

MODELO DE SOFTWARE LIVRE PARA AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL¹

GILSON JOSÉ DA SILVA² & ANTONIO EVALDO KLAR³

RESUMO: O presente estudo é uma proposta de sistema computacional de código aberto (open source), desenvolvido em linguagem PHP para avaliar sistemas de irrigação por pivô central. O modelo realiza os cálculos dos parâmetros que expressam a uniformidade e eficiência do equipamento. O sistema foi desenvolvido com ferramentas gratuitas, conforme a proposta de trabalho Linux, Apache, Mysql, PHP (LAMP). O sistema de avaliação foi projetado para funcionar na Internet, como módulo do gerenciador de conteúdo Phpwebthings, onde poderá receber correções, atualizações e melhoramentos.

Palavras-chave: Uniformidade, eficiência, avaliação, hidráulica

¹ Parte da dissertação de mestrado do 1o autor intitulada: Modelo de software para dimensionamento hidráulico de pivô-central.

² Aluno do curso de PG Energia na Agricultura – FCA/UNESP – Botucatu-SP – Brasil. e-mail: gilson@ibb.unesp.br

³ Orientador e Docente do Departamento de Engenharia Rural – FCA/UNESP – Botucatu-SP - Brasil.

MODEL OF FREE SOFTWARE FOR EVALUATION OF CENTER PIVOT IRRIGATION SYSTEM

SUMMARY: *This study is a proposal of an open source computational system developed in PHP language to design center pivot irrigation systems. The model performs parameter calculations that quantifies the equipment efficiency and uniformity. The system was developed through a free tools, according to LAMP (Linux, Apache, Mysql, PHP). The evaluation program was designed for working in internet, as a module management of the phpwethings content, where it can receive corrections, up-to-dating and improving*

Keywords: *Uniformity, efficiency, evaluation, hydraulic*

1 INTRODUÇÃO

A irrigação é uma prática agrícola de fornecimento de água às culturas, onde e quando o volume das chuvas ou qualquer outra forma natural de abastecimento não são suficientes para suprir as necessidades hídricas das plantas.

O sistema de irrigação por pivô central vem se constituindo em um dos mais utilizados na agricultura moderna, especialmente em grandes áreas, se destacando como uma das principais técnicas de aplicação de água às culturas. A otimização de seu manejo se faz necessário através de uma análise da performance técnica do sistema, buscando conhecer a qualidade da irrigação por meio de sua uniformidade, adequabilidade e eficiência.

A eficiência de distribuição e de armazenamento estão entre os parâmetros mais utilizados na avaliação da performance da irrigação. A eficiência de distribuição mede a quantidade de água armazenada na zona radicular em relação à lâmina infiltrada, enquanto a eficiência de armazenagem indica a adequação do reabastecimento na profundidade efetiva. Segundo Souza (2001), sistemas com baixa uniformidade exigem maiores lâminas d'água, para assegurar as necessidades hídricas por toda área.

Muitos sistemas do tipo pivô central são usados para aplicação de produtos químicos, via água de irrigação; nesses casos, pequena uniformidade de distribuição poderia resultar em danos para culturas, em função da aplicação excessiva ou deficiente do produto químico.

Neste contexto cabe buscar um equilíbrio entre a eficiência de aplicação, a uniformidade e a adequabilidade da irrigação, índices que podem ser obtidos através de um dimensionamento criterioso do equipamento e de estratégias de irrigação que maximizem o lucro da atividade (Frizzone, 1992).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção do sistema operacional

Este trabalho adotou a filosofia do software livre sob licença GPL (Free Software Foundation, 2005) e a proposta de trabalho LAMP, Linux, Apache, MySQL e PHP. Optou também por ser multi-plataforma, isto é, o trabalho aqui desenvolvido funciona nas plataformas Windows e Linux (Infowester, 2005).

O sistema operacional Red Hat Linux Enterprise (Red hat, 2005) foi escolhido para o desenvolvimento do trabalho e o sistema operacional Windows XP Home Edition, para testes de compatibilidade entre plataformas.

