SIMULAÇÃO DO AVANÇO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO POR SULCO NO PERÍMETRO IRRIGAÇÃO DE SÃO GONÇALO-PB, UTILIZANDO O SOFTWARE SASIS E SIRMOD

Roberto V. Pordeus[1], Carlos A. V. Azevedo[2], José Dantas Neto[2], Ana B. A. Araujo[3]; Laize Batista de Medeiros[3]; José de Arimatea de Matos[1]

[1] Engº Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró - RN. rpordeus@ufersa.edu.br;
[2] Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departo. de Engenharia Agrícola, UFCG/Campina Grande – PB.
[3] Graduanda de Engenharia Agrícola, UFERSA, Mossoró-RN.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: Esta pesquisa objetivou determinar o avanço da água em irrigação por sulco no Perímetro Irrigado de São Gonçalo-PB através do software SASIS, utilizando o procedimento matemático de ondas cinemáticas. Os resultados desta pesquisa mostram a necessidade da otimização no sistema de irrigação por sulco com fluxo contínuo. O modelo desenvolvido nesta pesquisa apresenta mecanismos eficazes na realização de inúmeras simulações objetivando-se otimizar o desempenho do sistema de irrigação por sulco com fluxo contínuo.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação por sulco, simulação, otimização.

SIMULATION OF THE ADVANCE OF WATER IN FURROW IRRIGATION IN THE IRRIGATION PERIMETER OF SÃO GONÇALO-PB, USING THE SOFTWARE SASIS AND SIRMOD

ABSTRACT: This research aimed to determine the advance of the water in furrow irrigation in the Irrigated Perimeter of São Gonçalo, Paraíba state, through the software SASIS, using the mathematical procedure of kinematic waves. The results of this research show the need of the optimization in the furrow irrigation with continuous flow. The model developed in this research presents effective mechanisms in the accomplishment of countless simulations aiming to optimize the performance of the furrow irrigation with continuous flow.

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. Os diferentes modelos de simulação da irrigação por superfície foram desenvolvidos para simular um evento de irrigação isolado, assumindo-se que não existe variabilidade espacial nos parâmetros de campo (infiltração, rugosidade, declividade e seção transversal); na prática, tem-se verificado a validade desta hipótese, tendo em vista que as simulações se têm aproximado bastante das medições de campo das fases, porém, as variabilidades temporais nesses parâmetros são sempre levadas em conta, uma vez que para a avaliação de qualquer evento de irrigação ao longo da estação de cultivo, novas medições dos parâmetros de campo são realizadas. Diante do exposto, objetivou-se, através desta pesquisa avaliar o tempo de avanço da água na irrigação por sulco no Perímetro Irrigado de

São Gonçalo-PB, visando melhorar o manejo da água na irrigação por sulco com fluxo contínuo aberto no final da área.

MATERIAL E MÉTODOS: Para solução numérica espacial das equações do modelo de ondas cinemáticas utilizou-se, nesta pesquisa, 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. Conceitualmente, a aproximação considera o perfil superficial e subsuperficial de água ao longo da porção da área umedecida durante etapas seqüenciais de cálculo. Para se obter a forma integrada da equação da continuidade, primeiro se integra analiticamente, com relação à distância e depois numericamente, com relação ao tempo. Tem-se, então:

$$\int_t^{t+\delta t}\left(\int_x^{x+\delta x}\frac{\partial Q}{\partial x}dx\right)dt+\int_x^{x+\delta x}\left(\int_t^{t+\delta t}\frac{\partial A}{\partial t}dt\right)dx+\int_x^{x+\delta x}\left(\int_t^{t+\delta t}\frac{\partial Z}{\partial \tau}dt\right)dx=0 \qquad (1)$$

em que a integração resulta em:

$$\frac{1}{2}\left[\left(Q_{x+\delta x,\,t}-Q_{x,\,t}\right)_{t+\delta t}+\left(Q_{x+\delta x,\,t}-Q_{x,\,t}\right)_t\right]\delta t+\frac{1}{2}\left[\left(A_{x,\,t+\delta t}-A_{x,t}\right)_{x+\delta x}+\left(A_{x,t+\delta t}-A_{x,t}\right)_x\right]\delta x+$$
$$\frac{1}{2}\left[\left(Z_{x,t+\delta t}-Z_{x,t}\right)_{x+\delta x}+\left(Z_{x,t+\delta t}-Z_{x,t}\right)_x\right]\delta x=0 \qquad (2)$$

