

# *Avaliação da uniformidade de distribuição de aspersor escamoteável em irrigação de jardins*

## *Evaluation of distribution uniformity of retractable sprinklers in garden irrigation*

Danilo Ferreira Mendes<sup>\*</sup>  
 Samuel Ferreira da Silva<sup>\*\*</sup>  
 Ramon Ramirez de Oliveira da Ressurreição<sup>\*\*\*</sup>  
 Gilson Souza Tulli<sup>\*\*\*\*</sup>  
 Jéferson Luiz Ferrari<sup>\*\*\*\*\*</sup>

Objetivou-se com a realização do presente trabalho avaliar a uniformidade de aplicação de água para aspersores escamoteáveis modelo PGJ 04 - 10 cm, rosca de 1/2", raio de 11,6 m, vazão de 1,23 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e com arco ajustado para 180°, utilizados em irrigações de jardins do Ifes *campus* de Alegre, Espírito Santo. Monitoraram-se os fatores climáticos e as relações de lâminas de água aplicada, de pressão de serviço e o CUC e CUD. Os resultados indicaram lâmina média de água de 6,42 mm h<sup>-1</sup>, CUC de 99,66% e CUD de 85,04% quando utilizada pressão de serviço igual a 3,92 bar.

*This work presents the evaluation of the uniformity of water application for PGJ sprinklers concealable model 04 - 10 cm (threaded 1/2", distance of 11.6 m, flow of 1.23 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> and arc set to 180°), used to irrigate the gardens at IFES campus Alegre, Espírito Santo. Were monitored climatic factors and the relationship of applied water levels, the working pressure, the CUC and UDC coefficients. Results indicated blade average of 6.42 mm h<sup>-1</sup>, CUC 99.66% and 85.04% of CUD water when operating pressure equal to 3.92 bar was used.*

Palavras-chave: Gramados ornamentais. Aspersores rotores. Manejo da irrigação.

*Key words: Ornamental lawns. Rotor sprinklers. Irrigation management.*

### **Introdução**

O mercado de floricultura e paisagismo, apontado como área promissora neste século (SAVIANO, 2009), vem crescendo ano a ano no Brasil, acompanhado de tecnologias e desafios para produção e manutenção de plantas ornamentais e gramados.

Devido à importância da água para a manutenção da vida, da cor e da beleza de um gramado, um dos tópicos em perspectiva é a irrigação dos gramados ornamentais (BACKES et al., 2012).

<sup>\*</sup> Pós-graduando em Agroecologia - Departamento de Desenvolvimento Educacional IFES - *campus* de Alegre - Alegre/ES - Brasil. E-mail: danilofmendes@gmail.com

<sup>\*\*</sup> Doutorando em Produção Vegetal - Departamento de Engenharia Rural - CCA-UFES - Alegre/ES - Brasil. E-mail: samuelfd.silva@yahoo.com.br

<sup>\*\*\*</sup> Graduando em Tecnologia em Cafeicultura - Departamento de Desenvolvimento Educacional - IFES - *campus* de Alegre - Alegre/ES - Brasil. E-mail: ramon\_ramirez@hotmail.com

<sup>\*\*\*\*</sup> Técnico em Agropecuária - Setor de Jardinagem - IFES - *campus* de Alegre - Alegre/ES - Brasil. E-mail: gstulli@ifes.edu.br

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Professor Doutor em Produção Vegetal - Departamento de Desenvolvimento Educacional - IFES - *campus* de Alegre - Alegre/ES - Brasil. E-mail: ferrarijuliz@gmail.com

A irrigação é, segundo Frizzone et al. (2005) e Mantovani et al. (2009), a aplicação artificial de água ao solo, em intervalos definidos e em quantidade suficiente para fornecer às espécies vegetais umidade ideal para seu pleno desenvolvimento, com o uso racional de água e a mínima degradação ambiental.

Sanchez (2012) explica que, para gramados implantados, o sistema de irrigação pode fazer uso de diversos tipos e modelos de aspersores que permitem a aplicação uniforme de água em toda a área verde evitando que a água seja aplicada em áreas indesejadas como passeio, paredes, via de acesso e pavimentos em geral. Entre esses aspersores destacam-se os aspersores rotores escamoteáveis, com arcos ajustáveis de cobertura (0 a 360°) e raio de alcance de 6 a 30 metros. Os aspersores escamoteáveis, além de não ferirem a estética do paisagismo, permitem a realização da poda sem inconvenientes, a diminuição da ação de vândalos e o tráfego humano com segurança na área (GIOCOIA NETO, 2003).

