

APLICATIVO COMPUTACIONAL PARA SIMULAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ÁGUA DE UM CANHÃO FINAL DE PIVÔ CENTRAL

G. PRADO¹; A. COLOMBO²; A. C. BARRETO³; H. F. E. de OLIVEIRA⁴

RESUMO: Este trabalho apresenta um aplicativo computacional, escrito em *Visual Basic 6*, que simula, na condição de ausência de vento, a distribuição espacial de água do canhão hidráulico PLONA-RL250® acoplado na extremidade final de pivô central. O programa analisa possíveis combinação de 8 bocais principais, 4 bocais auxiliares e 5 pressões de serviço, que resultam em 160 possibilidades de vazão, raio de alcance e perfil radial de aplicação de água. A seleção das condições operacionais pode ser feita de duas formas distintas: i) seleção das combinações de bocais e pressão de serviço do aspersor, para um ângulo de giro específico e; ii) seleção do ângulos de giro do aspersor, para uma combinação específica de bocais e pressão do aspersor. Para cada condição operacional do canhão PLONA-RL250 selecionada, o programa calcula a uniformidade de aplicação de água de Christiansen e faz a análise das eficiências na área irrigada pelo canhão final.

PALAVRAS CHAVES: projeto de irrigação, seleção de bocais, ângulo de giro

SOFTWARE FOR SIMULATION OF THE SPATIAL WATER DISTRIBUTION OF A CENTER PIVOT END GUN SPRINKLER

SUMMARY: A software, written in *Visual Basic 6*, for simulating, under no wind conditions, the water distribution of a PLONA-RL250® gun type sprinkler operating as a center pivot end gun is presented. The computer procedure analyses possible combinations of 8 main nozzle sizes, 4 auxiliar nozzle sizes and 5 working pressures that result on 160 possibilities of discharge, wetted radius and radial water application profile. There are two possible ways for selecting sprinkler operational conditions: (i) selection of nozzle size and pressure for a given pre-selected wetted angle; or (ii) selection of the wetted angle based on pre-selected values of nozzle size and pressure. For each PLONA-RL250® operational condition selected the program computes Christiansen water application uniformity and analyses several efficiency indexes inside the area irrigated by the center pivot end gun sprinkler.

KEYWORDS: irrigation design, nozzle selection, wetted sector

¹ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Universidade Estadual de Santa Catarina, UDESC, Lages – SC; giulianip@bol.com.br

² Engenheiro Agrônomo, Professor PhD, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG.

³ Engenheiro Agrícola, Professor Doutor, Centro de Educação Tecnológica, CEFET, Uberaba - MG.

⁴ Engenheiro Agrícola, Doutorando, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG.

INTRODUÇÃO

A utilização de canhão hidráulico na extremidade final da lateral móvel de equipamentos de irrigação do tipo pivô central permite o acréscimo da área irrigada. Segundo SCHENKEL (1992) em áreas cultivadas que apresentam um formato quadrado, a utilização do canhão final para irrigação dos cantos permite uma melhor utilização da área total.

Apesar das vantagens da utilização do canhão final, muitos projetistas não recomendam o seu uso, porque consideram que a uniformidade de aplicação de água na área irrigada pelo canhão não é satisfatória. Conforme KELLER & BLIESNER (1990), essa baixa uniformidade é decorrente dos efeitos do vento e do desconhecimento das melhores condições operacionais do canhão (pressão, diâmetro de bocais e ângulo de giro).

Recomendações de regulação do ângulo de giro do canhão final (KELLER & BLIESNER, 1990; COLOMBO, 2003) são baseadas no trabalho de SOLOMON & KODOMA (1978). De acordo com estas recomendações um ângulo de giro de 150° do canhão final, não simétrico em relação a lateral ($105^\circ + 45^\circ$), resulta em uma melhor distribuição de água que a do ângulo de giro de 90° , simétrico em relação a lateral móvel ($45^\circ + 45^\circ$). SCHENKEL (1992) também apresenta recomendações de ângulo de giro semelhantes, que foram obtidas através de simulações digitais e em ensaios de campo. De acordo com referido autor, os ângulos de giro de 150° ($90^\circ + 60^\circ$, em relação a lateral) e 135° ($90^\circ + 45^\circ$, em relação a lateral) resultam em valores mais elevados de uniformidade de aplicação de água.

Estes estudos demonstram que o dimensionamento adequado dos canhões finais em pivôs centrais, depende do conhecimento das características de distribuição de água dos canhões hidráulicos. No entanto, em função do desconhecimento destas características de aplicação de água, são utilizados processos inadequados ao dimensionamento dos canhões, que tendem a limitar ainda mais a utilização destes equipamentos (PRADO 2008).

