

Revista Brasileira de Agrocomputação

Brazilian Journal of Agrocomputation

Vol. 1 Nº 2
Dezembro, 2001
December, 2001

REVISTA BRASILEIRA DE AGROCOMPUTAÇÃO

Brazilian Journal of Agrocomputation

ISSN 1676-0425

Universidade Estadual de Ponta Grossa /DEINFO, Ponta Grossa, PR, Brazil.

Website: <http://www.agrocomputacao.deinfo.uepg.br>

Periodicidade: Semestral

Idiomas para publicação: A língua oficial é o Português, mas aceitam-se trabalhos em Inglês e Espanhol. Todos os trabalhos deverão conter resumo em Português e “abstract” em Inglês.

Distribuição: Gratuita às Bibliotecas das Instituições nacionais e estrangeiras de Pesquisa e Ensino. Entidades interessadas em receber a revista em regime de intercâmbio devem contatar: Editora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Pça. Santos Andrade nº 1, CEP 84010-919, Ponta Grossa, PR, Brazil.

Periodicity: half-yearly

Languages for publication: The official language is Portuguese but papers in English or Spanish may be accepted. All papers must include abstracts in Portuguese and English.

Distribution: Brazilian Journal of Agrocomputation is mailed at no charge to libraries of national and foreign Teaching and Research Institutions. Entities interested in receiving the Journal at an interchange basis should contact Editora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Pça. Santos Andrade nº 1, CEP 84010-919, Ponta Grossa, PR, Brazil.

Comissão Editorial (Editorial Committee):

Editor Chefe (Chief Editor): Prof. Dr. Jorim Sousa das Virgens Filho – UEPG

Editores Associados (Associate Editors)

Prof. Dr. Marcelo Giovanetti Canteri – UEPG

Prof. Dr. Maria Salete Marcon Gomes Vaz – UEPG

Prof. M. Sc. Elaine Margarete Guimarães - UEPG

Prof. M. Sc. Ivo Mário Mathias - UEPG

Conselho Editorial (Editorial Council):

Angelo Cataneo – FCA/UNESP

Gilberto Chohaku Sedyama – UFV

Hilton Thadeu Z. do Couto – ESALQ/USP

José Maurício Fernandes – EMBRAPA/CNPT

José Paulo Molin – ESALQ/USP

Maysa de Lima Leite - UEPG

Roberto Max Protil – PUC/PR

Rogério Teixeira de Faria – IAPAR

ENDEREÇO (ADDRESS)

Revista Brasileira de Agrocomputação

Laboratório INFOAGRO - Departamento de Informática

Setor de Ciências Agrárias e Tecnologia

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Av. Carlos Cavalcanti, 4748 – Bairro Uvaranas

CEP 84.030-900 – Ponta Grossa, PR, BRASIL

Fone: (42) 220-3097

E-mail : agrocomputacao@uepg.br

HomePage: [http:// www.agrocomputacao.deinfo.uepg.br](http://www.agrocomputacao.deinfo.uepg.br)

Ficha catalográfica

REVISTA BRASILEIRA DE AGROCOMPUTAÇÃO
v.1, n. 2 (dez. 2001) - Ponta Grossa, PR: UEPG, 2001 -
2001, 1(2)

Semestral
ISSN 1676-0425

Depósito legal na Biblioteca Nacional

Editoração e arte/*Composition*

Márcia Smaniotto

Editora da Universidade Estadual de Ponta Grossa

Tiragem: 700 exemplares



SUMÁRIO

ARTIGOS

- *Desenvolvimento de um protótipo de sistema de monitoramento agrometeorológico para Internet** – Márcia Barrocas Moreira Pimentel, Gilberto Rocca da Cunha e Willingthon Pavan 5
- Programa em ambiente “Microcal OriginTM” para conversão e integração dos componentes da radiação solar** – Antonio Ribeiro da Cunha, João Francisco Escobedo, Emerson Galvani, André Belmont Pereira 13
- SASM-Agri - Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan** – Marcelo Giovanetti Canteri, Rômulo Augusto Althaus, Jorim Sousa das Virgens Filho, Éder Antônio Giglioti, Cláudia Vieira Godoy 18
- Sistema para aquisição de dados e pressão e vazão usando o microcomputador** – Luis Artur Alvarenga Vilela, Eliezer Santurbano Gervásio, Olívio José Soccol, Tarlei Arriel Botrel 25
- Software para cálculo da geometria de tanques verticais e horizontais** – Lúcia Kumoto Katsuki, Paulo Cesar Razuk 31
- Visualização de mapas na Internet: Protótipo de um Atlas Digital Interativo** – Ricardo de Miranda Kleiner, Arlete A. C. Meneguette 37
- RELAÇÃO DOS CONSULTORES** 45
- NORMAS PARA PUBLICAÇÃO** 46



CONTENT

ARTICLES

- Development of a prototype of a system of agro-meteorological monitoring for Internet** – Márcia Barrocas Moreira Pimentel, Gilberto Rocca da Cunha e Willingthon Pavan 5
- Program in “Microcal Origin™” environment to conversion and integration of components of solar radiation** – Antonio Ribeiro da Cunha, João Francisco Escobedo, Emerson Galvani, André Belmont Pereira 13
- SASM-Agri - System for analysis and mean separation in agricultural assays using Scott-Knott, Tukey and Duncan methods** – Marcelo Giovanetti Canteri, Rômulo Augusto Althaus, Jorim Sousa das Virgens Filho, Éder Antônio Giglioti, Cláudia Vieira Godoy 18
- Pressure and flow data acquisition system using a personal computer** – Luis Artur Alvarenga Vilela, Eliezer Santurbano Gervásio, Olívio José Soccol, Tarlei Arriel Botrel 25
- Software for calculation of the geometry of vertical and horizontal tanks** – Lúcia KumotoKatsuki, Paulo Cesar Razuk 31
- Maps visualization on Internet: Digital Interactive Atlas’s Prototype** – Ricardo de Miranda Kleiner, Arlete A. C. Meneguette 37
- CONSULTANTS LISTE** 45
- PUBLICATION POLICIES** 46



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 potential 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 highlighted 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



PROGRAMA EM AMBIENTE “MICROCAL ORIGIN™” PARA CONVERSÃO E INTEGRAÇÃO DOS COMPONENTES DA RADIAÇÃO SOLAR

Recebido para publicação em 09/03/2001

Aprovado para publicação em 26/10/2001

Antonio Ribeiro da Cunha¹, João Francisco Escobedo², Emerson Galvani³, André Belmont Pereira⁴

RESUMO: Utilizando um sistema de aquisição automática de dados, o “Micrologger 21X”, obteve-se uma saída de valores instantâneos das componentes da radiação solar a cada 5 minutos, e utilizando-se o “Microcal Origin™”, desenvolveu-se um programa para a confecção de curvas de irradiância dos componentes da radiação solar (global, difusa, refletida e saldo de radiação) e para efetuar a integralização dos seus valores ao longo do dia em MJ.m⁻². Com esse programa, a eficiência no tratamento de dados instantâneos e diários dos componentes da radiação solar foi melhorada, facilitando o manuseio desses dados e proporcionando maior rapidez e confiabilidade nos resultados obtidos.

Palavras-chave: automatização, programação, radiação solar.

PROGRAM IN “MICROCAL ORIGIN™” ENVIRONMENT TO CONVERSION AND INTEGRATION OF COMPONENTS OF SOLAR RADIATION

ABSTRACT: A system of automatic acquisition data, the Micrologger 21X, was used to obtain an output of instantaneous values of the components of the solar radiation, every 5 minutes. The “Microcal Origin™” environment was used to develop a software for create curves of the instantaneous radiation values of the components the solar radiation (global, diffuse, reflected and net radiation) and to make the integralization of its values, along the day, in MJ.m⁻². That software improved the efficiency of treatment of instantaneous and daily data, components of the solar radiation, facilitating data manipulation and providing larger speed and reliability in the obtained results.

Keywords: automatization, programming, solar radiation.

1 INTRODUÇÃO

Embora a eficiência das plantas no armazenamento da energia solar na forma de ligações químicas (carboidratos – CH O), definida como a razão entre energia química armazenada em um certo período e a energia solar incidente na superfície no mesmo período, seja

baixa (1%) em relação ao estimado teoricamente (5-6%), o fato é que de 90 a 95% de toda a massa vegetal proveniente do processo fotossintético vem consolidar a afirmação de que a agricultura pode ser considerada como uma forma de exploração da energia solar (Monteith, 1958).

Dados detalhados de radiação solar se tornam cada vez

¹ Engº Agrº, Doutor em Agronomia, Departamento de Recursos Naturais, FCA/UNESP, Botucatu, SP, Cx. Postal 237, CEP 18603-970. E-mail: arcunha@fca.unesp.br

² Prof. Adjunto, Departamento de Recursos Naturais, FCA/UNESP, Botucatu, SP. E-mail: escobedo@fca.unesp.br

³ Doutorando do Curso de Pós-Graduação Energia na Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP – Brasil. E-mail: galvani@fca.unesp.br, bolsista FAPESP (96/08974-7)

⁴ Prof. Doutor, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, UEPG, Ponta Grossa, PR – Brasil. E-mail: abelmont@uepg.br

mais importantes à medida que se pretende estudar a variação deste elemento relacionado com os processos biológicos, sendo que a produtividade biológica é diretamente proporcional à intensidade de radiação solar incidente, evidenciando a importância dos estudos dos componentes da radiação solar com culturas de interesse econômico.

No Brasil, a coleta de dados dos componentes da radiação solar em forma digital é ainda incipiente, estando limitado pela dificuldade de aquisição do instrumental apropriado e pela ausência de ferramentas que facilitem o processamento dessa informação, para depois interpretá-la. Mesmo com a disponibilidade de equipamentos importados, o acesso aos resultados é condicionado pela ferramenta empregada para o manejo dos dados, sendo que, a facilidade do seu uso, própria da informação digital, poderá estar fortemente comprometida pela falta de planejamento adequado na aquisição dos dados ou na ausência da ferramenta adequada para o processamento dos mesmos.

Segundo Pedrós et al. (1993) a importância da existência de uma base de dados de radiação solar confiável é uma condição essencial para a realização de estudos estatísticos de probabilidade de séries de dados de radiação solar diária para projeções futuras; e também para análises de mesoescala, confecção de mapas de radiação e estudos sinóticos (Tovar et al., 1993).

Muitos problemas em banco de dados podem ser solucionados com a criação de programas em linguagens de alto nível, altamente fundamentados e adaptáveis às diferentes necessidades dos usuários (Gauthier, 1996). Conforme Camacho Martínez & Aranda López (1994), a elaboração de um programa para o manuseio de dados oriundos de estações meteorológicas deve apresentar-se independente do sistema de aquisição dos dados, com flexibilidade de operações sobre os dados, configurações das medidas e com possibilidade de atender diferentes tipos de sensores. Na literatura, existem poucos sistemas de análise e processamento de dados dos componentes da radiação solar que apresentam essas características.

A coleta dos dados dos componentes de radiação solar através de datalogger permite somente o armazenamento temporário desses dados na forma digital sem analisá-los, pois devido ao monitoramento de vários sensores (radiômetros) iguais pelo datalogger, só é possível fazer a correção para a unidade desejada através de uma instrução para cada sensor instalado, em função de cada sensor apresentar um fator de calibração diferente, apresentando com isso, desvantagens na instalação e

operalização deste equipamento. Com isso, este trabalho objetivou desenvolver um pro-grama que converte na unidade desejada e integraliza valores instantâneos em diários dos componentes da radiação solar utilizando-se do ambiente “Microcal OriginTM”.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com dados da Estação de Radiometria Solar do Departamento de Recursos Naturais – Setor Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, que está em atividade desde 1998, com coordenadas geográficas: 22°51' S de latitude, 48°26' W de longitude e 786 metros de altitude.

O clima do município de Botucatu, SP é classificado, segundo W. Köppen, como sendo Cwa, clima temperado quente (mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno, e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C (Cunha et al., 1999).

A coleta dos dados dos componentes da radiação solar: global, difusa e refletida, e saldo de radiação, foi efetuada através de um datalogger (“Micrologger 21X”) da Campbell Scientific, Inc. (1984-96). Os sensores dos componentes da radiação solar foram conectados aos terminais do “Micrologger 21X”, gerando sinais analógicos em milivolts. Esse sinal enviado pelos sensores era lido em milivolts pelo “Micrologger 21X” em intervalos de tempo pré-estabelecidos na instrução do mesmo, a cada 5 minutos. A conversão dos componentes da radiação solar na unidade desejada e a integralização dos dados instantâneos em valores diários de energia (MJ m^{-2}) foram feitas no “Microcal OriginTM” (Microcal Software, Inc., 1999).

Essa coleta dos dados foi feita periodicamente com o intuito de verificar uma possível pane em algum dos sensores. O padrão de comunicação para esses dados de radiação foi o ASCII delimitado por vírgulas, sendo que o separador decimal é o ponto. Desta forma, o arquivo ASCII apresentou-se com colunas correspondendo aos valores em milivolts, oriundos dos aparelhos, média de 60 leituras a cada 5 minutos. Na Figura 1 é mostrado um exemplo de arquivo ASCII com extensão DAT gerado pelo “Micrologger 21X”, sendo apresentado como valores para cada linha: um código identificador de dados na linha (100), o ano (1999), o dia juliano (282), a hora e minutos (600) e, na seqüência, os dados em milivolts correspondendo à cada sensor em ordem pré-estabelecida pela instrução na saída dos dados. Antes desse arquivo

ASCII ser importado pelo “Microcal Origin™” para executar a integralização diária, o mesmo foi manipulado num editor de texto para individualizar os dias do período estudado.

Os dados foram transferidos automaticamente no formato binário para um módulo externo de expansão de memória RAM, modelo portátil SM192, acoplado ao “Micrologger 21X”. Posteriormente foram transferidos para um microcomputador através de uma interface, modelo SC532, e do software PC208W, no formato ASCII, para confecção das curvas diárias dos valores instantâneos em $W.m^{-2}$. Finalmente foi realizada a conversão e integralização dos seus valores ao longo do dia em $MJ.m^{-2}$, utilizando-se do programa elaborado em ambiente “Microcal Origin™”.

```

100,1999,282,600,0.181,-3.849,-5.286,0.653,1.501,0.011,0.203,0.119
100,1999,282,605,0.289,-3.223,-5.144,0.65,1.454,0.062,0.319,0.191
100,1999,282,610,0.392,-2.484,-5.013,0.631,1.419,0.072,0.415,0.26
100,1999,282,615,0.543,-1.733,-4.591,0.615,1.363,0.121,0.496,0.334
100,1999,282,620,0.735,-0.695,-3.813,0.595,1.285,0.137,0.553,0.403
100,1999,282,625,0.921,0.703,-2.837,0.563,1.169,0.158,0.608,0.457
100,1999,282,630,1.108,1.933,-1.563,0.538,1.013,0.202,0.662,0.524
100,1999,282,635,1.324,3.26,-0.262,0.493,0.852,0.208,0.687,0.571
100,1999,282,640,1.522,4.634,1.048,0.45,0.654,0.256,0.704,0.626
100,1999,282,645,1.748,7.27,2.293,0.394,0.451,0.275,0.746,0.686
100,1999,282,650,1.992,7.99,3.572,0.315,0.271,0.279,0.756,0.741
100,1999,282,655,2.211,9.32,4.977,0.237,0.092,0.323,0.762,0.783
100,1999,282,700,2.463,11.02,6.275,0.156,-0.008,0.343,0.789,0.831
100,1999,282,705,2.711,12.05,7.56,0.098,-0.201,0.372,0.822,0.893
100,1999,282,710,2.97,12.4,8.81,0.034,-0.345,0.406,0.825,0.941
100,1999,282,715,3.155,13.72,10.16,-0.023,-0.415,0.427,0.858,0.987
100,1999,282,720,3.414,15.48,11.58,-0.048,-0.259,0.461,0.887,1.037
100,1999,282,725,3.772,17.36,12.99,-0.098,-0.052,0.486,0.916,1.08
100,1999,282,730,4.038,18.95,14.41,-0.167,-0.185,0.521,0.936,1.134
100,1999,282,735,4.358,20.03,15.84,-0.248,-0.403,0.549,0.973,1.186
    
```

Figura 1 — Arquivo ASCII contendo dados oriundos de um “Micrologger 21X” da Estação de Radiometria para o dia 09/10/99.

3 ETAPAS DO PROCESSAMENTO DOS DADOS DOS COMPONENTES DE RADIAÇÃO SOLAR E AVALIAÇÃO DO PROGRAMA EM AMBIENTE “MICROCAL ORIGIN™”

O “Microcal Origin™” requer ambiente Windows 95, ou superior, e manipula arquivos no formato ASCII. Após ser feita a captura dos dados do “Micrologger 21X” e individualizado os dias do período a se analisar, inicializa-se o programa através do seu ícone específico, e a seguir acessa-se o menu File @ Import @ ASCII, e localiza-se o arquivo *.DAT para efetuar a importação do mesmo (Figura 2). Depois do arquivo *.DAT aberto, seleciona-

se a coluna da hora e minuto e, através do menu Column @ Set Column Values @ Do It, transforma-a em horas e décimos. Acessando o menu Window @ Script Window, aparece uma janela onde os valores diários integralizados irão aparecer para o posterior transporte para a página final dos gráficos. Através do acesso ao menu Tools @ Worksheet Script @ Do It, roda-se o programa para a confecção dos gráficos que irão aparecer como uma página, e os valores da integralização diária que irão aparecer na janela Script Window, e assim terminado esse processo, salva-se o arquivo diário na forma *.OPJ, entrando no menu File @ Save Project As, para posteriores acessos através do programa, tanto na planilha eletrônica como na página gráfica.

