



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## **SIMULAÇÃO DA VAZÃO ÓTIMA DA IRRIGAÇÃO SOFTWARE APLICADO À SIMULAÇÃO DE IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE (SASIS)<sup>1</sup>**

**PORDEUS, R. V.<sup>2</sup>; AZEVEDO, C. A. V. DE<sup>3</sup>; DANTAS, L. A.<sup>4</sup>; DANTAS NETO, J.<sup>3</sup>;  
MATOS, J. DE A. DE<sup>2</sup> & AZEVEDO, M. R. Q. DE A.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Trabalho extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup>Eng°. Agrícola, Prof. Adjunto, Doutor, Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN, Fone: (0xx84) 33151799, rvpordeus@gmail.com, rpordeus@ufersa.edu.br.

<sup>3</sup>Eng°. Prof. Adjunto, Doutor, UAEAg/ UFCG, Campina Grande-PB.

<sup>4</sup>Bel. Ciência da Computação, UAEAg/UFCG, Campina Grande-PB

<sup>5</sup>Eng°. Agrícola, Profª. Visitante, Doutora, UEPB, Campina Grande-PB.

**RESUMO:** Os sistemas de irrigação por superfície continuam sendo os mais utilizados no mundo inteiro, principalmente devido à economia de energia e sua facilidade de operação; no entanto, apresentam baixos níveis de desempenho como consequência, em geral, do dimensionamento e manejo inadequados. Assim sendo objetivou-se, com esta pesquisa desenvolver uma ferramenta capaz de possibilitar a otimização do desempenho da irrigação por sulco com fluxo contínuo, a partir de sucessivas simulações da fase de avanço e respectivos prognósticos dos parâmetros de desempenho do sistema de irrigação. O modelo proposto, escrito na linguagem de programação DELPHI 5.0 e denominado SASIS, “Software Aplicado à Simulação da Irrigação por Superfície”, teve sua validação testada para diferentes condições de campo. Os resultados demonstraram que a vazão aplicada exerce influência decisiva nos parâmetros de desempenho do sistema de irrigação, tendo os melhores desempenhos ocorrido para vazões próximas da mínima permitida.

**Palavras-chave:** Irrigação por sulco, simulação, otimização

## **SIMULATION OF THE GREAT FLOW OF THE IRRIGATION APPLIED SOFTWARE TO THE SIMULATION OF IRRIGATION OF SURFACE (SASIS)**

**ABSTRACT:** The overhead irrigations for surface continue being the more used in the whole world, mainly due to the economy of energy and its operation easiness; however, these systems present low levels of performance, usually, as a consequence of inadequate design and management. Thus, the objective of this research was to develop a tool capable to make possible the optimization of the continuous flow furrow irrigation performance, making successive simulations of the advance phase and respective prognostics of the performance parameters of the irrigation system. The proposed model was written in the programming language DELPHI 5.0 and denominated SASIS, “Software Applied to

Simulation of the Surface Irrigation”, and had its validation tested for different field conditions. The results demonstrated that the applied discharge had decisive influence on the performance parameters of the furrow irrigation system, in which the best performance happened for discharges close to allowable minimum values.

**Keywords:** Furrow irrigation, simulation, optimization

## INTRODUÇÃO

Apesar da irrigação por superfície ser a mais utilizada no mundo, ela é considerada de baixa eficiência de aplicação d’água, principalmente o sistema de irrigação por sulco, em que os de sulco aberto são os responsáveis pelos menores índices de eficiência. A baixa eficiência nos sistemas de irrigação por superfície se deve, em grande parte, à falta de um dimensionamento criterioso e à prática de manejo inadequado da irrigação. Segundo Rezende et al. (1988), níveis reduzidos de desempenho em sistemas de irrigação por sulcos podem ser atribuídos tanto ao dimensionamento incorreto quanto à operação e manejo insatisfatórios. A utilização de testes de avaliação seria recomendável, apesar do elevado custo e tempo necessários à execução dos trabalhos de campo e análise dos resultados. Além disso, torna-se praticamente impossível a avaliação de resultados combinados dos inúmeros parâmetros envolvidos no dimensionamento e operação dos sistemas.

Objetivou-se, neste trabalho, apresentar um software para simulação e otimização da irrigação por sulco com fluxo contínuo, capaz de, através de simulações da fase de avanço, prognosticar o desempenho de um evento de irrigação e selecionar a vazão ótima na irrigação por sulco com fluxo contínuo, isto é, aquela que maximiza a eficiência de aplicação d’água, balanceando as perdas por percolação e escoamento.

## DESENVOLVIMENTO TEÓRICO DO MODELO

O modelo de ondas cinemáticas implementado neste trabalho baseou-se num desenvolvimento teórico apresentado por Walker & Humpherys (1983).

Para solução numérica espacial das equações do modelo de ondas cinemáticas utilizou-se, o procedimento de integração Euleriana com aproximação de primeira ordem, apresentado por Walker & Humpherys (1983) e Wallender (1986), o qual resulta em duas equações algébricas mais estáveis e mais fáceis de serem resolvidas em microcomputadores.

