

EFICIENCIA DE APLICAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM CAMPO DE FUTEBOL

MARTA MITIKO KUBOTA DE SIQUEIRA^{1*}, MÁRCIO ANTONIO VILAS BOAS²; JÚLIO PAGEL DE MOURA³;

¹ Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola – Unioeste. Rua Universitária 2069, Jardim Universitário - CEP 84812 270, Cascavel, PR, e-mail: martamks@gmail.com

² Prof. Doutor, docente do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola – Unioeste, Cascavel, PR, e-mail: márcio.vilasboas@unioeste.br

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – Unioeste, Cascavel, PR, e-mail: juliopagel@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Para o desenvolvimento adequado do jogo é imprescindível a manutenção do gramado dos campos de futebol que possuem altas exigências de água o ano todo. Além do custo, há a concorrência pela água entre os diversos setores, principalmente agrícolas e industriais, sendo necessário utilizá-la de forma racional e eficiente. Nesse contexto, objetivou-se neste estudo analisar a eficiência de aplicação de água em um campo de futebol situado no município de Cascavel, PR., Brasil. O sistema de irrigação foi composto por aspersores do tipo mini canhão, da marca PLONA KS 1500. Foi composto por duas linhas laterais distanciados de 18 metros, com cinco aspersores a cada 18 metros, instalados a 2 metros de altura por suportes metálicos, instalados em cada linha. Foram avaliadas duas áreas (A e B) de 18x18 metros, com 81 coletores em cada área distanciados de 2 metros. A área A foi composta pelos quatro primeiros aspersores e a área B composta pelos quatro últimos aspersores. Realizou-se 25 ensaios em cada área, com o tempo de 20 minutos, coletando-se dados climáticos a cada 5 minutos. Concluiu-se que não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância entre as eficiências de aplicação nas duas áreas, indicando que a uniformidade de distribuição é equivalente ao longo da linha lateral. **Palavras Chaves:** Uniformidade de distribuição, aspersores, análise multivariada.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE SPRINKLER IRRIGATION SYSTEM IN FOOTBALL FIELD

ABSTRACT: For proper development of the game is essential to maintain the lawn of football fields, which have high water requirements throughout the year. Besides the cost, there is competition for water between different sectors, particularly agricultural and industrial, being necessary to use it rationally and efficiently. In this context, the aim of this study is to analyze the water application efficiency in a football field located in the Cascavel city, PR., Brazil. The irrigation system was composed of mini cannon sprinklers type Plona KS 1500. It was composed of two sidelines spaced 18 meters with five sprinklers every 18 meters, installed at two meters tall by metal supports, installed on each line. Two areas were evaluated (A and B) of 18x18 meters, with 81 collectors spaced 2 meters in each area. Area A consisted of the first four sprinklers and area B composed of the last four sprinklers. 25 tests carried out in each area, with a time of 20 minutes by collecting weather data every 5 minutes. It was concluded that there was no significant difference at 5% significance level between the application of efficiencies in both areas, indicating that the uniformity of distribution is equivalent to the sideline. **Key words:** Distribution Uniformity, sprinklers, multivariate analysis.

INTRODUÇÃO

Os campos de futebol compostos por extensas áreas gramadas, segundo García-González et al. (2015), possuem altas exigências de água durante o ano todo para que a grama seja mantida em condições ótimas para o desenvolvimento adequado do jogo e por questões estéticas. Dessa forma, um eficiente sistema de irrigação torna-se uma ferramenta importante, pois mesmo com a falta de água, os gramados dos campos de futebol necessitam da mesma para se manter.

Cunha et al. (2008), afirma que apesar dos modernos sistemas de irrigação, os quais utilizam tecnologias capazes de reduzir o consumo de água e energia, não conseguem eliminar o desperdício, o qual resulta na perda da eficiência do sistema.

Segundo Mantovani, Bernardo e Palaretti (2007) a eficiência de aplicação de água de um sistema de irrigação se resume na diferença entre a quantidade de água que é aplicada pelo equipamento e a que efetivamente é aproveitada pela planta para o seu consumo, cujas perdas podem variar de acordo com os fatores climáticos bem como do próprio equipamento.

Nesse sentido, diversas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de avaliar o sistema de irrigação a partir da uniformidade de distribuição da água e da eficiência de aplicação da água, a exemplo de pesquisas realizadas por Frigo et al. (2013) e Lima et al. (2012).

