com a equipe de desenvolvimento, visando fornecer respostas rápidas no que se refere a definição e priorização dos requisitos a serem implementados. Tal papel foi exercido pelo coordenador do projeto, que possui contato permanente com a equipe de desenvolvimento e as instituições parceiras.

Nas reuniões realizadas entre o cliente residente e a equipe de desenvolvimento, fazendo-

se uso de rápidos “*brainstormings*”, definiu-se os seguintes requisitos:

- Acesso a dados de estações meteorológicas cadastradas;
- Acesso a dados climáticos diários através de métodos avançados de pesquisa, que possam ser visualizados textualmente ou graficamente;
- Utilização do Oracle 8i como banco de dados;
- Geração de boletim agrometeorológico;
- Geração do boletim balanço hídrico;
- Geração de mapas e gráficos vinculada ao boletim.

Uma vez implementado o núcleo do sistema, dedicou-se uma atenção especial ao processo de recebimento dos dados meteorológicos (entrada direta via internet, acesso remoto para as estações automáticas ou envio de arquivos para serem inseridos no banco de dados).

Os dados das estações são recebidos em formatos diferentes e passam por um processo de migração, incluindo sua validação, antes de sua inserção no banco de dados. Eles podem passar ainda por algoritmos de estimativa quando errados ou faltantes. O algoritmo permite, via o inverso do quadrado da distância, que as temperaturas máximas e mínimas sejam estimadas em função dos dados das estações vizinhas. Ademais, as temperaturas calculadas são corrigidas pela diferença de altitude entre a estação em questão e altitude média de sua vizinhança. As estimativas de precipitação só são realizadas se ocorrer chuva em toda vizinhança considerada.

O sistema utiliza dados de previsão meteorológica (previsão para 24hs, 48hs e 72hs) que são coletados duas vezes ao dia diretamente pela WEB, sem interferência humana.

Os dados das estações, atualizados diariamente, e os dados de previsão são utilizados para a produção de diversos mapas e boletins (boletim agroclimatológico e boletim balanço hídrico) que são executados automaticamente ou via demanda do usuário. De qualquer modo, os mapas produzidos são disponibilizados na WEB assim que estiverem prontos.

O boletim agroclimatológico gera tabelas, gráficos e diversos mapas (por exemplo, estiagem agrícola e climatológica, porcentagem de água disponível no solo, condições de manejo, de aplicação de defensivo e de colheita, temperaturas diárias,

¹ Dr. em Engenharia Elétrica, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. Email: silvio@cnptia.embrapa.br

² Dra. Engenharia Elétrica, Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. Email: sonia@cnptia.embrapa.br

³ B.Sc. Ciência da Computação, Técnico Nível Superior II da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. Email: edgard@cnptia.embrapa.br

⁴ Dr. Agroclimatologia e Sensoriamento Remoto, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. Email: assad@cnptia.embrapa.br

⁵ M.Sc. em Ciência da Computação, Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. Email: luciana@cnptia.embrapa.br

⁶ B.Sc. Ciência da Computação, Técnico Nível Superior II da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. Email: adriano@cnptia.embrapa.br

evapotranspiração potencial e real, precipitação, dias com chuva, deficiência e excedente hídrico, possibilidade de geadas, entre outros), obtidos dinamicamente no momento de sua execução.

Para viabilizar a execução do boletim agroclimatológico, o sistema calcula todos os dias a disponibilidade atual de água no solo (DAAS) e o número de dias sem chuva. O cálculo do DAAS é dado por:

$$DAAS_i = DAAS_{i-1} + Precipitação_i - ETP_i$$

O valor do DAAS é limitado à capacidade máxima de armazenamento de água do solo cadastrado para a estação meteorológica.

Vale ressaltar, ainda, que o *Agroclima* possui um diferencial no que se refere ao cálculo preciso da evapotranspiração potencial – ETP, pois faz uso de uma tabela *Radiação*, que contém valores da radiação solar incidente em superfície horizontal acima da atmosfera, em milímetros de evaporação equivalente, no dia 15 de cada mês, para diferentes latitudes (Camargo, 1978). Para cada estação meteorológica, o sistema verifica sua latitude e acessa o valor correspondente à radiação solar referente ao mês do ano em análise. A evapotranspiração potencial (ETP) é dada por:

$$ETP = Q_0 t k d, \text{ onde:}$$

Q_0 : radiação solar extraterrestre (mm), cujos valores estão armazenados na tabela *Radiação*;

t : temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$);

k : constante equivalente a $0,01 \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1} \text{ d}^{-1}$;

d : número de dias no período.

