

Comportamento de Reguladores de Pressão para Pivô Central Após Modificação Interna

Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima¹, José Antônio Frizzone², Tarlei Arriel Botrel³, Marconi Batista Teixeira⁴, Marco Antônio Rosa de Carvalho⁵ e Anthony Wellington Almeida Gomes⁶

RESUMO

A curva de regulação e a histerese de uma válvula reguladora de pressão, utilizada em pivô central foram obtidas de avaliações conduzidas em laboratório, conforme ISO (1993). Após uma mudança no corpo da válvula efetuada pelo fabricante do equipamento, realizou-se novo ensaio utilizando o mesmo procedimento técnico efetuado por LIMA (2001) e LIMA et al. (2003). A modificação resultou em uma melhoria na regulação da pressão e uma redução na variação da histerese tendo sido corrigida uma vibração na mola do antigo regulador quando a pressão de entrada no mesmo chegava aos 63,3 mca. Todos os modelos se adequaram aos padrões exigidos por ISO (1993).

PALAVRAS CHAVE: regulação de pressão, histerese, pivô central

Behavior of the Center Pivot Pressure Controllers After Their Internal Modification

ABSTRACT

The performance curve and hysteresis of a regulating valve of pressure used in center pivots were provided from evaluations carried out in laboratory, according to ISO (1993). As the manufacturer has changed the valve body of pressure controllers, new trials were made by using the same technical procedure followed by LIMA (2001) and LIMA et al. (2003). As a result, the mentioned modification has contributed both to improve pressure regulation and to reduce hysteresis variation and a spring vibration that usually happened into the old regulator when reaching 63,3 mca inlet pressure no longer exists. All regulators tested were considered suitable in agreement with standards required from ISO (1993).

KEYWORDS: pressure regulation, hysteresis, center pivot

¹ Eng. Agrônomo. Doutorando em Irrigação e Drenagem – ESALQ/USP, e-mail: scrvlima@esalq.usp.br

² Prof. Titular Departamento de Eng. Rural, ESALQ/USP e-mail: frizzone@esalq.usp.br

³ Prof. Associado Departamento de Eng. Rural, ESALQ/USP, e-mail: tabotrel@esalq.usp.br

⁴ Eng. Agrônomo. Doutorando em Irrigação e Drenagem, – ESALQ/USP e-mail: mardecav@esalq.usp.br

⁵ Doutor em Irrigação e Drenagem, Pós Doutorando - ESALQ/USP, e-mail: marconi@esalq.usp.br

⁶ Eng. Agrícola. Mestrando em Irrigação e Drenagem – ESALQ/USP; e-mail: awagomes@esalq.usp.br

INTRODUÇÃO

Como forma de minimizar os efeitos da variação de pressão em emissores de sistemas de pivô central, válvulas reguladoras de pressão são geralmente utilizadas para permitir a regulação da pressão de saída, numa faixa definida de pressão de entrada e vazão. A caracterização hidráulica desse tipo de válvula é feita pela curva de desempenho que relaciona a pressão de saída em função da pressão de entrada e da vazão.

TARJUELO (1994) citado por LIMA (2001) comenta que os reguladores mais comuns são os de mola, constituídos por uma carcaça que aloja um êmbolo. Este êmbolo é empurrado por uma mola que tende a mantê-lo na posição de máxima abertura e, quando a pressão existente na água abaixo do regulador atua sobre a superfície do fixador da mola e essa pressão é menor que a do regulador, a mola mantém aberto o êmbolo e a água passa apenas com uma pequena perda de carga. Mas, quando essa pressão atuante é maior, ela se transmite momentaneamente, criando uma força que vence a da mola e fazendo com que o êmbolo se feche parcialmente, provocando um aumento de perda de carga até conseguir que a pressão fique próxima à do regulador.

Von Bernuth & Baird, 1990 citam que a pressão em um emissor pode variar por fatores hidráulicos ou diferenças de nível e que um regulador ideal tem a função de manter constante a pressão de saída, independentemente da pressão de entrada e da vazão. Klar et al. (2001) avaliaram o desempenho de reguladores novos e usados instalados em dois pivôs e observaram que após a troca dos kits compostos de difusores e reguladores de pressão, os CUC's aumentaram em 24,22 e 34,76% e as lâminas aplicadas foram inferiores em 9,2 e 25,06%, nos pivôs 1 e 2, respectivamente.

A pressão de saída no regulador nem sempre é a mesma que a apresentada no catálogo do fabricante, pois pode variar se a pressão de entrada e a vazão no sistema não corresponderem às apresentadas na curva de desempenho do regulador de pressão, induzindo o projetista incorrer em erro no dimensionamento da vazão do emissor.