Desta forma, objetivou-se no presente estudo a avaliação da eficiência de aplicação do gramado de um campo de futebol na cidade de Cascavel, PR. e verificar os fatores climáticos de maior influência sobre a eficiência.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no campo de futebol da Associação Atlética Coopavel, constituído por grama do tipo Esmeralda (*Zoysia japonica*), localizado na BR 467, Km 106 na cidade de Cascavel, Paraná, Brasil. Suas coordenadas geográficas são 24°54'38" S e 53°29'27" O, a 750 metros de altitude. Pela classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é considerado subtropical úmido, com temperatura média de 26,3°C e pluviosidade média anual de 1248 mm. Possui 72x105 metros e está posicionado longitudinalmente no sentido norte-sul em terreno nivelado, com alambrado em todo seu contorno.

Na face leste encontra-se uma arquibancada em concreto e nas demais faces, um reflorestamento de eucaliptos com a finalidade de amenizar a incidência do vento durante as partidas. Na face sul, além do reflorestamento, também encontram-se duas caixas d'água, sendo uma delas para o abastecimento local e a outra com 20.000 litros, utilizada somente para a irrigação, sendo abastecidas a partir de um poço artesiano e de uma mina existente.

O sistema de irrigação foi composto por duas linhas laterais distanciadas de 18 metros, nos quais foram distribuídos cinco aspersores a cada 18 metros em cada linha lateral. Os aspersores são do tipo mini canhão da marca PLONA KS1500, posicionados a 2 metros de altura sustentados por suportes metálicos.

Os dados climáticos referentes à temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), pressão atmosférica (atm), velocidade (m/s) e direção do vento foram colhidas com uma mini estação meteorológica sem fio, da marca Instrutemp-ITWH 1080 posicionada a altura de 2 metros do solo, programada para transmitir os dados meteorológicos a cada 5 minutos, via *wireless*.

O delineamento foi inteiramente casualizados, na qual foram avaliados os quatro primeiros aspersores denominado por área A e os quatro últimos aspersores denominado por área B.

Foram realizados 25 ensaios em cada área (A e B), utilizando-se coletores plásticos dispostos com sua base sobre o gramado, à distância de 2 metros entre os mesmos (ABNT NBR ISO 7749-2:1990) e a 1 metro de distância do aspersor, totalizando 81 coletores em cada área.

Foi estipulado o tempo de 20 minutos de irrigação para cada ensaio, sendo 10 minutos para cada linha lateral.

Para obtenção da vazão, instalou-se uma mangueira de 3/4" na saída principal do aspersor e outra de 3/8" na saída posterior do mesmo, direcionando a água lançada pelo aspersor para um recipiente plástico, no tempo de 15 segundos. O peso da água e consequentemente o volume da mesma, foi obtido pela diferença de peso do recipiente cheio e vazio.

Os ensaios para coleta dos dados tiveram início no dia 23 de outubro de 2015 e finalizado no dia 11 de novembro de 2015.

A partir das lâminas coletadas em mm, foram calculados, os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), a partir da equação:

$$I - \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \bar{x} \quad \text{Eq. (1)}$$

CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, em %

x_i - valores do volume de água dos coletores, em mm

$x_{méd}$ - média geral dos valores, em mm

n - tamanho da amostra

Com os cálculos dos CUCs e das vazões dos aspersores em cada área, foram calculadas as eficiências de irrigação, de acordo com as seguintes equações:

$$Ea = E1 * E2 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

Ea = Eficiência de aplicação (%)

CUC (%)

$$E2 = \text{Eficiência durante a aplicação} = 1 - P_{ev+arraste} (\%) \quad \text{Eq. (3)}$$

Sendo,

$$P_{ev+arraste} = \frac{Ia_{(medida)} - Ia_{(coletada)}}{Ia_{(medida)}} \quad \text{Eq. (4)}$$

$P_{ev+arraste}$ = Perdas por evaporação e arraste pelo vento (%)

$Ia_{(medida)}$ = Intensidade de aplicação do microaspersor (mm/h)

$Ia_{(coletada)}$ = Intensidade recebida pelos copos coletores (mm/h)

$$t = \text{Tempo de duração do ensaio (s)} \quad \text{Eq. (5)}$$

Q_a = Vazão do aspersor (l/s)

A = Área delimitada do ensaio (m²)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{Eq. (6)}$$

$\sum x_i$ = Somatória da medida em cada coletor (mm)

n = número de coletores na área de ensaio

Para as análises estatísticas dos dados, foram utilizadas o *software minitab 16* e para gerar os gráficos de superfície utilizou-se o *software Surfer 10*, a partir do qual foi representada a variabilidade dos dados médios de lâminas coletadas nas áreas A e B.

