

ÂNGULO DE GIRO E ESPAÇAMENTO ENTRE CARREADORES EM SISTEMAS AUTOPROPELIDOS DE IRRIGAÇÃO COM O ASPERSOR PLONA-RL400

ALBERTO COLOMBO¹, GIULIANI DO PRADO², PRISCILA F. BIAGIONI³,
CÉLIO M. RICARDO³

¹ Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, (35)3829-1388, e-mail: acolombo@ufla.br

² Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG

³ Estudante de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: Valores determinados em laboratório de vazão, raio de alcance e do perfil radial de aplicação de água de um canhão PLONA-RL400 foram utilizados em simulações digitais da uniformidade de aplicação de água deste aspersor operando em sistemas autopropelidos, com diferentes ângulos de giro e espaçamentos entre carreadores. As simulações de uniformidade foram apresentadas em três grupos distintos, cada um representando condições operacionais (bocal e pressão) que determinam a ocorrência de uma mesma forma geométrica (I, II ou III) do perfil radial adimensional de aplicação de água. Nas três formas geométricas assumidas pelo perfil, observou-se que os melhores valores de uniformidade foram obtidos com espaçamentos de carreadores entre 80 e 90% do diâmetro molhado e com ângulos de giro do aspersor entre 180 e 230°.

PALAVRAS-CHAVE: simulação, análise de agrupamento, uniformidade da irrigação.

WETTED ANGLE AND TOWPATH SPACING FOR TRAVELING GUN SYSTEMS WITH THE PLONA-RL400 GUN SPRINKLER MODEL

ABSTRACT: Laboratory measured values of discharge, radius of throw and radial precipitation profile of a PLONA-RL400 gun sprinkler were used in digital simulations of water application uniformity provided by traveling gun machines operating with this sprinkler under different combinations of wetted angle and towpath spacing. Simulated uniformity values were arranged and presented under three different clusters, each one corresponding to a different set of sprinkler operational conditions (nozzle versus service pressure) that results on the same radial precipitation profile geometrical shape (I, II or III). For the three profile shapes obtained, it was observed that higher uniformity values were achieved with towpath spacings of 80 to 90% of the wetted diameter, and wetted angles on the 180 to 230° range.

KEYWORDS: simulation, clustering analysis, irrigation uniformity.

INTRODUÇÃO: A uniformidade de aplicação de água dos equipamentos autopropelidos depende das condições de vento durante a irrigação, do espaçamento entre carreadores, das características (pressão de serviço, diâmetro dos bocais, etc.) do aspersor e do seu ângulo de giro. ROCHA et al. (2005) salientam que há falta de critérios de dimensionamento que proporcionem um desempenho satisfatório destes equipamentos. A importância do formato geométrico do perfil radial de aplicação de água do aspersor para o processo de seleção do espaçamento entre carreadores foi enfatizada por BITTINGER & LONGENBAUGH (1962), ao demonstrar que para atingir a melhor uniformidade, o perfil triangular requer espaçamentos entre carreadores próximos de 50% do diâmetro molhado, enquanto o perfil elíptico requer carreadores espaçados de 70% do diâmetro molhado. KELLER & BLIESNER (1990) e TARJUELO (1999), por considerarem que os canhões apresentam um perfil radial quase

uniforme, recomendam que o espaçamento entre carreadores seja próximo de 80% do diâmetro molhado. PRADO (2004) verificou, em simulações digitais, que os maiores valores de uniformidade eram obtidos com espaçamento entre carreadores que superavam 85% do diâmetro molhado. No que se refere ao ângulo de giro do aspersor, ROCHA et al. (2005) consideram que, em equipamentos autopropelidos de irrigação, os canhões devem trabalhar com um ângulo próximo de 270°. As simulações de PRADO (2004) indicam que um ângulo de giro de 240° proporciona uma distribuição de água melhor do que a do ângulo de 270°. KELLER & BLIESNER (1990), baseados em simulações da distribuição de água de um aspersor com perfil radial uniforme, recomendam um ângulo de giro próximo de 210°. TARJUELO (1999), baseado em resultados de campo, recomenda valores entre 200 e 220°. Tendo em vista estes aspectos, os objetivos deste trabalho são: *i)* determinar a vazão, o raio de alcance e o perfil radial de distribuição de água do canhão PLONA-RL400 e; *ii)* utilizar as características medidas em simulações da distribuição de água de sistemas autopropelidos de irrigação operando com diferentes combinações de ângulo de giro e espaçamento entre carreadores.

