

TAXA DE APLICAÇÃO VARIÁVEL AO LONGO DE UMA LINHA DE ASPERSORES

MARCOS ALVES FERREIRA¹, AMNON AMOGLIA RODRIGUES², ADUNIAS DOS SANTOS TEIXEIRA³

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceara, marcosagricola74@gmail.

² Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceara, amnonrodrigues@gmail.com.

³ Professor Titular, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceara, adunias@ufc.br

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: Na irrigação, os conceitos de agricultura de precisão devem ser aplicados buscando maior eficiência e sustentabilidade. Em uma linha lateral de emissores, como no caso pivot central, a utilização de uma válvula elétrica em cada emissor, controlada por uma central, torna possível a variação da lâmina de irrigação no sentido radial ao longo do pivô. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da vazão aplicando-se diferentes taxas de variação em emissores através de abertura (on) e fechamento (off) de válvulas elétricas. O período máximo de aplicação foi de 240 s. Os emissores foram submetidos a taxas de variação de 50% da vazão nominal. Foi utilizado um controlador lógico programável para o controle on/off da válvula elétrica. Observou-se que a medida que se aumentou o período, as vazões tenderam a se aproximar do valor esperado da vazão, correspondente a 50% do valor nominal do emissor. Valores de período próximos a zero tendem a comprometer a eficiência do método.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação de precisão, controle de vazão, CLP

VARIABLE RATE TECHNOLOGY APPLIED A LINE OF SPRINKLES

ABSTRACT: In irrigation, concepts of precision agriculture should be applied for greater efficiency and sustainability. In a lateral line of emitters, as in the central pivot case, the use of an electric valve in each emitter, controlled by a central one, makes possible the variation of the irrigation blade in the radial direction along the pivot. The objective of this work was to evaluate the flow behavior by applying different rates of variation in emitters through opening (on) and closing (off) of electric valves. The maximum application period was 240 s. The emitters were submitted to rates of variation of 50% of the nominal flow rate. A programmable logic controller was used for the on / off control of the electric valve. It was observed that as the period increased, the flows tended to approximate the expected value of the flow, corresponding to 50% of the nominal value of the issuer. Period values close to zero tend to compromise the efficiency of the method.

KEYWORDS: precision irrigation, flowrate control, PLC

INTRODUÇÃO

Observa-se que, para a agricultura moderna, a irrigação é uma tecnologia imprescindível para incrementar a produtividade das culturas, porém deve ser implementada com todo o cuidado requerido, para um menor impacto ambiental, de tal modo que deve ser conduzida de modo racional. A racionalidade do uso da água de irrigação passa pela eficiência de distribuição da lâmina aplicada e pela programação bem planejada. A programação ou o manejo da irrigação nada mais é do que aplicar a água na quantidade e no momento requerido pela cultura. O sistema de irrigação por pivô central tem sido mais utilizado em culturas anuais, como milho, feijão, soja, tomate etc. A característica principal do pivô central é a aplicação de água pelo método por aspersão, mas sob taxas variáveis ao longo de

sua tubulação que se desloca no sentido circular, em torno de uma torre fixa ou pivô. A taxa variável de aplicação é necessária, de modo que cada ponto sob a tubulação, móvel receba teoricamente a mesma lâmina de irrigação prevista. No entanto, os pivôs centrais não permitem variar a lâmina ao longo da tubulação. Uma das técnicas que permite variar a vazão de um aspersor, é o controle de vazão por pulsos. Um aspersor funcionando de modo contínuo fornece uma vazão a determinada pressão nominal, contudo instalando-se uma válvula elétrica associada a um regulador de pressão na entrada de sua alimentação e acionando-a de modo intermitente geram-se pulsos de abertura e fechamento promovendo reduções nas vazões do emissor mantendo-se a pressão nominal do mesmo. Vários autores já utilizaram esse mecanismo como Duke et. al. (1992), Evans et. al. (1996) e Harting (1999). Al-Kufaish et. al. (2006) avaliaram o funcionamento de dois aspersores de taxa variada utilizados em irrigação de precisão através de pulso. Os autores realizaram 21 testes com 90 a 130 medições para cada teste e demonstraram a eficiência do sistema

