



UNIFORMIDADE DE IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO EM SISTEMA DE ASPERSÃO FIXA EM PASTAGEM

T. Z. Nunes¹, F. D. Szekut², M. A. Vilas Boas³, F. L. Suszek⁴

RESUMO: A inadequada uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação diminui a disponibilidade de água à cultura e aumenta o custo de produção. Para avaliação da uniformidade da aspersão coleta-se a lâmina de irrigação aplicada, a pressão do sistema durante seu funcionamento, a vazão dos aspersores e dados meteorológicos, sendo o vento a variável com maior influência na uniformidade de um sistema de aspersão. Com os dados recolhidos foram calculados o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e o coeficiente de variação (CV), além da confecção de mapas que representam a aplicação da lâmina de irrigação na área estudada. Os coeficientes de uniformidade estudados foram classificados de regular a ruim, prevalecendo a má uniformidade de aplicação do sistema quando houve ocorrência significativa de vento. Grande parte da má uniformidade do sistema pode ser explicada ainda pelo mal dimensionamento do sistema, que possui um espaçamento aproximado de 15 x 19 metros entre aspersores, ou pela escolha inadequada dos aspersores a serem utilizados na propriedade.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos, distribuição, vento, CUC.

UNIFORMITY OF IRRIGATION AND FERTIRRIGATION IN FIXED SPRINKLER SYSTEM ON PASTURE

SUMMARY: The inadequate uniformity of water application in irrigation systems decreases the availability of water to the crop and increases the cost of production. In order to evaluate the uniformity of the sprinkler, the irrigation blade is applied, the pressure of the system during its operation, the flow of sprinklers and meteorological data, being the wind the variable with greater influence in the uniformity of a sprinkler system. With the data collected was calculated the Christiansen Uniformity Coefficient (CUC), the Uniform Distribution Coefficient (CUD) and the coefficient of variation (CV), besides the preparation of maps that represent the

¹ Mestrando, PGEAGRI, UNIOESTE, CEP 85802-230, Cascavel, PR. Fone (45) 99842-6900. E-mail: thiago_zuculotto@hotmail.com.

² Doutorando, COPEAG, UAEG, CTRN, UFCG, Campina Grande, Pb.

³ Prof. Doutor, PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR.

⁴ Doutorando, PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR.

application of the irrigation blade in the studied área. The uniformity coefficients studied were classified as being fair to bad, with poor uniformity of system application when there was a significant occurrence of wind. Much of the poor uniformity of the system can be explained by the poor design of the system, which has an approximate spacing of 15 x 19 meters between sprinklers, or by inappropriate choice of sprinklers to be used in the property.

KEYWORDS: Water resources, distribution, wind, CUC.

INTRODUÇÃO

A necessidade de conservação dos recursos hídricos e redução nos custos de produção, principalmente de energia e de insumos, devem, por meio dos sistemas de irrigação e manejo, proporcionar aplicação de água uniforme e eficiente segundo Rezende et al. (2002). Werneck et al. (2011), colocam como um manejo da irrigação a aplicação da água na quantidade necessária no momento certo, pois quando o agricultor não adota um método de controle da irrigação, ele irriga em excesso ou déficit, comprometendo a produção.

Régis (2010) enfatiza que os ganhos em produtividade e rentabilidade agrícola com o uso da irrigação e a importância da vegetação para a continuidade dos fluxos hídricos, a aplicação da água em cultivos passa a ter um papel estratégico para a preservação dos refúgios de florestas e para a manutenção da oferta de alimentos. Na medida em que houver a difusão e o manejo correto de métodos e sistemas mais eficientes de irrigação, será alcançável a sustentabilidade agrícola e ambiental.

Christofidis (2005), mostra que a área de 18% sob cultivo irrigado produz cerca de 44% da produção total agrícola, também coloca que a estimativa de potencial para acréscimo na área mundial dominada por sistemas de irrigação situa-se em cerca de 190 milhões de hectares, e considera a possibilidade das áreas potenciais brasileiras que representam um adicional, à atual área irrigada, de cerca de 26 milhões de hectares, ou seja, o Brasil detém um potencial superior a 13% das capacidades mundiais de incorporação de novas áreas à agricultura irrigada.

Na irrigação por aspersão o sistema precisa ser avaliado após a implantação do projeto, visando verificar se o seu desempenho está de acordo com o que foi preestabelecido e possibilitando, se necessário, a realização de ajustes para melhorar a sua performance e periodicamente com o objetivo de avaliar a qualidade da manutenção e do manejo do sistema.

