

## UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NA SUPERFÍCIE DO SOLO

Camila Aparecida da Silva Martins<sup>1</sup>, Edvaldo Fialho dos Reis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Departamento de Produção Vegetal; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES; [camila.cca@hotmail.com](mailto:camila.cca@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Departamento de Engenharia Rural; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES; [edreis@cca.ufes.br](mailto:edreis@cca.ufes.br)

**Resumo-** Este trabalho foi realizado na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, com o objetivo de avaliar a uniformidade de distribuição superficial da água aplicada na irrigação por aspersão convencional, através dos coeficientes de uniformidade: Christiansen (CUC), Wilcox-Swales (CUE) e Criddle (CUD). Os baixos valores de uniformidade (< 60 %) observados, foram menores que os valores mínimos recomendados para um projeto de irrigação, mostrando que o sistema de irrigação em estudo apresenta inaceitável uniformidade de aplicação de água ao solo.

**Palavras-chave:** Irrigação, coeficientes de uniformidade, distribuição superficial.

**Área do Conhecimento:** Agronomia.

### Introdução

Na agricultura irrigada, o recurso água é o fator principal, e ele tem se tornado limitante por causa da implementação de novas áreas irrigadas ou por falta da disponibilidade de recursos hídricos; torna-se imprescindível à adoção de medidas que possibilitem o uso adequado dos recursos hídricos disponíveis, com ênfase, em irrigação, na melhoria da eficiência do uso da água (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

A irrigação por aspersão convencional constitui-se num dos métodos mais usados nas últimas décadas no Brasil e, representa em torno de 59% da área irrigada no Espírito Santo (CHRISTOFIDIS, acesso em out. 2007). O objetivo da irrigação por aspersão é aplicar uma quantidade de água preestabelecida de maneira uniforme sobre a área irrigada. Porém, como regra geral no Brasil, a falta quase completa de algum tipo de manejo desse sistema de irrigação, torna a eficiência global do mesmo muito baixo.

A uniformidade de aplicação é um fator de suma importância em qualquer método de irrigação, pois afeta a eficiência do uso de água e como consequência, a quantidade e a qualidade da produção (SEGINER et al., 1991).

A irrigação por aspersão apresenta valores de eficiência de uniformidade da ordem de 75 a 90%. Quando projetado adequadamente, tal sistema pode atender toda demanda evapotranspirativa da cultura com um mínimo de perdas (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Muitos coeficientes são utilizados para expressar a variabilidade de distribuição da água aplicada por um sistema de irrigação por

aspersão, na superfície do solo. O primeiro deles foi proposto por Christiansen (1942) e adota o desvio médio absoluto como medida de dispersão (CUC). Wilcox & Swales (1947) propuseram um coeficiente de uniformidade utilizando o desvio-padrão como medida de dispersão, para o qual se aceitam valores acima de 75% (CUE); já Criddle et al. (1956) introduziram outra medida da uniformidade, considerando a razão entre a média do menor quartil e a lâmina média coletada (CUD).

Usualmente, os sistemas de irrigação por aspersão são avaliados apenas com base nos parâmetros medidos na superfície do solo, porém a extração de água pela cultura, na profundidade efetiva da raiz, depende da capacidade de armazenamento de água pelo solo, da profundidade da raiz e da espécie de cultura. Isto mostra que a distribuição da água no perfil do solo é tão importante quanto a que ocorre na sua superfície, devendo ser considerada se o objetivo do projeto é propiciar um manejo de água eficiente e econômico (ROCHA et al., 1999).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de um projeto de irrigação por aspersão convencional, quanto à uniformidade de distribuição de água do projeto, através dos coeficientes de uniformidade mais usuais.

### Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido na Área Experimental do Centro de Ciências Agrárias da UFES (CCA-UFES), localizada na Rodovia ES 482 - km 7, Distrito de Rive, pertencente ao município de Alegre - ES. Situada por definição entre as coordenadas geográficas 20° 45' e 20°

50' de Latitude Sul e 41°35' e 41° 30' de Longitude Oeste. Localizada na Bacia do Rio Alegre entre altitudes de 120 a 140 metros. O solo da área irrigada é de textura média.

O clima da região foi classificado como Cwa, segundo o sistema Köppen, apresentando chuvas no verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 1405,77 mm e temperatura média anual entre 25 a 28° C. O relevo predominante na área irrigada é suavemente ondulado com declividade de 3 a 8% .