O fabricante do regulador aqui avaliado efetuou modificações internas no êmbolo da válvula e o enviou para que fossem efetuados

os ensaios específicos para este tipo de equipamento. Portanto, o objetivo deste trabalho foi comparar estes resultados com aqueles obtidos por LIMA (2001) no que diz respeito ao desempenho destes equipamentos após as modificações.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Irrigação da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. O material ensaiado foi fornecido pelo fabricante na quantidade de 20 peças para cada um dos três modelos de regulação de pressão, os quais se distinguem devido às pressões declaradas de regulação, sendo 7, 10,5 e 14 mca, todos com diâmetro nominal $\frac{3}{4}$ ” (20 mm). Os 20 exemplares foram ensaiados após serem selecionados aleatoriamente de um lote de 30 reguladores fornecidos pelo fabricante. Nos testes foram utilizados os procedimentos estabelecidos por ISO (1993). Os ensaios foram realizados em uma bancada, determinando-se as pressões de saída no regulador em função das pressões de entrada, em diferentes vazões controladas. Com esses dados foram construídas as curvas de desempenho do regulador de pressão. Na bancada de ensaio, foram utilizados os seguintes instrumentos: dois manômetros digitais com escala de zero a 150,00mca e precisão de 0,1mca, além de um medidor de vazão magnético indutivo com precisão de 1% e um conjunto eletrobomba. Os exemplares da amostra foram ensaiados na vazão de $1,15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. No decorrer dos ensaios permitiu-se uma variação máxima da vazão regulada no intervalo de $\pm 2\%$.

Os ensaios dos reguladores foram realizados, para cada vazão, utilizando-se 11 valores de pressão de entrada: 7,0 mca; 14,1 mca; 17,6 mca; 21,1 mca; 28,1 mca; 42,2 mca; 49,2 mca; 63,3 mca; 70,3 mca; 77,4 mca e 84,4 mca. Para uma amostra de tamanho 20, obteve-se a curva de desempenho. As pressões de saída (PS) foram medidas para pressões de entrada gradualmente crescentes (Pec) e, em seguida, decrescentes (Ped). Com a média desses valores (PS) obteve-se a curva de

pressão de saída em função da pressão de entrada, para 5 vazões.

De acordo com a ISO(1993), a histerese do regulador de pressão é determinada pela seguinte expressão:

$$\text{Histerese} = P_{Sc} - P_{Sd} \quad (1)$$

sendo:

P_{Sc} - pressão de saída medida com pressão de entrada crescente;

P_{Sd} - pressão de saída medida com pressão de entrada decrescente.

Para a velocidade de referência de 1 m s⁻¹ e dentro do intervalo de regulação, assumiu-se como critérios que variações nas pressões reguladas decorrentes da aplicação de pressões de entrada crescentes e decrescentes não deverão ser maior que 10% da pressão declarada de regulação, mais 2% da pressão de entrada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra as pressões de saída dos 20 reguladores projetados para conferir 7 mca, quando submetidos as pressões de entrada de 10,0 mca e 17,6 mca. Observa-se que os desvios das pressões médias reguladas, em relação à pressão declarada de regulação, foram -4,70% e -3,20% respectivamente, e os coeficientes de variação das pressões reguladas foram 4,39% e 3,67%, atendendo os critérios estabelecidos por ISO (1993). Na Tabela 2, observa-se que quando o regulador projetado para conferir uma pressão de 10,5 mca é submetido à pressão de entrada de 21,1 mca, o desvio da pressão média regulada em relação à pressão declarada de regulação foi -0,93%, e o coeficiente de variação da pressão regulada foi 2,61%. Em analogia aos testes realizados para o regulador projetado para conferir uma pressão de saída de 7 mca, estas estatísticas satisfazem as exigências do ISO (1993). Na Tabela 3, observa-se que o regulador de pressão de 14 mca, para uma pressão de entrada de 21,1 mca, que não houve desvio da

pressão média regulada em relação à pressão declarada de regulação, e que o coeficiente de variação da pressão regulada foi 1,63%, também atendendo aos critérios estabelecidos por ISO (1993). Nas Figuras 1, 2 e 3 podemos observar o intervalo de regulação da pressão de entrada e estão indicados os intervalos de regulação, considerando-o com nível A de exatidão, na vazão de 1,15 m³ h⁻¹ (velocidade de referência: 1,02 m s⁻¹). Nota-se que para o regulador de 7 mca houve uma melhora considerável da curva de desempenho. Apesar das curvas geradas anteriormente estarem dentro do intervalo de regulação exigido, as novas curvas de resposta das pressões de saída dos reguladores, em função das pressões de entrada, ficaram mais estáveis após a alteração do êmbolo.

Esta mudança torna-se menos gradativa na medida em que se aumenta o valor de regulação (pressões de entrada) nos modelos de 10,5 e 14 mca. Em relação ao trabalho de LIMA et al. (2003), para todas as velocidades testadas ocorreu uma menor variação da pressão de saída em relação ao modelo anterior original.