MATERIAL E MÉTODOS: O aspersor PLONA, modelo RL400, é um canhão hidráulico de reversão lenta, com um flange de acoplamento de 4", ângulo de lançamento de jato de água de 24° e giro proporcionado pelo impacto do braço oscilante. Este aspersor tem um bocal principal do tipo cônico, em latão, disponível em seis diâmetros distintos (34, 36, 38, 40, 42 e 44 mm). A vazão, o raio de alcance e o perfil radial de distribuição de água foram determinados, na bancada de ensaio de aspersores da Universidade Federal de Lavras, seguindo a metodologia descrita por PRADO & COLOMBO (2005), em 24 ensaios que abrangeram os seis diâmetros de bocal disponíveis e quatro pressões de serviço (392, 490, 588 e 686 kPa). Cada perfil radial de distribuição de água obtido, foi adimensionalizado, segundo a metodologia de SOLOMON & BEZDEK (1980), e reduzido a ao conjunto de valores de intensidade de precipitação observadas em vinte valores ordenados de distâncias ao aspersor, tomadas desde 2,5% até 97,5% do raio de alcance, em intervalos regulares de 5%. Os 24 conjuntos foram submetidos à análise de agrupamento, realizada através do algoritmo "K-Means" (TOU & GONZALES, 1974). Para simular a distribuição espacial da água de um equipamento autopropelido operando com diferentes espaçamentos entre carreadores e diferentes ângulos de giro do aspersor PLONA-RL400, foi desenvolvido um aplicativo no *Visul Basic* da planilha eletrônica Excel. O aplicativo utiliza os resultados da análise de agrupamento para selecionar, dentre os "K" possíveis perfis, o perfil radial adimensional que melhor representa a aplicação de água do PLONA-RL400 na condição operacional desejada (bocal x pressão). O perfil selecionado toma sua forma dimensional quando os pares adimensionais de distância e intensidade de precipitação são multiplicados pelos respectivos valores do raio de alcance e da intensidade média de precipitação (vazão /área circular molhada). Em seguida, os valores de intensidade de precipitação são corrigidos em função do ângulo de giro do aspersor. O perfil móvel de aplicação de água, que representa a lâmina aplicada em diferentes pontos situados em um plano perpendicular à trajetória linear de deslocamento do aspersor, é calculado pela integração numérica, em intervalos correspondentes a 1/40 do tempo de molhamento, dos valores de intensidade de precipitação experimentados durante o tempo de molhamento de cada ponto. Na condição operacional selecionada, a uniformidade de aplicação de água em diferentes espaçamentos entre carreadores, compreendidos entre 40 e 100% do diâmetro molhado do aspersor, é computada da sobrepondo-se lateralmente o perfil móvel de aplicação de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O algoritmo de agrupamento "K-Means" indicou que cada um dos 24 perfis radiais determinados assume uma das três formas geométricas mostradas na Figura 1(K=3). Na Tabela 1 são apresentados, para as 24 diferentes combinações de pressão de serviço e diâmetro do bocal principal, os valores de vazão, de raio de alcance e do número do perfil adimensional mostrado na Figura 1 que melhor representa a distribuição radial de água do aspersor PLONA-RL400. Os perfis adimensionais mostrados na Figura 1 representam condições operacionais do aspersor que determinam três níveis distintos de pulverização do jato de água do aspersor. O perfil I agrupa aquelas condições operacionais que resultam em reduzido grau de pulverização do jato.

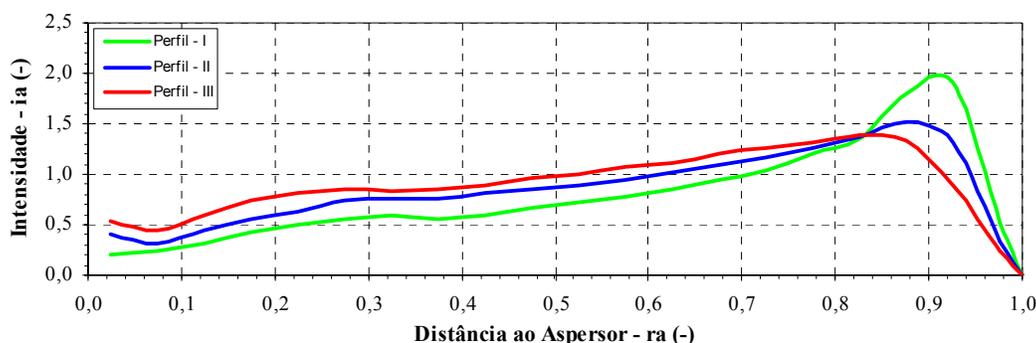


FIGURA 1. Formas geométricas (I, II e III) assumidas pelo perfil radial adimensional de aplicação de água do aspersor PLONA-RL400 operando, de forma estacionária e na ausência de vento, sob diferentes combinações de diâmetro de bocal e pressão de serviço.