A Eq. 3 é utilizada para células interiores e para a primeira célula, depois da primeira etapa de cálculo. Uma vez que a Eq. 3 é solucionada implicitamente (pelo método de Newton-Raphson) para cada célula separadamente, não se tem, então, uma matriz. Esta equação é usada de forma implícita para determinar A_R e, depois, se determina explicitamente Q_R, pela equação de Manning $Q=\alpha A^m$, sendo A à área da seção transversal do sulco e α e m são constantes empíricas.

$$A_R^{m+1}+C_1A_R+C_2=0 \qquad (3)$$

Os dados de campo utilizados na validação do modelo SASIS corresponderam a quatro conjuntos de dados (PISG1, PISG2, PISG3 e PISG4) coletados nesta pesquisa, referentes às avaliações de campo de eventos de irrigação por sulco, no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, no município de Sousa, PB, publicados por Azevedo et al. (2001) e Pordeus et al. (2003). Esses conjuntos de dados representam diferentes condições de campo, em que o comprimento de sulco variou de 67 a 403 m, a declividade de 0,0016 a 0,0173 m m^{-1}, a vazão de 1,1 a 2,0 L s-1 e o tipo de textura do solo de franco arenoso a franco silte-argiloso, e dados de avanço medido em campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O modelo proposto nesta pesquisa, denominado SASIS (Software Aplicado à Simulação de Irrigação por Superfície), desenvolvido para simular a fase de avanço na irrigação superficial, foi validado com dados de campo e com o modelo SIRMOD, desenvolvido por Walker (1989) e só então validado para diferentes condições de campo, comparando-se o avanço simulado por ele com o avanço medido em campo e simulado pelo SIRMOD. As curvas de avanço correspondentes às medições de campo e simulações pelos modelos SIRMOD e SASIS para a irrigação por sulco com fluxo contínuo, são apresentadas nas Figuras 4. Quando se comparam as curvas simuladas por ambos os modelos com as medições de campo, observa-se semelhança entre estes e os valores simulados e medidos. Na maioria das simulações, o tempo de avanço é superestimado pelos dois modelos. Para os dados de campo de PISG1 observa-se, na Tabela 1 que, no final da área, o tempo de avanço é superestimado em 8 min, pelo modelo SASIS e em 35,2 min pelo SIRMOD correspondendo, portanto, a uma variação de 20 e 110%, respectivamente; verifica-se, na Figura 1a, que o avanço simulado pelo SASIS ao longo da área se

