



Artigo de Revisão

Estudo da aplicação de água residuária de aves por micro aspersão

Discharge Alteration of Microsprinklers Operating with Laying Hen Wastewater

José Antonio Rodrigues de Souza¹; Débora Astoni Moreira²; Marllus Rodrigues Valente Lochoski³; Wandberth Belchior de Carvalho⁴

¹Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí; (jose.antonio@ifgoiano.edu.br)

²Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí; (debora.astoni@ifgoiano.edu.br)

³Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí; (marlos_rd10@hotmail.com)

⁴Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí; (betocarvalho2014@gmail.com)

INFO ARTIGO

Histórico do artigo

Recebido: 09/01/2016

Aceito: 26/03/2017

Palavras chaves:

sólidos totais
emissores
dejeito líquido.

Keywords:

total solids
emitters
liquid manure.

R E S U M O

Com este trabalho, objetivou-se estudar a variação na vazão de microaspersores operando com água residuária avicultura (ARA). Para isso, foram aplicadas quatro concentrações de ARA em microaspersores com cinco diâmetros distintos, avaliando-se a vazão efluente após 27 horas de funcionamento ininterruptos. De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que a suscetibilidade ao entupimento de microaspersores que operam com ARA depende do diâmetro de bocal e da concentração de sólidos totais. As maiores reduções de vazão foram observadas nos microaspersores com bocais de 0,90 e 1,00 mm usando ARA com concentração de sólidos totais de 15.437 mg L⁻¹, após 27 horas de teste.

A B S T R A C T

With this work aimed to study the variation in flow microsprinklers operating with water wastewater poultry (WP). For that, it was the application four WP concentrations in microsprinklers with five different diameters, evaluating the effluent flow after 27 hours of continuous operation. The evaluation of the flow rate of microsprinklers was performed by direct method. According to the results, the clogging susceptibility of microsprinklers operating with LHW it depends on the nozzle diameter and total solid concentration. The biggest reductions of flow rate were observed in the microsprinklers with nozzles of 0.90 and 1.00 mm using LHW with total solid concentrations of 15,437 mg L⁻¹, after 27 hours of test.

1. INTRODUÇÃO

Em 2005, o efetivo de galinhas poedeiras no Brasil foi de 187 milhões de unidades, sendo a produção de ovos estimada

em 2,8 bilhões de dúzias. A região sudeste concentrou 45% da produção nacional, sendo que os principais estados produtores de ovos de galinha foram São Paulo (28%), Minas Gerais (13%) e Paraná (10%) (IBGE, 2005).

Um dos maiores problemas do confinamento de animais é a considerável quantidade de dejetos produzidos por

unidade de área. Quando manejados inadequadamente, esses resíduos, podem causar impactos negativos ao meio ambiente.

Neste contexto, a atividade avícola destaca-se como geradora de dejetos com potencial poluidor superior ao do dejetos humano. A água residuária produzida na avicultura gera uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO5) oito vezes maior que a do esgoto urbano (Konzen, 1980).

A utilização de águas residuárias de galinhas poedeiras na agricultura é uma alternativa para o controle da poluição de águas superficiais e subterrâneas, disponibilização de água e fertilizantes para as culturas, reciclagem de nutrientes e aumento da produção agrícola. Entretanto, para que esta prática se torne viável, é preciso aperfeiçoar as técnicas de tratamento, aplicação e manejo de águas residuárias.

O método de irrigação localizada tem sido usado para aplicação de águas residuárias, devido à por causa da elevada eficiência de aplicação e baixo risco de contaminação do produto agrícola e de operadores no campo. No entanto, os emissores dos sistemas de irrigação localizada possuem apresentam alta suscetibilidade ao entupimento. A sensibilidade ao problema de entupimento varia de acordo com as características do emissor e com a qualidade da água quanto aos aspectos físicos, químicos e biológicos (Nakayama & Bucks, 1991).

