



DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO AGROMETEOROLÓGICO PARA INTERNET¹

Recebido para publicação em 18/10/2001

Aprovado para publicação em 29/11/2001

Márcia B. M. Pimentel², Gilberto R. da Cunha³, Willingthon Pavan⁴

RESUMO: *O potencial de uso da Internet como ferramenta de suporte à tomada de decisões em agricultura, no tocante a aplicações em agrometeorologia, tem sido pouco explorado. Foi realizado um estudo voltado ao desenvolvimento de um protótipo de sistema de monitoramento e difusão de informações meteorológicas para a agricultura. São apresentados os aspectos teóricos e destacadas as principais aplicações do site Internet desenvolvido, envolvendo: agrometeorologia, Internet, linguagens de programação, sistemas de banco de dados, coleta de informações e softwares componentes.*

Palavras-chave: *agrometeorologia, meteorologia, software, Internet, Brasil.*

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF A SYSTEM OF AGRO-METEOROLOGICAL MONITORING FOR INTERNET¹

ABSTRACT: *The Internet potencial as a tool for supporting decision making in agriculture, related to agrometeorology, has not been fully explored. A study to develop a system for monitoring and disseminate meteorological information for agriculture was developed. In this study, was presented the theoretical aspects and highlishted the main applications of the website developed, involving: agrometeorology, Internet, program languages, data base systems, information gathering and software.*

Keywords: *agrometeorology, meteorology, software, Internet, Brazil.*

1 INTRODUÇÃO

A variabilidade climática é uma das principais fontes de risco à atividade agrícola. A alta taxa de sinistralidade na agricultura brasileira, em sua maioria devida às causas de natureza climática, atesta o fato. No relatório sobre eventos generalizados e seguridade agrícola no Brasil, Göepfert et al. (1993) indicaram taxas de sinistros de 16,27 %, nas culturas de verão, e de 21,64 %, nas culturas de inverno.

Análises efetuadas no âmbito do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária no Brasil (Proagro) mostraram um dispêndio pelo Tesouro Nacional da ordem de R\$ 150 milhões por ano, para complementar os recursos arrecadados frente aos gastos com pedidos de cobertura, sendo o clima o responsável pela quase totalidade das solicitações (Rossetti, 1998).

Na Região Sul do Brasil, destacam-se como potenciais elementos de risco climático aos cereais de inverno e culturas associadas, tais como: excesso e/ou deficiência

¹ Extraído da monografia apresentada pelo primeiro autor como um dos requisitos para a conclusão do curso de Especialização em Sistemas de Informação pela Universidade de Passo Fundo (UPF), em janeiro de 2002. Trabalho desenvolvido com suporte parcial de recursos do PSPPG-CNPq, projeto 520921/99-2.

² Analista de Sistemas da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: marcia@cnpt.embrapa.br

³ Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq-PQ. E-mail: cunha@cnpt.embrapa.br

⁴ Professor da Universidade de Passo Fundo, ICEG-UPF, Caixa Postal 611, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: pavan@cnpt.embrapa.br

hídrica; geada; temperaturas elevadas; umidade do ar alta (favorecendo a ocorrência de doenças); acamamento pelo vento e granizo.

O fenômeno El Niño-Oscilação do Sul e sua variabilidade climática associada – excesso de chuva em anos de El Niño e seca em anos de La Niña – tem trazido ora prejuízos e ora benefícios à agricultura do Sul do Brasil. Nesta região, Berlato & Fontana (1997) destacam perdas de 4,9 milhões de toneladas de grãos (prejuízo estimado em US\$ 780 milhões), causadas pelo El Niño de 1982/83, em função de excesso de chuvas. No El Niño de 1997, apontaram perdas de cerca de 569 mil toneladas, sendo 82 % referente à cultura de trigo. Esses autores destacam ainda que, nos últimos 10 anos, quatro grandes estiagens causaram, somente no Rio Grande do Sul, perdas de 13,8 milhões de toneladas de grãos. As estiagens, algumas associadas ao fenômeno La Niña constituem-se na causa climática de maior impacto negativo na agricultura da Região Sul do Brasil.