Utilizou-se a análise multivariada pelo método de Cluster, calculando-se a distância euclidiana entre os indivíduos (fatores climáticos e eficiência), de acordo com a equação:

$$d_{ab} = \sqrt{\frac{1}{2} [(x_{aj} - x_{bj})^2 + (y_{aj} - y_{bj})^2]} \quad \text{Equação 07}$$

Onde: d_{ab} é a distância entre os indivíduos a e b

x_{aj} = Valor da variável j para o indivíduo a ,

x_{bj} = Valor da variável j para o indivíduo b .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 01 apresenta a estatística descritiva das médias dos CUC, eficiências de aplicação e dados climáticos das áreas A e B:

Tabela 01 Estatística descritiva dos dados

	PARAMETROS	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo	P-value*
ÁREA A	CUC (%)	79,50	3,89	4,89	72,14	88,22	0,814

	Eficiência (%)	70,02	5,76	8,22	61,30	82,79	0,009
ÁREA B	CUC (%)	80,19	3,43	4,28	74,51	87,16	0,187
	Eficiência (%)	69,45	8,05	11,59	53,07	84,62	0,413
DADOS CLIMÁTICOS	Temperatura (°C)	26,56	3,72	14,00	18,57	31,65	0,178
	Umidade (%)	65,39	13,07	19,98	41,33	88,00	0,623
	Vento (m/s)	3,85	1,80	46,65	0,57	8,50	0,080
	Pressão (atm)	0,999	0,002	0,210	0,995	1,006	0,175

*Distribuição normal pelo teste de normalidade de Anderson Darling, a 5% de significância.

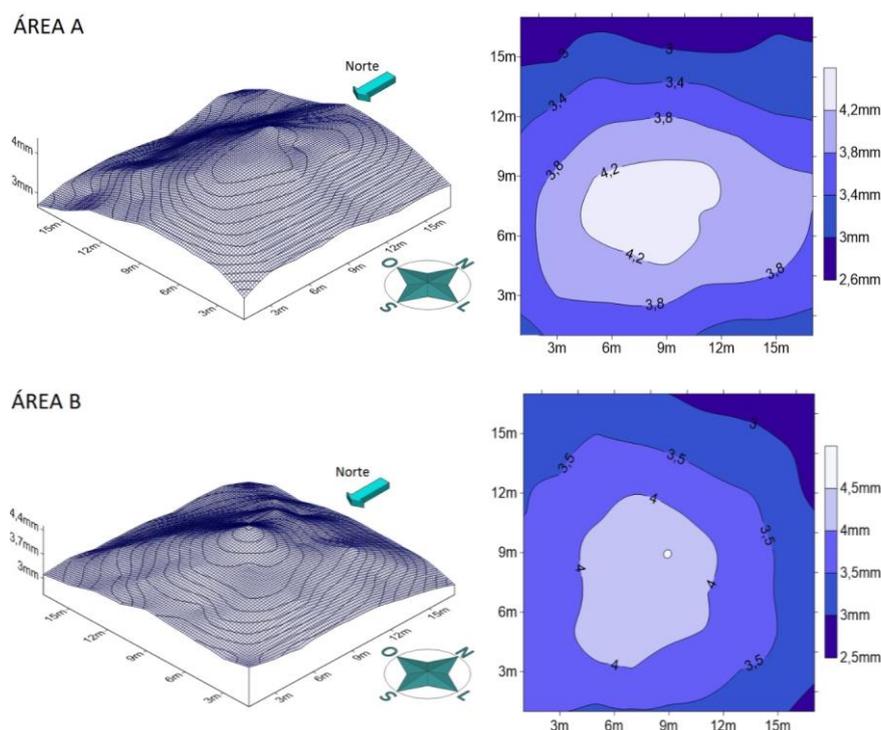
Observa-se que entre as áreas A e B a média do CUC e eficiência foram semelhantes. No entanto, o coeficiente de variação em relação à eficiência da área B (11,59%) foi superior à área A (8,22%), o qual variou de 53,07 a 84,62%. Frigo et al. (2013) obtiveram média de 62,67% para a eficiência de aplicação, cujo valor é comparável ao da presente pesquisa.

O maior valor de coeficiente de variação foi apresentado pelo fator vento (46,65%) com variação de 0,57 a 8,50 m/s. Entretanto, o menor C.V. foi atribuído para a pressão atmosférica, que apresentou baixa variabilidade em todos os ensaios.

A partir do teste de Tukey, verificou-se que não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância entre o CUC das duas áreas, bem como em relação às eficiências de aplicação.

A figura 01 apresenta a variabilidade das laminas coletadas nas áreas A e B estudadas, apresentando um gráfico tridimensional com o eixo Z representando a lamina média de água coletada nos 25 ensaios. Ao lado, o gráfico bidimensional refere-se à distribuição das laminas na área de estudo, contendo os valores médios das laminas representados pelas paletas de cores.