Na área avaliada foram retiradas amostras de solos, imediatamente antes da avaliação, nas camadas de 0-20 cm de profundidade, as quais foram levadas para análise, obtendo-se resultados de Capacidade de Campo (CC), Ponto de murcha (Pm) e Densidade do solo (Ds). Sendo a CC e o Pm, ambos determinados pelo extrator de Richards, e a Ds foi determinada pelo Método da proveta e a umidade do solo foi determinada pelo método padrão de estufa.

A determinação da uniformidade de distribuição de água para sistemas de irrigação foi baseada na metodologia apresentada por Christiansen (1942) e pelo Criddle et al. (1956), que consiste em colocar um conjunto de “pluviômetros” ou latas de um litro aberto na parte superior, eqüidistante, em torno do aspersor a ser testado, e liga-se o aspersor por um período nunca inferior a duas horas. Durante o teste, mediu-se a vazão no bocal do aspersor e o volume ou lâmina d’água coletada, em cada “pluviômetro”, no final do teste.

Para a realização do teste, a área em torno do aspersor foi dividida em subáreas quadradas, de iguais dimensões, e os coletores foram colocados no centro de cada subárea e o número mínimo de coletores instalados por teste, varia de 100 a 144.

Para a medição de vazão em sistemas de aspersão, foi coletado no cada aspersor, previamente selecionado, o volume aplicado em um tempo de três minutos, com auxílio de cronômetro, coletores e proveta graduado. Utilizando-se os dados coletados nos coletores, foram estimados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), de Wilcox-Swailles (CUE) e de Criddle (CUD).

Na análise do teste usaram-se os coeficientes de uniformidade CUC, CUE e CUD, respectivamente, calculados pelas Eqs. 1, 2 e 3, na determinação da distribuição superficial da água aplicada.

$$CUC = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - X_{med}|}{n \cdot X_{med}} \right\} \quad (1)$$

$$CUE = 100 \left( 1 - \frac{Sd}{X_{méd}} \right) \quad (2)$$

$$CUD = 100 \left( \frac{X_{25}}{X_{méd}} \right) \quad (3)$$

sendo:

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;

$X_i$  - valores de precipitação, em mm;

$X_{méd}$  - média geral dos valores de precipitação, em mm;

$n$  - tamanho da amostra;

CUE - coeficiente de uniformidade estatístico, em %;

$Sd$  - desvio-padrão dos valores de precipitação, em mm;

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;

$X_{25}$  - média do menor quartil, em mm.

Tabela 1- Classe de desempenho dos sistemas de irrigação em função do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)

CLASSE	CUC (%)
Excelente	Acima de 90
Bom	80 – 90
Razoável	70 – 80
Ruim	60 – 70
Inaceitável	Abaixo de 60

Fonte: BERNARDO (1995)

Considerando que os dados de precipitação seguem uma distribuição normal, o CUC pode ser estimado utilizando-se a seguinte expressão:

$$CUC * = \frac{l_m}{L_m} 100 \quad (4)$$

Em que,  $I_m$  a média de 50% das precipitações (mm) com menores valores, ou seja, média da menor mediana e  $L_m$  é média das precipitações (mm).

## Resultados

O solo da área de estudo é de textura média, com umidades correspondentes às tensões de 0,33 e 15 bar de 26,13 e 12,8% em peso, respectivamente. Esses dados foram tomados como capacidade de campo e ponto de murcha. A densidade aparente do solo ( $D_a$ ) é de  $1,22 \text{ g.cm}^{-3}$  e a velocidade de infiltração básica obtida com o infiltrômetro de cilindro, de  $12 \text{ mm.h}^{-1}$ .

Os aspersores utilizados eram da marca Senniger, modelo 5025, vazão de  $0,00025 \text{ m}^3/\text{s}$ , no espaçamento de  $18\text{m} \times 18\text{m}$ . Os coletores utilizados possuíam diâmetro de 10cm, o espaçamento entre aspersores foi de 3m.

Na Tabela 2, estão apresentados a lâmina média coletada e os coeficientes de uniformidade da distribuição superficial da água aplicada, cujos valores encontrados variaram de 26,14 a 55,54%, valores esses inferiores aos convencionalmente recomendados para a operação de um sistema de irrigação por aspersão.