A necessidade de redução dos riscos de natureza climática na agricultura brasileira, particularmente nos sistemas de produção que envolvem grãos, é evidente. Por outro lado, também é clara a importância em maximizar o aproveitamento de condições climáticas favoráveis. Essa alternativa passa pela incorporação de produtos de tempo/clima no manejo das culturas, particularmente quando há flexibilidade de escolha, frente às condições meteorológicas, conforme descreve Seeley (1995).

No Sul do Brasil, destaca-se a possibilidade de aplicações relacionadas ao fenômeno El Niño-Oscilação do Sul (ENOS) e à sua variabilidade climática associada: excesso de chuvas em anos de El Niño (fase quente) e secas em anos de La Niña (fase fria), conforme indicaram estudos elaborados por Fontana & Berlato (1997) e Diaz et al. (1998), entre outros.

Nas ciências atmosféricas, a Internet tem sido muito utilizada, tanto para a difusão de produtos em caráter experimental, quanto para a disseminação de produtos dos serviços meteorológicos operacionais (previsões, boletins de monitoramento, alertas especiais etc).

Neste contexto, a criação de um Sistema de Monitoramento Agrometeorológico destaca-se como um importante mecanismo capaz de subsidiar o desenvolvimento e o aumento de competitividade do agronegócio do sul do Brasil, por exemplo.

Este protótipo de *site* visa, pela integração de ferramentas de banco de dados, linguagens de programação, informações climáticas e de solo e modelo de balanço hídrico

constituir-se em um sistema de suporte à tomada de decisões em agricultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Internet

Os avanços tecnológicos no setor de informática, criando o conceito de uma rede mundial (World Wide Web, WWW) com capacidade de interligar máquinas espalhadas nos mais distantes pontos do planeta Terra, acabou configurando a Internet como um dos principais meios de comunicação da atualidade.

Particularmente, para a comunidade científica, a Internet, hoje, se destaca como uma ferramenta fundamental que permite o contato imediato entre pesquisadores e centros de pesquisa espalhados, nos mais diferentes lugares do mundo. A possibilidade de acesso, em tempo quase-real, aos avanços do conhecimento gerados em qualquer parte do mundo, fez com que o uso da Internet se tornasse uma rotina de trabalho imprescindível nos meios científicos.

Informações sobre meteorologia e suas aplicações podem ser encontradas em vários *sites*, incluindo-se, em nível mundial: Serviços Meteorológicos Nacionais, Universidades, Institutos de Pesquisa, Empresas de Comunicação e Serviços Privados de Meteorologia. No caso do Brasil, se destacam os *sites* do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Cptec/Inpe), como os mais importantes *sites* de informações meteorológicas para o País. E, na área de agrometeorologia, a recém lançada página Web da Rede Nacional de Agrometeorologia (RNA) apresenta informações e *links* dedicados especificamente ao agronegócio brasileiro.

2.2 Ferramentas de desenvolvimento para Internet

Para o desenvolvimento de *sites*, estão disponíveis no mercado várias ferramentas, com utilidades diferenciadas. Foram escolhidas para o desenvolvimento deste projeto as linguagens PHP (Personal Home Page) e Java.

2.2.1 Personal Home Page Tools - PHP

O PHP é uma linguagem simples, utilizada no desenvolvimento de *sites* dinâmicos para Web, que possibilitem

uma interação com o usuário através de formulários, parâmetros da *Uniform Resource Locator* (URL) e *links* (Php, 2001).

Segundo Maziero (2001), o PHP oferece soluções simples para a construção de *sites* dinâmicos e usa em seu conceito várias características importantes, tais como, compatibilidade multi-plataformas, suporte a banco de dados, linguagem simples e interface com formulários.