A Figura 3 apresenta a tela do programa em ambiente “Microcal Origin™” com uma página de gráficos criada a partir da “Worksheet Script” e ao lado, com uma janela aberta “Script Window”, onde aparecem os valores já integrados dos componentes da radiação solar após executado o “Worksheet Script”. São visualizados 8 gráficos, os quais foram obtidos de dados instantâneos em milivolts coletados à partir do “Micrologger 21X”, individualizados dia a dia, das 00:05h até as 24:00h, corrigidos pelas suas respectivas constantes de calibração em $W.m^{-2}$, e gerados os gráficos após a correção desses valores em $MJ.m^{-2}$, para a integralização dos valores diários em $MJ.m^{-2}$.

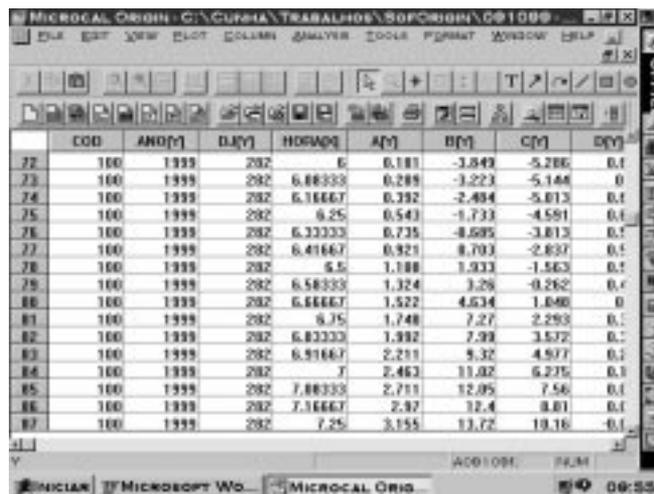


Figura 2 — Tela do “Microcal Origin” apresentando a planilha onde foram importados os dados no formato ASCII, a partir do menu File @ Import @ ASCII.

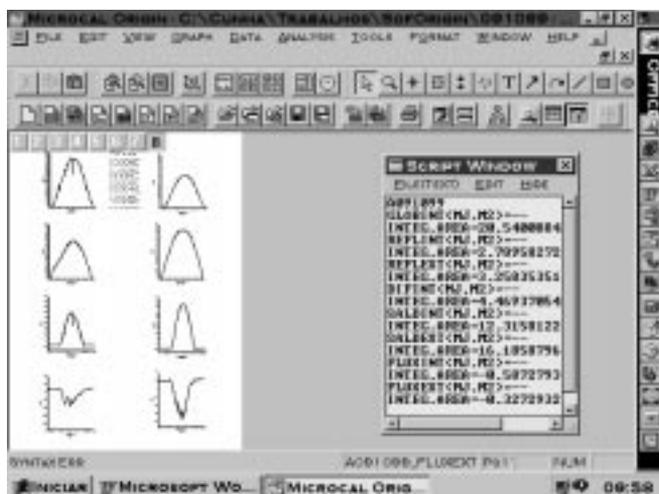


Figura 3 — Tela do “Microcal Origin” apresentando a página de gráficos criada a partir da janela “Worksheet Script”.

Na janela na qual se programou em linguagem específica do “Microcal OriginTM”, o “Worksheet Script”, foi introduzido o programa com os comentários, conforme apresentado no Apêndice 1.

É importante frisar, que a quantidade de arquivos manipulados pelo usuário é função do período analisado, o que exige muita atenção e pode acarretar certo desconforto ao usuário, devido à grande influência do componente humano em qualquer sistema computacional utilizado.

Para efeito de comparação, foi efetuado os cálculos de conversão na unidade desejada e a integralização dos valores instantâneos em diários dos componentes da radiação solar utilizando-se do “Microcal OriginTM”, mas sem fazer a programação em seu ambiente, ou seja, utilizando-se de seus menus principais para esses cálculos. No entanto, o tempo gasto foi muito maior (247,8 segundos), pois o usuário perde muito tempo no manuseio dos dados que são processados coluna por coluna, e dos menus para efetivar os cálculos necessários; enquanto que quando se fez o programa, as colunas dos dados foram processadas todas ao mesmo tempo, diminuindo o tempo nas etapas de processamento dos dados até o resultado final (12,12 segundos). Os cálculos efetuados pelo programa elaborado em ambiente “Microcal OriginTM” foi 20,45 vezes mais rápido que os cálculos efetuados através do menu principal do “Microcal OriginTM”, mostrando maior eficiência no processamento dos dados e acuracidade nos resultados obtidos, pois evita o estresse provocado pela manipulação de grande

quantidade de dados pelo usuário; e segundo Freire (1984) a etapa do processamento dos dados consiste na padronização deles, a qual define o tempo de processamento e a confiabilidade desses dados. Resultado semelhante foi encontrado por Chaves (1999), que elaborou um programa para a administração e controle de dados de radiação solar independente do datalogger utilizado na coleta dos dados, conseguindo uma padronização no armazenamento dos dados e garantindo um menor tempo gasto no processamento de dados de radiação solar.

4 CONCLUSÕES

O programa elaborado em ambiente “Microcal OriginTM”, diminuiu o número de etapas para o tratamento de dados instantâneos e diários dos componentes da radiação solar oriundos de um datalogger, facilitando o processamento desses dados e proporcionando maior rapidez e confiabilidade na formação de um banco de dados desses componentes.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMACHO MARTÍNEZ, J.A., ARANDA LÓPEZ, J. Software de adquisición, tratamiento y calculo para estaciones meteorológicas. In: CONGRESSO IBÉRICO DE ENERGIA SOLAR, 7, 1994, Vigo. *Anais...* Vigo: Associação Ibérica de Energia Solar, 1994, p.103-8.
- CAMPBELL SCIENTIFIC, INC. **21X Micrologger: Operator’s manual**. Revision: 3/96. Logan, Utah: Copyright©, 1984-1996.
- CHAVES, M.A. **Sistema de informação e modelagem de radiação solar**. Botucatu, 1999. 237p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista.
- CUNHA, A.R., KLOSOWSKI, E.S., GALVANI, E., ESCOBEDO, J.F., MARTINS, D. Classificação climática para o município de Botucatu, SP, segundo Köppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1, 1999, Botucatu. *Anais...* Botucatu: UNESP-FCA, 1999, p.487-91.
- FREIRE, I.M. Comunicação de informações tecnológicas para o meio rural. *Ciência e Informação*, v.13, n.1, p.67-71, 1984.
- GAUTHIER, L. Greenhouse environment control using a knowledge based approach. In: PROCEEDINGS OF THE ASAE SYMPOSIUM, 1, 1996, Chicago. *Automated Agriculture for 21st Century...* Chicago, 1996, p.468-77.

Programa em ambiente “Microcal Origin™” para conversão e integração dos componentes da radiação solar

MICROCAL SOFTWARE, INC. **Data analysis and technical graphics software.** Origin Professional Version 6.0. Northampton, MA: Copyright©, 1999. 772p.

MONTEITH, J.L. The heat balance of soil beneath crops. In: **Climatology and microclimatology.** Paris: UNESCO, 1958. 151p.

PEDRÓS, G., POSADILLO, R., ESPULVEDA, J.G., LÓPES, A., CARIDAD, J.M. Generacion de secuencias de radiacion mediante matrices de Markov. In: CONGRESSO IBÉRICO DE ENERGIA SOLAR, 6, 1993, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Associação Ibérica de Energia Solar, 1993, p.343-8.

TOVAR, J., VIDA, J., OLMO, F.J. Analisis de la variabilidad de la irradiacion global horizontal em mesoescala. In: CONGRESSO IBÉRICO DE ENERGIA SOLAR, 6, 1993, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Associação Ibérica de Energia Solar, 1993, p.85-90.

worksheet -c GLOBINT worksheet -c REFLINT worksheet -c REFLEXT worksheet -c DIFINT worksheet -c SALDINT worksheet -c SALDEXT	Criação das colunas onde serão armazenados os valores já corrigidos em $W.m^2$, para cada componente da radiação solar: radiações solares global, refletida, difusa e saldo de radiação.
worksheet -c AGLIN worksheet -c AREFIN worksheet -c AREFEX worksheet -c ADIFIN worksheet -c ASALIN worksheet -c ASALEX	Criação das colunas onde serão armazenados os valores integrados ao longo do dia em $MJ.m^2$, para cada componente da radiação solar.
COL(GLOBINT)=COL(Y)/0.016965 COL(REFLINT)=COL(DD)/0.017183 COL(REFLEXT)=COL(EE)/0.021470 COL(DIFINT)=COL(FF)/0.017968 COL(SALDINT)=COL(Z)*9.14 COL(SALDEXT)=COL(AA)*13.50	Correção dos valores instantâneos em milivolts para $W.m^2$, através de suas respectivas constantes de calibração, para cada componente da radiação solar.
COL(AGLIN)=COL(GLOBINT)*0.0036 COL(AREFIN)=COL(REFLINT)*0.0036 COL(AREFEX)=COL(REFLEXT)*0.0036 COL(ADIFIN)=COL(DIFINT)*0.0036 COL(ASALIN)=COL(SALDINT)*0.0036 COL(ASALEX)=COL(SALDEXT)*0.0036	Correção dos valores instantâneos em $W.m^2$ para $MJ.m^2$, para cada componente da radiação solar, na integralização dos valores de cada componente da radiação solar.
%B=%(H,@LINK,2) %B=%H %B= INTEG -A %B_AGLIN; GLOBINT(MJ.M2)= INTEG.AREA= INTEG -A %B_AREFIN; REFLINT(MJ.M2)= INTEG.AREA= INTEG -A %B_AREFEX; REFLEXT(MJ.M2)= INTEG.AREA= INTEG -A %B_ADIFIN; DIFINT(MJ.M2)= INTEG.AREA= INTEG -A %B_ASALIN; SALDINT(MJ.M2)= INTEG.AREA= INTEG -A %B_ASALEX; SALDEXT(MJ.M2)= INTEG.AREA=	Integralização dos valores instantâneos em $MJ.m^2$ ao longo do dia, em função das curvas de irradiância para cada componente da radiação solar.
WIN -B Pg1 PAGINA1 LAYER -O 1 { LAYER -I200 %B_GLOBINT; }; LAYER -O 2 { LAYER -I200 %B_REFLINT; }; LAYER -O 3 { LAYER -I200 %B_REFLEXT; }; LAYER -O 4 { LAYER -I200 %B_DIFINT; }; LAYER -O 5 { LAYER -I200 %B_SALDINT; }; LAYER -O 6 { LAYER -I200 %B_SALDEXT; };	Geração dos gráficos, ou seja, das curvas de irradiância, das quais originaram as curvas de integralização dos valores instantâneos em $MJ.m^2$ ao longo do dia, para cada componente da radiação solar.

Apêndice 1 — Programa introduzido na janela “Worksheet Script”, com os comentários ao lado.



SASM-AGRI - SISTEMA PARA ANÁLISE E SEPARAÇÃO DE MÉDIAS EM EXPERIMENTOS AGRÍCOLAS PELOS MÉTODOS SCOTT-KNOTT, TUKEY E DUNCAN¹

Recebido para publicação em 14/06/2001

Aprovado para publicação em 03/12/2001

Marcelo G. Canteri², Rômulo A. Althaus³, Jorim S. das Virgens Filho⁴,
Éder A. Giglioti⁵, Cláudia V. Godoy⁶

RESUMO: Os testes estatísticos comumente utilizados para separação de médias em experimentos agrícolas apresentam resultados ambíguos e de difícil interpretação. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um software para analisar e separar médias pelo método de Scott-Knott, além dos métodos de Tukey e Duncan. O SASM-Agri foi desenvolvido utilizando-se o ambiente Borland Delphi, compatível com Windows 98 ou superior, o que permite importar dados de planilhas e exportar resultados para outros aplicativos. Os dados também podem ser transformados antes da análise. A validação foi realizada comparando-se os resultados gerados pelo software com resultados calculados manualmente. O sistema usou funções recursivas que agilizaram e aumentaram a precisão da apresentação dos resultados. Quando comparados aos outros métodos de separação de médias, o método de Scott-Knott facilitou a interpretação dos resultados. Os dados foram classificados em grupos diferentes e não houve sobreposição entre estes grupos. A sobreposição é característica de outros testes como Tukey e Duncan. O sistema desenvolvido torna possível usar o teste de scott-knott na análise de experimentos com vários tratamentos. O software está sendo utilizado para separar grupos de genótipos de cana-de-açúcar em relação à resistência às doenças. Uma versão gratuita de uso limitado do software está sendo distribuída mediante solicitação aos autores ou no site www.infoagro.uepg.br/~ralthaus/sasm/avaliacao/sasm-agri.exe.

Palavras-chave: comparações múltiplas, software estatístico, teste Scott-Knott.

SASM-AGRI - SYSTEM FOR ANALYSIS AND MEAN SEPARATION IN AGRICULTURAL ASSAYS USING SCOTT-KNOTT, TUKEY AND DUNCAN METHODS

ABSTRACT: Statistical methods usually used in agricultural assays of grouping means present ambiguity of the results. The present work had as objective to develop a system to analyze and separate means using the Scott-Knott test, besides Tukey and Duncan tests. The SASM-Agri was developed with Borland Delphi to platform PC, compatible with Windows 98 or above, and allows to import data and to export results for other software. The data set also can be transformed before the analysis. The system was validate comparing the generated results with results calculated in a

¹ Trabalho desenvolvido com suporte financeiro do CNPq.

² Professor Adjunto do Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa, CEP 84030-900, Ponta Grossa, PR, Brasil, mgcanter@uepg.br.

³ Aluno de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR.

⁴ Professor Adjunto do Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil, jvirgens@uepg.br

⁵ Pesquisador Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP

⁶ Pesquisadora EMBRAPA/CNPSo, Londrina, PR. godoycv@cnpsolombia.br

manual way. The system used recursive functions to increase precision and speed of calculations. When compared to the other methods of mean separation, the Scott-Knott method facilitates the interpretation of the results. The data were classified in different groups and there is not overlapping among the found groups. That overlapping is characteristic of other methods quite used as Duncan's and Tukey's methods. The developed system makes possible to use the test of Scott-Knott in the analysis of experiments with a great number of treatments. The system is been used to sugar cane genotype screening relatively to diseases. A trial version of the software in Portuguese is available asking the authors or at www.infoagro.uepg.br/~ralthaus/sasm/avaliacao/sasm-agri.exe.

Keywords: *multiple comparisons, statistical software, Scott-Knott test.*

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos da estatística é a obtenção de conclusões válidas para toda a população com base em amostras retiradas dessa população (Finney, 1952). A palavra população é geralmente definida como um conjunto de indivíduos com algumas características em comum (Kalil, 1977). Se utilizássemos apenas uma parte de uma população teríamos uma amostra, que deve ser representativa da população em questão. Matematicamente, a população é o conjunto universo, enquanto que a amostra é qualquer subconjunto desse universo que deve estar sempre contida na população (Pimentel Gomes, 1987).

A estatística é baseada em dados obtidos de observações. Esses dados geralmente vêm de trabalhos feitos propositalmente e em condições previamente especificadas. O que dificulta o trabalho do experimentador e exige a análise estatística é a presença, em todos os dados obtidos, de efeitos de fatores não controlados. Esses efeitos são indicados pela designação geral de variação ao acaso ou variação aleatória. Cabe ao experimentador verificar se as diferenças observadas num experimento têm ou não têm valor, isto é, se são ou não significativas. Uma diferença não significativa é aceita como possivelmente devida ao acaso e é deixada de lado, até que novos resultados venham a confirmá-la ou negá-la (Pimentel Gomes, 1987).

A experimentação moderna obedece a alguns princípios básicos que são indispensáveis à validade das conclusões alcançadas. A teoria ensina que há maior precisão em estimativas determinadas sobre um número maior de repetições e que não se pode estimar a variação a partir de uma amostra com uma única observação (Silva & Silva, 1999).

Fisher (1951) desenvolveu uma técnica que teve grande repercussão na pesquisa científica. Esta técnica foi denominada de análise de variância e consiste na decom-

posição dos graus de liberdade e da variância total de um material heterogêneo em partes atribuídas a causas conhecidas e independentes e a uma porção residual de origem desconhecida e de natureza aleatória. Em outras palavras, a técnica da análise de variância é a que nos permite fazer partições dos graus de liberdade (denotados por G.L.) e das somas de quadrados (denotadas por S.Q.), sendo que cada uma das partes nos proporciona uma estimativa de variância (denominada de quadrado médio e denotada por Q.M.).

O teste de F, de Snedecor (1967) é uma das etapas posteriores à análise de variância. Este teste tem a finalidade de comparar estimativas de variâncias dos tratamentos. Através dele, pode-se saber se pelo menos duas médias de tratamentos diferem entre si. O teste apenas indica se há uma diferença significativa entre, no mínimo, duas médias de tratamentos, ele não indica aonde estão estas diferenças. Por isso, caso o resultado seja significativo, deve-se aplicar um teste de comparação de médias para encontrar quais as médias que diferem umas das outras.

Existem diversos métodos de comparação de médias que possuem a finalidade de classificar médias. Como exemplo, podemos citar os métodos de Scheffé, Tukey, Dunnett, Duncan e Scott-Knott (Chew, 1977). Dentre todos os métodos de separação de médias, pode-se observar uma predominância no uso dos métodos de Duncan (Duncan, 1955) e de Tukey em experimentos citados na literatura.

Os métodos de Duncan e Tukey têm a característica principal de comparar as médias duas a duas, podendo haver sobreposição entre os grupos de médias encontrados, ou seja, um mesmo tratamento pode pertencer a dois grupos de tratamentos. O método de Duncan fornece resultados mais discriminados que os do método de Tukey, sendo mais rigoroso que ele, mas de aplicação mais trabalhosa (Banzatto e Kronka, 1995).

O método de separação de médias de Scott-Knott (Scott & Knott, 1974) possui a vantagem sobre outros os métodos de separar as médias em grupos discretos, sem sobreposição entre os grupos. A principal desvantagem é que esse método possui cálculos mais complexos do que os outros métodos. Com a utilização de computadores, o método de Scott-Knott torna-se uma alternativa viável aos pesquisadores que na maioria das vezes preferem resultados mais diretos e mais fáceis de serem interpretados.