2.2 Servidores

2.2.1 Servidor Linux

Para desenvolvimento e testes do aplicativo foi criado um website em uma empresa de hospedagem comercial. O website recebeu o nome de www.e-pipas.com.br e foi devidamente registrado (pelo período de um ano) no Registro.BR, entidade que gerencia a criação e manutenção de websites no Brasil (Registro.br, 2005). O nome é composto por e- de eletrônico e pipas de programa de irrigação por aspersão.

O servidor que hospedou o website do trabalho é um computador Pentium IV com processador de 3GHz e tinha instalado o sistema operacional Red Hat Linux Enterprise, o servidor web Apache 1.3.33 (Apache software foundation, 2005), o gerenciador de banco de dados MySQL 4.1.13 (Mysql, 2005) e a linguagem de programação PHP 4.4.0 (Phpnet, 2005).

2.2.2 Servidor Windows

Os testes na plataforma Windows foram realizados em um computador do tipo notebook com processador Pentium IV 2.4 GHZ com o sistema operacional Windows XP Home Edition instalado. Recebeu a instalação do servidor web Apache 1.3.33, do sistema gerenciador de banco de dados Mysql 4.1.14, da linguagem de programação PHP 4.4.0.

2.3 Gerenciador de conteúdo

O gerenciador de conteúdo PhpWebThings 1.4 (Phpwebthings, 2005), foi instalado no servidor Linux de forma automática pelo instalador que acompanha o programa. Este instalador cria um banco de dados no MySQL, com as tabelas necessárias ao funcionamento do gerenciador de conteúdo. O banco de dados recebeu o nome de PIPAS (Programa de Irrigação por Aspersão).

2.4 Trabalhando com o website

Após configuração inicial e ativação dos módulos desejados, o website estava pronto para o trabalho. O usuário antes de executar cálculos deve criar um registro no website, informando um nome (login) e uma senha e alguns dados pessoais (Figura 1).

The image shows a web registration form titled "Registrar". At the top, it states: "Todos os dados informados aqui, menos o e-mail, poderão ser visualizados por outros usuários registrados." The form contains the following fields:

- * Login: text input
- Nome: text input
- * Senha: text input
- * Confirme a senha: text input
- * E-mail (a conta será ativada pelo e-mail): text input
- Show E-mail address to othere users?: checkbox (unchecked)
- Sexo: dropdown menu
- * OS usado para *desenvolver* sites: dropdown menu (selected: Linux)
- * OS usado como *web server*: dropdown menu (selected: Linux)
- Idioma para este site: dropdown menu
- Cidade: text input
- Estado: text input
- * País: dropdown menu

An "Enviar" button is located at the bottom right of the form.

Figura 1 – Tela de Cadastro

Tal procedimento é necessário para efeito de estatísticas de utilização do website e para a segurança dos dados do usuário, pois o website trabalha com o conceito de sessões, sendo que uma sessão é considerada como o intervalo de tempo empregado pelo usuário no acesso a um website, a sessão é finalizada após um tempo de inatividade ou se o usuário simplesmente, fecha o navegador. Tal processo impede acesso indevido ao conteúdo do website, pois cada usuário verá seu próprio conteúdo, que estará subordinado às informações de login.

Realizado o cadastro, o usuário deve digitar seus dados de login e senha na caixa de login do sistema, desta forma o módulo de avaliação será liberado para uso.

2.5 Módulo de avaliação

O método adotado para o módulo de avaliação é o especificado por Frizzone (1992). Desta forma para determinar a uniformidade de distribuição de água por um sistema de pivô central, a água aplicada é coletada em pluviômetros dispostos em linha, em dois diâmetros perpendiculares entre si e numerados em ordem crescente à partir do ponto pivô, com espaçamento recomendado de 5 metros.