Juntamente com o PHP deve ser usado o HTML (*Hyper Text Markup Language* - Linguagem de Marcação de Hipertexto), que não é nada mais do que textos escritos com marcas da linguagem (códigos indicando ao *browser* o que deve ser realizado).

Conforme Meloni (2000), o PHP é uma linguagem flexível, rápida e simples em seus requerimentos e poderoso em suas saídas.

2.2.2 Java

Java é uma linguagem de programação, que utiliza elementos de outras linguagens, e possui bibliotecas altamente voltadas para o ambiente Web, facilitando aos programadores no desenvolvimento de projetos.

O Java trabalha com conceitos de Programação Orientada a Objetos (POO), tais como: abstração, polimorfismo, herança e encapsulamento. Esta programação modela os objetos do mundo real com correspondentes em *software*.

É possível embutir um programa Java, em uma página Web, assim, quando a página é acessada, o programa é executado. Esse programa, em uma página Web é chamado de *applet*. Segundo Thomas et al. (1997), um *applet* é uma classe que combina elementos de uma janela gráfica sofisticada com capacidades de rede fáceis de usar.

2.3 Ferramentas de Geoprocessamento

O termo geoprocessamento denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Segundo Assad & Sano (1993), a característica fundamental de um sistema de geoprocessamento é sua capacidade de armazenar, recuperar e analisar mapas num ambiente computacional.

O geoprocessamento trabalha com os instrumentos computacionais chamados Sistemas de Informações Geo-

gráficas (SIGs) que permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Os SIGs tornam possíveis ainda a automatização da produção de documentos cartográficos.

Conforme Assad & Sano (1998), a informação geográfica apresenta uma natureza dual: um dado geográfico possui uma localização geográfica, expressa como coordenadas em um espaço geográfico, e atributos descritivos, que podem ser representados num banco de dados convencional. Assim, pode-se definir o termo espaço geográfico como uma coleção de localizações.

Pode-se representar uma imagem por uma matriz de dados, onde as linhas e colunas definem as coordenadas espaciais do *pixel* (pontos da tela).

2.3.1 Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING 3.5

Visando criar um produto de geoprocessamento desenvolvido totalmente com tecnologia nacional, o Inpe, desenvolveu o Spring (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) versão 3.5 (Câmara et al., 1996). O Spring é um banco de dados geográfico, desenvolvido tanto para Unix, como para Windows, com as seguintes características (Lopes, 1999): suporta grande volume de dados; administra tanto dados vetoriais como dados matriciais e realiza a integração de dados de sensoriamento remoto num SIG; provê um ambiente de trabalho amigável e poderoso; é baseado num modelo de dados orientado a objetos.

Através de suas características, o Spring tem se mostrado uma opção altamente atrativa na área de geoprocessamento, conforme (Lopes, 1999), ele pode ser obtido via Internet, bastando se cadastrar na própria página do Inpe.

2.3.2 MapViewer

Desenvolvido pela *Golden Software*, o MapViewer, versão 3, é um programa que permite ligar áreas, curvas ou pontos em um mapa, facilitando a visualização de informações distribuídas nesse mapa.

Este tipo de programa possibilita apresentar geograficamente vários tipos de informações tais como: definição de um território de vendas; estratégias de *marketing*; visão da distribuição demográfica; estudos da presença de epidemias; mapas geológicos e cartografia.

2.4 Banco de dados para Internet

Banco de dados nada mais é que um conjunto de dados integrados, que tem por objetivo atender a uma comunidade de usuários (Heuser, 2000). Neste sistema protótipo, a ferramenta de banco de dados usada é o MySQL, por ser uma ferramenta de caráter livre, de fácil aprendizado, prática e ao qual o PHP tem suporte.

Através de comandos de programação em PHP, é possível ter acesso a bases de dados no MySQL, sendo permitido a pesquisa dos mesmos e até inserções e deleções de informações nas tabelas, conforme necessário.