A uniformidade de aplicação de água é um parâmetro muito importante num sistema de irrigação por aspersão, pois ela diagnostica a variabilidade com a qual a água de irrigação é distribuída no campo. De acordo com Mantovani et al. (2009) existem vários coeficientes que permitem expressar essa grandeza. Entre eles destacam-se: o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), proposto por Christiansen em 1942; o Coeficiente de Uniformidade Estática (CUE), elaborado por Wilcox & Swailes em 1947 e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), estabelecido por Criddle e seus colaboradores em 1956.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a uniformidade de aplicação de água de aspersores escamoteáveis modelo PGJ 04 - 10 cm, rosca de ½", raio de 11,6 m, vazão de 1,23 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e com arco ajustado para 180° utilizados em irrigações de jardins.

## ***Material e métodos***

O ensaio foi conduzido no Setor de Jardinagem do Instituto Federal do Espírito Santo *campus* de Alegre, cujas coordenadas geográficas são: 20°45'25"(S), 41°27'6"(O) e 114 m de altura em relação ao nível médio do mar.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é Cwa, (verão quente úmido e inverno seco), temperatura média anual de 23,1° C e precipitação média anual de 1.341 mm. A região apresenta duas estações bem definidas, seca e chuvosa, com a maior precipitação média de 242,2 mm em dezembro, e o menor valor médio de 26,7 mm em junho (LIMA et al., 2008).

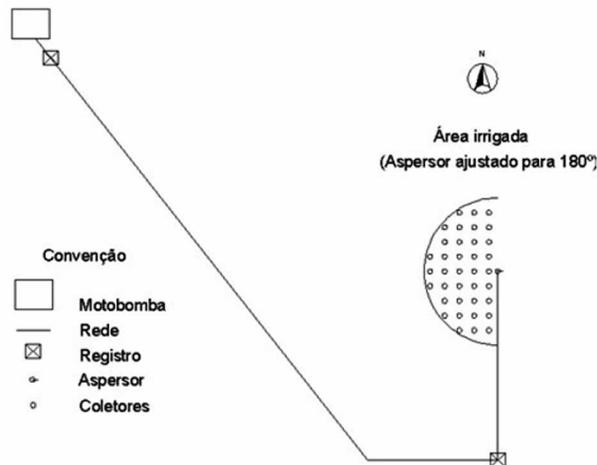
O sistema de irrigação utilizado foi um sistema de irrigação para gramados implantados, composto por uma bomba Schneider de 25 CV, uma tubulação de 120 m (50 mm de diâmetro e redução de 35 mm) e por um aspersor escamoteável modelo PGJ 04 - 10 cm, rosca de ½", raio de 11,6 m, vazão de 1,23 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e com arco ajustado

para 180°, de modo a irrigar uma área equivalente a 211,26 m<sup>2</sup>. A pressão de serviço, monitorada por um manômetro Glicerina Limetal (0 a 10 kgf), foi de 3,92 bar.

A avaliação da uniformidade de distribuição de água foi realizada por meio do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) (MANTOVANI, 2001), a partir da coleta das lâminas de água armazenadas durante 15 minutos, em 37 coletores de PVC (100 mm de diâmetro na extremidade vazada e 150 mm de altura) distribuídos uniformemente dentro da área irrigada. As medições das lâminas de água foram efetuadas por uma proveta Nalgon TC/TD 20°C - 100 mm.

A Figura 1 ilustra o sistema de irrigação e o esquema amostral. Ressalta-se que a área irrigada do jardim se encontra numa situação topográfica de relevo plano (0 a 3%) e que a altura de recalque foi de 1 m.