Atualmente, existem poucos estudos referentes ao efeito da aplicação de águas residuárias sobre microaspersores. Santos et al. (2003) trabalharam com aplicação de esgoto doméstico via microaspersores e, após 750 horas de operação detectaram redução de 5% na vazão dos microaspersores, o que conseqüentemente acarretou desuniformidade na aplicação da água residuária. O entupimento foi atribuído à acumulação de algas próximo ao bocal dos microaspersores. Em outro estudo, Oliveira et al. (2005) avaliaram a suscetibilidade de microaspersores ao entupimento, aplicando água residuária de suinocultura filtrada em telas de 40, 60 e 80 mesh durante um período de 40 horas. Constatou-se entupimento nos microaspersores, com bocais de 0,9 e 1,2 mm, operando com água residuária de suinocultura, filtrada nas telas de 40 e 60 mesh. No entanto, o microaspersor com diâmetro de bocal igual a 1,8 mm operou adequadamente, com as três telas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a alteração na vazão de microaspersores operando com água residuária de avicultura (ARA).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em uma bancada experimental foram montadas 15 linhas de ensaio com 10 m de comprimento, constituídas de uma tubulação de polietileno flexível com diâmetro de 20 mm, onde foram inseridos os microaspersores com bocais de 0,90; 1,00; 1,20; 1,40 e 1,80 mm de diâmetro, em três repetições, cujas características técnicas estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Características técnicas dos microaspersores.

Diâmetro do bocal (mm)	Pressão (kPa)	Vazão (L h ⁻¹)	Diâmetro molhado (m)
0,90	100	27	1,5
	150	36	1,5
	200	42	1,5
1,00	100	34	1,5
	150	43	1,5
	200	50	1,5
1,20	100	57	1,5
	150	64	1,5
	200	77	1,5
1,40	100	66	1,5
	150	80	1,5
	200	94	1,5
1,80*	100	-	-
	150	-	-
	200	-	-

*Não existem informações sobre o microaspersor operando com este diâmetro de bocal, no catálogo do fabricante.

Os microaspersores, montados dentro de baldes plásticos, a fim de facilitar a medição de vazão pelo método direto, foram abastecidos com água ARA, nas concentrações médias de 3.211; 3.248; 14.434 e 15.437 mg L⁻¹ de sólidos totais, obtidas mediante adição e mistura do esterco em reservatório de 10 m³ contendo água. Primeiramente, o esterco foi moído e passado em peneira com abertura de 80 mesh, para a retirada de penas e outros materiais indesejáveis, sendo, posteriormente, adicionado ao reservatório com o fluido em circulação, para evitar sedimentação e facilitar a homogeneização. A tela de 80 mesh foi utilizada, pois possui aberturas de 0,192 mm sendo, portanto, capaz de remover partículas maiores que 1/10 do diâmetro do bocal dos microaspersores que representam risco potencial de entupimento (Keller e Bliesner, 1990).

O experimento constou de quatro ensaios, sendo um para cada concentração de sólidos. Utilizou-se uma pressão de operação de 150 kPa, considerada uma pressão média para funcionamento do microaspersor.

Diariamente, a cada três horas de atividade do sistema, determinavam-se as vazões dos emissores por meio do método direto. Os ensaios tiveram duração de três dias, para cada concentração de sólidos totais nas águas residuárias, funcionando durante nove horas diárias, totalizando 27 horas de funcionamento. Nesse caso, dificilmente, a fertirrigação ultrapassaria o tempo de aplicação de 27 horas, pois, considera-se a concentração de um nutriente referencial e não a evapotranspiração da cultura.

A vazão dos microaspersores foi obtida, em três repetições, determinando-se o tempo necessário para encher um recipiente de 6 L, calibrado anteriormente. O tempo de coleta foi medido com um cronômetro, com precisão de centésimos de segundos.

Finalizada a avaliação com uma determinada concentração de sólidos totais nas ARA - P, os bocais dos microaspersores eram substituídos por outros novos. No total foram utilizados 60 microaspersores, sendo 15 microaspersores por concentração de sólidos totais na ARA.

O experimento foi montado no esquema de parcelas sub-subdivididas com três repetições, tendo nas parcelas quatro concentrações de sólidos totais (3.211, 3.248, 14.434 e 15.437 mg L⁻¹), nas subparcelas cinco diâmetros de bocais (0,90, 1,00, 1,20, 1,40 e 1,80 mm) e nas sub-subparcelas dez tempos de avaliação (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 e 27 horas). Os dados de vazão foram submetidos às análises de variância e de regressão. Na análise de variância, utilizou-se o teste F a 5% de probabilidade. Os modelos de regressão foram escolhidos, com base na significância dos coeficientes de regressão (utilizando-se o teste t com nível de significância de até 10%), no valor do coeficiente de determinação (R²) e no processo em estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 2, 3, 4 e 5, são apresentados os valores médios da vazão dos microaspersores com distintos diâmetros de bocais nos diversos tempos de avaliação, para as diferentes concentrações de sólidos totais na ARA.