2.5 Coleta de informações

Os sistemas de monitoramento necessitam trabalhar com informações sistematizadas, ou seja, elas devem estar na mesma unidade de medida, formato de apresentação, ordem etc.

No protótipo de sistema de monitoramento agrometeorológico em questão são necessárias informações de clima e de solo. Essas informações podem estar cadastradas no sistema ou serem enviadas pelo usuário. Desse modo, visando a uniformidade da entrada de informações no banco de dados, foram definidos padrões de estrutura dos arquivos.

A seguir são apresentados os padrões definidos para os arquivos de clima e de solo.

2.5.1 Informações climáticas

As informações climáticas utilizadas para o desenvolvimento do protótipo seguem os critérios de observação das estações convencionais de superfície, padrão Organização Meteorológica Mundial (OMM), implementado no Brasil pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), conforme modelo da rede do INMET (8° DISME) e da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), no Rio Grande do Sul. Para um melhor funcionamento do sistema, os arquivos com dados de clima devem seguir padrão descrito a seguir:

→ Quanto a nomenclatura dos arquivos:

- 2 dígitos para a Unidade da Federação, 2 dígitos para o município, 4 dígitos para o ano inicial das informações e usar a extensão .CLD para arquivos com informações de clima diários, exemplo: RSPF1961.CLD.

→ Quanto ao conteúdo dos arquivos:

- a primeira linha do arquivo deve indicar o local de origem dos dados, e deve ser iniciada por “*”;
- a segunda e terceira linhas, indicam as variáveis e a localização da estação climatológica, onde, LAT é a latitude, LONG é a longitude e ELEV é a altitude da estação climatológica;
- a quarta linha indica as variáveis de clima disponíveis, como segue: SRAD-radiação solar (MJ.m².dia⁻¹); TMAX-temperatura máxima (°C); TMIN-temperatura mínima (°C); PRECIP-precipitação (mm); UMRE-umidade relativa (%); VEN10-velocidade vento 10m (m/s); e deve iniciar por “@”;
- o ano deve conter 4 dígitos; o dia e mês devem estar no formato de dia juliano, que são os dias transcorridos do ano;
- os valores das variáveis devem ser separados por ponto e vírgula “;”;
- para a ausência da informação, deve ser usado um hífen “-”.

Na Figura 1, é apresentado o exemplo de um arquivo com poucos dados de clima para o município de Passo Fundo, RS, no ano de 1961, dias 1º, 2 e 3 de janeiro.

```
*DADOS CLIMA: PASSO FUNDO
```

```
@LAT;LONG;ELEV
```

```
-28,250;-52,400;684
```

```
@ANO;DIA;SRAD;TMAX;TMIN;PRECIP;UMRE;VEN10
```

```
1961;001;24,5;28,7;17,4;45,1;97;2,3
```

```
1961;002;25,1;30,6;17,7;0,0;71;5,1
```

```
1961;003;22,2;32,0;18,5;0,0;58;3,4
```

Figura 1 — Exemplo de um arquivo de dados climáticos diários

2.5.2 Informações de solo

As informações de solo, por município, devem ser armazenadas no banco de dados do sistema. Essas informações são importantes, pois indicam as características do solo, a composição granulométrica, a composição química etc., podendo ser coletadas, no caso do Rio Grande do Sul, no levantamento de solo do Rio Grande do Sul (Brasil, 1973) e em publicação da Emater-RS (Streck et al. 1999). Conforme o levantamento de solos do Rio Grande do Sul (Brasil, 1973), o estado está dividido em 81 unidades de mapeamento, que de acordo com Streck et al. (1999), consistem no agrupamento dos solos em classes, con-

forme propriedades e características selecionadas.

Além das informações de solo no banco de dados, o sistema permite que o usuário envie os seus próprios dados. Para tanto o arquivo a ser enviado deve ter o padrão descrito a seguir:

→ **Quanto à nomenclatura dos arquivos:**

- 2 dígitos para a Unidade da Federação, 6 dígitos para o nome do município e usar a extensão .SOL para arquivos com informações de solo, exemplo: RSPASSOF.SOL.