**Figura 1 - Ilustração dos componentes do sistema de irrigação e do esquema amostral utilizado para a avaliação da uniformidade de irrigação do aspersor escamoteável.**



Fonte: Dos autores (2013)

A partir dos valores de CUC, obtidos mediante a Equação 1, foi determinado o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) (Equação 2).

$$CUC = 100 * \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N \bar{X}^2} \right] \quad (1)$$

em que,

CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, %;

X<sub>i</sub> - Lâmina de água do coletor i, mm;

$\bar{X}$  - Lâmina média de água, mm;

N = Número de coletores.

$$CUD = \frac{x_{25}}{\bar{X}} * 100 \quad (2)$$

em que,

CUD - Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, %;

$x_{25}$  - média de 25% do total dos coletores, com as menores lâminas, em mm;

$\bar{X}$  - Lâmina média de água, mm.

Durante a avaliação do ensaio foi realizado o monitoramento do tempo climático. Foram capturados por meio da Estação Meteorológica Automática ALEGRE A617 (INMET, 2013), localizada cerca de 2,3 km da área experimental, os seguintes dados: direção e velocidade do vento, umidade relativa e temperatura do ar.

Mapas de distribuição espacial das lâminas de água foram gerados possibilitando visualizar a distribuição espacial da irrigação na área. Foram gerados dois mapas de distribuição espacial de lâminas de água aplicada: um com intervalo de 0,25 mm e outro com intervalo de 0,50 mm. Usou-se o aplicativo computacional SURFER® 8.3 (GOLDEN SOFTWARE, 2005) e o interpolador, o Inverso do Quadrado da Distância (Equação 3) (YAMAMOTO & LANDIM, 2013).

$$Z^*(x_i, y_i) = \frac{\sum_{i=1}^N z(x_i, y_i) d_{ij}^{-r}}{\sum_{i=1}^N d_{ij}^{-r}} \quad (3)$$

em que:

$Z^*(x_i, y_i)$  - Valor estimado na posição  $x_i, y_i$ ;

$d_{ij}$  - Distância euclidiana na amostra  $j$  ao ponto  $i$  da grade, definida pela Equação 4;

$r$  - Fator de ponderação da distância.

$$d_{ij} = \left[ (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

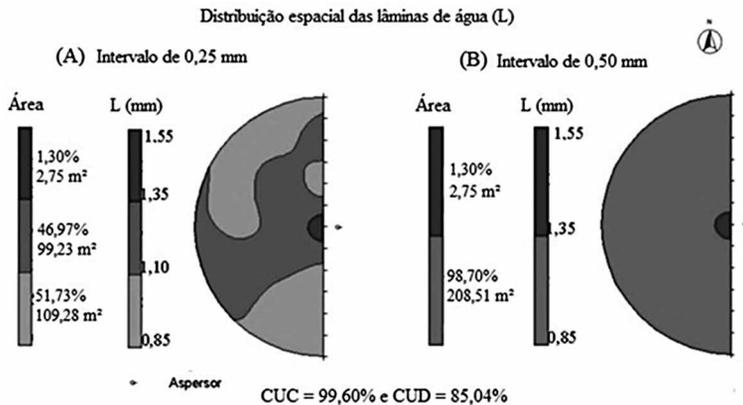
## ***Resultados e discussão***

Os valores de direção e velocidade do vento (355° e 0,8 m s<sup>-1</sup>, respectivamente), de umidade relativa do ar (76%) e de temperatura do ar (25,6°C), registrados durante o ensaio (15h às 16h), foram considerados estáveis, não interferindo sobre os coeficientes de uniformidade. Entretanto, como destacam Frizzone et al. (2005) e Mantovani et al. (2009), a uniformidade de aplicação de água de sistemas de irrigação por aspersão depende de diversos fatores, como: regulagens mecânicas do aspersor, forma geométrica

do perfil de distribuição de água, disposição e espaçamento entre aspersores, pressão de serviço e velocidade e direção do vento.

Os coeficientes de uniformidade de distribuição de água do aspersor escamoteável são apresentados na Figura 2, juntamente com os mapas de distribuição espacial das lâminas de água.

Figura 2 - Coeficientes de uniformidade do aspersor escamoteável e distribuição espacial das lâminas de água na área do jardim: (A) – Intervalo de 0,25 mm e (B) – Intervalo de 0,50 mm.



Fonte: Dos autores (2013)

Nota-se que os valores de lâmina de água variaram de 0,85 a 1,55 mm e que, apesar da variabilidade espacial das lâminas de água retratada pelos intervalos de 0,25 mm e 0,50 mm, os valores de CUC (acima de 90%) e CUD (acima de 84%) demonstraram que o sistema apresenta classificação excelente de uniformidade, de acordo com a classificação proposta por Mantovani (2001).