aproxima mais dos valores medidos em campo que o SIRMOD; já a curva de avanço simulada pelo modelo SIRMOD se acerca mais dos valores medidos em campo em apenas nos primeiros 50% do comprimento do sulco; no restante, a curva de avanço se torna menos linear em relação à simulada pelo SASIS e aos valores medidos em campo a medida em que se avizinha do final da área; os valores simulados pelo SASIS aproximam-se dos valores medidos em campo do início da área até o seu final, o que não acontece com o SIRMOD, o qual simulou 27,2 min a mais no final da área que o SASIS; para este caso, verifica-se melhor simulação do tempo de avanço pelo modelo SASIS. No exemplo PISG2 observa-se que na Figura 1b, que mais uma vez os valores simulados pelo modelo SASIS se aproximam mais dos valores medidos em campo que o SIRMOD; o tempo de avanço no final da área é subestimado pelo SASIS em 5,8% e superestimado pelo SIRMOD em 64,6%; os tempos de avanço medidos em campo e simulados pelos SASIS e SIRMOD foram, respectivamente, de 69, 65 e 113,6 min (Tabela 1); a curva de avanço simulada pelo SIRMOD apresenta o mesmo comportamento do exemplo anterior, isto é, nos primeiros 50% do comprimento do sulco os valores simulados se aproximam mais dos valores medidos com valores mais próximos no início da área, enquanto no restante da área a diferença é crescente, sempre que se aproxima do final do campo. Para os dados de campo PISG3 (Figura 1c), quando se comparam os valores de avanço medidos com os simulados vê-se que o SIRMOD se aproxima mais dos dados de campo que o SASIS; o SIRMOD subestima tempo de avanço no final da área, em 2,5%, enquanto o SASIS o superestima em 25%; para este exemplo, o tempo de avanço medido e o simulado pelo SIRMOD e SASIS no final da área, foram de 24, 23,4 e 30 min (Tabela 1) respectivamente e, embora a diferença percentual entre os tempos de avanço medido e simulado pelo SASIS tenha sido de 25%, a diferença absoluta foi de apenas 6 min e a diferença entre o tempo simulado pelos dois modelos foi de apenas 6,6 min, o que mostra consistência na simulação realizada pelo modelo SASIS. Observa-se, na Figura 1d, que para os dados de campo PISG4 o avanço simulado pelo SIRMOD se acerca mais dos valores de avanço medidos que o SASIS, que superestimou o avanço praticamente em todo o comprimento do sulco, com valores maiores em torno do centro da área, o que ocorreu também com o SIRMOD, porém com menores diferenças; nesta mesma figura ainda se constata que, exatamente nesta região, ocorre mudança no comportamento da curva de avanço medido em campo, mas no final da área o tempo de avanço simulado pelo SASIS se assemelha mais ao de campo; para este exemplo, os tempos de avanço medido no final da área e simulados pelos modelos SASIS e SIRMOD foram, respectivamente, de 66, 65 e 56,6 min (Tabela 1); conclui-se, daí, que o SASIS subestimou o avanço em apenas 1 min, enquanto o SIRMOD em 9,4 min, correspondendo a variações percentuais de 1,5 e 14,2%, respectivamente, em relação aos dados de campo. Embora o SIRMOD tenha apresentado variação maior no final da área, o avanço simulado ao longo da área se assemelhou mais aos valores medidos, resultando num prognóstico do perfil de infiltração mais coerente com o que aconteceu em campo.

Tabela 1. Tempo de avanço no final da área medido em campo e simulado pelos modelos SIRMOD e SASIS

CONJUNTO DE DADOS	TEMPO DE AVANÇO (min)				
	CAMPO	SIRMOD		SASIS	
		Simulado	Δ (%)	Simulado	Δ (%)
PISG1	32	67,2	+ 100	40	+ 20
PISG2	69	113,6	+ 64,6	65	- 5,8
PISG3	24	23,4	- 2,5	30	+ 25
PISG4	66	56,6	- 14,2	65	- 1,5

Δ (%); Diferença percentual em relação aos valores medido em campo

CONCLUSÕES: As simulações da fase de avanço pelo modelo SASIS apresentaram discrepâncias no tempo de avanço no final da área, inferiores às identificadas pelo modelo SIRMOD, que não comprometeram o prognóstico do balanço de volume d`água, perfil de infiltração d`água e nem dos parâmetros de desempenho do sistema de irrigação por sulco com fluxo contínuo.