→ **Quanto ao conteúdo dos arquivos:**

- a primeira linha do arquivo indica o local de origem dos dados, e deve ser iniciada por “*”;
- a segunda e terceira linhas, indicam as variáveis e a localização da origem dos dados, onde, LAT é a latitude, LONG é a longitude e ELEV é a altitude da localidade;
- a quarta linha indica as variáveis de solo disponíveis, como segue, símbolo; horizonte profundidade inferior (cm) e superior (cm); amostra seca ao ar, calhaus (mm), cascalho (mm) e terra fina (mm); pH água e KCI N; equivalente de umidade; ataque por H_2SO_4 D_{1,47} (%), SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 , MnO; Ki; Kr; $(Al_2O_3)/(Fe_2O_3)$; P (ppm); complexo sortivo (mE / 100g), Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺, S(soma), Al⁺⁺⁺, H⁺, T(soma); V (%); $(100 \cdot Al^{+++}) / (Al^{+++} + s)$; C (%); N (%); C/N; composição granulométrica, areia grossa (2-0,2mm), areia fina (0,2 = 0,5 mm), silte (0,5-0,002mm), argila (<0,002mm); argila natural (%); grau de floculação (%); %Silte/%Argila;
- as linhas que contem os nomes das variáveis, devem iniciar por “@”;
- os valores devem ser separados por ponto-e-vírgula “;”;
- para a ausência da informação, deve ser usado um hífen “-“.

Na Figura 2, é apresentado o exemplo de um arquivo com dados de solo para o município de Passo Fundo, RS.

```
*DADOS SOLO: PASSO FUNDO
@LAT:LONG:ELEV
-28,250;-52,400;684
@SIMBOLO:HPI:HPS;CALHAUS;CASCALHO;FINA:AGUA;KCI:EQU:SiO2:AL2O3:FE
2O3;TiO2:P2O5:MnO;Ki;Kr;AlFe;P;Ca;Mg;K;Na;S;Al;H;T;V;100Al;C;N;CN;AG;AF;SILT
E;A;AN;GF;AS
A11;0;30;0;0;100;4,8;3,7;21;15,4;12,3;8,5;1,29;0,09;2,12;1,47;2,29;4;1;0,6;0,6;0,03;1,7;2,2;6;
,6;10,5;16,56;1,36;0,13;11;28;16;14;42;14;67;0,33
A12;30;50;0;0;100;4,8;3,8;25;16,9;13,8;9,1;1,37;0,09;2,08;1,46;2,38;3;1;0,6;0,04;0,03;1,7;2,
4;6,1;10,2;17,53;1,27;0,09;14;25;16;14;45;17;62;0,33
```

Figura 2 — Exemplo de um arquivo de dados de solo

2.6 Proposta de integração

O desenvolvimento deste protótipo visou, por meio da Internet, ao gerenciamento e manutenção de bases de dados de clima e de solo, proporcionando ao usuário, um acesso fácil e em tempo real à informação.

Tendo em vista a diversidade das informações utilizadas e que podem ser recebidas de diversas estações meteorológicas e também de várias fontes, verificou-se a necessidade de armazená-las em banco de dados.

A adoção do conceito de banco de dados permite que as informações fiquem armazenadas de forma organizada e segura, para que sejam usadas conforme as necessidades. Elas podem ser acessadas para consultas aos dados, ou para cálculos de variáveis alvos, valendo-se de programas componentes do sistema.

Com base no que foi exposto, e nas necessidades para os cálculos dos modelos componentes, é que as entidades e os campos do banco de dados foram definidos. Portanto, para a criação do banco de dados, foram levadas em consideração, principalmente, as formas de organização dos dados em entidades, a relação entre as mesmas e os campos que integram cada entidade.

O banco de dados desenvolvido não necessita ficar restrito a este protótipo, podendo ser utilizado de forma independente para outras aplicações que envolvam o uso de informações climáticas e de solo, em diferentes áreas do conhecimento.