A eficiência dos sistemas de irrigação de pivô central e de movimento linear pode ser aumentada combinando a quantidade e a taxa de aplicação da água a condições específicas do solo que variam no campo. Tal aplicação específica do local pode ser conseguida por sistemas de controle de taxa variável. DUKES & PERRY (2006) implantaram dois sistemas e avaliaram a uniformidade ao longo do comprimento de um pivô central a duas velocidades de movimento do sistema e três configurações de taxa variável. Os sistemas de taxa variável estão comercialmente disponíveis utilizando válvulas solenóides acionadas pneumáticamente para ligar e desligar grupos de sprinklers a frações de um minuto correspondente à taxa de ciclo, por exemplo, uma taxa de ciclo de 50% é 30 s ON e 30 s OFF. O outro sistema de taxa variável usava válvulas solenóides elétricas comumente disponíveis para realizar a mesma tarefa. Os autores constataram que o coeficiente de uniformidade e a uniformidade de distribuição foram em média, 93% e 90%, respectivamente, para o sistema de irrigação por pivô central. Os resultados não foram significativamente afetados pela velocidade do vento, velocidade de ciclagem ou velocidade de movimento do sistema. Assim, as tecnologias de taxa variável testadas nas condições apresentadas neste trabalho apresentaram pelo menos uma uniformidade tão boa quanto os sistemas de pivô central em modo de taxa não variável.

Dentro desse enfoque o principal objetivo deste trabalho é avaliar o comportamento da vazão de um aspersor submetidos a funcionamento intermitentes, através da abertura e fechamento de válvulas elétricas acionadas e controladas por um CLP.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se inicialmente dois aspersores Senninger modelo iwob, com uma vazão nominal de 357 Lh⁻¹ pressão de serviço de 69 kPa. Em cada emissor instalou-se de um regulador de pressão de 69 kPa, instalado em serie com uma válvula elétrica a qual é acionada conforme o pulso de acionamento estipulado. Neste sistema uma das válvulas permaneceu aberta, enquanto a outra válvula era submetida a diferentes frequências de pulso de abertura/fechamento. O controlador utilizado para promover o fechamento e abertura das válvulas dentro do período de tempo fixando foi um controlador logico programável marca Siemens, modelo LOGO!. Foram realizados vinte testes, aumentando-se o período do ciclo, ou seja, aumentando-se o tempo que a válvula elétrica permanecia aberta e posteriormente o tempo que permanecia fechada, reiniciando assim o ciclo on/off. Para o trabalho em estudo procurou-se reduzir a vazão em 50% da vazão referência, ou seja, para um período de 2 s, o sistema fica 1s aberto (on) e 1 s fechado (off). A vazão de referência foi medida com o emissor funcionando de modo contínuo. A Tabela 01 apresenta os parâmetros que o emissor foi submetido.

TABELA 1. Parâmetros de controle de abertura e fechamento da válvula.

Teste	Configuração		Período (s)	Frequência (Hz)
	On (s)	Off (s)		
1	0,1	0,1	0,2	5,000
2	0,25	0,25	0,5	2,000
3	0,5	0,5	1	1,000
4	0,75	0,75	1,5	0,667
5	1	1	2	0,500
6	1,25	1,25	2,5	0,400
7	1,5	1,5	3	0,333
8	1,75	1,75	3,5	0,286
9	2,5	2,5	5	0,200
10	4	4	8	0,125
11	6	6	12	0,083
12	8	8	16	0,063
13	10	10	20	0,050
14	15	15	30	0,033
15	20	20	40	0,025
16	30	30	60	0,017
17	45	45	90	0,011
18	60	60	120	0,008
19	90	90	180	0,006
20	120	120	240	0,004

O sistema era alimentado por um conjunto motobomba. O método utilizado para determinação da vazão foi o método volumétrico, utilizando uma balde de 15 litros até o teste número 12, a partir de então foi utilizado um balde de 100 L. Até a realização dos 12 foram realizadas dez repetições para cada período, para os outros testes foram realizadas 4 repetições fixando-se um volume total de 100 L, e realizando medições parciais em 30 L, 50 L e 75 L, totalizando assim 16 repetições para cada teste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos foram submetidos a análise. A Tabela 02 apresenta os resultados obtidos em cada teste variando-se o período de 0,2 s a 240 s. A vazão de referência encontrada para o período igual a 0 s, ou seja, funcionamento contínuo, foi de 340,5 Lh⁻¹.

Percebe-se medida que se diminui a frequência percebe-se que a vazão tende a se aproximar da vazão esperada de referência. Observa-se também que os coeficientes de variação foram baixos em todos dos testes realizados, mostrando a tendência das vazões se manterem constante dentro de uma mesma frequência.