2.5.1 Coeficiente de uniformidade

O cálculo do coeficiente de uniformidade de distribuição de água é realizado pela fórmula proposta por Hermann & Hein (1968) citado por Frizzone, 1992.

$$C_{uH} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i |Y_i - Y_{mp}|}{Y_{mp} \sum_{i=1}^n S_i} \quad (1)$$

Sendo:

C_{uH} - Coeficiente de Uniformidade uniformidade de Hermann e Hein (%);

n - número de pluviômetros utilizados no ensaio;

i - número designado para identificação de um pluviômetro;

S_i - i , para $i = 1, 2, 3, \dots, n$, quando os pluviômetros estão equidistantes;

Y_{mp} - lâmina média ponderada (mm);

Y_i - lâmina coletada no pluviômetro i (mm).

2.5.2 Uniformidade de distribuição

O coeficiente de uniformidade de distribuição é calculada pela seguinte expressão, (Kruse ,1978 citado por Frizzone, 1992):

$$CUD = \frac{Y_{p25}}{Y_{mp}} \quad (2)$$

Sendo:

CUD - Coeficiente de Uniformidade de distribuição (%);

Y_{p25} - média ponderada das menores precipitações correspondente a 25% da área (mm).

2.5.3 Eficiência de irrigação

A eficiência de irrigação indica a adequação com que a água requerida é utilizada e pode ser subdividida em eficiência de aplicação (E_a), eficiência de armazenamento (E_s) e perda por percolação (P_p).

A eficiência de aplicação é um indicador da água aplicada em excesso ou déficit, sendo a relação entre a quantidade de água incorporada ao solo até a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e a quantidade de água aplicada e seus índices são calculados pelas seguintes expressões (Frizzone, 1992):

$$E_a = \frac{Y_s}{Y_a} \quad (3)$$

Sendo:

E_a - eficiência de aplicação;

Y_s - lâmina armazenada na zona radicular da cultura (mm);

Y_a - lâmina aplicada pelo sistema de irrigação (mm).

A eficiência de armazenamento é o indicador do reabastecimento e define a fração da lâmina de água necessária para suprir o déficit que se encontra na zona das raízes. É calculada por:

$$E_s = \frac{Y_s}{Y_r} \quad (4)$$

Sendo:

E_s - eficiência de armazenamento;

Y_r - lâmina de água requerida pela cultura (mm).

A água que percola, ultrapassando a profundidade efetiva do sistema radicular das plantas nos mostram as perdas existentes através da razão entre a quantidade de água percolada abaixo do sistema radicular e a quantidade total de água aplicada. Sendo calculada por:

$$P_p = \frac{Y_m - Y_s}{Y_m} \quad (5)$$

Sendo:

P_p - perda por percolação;

Y_m - lâmina média de água coletada (mm).

2.5.4 Entrada de dados do módulo avaliação

As rotinas de avaliação foram desenvolvidas em PHP acessando dados gravados em tabelas do banco de dados “PIPAS” e são executadas como mostrado a seguir:

Um usuário pode ter gravado no banco de dados do sistema vários ensaios de avaliação de pivô central, bastando que cada ensaio receba um nome diferente. A entrada de dados no sistema de avaliação se dá da seguinte forma. Ao clicar no link *avaliação* do menu de opções do sistema é apresentada ao usuário uma caixa de opções (Figura 2).

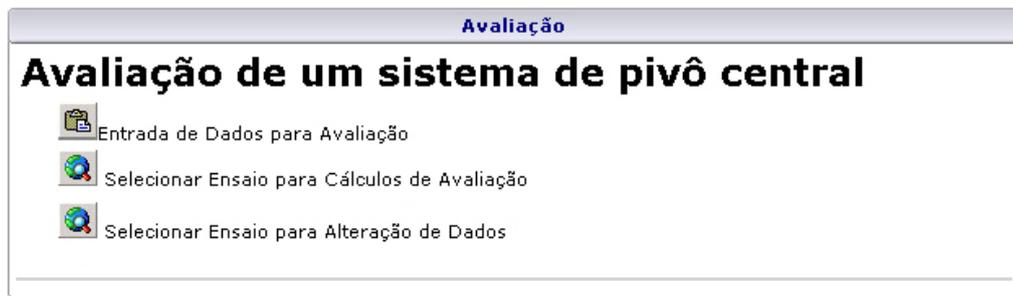


Figura 2 – Janela de opções do link avaliação

Na primeira opção é oferecido o link para o formulário de cadastro dos dados do ensaio de avaliação de pivô central que serão gravados no banco de dados do sistema, Apêndice 1.