O envio de dados pelo usuário poderá ser feito de duas maneiras, remetendo o arquivo dos dados ou digitando os dados diretamente na página.

Por ser uma proposta de *site* dinâmico, é necessário para que os modelos de cálculos sejam processados que, primeiramente, o usuário defina algumas informações. Para tanto, foram criados formulários onde são preenchidos alguns campos de dados imprescindíveis ao cálculo do modelo escolhido.

Este procedimento foi desenvolvido por meio da integração entre PHP e Java, o que possibilitou o desenvolvimento de um gerador automático de parâmetros, feito em PHP. Conforme as opções selecionadas pelo usuário, os valores são enviados para um *applet* genérico, que os lê e faz os cálculos de maneira rápida e segura.

O uso de ferramentas de programação e da aplicação do conceito de banco de dados permitiu o armazenamento de informações climáticas e de solo, colocando-as prontamente à disposição para consultas e cálculos de variáveis derivadas.

2.7 Sistemas componentes

2.7.1 Sistema Evapotranspiração

O termo evapotranspiração aqui usado corresponde à fusão de dois termos: evaporação e transpiração. A evaporação e a transpiração são processos físicos semelhantes. A evaporação é o fenômeno pelo qual uma substância passa da fase líquida para a fase gasosa (vapor), conforme Pereira et al. (1997). Já a transpiração, ainda segundo estes autores, é a evaporação da água que foi utilizada nos diversos processos metabólicos, necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas. A evapotranspiração é a ocorrência simultânea dos processos de evaporação e de transpiração.

A evaporação pode ser obtida de diversas maneiras, tais como, via medições diretas ou por estimativas. Para esses cálculos, são usadas, informações climáticas normais, de estações meteorológicas, de municípios disponíveis no banco de dados. Para o desenvolvimento deste protótipo, foram adotados um método empírico e um combinado: Thornthwaite e Penman, respectivamente (conforme, Pereira et al. 1997).

Os métodos empíricos são resultantes de correlações entre a evapotranspiração medida em condições padronizadas e os elementos meteorológicos medidos em estações meteorológicas também padrões. Já os métodos combinados são os que combinam os efeitos do balanço de energia com aspectos aerodinâmicos das superfícies; quer sejam cultivadas ou naturais (Berlato & Molion, 1981).

O método de Thornthwaite para o cálculo da evapotranspiração segundo Pereira et al. (1997) é utilizado para representar a evapotranspiração potencial média mensal padrão (ETPp, mm.mês⁻¹) para um mês de 30 dias e onde cada dia tem 12 horas de fotoperíodo.

O método que Penman desenvolveu, combina o balanço de energia com o enfoque aerodinâmico (Berlato & Molion, 1981).

2.7.2 Sistema Balanço Hídrico

O balanço hídrico climático (BHC) é um método de estimativa da disponibilidade de água no solo e para as culturas.

Por meio do cálculo do BHC, conforme Cunha (1999), é possível se saber: a grandeza e o período de ocorrência de deficiência e/ou excesso hídricos; a determinação da

dose de irrigação; a necessidade de uma adoção de prática conservacionista, visando o controle da erosão hídrica e as inferências analíticas do ciclo de desenvolvimento de uma cultura, vislumbrando possíveis efeitos do fator água sobre a expressão do rendimento de interesse econômico.

Foi adotado o método de Thornthwaite & Mather (1955) para o cálculo do balanço hídrico, por ser um dos métodos mais utilizados para fins agrometeorológicos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da aplicação do enfoque sistêmico, integrando bases de dados (clima e solo), cálculo de balanço hídrico e ferramentas de geoprocessamento, foi desenvolvido o protótipo de *site* “Sistema de Monitoramento Agrometeorológico”, direcionado para o gerenciamento de riscos climáticos em agricultura, e tendo como alvos tanto reduzir os impactos de condições adversas como otimizar o aproveitamento de situações favoráveis.

