

*SILVIO CÉSAR SAMPAIO¹,
Morgana Suszek²,
Simone Damasceno Gomes¹,
Ajadir Fazolo¹*

**CALIBRAÇÃO DE UM DIAFRAGMA
UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DA
BOVINOCULTURA E SUINOCULTURA**

RESUMO: Um bom controle da aplicação de águas residuárias no cultivo agrícola é bastante relevante, pois o seu uso indiscriminado pode provocar muitos problemas ambientais, como: salinidade, dispersão do solo, contaminação de águas subterrâneas e superficiais, entre outros. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos dos fluídos resultantes da mistura água-dejetos bovino e suíno, na calibração de um diafragma. Os resultados mostraram que as equações de calibração encontradas podem ser consideradas iguais para todos os fluidos escoantes utilizados, ao nível de 5% de probabilidade.

Palavras-chave: hidráulica; hidrometria; efluentes.

SUMMARY: A good control of the application of cattle and swine effluent is very important, for those are used in the agricultural practices. Environmental problems can occur due to indiscriminated use of those effluents, like: dispersion and salinity of soil, and groundwater contamination. The goal of this work was to evaluate the effects of liquids provide water-manure mixture, in the diaphragm calibration. The results showed an excellent adjustment of calibration's equations and all those equations seem to be equal statistically, in level of 5% of probability.

Key-words: hydraulics; hydrometer; effluent.

Data de recebimento: 12/07/06. Data de aceite para publicação: 09/10/07.

¹ RHESA/CCET/CASCADEL/UNIOESTE – Prof. Adjunto da área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (RHESA). Rua Universitária 2069. Cascavel-PR. CEP 85819-110. Fone: 45-3220-3134. E-mail: ssampaio@unioeste.br; simoned@unioeste.br; afazolo@unioeste.br

² RHESA/CCET/CASCADEL/UNIOESTE – Discente do doutorado em Engenharia Agrícola/Área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (RHESA). Rua Universitária 2069. Cascavel-PR. CEP 85819-110. Fone: 45-3220-3175. E-mail: morgana_eq@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A medição de vazão representa a ação de maior importância quando refere-se a qualquer projeto ou avaliação de sistema de engenharia hidráulica. Em projetos de irrigação sua determinação é extremamente necessária em vários pontos para um bom controle na aplicação d'água à planta, como também nas possíveis perdas. Um dos medidores de vazão mais usados são aqueles que promovem uma depressão na tubulação, também denominados de “primogênitos”, devido à sua facilidade de manuseio e instalação.

A utilização de águas residuárias nesses projetos já representa uma parcela considerável e será maior ainda em um futuro próximo, pois vários trabalhos apontam que a próxima crise da humanidade será a escassez de recursos hídricos de boa qualidade. Tal fato tem como causas a má distribuição espacial e temporal, assim como os agentes poluidores atuantes no processo de renovação da água. Entretanto, o escoamento dessas águas residuárias em condutos forçados apresenta em características hidráulicas praticamente desconhecidas, existindo poucos trabalhos que abordam tal assunto, talvez devido ao grau de complexidade envolvido, por se tratar de um fluido com comportamento diferente da água.

Desses trabalhos, destacam-se Bashford et al. (1977), Chen & Hashimoto (1976), Soccol (1996), Oliveira (1996) e Sampaio (1999). Nesse contexto, visando obter informações específicas sobre o comportamento desse fluido em um medidor de vazão do tipo deprimogênito, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das águas residuárias provenientes da bovinocultura (ARB) e suinocultura (ARS) na calibração de um diafragma.

MATERIAL E MÉTODOS

O diafragma avaliado foi instalado em tubulação de 150 mm, dotado de piezômetros de 25 mm com finalidade de evitar possíveis entupimentos. A vazão através do tubo foi medida a partir do método padrão denominado de método volumétrico direto, utilizando um reservatório de volume conhecido, no final da tubulação em que se encontrou o diafragma.

Foram utilizadas cinco concentrações para cada tipo de esterco líquido e água como fluido padrão, totalizando 11 equações de calibração, do tipo demonstrado na Equação.

$$Q = K\sqrt{\Delta P} \quad (1)$$

em que:

Q – Vazão medida pelo método direto;

DP – diferencial de pressão;

K – coeficiente de ajuste.

Todas as equações foram determinadas por meio de análises de regressões simples e avaliadas entre si utilizando análises estatísticas. Efetuaram-se análises químicas e físicas nas águas residuárias utilizadas para uma melhor caracterização desses efluentes utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se na Tabela 1 os resultados das análises química e física da ARB e ARS, respectivamente, nas suas diversas concentrações de sólidos totais. Esses resultados constituem-se em médias aritméticas de três repetições.