A aplicação simultânea de água e fertilizantes ao solo, por meio de sistemas de irrigação, é denominada fertirrigação ou fertirrigação. Com a difusão de novas tecnologias em irrigação e a

introdução de fertilizantes líquidos no mercado, abrem-se grandes perspectivas a utilização dessa tecnologia, uma vez que o sistema de irrigação se mostra muito eficaz quando utilizado como meio de transporte a fertilizantes (COSTA; VIEIRA; VIANA; 1994).

É de fundamental importância a avaliação de um sistema de irrigação, Carvalho (2006) recomenda realizar avaliações periódicas. A uniformidade em sistemas de irrigação é afetada por uma série de fatores, dentre eles, fatores hidráulicos, atmosféricos, falta de manutenção dos equipamentos e baixa qualidade da água de irrigação, fazendo com que aplicações insuficientes ou excessivas resultem em prejuízos consideráveis à produtividade (SILVA e SILVA, 2005). A inadequada uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação proporciona excesso da mesma em parte da área de cultivo e falta em outra, diminuindo a disponibilidade de água à cultura e aumentando o custo de produção (PAULINO et, al., 2009).

Deste modo, este trabalho possui como objetivo avaliar a uniformidade da irrigação e fertirrigação em um sistema de aspersão fixa em pastagem, utilizando o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de variação (CV), além da elaboração de mapas de representação da distribuição da lâmina na área avaliada.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram conduzidas em uma propriedade rural próxima a cidade de Salto do Lontra – PR, localizado a uma latitude $25^{\circ}47'02''$ S, longitude de $53^{\circ}18'32''$ O, altitude de 450 metros, com clima temperado úmido. A propriedade possui uma área de aproximadamente 12 ha. Parte da área é direcionada ao cultivo de pastagem tifton, onde está localizado o sistema de irrigação por aspersão fixa, direcionada a atividade da bovinocultura leiteira.

O sistema de irrigação por aspersão fixa instalado no local é tocado por uma moto-bomba de 7,5 cv localizada a aproximadamente 100 metros do sistema, e os aspersores instalados no local são da marca Agropolo, modelo NY-25, tipo amarelo x cinza, com vazão média de 0,616 m³/h. Os aspersores possuem um espaçamento aproximado de 15 x 19 m.

O fertilizante aplicado foi a uréia (46% N), que foi incorporado ao sistema após ser diluído em um reservatório por um injetor tipo Venturi. Foram aplicadas dosagens de 50 Kg/ha. Como parâmetros de medida de uniformidade da fertirrigação foram coletados, além da lâmina aplicada, a condutividade elétrica e o pH. Para isso, foram utilizados um condutivímetro da marca Hanna, modelo Hi98311 e um phmetro da marca Phtek, modelo PH100.

Nos casos de avaliação de aspersão convencional é possível trabalhar avaliando um, dois, três ou quatro aspersores, em disposições retangulares ou triangulares. Neste caso específico as avaliações foram realizadas em uma área onde se encontram instalados quatro aspersores fixos.

Para realizar a avaliação do sistema de aspersão em questão foram coletadas as lâminas de irrigação aplicadas durante o funcionamento do mesmo por um período de uma hora. A montagem da malha utilizada para a coleta da lâmina de água provinda do funcionamento do sistema consiste na instalação de coletores sobre hastes de alumínio (kit de ensaio – Fabrimar) que foram instalados de modo a que suas bordas superiores ficassem a 50 cm da superfície do solo, deixando um espaçamento de aproximadamente 2 x 2 m.

Simultaneamente ao período das coletas foi realizado o acompanhamento das pressões de serviço nos aspersores e das possíveis variações que podem ocorrer nos dados meteorológicos. A medição das pressões foi realizada a cada 15 minutos durante as avaliações utilizando-se manômetros analógicos da marca WIKA com escala de 0 a 10 bar e os dados meteorológicos como velocidade e direção do vento, temperatura do ar e umidade relativa foram recolhidos durante as avaliações com intervalos de 5 minutos a partir de uma estação meteorológica da marca La Crosse, modelo WS-550U-IT.