Com a integração entre o Java, o PHP e o MySQL tornou-se possível o desenvolvimento do protótipo deste *site*, que possibilita disponibilizar para o usuário informações, tais como: clima regional, cálculos de evapotranspiração e de balanço hídrico, informações sobre El Niño e La Niña e seus impactos, temperatura e precipitação em nível probabilístico, por exemplo.

Este protótipo de *site* pode ser disponibilizado em páginas Internet, contemplando os seguintes itens: Monitoramento e Sistemas componentes.

3.1 Monitoramento

Por definição, monitorar é acompanhar o que está ocorrendo, para poder tirar algum proveito das observações realizadas. Portanto, neste *site*, o monitoramento, visa a deixar o usuário informado sobre os mais recentes boletins climáticos que os maiores centros de pesquisas do país e do exterior disponibilizaram; das condições climáticas ocorridas e previstas, informações sobre culturas da estação, zoneamento agrícola etc., e, também, informações sobre estatísticas agrícolas, passado e presente, além do acompanhamento das culturas na atual safra.

3.1.1 Acompanhamento de culturas

Esta opção apresenta o acompanhamento de culturas, onde estão disponibilizadas informações sobre as prin-

cipais espécies cultivadas, e a situação atual das lavouras.

3.1.2 Monitoramento climático

Visa fornecer ao usuário informações atualizadas sobre as condições climáticas ocorridas no passado recente. Essas informações podem vir de diversas fontes, ou seja, de diferentes centros de pesquisas, e para serem colocadas no *site*, são reunidas e interpretadas, sendo colocadas à disposição do usuário, de forma clara e resumida.

Entre as opções disponíveis para o usuário, encontram-se: temperatura, chuva e componentes do Balanço Hídrico (déficit e excesso hídrico, necessidade de irrigação e situação atual de armazenamento de água no solo),.

3.1.3 Estatísticas agrícolas

Coloca-se à disposição do usuário algumas estatísticas agrícolas, obtidas com base em informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, área plantada (ha), produção agrícola (toneladas) e rendimento médio (kg/ha).

Essas estatísticas estão disponibilizadas para as principais culturas brasileiras, tais como: trigo, soja, cevada etc., para todos os municípios produtores e ainda com a opção de escolha do período desejado.

3.2 Sistemas componentes

Os sistemas componentes seguem modelos que já foram testados e aprovados na área agrícola, e que aqui, estão sendo colocados a disposição de usuários, via Internet, tendo em vista, um dos objetivos deste projeto, que é desenvolver sistemas para cálculos de evapotranspiração, de balanço hídrico e de estatísticas de precipitação, que auxiliem o usuário na tomada de decisões sobre manejo de culturas.

Estão disponíveis dois sistemas de cálculo de evapotranspiração, pelos métodos de Thornthwaite e de Penman (Pereira et al. 1997).

Para o balanço hídrico, estão disponíveis três tipos de cálculos, o climático, o por cultura e o de sistema de produção; essa escolha é feita pelo usuário.

No cálculo do balanço hídrico é necessário, a seleção do modelo de ETP (Evapotranspiração potencial) que deve ser usado, do município de onde serão baseados os dados de clima e do tipo do balanço hídrico a ser calculado.

Para o tipo de cálculo balanço hídrico climático, não exige nenhum parâmetro a mais, já os outros dois tipos de cálculo de balanço hídrico, por cultura e para sistema de produção, necessitam a seleção da cultura plantada e de seus valores de coeficiente, que estão armazenados no banco de dados.

3.2.1 Envio de dados

O usuário pode enviar dados de clima e de solo para serem acrescentados no banco de dados do *site* de duas maneiras: uma é o envio dos arquivos e outra é a digitação direta dos dados na página.

Para o envio de dados, é apresentada uma tela que dá as três opções disponíveis ao usuário: digitação dos dados de clima, de solo e o envio de arquivos.