A análise estatística de dados gerados em experimentos exige uma numerosa quantidade de cálculos. Os computadores aceleram o processo de análise, permitindo a obtenção de resultados de uma maneira mais precisa, além de diminuir o tempo gasto com cálculos e tarefas repetitivas.

O objetivo do presente trabalho foi elaborar um software para separação de médias pelos métodos de Scott-Knott, Duncan e Tukey para experimentos com delineamento em blocos ao acaso ou inteiramente casualizado, além de comparar o resultado gerado pelos diferentes testes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Testes de separação de médias

Os algoritmos para a análise de variância e para os testes de Duncan e Tukey foram desenvolvidos baseando-se na literatura disponível sobre o assunto (Pimentel Gomes, 1987; Banzatto & Kronka, 1995; Silva & Silva, 1999; Kalil, 1977). O algoritmo do teste de Scott-Knott foi elaborado baseando-se no artigo original dos autores (Scott & Knott, 1974) e os resultados obtidos pelo software foram comparados com resultados publicados por Gates & Bilbro (1978), que mostrava resultados práticos do teste de Scott-Knott.

As aproximações das tabelas estatísticas de χ^2 e do teste de F foram baseadas em algoritmos de Best & Roberts (1975) para a distribuição de χ^2 e de Cooke *et al.* (1981) para a distribuição de F. As tabelas utilizadas nos algoritmos de Duncan e Tukey foram transcritas de Silva & Silva (1999) e transformadas para linguagem computacional.

Durante os estudos das rotinas de cálculo do algoritmo de Scott-Knott foram observados que alguns dados de entrada para a realização dos procedimentos de cálculo eram provenientes da análise de variância do experimento. Passou-se, então a implementação dessa análise

para delineamento em blocos ao acaso. Foi acrescentado, posteriormente, o delineamento inteiramente casualizado. Numa segunda etapa passou-se a trabalhar com a implementação dos algoritmos dos métodos de Duncan e de Tukey.

2.2. Desenvolvimento do SASM-Agri

Os trabalhos foram desenvolvidos em equipamentos do Laboratório InfoAgro da Universidade Estadual de Ponta Grossa, em equipamentos cedidos pelo CNPq. Para o desenvolvimento do SASM-Agri foi utilizada a linguagem de programação Borland Delphi. Inicialmente o programa foi desenvolvido na versão 3 da citada linguagem, posteriormente houve migração para a versão 4, utilizando-se os arrays dinâmicos que facilitaram o desenvolvimento dos algoritmos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Algoritmo para separação de médias pelo método de Duncan

O algoritmo desenvolvido considerou que o número de repetições era o mesmo para todos os tratamentos. Para que o método de Duncan seja exato é necessário o mesmo número de repetições em todos os tratamentos, caso contrário, o método gerará apenas resultados aproximados (Duncan, 1955) e isto foi observado no algoritmo desenvolvido.

Para definição dos contrastes, o algoritmo colocou as médias em ordem decrescente e determinou todas as possíveis combinações entre duas médias. Definidos os contrastes, foi aplicada a fórmula a seguir para cada uma das combinações de contrastes. O valor encontrado determinou se as médias consideradas possuíam diferença significativa:

$$D = z \frac{s}{\sqrt{r}} \quad (01)$$

onde:

z = valor da amplitude total estudentizada para o número de médias ordenadas abrangidas pelo contraste em estudo;

s = estimativa do desvio padrão residual;

r = número de repetições.

Se o valor de D fosse menor que a diferença entre as duas médias consideradas, o contraste era considerado significativo. Quando o valor era maior, o contraste não era considerado significativo e as duas médias eram consideradas equivalentes.

3.2. Algoritmo para separação de médias pelo método de Tukey

O algoritmo do processo de separação de médias pelo método de Tukey, seguiu os mesmos princípios do método de Duncan na definição dos contrastes. A fórmula a seguir foi aplicada para todas as combinações de contrastes. No método de Tukey a fórmula foi calculada apenas uma vez e aplicada em todas as combinações. O valor encontrado determinou se as médias consideradas possuíam diferença significativa:

$$\Delta = q \frac{s}{\sqrt{r}} \quad (02)$$

onde:

q = valor da amplitude total estudentizada

s = estimativa do desvio padrão residual

r = número de repetições

Assim como no método de Duncan, se o valor de Δ fosse menor que a diferença entre as duas médias consideradas, o contraste era considerado significativo. Quando o valor era maior, o contraste não era significativo e as duas médias eram consideradas equivalentes. A diferença é que pelo método de Duncan o valor utilizado para comparar os contrastes (D) era calculado levando-se em consideração o número de médias abrangidas pelo contraste, enquanto que no método de Tukey este valor foi calculado baseado no número total de médias, não importando quantas existissem no intervalo entre as duas médias do contraste.

3.3. Algoritmo para separação de médias pelo método de Scott-Knott

Para a aplicação do método de separação de médias de Scott-Knott, o algoritmo desenvolvido ordenou os tratamentos através de suas médias em ordem crescente e realizou o teste estatístico para encontrar conjuntos ou grupos de médias de tratamentos, por meio das fórmulas

sugeridas pelos desenvolvedores do método (Scott & Knott, 1974):

$$\lambda = \frac{\pi B_0}{2\hat{\sigma}^2_0(\pi - 2)} \quad (03)$$

onde:

B_0 = valor máximo da soma dos quadrados entre os grupos de todas as possíveis partições dos tratamentos;

e,

$$\hat{\sigma}^2_0 = \frac{\sum_1^t (y_i - \bar{y})^2 + v s^2_x}{(t + v)} \quad (04)$$

onde:

y_i = média do i -ésimo tratamento

t = número de médias de tratamentos sendo separados

s^2_x = variância de uma média de tratamento (quadrado médio do erro / r)

v = graus de liberdade do quadrado médio do erro

r = número de observações em cada média.

O algoritmo também calculou B_0 para todas as possíveis partições entre as médias. Considerou-se, dentre todas as possíveis partições, aquela que apresentava o maior valor de B_0 , obtendo-se dois grupos distintos de médias. Calculava-se para essa partição o valor de λ e era feita uma comparação do valor de λ com o valor tabelado de qui-quadrado (χ^2) num certo grau de probabilidade com v_0 graus de liberdade para:

$$v_0 = \frac{t}{\pi - 2} \quad (05)$$

O valor de v_0 era sempre um valor irracional por causa do valor de π no denominador da função. Os valores de

qui-quadrado eram tabelados para valores inteiros. Fazia-se então uma interpolação harmônica para obter o valor de v_0 .

Se λ era menor que o valor de χ^2 , as médias do dois grupos eram consideradas homogêneas e nenhum teste era mais necessário. Ao contrário, se λ era maior que o valor de χ^2 os grupos de médias eram considerados diferentes. Nesse caso repetia-se todos os cálculos para cada um desses dois grupos de médias até que se encontrassem grupos onde as médias pudessem ser consideradas homogêneas.

Todas as ramificações dos grupos de médias que vão se formando, têm que ser analisadas. Por exemplo, em um experimento hipotético com 8 médias colocadas em ordem crescente (1,2,3,4,5,6,7,8). Após os cálculos iniciais, as fórmulas acusaram uma diferença entre o grupo das cinco primeiras médias (1,2,3,4,5) com o grupo das três últimas (6,7,8). Inicialmente o algoritmo separa as médias em dois grupos e prossegue as análises dentro de cada grupo, lembrando que as médias num mesmo grupo são consideradas homogêneas. Executou-se os cálculos para o grupo com as médias 1,2,3,4,5 e o resultado indicou que havia diferença entre o grupo das médias 1,2,3 com o grupo com as médias 4,5. Prosseguiram-se os cálculos dentro do grupo 1,2,3 e obteve-se uma diferença entre os grupos das médias 1,2 com o grupo da média 3. Após os testes, o grupo das médias 1 e 2 foi considerado homogêneo e encerrou-se o particionamento nesta ramificação (Figura 1B). Todas as outras ramificações restantes foram analisadas até que não houvesse diferenças entre as médias ou que restasse apenas uma média no grupo.

No exemplo citado, o passo seguinte foi o teste do grupo que continha a média 3. Verificado que esta média era única no grupo, passou-se para o grupo que continha as médias 4 e 5 e assim sucessivamente para os outros grupos. Na Figura 1B estão representados todos os caminhos que foram percorridos para que o algoritmo fizesse a classificação das médias em 5 grupos. Os grupos estão representados por meio de letras, uma para cada grupo de média (Figura 1B).

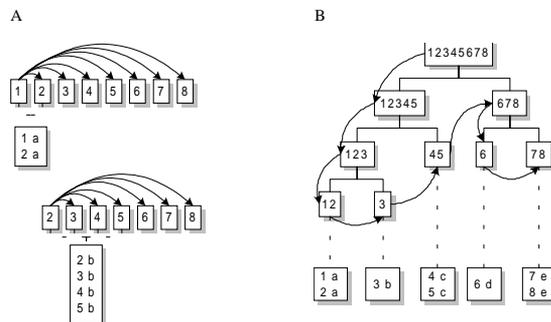


Figura 1 — Processo utilizado pelos algoritmos para a classificação pelos métodos de Tukey e Duncan (A) representando o teste média à média, e pelo método de Scott-Knott (B) representando o teste em grupos, para um experimento hipotético com 8 médias (tratamentos) testadas.

3.4. Software SASM-Agri

O software SASM-Agri requer como configuração mínima um microcomputador com processador Pentium ou equivalente, com o sistema operacional Microsoft Windows 98 ou posterior. O sistema usou funções recursivas, principalmente na codificação dos algoritmos para execução do teste de Scott-Knott, o que permitiu apresentação de respostas rápidas e precisas.

A interface do software passou por várias etapas de desenvolvimento. Optou-se pelo sistema de abas para facilitar a localização das informações. Foram realizadas algumas adaptações na rotina de entrada de dados para evitar erros de execução, como por exemplo a visualização da mensagem de valores inválidos quando fosse deixado algum valor em branco (Figura 2). Este processo evita a divisão por zero em alguma etapa do cálculo.

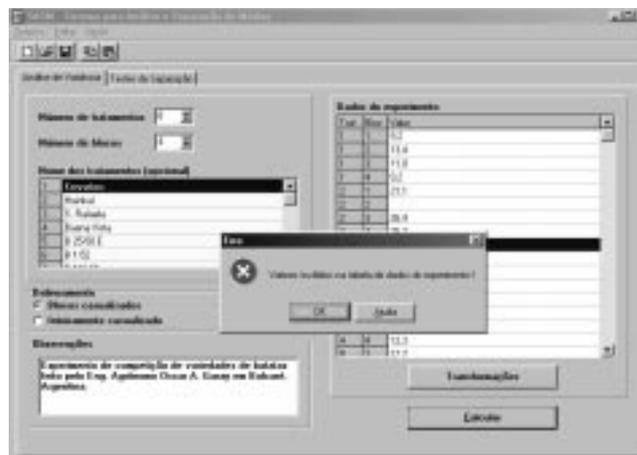


Figura 2 — Interface para entrada de dados do sistema SASM-Agri. No detalhe a mensagem gerada pela falta de dados na coluna da direita.

Apesar de não ter sido um dos objetivos do sistema, a rotina de análise de variância foi implementada para fornecer subsídios aos cálculos do teste de separação de médias. O sistema permite que o usuário utilize o teste de Scott-Knott sem a obrigatoriedade de utilizar a rotina de análise de variância. Para tanto torna-se necessário entrar com o número de tratamentos e repetições, graus de liberdade do resíduo, quadrado médio do resíduo e o grau de significância desejado (Figura 3).



Figura 3 — Interface para entrada de dados para o teste de Scott-Knott sem necessidade de análise de variância e para seleção entre os testes de Tukey, Duncan e Scott-Knott do sistema SASM-Agri.

Outras rotinas foram desenvolvidos para melhorar a interface do software. O processo de cálculo do algoritmo de Scott-Knott ordenava os resultados em ordem crescente enquanto que os métodos de Duncan e Tukey ordenava as médias de forma decrescente. A simples inversão das médias não foi possível, pois os resultados eram classificados por meio de letras. Criou-se então um algoritmo para fazer a inversão das médias junto com a classificação por letras. Essa inversão foi feita para o algoritmo do método de Scott-Knott, assim a apresentação dos resultados ocorre em uma única tabela, com possibilidade de comparação entre os métodos (Figura 4).

Tratamento	Média	ScottKnott	Duncan	Tukey
S. Rafael	25.45	a	a	a
Hankal	25.05	a	a	a
B 72-53 A	22.8	a	a	ab
B 118-51	22.5	a	a	ab
B 1-52	22.27%	a	a	ab
B 25-58 E	16.5	b	b	bc
Buena Vista	12.425	c	bc	c
Feneoboc	10.7	c	c	c

Figura 4 — Exemplo de resultados gerados pelos cálculos de separação de médias do sistema SASM-Agri.

Outras rotinas foram desenvolvidas para a transformação dos dados antes da análise de variância. Foram implementadas rotinas para a transformação de raiz quadrada, transformação angular e transformação logarítmica, na base 10 e base *e* (Silva & Silva, 1999).

Algumas rotinas foram desenvolvidas visando facilitar o trabalho do usuário. O sistema permite importar dados de planilhas, como por exemplo o Excel, o que facilita a entrada de dados e também permite exportar os resultados para outros aplicativos, como por exemplo o Word, o que facilita a elaboração de relatórios com as análises.

Outras melhorias foram a implementação de mensagens de erro através da manipulação de exceções e o novo arquivo de ajuda, com explicações sobre a interface e sobre os métodos de separação de médias de Duncan, Tukey e Scott-Knott. Também foi criada uma rotina para solicitar aos usuários o registro do software junto à unidade que o desenvolveu, Laboratório InfoAgro da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O sistema de registro não possui mecanismos sofisticados de proteção contra cópia e está sendo utilizado apenas para o controle do número de usuários do software.

A validação do sistema foi realizada comparando-se os resultados gerados pelo software com resultados calculados manualmente. Após a implementação dos algoritmos dos métodos de separação de médias pelo método de Duncan e Tukey foram feitos diversos testes de validação para comprovar os resultados gerados pelo sistema. Os algoritmos foram antes inseridos no código do sistema final e os seus resultados foram comprovados. Cada método foi implementado em módulos (*Units*) diferentes. Na etapa de elaboração dos algoritmos os módulos foram desenvolvidos separados do programa principal por questões de simplificação. Nos testes realizados não foram encontradas falhas nas rotinas automatizadas.

3.5. Comparação entre os testes de Tukey, Duncan e Scott-Knott

Os cálculos realizados para o teste de Scott-Knott foram mais complexos que aqueles apresentados para os testes de Tukey e Duncan, principalmente em experimentos com um grande número de médias, no entanto a automação tornou o processo invisível ao usuário, facilitando e agilizando a execução dos cálculos e a apresentação dos resultados.

Quando comparados aos outros métodos de separação de médias, o método de Scott-Knott facilitou a interpretação dos resultados. Os dados foram classificados

em grupos diferentes e não houve sobreposição entre estes grupos, característica esta de outros testes como Tukey e Duncan. Apesar destas vantagens ainda são poucos os trabalhos que apresentam resultados utilizando o método de Scott-Knott (Ferreira et al., 1999; Leite et al., 2001; Ramalho et al. 2000, Silva et al., 1999).

O teste de Scott-Knott pode ser recomendado para experimentos com grande número de tratamentos onde há interesse numa separação real de grupos de médias, sem ambigüidade de resultados.

3.6. Futuras implementações

Após os testes de validação e a apresentação do sistema aos usuários foram feitas sugestões para melhoria do mesmo. As sugestões que se enquadraram dentro do objetivo principal do sistema serão implementadas nas próximas versões do software. Entre as melhorias está a elaboração de uma rotina para que o sistema aceite parcelas perdidas e outra para que o sistema execute testes de homocedasticidade, a fim de recomendar ou não a transformação de dados.

4. CONCLUSÕES

Sob as condições testadas pode-se concluir que o software SASM-Agri atingiu o objetivo proposto comparando médias de experimentos pelos métodos de Scott-Knott, Tukey e Duncan, com uma interface de fácil interpretação, compatível com outros aplicativos. A comparação entre os métodos confirmou a recomendação de uso do teste de Scott-Knott para experimentos com grande número de tratamentos onde não se deseja a apresentação de resultados ambíguos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATTO, D.A., KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal:FUNEP, 1995. 275 p.
- BEST, D.J., ROBERTS, D.E. Algorithm AS91. The Percentage Points of the Chi-squared Distribution. **Applied Statistics**, v.24, p.385-388, 1975.
- BRUHN, J.A., FRY, W.E., FICK, G.W. Simulation of daily weather data using theoretical probability distributions. **Journal of Applied Meteorology**, v.19, n.9, p.1029-36, 1980.