A lâmina captada por cada coletor foi medida utilizando-se da proveta graduada que acompanha o kit de ensaio do fabricante Fabrimar, que permite obter-se a leitura direta da lâmina recolhida em cada coletor. Os valores recolhidos foram utilizados nos cálculos dos coeficientes para a verificação da uniformidade da aspersão.

Para realizar a confecção dos mapas foi utilizado o Software Surfer, e o método de interpolação dos dados para o preenchimento do mapa foi a krigagem.

As equações utilizadas para classificar a uniformidade do sistema a partir das lâminas coletadas da irrigação e da fertirrigação foram as seguintes:

O conceito de coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi originalmente apresentado por Keller e Karmeli (1975), sendo a sua definição baseada na razão entre os 25% das lâminas mínimas, e as lâminas médias dos emissores selecionados, conforme expresso na equação 1:

$$CUD = \frac{Ln}{La} * 100 \quad \text{eq. 1}$$

Em que:

L_n – lâmina média dos 25% menores valores de lâminas (mm);

L_a – lâmina média (mm).

Um dos coeficientes mais conhecidos e largamente utilizado para o cálculo da uniformidade é o de CHRISTIANSEN (1942), que adotou o desvio médio como medida de dispersão, sendo seu cálculo obtido pela equação 2:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |(La - Li)|}{n * La} \right) * 100 \quad \text{eq. 2}$$

Em que:

Li – lâmina de cada coletor (mm);

La – lâmina média (mm);

n - número de emissores.

A variação em razão do processo de fabricação é medida pelo coeficiente de variação do emissor (CV), expresso na equação 3:

$$CV = \frac{[(\sum Li^2 - nLa^2) * (n-1)^{-1}]^{\frac{1}{2}}}{La} \quad \text{eq. 3}$$

Em que:

Li – lâmina de cada coletor (mm);

La – lâmina média (mm);

n - número de emissores.

De acordo com PIMENTEL GOMES (2000), os coeficientes de variação (cv) comumente obtidos nos experimentos de campo podem ser considerados baixos se inferiores a 10%, médios quando de 10 a 20%, elevados quando variam de 20 a 30% e muito altos se forem superiores a 30%.

A Tabela 1 apresenta as classificações do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e a Tabela 2 apresenta as respectivas classificações do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC).

Tabela 1. Classificação de CUD de acordo com Bralts (1986).

CUD	CLASSIFICAÇÃO
> 90%	Excelente
80% a 90%	Bom
70% a 80%	Regular
< 70%	Ruim

Tabela 2. Classificação do CUC segundo Bernardo *et al.* (2006).

CUC	Classificação
> 90%	Excelente
80 - 90%	Bom
70 - 80%	Regular
60 - 70%	Ruim
< 60%	Inaceitável

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados e da utilização das equações apresentadas anteriormente neste trabalho, foram calculados os coeficientes que indicam a uniformidade de aplicação do sistema apresentados na Tabela 3.

Analisando a Tabela 3 podemos perceber claramente a relação direta entre a velocidade do vento e a uniformidade de aplicação do sistema, uma vez que quanto maior for a velocidade do mesmo menor será a uniformidade.

Os valores apresentados de variáveis meteorológicas são médias dos dados coletados durante as avaliações.

De acordo com as respectivas classificações apresentadas anteriormente o sistema apresenta o CUC como sendo de regular a ruim, o CUD classificado como regular a ruim e um CV de elevado a muito alto.

A lâmina média aplicada possui relação direta com a pressão de funcionamento do sistema, sendo também influenciada pela velocidade do vento, uma vez que com o aumento da ocorrência do mesmo pode haver uma quantidade elevada de deriva de gota, deslocando a aplicação da lâmina d'água.

Os coeficientes de uniformidade calculados para as avaliações realizadas na fertirrigação são apresentados na Tabela 4 e possuem as seguintes classificações: CUC de regular a ruim, CUD de bom a ruim e CV como sendo de elevado a muito alto.

Como podemos observar na Tabela 4, a pressão de serviço teve uma grande queda nas avaliações da fertirrigação. Isso deve-se ao fato de que para realizar a injeção de fertilizantes foi utilizado um injetor do tipo Venturi, que realiza a sucção do fertilizante de um reservatório, gerando uma grande perda de carga ao sistema. Deve-se ainda ser considerada a grande distância entre a moto-bomba e o sistema, o que acaba por gerar perda de carga não só devido à distância, mais também devido a declividade do terreno.