O menor valor de CUD em relação ao valor de CUC se deve ao rigor da obtenção desse coeficiente, ou seja, o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) baseia-se na média das lâminas de  $\frac{1}{4}$  da área que recebe as menores lâminas, enquanto que o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) se baseia na média aritmética das lâminas de água. Essa particularidade, entre outras razões, tem levado ao uso preferencial do CUD em várias partes do mundo (BURT et al., 1997).

Os mapas gerados de distribuição espacial de lâminas de água complementam a avaliação da uniformidade de aplicação de água do aspersor escamoteável. Verifica-se que eles possibilitam conhecer e delimitar as regiões do jardim que estão recebendo lâminas maiores e menores de água, o que pode interferir no crescimento e desenvolvimento das plantas do jardim. Caso se considere, por exemplo, o intervalo de 0,25 mm de lâmina de água, nota-se que ocorrerão três classes diferentes de distribuição espacial de lâminas de água: de 0,85 a 1,10 mm; 1,10 a 1,35 mm; e 1,35 a 1,55 mm, que representam,

no jardim, áreas de 51,73% (109,28 m<sup>2</sup>), 46,97% (99,23 m<sup>2</sup>) e 1,30% (2,75 m<sup>2</sup>), respectivamente. Já se for considerado um intervalo prático de 0,50 mm, obter-se-á como resultado duas classes (regiões) diferentes: 0,85 a 1,35 mm (208,51 m<sup>2</sup>) e 1,35 a 1,55 mm (2,75 m<sup>2</sup>).

Apesar da disponibilidade desses métodos de avaliação para a realização do manejo adequado da irrigação, ainda é pequena a adoção dos mesmos por agricultores, sendo a irrigação muitas vezes realizada com base na experiência prática do produtor, sem adoção de qualquer estratégia de uso e manejo racional de água.

Vale destacar que esses aspersores escamoteáveis possuem algumas vantagens em relação aos demais, pois não ferem a estética do paisagismo, permitem o trânsito livre sobre os gramados de pedestres e veículos e a poda manual ou mecanizada dos jardins com facilidade.

## ***Conclusão***

Os resultados indicam lâmina média de água de 6,42 mm h<sup>-1</sup>, CUC de 99,66% e CUD de 85,04% quando se utiliza pressão de serviço igual a 3,92 bar, para o aspersor escamoteável em estudo.

Mapas de distribuição espacial de lâminas de água constituem-se ferramentas úteis para complementar a avaliação da uniformidade de aplicação de água.

## ***Referências***

BACKES, C. GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. *Tópicos atuais em gramados III*. 1. ed. Botucatu, SP: FEPAF, 2012. v. 1. 208p.

BURT, C.M.; CLEMMESNS, A.J.; STRELKOFF, T.S.; SOLOMON, K.H.; BLIESNER, R.D.; HARDY, L.A.; HOWELL, T.A. Irrigation performance measures: efficiency and uniformity. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 123, n. 6, p. 423-442, 1997.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUZA, J. L. M.; ZOCOLER, J. L. *Planejamento da Irrigação: análise de decisão de investimento*. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. v. 1. 627p.

GIACIOIA NETO, J. Sistemas de irrigação para gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu, SP: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2003.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer version 8.0 Surface mapping system. Colorado: Golden Software, 1993-2005. 1 CD-ROM.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). *Dados da Rede do INMET*.

Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 22 nov. 2013.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre – ES. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 32-332, 2008.

MANTOVANI, E. C. AVALIA: *Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada*. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. *Irrigação: princípios e métodos*. 3. ed. atual. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355p.

SANCHEZ, L. V. Irrigação em gramados ornamentais. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 6., 2012, Botucatu, SP. *Minicurso: Tópicos em gramados ornamentais*. Botucatu, SP: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2012.

SAVIANO, R. Jardinagem com sofisticação. *Revista Empresas & Negócios*, ed. 246, jul. 2009.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. *Geoestatística: conceitos e aplicações*. São Paulo, SP: Oficina de Textos. 2013. 215p.

*Artigo recebido em: 12 mar. 2014*  
*Aceito para publicação em: 12 set. 2014*