Visando contribuir para a reversão deste quadro desfavorável à utilização de canhões finais em pivôs centrais, este trabalho tem por objetivo apresentar um aplicativo computacional para seleção, com base na distribuição de água, das melhores condições operacionais (pressão, diâmetro de bocais e ângulo de giro) do canhão final.

MATERIAL E MÉTODOS

O aplicativo computacional, denominado CANHÃO FINAL, foi desenvolvido no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, em Lavras - MG. O programa foi escrito em linguagem *Visual Basic 6*, para simular, em baixas condições de

vento (menor que $0,9 \text{ m s}^{-1}$), a distribuição espacial da água aplicada na superfície do solo por um canhão final PLONA-RL250® em pivôs centrais.

O banco de dados do programa consta de 160 valores de vazão, raio de alcance e perfil radial de distribuição de água do aspersor de reversão lenta PLONA-RL250®, em função das diferentes combinações dos 8 bocais principais (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28 mm), dos quatro bocais auxiliares (0, 5, 6 e 7 mm) e das 5 pressões de serviço (294, 392, 490, 588 e 686 kPa). Estes valores foram determinados na bancada de ensaios de aspersores da UFLA e tratados conforme descrito por PRADO & COLOMBO (2005) e PRADO (2008).

Na análise da distribuição da água aplicada pelo canhão final é considerando uma trajetória circular de deslocamento do aspersor, com coletores de água dispostos radialmente ao longo da lateral do pivô central (Figura 1). Este processo difere do trabalho de SOLOMON & KODOMA (1978), que adotam uma trajetória linear de deslocamento do aspersor.

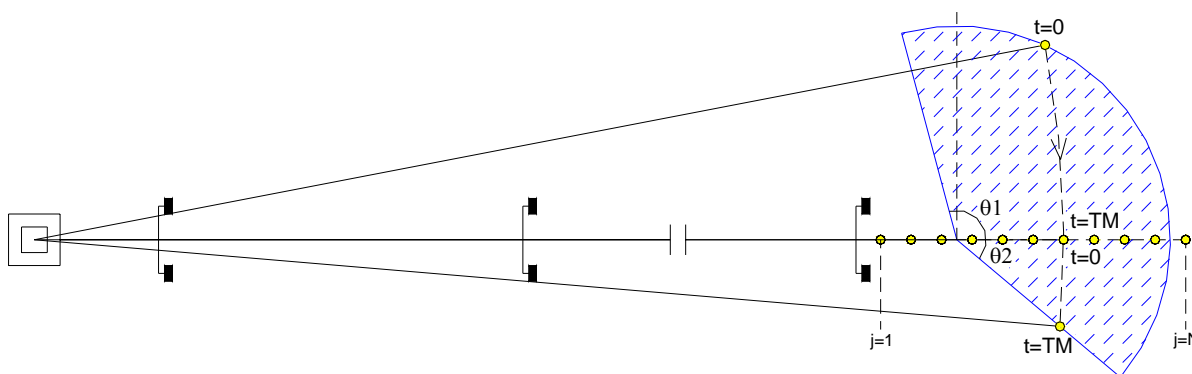


Figura 1. Representação dos coletores de água considerados na análise da distribuição de água do aspersor em movimento.

A partir das condições operacionais do pivô central (comprimento da lateral, raio da última torre e tempo de giro), o programa gera as curvas de aplicação de água do aspersor em movimento, integrando-se numericamente, em intervalos de tempo correspondentes a $1/40$ do tempo total de molhamento (TM na Figura 1) em cada coletor, os valores de intensidades de precipitação experimentados durante o deslocamento do aspersor.

As curvas de aplicação de água do aspersor em movimento são geradas para duas situações distintas: i) se o objetivo é selecionar as melhores combinações de bocais e pressão de serviço do aspersor são geradas 160 curvas distintas (4 bocais auxiliares x 8 bocais principais x 5 pressões), para um ângulo de giro definido; ii) se o objetivo é selecionar as melhores combinações de ângulo de giro do aspersor são geradas 72 curvas distintas (4 ângulos de giro θ_1 , de 90 a 105°, x 18 ângulos de giro θ_2 , de 5 a 90°, ver Figura 1), para uma combinação específica de bocais e pressão de serviço do aspersor. As curvas de aplicação de

água do aspersor em movimento selecionas pelo programa são aquelas que apresentem o menor desvio em relação a lâmina bruta requerida pela cultura.