Devido a essa diminuição na pressão de serviço do sistema, a lâmina aplicada também diminui, uma vez que a quantidade aplicada desta possui relação a pressão de utilização do sistema.

Como a distribuição de fertilizantes tem relação direta com a lâmina d'água aplicada pelo sistema de irrigação, pode-se interpretar que a uniformidade de distribuição de fertilizantes possui resultados similares aos encontrados para a uniformidade de aplicação de água, uma vez que o fertilizante é transportado e está diluído na mesma.

Os mapas apresentados na Figura 1 foram confeccionados utilizando os dados coletados nas avaliações da irrigação, enquanto a Figura 2 apresentam os mapas referentes as fertirrigações representando a distribuição da lâmina aplicada.

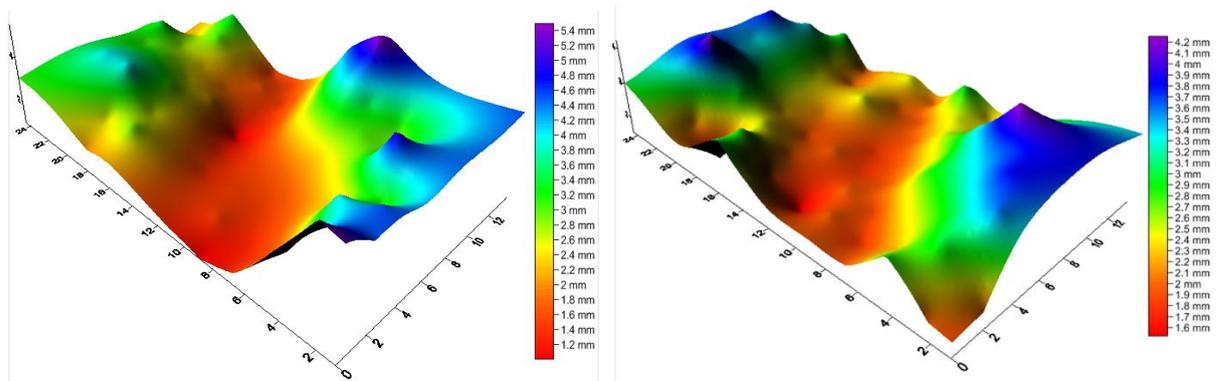


Figura 1. Distribuição da lâmina d'água na irrigação 1 e 2.

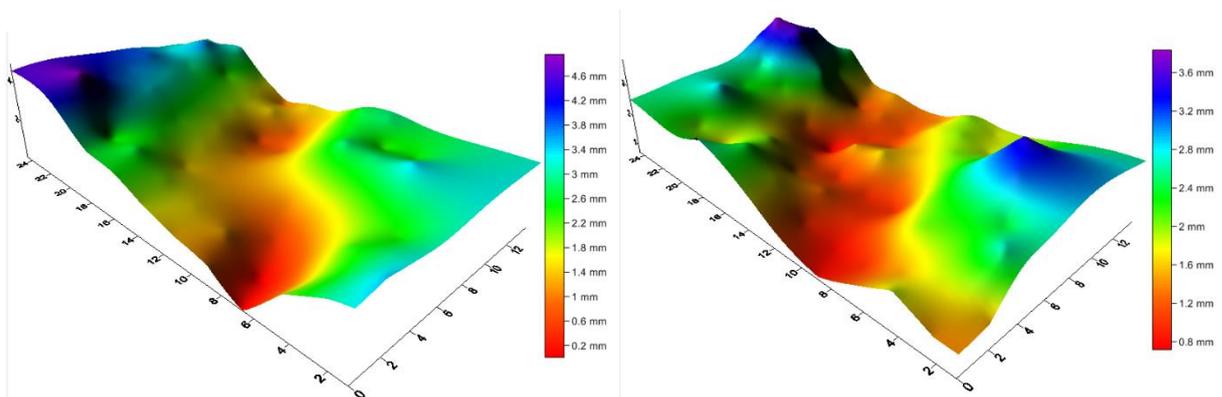


Figura 2. Distribuição da lâmina d'água na fertirrigação 1 e 2.

A partir dos mapas apresentados pode-se observar claramente um grande déficit de água localizado na parte central da área avaliada, o que sem dúvidas afeta diretamente e gravemente a uniformidade de aplicação do sistema.

Esse déficit pode ser explicado em parte pelo grande espaçamento entre os aspersores adotado na hora de se elaborar o projeto do sistema, o que acaba por prejudicar a sobreposição que deve ocorrer entre lâminas aplicadas por cada aspersor.