Vazão máxima não erosiva - Para o cálculo da vazão máxima não erosiva o software SASIS se baseou no método recomendado por Walker & Skogerboe (1987). Os autores estudaram a vazão máxima não erosiva, em função de parâmetros obtidos a partir das dimensões do sulco.

Na determinação da relação entre vazão e a eficiência de aplicação d’água, taxas de percolação e de escoamento, inúmeras simulações foram realizadas pelo modelo SASIS, numa faixa de vazão compreendida entre a mínima e a máxima permitidas, sendo a simulação iniciada pela vazão mínima e se sucedendo com incrementos de 2% na vazão, até se atingir a vazão máxima permitida; a vazão ótima foi considerada a vazão que apresenta a melhor performance da irrigação, ou seja, a melhor eficiência de aplicação de água, atendendo à lâmina requerida de projeto.

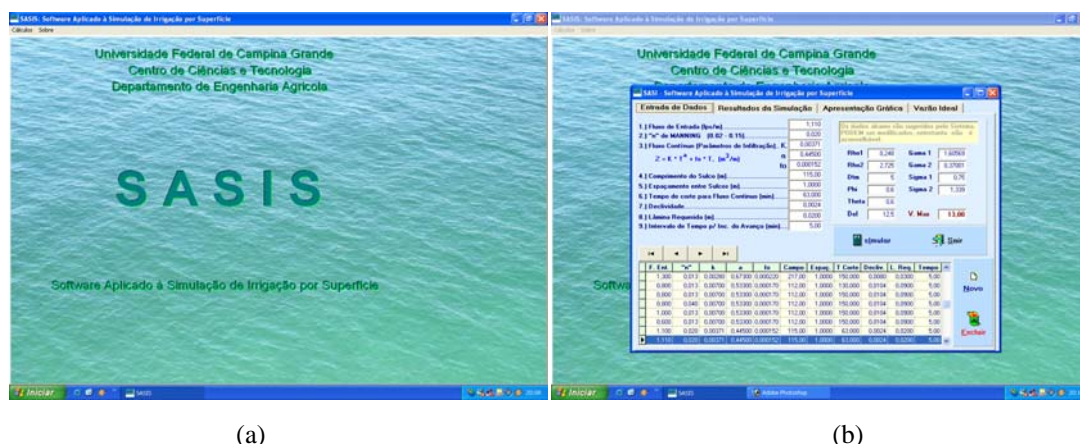


## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O SASIS foi escrito na linguagem de programação DELPHI 5.0, escolhida por ser orientada a objeto, com integração total ao Windows em todas as suas versões, que permite, de maneira clara, prática, produtiva e eficiente, atualização e portabilidade de aplicativos nele desenvolvidos; oferece, também, significativa facilidade na utilização de Banco de Dados Relacionais, dispensando o trabalho de desenvolvimento de rotinas, controle de arquivos de dados/texto e periféricos de entrada/saída, possibilitando ao desenvolvedor foco total no trabalho específico, gerando códigos rápidos. Referida capacidade é extremamente importante na simulação e otimização da irrigação por superfície. Um diagrama de bloco é apresentado na Figura 1 exibindo, de forma relativamente simplificada, o algoritmo do software SASIS.

O SASIS é um software auto-explicativo, orientado a objetos, escrito para sistemas de microcomputadores compatíveis com o IBM, utilizando Windows 98, 2000, MILENIUM, XP, e sistemas operacionais subsequentes. Opera com arquivo autoexecutável em um CD ROM. Sua instalação é simples: basta clicar no ícone “Instalador Sasis”: clique em avançar e em concluir; o software será, então, instalado no disco rígido do computador, podendo ser criado um ícone de atalho na área de trabalho, caso o usuário o deseje. O software SASIS pode ser executado pelo comando do menu Iniciar do Windows, por duplo click no SASIS.EXE do Windows Explorer, ou clicando no ícone de atalho criado pelo usuário. Em qualquer caso, a primeira tela apresentada ao usuário será como mostra a Figura 1a.

**Cálculo** - Esta é a arquitetura mais importante do sistema, composto de quatro janelas: Entrada de Dados, Resultados e Simulação, Apresentação Gráfica e Vazão Ideal (Figura 1b). Ao clicar na janela, calcular do menu principal do SASIS, a tela Entrada de Dados é selecionada imediatamente; esta é a principal tela do programa, pois é a partir dela que são inseridos os dados de campo e os parâmetros operacionais, que serão utilizados na otimização do desempenho da irrigação por sulco com fluxo contínuo.



(a)

(b)

Figura 1. Tela de abertura e de inserção de dados de campo para a simulação da irrigação por sulco com fluxo contínuo

Entrada de Dados: A introdução de dados no software SASIS ocorre através da tela de entrada de dados; os espaços em branco devem ser preenchidos pelos valores correspondentes a Dados de Campo: Geometria e Topografia do Campo, Função de Infiltração e Parâmetros da Seção Hidráulica. A geometria e a topografia da superfície irrigada do campo são descritas pelos seguintes parâmetros: Comprimento do sulco; Espaçamento do sulco e Declividade na direção do fluxo. O primeiro campo em branco está reservado para o fluxo de entrada em  $L\ s^{-1}$ ; além desses parâmetros existem espaços em branco para serem preenchidos com a lâmina requerida e incremento de simulação.