Um segundo boletim gerado pelo sistema é o Balanço Hídrico. O algoritmo utilizado nos cálculos apresentados por este boletim foi baseado no trabalho de Bergamaschi *et al.* (1992), que segue o método de Thornthwaite & Mather (1955).

Para que a execução do boletim seja rápida e eficiente, um processo em linguagem Java™ é executado periodicamente pelo sistema, sempre que um novo dado climático é inserido no banco. Ele preenche os campos referentes ao armazenamento de água (por exemplo, ARM50) e negativo acumulado diário⁷ (por exemplo, NEG50), a partir do dia em que a disponibilidade atual de água é nula (solo vazio), para cada possível capacidade de campo (50, 75, 100, 125 ou 150 mm), segundo Thornthwaite & Mather (1955). Se algum destes campos não estiver preenchido para o período solicitado, a linha da tabela referente à estação aparece vazia.

A solução para o cálculo do balanço hídrico a partir do solo vazio (DAAS = 0) é inédita e encontra-se em processo de validação. Os algoritmos encontrados na literatura partem do solo cheio (estação chuvosa), o que torna o processo lento, pois todos os cálculos do algoritmo precisam ser refeitos em tempo de execução, para cada valor de capacidade de campo escolhida pelo usuário.

⁷ Representa a perda potencial de água que pode ocorrer em virtude da precipitação não atender a demanda imposta pela evapotranspiração (Bergamaschi *et al.*, 1992).

Resultados e Discussão

O sistema foi desenvolvido para informar o agricultor sobre a situação climática atual e alimentar a Rede Nacional de Agrometeorologia (RNA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento com as informações básicas que podem orientar o zoneamento agrícola brasileiro.

Neste sentido, este sistema foi concebido para armazenar e manipular um grande conjunto de dados. Atualmente, contém dados climáticos de diversos Estados brasileiros pertencentes a inúmeras instituições (cerca de 700 estações meteorológicas e mais de 3 milhões de registros) e dados de previsão climatológica para os Municípios-sede das estações meteorológicas.

Vale a pena frisar que os requisitos do sistema foram implementados com a preocupação de geração otimizada de código, com procedimentos de validação de dados, com cuidado com a interface com o usuário e com um modelo de dados bastante otimizado e simplificado. Para a geração dos mapas foi encontrada uma solução simples e eficiente, que causou impacto positivo aos parceiros do projeto. No código fonte da aplicação em Java™ é chamada a execução de rotinas externas escritas em linguagem de comando da versão 6.0 do software Surfer (Golden Software, 1995). O procedimento de geração dos mapas (arquivos do tipo GIF ou JPG) mostrou-se rápido. Os mapas gerados são armazenados em diretórios apropriados no servidor de aplicação e são acessados através de *links* nas tabelas do boletim relatados anteriormente.

O sistema foi apresentado e validado em reuniões envolvendo técnicos das 3 instituições parceiras, quando também foram levantados os requisitos da próxima versão.

Pode-se afirmar que o *Agroclima* é um sistema robusto, que utiliza recursos de informática bastante atuais e permite um grande avanço no que se refere à facilidade de acesso às informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios e estados brasileiros, por meio de boletins agrometeorológicos, mapas, gráficos e pesquisa a dados.

Referência Bibliográfica:

BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; FONTANA, D.C.; CUNHA, G.R.; SANTOS, M.L.V. dos; FARIAS, J.R.B.; BARNI, N.A. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS. 1992. 125p.

CAMARGO, A P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 4.ed. 28p. 1978.

EXTREME PROGRAMMING. Extreme Programming: a gentle introduction. In: www.extremeprogramming.org/. Consultado em Abril de 2003.

GOLDEN SOFTWARE. **Surface Mapping System: Surfer, 6.0** – Manual do usuário. 1996.

THORNTWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. *Climatology*, Centerton, N.J. 8(1): 104. 1955.