- CHEW, V. Comparisons among treatments means in an analysis of variance. Washington: USDA, 1977.
- COOKE, D., CRAVEN, A. H., CLARKE, G.M. **Basic Statistical Computing**. Londres: Edward Arnold Publ. Co, 1981.
- DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F tests. **Biometrics**, v.11, p.1-42, 1955.
- FERREIRA, D.F., MUNIZ, J.A., AQUINO, L.H. Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos – utilização do teste de Scott-Knott. **Ciênc. Agrotec.** v. 23, n. 3, p. 745-752, 1999.
- FINNEY, D.J. **An introduction to statistical science in agriculture**. Edinburg: Oliver&Boyd, 1952. 216 p.
- FISHER, R.A. **The design of experiments**. 6ª ed. Nova York: Hafner, 1951. 245 p.
- GATES, C. E., BILBRO, J. D. Illustration of a cluster analysis method for mean separation. **Agronomy Journal**, v.70, p.462-5, 1978.
- KALIL, E.B. **Princípios de técnicas experimentais com animais**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1977. 210 p.
- LEITE, G.L.D., PICANÇO, M., GUEDES, R.N.C., ZANUNCIO, J.C. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae**, v.89, p.103-113, 2001.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12ª ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 430 p.
- RAMALHO, M.A.P., FERREIRA, D.F., OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.
- SCOTT, A. J., KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-12, 1974.
- SILVA, E.C., FERREIRA, D.F., BEARZOTI, E. Avaliação do poder e taxas de erro tipo I do teste de Scott-Knott por meio do método de Monte Carlo. **Ciênc. Agrotec.** v. 23, n. 3, p. 687-696, 1999.
- SILVA, I.P., SILVA, J.A.A. **Métodos estatísticos aplicados à pesquisa científica: uma abordagem para profissionais da pesquisa agropecuária**. Recife: UFRPE, 1999. 305 p.
- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. **Statistical Methods**. 6. ed. Ames: Iowa State College Press, 1967. 192 p.



SISTEMA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS DE PRESSÃO E VAZÃO USANDO O MICROCOMPUTADOR

Recebido para publicação em 20/03/2001

Aprovado para publicação em 13/08/2001

Luis A. A. Vilela¹, Eliezer S. Gervásio², Olívio J. Soccol³,
Tarlei A. Botrel⁴

RESUMO: *Este trabalho apresenta a elaboração de um aplicativo computacional e o desenvolvimento de um periférico para aquisição de dados de pressão e vazão em ensaios hidráulicos. Desenvolveu-se o programa em ambiente Delphi 4.0 e realizou-se a comunicação externa pela porta paralela do microcomputador. O periférico é simples, de baixo custo, podendo ser montado pelo usuário a partir de componentes eletrônicos encontrados no mercado. A pressão foi determinada empregando-se transdutor de silicone e a vazão por meio de medidor eletromagnético. O programa permite configurar o intervalo entre as leituras e os valores médios são apresentados na tela ao final da coleta. Esses dados também são salvos em um arquivo do tipo "txt", o qual pode ser utilizado em outros aplicativos comerciais.*

Palavras-chave: *delphi, conversor A/D, hidráulica, aquisição de dados.*

PRESSURE AND FLOW DATA ACQUISITION SYSTEM USING A PERSONAL COMPUTER

ABSTRACT: *This paper concerns both, a development of a software and a development of a peripheral for pressure and flow data acquisition in hydraulic research. The program was developed using Delphi language and the external communication was made by the computer's parallel port. A simple and low cost peripheral can be assembled by the user with commercially available electronic components. For testing the equipment, pressure was determined using silicon transducers, and flow by means of an electromagnetic sensor. The program allows the user to choose time interval between reading and display average values on the screen at the end of a reading process. Data are stored in ".txt" format to be accessed by other computer applications.*

Keywords: *delphi, A/D converters, hydraulic, data acquisition.*

1 INTRODUÇÃO

A rápida evolução da eletrônica, associada à expansão crescente do mercado, tem possibilitado o acesso à tecnologia e ferramentas de ponta que antes eram disponíveis apenas em laboratórios bem equipados e centros de pesquisa. Com o crescimento vertiginoso do uso de microprocessadores, o custo destes reduziu-se consideravelmente, permitindo sua aplicação em equipa-

mentos de leitura e armazenamento de dados.

O registro de dados de forma automática possibilita, entre outras vantagens, a eliminação de erros humanos na leitura dos sensores, erros de digitação, perdas de dados, sincronismo da leitura entre vários instrumentos e frequência de leitura com intervalos precisos. O computador pode ser usado na coleta, armazenamento, processamento e transmissão dos dados. Uma outra vantagem do uso de

¹ Eng. Agrícola, Prof. Dr. DEG/UFLA, lavilela@ufla.br

² Eng. Agr^o, Doutorando em Irrigação e Drenagem ESALQ/USP, esgervas@carpa.ciagri.usp.br

³ Eng. Agr^o, Prof. MSc., DER/CAV/UDESC, Doutorando em Irrigação e Drenagem ESALQ/USP, a2ojs@cav.udesc.br

⁴ Eng. Agrícola, Prof. Dr. DER/ESALQ/USP, tabotrel@carpa.ciagri.usp.br

computadores é que os dados obtidos podem ser trabalhados em diversos aplicativos comerciais, tais como planilhas eletrônicas, programas gráficos, estatísticos, editores de texto, dentre outros (Gomide, 1998).

Para que a aquisição de dados via computador possa ser implementada, é necessária a existência de um periférico (hardware) capaz de transmiti-los à unidade central de processamento (CPU). Existem vários tipos de periféricos, desenvolvidos para atender as mais diferentes situações. Entretanto, alguns desses equipamentos são caros e de difícil manutenção. De acordo com Crestana et al. (1998), reparos em equipamentos desse tipo tornam-se, muitas vezes, uma tarefa complicada. Segundo os autores, alguns equipamentos são adquiridos como verdadeiras “caixas pretas”, e sua manutenção, quando possível, é realizada apenas pelo fabricante que, em geral, encontra-se sediado no exterior.

Sob a ótica de desenvolver equipamentos de menor custo, cuja manutenção se torna facilitada em razão de se conhecer totalmente o processo construtivo e os componentes eletrônicos empregados, alguns pesquisadores têm optado por construir seus próprios aparelhos. A possibilidade de integrar linguagens de programação de alto nível a periféricos construídos é, sem dúvida, um fator que tem favorecido o desenvolvimento desses equipamentos.

Gervásio et al. (2001) desenvolveram um programa controlador de irrigação para áreas agrícolas ou paisagísticas, em ambiente Delphi 4.0, que por meio de um periférico relativamente simples, aciona até sete válvulas hidráulicas e uma motobomba. Os autores também informam que o equipamento pode substituir, com vantagens, os modelos comerciais disponíveis.

Soares (2001) apresenta um equipamento semelhante, de baixo custo, associado a um programa em Delphi, empregado no estudo de lâminas diferenciadas de irrigação no interior de estufas.

Souza (2001) desenvolveu um outro dispositivo voltado à experimentação agrícola no qual uma barra irrigadora, acionada por um periférico e controlada também por um programa em Delphi, é transportada sobre a área cultivada.

Todos esses trabalhos apresentam um ponto em comum: os comandos são enviados da CPU para os periféricos pela porta paralela mediante a instalação do componente IOport no Delphi. Este componente, citado por Vilela (1999), permite não apenas que informações sejam transmitidas do computador para o periférico, mas tam-

bém no sentido contrário, ou seja, do periférico para o computador. Isso possibilita a realização de outros tipos de tarefas pelos periféricos, tais como o recebimento de sinais digitais ou sinais analógicos previamente convertidos. A versão executável do programa passa a oferecer todos os requisitos necessários à comunicação pela porta paralela após a instalação do componente IOport.

Braga (1996) explica que os computadores e muitos circuitos que processam dados obtidos de sensores operam exclusivamente com sinais digitais. Assim, se a saída de um sensor apresentar sinais analógicos e precisar transferir este sinal para um circuito digital, como de um computador, será necessário “convertê-lo” por meio de um dispositivo denominado conversor analógico/digital, ou simplesmente conversor A/D.

Zoerb (1991) relata que os transdutores que empregam membrana de silicone têm sido amplamente utilizados para medição de pressão, em virtude do menor custo, elevada precisão e apresentarem compensação de temperatura. Segundo o autor, quando esses modelos são alimentados por uma tensão estabilizada nos pinos de entrada, os de saída emitem sinais analógicos proporcionais à pressão exercida sobre a membrana flexível, os quais podem ser enviados a um conversor A/D e, na seqüência, para o computador.

Existem diversas maneiras para avaliação da vazão transportada no interior de condutos forçados. Norton (1989) reporta sobre a técnica do sensor magnético de fluxo, no qual a massa líquida, ao atravessar um campo magnético, é induzida de uma força eletromotriz proporcional a velocidade de escoamento. O autor também informa que o campo magnético é criado por um eletromagneto e, existem dois eletrodos em contato com o líquido que captam a voltagem induzida neste. Essa voltagem é enviada para um conversor de sinais que os transforma em leituras de vazão. Relata ainda que alguns tipos de inversores possuem saída de sinais analógicos, na forma de tensão ou corrente elétrica, que podem ser digitalizados por conversores A/D e posteriormente enviados ao equipamento que fará a interpretação desses sinais.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um programa e um periférico para leitura e armazenamento de dados de pressão e vazão provenientes de ensaios de sistemas hidráulicos pressurizados, tais como tubulações, estações de bombeamento, equipamentos de filtragem e injeção de fertilizantes em sistemas de irrigação, ensaios hidráulicos, além de outros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A aquisição dos dados é feita por intermédio de um circuito eletrônico (hardware), que deve ser conectado à porta paralela do microcomputador, usualmente empregada para instalação da impressora. Este circuito constitui-se basicamente de um conversor AD, de baixo custo, associado a sensores de vazão e pressão.

2.1 Sensores de pressão

Utilizou-se como elemento sensor de pressão um transdutor diferencial modelo MPX5700DP¹, fabricado pela empresa Motorola, Inc.. De acordo com o fabricante (National Semiconductor Co, 2001), esse equipamento apresenta compensação interna de temperatura e pode ser utilizado tanto para medição de pressão em um determinado ponto, bastando para isto deixar uma de suas entradas exposta à pressão atmosférica, como o diferencial de pressão entre dois pontos distintos. Também informam que o referido modelo é produzido para atender a uma faixa de pressão que varia de 0 a 700kPa, apresentando erro máximo de 2,5% para temperaturas entre 273,3 e 358,3K. O fabricante disponibiliza outros modelos, com as mesmas características, que podem ser utilizados para atender outras faixas de pressão. Quando alimentados por uma tensão estabilizada de 5Vcc (volt em corrente contínua), emitem sinais analógicos que variam de 0,2 a 4,7Vcc, os quais podem ser transformados em leituras de pressão pela seguinte expressão:

$$P = 0,1555 \cdot V_{sp} - 31,109 \quad (1)$$

em que P é a diferença de pressão (kPa) observada nas entradas do transdutor, e V_{sp} a diferença de potencial elétrico (mv) entre os pinos de saída e o referencial terra.

As saídas do transdutor de pressão foram ligadas ao canal 0 do conversor AD e ao referencial terra do periférico.

2.2 Sensor de vazão

Estabeleceram-se as vazões por meio de um medidor eletromagnético, modelo KC1000, associado a um conversor de sinais IFC010, fabricados pela empresa Conaut Controles Automáticos Ltda (Krohne). De acordo com as informações do fabricante, esse aparelho apresenta

capacidade de leitura de 1 l h⁻¹ ($\pm 0,14\%$) para vazões compreendidas entre 200 e 2.000 l h⁻¹.

O conversor de sinais possui uma saída digital que varia de 4 a 20mA, proporcionalmente à constante de calibração empregada no aparelho e a vazão que passa pela sua câmara interna. Essa saída foi conectada, por intermédio de cabo blindado, à entrada específica para este sensor existente no periférico, na qual existe um resistor de precisão (100 Ω) para transformar os sinais de corrente em voltagem. Estabeleceu-se previamente uma correlação entre a vazão e o sinal enviado pelo conversor de sinais para o conversor AD, expressa da seguinte maneira:

$$Q = 1,113 \cdot 10^{-7} \cdot V_{sq} \quad (2)$$

em que Q é a vazão (m³ s⁻¹), e V_{sq} é a diferença de potencial elétrico (mv) entre a saída do conversor de sinais e o referencial terra.

2.3 Periférico

O periférico foi produzido a partir de componentes e circuitos integrados facilmente encontrados no mercado. Constitui-se basicamente de uma placa para confecção de circuito (fenolite) sobre a qual encontram-se instalados um soquete para circuitos integrados de oito pinos, um conversor AD, um cabo de comunicação (6 x 1,5mm) e um conector DB25M com proteção plástica (Figura 1). O custo de todos os componentes é de aproximadamente R\$10,00 (cerca de U\$4,00).

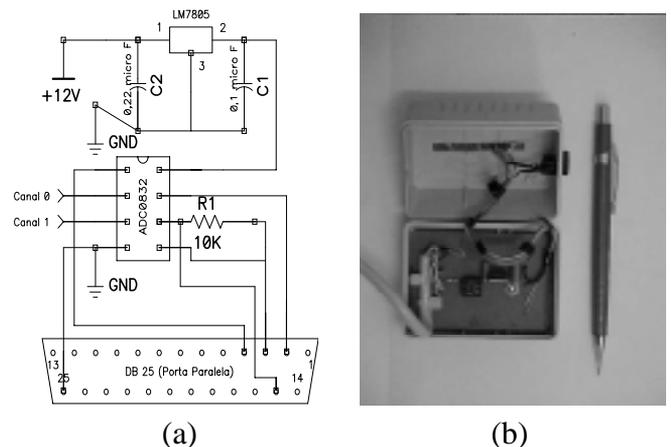


Figura 1 – Diagrama do circuito eletrônico (a) e aspecto final do periférico (b)

¹ O uso de produtos ou marcas registradas tem a finalidade exclusiva de facilitar a compreensão do leitor, não constituindo endosso por parte dos autores e Instituições ou críticas a produtos similares não citados.

2.3.1 Conversor analógico digital

Utilizou-se o conversor analógico digital ADC 0832, de 8 bits, fabricado pela National Semiconductors Co.. Esse dispositivo possui dois canais de entrada (CH_0 e CH_1) e interface serial para sinais de controle de envio de dados. De acordo com as informações do fabricante (National Semiconductor Co., 2002), os sinais de controle são formados por uma entrada de “clock” para sincronismo (CLK), uma entrada “chip select” (CS) para habilitação do conversor e, uma entrada de dados DI (dados input) que possibilita a programação do canal a ser lido e se essa leitura é referenciada ao terra ou diferencial entre os canais. O resultado da conversão é externado pela saída DO (dados output) do conversor.

Em virtude da resolução do conversor ser de apenas 8 bits, a resolução dos sensores de pressão e vazão passou a ser de 3,04kPa e $7,81 \text{ l h}^{-1}$, respectivamente.

2.4 Programa computacional

O programa computacional, cuja versão executável encontra-se disponível no endereço eletrônico do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (<http://www.deg.ufla.br>), foi desenvolvido em linguagem de programação Borland Delphi, versão 4.0., e controla a operação do conversor analógico digital por intermédio de sinais enviados pela porta paralela do computador. Além desta função, o programa gerencia a transmissão dos dados digitais, transformados pelo conversor AD, para a CPU do computador. Essas informações são processadas e apresentadas na tela principal do programa em tempo real. Clicando-se sobre o botão “Leitura” (Figura 2), o programa passa a calcular os valores médios de vazão e pressão, de acordo com o intervalo e o número de leituras preestabelecidas, os quais são apresentados, após o término dos cálculos, na caixa “Coleta de Dados”. Simultaneamente é gravado um arquivo, denominado “AquiDados.txt”, contendo esses mesmos resultados, além da data e horário das leituras. Esse arquivo é atualizado a cada leitura e fica armazenado no diretório onde se encontra a versão executável do aplicativo.

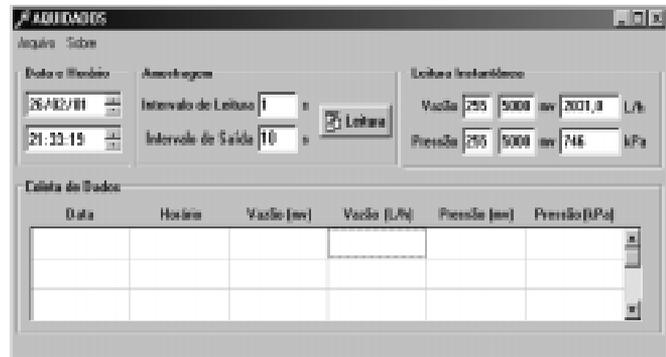


Figura 2 – Tela principal do programa AQUIDADOS.

Para o desenvolvimento do programa foi necessária a instalação do componente IOport apresentado por Vilela (1999), elaborado especialmente para permitir o controle da porta paralela em ambiente Delphi.

O endereço para comunicação com a porta serial é o 378h, o qual é utilizado como padrão na maioria dos computadores e no programa. Entretanto, alguns computadores podem estar configurados para utilizar o endereço 278h que, neste caso, deverá ser informado na paleta “Configuração” do menu “Arquivo” do programa (Figura 3).

Na referida paleta, existe a opção de substituir os coeficientes das equações que correlacionam pressão e vazão em função das diferenças de potenciais elétricos nas saídas dos sensores. Também podem ser alteradas as unidades dos parâmetros amostrados pelo programa.

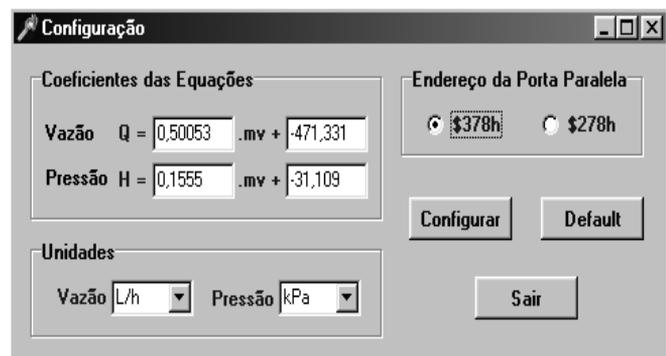


Figura 3 – Paleta “Configuração” do programa AQUIDADOS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a finalidade de demonstrar o uso do software e do periférico desenvolvidos neste trabalho, instalou-se um filtro do tipo hidrociclone em um circuito hidráulico fechado, objetivando avaliar a perda de carga (diferença de energia hidráulica total) para diferentes vazões que passam em seu interior.