A redução de vazão nos microaspersores pode ser atribuída à formação de biofilme, resultante da interação entre mucilagens microbianas e sólidos totais. Inicialmente, as bactérias se aderem à parede do equipamento e, com o passar do tempo, produzem subprodutos gelatinosos que fixam as partículas presentes no meio líquido.

O aumento de vazão ao longo do tempo pode ser justificado pela sobreprensão no sistema e pelo aumento na temperatura do fluido. Como a regulação da pressão no início das linhas de polietileno foi feita manualmente, qualquer erro poderia acarretar pequena elevação da pressão e, conseqüentemente, da vazão dos microaspersores. Em relação à temperatura, a ARA em alguns momentos, provavelmente, aqueceu no interior do conjunto motobomba e, ou no interior das linhas de polietileno, pela incidência da radiação solar, conduzindo a uma dilatação no material que compõe os microaspersores.

No Quadro 5, observa-se que, para a concentração de sólidos totais de 15.437 mg L⁻¹, houve redução de 10% na vazão inicial para o bocal de diâmetro 0,90 mm, a partir de 20 horas de funcionamento do sistema e 11% para o bocal de diâmetro de 1,00 mm, a partir de 24 horas de funcionamento. Oliveira et al. (2005) encontraram redução de 50% na vazão inicial, para o bocal de 0,90 mm e 33% para o bocal de 1,20 mm, após 4 e 16 horas, respectivamente, de funcionamento de microaspersores operando com água residuária de suinocultura. De acordo com Pizarro (1990), os bocais de diâmetros de 0,90 e 1,00 são considerados de média sensibilidade ao entupimento, uma vez que o risco de entupimento de um emissor depende do diâmetro mínimo do orifício de saída e da velocidade da água, o que justifica uma maior redução da vazão nestes bocais.

Apesar desta redução de vazão, a tela de 80 mesh de malha não deixou passar sólidos, que comprometessem rapidamente o desempenho do microaspersor nos diâmetros de bocais estudados. Todavia, em virtude da quantidade de esterco que é retida nesta tela, recomenda-se a utilização de um sistema de tratamento preliminar e primário da ARA, tais como grades e sedimentadores.

Quadro 2. Vazão média do microaspersor, em L h⁻¹, expressa como percentual da vazão inicial (%), para os diâmetros de bocais (D) e os diversos tempos de avaliação (T), usando ARA com concentração de sólidos totais de 3.211 mg L⁻¹ (valores médios de vazão resultantes de três repetições).

T (h)	D (mm)									
	0,9		1,00		1,20		1,40		1,80	
0	39,08	(100)	45,26	(100)	68,43	(100)	83,00	(100)	133,33	(100)
3	39,28	(100)	45,06	(100)	68,89	(101)	82,56	(99)	132,80	(100)
6	38,94	(100)	45,20	(100)	68,12	(100)	82,37	(99)	131,75	(99)
9	39,13	(100)	45,51	(101)	68,57	(100)	82,60	(100)	129,11	(97)
12	39,27	(100)	45,07	(100)	68,90	(101)	82,33	(99)	131,26	(98)
15	38,90	(100)	45,13	(100)	68,94	(101)	82,14	(99)	129,09	(97)
18	38,85	(99)	44,88	(99)	69,55	(102)	82,70	(100)	131,80	(99)
20	38,90	(100)	44,88	(99)	70,29	(103)	82,70	(100)	130,73	(98)
24	39,28	(100)	44,76	(99)	70,91	(104)	83,90	(101)	131,23	(98)
27	38,99	(100)	44,75	(99)	70,15	(103)	83,90	(101)	131,20	(98)

Quadro 3. Vazão média do microaspersor, em L h⁻¹, expressa como percentual da vazão inicial (%), para os diâmetros de bocais (D) e os diversos tempos de avaliação (T), usando ARA com concentração de sólidos totais de 3.248 mg L⁻¹ (valores médios de vazão resultantes de três repetições).