A Figura 01 mostra o comportamento da vazão em função do período. Percebe-se a tendência da vazão medida se aproximar da vazão de referência à medida que o tempo aumenta. As maiores variações de vazão ocorrem com períodos dentro do intervalo de até 2 s. Com relação a frequência (Figura 02) o comportamento é similar ao período, porém de maneira inversa, ou seja, a medida que se aumentou a frequência a vazão tende a ser distanciar da vazão de referência e se aproximar da vazão nominal quando o aspersor trabalha de forma contínua. Armindo et. al. (2009) avaliaram as frequências de pulsos em um sistema de vazão com taxa variada controlada por acionamento de válvula solenoide e observaram que o erro existente entre as vazões estimada e observada assumiram uma tendência exponencial à medida que se aumenta a frequência de operação da válvula solenoide.

TABELA 2. . Resultados da avaliação da vazão do emissor submetido a diferentes frequência.

Teste	Período (s)	Frequência (Hz)	Média (L/h)	CV (%)	DP	Difrença (%)
1	0,2	5,000	317,6	1,3	4,06	-86,5
2	0,5	2,000	241,2	0,5	1,13	-41,6
3	1	1,000	209,6	0,4	0,83	-23,1
4	1,5	0,667	200,5	0,6	1,15	-17,7
5	2	0,500	193,5	0,3	0,63	-13,6
6	2,5	0,400	192,4	0,2	0,42	-13,0
7	3	0,333	189,8	0,3	0,50	-11,5
8	3,5	0,286	187,1	0,3	0,59	-9,9
9	5	0,200	181,9	0,4	0,79	-6,8
10	8	0,125	176,6	0,6	0,99	-3,7
11	12	0,083	176,4	0,4	0,66	-3,6
12	16	0,063	176,2	0,3	0,59	-3,5
13	20	0,050	168,5	1,4	2,39	1,0
14	30	0,033	172,0	1,0	1,74	-1,0
15	40	0,025	172,2	1,1	1,85	-1,2
16	60	0,017	173,7	1,3	2,28	-2,0
17	90	0,011	174,61	2,44	4,26	-2,6
18	120	0,008	175,87	13,2	2,33	-3,3
19	180	0,006	180,01	3,35	6,04	-5,7
20	240	0,004	181,45	5,13	9,3	-6,6

CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão.

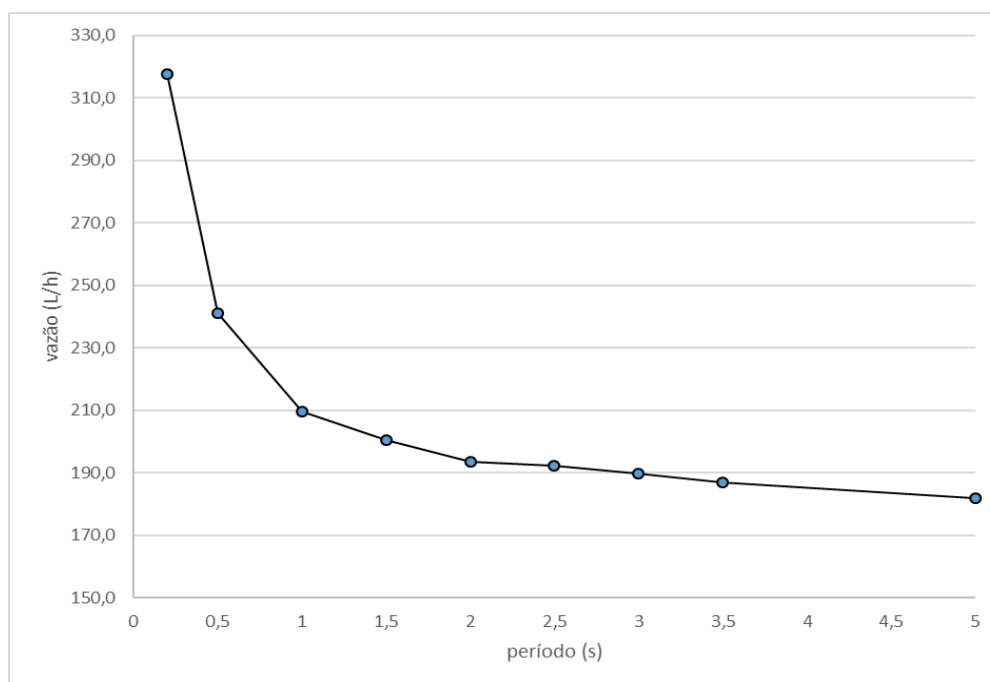


FIGURA 1. Comportamento da vazão em função do período.