Tabela 2- Lâmina média coletada (mL) e coeficientes de uniformidade da distribuição da água aplicada (%) referentes ao teste realizado no campo

Parâmetros	Teste
Lâmina média coletada (mm)	24,50
CUC (%)	36,15
CUE (%)	26,14
CUD (%)	36,43
CUC*	55,54

## Discussão

Obsevarndo-se a Tabela 2, verifica-se que o sistema de irrigação avaliado apresenta uniformidade de aplicação inaceitável (CUC < 60%), de acordo com a classificação apresentada por Bernardo (1995). Os resultados obtidos são inferiores aos resultados recomendados para projeto de irrigação com boa uniformidade de aplicação de água. Os valores de CUC e de CUD encontrados (Tabela 2) são inaceitáveis para a irrigação de culturas de alto valor econômico, com sistema radicular pouco profundo, nos quais os valores de CUC e CUD devem ser superiores a 88,0 e 80,0%, respectivamente.

Para Almeida (1997), a uniformidade de aplicação de água de um sistema depende de

causas hidráulicas relacionada com perdas de carga, entupimentos, emissores velhos e maus distribuídos dentro da área irrigada.

Rezende (1998) avaliando a influência do espaçamento entre aspersores na uniformidade de distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo concluiu que o CUD é mais sensível a valores extremos do CUC e que o maior espaçamento acarreta menor uniformidade acima e abaixo da superfície do solo. Este mesmo autor afirma que o fato de CUD ser sempre menor que CUC é inerente às variáveis das equações utilizadas na determinação desses coeficientes, pois no cálculo de CUD consideram-se apenas 25% da área que recebeu menos água.

Os valores de CUC, CUE, CUD e CUC\* encontrados são considerados extremamente baixos quando comparados com os resultados obtidos por Sales (1997); Soares & Nascimento (1998); e Rocha et al., (1999). A baixa uniformidade de aplicação de água do sistema avaliado se deve em grande parte ao mal dimensionamento do projeto e a ausência de manejo do sistema. Geralmente valores reduzidos de uniformidade determinam maior consumo de água e energia, maior perda de nutrientes por deflúvio superficial e percolação profunda ao mesmo tempo em que podem apresentar plantas com déficits hídricos, em proporção significativa da área irrigada.

## Conclusão

Conclui-se que projeto de irrigação avaliado apresenta inaceitável uniformidade de aplicação de água ao solo, apresentando valores baixos de CUC, CUE, CUD e CUC\*.

## Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F. T. **Avaliação dos sistemas de irrigação pressurizados e do manejo da água na cultura da banana no Projeto Gorutuba.** Viçosa: UFV, 1997.100p. : il.
- BERNARDO, S., **Manual de Irrigação.** 6 ed. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 657p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.
- CRIDDLE, W.D.; DAVIS, S.; PAIR, C.H.; SHOCKLEY, D.G. **Methods for evaluating irrigation systems.** ashington DC: Soil Conservation Service - USDA, 1956. 24p.

- CHRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling**. Berkley: University of California, 1942. 124 p.

- CHRISTOFIDIS, D. **Água: gênese, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil**. Brasília, 2006. Disponível em: <[http://www.pivotvalley.com.br/valley/mestre/irrig\\_mundo\\_e\\_brasil.pdf](http://www.pivotvalley.com.br/valley/mestre/irrig_mundo_e_brasil.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2007.

- RESENDE, R; FRIZZONE, J.A.; GONÇALVES, A.C.A & FREITAS, P.S.L. Influência do espaçamento entre aspersores na uniformidade de distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.2, n.3, p.257-261, 1998.

- ROCHA, E. M. de M.; COSTA, R. N. T.; MAPURUNGA, S. M. da S.; CASTRO, P. T. Uniformidade de distribuição de água por aspersão convencional na superfície e no perfil do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.3, n.2, p.154-160, 1999.

- SALES, J.C. **Avaliação de coeficientes de uniformidade de distribuição e perdas de água por aspersão convencional**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1997. 68p. Dissertação Mestrado.

- SEGNER, I., NIR, D., BERNUTH, R. D. **Simulation of wind distorted sprinkler patterns**. Journal of the Irrigation and Drainage Engineering, New York, v.117, n.2, 1991. p. 285 – 308.

- SOARES, J. M.; NASCIMENTO, T. Avaliação técnica do sistema de irrigação por aspersão do perímetro irrigado barreiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.2, n.2, p.136-141, 1998.

- WILCOX, J.C.; SWAILES, G.E. **Uniformity of water distribution by some under tree orchard sprinklers**. Scientific Agriculture, v.27, n.11, p.565-583, 1947.