Podemos observar que o comportamento deste regulador para todas as pressões de regulação satisfaz as características necessárias para um equipamento com estas funções, pois a curva se mantém dentro do intervalo de regulação A.

De acordo com ISO (1993), para um regulador de pressão com nível de exatidão A e velocidade de referência de 1 m/s, dentro do intervalo de regulação as variações nas pressões reguladas medidas, decorrentes da aplicação de pressões de entrada crescentes e decrescentes, não deverão exceder $\pm 10\%$ da pressão declarada de regulação mais 2% da pressão de entrada. Todos os reguladores avaliados, tanto antes como depois da modificação interna, obedeceram aos requisitos exigidos por ISO (1993). Após a modificação, esta característica foi preservada. As Figuras 4, 5 e 6 representam as variações das histereses, em porcentagem, em relação à pressão de entrada. No início da pressão de entrada, observa-se que a variação é constante, mas, nos reguladores de 7 e 10,5 mca dos modelos antigos, ocorreu uma acentuada variação quando a pressão de entrada chegou a 63,3 mca. Este fenômeno foi identificado

durante os ensaios e foi atribuído a uma maior vibração da mola. Com a modificação interna do êmbolo, esta vibração foi corrigida, como se verifica nas Figuras 5 e na Figura 6, já que não ocorre uma variação tão acentuada. Nota-se que mesmo no modelo de 7 mca, após a modificação, a histerese foi maior que no regulador antigo no início, mas se manteve constante com o incremento da pressão.

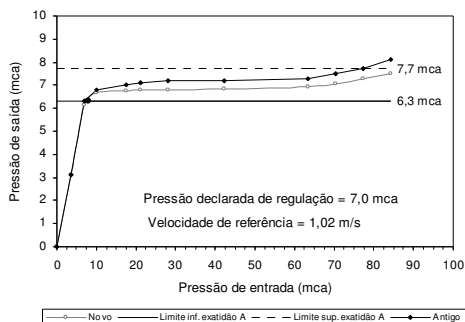


Figura 1. Curvas do regulador de 7mca antigo e novo

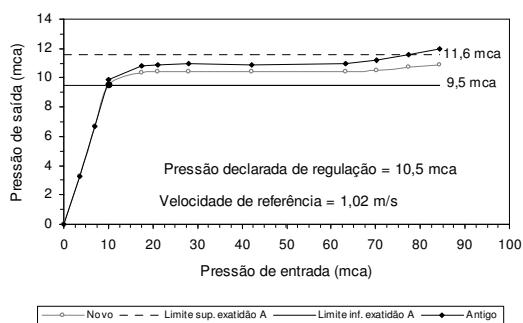


Figura 2. Curvas do regulador de 10,5mca antigo e novo

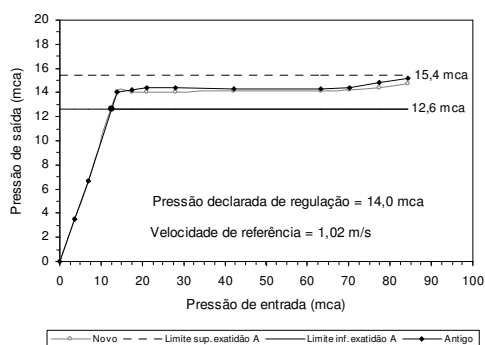


Figura 3. Curvas do regulador de 14mca antigo e novo

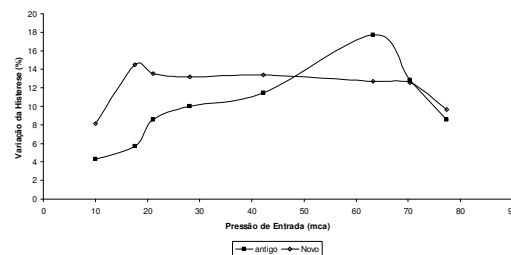


Figura 4. Histerese do regulador de 7 mca determinada para a velocidade de referência 1,02 m/s.