Os dados de avaliação ao serem gravados, são divididos em duas tabelas:

Tabela pipas_avaliação: armazena os dados técnicos do pivô central avaliado.

Tabela pipas_avaliação_coletor: armazena os dados de coletados em cada pluviômetro.

Na segunda opção é oferecido o link para uma caixa de opções com links apontando para os ensaios digitados no sistema (somente os que pertencem ao usuário logado), Figura 19.

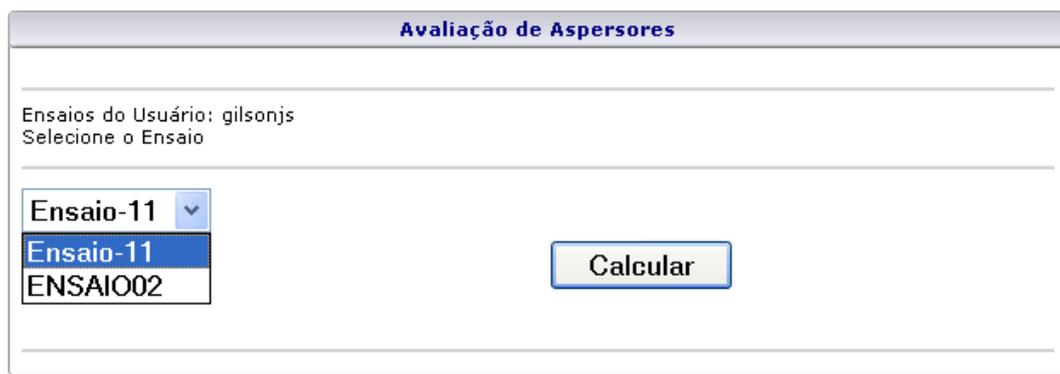


Figura 3 – Caixa de opções da avaliação – Escolha de ensaio para cálculos.

Ao escolher o ensaio e clicar no botão calcular os dados são lidos nas tabelas do banco de dados PIPAS, via requisição do PHP, que executa o cálculo do coeficiente de uniformidade pela expressão 1, uniformidade de distribuição, expressão 2, eficiência aplicação, expressão 3, eficiência de armazenamento, expressão 4 e perda por percolação, expressão 5.

Encerrando o processamento uma página de resultados em HTML é apresentada com todos os valores de entrada e os valores calculados. Este procedimento é necessário para atender usuários que não têm um programa de leitura de arquivos formato PDF (Portable Document Format). Ao final da página de resultados é oferecido um link para a geração de um arquivo no formato '*NOME_DO_ENSAIO.PDF*'. Para usuários que não tem um leitor de arquivos de extensão PDF, o item de menu "Links" oferece um caminho para o Adobe Acrobat Reader.

Na terceira opção, é oferecido o link para alteração de dados de ensaio, através de uma caixa de opções com links apontando para os ensaios digitados no sistema (somente os que pertencem ao usuário logado), Figura 3.



Figura 4 – Caixa de opções da avaliação – Escolha de ensaio para alteração.

Ao escolher um ensaio, o usuário tem exibidos os dados anteriormente gravados no sistema, podendo alterar ou excluir o ensaio em questão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para determinar a performance do sistema de avaliação de pivô central, foram usados os seguintes dados:

Pivô central com vazão 295,2 m³/h, tempo de revolução de 56,2 h e área irrigada de 83,1 ha. Considerou-se 18 mm a lâmina de irrigação necessária para suprir o déficit hídrico (FRIZONNE, 1992). Dados dos coletores e características técnicas do pivô foram gravados com o nome de '*ENSAIO-11*'. Ao final do processamento, foi gerado o arquivo no formato PDF, com o nome de "*ENSAIO-11.PDF*", figura 4.