A redução no grau de pulverização do Perfil I é inferida através da Tabela 1, que, limita a ocorrência deste perfil I a menor pressão de operação. Esta inferência é também feita através da Figura 1, que mostra acúmulo de aplicação de água na extremidade do raio de alcance do Perfil I, que é típico de aspersores operando nesta condição. O maior grau de pulverização associado à ocorrência do Perfil III é inferido pelos valores da Tabela 1, que mostra a ocorrência deste perfil quando se utiliza a maior pressão de operação ou, em combinações envolvendo os menores bocais sob elevadas pressões de serviço. Esta condição também é confirmada na Figura 1, pela ausência do pico de aplicação na extremidade do raio de alcance do Perfil III. Condições operacionais que conduzem a um grau intermediário de pulverização do jato são agrupadas e representadas pelo Perfil II.

TABELA 1. Valores observados de vazão, de raio de alcance e do tipo do perfil radial adimensional de distribuição de água do aspersor PLONA-RL400 operando, na ausência de vento, com diferentes combinações de diâmetro do bocal principal e pressão de serviço.

Pressão – p kPa (m.c.a.)	Dados Técnicos	Diâmetro do Bocal Principal (mm)					
		34	36	38	40	42	44
392 (40)	Vazão ($m^3 h^{-1}$)	84,45	94,01	104,29	115,38	125,34	137,05
	Raio (m)	52,02	52,89	52,68	52,02	52,01	52,21
	Tipo do Perfil	I	I	I	I	I	I
490 (50)	Vazão ($m^3 h^{-1}$)	94,48	105,28	116,55	129,19	140,63	152,77
	Raio (m)	59,89	59,65	60,56	60,61	60,52	59,88
	Tipo do Perfil	II	II	II	II	II	II
588 (60)	Vazão ($m^3 h^{-1}$)	103,42	115,07	127,91	65,55	153,98	167,82
	Raio (m)	64,76	65,27	65,36	141,50	66,07	66,56
	Perfil	III	III	II	II	II	II
686 (70)	Vazão ($m^3 h^{-1}$)	111,93	124,27	138,24	152,96	165,37	181,23
	Raio (m)	69,36	68,62	69,39	70,34	70,49	71,43
	Tipo do Perfil	III	III	III	III	III	III

A Figura 2 permite selecionar, para as diferentes condições operacionais mostradas na Tabela 1, as combinações de espaçamento entre carregadores e ângulo de giro do aspersor que resultam em valores mais elevados de uniformidade de aplicação de água (coeficiente de Christiansen - CUC). Observa-se que para os perfis I, II e III (Figura 2a, 2b e 2c), na ausência de ventos, independentemente do ângulo de giro, os maiores valores de uniformidade são obtidos quando o espaçamento entre carregadores atinge valores entre 80 e 90% do diâmetro molhado do aspersor. A recomendação de espaçamento entre carregadores, inferida pelos valores mostrados na Figura 2, excede o valor de 80% do diâmetro molhado sugerido na literatura (KELLER & BLIESNER, 1990 e TARJUELO, 1999). Para os três perfis, no que diz respeito ao ângulo de giro do aspersor, na faixa de espaçamento recomendados, os melhores valores de CUC são observados quando o ângulo de giro situa-se entre 180 e 230°. Esta recomendação confirma o valor de 200 a 220° sugerido por KELLER & BLIESNER (1990) e TARJUELO (1999).

CONCLUSÕES: Com base nos resultados obtidos conclui-se que, para o aspersor PLONA-RL400: *i)* três formas geométricas adimensionais podem ser utilizadas para representar os perfis radiais de distribuição de água do aspersor; *ii)* espaçamentos de carreadores compreendidos entre 80 e 90% do diâmetro molhado do aspersor resultam em adequados valores de CUC e; *iii)* ângulos de giro entre 180 e 230° geram melhores valores uniformidade de aplicação de água.