As tomadas de pressão foram instaladas imediatamente antes e depois do hidrociclone, e conectadas ao sensor de pressão por meio de mangueiras com 4mm de diâmetro; posicionou-se o medidor de vazão após o registro de gaveta utilizado para o controle da vazão no interior da tubulação.

Na tela principal do programa estabeleceu-se que deveriam ser tomadas médias de sessenta leituras, em intervalos de um segundo.

Os resultados do ensaio, da maneira em que são armazenados no arquivo (formato "txt"), podem ser observados na Figura 4. Os títulos das colunas na primeira linha não aparecem na saída dos dados, mas podem ser introduzidos por meio de um editor de texto para facilitar a interpretação dos resultados

Data	Horário	Q(mv)	Q(L/h)	P(mv)	P(kPa)
26/02/02	17:41:28	1824	439,4	235	6
26/02/02	17:42:09	1941	520,9	275	12
26/02/02	17:42:45	2137	605,3	275	18
26/02/02	17:43:17	2333	706,4	373	23
26/02/02	17:44:07	2647	850,7	451	35
26/02/02	17:44:53	2784	923,3	471	42
26/02/02	17:45:28	2961	1014,0	490	52
26/02/02	17:45:58	3176	1115,0	569	65
26/02/02	17:46:27	3333	1203,0	667	73
26/02/02	17:47:02	3549	1306,0	804	87
26/02/02	17:47:38	3843	1454,0	843	109
26/02/02	17:48:05	4000	1542,0	980	119
26/02/02	17:48:30	4216	1627,0	1000	135
26/02/02	17:48:56	4373	1717,0	1157	147
26/02/02	17:49:24	4588	1828,0	1275	168
26/02/02	17:49:52	4784	1922,0	1373	183
26/02/02	17:50:20	4843	1960,0	1431	190
26/02/02	17:51:04	4941	1998,0	1392	195

Figura 4 – Resultados do ensaio do hidrociclone armazenados no arquivo "AquiDados.txt" gerado automaticamente pelo programa.

Os arquivos com extensão "txt" podem ser trabalhados em diversos tipos de programas, como por exemplo editores de texto, programas gráficos e planilhas eletrônicas. Isso constitui uma grande vantagem, tanto no sentido de economia de tempo como de eximir possíveis erros de digitação dos dados coletados.

Como exemplo da possibilidade de utilização do arquivo de dados em outros programas, na Figura 5 é apresentada, de forma gráfica e algébrica, a relação entre as variáveis vazão e perda de carga, obtida a partir da manipulação do arquivo "AquiDados.txt" na planilha eletrônica "Excel".

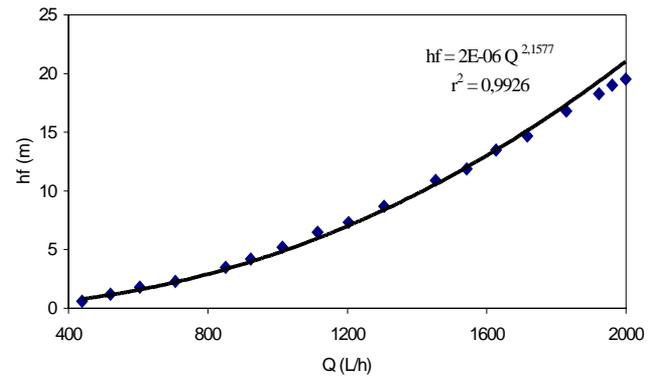


Figura 5 – Gráfico obtido por meio de planilha eletrônica, usando dados adquiridos pelo programa AQUIDADOS, relacionando a perda de carga (hf) em função da vazão (Q) observada no interior do hidrociclone.

4 CONCLUSÕES

As conclusões gerais sobre este trabalho são:

- o programa AQUIDADOS é relativamente simples, mas eficiente para obtenção de dados a partir de sinais analógicos ou digitais provenientes de sensores de pressão e vazão;
- pode-se montar periféricos para obtenção de sinais analógicos, simples e de baixo custo, a partir de componentes eletrônicos facilmente encontrados no mercado;
- a operação de conversores analógicos digitais pode ser feita por meio da porta paralela de microcomputadores, usualmente empregada para conexão da impressora, dispensando a necessidade de instalação de qualquer outro tipo de placa ou dispositivo nos computadores;
- é possível armazenar os dados provenientes dos ensaios em um arquivo, que pode ser trabalhado em outros aplicativos comerciais.

5 REFERÊNCIAS

BRAGA, N.C. Como funcionam os conversores A/D. Saber eletrônico, n.282, p.68-75, 1996.

- CRESTANA, S.; TORRE NETO, A.; INAMASU, R.Y.; MARTIN NETO, L.; VAZ, C.M.P.; CRUNIVEL, P.E. Automação e instrumentação na agropecuária. In: SILVA, F.M.; SILVA, M.S.; JÚNIOR, R.B. **Energia, automação e instrumentação**. Poços de Caldas: SBEA/UFLA/DEG, 1998. p.185-246.
- GERVÁSIO, E.S.; VILELA, L.A.A.; BOTREL, T.A.; FRIZZONE, J.A.; AMARAL, J.R. Controlador de irrigação via PC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBEA/UNIOESTE, 2001. CD-ROM
- GOMIDE, R. Monitoramento para manejo da irrigação: instrumentação, automação e métodos. In: FARIA, M.A., SILVA, E.L., VILELA, L.A.A., PEREIRA, G.M.. **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: SBEA/UFLA/DEG, 1998. p.133-238.
- NATIONAL SEMICONDUCTOR CO. Integrated silicon pressure sensor, on-chip signal conditioned, temperature compensated and calibrated. Disponível em: <http://www.national.com/pressuresensors>. Em 10/07/2001.
- NATIONAL SEMICONDUCTOR CO. ADC0831/ADC0832/ADC0834/ADC0838 8-bit serial I/O A/D converters with multiplexer options. Disponível em: <http://www.national.com/pressuresensors>. Em 22/01/2002.
- NORTON, H.N. **Handbook of transducers**. New Jersey: Prentice-Hall, 1989. 554p.
- SOARES, A.J. **Efeitos de três lâminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertirrigação no meloeiro em ambiente protegido**. 2001. 67f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SOUZA, R.O.M. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de irrigação automatizado para áreas experimentais**. 2001. 70f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- VILELA, E.D.D. Programação delphi para eletrônica. **Saber eletrônico**, n.320, p.4-11, 1999.
- ZOERB, G.C. Pressure and vacuum. In: HENRY, Z.A.; ZOERB, G.C.; BIRTH, G.S. **Instrumentation and measurement for environmental sciences**. St. Joseph: ASAE, 1991. cap.4, p.1-18.



SOFTWARE PARA CÁLCULO DA GEOMETRIA DE TANQUES VERTICAIS E HORIZONTAIS

Recebido para publicação em 06/04/2001

Aprovado para publicação em 30/10/2001

Lúcia Kumoto Katsuki¹, Paulo Cesar Razuk²

RESUMO: *Devido a grande utilização dos tanques nas indústrias inclusive no processamento de produtos agrícolas foi desenvolvido um sistema computacional utilizando a linguagem Borland Delphi 4[®], com o objetivo de calcular a geometria de tanques verticais e horizontais, além do cálculo da área de troca de calor da parte cilíndrica do tanque. O dimensional de tanques é definido através do cálculo das suas dimensões e é muito importante na otimização do uso de chapas diminuindo o custo na construção do tanque. A transferência de calor será mais eficiente quanto maior a área de troca de calor, assim o programa auxilia a determinar a geometria do tanque obtendo a maior área de troca de calor.*

Palavras-chave: *vasos de pressão, sistema computacional.*

SOFTWARE FOR CALCULATION OF THE GEOMETRY OF VERTICAL AND HORIZONTAL TANKS

ABSTRACT: *Due to great use of the tanks in the industries besides in the processing of agricultural products a computational system was developed using the Borland Delphi 4[®] language, capable to calculate the geometry of vertical and horizontal tanks, besides the calculation of the area of change of heat of the cylindrical part of the tank. The dimensional of tanks is defined through the calculation of its dimensions and it is very important in the optimization of the use of foils decreasing the cost in the construction of the tank. The transfer of heat will be more efficient as larger the area of change of heat, the program aids like this to determine the geometry of the tank obtaining the largest area of change of heat.*

Keywords: *pressure vessels, computational system.*

1 INTRODUÇÃO

Os tanques são importantes equipamentos de processo, capazes de conter um fluido, nos quais os mais diversos produtos podem sofrer transformações físicas e/ou químicas. Podem ser utilizados para armazenagem, manuseio ou distribuição de fluidos em refinarias de petróleo, indústrias químicas, petroquímicas, alimentícias, farmacêuticas e em terminais de armazenagem.

Os tanques podem operar sob pressão ou estarem sujeitos

a pressão atmosférica e podem ser construídos na posição vertical ou horizontal. Um tanque compõe-se basicamente do costado e dos tampos. Os tampos são peças de fechamento do tanque, cujos formatos mais usuais são: semi-elíptico, toro esférico, semi-esférico, difusor, toricônico, cônico e plano. Os vasos horizontais são muito utilizados principalmente para permutadores de calor e para a maioria dos vasos de acumulação. O cálculo da área de troca de calor auxiliará na definição da geometria do tanque, visando gerar um modelo que proporcione maior área diminuindo o tempo e custo da operação envolvida nos permutadores de calor.

1 professora assistente doutor, Departamento de Computação, Universidade Estadual Paulista, Av Luis Edmundo C. Coube s/n 17033-360, Bauru, SP, lucia@fc.unesp.br, fone/fax (14) 221-6034

2 professor titular, Departamento Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Av Luis Edmundo C. Coube s/n 17033-360, Bauru, SP, pcrazuk@uol.com.br, fone/fax (14) 221-6119.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O software apresentado por Katsuki (1999) foi aprimorado possibilitando calcular a geometria de tanques horizontais com seção transversal circular e o valor da área de troca de calor da parte cilíndrica do tanque.

Foi utilizado no desenvolvimento do trabalho um microcomputador padrão IBM PC, equipado com microprocessador Pentium, com velocidade de processamento de 166 Mhz, 64 MBytes de memória, 2GBytes de disco rígido, resolução de vídeo de 800x600 pixels, 16 milhões de cores, sistema operacional Microsoft Windows 98[®] e a linguagem de programação Delphi 4[®].

A metodologia utilizada na definição da geometria do tanque vertical foi apresentada em Katsuki (1999). Os conceitos sobre tanques horizontais e área de troca de calor estão apresentados a seguir.

2.1 Tanque Horizontal

Um vaso horizontal de seção transversal circular pode possuir tampos toro esféricos ou semi-elípticos. O tampo toro esférico é constituído por uma calota central esférica e por uma seção toroidal de concordância, de raio r . Como a American Society of Mechanical Engineers (ASME, 1998), seção VIII, exige para o raio r o valor mínimo de 6 %, foi adotado neste trabalho o valor de r igual a 10% do diâmetro. O tampo semi-elíptico possui as seções transversais como uma semi-elipse geométrica perfeita utilizando a relação 2:1 entre os eixos.

O volume real, V_R , de um vaso horizontal de seção circular é obtido pela equação (1) definida por Bednar (1994).

$$V_R = 0,785 L D^2 + 1,0472 D^2 H_T \quad (1)$$

onde L é comprimento do costado e D o diâmetro do vaso.

A altura do tampo, H_T , será definido pelas equações (2) e (3) para tampos toro esféricos e semi-elípticos, respectivamente.

$$H_T = 0,194 D + H_S \quad (2)$$

$$H_T = 0,25 D + H_S \quad (3)$$

onde H_S é a altura da parte reta, ou saia, exigida pela norma ASME (1998). A parte reta é uma pequena seção

cilíndrica incorporada ao tampo estabelecendo uma certa distância entre a linha de tangência e a linha de solda. Esta seção evita uma distribuição irregular e concentração de tensões na região de transição de formato.

De acordo com Bednar (1994), recomenda-se:

$$L = 2,3 D \quad (4)$$

Considerando que o volume real é obtido do volume útil acrescido de 10%, então tem-se

$$V_R = 1,1 \cdot V_U \quad (5)$$

onde V_U é o volume útil do vaso fornecido na especificação do projeto.

Igualando as equações (1) e (5) e substituindo a equação (4) tem-se:

$$1,1 V_U = 1,806 D^3 + 1,0472 D^2 H_T \quad (6)$$

Aplicando em (6) as equações (2) e (3) e adotando o valor 0,020 m para a altura da parte reta dos tampos, obtém-se respectivamente, para tampos toro esféricos e semi-elípticos, as equações (7) e (8).

$$2,01 D^3 + 0,021 D^2 - 1,1 V_U = 0 \quad (7)$$

$$2,07 D^3 + 0,021 D^2 - 1,1 V_U = 0 \quad (8)$$

Como o volume útil será fornecido, estas equações são do terceiro grau em função de uma única variável e possível de se determinar. Assim, para definir a geometria do vaso horizontal com tampos toro esféricos e semi-elípticos, resolvem-se as equações (7) e (8), respectivamente, para obter o diâmetro. O comprimento do costado é calculado através da equação (4).

O comprimento total do vaso é dado por:

$$H = L + 2 H_T \quad (9)$$

Para efeito de cálculo de custos, calcula-se o total de material utilizado na construção do vaso, através do seu peso. O peso depende do total de chapa e do peso específico do material empregado.

A chapa utilizada na construção do tampo é obtida pela equação (10) definida por Souza & Razuk (1996) que fornece a área, A_T , do tampo.

$$A_T = \left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{D_{PT}}{1000}\right)^2 \quad (10)$$

onde o diâmetro planejado do tampo, D_{PT} , é calculado, respectivamente, para tampos toro esférico e semi-elíptico, pelas equações (11) e (12).

$$D_{PT} = 1110 D + 1,57 E_T + 2 H_S + 20 \quad (11)$$

$$D_{PT} = 1180 D + 1,57 E_T + 2 H_S \quad (12)$$

onde E_T é a espessura do tampo.

A área do costado é calculado por:

$$A_C = \pi \left(D + \frac{E_C}{1000} \right) \left(L - \frac{H_S}{500} \right) \quad (13)$$

onde E_C é a espessura da chapa do costado.

O peso total do vaso é obtido da equação:

$$P = (A_C E_C + 2 A_T E_T) \frac{CA}{1000} \quad (14)$$

onde CA , peso específico do material utilizado, vale 7920 kg/m^3 no caso do aço inoxidável e 7800 kg/m^3 para o aço-carbono.

2.2 Área de Troca de Calor

De acordo com Kern (1980) a transmissão de calor é a ciência que trata das taxas de troca de calor entre um corpo quente denominado fonte e um corpo frio denominado receptor. A superfície para aquecer e esfriar vasos agitados pode ser fornecida pela jaqueta externa ou por serpentina interna. Bondy et al. (1983) dão preferência ao uso de jaqueta devido aos seguintes fatores: materiais de construção mais baratos, menor possibilidade de contaminação, limpeza e manutenção mais fáceis e maior área de transferência de calor.

A jaqueta convencional é uma parede extra ao redor da parte cilíndrica. Esta cobertura extra cria um espaço anular, geralmente concêntrico, entre as superfícies externas do tanque e interna da jaqueta. É possível recobrir a parte cilíndrica e o tampo inferior, só a parte cilíndrica ou parte dela ou só o tampo inferior.

A área de troca de calor da parte cilíndrica, A_{TC} , de um vaso com jaqueta é definida por Steve (1998), pela equação (15).

$$A_{TC} = \pi (D + E_C) H \quad (15)$$

onde D é o diâmetro interno, E_C a espessura da chapa da parte cilíndrica e H a altura da parte cilíndrica.

O cálculo do diâmetro do tanque varia para cada tipo de tampo inferior e depende dos dados definidos de acordo com as necessidades do processo, tais como, volume real, V_R , da relação, D/H , entre o diâmetro e a altura; e principalmente do tipo de tampo inferior utilizado. Sendo mais usuais os tampos toro esférico, semi-elíptico, semi-esférico, difusor, toricônico, cônico e plano. Para os tanques com tampo inferior toro esférico com raio de concordância igual a 10% a equação para o cálculo do diâmetro é definido pela equação (16). As equações do diâmetro para os outros tipos de tampo podem ser encontrados em Katsuki (1999).

$$D = \left(\frac{V_R}{\frac{\pi}{4DH} + 0,09708} \right)^{1/3} \quad (16)$$

Segundo Telles (1996) a espessura da chapa de um tanque deve atender a espessura mínima para garantir a sua estabilidade estrutural e deve resistir à pressão interna.

A espessura de resistência estrutural, e_s , garante a montagem do tanque e evita um colapso pelo próprio peso ou por ação do vento. Souza & Razuk (1996) sugerem para determinação desta espessura, em milímetros, para o aço-carbono e para o aço inoxidável, respectivamente, as expressões:

$$e_s = 2,5 + D + S_c$$

$$e_s = 1,6 + D \quad (17)$$

A sobresspessura para corrosão, S_c , é um acréscimo de espessura, que se aplica ao aço-carbono, destinado a ser consumido pela corrosão ao longo da vida útil prevista para o tanque. Na prática, adotam-se para a sobresspessura os valores apresentados na Tabela 1.

meio	sobresspesura (mm)
pouco corrosivo	1,5
medianamente corrosivo (normal)	3
muito corrosivo	4 a 6

Tabela 1 — Sobresspesura para corrosão em vasos de aço-carbono

Em tanques pressurizados a espessura da parede do tanque e de seus tampos, aumentam para resistir à pressão interna. O código ASME (1998), Seção VIII, Divisão 1, fornece as equações para cálculo do valor mínimo para a espessura da parte cilíndrica e de cada tampo do tanque. Os tipos de tampos permitidos em tanques pressurizados são semi-elíptico, toro esférico, cônico e toricônico. O valor da espessura mínima em tanques pressurizados para os cascos cilíndricos deve ser calculado por:

$$e = \frac{PR}{SE - 0,6P} + S_c \quad (18)$$

onde P é a pressão interna de projeto, R o raio interno do cilindro, S é a tensão admissível do material, E coeficiente de eficiência de solda, S_c a sobresspesura para corrosão. A tensão admissível do material é obtida do código ASME (1998) e depende da especificação do material e da temperatura de projeto do tanque. Foi adotado, na implementação do software, o método de radiografia para a inspeção de soldas e cujos coeficientes estão mostrados na Tabela 2.