Analisando-se a Tabela 1, verifica-se que com o aumento da concentração de sólidos totais das águas residuárias houve uma nítida tendência de redução da percentagem de nutrientes e do pH, ligeiramente ácido. Segundo Oliveira (1996) e Soccol (1996), este fato pode ser explicado pela adição de esterco semi-decomposto mais pobre. Por outro lado, no peso específico ocorreu um pequeno aumento, com valores pouco maiores que o da água, como já era esperado.

Tabela 1 Parâmetros físico-químicos da ARB e ARS

ARB	Concentração de sólidos totais (%)				
	1,15	3,23	5,59	7,88	10,26
pH	6,97	6,81	6,85	6,21	6,11
Mg (mg L ⁻¹)	5,46	4,50	4,73	2,04	1,58
Ca (mg L ⁻¹)	8,04	6,88	6,20	3,70	4,66
N (mg L ⁻¹)	10,51	8,62	7,86	5,95	3,16
P (mg L ⁻¹)	5,17	3,81	3,96	2,35	1,96
K (mg L ⁻¹)	12,60	7,29	7,66	7,45	5,06
g (Kgf m ⁻³)	1.005,48	1.012,26	1.019,06	1.026,46	1.030,04
ARS	Concentração de sólidos totais (%)				
	0,98	2,08	4,73	7,69	8,56
pH	6,78	7,10	6,90	6,86	6,84
Mg (mg L ⁻¹)	3,44	2,40	1,72	2,15	1,96
Ca (mg L ⁻¹)	4,15	4,29	4,22	3,54	2,92
N (mg L ⁻¹)	7,70	4,07	3,22	5,39	4,39
P (mg L ⁻¹)	12,63	8,49	6,20	9,16	10,09
K (mg L ⁻¹)	7,29	5,94	8,06	6,57	5,03
g (Kgf m ⁻³)	1.001,51	1.008,30	1.015,15	1.027,88	1.031,42

Apesar de Chen & Hashimoto (1976a) citarem que o pH pode apresentar um efeito significativo na perda de carga de um fluido não newtoniano no regime laminar, este fato não foi considerado, pois durante os ensaios experimentais, o escoamento dos fluidos se processou em regime turbulento.

Na Figura 1 estão apresentadas as curvas de calibração do diafragma utilizado na medição das vazões, para água e todas as concentrações sólidos totais estudadas de ARB e ARS, respectivamente.