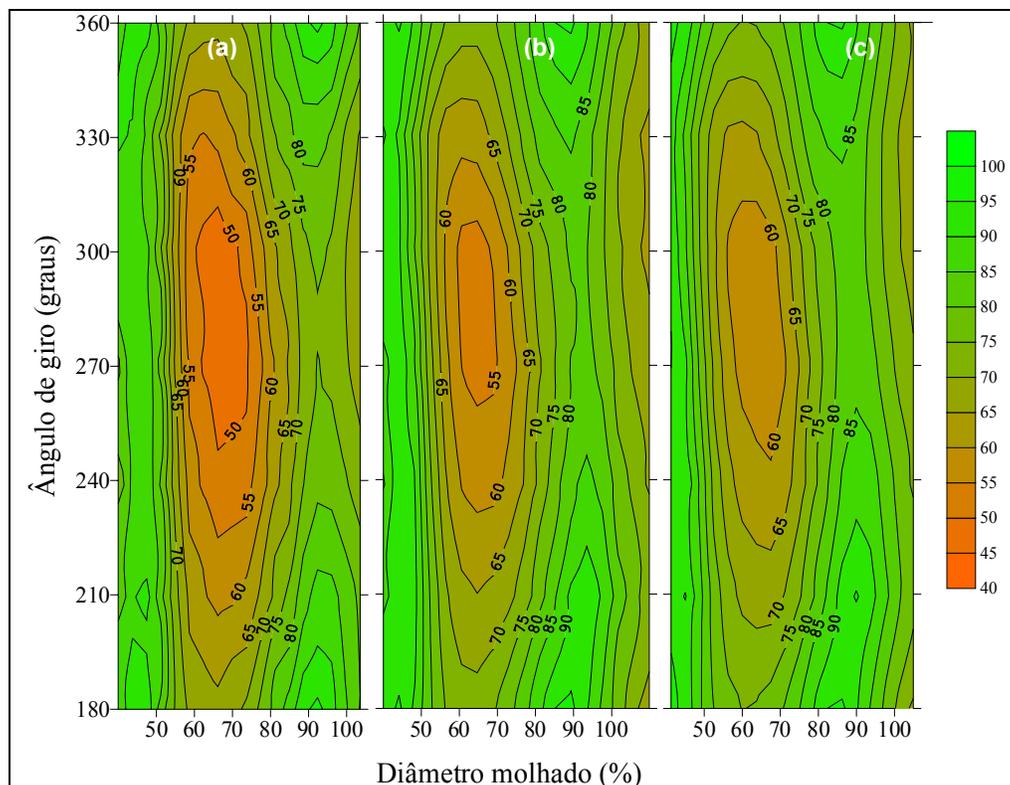


FIGURA 2. Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), em função do ângulo de giro e do espaçamento entre carreadores para as formas geométricas I (a), II (b) e III (c) assumidas do perfil radial adimensional de aplicação de água do aspersor PLONA-RL400.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTINGER, M. W.; LONGENBAUGH, R. A. Theoretical distribution of water from a moving irrigation sprinkler. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, v. 5, n. 1, p. 26-30, Jan./Feb. 1962.
- KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkler and Trickle Irrigation**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1990. 652 p.
- PRADO, G. **Aplicativo computacional para simulação da distribuição de água pelo aspersor PLONA-RL300 em sistemas autopropelidos de irrigação**. 2004. 86 p. (Dissertação de Mestrado).
- PRADO, G.; COLOMBO, A. Caracterização técnica do aspersor PLONA-RL300. *Irriga*, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 53-63, Jan./Abr. 2005.
- ROCHA, F. A.; PEREIRA, G. M. ROCHA, F. S.; SILVA, J. O. Análise da uniformidade de distribuição de água de um equipamento autopropelido. *Irriga*, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 96-106, Jan./Abr. 2005.
- SOLOMON, K.; BEZDEK, J. C. Charactering sprinkler distribution patterns with a clustering algorithm. *Transactions of American of Agricultural Engineers*, St. Joseph, v.23, n.4, p.899-906, July/Aug. 1980.
- TARJUELO, J. M. **El Riego por Aspersión y su Tecnología**. 2ª ed. Madrid. Mundi Prensa Libros, 1999. 529p.
- TOU, J.T.; GONZALES, R.C. **Pattern recognition principles**. London:Addison-Wesley, 1974. 377p.