	Grau de inspeção		
	Radiografia total	Radiografia parcial	Não radiografada
Coefficiente de eficiência	1,00	0,85	0,70

Tabela 2 — Coeficientes de eficiência de solda.

A espessura final, E_C, a ser adotada será a espessura comercial da chapa imediatamente superior à mínima necessária para atender a espessura mínima para garantir a sua estabilidade estrutural e para resistir à pressão interna.

3 RESULTADOS

A figura (1) apresenta a tela principal do programa, onde

aparecem as suas opções, sendo o cálculo da geometria de tanques verticais, de tanques horizontais e o cálculo da agitação. A rotina para cálculo da agitação foi apresentada por Katsuki & Razuk (2000).



Figura 1 — Tela principal do programa.

Para o cálculo da geometria de tanques verticais, foi necessário o uso de quatro páginas para melhor distribuir as várias informações envolvidas.

A tela exibida na figura (2) apresenta a página onde o usuário fornece as características do tanque, tais como o tipo, atmosférico ou pressurizado; o tipo dos tampos superior e inferior; o material empregado na fabricação, aço inoxidável ou carbono; os parâmetros iniciais e os ângulos dos vértices para o caso de tampos toricônicos e cônicos.



Figura 2 — Características do tanque para cálculo da geometria do tanque vertical.

Na segunda página do módulo, mostrada na figura (3), é exibido o valor calculado para a espessura mínima que garante a resistência estrutural e aguarda o fornecimento

da temperatura de operação. Para o caso de tanques pressurizados é necessário o cálculo da espessura para garantir a pressão interna. O valor da pressão interna e o grau de inspeção para cada tempo e para o costado, são solicitadas em caixas que só serão exibidas neste caso. O botão *Calcular* provocará a exibição da espessura mínima para a pressão interna e a adotada para cada tempo e para o costado. É adotada a espessura comercial mais próxima, tendo o usuário a possibilidade de alterá-la.



Figura 3 — Espessura das chapas utilizadas na fabricação do tanque atmosférico.

A figura (4) mostra a terceira página onde é informada a altura da parte reta do tanque. Como esta altura depende da espessura das chapas, o programa mostra novamente os valores adotados para a espessura das chapas. A maioria dos projetos adota a sugestão dos fabricantes, mas o programa permite o fornecimento de diferentes valores, após mostrar uma mensagem de confirmação.

O botão *Calcular geometria* deverá ser pressionado após o fornecimento de todos dados, causando a exibição dos resultados na última página, mostrada na figura (5). Os dados obtidos da geometria do tanque são o volume, a altura, a área e peso da chapa utilizada na construção do tanque. O programa mostra também a cota da superfície livre e a área de troca de calor da parte cilíndrica do tanque.

O usuário deve analisar a área de troca de calor obtida através dos parâmetros fornecidos, verificando se com este valor a transferência de calor será eficiente. Alguns parâmetros poderão ser alterados a fim de se obter maior área de troca de calor, conforme a necessidade e exigências do processo.

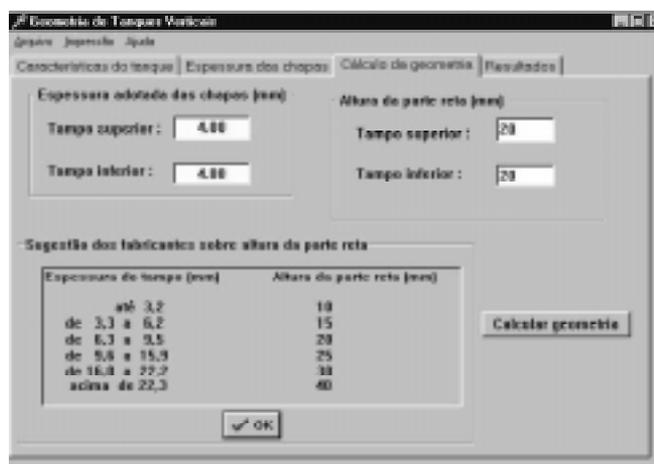


Figura 4 — Fornecimento da altura da parte reta.

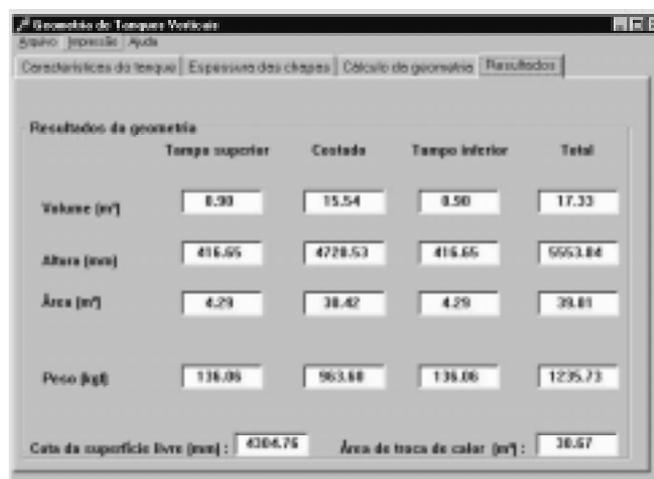


Figura 5 — Resultados da geometria do tanque vertical pressurizado.

Com o objetivo de se ter um software de fácil manipulação e auto-explicativo, o programa apresenta três opções em uma barra no alto da tela, sendo denominadas *Arquivo*, *Impressão* e *Ajuda*. A primeira opção, permite abrir, salvar ou salvar como, um arquivo de texto contendo os parâmetros e resultados obtidos do cálculo da geometria de tanque vertical. A opção de impressão abre nova janela onde será exibido o relatório que poderá ser impresso. Em todas páginas exibidas pelo programa, o usuário pode solicitar ajuda através da opção existente na barra ou através de botões colocados próximos aos campos correspondentes. Como exemplo, a figura (6) ilustra a janela contendo informações sobre o tempo toroesférico, exibida após pressionar o botão *Informação* da tela mostrada na figura (2).

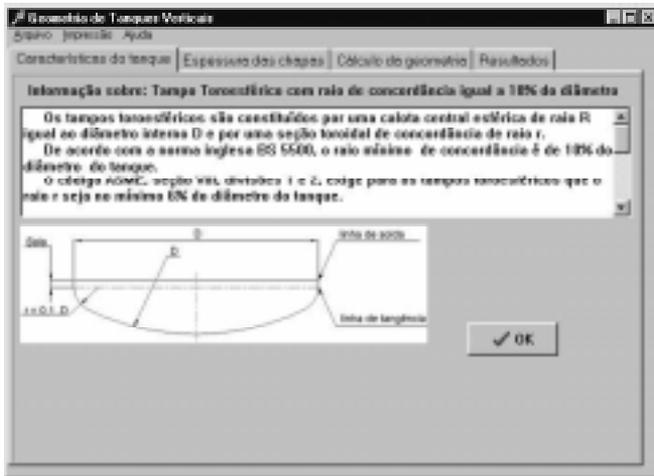


Figura 6 — Informação exibida sobre o tampo toroesférico 10%.

O programa permite além do cálculo da geometria de um tanque vertical, o cálculo da geometria de um tanque horizontal, utilizando a tela exibida na figura (7), também de forma clara e simples. Na parte superior da tela o usuário fornece as características do tanque, tais como o tipo dos tampos, semi-elíptico 2:1 ou toroesférico; o material empregado na fabricação, aço inoxidável ou carbono; o volume útil e a espessura do costado e dos tampos. O usuário pode selecionar a especificação do material numa lista vertical disponível.

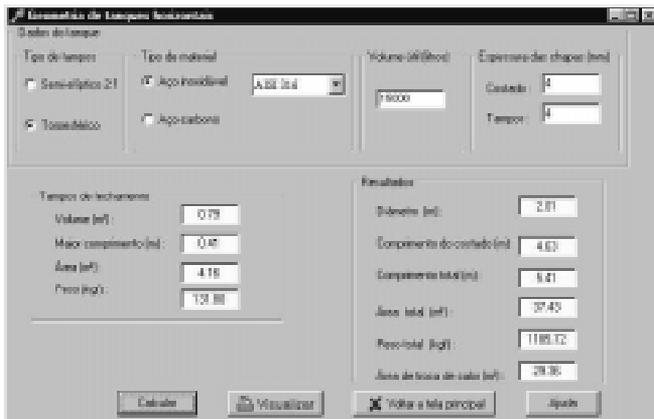


Figura 7 — Cálculo da geometria de tanques horizontais.

O botão *Calcular* provocará a exibição dos dados calculados na parte inferior da tela, referentes aos tampos de fechamento e os resultados da geometria.

Para impressão do relatório contendo os dados da geometria do tanque horizontal deve-se inicialmente pressionar o botão *Visualizar*. Isto causará a abertura de nova janela mostrando na tela o relatório a ser impresso. Para efetuar

o encerramento do programa deve-se pressionar o botão *Voltar a tela principal*.

4 CONCLUSÃO

O sistema computacional gerado proporcionou a obtenção de resultados na determinação de parâmetros referentes a geometria de tanques verticais e de tanques horizontais, bem como o valor da área de troca de calor, de maneira rápida e eficiente. O sistema apresenta a facilidade de comunicação com o usuário, auxiliando através de várias mensagens e de recursos para obtenção de informações teóricas e técnicas. Desta maneira, o sistema auxilia o usuário a informar os parâmetros que melhor se ajustam a suas necessidades, fornecendo a possibilidade de alterar os parâmetros já gravados anteriormente a fim de adequar a novas situações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASME. 1998 **ASME Boiler and Pressure Vessel Code**. Seção VIII divisão 1. EUA: The American Society of Mechanical Engineers, 1998. p.633-41.
- BEDNAR, P.E.H. **Pressure Vessel Design Handbook**. 1.ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1994. 431p.
- BONDY, F., LIPPA, S. Heat transfer in agitated vessels. **Chemical Engineering**. April, p.62-71, 1983.
- KATSUKI, L. K. **Sistema integrado computacional auxiliar na definição da geometria e agitação de tanques atmosféricos e pressurizados, aliado a técnicas de extração**. Botucatu, 1999. 176p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.
- KATSUKI, L. K., RAZUK, P. C. Cálculo da potência necessária na agitação de fluidos, utilizando um software computacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXIX, 2000, Fortaleza,. **Anais...**, Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. CD_ROM.
- KERN, D.Q. **Processos de Transmissão de Calor**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1980. 671p.
- SOUZA, E., RAZUK, P.C. **Operações Unitárias no Tratamento do Xarope de Açúcar**. Bauru: EDIPRO, 1996. 319p.
- TELLES, P.C.S. **Vasos de Pressão**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. 302p.



VISUALIZAÇÃO DE MAPAS NA INTERNET: Protótipo de um Atlas Digital Interativo¹

Recebido para publicação em 30/04/2001

Aprovado para publicação em 04/10/2001

Ricardo de Miranda Kleiner², Arlete A. C. Meneguette³

RESUMO: *Este trabalho apresenta o protótipo de um Atlas Digital Interativo, elaborado para ser disseminado via World Wide Web (WWW), auxiliando na apresentação da 10ª Região Administrativa do Estado de São Paulo, com destaque ao município de Presidente Prudente. O protótipo do Atlas foi desenvolvido visando democratizar essa informação cartográfica. Na construção deste protótipo foram utilizados mapas analógicos e digitais de fontes diversas, sendo necessária a conversão, compilação, compactação e compatibilização destes dados. O Protótipo possibilita utilizar dados estáticos e dinâmicos, havendo assim, a integração de diversos tipos de mídia tais como: textos, imagens, mapas etc.. O presente trabalho relata uma breve abordagem sobre os conceitos necessários para o desenvolvimento do protótipo utilizando uma estrutura SIG (Sistema de Informações Geográficas) e os resultados obtidos após desenvolvimento e algumas conclusões sobre o tema abordado.*

Palavras-chave: *mapas, internet, SIG*

MAPS VISUALIZATION ON INTERNET: Digital Interactive Atlas's Prototype

ABSTRACT: *This paper presents the prototype of a Digital Interactive Atlas, which was developed for visualization in the World Wide Web (WWW), in order to support the presentation of the 10th Administrative Region of São Paulo State, with emphasis on Presidente Prudente county. The Atlas's prototype aimed at making available the cartographic information, contributing to the democratization of access to that information. For the development of the prototype were used analogic and digital maps from different sources, it was necessary to make conversion, compilation, compression and compatibilization of this data. The prototype allows to use static and dynamic data, as well as the integration of diverse kinds of media, for example: texts, images and maps etc.. This paper make a brief reports for the concepts which were necessary for the development of the prototype using a GIS (Geographic Information System) structure and then it presents the final product obtained after the implementation. Finally, some conclusions are presented.*

Keywords: *maps, internet, GIS.*

¹ Artigo baseado na dissertação: **Atlas Digital Interativo: Protótipo para Disponibilização via WWW**, defendida e aprovada junto ao Programa de Pós-graduação em Ciências Cartográficas da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Unesp - Campus de Presidente Prudente, dezembro 2000.

² Engenheiro Cartógrafo e Mestre em Ciências Cartográficas pela FCT-Unesp, kleiner@stetnet.com.br.

³ Engenheira Cartógrafa pela FCT-Unesp, PhD em Fotogrametria pela Universidade de Londres, Professora Livre Docente do Departamento de Cartografia da FCT-Unesp, arlete@prudente.unesp.br.

1 INTRODUÇÃO

Antigamente, levava-se dias para ocorrer comunicação entre duas localidades; hoje é bem diferente, os meios de comunicação modernos levam a informação instantaneamente de uma localidade a outra, de casa em casa.

É muito comum nos dias de hoje, encontrar-se mapas disponibilizados na Internet permitindo aos usuários fazerem consultas, por exemplo, da localização de endereços de amigos, pontos comerciais, roteiros turísticos, rotas de viagens etc. Por que não, utilizar-se da velocidade dos meios de comunicação modernos, como a Internet, para divulgar e propagar informações cartográficas de uma parte a outra do planeta, de casa em casa?

Mapear as informações da região onde se vive é muito importante, porque assim pode-se posicionar e movimentar-se ao redor de onde se vive, como também, deslocar-se com precisão para outras localidades. O conjunto de mapas sobre um lugar, com um tema determinado e um formato definido, é denominado Atlas.

Com a disponibilização da geoinformação *on-line*, um maior número de usuários terá acesso a mapas, tanto para consulta quanto para a criação interativa de novos produtos de informação. A capacidade cada vez maior das redes de telecomunicações provê acesso a grandes repositórios de informações armazenados em servidores de dados remotos. Fundamentado nessa informação e nas ferramentas de processamento de dados *on-line*, os usuários poderão se beneficiar do mapeamento à distância. As tecnologias que se desenvolvem continuamente propiciam ainda mais o desenvolvimento dos mapas e dos atlas digitais.

Os mapas interativos na Internet podem, basicamente, ter seus dados, segundo Kleiner (2000), provenientes de três fontes: documentos cartográficos analógicos (papel), cartografia digital e tecnologia SIG (Sistema de Informações Geográficas). Na Figura 1 pode-se ver o esquema de distribuição de dados geográficos na Internet

Uma das formas de tornar um atlas interativo na Internet ou Intranet é que ele seja construído com uma ferramenta SIG, com o intuito de aproveitar todo o dinamismo que uma base de dados implementada em um SIG pode oferecer. Um SIG abrange disciplinas como a Cartografia, a Geografia, a Estatística, a Informática, dentre outras, ou seja, é multi-disciplinar, necessitando para sua compreensão do estudo de diversas áreas do conhecimento, desta forma, o SIG é um integrador de tecnologias, pessoas e dados.

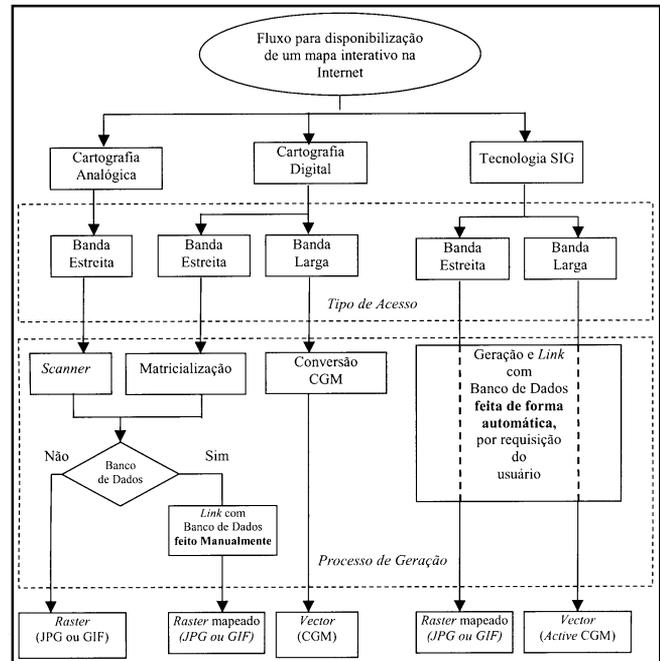


Figura 1 — Mapas interativos na Internet

Fonte: KLEINER (2000)

Segundo Câmara et al. (1996), os aplicativos utilizados para armazenar os dados geoespaciais de um SIG são desenvolvidos em três tipos de arquiteturas: dual, campos longos e campos estendidos.