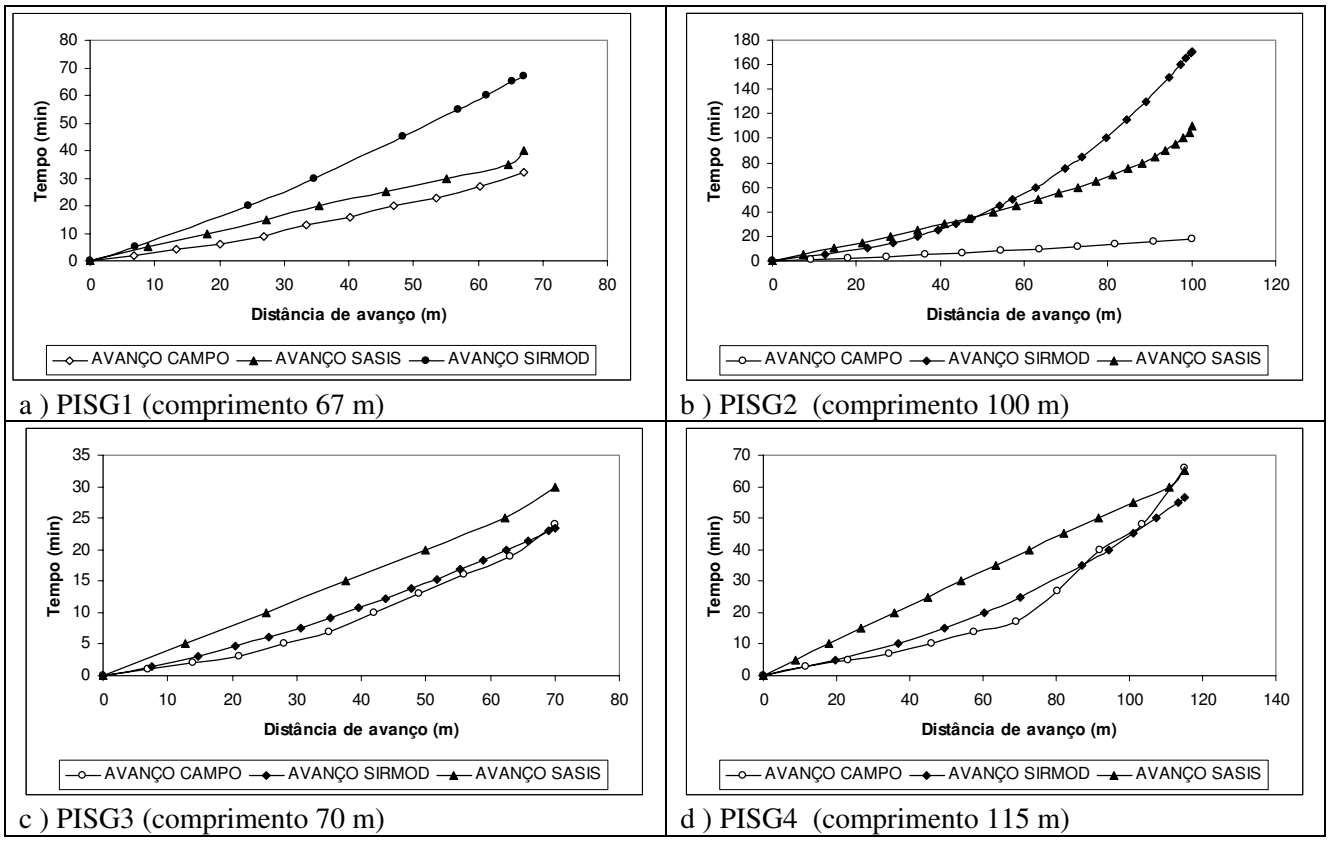

Figura 1. Curvas de avanço: medida em campo e simulada pelos modelos SIRMOD e SASIS

REFERÊNCIAS:

Azevedo, C.A.V. de; Pordeus, R.V.; Lima, V.L.A. de; Dantas Neto, J. Behavior of the optimal discharge in furrow discharge in furrow irrigation with continuous flow. 2001 ASAE Annual International Meeting, Sacramento, Calinornia, USA, paper n. 012165 p.1-13, 2001.

Pordeus, R.V.; Azevedo, C.A.V. de; Lima, V.L.A. de; Dantas Neto, J. Field evaluation of water infiltration profile in opened and blocked furrow irrigation with continuous flow. 2003 ASAE Annual International Meeting, Las Vegas, NV, USA, paper n. 032244 p.1-12, 2003.

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.; Humpherys, A.S. Kinematic-wave furrow irrigation model. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, 109(IR4): 377-392, 1983.

Walker, W.R. SIRMOD, Surface irrigation simulation software. Utah State University. Logan, Utah, 1989.

Wallender, W.W. Furrow model with spatially varying infiltration. Transactions of the ASAE, 29(4): 1012-1016, 1986.