Para a condição operacional selecionada é determinado o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), ponderando as lâminas de irrigação aplicadas pela distância de cada coletor em relação à base do pivô, e as eficiências de irrigação (aplicação e armazenamento).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A página de abertura do programa (Figura 2) apresenta informações a respeito dos autores, da versão e da necessidade de configuração do separador de casas decimais do computador para ponto. Esta página tem uma barra com duas opções de menu (Figura 2), uma que proporciona “Selecionar Canhão” e outra que oferece os tópicos de “Ajuda” do programa.



Figura 2. Janela de abertura do aplicativo computacional CANHÃO FINAL.

Ao usuário clicar no menu “Selecionar Canhão” o programa oferece duas maneiras de selecionar o canhão hidráulico: i) seleção das melhores combinações de bocais e pressão de serviço do aspersor (Figuras 3) e; ii) seleção da melhores combinações de ângulos de giro do aspersor (Figuras 4). Independente da forma de seleção do aspersor, o usuário deverá entrar com os seguintes dados relacionados ao pivô central (Figuras 3a e 4a): i) comprimento da lateral; ii) raio da última torre; iii) regulagem do percentímetro; iv) tempo de giro a 100%; v) lâmina bruta a ser aplicada a 100% e; vi) espaçamento entre coletores de água.

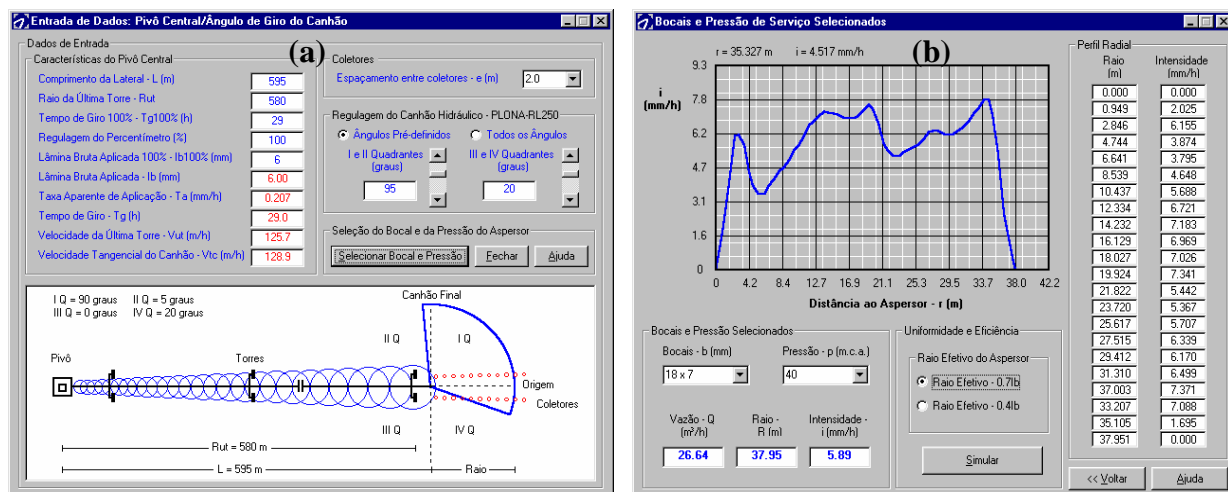


Figura 3. Janelas do CANHÃO FINAL para entrada de dados (a) e seleção das melhores combinações de bocal e pressão de serviço do canhão hidráulico (b).