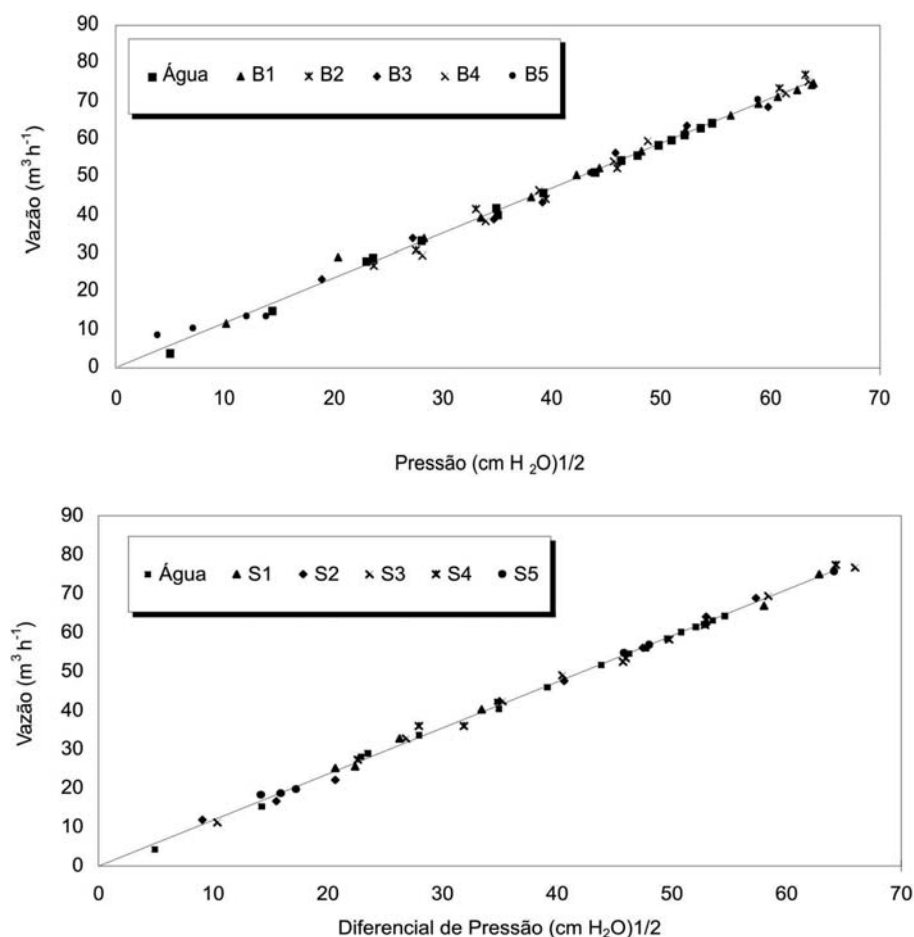


Figura 1 Curvas de calibração e dados observados do diafragma operando com água e (a) ARB e (b) ARS, nas concentrações de sólidos totais estudadas.

Na Tabela 2 estão apresentadas as equações determinadas para a água, ARB e ARS. Nota-se que todas as equações possuem um

excelente ajuste, como demonstra o coeficiente de determinação apresentado.

Tabela 2 Equações de calibração de um diafragma para água, ARB e ARS

Fluido	Concentração de sólidos totais (%)	Equação	R ²
Água	-	$Q = 1,1813\sqrt{\Delta P}$	0,99
Água Residuária da Bovinocultura (ARB)	1,15	$Q = 1,1793\sqrt{\Delta P}$	0,99
	3,23	$Q = 1,1855\sqrt{\Delta P}$	0,98
	5,59	$Q = 1,1801\sqrt{\Delta P}$	0,98
	7,88	$Q = 1,1793\sqrt{\Delta P}$	0,98
	10,26	$Q = 1,1792\sqrt{\Delta P}$	0,99
Água Residuária da Suinocultura (ARS)	0,98	$Q = 1,1832\sqrt{\Delta P}$	0,99
	2,08	$Q = 1,1865\sqrt{\Delta P}$	0,99
	4,73	$Q = 1,1782\sqrt{\Delta P}$	0,99
	7,69	$Q = 1,1836\sqrt{\Delta P}$	0,99
	8,56	$Q = 1,1825\sqrt{\Delta P}$	0,99

Estatisticamente, ao nível de probabilidade de 1%, não houve diferença entre os coeficientes angulares destas retas, como demonstraram seus intervalos de confiança apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 Intervalos de confiança para os coeficientes das equações de calibração do diafragma para água, ARB e ARS.

Fluido	Intervalos de confiança *	
	Limite inferior	Limite superior
Água	1,15	1,22
ARB (1,15%)	1,13	1,23
ARB (3,23%)	1,01	1,36
ARB (5,59%)	0,99	1,37
ARB (7,88%)	1,01	1,35
ARB (10,26%)	1,04	1,32
ARS (0,98%)	1,10	1,27
ARS (2,08%)	1,09	1,28
ARS (4,73%)	1,10	1,26
ARS (7,69%)	1,05	1,32
ARS (8,56%)	1,14	1,23

* UTILIZANDO-SE A DISTRIBUIÇÃO T DE STUDENT AO NÍVEL DE 1%.

estatisticamente, a equação de calibração considerada padrão para o diafragma, foi aquela obtida para água (Tabela 2), pois o número de observações na sua determinação foi superior ao das outras.

CONCLUSÕES

De posse dos resultados é possível concluir que a equação de calibração de um diafragma não sofre influências do tipo de fluido escoante, quando estes são a água, águas residuárias da bovinocultura e suinocultura com concentrações máximas de 10,26 e 8,56% de sólidos totais, respectivamente.

REFERÊNCIAS

BASHFORD, L. L., GILBERTSON, C. B., NIENABER, J. A., TIETZ, D. Effects of ration roughage content on viscosity and theoretical head losses in pipe flow for beef cattle slurry. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 20, n. 6, p.1106-1109, 1977.

CHEN, Y. R., HASHIMOTO, A. G. Pipeline transport of livestock waste slurries. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.19, n.5, p.898-906, 1976.

OLIVEIRA, R. A. **Desempenho de bomba centrífuga operando com esterco bovino líquido**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 73p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

SAMPAIO, S. C. **Perda de carga em tubulações comerciais conduzindo águas residuárias da bovinocultura e suinocultura**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 158p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SOCCOL, J. O. **Desempenho de bomba centrífuga operando com esterco suíno líquido**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 70p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.