Sistema para Dimensionamento de Pivô Central

Avaliação de Pivô Central



Ensaio.:

Data do Ensaio.:

Marca.:

Usuário [] [Gilson Jose Silva]

Dados do Ensaio

Número de Coletores	91	Diâmetro do Coletor (m)	8.2
Espaçamento entre Coletores (m)	5.5	Lance Final (m)	51.08
Lance Inicial (m)	51.08	Lance Intermediário (m)	50.79
Número de Torres	9	Comprimento Linha Lateral (m)	470.9
Balanço (m)	13.2	Regulagem de Velocidade (%)	50
Raio Irrigado (m)	514.3	Velocidade Última Torre (m/h)	51.2
Área do Pivô (ha)	83.1	Lâmina Líquida (mm)	18
Vazão (m ³ /h)	295.2	Velocidade Máxima do Vento (Km/h)	6
Pressão no final da Lateral (m.c.a)	39	Pressão no Ponto Pivô (m.c.a)	62
Pressão na Bomba (m.c.a)	89	Raio do Canhão Final (m)	43.4

Resultados do Ensaio

Coeficiente de Uniformidade (%)	86.89
Uniformidade de Distribuição (%)	78.57
Eficiência de Aplicação (%)	86.5
Eficiência de Armazenamento (%)	96.11
Perda por Percolação (%)	11.73
Lâmina Média Ponderada (mm)	19.6

Data.: []

Ensaio : []

Programa de Irrigação por Aspersão - <http://www.e-pipas.com.br>
 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - www.unesp.br
 FCA - Faculdade de Ciências Agrônomicas - www.fca.unesp.br

Page 1



Figura 5 - Documento PDF gerado com os dados de entrada e resultados.

Os valores obtidos no processamento coincidem com os apresentados no trabalho acima citado, relatando: Coeficiente de Uniformidade de 86.89%, uniformidade de distribuição de 78.57%, eficiência de aplicação de 86.5% , eficiência de armazenamento de 96.11%, perda por percolação de 11.73% e lâmina média ponderada de 19.6mm.

Os cálculos dos valores de lâmina média e volume médio são apresentados, figura 5.



Figura 6 - Resultados de lâmina média e volume médio.

O gráfico do ensaio é apresentado em seguida, encerrando o processamento e entregando a visualização e impressão ao gerenciador de arquivos PDF, figura 23.