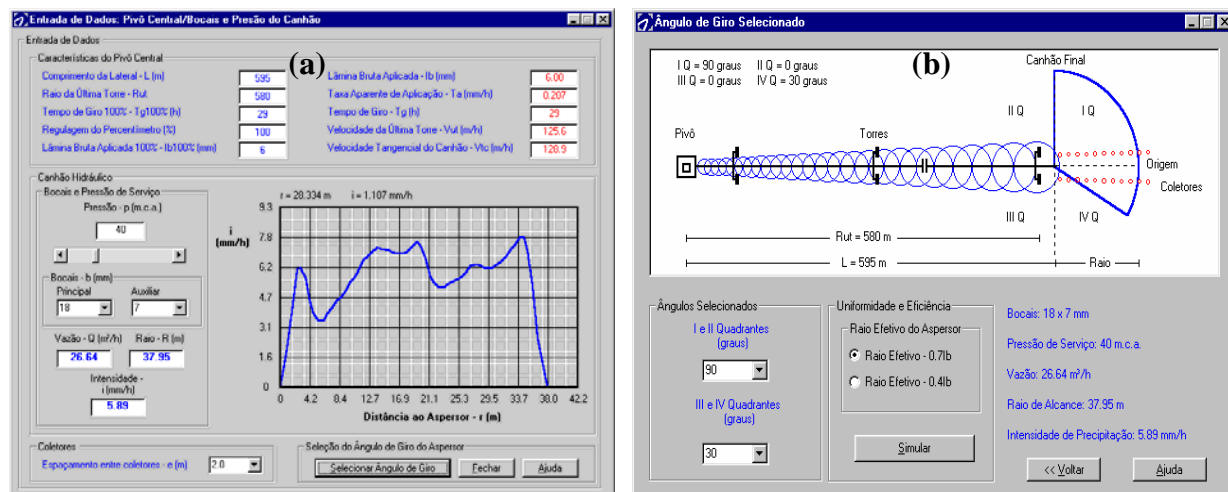


Figura 4. Janelas do CANHÃO FINAL para entrada de dados (a) e seleção das melhores combinações de ângulo de giro do canhão hidráulico (b).

No primeiro procedimento (Figuras 3), quando o usuário visa selecionar as combinações mais adequadas de bocais e pressões de serviço do aspersor é necessário entrar com o ângulo de giro ($\theta_1 + \theta_2$). No segundo procedimento (Figuras 4), quando o usuário visa selecionar as melhores condições operacionais de ângulos de giro ($\theta_1 + \theta_2$) é necessário informar a combinação de bocais e pressão de serviço do aspersor.

Ao selecionar a combinação de bocais e pressão de serviço (Figura 3b) ou o ângulo de giro do canhão final (Figura 4b) e o raio efetivo do canhão hidráulico, o aplicativo computacional faz a análise da distribuição de água do aspersor e calculada a uniformidade de aplicação de água de Christiansen, a eficiência de armazenamento e a eficiência de aplicação de água, para a condição selecionada (Figura 5).

CONCLUSÕES

A partir das características técnicas do aspersor é possível efetuar, de forma rápida e prática, a seleção das melhores combinações de bocal e pressão de serviço ou ângulo de giro do aspersor PLONA-RL250® para condições de vento menores a $0,9 \text{ m s}^{-1}$.

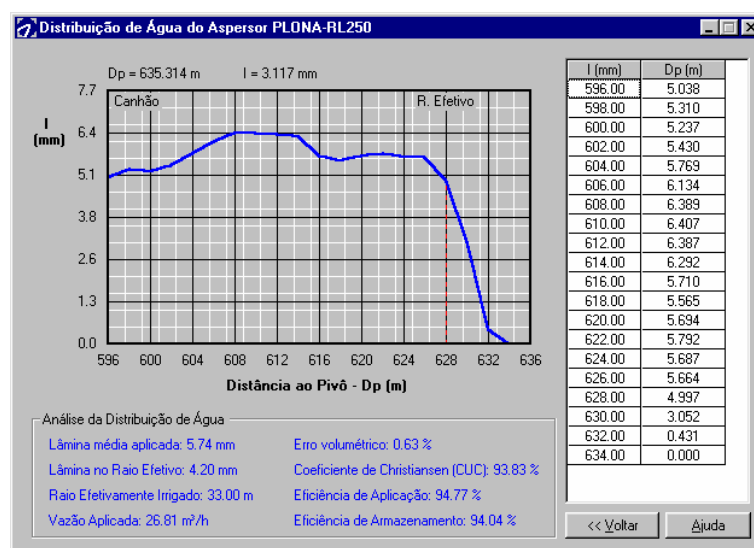


Figura 5. Janela do CANHÃO FINAL mostrando a distribuição de água do canhão hidráulico e os valores de uniformidade e eficiências (aplicação e armazenamento) simuladas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLOMBO, A. Pivô Central. In: MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. M. **Irrigação**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. p. 573-651.
- KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkle and Trickle Irrigation**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1990. 652 p.
- PRADO, G. **Modelagem da aplicação de água com canhões hidráulicos sob diferentes condições de vento**. Irriga, 2008. 121p. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- PRADO, J.; COLOMBO, A. Caracterização técnica do aspersor PLONA-RL300. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n.1, p. 53 -63, jan./abr. 2005.
- SCHENKEL, R. **Distribuição de água do canhão final em sistema de irrigação por pivô central**. 1992. 81p. (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.
- SOLOMON, K.; KODOMA, M. Center-Pivot end sprinkler pattern analysis and selection. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 21, n. 4, p. 706-712, 1978.