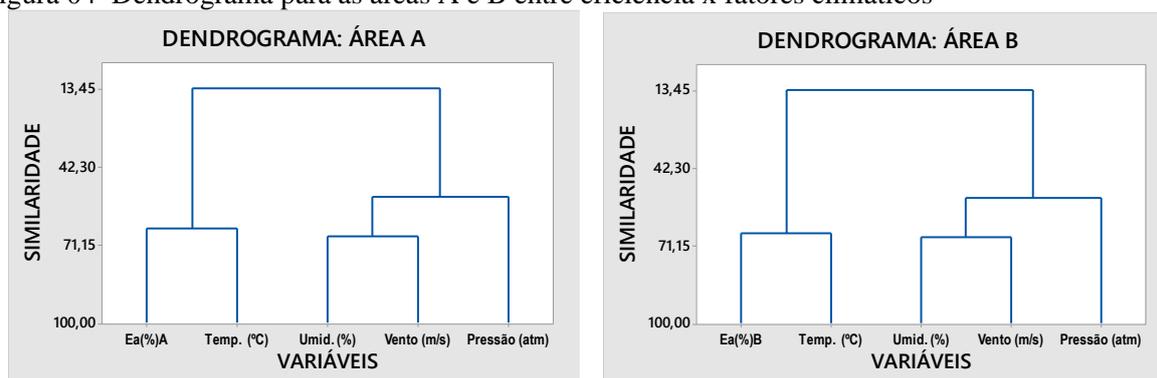
Figura 01 Representação do comportamento da variabilidade das laminas nas áreas A e B



Em ambas as áreas, houve a predominância do vento Norte com as maiores laminas distribuídas nas proximidades do centro, entre os aspersores e reduzindo-se nas proximidades dos aspersores. No entanto, observa-se que os maiores volumes estão deslocados do centro em ambas as áreas, os quais podem ser justificadas pela direção do vento atuante.

Estudos revelam que os fatores climáticos são os que mais influenciam na uniformidade de distribuição da água. E, para constatar quais são os fatores mais correlacionados com a eficiência nas duas áreas realizou-se a análise multivariada, pelo método de Cluster, obtendo os seguintes dendrogramas.

Figura 04 Dendrograma para as áreas A e B entre eficiência x fatores climáticos



Observa-se que os gráficos são semelhantes, indicando que o fator climático de maior correlação com a eficiência, tanto na área A como na área B, foi a temperatura, com os mesmos níveis de similaridade.

CONCLUSÃO

Foram obtidas nas áreas A e B desempenho semelhantes quanto à uniformidade de distribuição (CUC) e eficiência, indicando que ao longo da linha lateral, as mesmas se mantêm.

A direção do vento Norte influenciou no posicionamento das maiores laminas registradas tanto na área A como na área B.

Entre os dados climáticos, a temperatura foi o fator de maior correlação com a eficiência de aplicação nas duas áreas de estudo.

AGRADECIMENTOS

À Associação Atlética Coopavel pela permissão para a realização da pesquisa no campo de futebol.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 7749-2:1990. Equipamentos de irrigação agrícola-aspersores rotativos. Parte 2: Uniformidade e distribuição e métodos de ensaio. 6p.
- Cunha, F. F.; Pordeus, R. V.; Maracajá, P. B.; Freitas, R. S.; Mesquita, L. X. Manejo de micro irrigação baseado em avaliação do sistema na cultura do meloeiro. *Caatinga* (Mossoró, Brasil), v. 21, nº 3, p. 147-155, 2008.
- Frigo, J. P., Vilas Boas, M. A., Frigo, E. P., Hermes, E., Tessaro, E. Irrigação diurna e noturna em um sistema de aspersão convencional em Palotina Paraná. *Irriga, Botucatu*, v. 18, nº 2, p. 318-327, 2013.
- García-González, J. F.; Moreno, M. A.; Molina, J. M.; A. Madueño, A.; Ruiz-Canales, A. Use of software to model the water and energy use of an irrigation pipe network on a golf course. *ScienceDirect - Agricultural Water Management*, v. 151, p. 37-42, 2015.
- Lima, L. O.; Oliveira, J. P.; Almeida, R. R. ; Diniz, M. R. M.; Miranda, M. S.; Sousa, J. S. C. Estimativa da eficiência de um sistema de irrigação por microaspersão. VII CONNEPI, Palmas, Tocantins, 2012.
- Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. Irrigação: Princípios e métodos. 2.ed., atual. E ampl. - Viçosa, Ed. UFV, 2007. 358p.