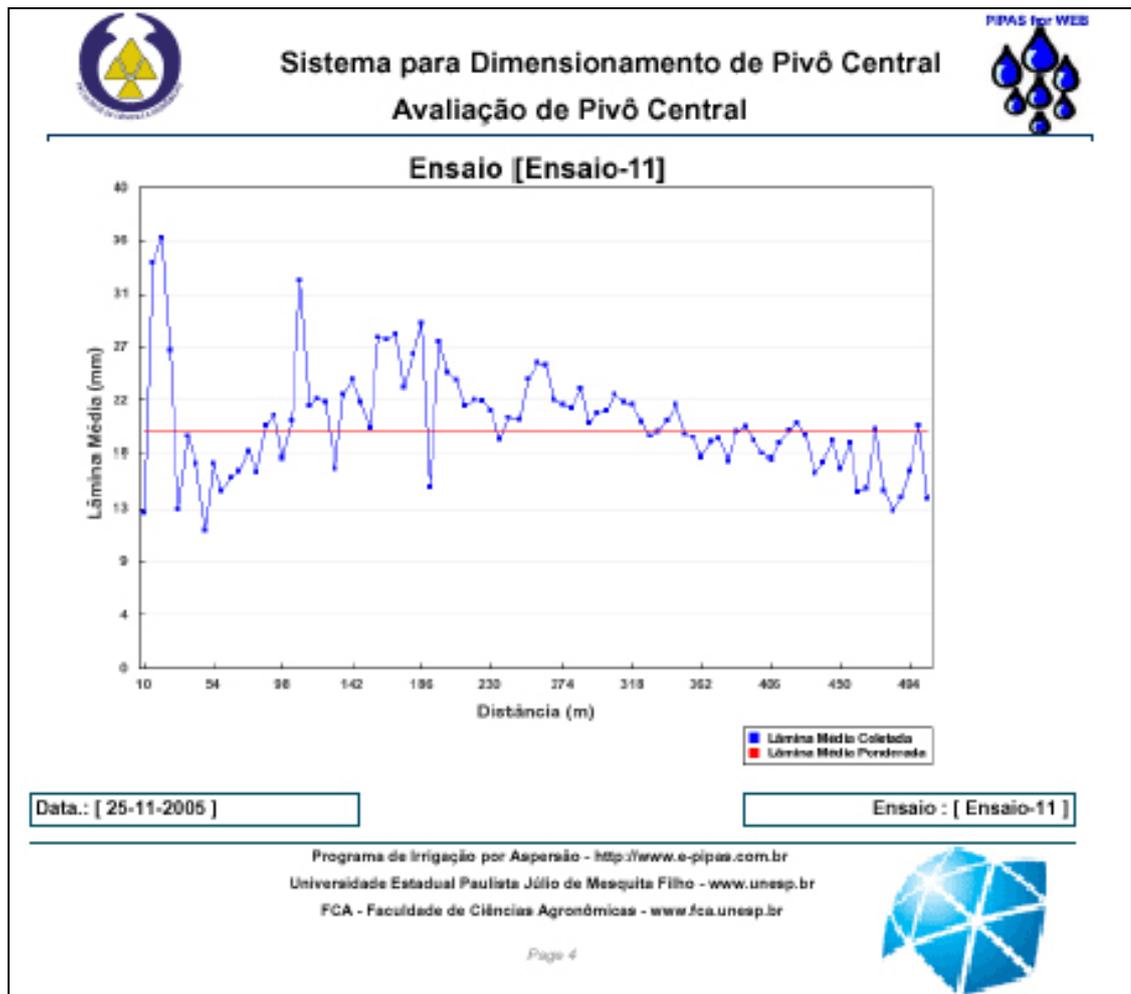


Figura 7 - Gráfico do ensaio.

Como demonstrado, o sistema facilita a avaliação do pivô central. E tendo seus dados registrados em banco de dados o torna flexível, a ponto de se adaptar a qualquer tipo de fabricante de equipamento, pois possibilita entrada de dados de novos parâmetros para diâmetros comerciais de bocais, como também permite especificar novas características para reguladores de pressão.

4 CONCLUSÃO

O sistema se mostrou apto a calcular os dados propostos, facilitando a avaliação de um pivô central. Seu sistema modular permitiu que se incorporem novas implementações, pois é licenciado pelo modelo GPL, onde o código pode ser obtido, alterado e redistribuído, utilizando as facilidades da internet, que permite um intercâmbio entre os interessados.

5 REFERÊNCIAS

APACHE SOFTWARE FOUNDATION. **Servidor Web Apache**. Disponível em:

< <http://www.apache.org> >. Acesso Em: 6 Abr. 2005.

FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1992. 53p. Apostila.

FREE SOFTWARE FOUNDATION. **Free Software**. Disponível em :

< <http://www.fsf.org/> >. Acesso em: 20 abr. 2005.

INFOWESTER. **Linux**. Disponível em: < <http://www.infowester.com/linux5.php> >. Acesso em: 6 abr. 2005.

MYSQL. **SGBD MySql**. Disponível em: < <http://www.mysql.com/products/index.html> >. Acesso em: 6 mar. 2005.

PHP NET. **Linguagem de programação PHP**. Disponível em:

< <http://www.php.net/usage.php>>. Acesso em: 20 out. 2005.

PHPWEBTHINGS. Content Manager System. Disponível em:

< <http://www.phpwebthings.org> >. Acesso em: 20 abr. 2005.

RED HAT Operation System. Disponível em: <<http://www.redhat.com>>. Acesso em: 6 abr. 2005.

REGISTRO.BR **Administração de sites**. Disponível em: <<http://www.registro.br> >. Acesso em: 6 abr. 2005h.

SOUZA, R. O. R. M. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de irrigação automatizado para áreas experimentais**. 2001. 83 f. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.