Portanto, pela integração entre as linguagens escolhidas e o banco de dados, foi possível o desenvolvimento do *site* viabilizando os sistemas propostos.

4 CONCLUSÃO

- A criação deste protótipo de *site* - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico - se destaca como um importante instrumento capaz de subsidiar o desenvolvimento e o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro;

- As ferramentas de programação e a aplicação do conceito de banco de dados projetado, viabilizam o armazenamento de informações climáticas e de solo. A aplicação dos formatos propostos permite que o usuário envie suas informações para que sejam armazenados no banco de dados de maneira correta e segura para suas aplicações posteriores;

- A integração entre as linguagens escolhidas, PHP e Java, e o banco de dados, MySQL, permite o desenvolvimento de *sites* conforme o ora proposto.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. 274 p.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CPAC, 1998. 434 p.

- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño oscilação do sul e a agricultura da região sul do Brasil. In: BERRI, G. J. (Comp.). **Efectos de El Niño sobre la variabilidad climática, agricultura y recursos hídricos en el Sudeste de Sudamérica**. Buenos Aires: Ministerio de Cultura y Educación - Secretaria de Ciencia y Tecnología, 1997. p. 27-30.
- BERLATO, M. A.; MOLION, L. C. B. **Evaporação e evapotranspiração**. Porto Alegre: IPAGRO, 1981. 95 p. (IPAGRO. Boletim Técnico, 7).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento do reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30). Inclui mapa.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **J. Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, May-Jun 1996.
- CUNHA, G. R. da. Balanço hídrico climático. In: BERGAMASCHI, H. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS. 1999. p. 63-84.
- DIAZ, A. F.; STUDZINSKI, C. D.; MECHOSO, C. R. Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. **Journal of Climate**, v. 11, n. 2, p. 251-271, 1998.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño oscilação sul sobre a precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 127-132, 1997.
- GÖEPFERT, H.; ROSSETTI, L. A.; SOUZA, J. **Eventos generalizados e seguridade agrícola**. Brasília: IPEA, 1993. 65 p.
- HEUSER, C. A. **Projeto de banco de dados**. 3. ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2000. 204 p.
- LOPES, E. S. S. **Spring básico**: apostila de curso - spring 3.3 (versão Windows). Brasília: INPE, 1999. Não paginado.
- MAZIERO, E. **Introdução a PHP**. Curitiba: PUC-PR, 2001. Disponível em: <<http://www.ppgia.pucpr.br/~maziero/ensino/lisu>>. Acesso em: 23 ago. 2001.
- MELONI, J. C. **PHP essentials**. Roseville: Prima Publishing, 2000. 363 p.
- PEREIRA, A. R.; NOVA, N. A. V.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.
- PHP. **Homepage**. Disponível em: <<http://www.php.org>>. Acesso em: 08 out. 2001.
- ROSSETTI, L. A. Securidade e zoneamento agrícola no Brasil: novos rumos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SEGURIDADE E ZONEAMENTO AGRÍCOLA DO MERCOSUL, 1., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento – CER – PROAGRO – GM, 1998. p. 1-9.
- SEELEY, M. Some applications of temporal climate probabilities to site-specific management of agricultural systems. In: SITE-SPECIFIC MANAGEMENT FOR AGRICULTURAL SYSTEMS, 2., 1994, Minneapolis, MN, USA. **Proceedings...** Madson: American Society of Agronomy – Crop Science Society of America – Soil Science of America, 1995. p. 513-530.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; KLAMT, E. Atualização da classificação taxonômica das unidades de mapeamento do levantamento de reconhecimentos dos solos do estado do Rio Grande do Sul. **Informativo da EMATER/RS**, v. 16, n. 9, 1999, 5 p.
- THOMAS, M. D.; PATEL, P. R.; HUDSON, A. D.; BALL JR., D. A. **Programando em Java para internet**. São Paulo: Makron, 1997. 665 p. Inclui CD-ROM.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. Publications in Climatolo