Os bancos de dados geográficos com arquitetura campos longos, onde as informações geográficas são acessadas pelo aplicativo SIG, permitem que se possam armazenar as alterações e disponibilizá-las em tempo real para os usuários. Um campo (coluna) de uma tabela com capacidade de armazenar a geometria de um objeto é chamado de BLOB (*Binary Large Object*), o que torna mais fácil o gerenciamento da temporalidade, sendo um procedimento muito comum no banco de dados da Oracle (*Short e Large Transaction*), o que ajuda a vencer a barreira da temporalidade em um SIG implantado na arquitetura de campos longos. Outros Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Relacionais (SGBDR) também permitem estes procedimentos no gerenciamento da informação, mas nem todos, ainda, permitem o armazenamento da geometria de um objeto em uma coluna de uma tabela (BLOB).

A Internet é uma rede internacional de computadores que conecta milhões de usuários tais como: universidades, forças armadas, órgãos governamentais, empresas privadas e residências. Isto é possível porque toda a comunicação é feita por linha telefônica, redes de fibra ótica e através de satélites.

A Intranet utiliza os mesmos recursos da Internet existindo basicamente duas diferenças, a primeira é que a Intranet é de uso interno de uma empresa ou corporação e a outra diferença é quanto à velocidade de acesso, por ser de uso interno, utiliza a rede interna de comunicação entre os computadores da empresa, que normalmente têm velocidades entre 10 e 100 Mbits por segundo. Os mapas interativos podem ser utilizados tanto na Intranet quanto na Internet. Na Intranet, a requisição de um usuário terá uma resposta mais rápida, devido a velocidade de comunicação proporcionada pela rede interna da empresa.

O acesso é um fator muito importante, definido pela velocidade de conexão e o tipo de conexão, pois independente de todo o avanço tecnológico, a Internet ainda é muito lenta para a maioria dos usuários, com uma velocidade de acesso em torno de 1 a 3 Kbps e este tipo de acesso é conhecido como Banda Estreita. Hoje, estão sendo disponibilizados acessos mais rápidos, denominada de Banda Larga, variando entre 256 Kbps e 1,5 Mbps no envio de dados da operadora para o provedor e, depois, para o usuário (downstream), de acordo com a Brasil Telecom (2000), existindo uma competição muito grande entre as televisões a cabo e as companhias telefônicas. A primeira, utilizando as redes de cabos de fibra ótica (*Cable Modem*), que estão presentes nas cidades do país que possuem televisões por assinatura a cabo (TVA, NET, Multicanal), possibilitando ao usuário um acesso de maior velocidade, vinte e quatro horas por dia e a um custo acessível. A segunda opção está sendo oferecida pelas companhias telefônicas que, nas áreas onde as linhas são digitais, utiliza-se o **ADSL** (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*), que permite uso simultâneo com a linha telefônica/fax, com acesso permanente, representando o fim da linha ocupada.

Pavani & Negromonte (2000) citam que existem mais três modos de se acessar a Internet: via **RDSI** (Rede Digital de Sistemas Integrados), **MMDS** (Multichannel Multipoint Distribution Services) e **WLL** (Wireless Local Loop).

O acesso via **RDSI** é uma opção intermediária entre o dial-up e o **ADSL**, que faz passar dois canais de comunicação pelo par de fios de cobre do telefone: um para voz e outro para dados, cada um com 64 Kbps. Se o usuário estiver usando a linha apenas para Internet, ambos os canais convergem para dados, oferecendo 128 Kbps de velocidade. Quando o telefone tocar, pode-se atender e conversar, que a linha não vai cair, apenas a velocidade

da conexão abaixa para 64 Kbps. Na prática, o que se tem são duas linhas telefônicas no mesmo fio de anticamente.

A tecnologia **MMDS** é a mesma que leva TV por assinatura para regiões não atendidas por cabo. Sua antena pode conectar-se via radiofrequência a um backbone Internet, permitindo acesso unidirecional ou bidirecional com velocidade variando entre 64 Kbps e 1.5 Mbps.

A outra opção de acesso à Internet via rádio é a que utiliza uma antena parabólica (sistema **WLL**) ou uma antena comum de rádio para trocar sinais digitais com o micro. Mas a maioria das empresas que oferece esse serviço tem como foco o mercado corporativo ou condomínios, com preços variados conforme a quantidade de usuários.

Em todos os casos em que são viabilizadas aplicações em banda larga: vídeos, áudio, e interações em três dimensões (jogos), é facilitada a transferência de arquivos deste gênero com altíssima velocidade, facilitando e oferecendo, desta forma, a oportunidade de explorar um conteúdo muito mais rico e atrativo na Internet, sem tempo de espera prolongado.

Segundo Levinson & Rubin (1998), a velocidade de acesso à Internet é afetada por cinco fatores:

- A velocidade de processamento do servidor que envia suas informações;
- A velocidade de conexão entre o servidor, onde estão suas informações, e a Internet;
- O volume de dados enviados em cada transação;
- A velocidade de transferência de dados entre a conexão de seu servidor e a localização do cliente; e
- A velocidade do computador e da conexão da Internet com o terminal do cliente.

A questão da segurança surge como uma das maiores preocupações de usuários e provedores da WWW, sendo dividida por Kleiner (2000) em quatro aspectos: sistema operacional, informações ou dados, integridade dos dados e acesso aos dados e ao servidor.

Segundo Willie & Koller (1999), para o usuário ter acesso a uma página, são executadas quatro verificações de acesso:

- Restrições do Endereço IP (Internet Protocol);
- Autenticação do usuário;
- Permissões para o diretório do IIS (Internet Information Server);
- Permissões para diretório e arquivos do IIS;

As três primeiras são recursos do próprio IIS, enquanto as permissões do NTFS (*Windows NT File System*) são parte da segurança do Windows NT.

Os mapas interativos podem ser implementados com diferentes tipos de interações, já nos mapas para análise de dados a interação necessária para a obtenção de informações é possível apenas quando os dados estão armazenados em algum software que utiliza a tecnologia SIG, por causa da estrutura topológica que esta tecnologia oferece.

No caso da Internet, para a disponibilização de mapas interativos, não se faz necessária a utilização de ferramentas SIG, mas no caso destas serem utilizadas, existirão vantagens, tendo em vista que uma base de dados é um investimento e torna-se ainda mais valiosa com o passar do tempo, enquanto que o hardware e o software se depreciam. Muitas vezes, os dados de um projeto disponibilizado na Internet são apenas uma pequena parte de um grande projeto, e os beneficiários que acessam esta pequena parte são os internautas, que podem obter dados atualizados já que em projetos SIG as atualizações são feitas constantemente, além do que, um SIG é também um gerenciador da base de dados cartográficos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Na implementação do Protótipo do Atlas Interativo Digital foram utilizados os seguintes aplicativos de geoprocessamento: MGE (Modular GIS Environment), Geomedia e Geomedia Web Map da Intergraph Corporation.

Para a implementação, escolheu-se a região de Presidente Prudente, que está localizada no extremo Oeste do Estado de São Paulo. O Município de Presidente Prudente, sede da 10ª Região Administrativa do Estado de São Paulo, está situado próximo à Hidrovia Tietê-Paraná, estando a 90 km da divisa do Estado do Mato Grosso do Sul e a 70 km da divisa do Estado do Paraná, como pode ser visto na Figura 2.



Figura 2 — 10ª Região Administrativa do Estado de São Paulo, com destaque para o Município de Presidente Prudente

Fonte: Kleiner 2000

É um local estratégico, considerando-se o Mercosul, e tem sido também foco de atenção por parte dos diversos setores da sociedade, principalmente devido às ocupações de terra associadas à reforma agrária.

Escolhida a área para o desenvolvimento projeto, iniciou-se modelagem dos dados com a criação do modelo conceitual do atlas para permitir a visualização dos dados a serem empregados no projeto e seus relacionamentos, sem se preocupar com os problemas da implantação.

O modelo de representação é importante para se obter uma visão geral do projeto, facilitando o trabalho do implantador, através da identificação das categorias, feições e tabelas associadas.

O armazenamento final do projeto no banco de dados, utilizando uma arquitetura de campos longos, foi feito em coordenadas geográficas (longitude, latitude) e o Datum escolhido foi o SAD69. O software empregado na disponibilização dos dados para os internautas foi o Geomedia WEB Map (Intergraph CO), que permite que as transformações de sistema de projeção e Datum sejam *on the fly*.

O ideal em qualquer projeto é o aproveitamento de arquivos que já tenham sido convertidos do meio analógico para o meio digital pelos órgãos oficiais ou que sejam convertidos de fontes oficiais, com metodologia que mantenha a fidelidade dos dados no processo de conversão do meio analógico para o meio digital. A conversão deve ser executada criteriosamente, visto que, uma base bem convertida (de boa qualidade) pode ser utilizada por muitas outras organizações evitando, desta forma, um desperdício de recursos financeiros, pois ela pode ser aproveitada para muitas outras finalidades.

Um ponto a ser considerado é a precariedade de informações cartográficas disponibilizadas aos usuários no Brasil, portanto, deve-se trabalhar com o que está disponível, tomando-se os devidos cuidados, na conversão, compatibilização e utilização destes dados, para que o resultado final não seja comprometido.

De um lado, a precariedade dos mapas no Brasil, do outro, usuários que anseiam por informações atualizadas e disponibilizadas de forma rápida, onde a Internet vem suprir em parte esta necessidade. Mas a grande maioria dos internautas que buscam mapas na rede, não checam a qualidade dos mesmos (precisão ou exatidão) devido às suas necessidades que normalmente são apenas para informação e localização, como também, eles não têm meios de proceder a este tipo de verificação utilizando o browser da internet, mas isto não significa que eles prescindam de dados confiáveis, por isto, é de suma importância que todas as conversões e digitalizações sejam feitas com critérios que possam atingir a máxima precisão e exatidão permitida.

O processo de conversão de mapas analógicos em digitais deve ser tratada com muita atenção e segundo Kleiner & Meneguette (1999), o processo de digitalização (*scanner*) de um documento é muito importante porque se o equipamento a ser utilizado, a metodologia de georreferenciamento e vetorização não forem adequadas, o resultado final deste processo irá influir diretamente na qualidade final dos dados que serão vetorizados.

Segundo diversos autores, existem quatro tipos de vetorização: empregando mesa digitalizadora, diretamente na tela do monitor (*heads up*), automática e semi-automática (interativa) e no presente trabalho foram

empregados todos os quatro métodos conforme pode ser visto em Kleiner (2000).

Para o aproveitamento de arquivos vetoriais preexistentes a primeira providência a ser tomada é a verificação da linhagem (*lineage*) do documento cartográfico a ser utilizado, o que implica em saber:

- Qual é a fonte?
- Qual é a data de publicação da carta, escala, sistema de projeção e Datum da carta em papel? e
- Qual a metodologia de vetorização empregada?

Estas perguntas são importantes porque conhecendo-se a fonte, sabe-se se a carta é de órgão oficial ou não; a data do levantamento que originou a carta mostra o quanto a informação está atualizada e com a escala pode-se verificar se a informação poderá ser útil para o projeto.

Dados da região e do Município foram coletados a partir de diversas fontes, sendo então convertidos para o formato vetorial por metodologias distintas, e finalmente, foram compatibilizados e ajustados em um mesmo sistema de projeção. Tanto os materiais quanto as metodologias são detalhadas por Kleiner (2000).

A inserção das informações vetoriais no SIG foi feita em três etapas:

- Transformação dos vetores em feição;
- Validação topológica (consistência lógica); e
- Carga do Banco de Dados.

A conversão para campos longos (BLOBs) foi realizada por feições separadamente (Rios, Municípios, vias, escolas etc.) porque cada tipo de feição (pontual, linear e de área) exige um tipo de tratamento para o aplicativo Geomedia acessar os dados no Projeto MGE.

O acesso aos dados armazenados em um SIG, através da Internet, pode ocorrer de diversas formas e com escalas distintas, por isto no projeto adotou-se três escalas básicas de visualização para os dados: uma página de entrada com ênfase na região, outra no município e uma terceira na área urbana.

A idéia básica da página de navegação do Protótipo pode ser vista na figura 3. É importante ressaltar que, se não houver um planejamento de como será a navegação, não é possível se iniciar qualquer tipo de trabalho de construção de um site na Internet.

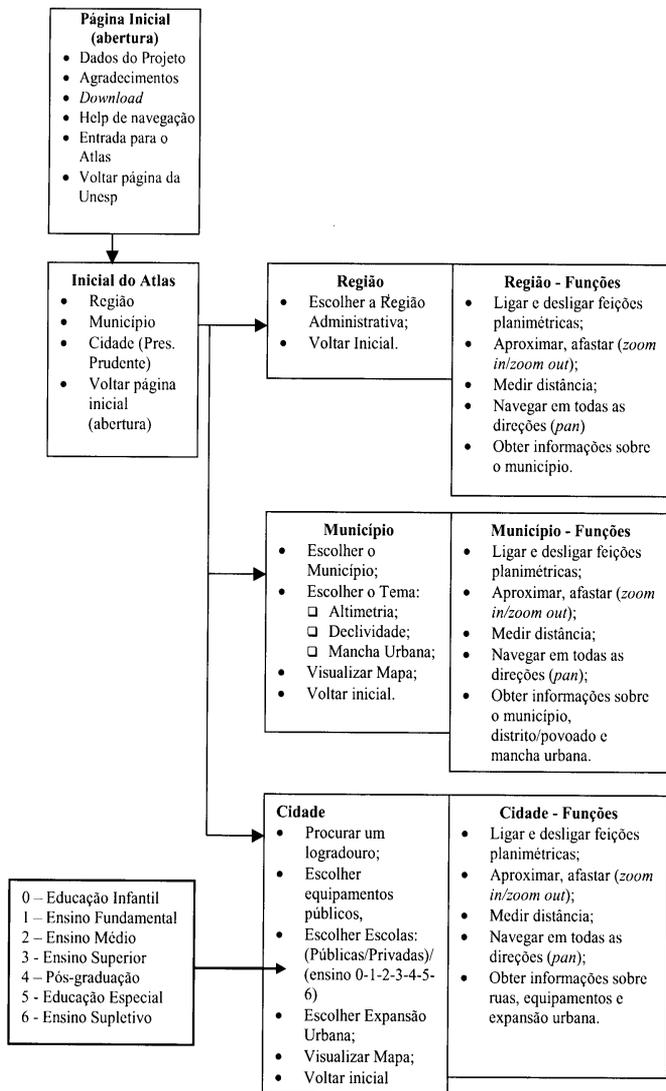


Figura 3 – Página de navegação do Atlas
Fonte: KLEINER (2000)

A linguagem básica de programação do Geomedia WEB Map é ASP (Active Server Pages), que permite consultas SQL (*Structured Query Language*) ao Banco de Dados, que serão visualizadas pelos Internautas, podendo ser utilizadas também as linguagens HTML e Java.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 4 mostra a página inicial (abertura), na qual pode-se acessar informações pertinentes ao Protótipo e acesso ao mesmo.



Figura 4 – Página Inicial (Abertura)
Fonte: KLEINER (2000)

A página Inicial do Atlas é a portal de entrada dos três tipos de pesquisas (Região Administrativa, Município e Cidade de Presidente Prudente) que podem ser feitas no Protótipo do Atlas Digital Interativo. O resultado da implementação desta página, onde consta o menu com o tipo de pesquisa que pode ser feita, é mostrada na figura 5.



Figura 5 – Página inicial de pesquisas
Fonte: Kleiner (2000)

Quando o internauta escolhe a opção de pesquisa “região administrativa”, aparece a opção de escolher uma das quinze regiões administrativas do Estado de São Paulo, e quando escolhe-se uma das regiões administrativas, por exemplo, a região de Presidente Prudente, o resultado pode ser visto na figura 6. O usuário pode percorrer com o *mouse* o mapa, sendo mostrado (em verde) o contorno e o nome do município, através da função *Tool Tip* (Label) que lê e disponibiliza informações selecionadas de uma coluna da tabela do objeto selecionado, por exemplo: o nome do município.

Visualização de Mapas na Internet: Protótipo de um Atlas Digital Interativo

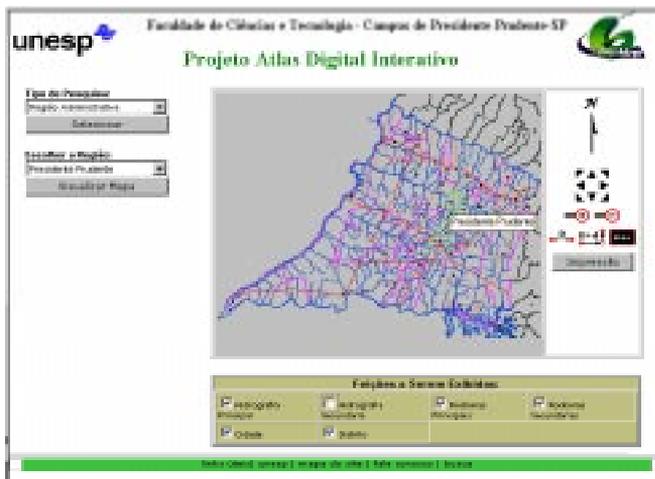


Figura 6 – Resultado da Pesquisa da 10.ª Região Administrativa

Fonte: Kleiner (2000)

A idéia de mostrar o município em uma página é para poder-se obter uma visão com informações gerais tais como: Altimetria, Declividade e Área Urbanizada.

A figura 7 mostra a página acessando dados de declividade, bem como informações planimétricas. Existe também um *Tool Tip* que conforme percorre-se com o mouse por cima dos polígonos de declividade, um texto é mostrado com o intervalo da declividade.

Neste trabalho estão implementados três intervalos: 0 a 12% (verde), de 12% a 20% (amarelo) e acima de 20% (marrom). Para esta divisão levou-se em consideração que até 12% é possível a mecanização, no intervalo 12% a 20% é possível o uso para a agricultura não mecanizada e pastagens (pecuária de corte e de leite) e acima de 20% a área deve ser preservada.