A janela Resultado da Simulação mostra, na tela, os resultados da simulação do avanço da água no sulco, tempo de recessão, perfil de infiltração da água no solo, balanço de volume e a performance da irrigação. Esta tela apresenta, ainda, as opções Imprimir e Sair; clicando em Imprimir, um relatório é fornecido com todos os valores da simulação, inclusive os dados de entrada de campo e os parâmetros operacionais (Figura 2).

*Vazão Ótima* - O software SASIS, além de gerar simulações do processo da irrigação por sulco com fluxo contínuo e drenagem livre, no final da área, fornecendo sua performance, inclui também a capacidade de gerar uma vazão ótima, ou seja, aquela que maximiza o desempenho do sistema. Na Figura 3 é visualizada a tela, que apresenta o módulo da vazão ótima. No espaço em branco que se encontra na parte superior desta tela, o usuário pode inserir uma vazão de entrada mínima, isto é, aquela que garante que a água atinja o final da área; em seguida, clicar no ícone Vazão Ótima; o software calculará a vazão máxima não erosiva internamente e desenvolverá a simulação da irrigação para diferentes valores de vazão gerados pelo programa, que variam entre a vazão mínima e a máxima permitidas, e apresentará valores para os parâmetros da performance do sistema de irrigação, para cada vazão utilizada na simulação,

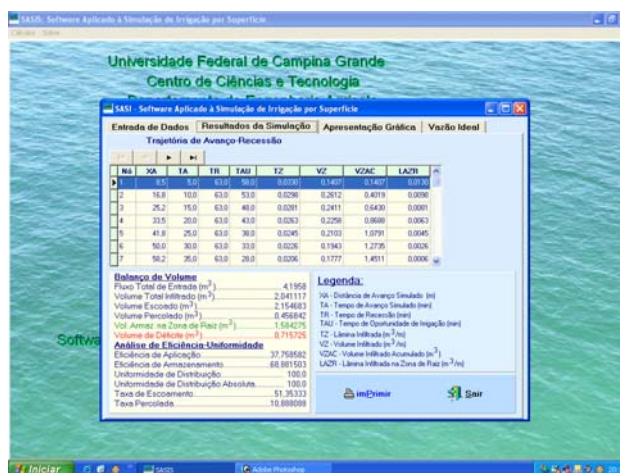


Figura 2. Tela exibindo os resultados da simulação do software SASIS

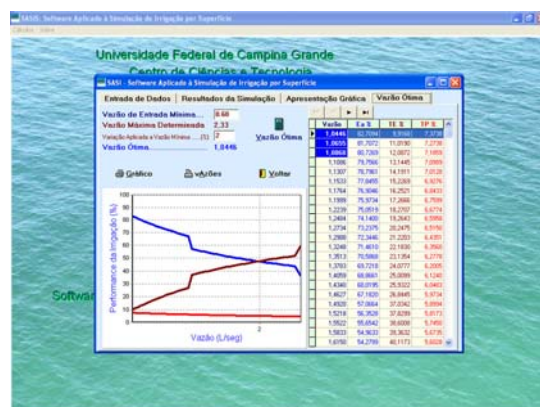


Figura 3. Tela de visualização do processo de otimização da performance da irrigação por sulco com fluxo contínuo

gerando um gráfico no qual são plotados, no eixo dos x, os valores de vazão calculados pelo programa em  $L\ s^{-1}$  e, no eixo dos y, os valores da eficiência de aplicação, taxa de escoamento e taxa de percolação, em %. Na tela são exibidos um gráfico e um relatório da performance da irrigação. O software indicará a vazão que se enquadra como ótima, ou seja, aquela que resultar na maior eficiência de aplicação, provavelmente com o mínimo de escoamento superficial.

## CONCLUSÕES

O SASIS apresenta mecanismos eficazes na realização de inúmeras simulações, numa faixa de vazão compreendida entre a mínima e a máxima permitidas, objetivando-se determinar a relação entre vazão e eficiência de aplicação d'água, taxas de percolação e de escoamento e, consequentemente, otimizar o desempenho do sistema de irrigação por sulco com fluxo contínuo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro ao trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- REZENDE, F.C; SCALCO, M.S.; SCALOPPI, E.J.; SCARDUA, R. Alternativas de manejo e dimensionamento em irrigação por sulcos. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17, 1988, Sorocaba. **Anais ...** Sorocaba: CNEA/MA, v.1, p.102-114, 1988.
- WALKER, W.R.; SKOGERBOE, G.V. **Surface Irrigation: Theory and Practice**. Utah: 1987. 470p.
- WALKER, W.R.; HUMPHERYS, A.S. Kinematic-wave furrow irrigation model. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, ASCE, 109(IR4): 377-392, 1983.
- WALLENDER, W.W. Furrow model with spatially varying infiltration. **Transactions of the ASAE**, 29(4): 1012-1016, 1986.