Tabela 3. Coeficientes de Uniformidade e Variáveis das Irrigações.

	Irrigação 1	Irrigação 2	Irrigação 3
CUC (%)	67,85	79,43	63,31
CUD (%)	55,09	74,95	45,89
CV (%)	41,04	25,45	44,23
Lâmina média (mm)	2,59	2,52	2,43
Vento (m/s)	2,48	2,37	3,47
Umidade Relativa (%)	85,50	80,42	75,50
Temperatura (°C)	20,87	23,58	25,98
Pressão (bar)	3,40	3,40	3,50

Tabela 4. Coeficientes de Uniformidade e Variáveis das Fertirrigações.

	Fertirrigação 1	Fertirrigação 2	Fertirrigação 3
CUC (%)	80,21	62,66	70,09
CUD (%)	71,51	43,30	58,13
CV (%)	24,72	45,48	37,99
Lâmina média (mm)	2,30	2,14	1,83
Vento (m/s)	0,48	5,50	2,68
Umidade Relativa (%)	66,25	77,25	61,50
Temperatura (°C)	20,38	16,69	22,46
Pressão (bar)	2,80	2,48	2,30

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados anteriormente neste trabalho, pode-se concluir que o sistema possui uniformidade regular de aplicação de água e de fertilizantes, sendo que todos os coeficientes utilizados (CUC, CUD e CV) foram indicativos e afirmadores desta situação.

As classificações dos coeficientes mostraram-se similares perante as avaliações realizadas, uma vez que os resultados obtidos a partir da equação fornecida de cada um foi praticamente a mesma.

Pode-se perceber durante este trabalho, que o vento foi a variável com maior influência sobre a uniformidade do sistema mesmo que a pressão de serviço do sistema também possua grande influência, como apresentado nas avaliações de fertirrigação.

Como os aspersores que estão sendo utilizados no local das avaliações é recomendado pelo fabricante para espaçamentos de no máximo 12 x 18 metros, pode-se concluir que grande parte da má uniformidade do sistema pode ser explicada pelo mal dimensionamento do sistema, que possui um espaçamento aproximado de 15 x 19 metros, ou pela escolha inadequada dos aspersores a serem utilizados no local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8ª ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) Trickle irrigation for crop production. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).

CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; VIRIRA LIMA, S. C. R.; GUEDES PERREIRA, J. M. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba. Irriga, Botucatu, v.11, n.1, p.36-46, Março 2006.

CHRISTIANSEN, E.J. Irrigation by sprinkler. Berkeley University of California, 1942.

CHRISTOFIDIS, DEMETRIOS; Água na produção de alimentos: O papel da irrigação no alcance do desenvolvimento sustentável. Brasília, Unb, DF, out 2005 disponível em <http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/exatas/article/viewFile/382/460>. Acesso: 28/06/2017.

COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A.; Quimigação: Aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. 1 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 315p.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design. S.1: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

PAULINO, M. A. DE O.; FIGUEIREDO, F. P.; FERNANDES, R. C.; SOUZA MAIA, J. T. L.; OLIVEIRA GUILHERME, D.; BARBOSA, F. S.; Avaliação da uniformidade e eficiência de aplicação de água, em sistemas de irrigação por aspersão convencional. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.3, n.2, p.48-54, 2009.

PIMENTEL GOMES. Curso de estatística experimental. 14 ed. Piracicaba: Editora Degaspari, 2000. p.477.

RÉGIS, R. S. Irrigação como alternativa de Sustentabilidade Agrícola e Ambiental, Revista multidisciplinar da uniesp, Saber Acadêmico nº 10 – Dez 2010.

REZENDE, R.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A.; TORMENA, C. A.; BERTONHA, A. Influência da aplicação de água na uniformidade da umidade no perfil do solo. Acta Scientiarum, Maringá, v.24, n.5, p. 1553-1559, 2002.

SILVA, C. A.; SILVA, J. A. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. Revista Científica Eletrônica de Agronomia. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça – FAEF, dez. 2005, n. 8.

WERNECK, J.E.F., FERREIRA, R.S.A. & CHRISTOFIDIS, D. O uso da água para irrigação. Brasília, Brasil. Disponível em:

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000fl7vsa7f02wyiv80isprr5frx0q4.pdf. Acesso em: 28/06/2017.