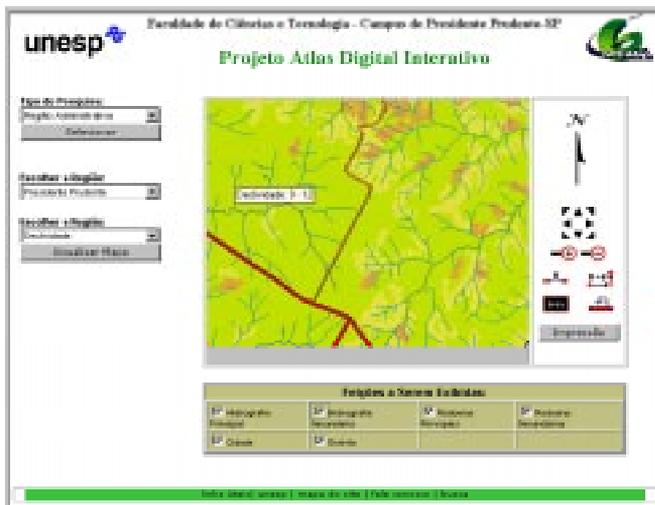


Figura 7 – Declividade – Label sobre a área de 0 a 12%

Fonte: Kleiner (2000)

A visualização da área urbanizada do Município de Presidente Prudente em uma página, permite a obtenção de uma série de informações tais como: Busca de Logradouros, Zoneamento e Uso do Solo, Expansão Urbana e escolas públicas e particulares separadas pelo Nível de Ensino.

A figura 8 mostra a página de acesso aos tipos de pesquisas na área urbana mostrando uma pesquisa na área de educação.



Figura 8 – Localização aproximada da Unesp, busca de escola estadual com Pós-graduação

Fonte: Kleiner (2000)

O internauta tem a possibilidade de acessar mais informações sobre o item pesquisado com um clicar do mouse sobre o objeto, como pode ser visto na figura 9.



Figura 9 – Mostra informações alfanuméricas sobre a informação consultada

Fonte: Kleiner (2000)

Da mesma forma que se associa uma pesquisa de informações adicionais no banco de dados, pode ser vinculada uma imagem, um arquivo de som, animação e outros tipos de mídias.

O maior desafio de um Sistema não é o desenvolvimento do projeto ou a sua implantação, mas sim, a manutenção deste sistema e de seus dados. Deve-se concebê-lo de

forma a facilitar o trabalho de manutenção, porque mais caro que o sistema (*Hardware, Software, Peopleware, Procedimentos e Banco de Dados*) é a manutenção dos dados e para mantê-los é necessário o uso do próprio sistema.

Por este motivo, para concepção de um sistema, se não for prevista a alocação de recursos humanos e financeiros, que contemplem também a manutenção, o projeto estará fadado ao fracasso.

Um sistema deve ser avaliado analisando-se não apenas sua viabilidade financeira, mas também a forma de como os usuários acessam os dados, deste modo, o acesso às informações no modelo proposto, formato vetorial (*Active CGM*), é viável, apenas se for utilizado na Internet Banda Larga, já que os arquivos gerados para serem visualizados pelo internauta variam de 200 a 900 Kbits. Sendo assim, uma velocidade aceitável para visualizar o produto exatamente da forma concebida, deveria ser em torno de 25 Kbps, pois, desta maneira, o tempo de espera para exibição da pesquisa iria variar de 15 a 40 segundos, sendo um tempo de espera aceitável para este tipo de informação.

Existe a possibilidade de viabilizar este projeto em Banda Estreita utilizando-se o conceito de arquivo *raster* (JPEG - Joint Photographic Expert Group) mapeado, conforme abordado por Kleiner (2000).

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos e avaliados até o momento, são positivos, mas para algumas das pesquisas implementadas o acesso por Banda Estreita é lento. Apesar do inconveniente da necessidade do uso de Banda Larga para a visualização de algumas das pesquisas do protótipo do Atlas, o objetivo principal, que é a apresentação da 10.^a Região Administrativa do Estado de São Paulo (Presidente Prudente), município e área urbana de Presidente Prudente foi atingido, havendo assim, a possibilidade de internautas de qualquer parte do mundo poderem visualizar a área apresentada neste protótipo.

Um SIG exige uma equipe multi-disciplinar e o Projeto de um Atlas Digital Interativo para ser concebido sobre uma plataforma SIG não poderia ser diferente, necessitando de pessoas de diversas áreas, inclusive programadores de linguagem HTML e ASP, *designers* de *sites* para dar um visual agradável aos olhos do internauta e jornalistas para pesquisarem uma série de informações sobre os objetos a serem visualizados.

O Protótipo do Atlas foi desenvolvido para ser acessado no formato vetorial (*Active CGM*), necessitando de *plugin*, sendo disponibilizado pelo Geomedia WEB map versão 3.0 apenas para o Internet Explorer e Netscape e necessitando do uso da Banda Larga ou na Intranet da Universidade. O formato arquivo raster mapeado, apesar de ser mais complexa a sua implementação e de necessitar de uma máquina dedicada para a extração da área escolhida pelo usuário, parece ter um melhor aproveitamento da comunidade, porque estará sendo acessado na Banda Estreita, o que ajudaria a maior parte das escolas da rede pública de ensino, sendo um *raster* mapeado, não fica limitado apenas a dois *browsers* (Internet Explorer e Netscape) podendo ser acessado nas plataformas Unix, Linux e APPLE.

Seria interessante o desenvolvimento deste tipo de projeto para a Banda Estreita, com a finalidade de democratizar a cartografia, mas como apenas cerca de 30% das residências no Brasil possuem linha telefônica, resta a pergunta: o quanto a Internet democratizaria a informação se o acesso a esta não é tão amplo e em banda larga é mais restrito ainda?

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL TELECOM. **Página da companhia disponibilizada na Internet**, <http://www.brasiltelecom.net.br>, 2000.
- CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de sistemas de informação geográfica**. Campinas: IMMECC-UNICAMP, 1996.
- KLEINER, R. M.; MENEGUETTE, A.: **Geração de base de dados espaciais para SIG empregando fotolitos ou cartas em papel**. In: GISBrasil99, Salvador-BA, 1999, Anais CD Rom.
- KLEINER, R. M.: **Atlas digital interativo: protótipo para disponibilização via www**. Presidente Prudente-SP, 2000. 170p. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, UNESP.
- LEVINSON, J. C.; RUBIN, C.: **Marketing de guerrilha com armas online**. Rio de Janeiro-RJ: Editora Record, 1998. Tradução Ruy Jungmann.
- PAVANI, L.; NEGROMONTE, M.: **As tecnologias que estão no mercado - cabo, ADSL, ISDN e wireless : entenda cada um dos sistemas**. São Paulo-SP: Revista da WEB, agosto de 2000.
- WILLIE, C.; KOLLER, C.: **Aprenda em 24 horas active server pages – ASP**. Rio de Janeiro-RJ: Editora Campus, 1999. Tradução Vitor Hugo da Paixão Alves.

RELAÇÃO DOS CONSULTORES

Alaine Margarete Guimarães	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Alceu de Souza Britto Jr.	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Alceu Gomes de Andrade Filho	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Alexandre M. Lins de Vasconcelos	UFPE/Recife-Pe
Altair Justino	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Ana Elisa Tozeto	UNICENTRO/Guarapuava-Pr
André Luiz Zambalde	UFLA/Lavras-Mg
Angelo Cataneo	UNESP/Botucatu-Sp
Ariângelo Bauer	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Aurora Trinidad Ramirez Pozo	UFPR/Curitiba-Pr
Carlos Arthur Barbosa da Silva	UFV/Viçosa-Mg
Clodis Boscarioli	UNIOESTE/Cascavel-Pr
Dennis Alcides Almeida	UTP/Curitiba-Pr
Díbio Leandro Borges	PUC-PR/Curitiba-Pr
Dierone César Foltran Junior	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Eliana M. P. Coelho	UFPR/Curitiba-Pr
Elias P. Duarte Jr.	UFPR/Curitiba-Pr
Emília Hamada	UNICAMP/Campinas-Sp
Ezequiel Gueiber	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Gerd Sparovek	ESALQ-USP/Piracicaba-Pr
Gilberto Chohaku Sedyama	UFV/Viçosa-Mg
Hilton Thadeu Zarate do Couto	ESALQ-USP/Piracicaba-Pr
Ivo Mário Mathias	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Jorim Sousa das Virgens Filho	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Jornandes Jesus Correia	UESB/Vitória da Conquista-Ba
José Carlos Rocha	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Jose Mauricio Cunha Fernandes	Embrapa/Pelotas-Rs
Jose Paulo Molin	ESALQ-USP/Piracicaba-Pr
Leila Issa Rickli	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Lindon Matias Fonseca	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Luiz Henrique Antunes Rodrigues	UNICAMP/Campinas-Sp
Marcelo Bilobrovec	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Marcelo Ferrasa	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Marcelo Giovanetti Canteri	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Marcos Milan	ESALQ-USP/Piracicaba-Pr
Maria Salete M. G. Vaz	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Maysa de Lima Leite	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Paulo Henrique Caramori	IAPAR/Londrina-Pr
Paulo Sérgio Graziano Magalhães	UNICAMP/Campinas-Sp
Pedro Weirich Neto	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Ricardo Ferrari Pacheco	PUC-PR/Curitiba-Pr
Ricardo Shoiti Ikemato	CELEPAR/Curitiba-Pr
Roberto Max Protil	PUC-PR/Curitiba-Pr
Rogério Teixeira de Faria	IAPAR/Londrina-Pr
Sérgio Renato Lang Otto	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Sílvia A. Rohden	CELEPAR/Curitiba-Pr
Tatiana Montes Celinski	UEPG/Ponta Grossa-Pr
Vanderlei Vilhanova Ortêncio	CELEPAR/Curitiba-Pr
Willingthon Pavan	UPF/Passo Fundo-Rs

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE AGROCOMPUTAÇÃO

A língua oficial para publicação de trabalhos técnico-científicos (artigo, revisão bibliográfica e comunicação) é a portuguesa. Porém, aceitam-se trabalhos em espanhol ou inglês, desde que contenha obrigatoriamente RESUMO e PALAVRAS-CHAVE em português. A matéria enviada para publicação, não deve estar sendo submetida a outro órgão e nem ter sido anteriormente publicada, a não ser em forma de resumo em evento científico.

Os textos deverão ser encaminhados ao Editor desta revista, por meio de ofício, obedecendo a estas normas, em 4 (quatro) vias impressas, com apenas uma delas identificada com o nome dos autores, e em disquete 3 ½ devidamente identificado.

Organização

Os artigos técnico-científicos escritos em português ou espanhol, deverão, ter a seguinte sequência: Título; Autor(es); Resumo; Palavras-chave; Título em Inglês; Abstract; Keywords; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos (quando houver); e Referências Bibliográficas. Para artigos técnico-científicos escritos em inglês, os mesmos deverão obedecer a seguinte sequência: Title; Author (s); Abstract; Keywords; Título em Português; Resumo; Palavras-chave; Introduction; Material and Methods; Results and Discussion; Conclusions; Acknowledgements (quando houver); e References. Nas revisões bibliográficas e comunicações esta subdivisão não é necessária, porém devem conter, obrigatoriamente, Resumo e Abstract.

Editor de texto e Formato

Os trabalhos deverão ser redigidos no editor de textos WORD para WINDOWS versão 6.0 ou posterior, utilizando fonte Times New Roman, tamanho 12, exceto para notas de rodapé e título, que deverão apresentar tamanho 9 e 14, respectivamente. A página deverá ser formatada para papel tamanho A4 (27,9 X 21,0), orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, não numeradas, com no máximo 20 páginas. Os parágrafos devem ser de 2 cm com espaçamento entre linhas duplo. Todos os itens devem ser numerados, alinhados à esquerda, em letra maiúscula e negrito, sendo que o item 1 deve ser Introdução (ou Introduction). Subitens deverão ter a primeira letra maiúscula, marginados a 2, 4, 6 ... cm do item correspondente, conforme a subdivisão do trabalho.

Título

O título do trabalho deverá ser todo em letra maiúscula em negrito e centralizado. Deve ser claro e conciso, expressando o conteúdo do trabalho. Poderá conter um número-índice, como chamada de rodapé, para possível explicação em se tratando

de trabalho apresentado em evento científico, extraído de dissertação ou tese, ou para indicar o órgão fomentador da pesquisa.

Autores

Os nomes dos autores deverão ser por extenso e negrito, centralizados, separados por vírgula com os respectivos números-índice que, em nota de rodapé, irão identificar os mesmos com as seguintes informações: qualificação profissional, instituição, endereço postal e eletrônico (E-mail), telefone e fax. Deve-se entender por autores as pessoas que tiveram participação efetiva no trabalho, de forma que possam responder pelo mesmo integralmente ou em partes essenciais.

RESUMO

O item RESUMO deve ser alinhado à esquerda, em maiúsculo e negrito. O texto deve iniciar-se na mesma linha do item, em parágrafo único, ser claro, sucinto e, obrigatoriamente, explicar o(s) objetivo(s) do trabalho, procurando justificar sua importância (sem incluir referências bibliográficas), os materiais e métodos utilizados, os resultados mais importantes e conclusões, em não mais que 300 palavras.

Palavras-chave

O item deve ser alinhado à esquerda, escrito com a primeira letra em maiúsculo e negrito. As palavras-chave devem ser no máximo 3, procurando-se não repetir palavras do título, escritas em letras minúsculas separadas por vírgulas.

ABSTRACT

Como o RESUMO, deve ser em maiúsculo e negrito e, alinhado à esquerda. O ABSTRACT é uma versão completa do RESUMO, para o inglês, que também deverá além do título (em inglês, centralizado, em maiúsculo e negrito) apresentar as Keywords (dispostas da mesma forma que as Palavras-chave), em no máximo 300 palavras.

1. INTRODUÇÃO

Utilizando-se de bibliografia apropriada para formular os problemas abordados e justificar a importância do assunto, deve-se neste item deixar bem claro o(s) objetivo(s) do trabalho proposto, evitando dessa forma divagações sem importância. As citações bibliográficas no texto, devem ser realizadas da seguinte forma:

- a-) um autor : ... Lima (2000), ou ... (Lima, 2000);
- b-) dois autores : ... Lima; Sousa (2000), ou ... (Lima; Sousa, 2000);
- c-) mais de 3 autores : ... Sousa et al. (2000), ou ... (Sousa et al., 2000).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Dependendo da natureza do trabalho, uma caracterização experimental deve ser inserida, tornando clara as condições em que a pesquisa foi conduzida. Quando alguns métodos utilizados forem notórios, apenas a referência bibliográfica bastará; caso contrário, é necessário apresentar uma descrição completa dos procedimentos e adaptações promovidas. As unidades de medidas e símbolos devem seguir o Sistema Internacional. As equações utilizadas deverão obedecer o alinhamento dos parágrafos (2 cm) e numeradas com algarismos arábicos entre parênteses no final da linha que estiver inserida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na apresentação dos resultados, figuras e tabelas deverão ser em preto e branco, com largura de 7,2 ou 15 cm, numeradas com algarismos arábicos, preferivelmente, inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Tanto no texto, bem como nas legendas, as palavras Figura e Tabela devem ter letra inicial maiúscula. Para as tabelas a legenda deve figurar em sua parte superior, enquanto que para as figuras a legenda deve ser apresentada na sua parte inferior. Nas tabelas não devem ser usadas linhas verticais separando colunas, nem mesmo no cabeçalho. Na discussão, sempre que possível, confrontar os dados obtidos com os resultados existentes na literatura.

4. CONCLUSÕES

Devem basear-se exclusivamente nos resultados do trabalho. Evitar a repetição dos resultados em listagem subsequente, buscando assim, confrontar o que foi obtido com os objetivos inicialmente propostos.

AGRADECIMENTOS

Inseri-los, se for o caso, após as conclusões, de forma sucinta e resumida e sem numeração.

5. REFERÊNCIAS

A listagem de referências deverá ser disposta em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor, segundo orientação da NBR 6023/2000, da seguinte forma:

a-) Livros:

SOARES, L.F.G. **Modelagem e simulação discreta de sistemas**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992. 250p.

b-) Capítulo de Livros:

ASSAD, E.D., SANO, E.E., MEIRELLES, M.L., MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, E.D., SANO, E.E. **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. p.89-108.

c-) Revistas/Periódicos:

VIRGENS FILHO, J.S., CATANEO, A. Modelo computacional para simulação da radiação solar global diária. **Energia na agricultura**, v.14, n.2, p.24-36, 1999.

d-) Monografias, dissertações e teses:

VIRGENS FILHO, J.S. **Modelo computacional para simulação de dados climáticos**. 1997. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

e-) Trabalhos apresentados em congressos (Anais, Resumos, Proceedings, Disquetes, CD-ROM):

LEONARDO JR, I., SOUZA, F.G.A., PINHEIRO, F.A. Programa computacional para calcular o dimensionamento e custos de máquinas e implementos agrícolas. In: **SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA**, 1, 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, 1999. p.480-6.

Obs: No caso de disquetes ou CD-ROM, substitui-se o número de páginas pelas palavras “Disquete” ou “CR-ROM”.

f-) WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol):

BURKA, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. Disponível em: <http://www.ccs.neu.edu/home/lpb/mud-history-html>. Em: 10/11/1997.

As separatas das contribuições estarão disponíveis aos autores ao preço de custo, podendo ser adquiridas, em um número mínimo de 50 exemplares.

As contribuições, elaboradas segundo as normas desta Revista, deverão ser enviadas para o seguinte endereço:

ENDEREÇO – ADDRESS - DIRECCIÓN

Revista Brasileira de Agrocomputação

Departamento de Informática

Setor de Ciências Agrárias e Tecnologia

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Av. Carlos Cavalcanti, 4748 – Bairro Uvaranas

CEP 84.030-900 – Ponta Grossa, PR, BRASIL

Fone: (42) 220-3097

E-mail: agrocomputacao@uepg.br

Home Page: <http://www.agrocomputacao.deinfo.uepg.br>

Editora____
____UEPG