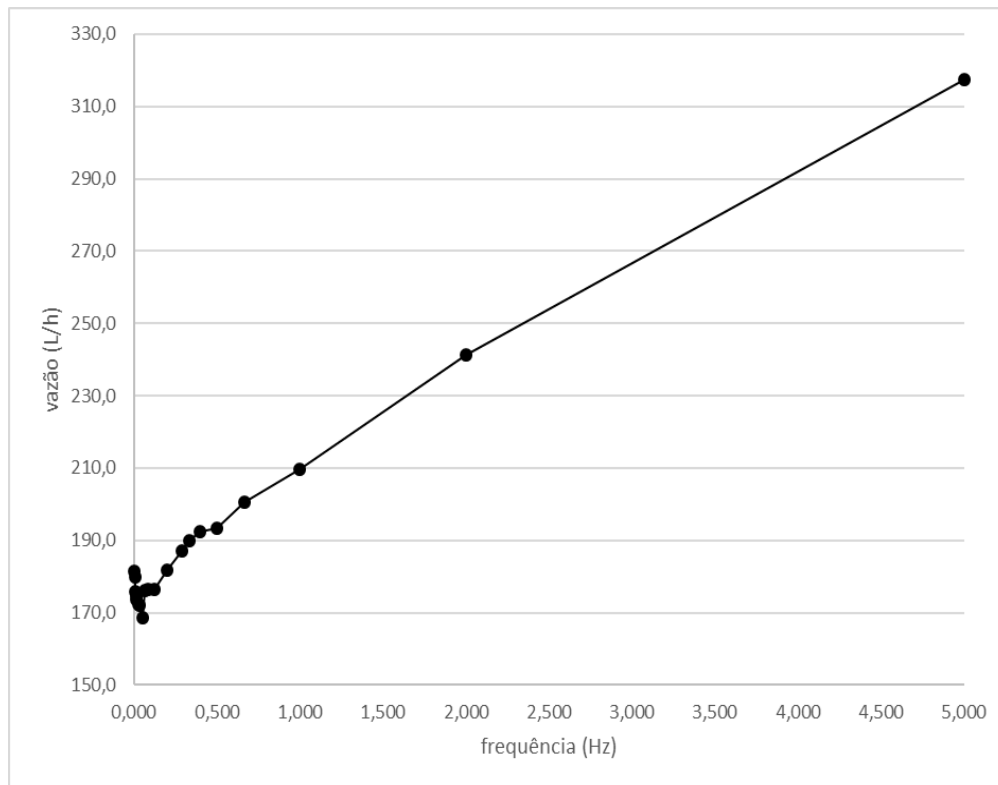


FIGURA 2. Comportamento da vazão em função da frequência.

CONCLUSÕES

É possível reduzir a vazão em aspersores utilizando o método de controle intermitente do fluxo de entrada do aspersor. No entanto valores altos de frequência de ciclo tendem a aumentar o erro entre os valores esperado da vazão podendo ocasionar excessos de aplicação de água.

REFERÊNCIAS

- AL-KUFAISHI, S.A.; BLACKMORE, B.S.; SOURELL, H. The feasibility of using variable rate water application under a central pivot irrigation system. *Irrigation and Drainage Systems*, Springer Netherlands, v.20, p. 317-327, Aug. 2006.
- ARMINDO, R.A.; BOTREL, T.A.; DOURADO NETO, D.; MOURÃO, G.B. Avaliação do sistema de pulverização com funcionamento intermitente acoplado a pivô central. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v13, p. 26-32, 2009.
- DUKES, H.R.; HEERMANN, D.F.; FRAISSE, C.W. Linear move irrigation system for fertilizer management research. In *INTERNATIONAL EXPOSITION AND TECH CONF.*, 1992, New Orleans. Proceedings... La Fairfax, Va.: The Irrigation Assoc., 1992.p 78-81.
- DUKES, M.D.; PERRY, C. Uniformity testing of variable-rate center pivot irrigation control systems. *Precision Agriculture*, Oxford, v.7, p. 205-2018, 2006.
- EVANS, R.G.; HAN, G.S.; SCHNEIDER, S.M.; KROEGER, M.W. Precision center pivot irrigation for efficient use of water and nitrogen. ROBERT, P.C.; RUST, R.H.; LARSON, W.E.(Ed.). In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE*, 3., 1996. Madison. Proceedings... Madioson, WI.:ASA, 1996. 75-84.
- HARTING, G.B. 1999. As the pivot turns. *Resource*. American Society of Agricultural

Engineers, St. Joseph. MI. April 6(4): 13-14.