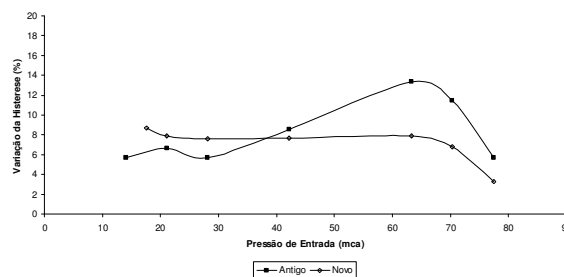


Figura 5. Histerese do regulador de 10,5mca determinada para a velocidade de referência 1,02 m/s,

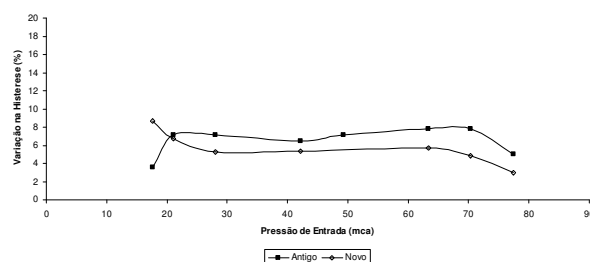


Figura 6. Histerese do regulador de 14mca determinada para a velocidade de referência 1,02 m/s,

Tabela 1. Pressões de saída para o regulador de pressão de 7 mca operando com pressões de entrada de 10,0 mca e 17,6 mca, e com vazão de 1,15 m³ h⁻¹ (velocidade de referência: 1,02 m s⁻¹).

PE (mca)	Exemplar n ^o												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Pressão de saída – PS (mca)												
10,0	6,1	6,7	6,1	6,6	6,6	7,2	6,7	6,9	6,6	7,0	6,9	7,1	
17,6	6,5	6,8	6,6	6,7	6,7	7,4	6,8	7,0	6,6	7,1	7,0	7,1	
PE (mca)	Exemplar n ^o									Estatísticas			
	13	14	15	16	17	18	19	20	Média (mca)	Desvio (%)	S _p (mm)	CV (%)	
	Pressão de saída – PS (mca)												
10,0	6,5	6,5	6,7	6,6	6,5	6,8	6,7	7,0	6,7	-4,70	0,293	4,39	
17,6	6,4	6,7	6,7	6,6	6,5	6,9	6,7	7,1	6,8	-3,20	0,249	3,67	

Tabela 2. Pressões de saída para o regulador de pressão de 10,5 mca operando com pressão de entrada de 21,1 mca e vazão de 1,15 m³ h⁻¹ (velocidade de referência: 1,02 m s⁻¹).

PE (mca)	Exemplar n ^o												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Pressão de saída – PS (mca)												
21,1	10,5	10,3	10,3	10,6	10,6	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,0	10,4	
PE (mca)	Exemplar n ^o									Estatísticas			
	13	14	15	16	17	18	19	20	Média (mca)	Desvio (%)	S _p (mm)	CV (%)	
	Pressão de saída – PS (mca)												
21,1	10,1	10,5	10,4	10,3	10,3	10,4	11,0	11,2	10,4	-0,93	0,272	2,61	

Tabela 3. Pressões de saída para o regulador de pressão de 14 mca operando com pressão de entrada de 21,1 mca e vazão de 1,15 m³ h⁻¹ (velocidade de referência 1,02 m.s⁻¹).

PE (mca)	Exemplar n ^o												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Pressão de saída – PS (mca)												
21,1	13,8	14,1	13,8	14,3	14,0	14,1	13,9	14,2	14,3	13,7	14,4	14,4	
PE (mca)	Exemplar n ^o									Estatísticas			
	13	14	15	16	17	18	19	20	Média (mca)	Desvio (%)	S _p (mm)	CV (%)	
	Pressão de saída – PS (mca)												
21,1	14,0	13,6	14,2	14,4	13,9	14,0	14,1	14,2	14,0	0,0	0,23	1,63	

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que um ajuste do êmbolo do equipamento faz com que o regulador de pressão fique dentro dos padrões exigidos por ISO (1993) e que há uma melhoria no desempenho deste regulador em relação ao antigo, já que o novo equipamento apresenta curvas mais próximas dos intervalos exigidos e menor variação da histerese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION, ISO 10522, Agricultural irrigation equipment – Direct-acting pressure-regulating valves, Geneve, 1993, 11p.

KLAR, A.E.; SANTANA, R. DE C.; DUROHA, C. Evaluation center pivot systems using new and old sprays and pressure regulators. IRRIGA, Botucatu, V.6, n.1 2001.

LIMA, S.C.R.V. Avaliação Hidráulica de Válvulas Reguladoras de Pressão Novas e com Diferentes Tempos de Utilização. Fortaleza: UFC, 2001 90 p. Dissertação de Mestrado.

LIMA, S.C.R.V., FRIZZONE, J.A., COSTA, R.N.T., SOUZA, F. DE., PEREIRA, A. S., MACHADO, C.C., VALNIR JÚNIOR, M. Curvas de desempenho de válvulas reguladoras de pressão novas e com diferentes tempos de utilização. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.2, p.201-209, 2003

TARJUELO, J. M. M. B. El riego por aspersion y su tecnologia. 1a Ed. Madrid: Mundi Prensa, 1994, 491p.

VON BERNUTH, R.D. E BAIRD, D. Characterizing pressure regulator performance. Transactions of the ASAE, 33(1):145-50,1990.