T (h)	D (mm)									
	0,90		1,00		1,20		1,40		1,80	
0	33,96	(100)	44,14	(100)	58,15	(100)	89,77	(100)	139,30	(100)
3	33,96	(100)	44,08	(100)	58,08	(100)	89,77	(100)	139,90	(100)
6	33,89	(100)	44,11	(100)	58,14	(100)	89,52	(100)	139,61	(100)
9	33,69	(99)	44,11	(100)	58,46	(101)	89,02	(99)	141,09	(101)
12	35,66	(105)	44,52	(101)	57,42	(99)	90,38	(101)	133,46	(96)
15	35,60	(105)	43,77	(99)	59,23	(102)	87,57	(98)	131,35	(94)
18	35,63	(105)	43,27	(98)	59,57	(102)	87,10	(97)	131,47	(94)
20	35,93	(106)	44,19	(100)	57,58	(99)	85,95	(96)	130,17	(93)
24	36,03	(106)	43,97	(100)	58,45	(101)	85,07	(95)	135,38	(97)
27	35,41	(104)	44,06	(100)	58,68	(101)	84,71	(94)	132,13	(95)

Quadro 4. Vazão média do microaspersor, em L h⁻¹, expressa como percentual da vazão inicial (%), para os diâmetros de bocais (D) e os diversos tempos de avaliação (T), usando ARA com concentração de sólidos totais de 14.434 mg L⁻¹ (valores médios de vazão resultantes de três repetições).

T (h)	D (mm)									
	0,90		1,00		1,20		1,40		1,80	
0	36,05	(100)	44,06	(100)	64,82	(100)	84,94	(100)	132,76	100
3	36,05	(100)	44,19	(100)	64,82	(100)	84,94	(100)	132,76	100
6	35,66	(99)	44,19	(100)	64,02	(99)	86,86	(102)	136,54	103
9	35,79	(99)	44,03	(100)	64,22	(99)	86,99	(102)	131,46	99
12	36,03	(100)	44,15	(100)	64,50	(100)	87,57	(103)	132,35	100
15	36,36	(101)	44,21	(100)	65,09	(100)	88,65	(104)	135,22	102
18	35,92	(100)	44,36	(101)	65,00	(100)	87,45	(103)	132,37	100
20	35,83	(99)	44,03	(100)	63,33	(98)	88,65	(104)	134,96	102
24	35,77	(99)	44,04	(100)	64,65	(100)	87,81	(103)	135,54	102
27	35,89	100	44,00	100	64,42	99	87,93	104	136,54	103

Quadro 5. Vazão média do microaspersor, em L h⁻¹, expressa como percentual da vazão inicial (%), para os diâmetros de bocais (D) e os diversos tempos de avaliação (T), usando ARA com concentração de sólidos totais de 15.437 mg L⁻¹ (valores médios de vazão resultantes de três repetições).

T (h)	D (mm)									
	0,90		1,00		1,20		1,40		1,80	
0	37,89	(100)	49,09	(100)	66,76	(100)	86,64	(100)	140,97	(100)
3	37,50	(99)	48,72	(99)	66,90	(100)	87,10	(101)	141,23	(100)
6	37,09	(98)	48,36	(99)	66,63	(100)	86,98	(100)	141,57	(100)
9	36,43	(96)	47,30	(96)	66,55	(100)	85,73	(99)	137,13	(97)
12	35,98	(95)	46,72	(95)	66,27	(99)	85,61	(99)	136,57	(97)
15	35,62	(94)	46,59	(95)	66,01	(99)	86,07	(99)	138,26	(98)
18	34,69	(92)	46,19	(94)	65,15	(98)	85,27	(98)	137,95	(98)
20	34,29	(90)	44,54	(91)	65,21	(98)	85,04	(98)	140,37	(100)
24	34,27	(90)	43,87	(89)	65,01	(97)	84,49	(98)	137,75	(98)
27	34,11	(90)	43,61	(89)	64,76	(97)	84,16	(97)	136,88	(97)

No Quadro 6, é apresentado o resumo da análise de variância da variável vazão, em função das concentrações de sólidos suspensos, dos diâmetros de bocais e do tempo de funcionamento, no esquema de parcelas sub-subdivididas com três repetições.

Verifica-se que a fonte de variação da parcela (C) não foi significativa a 5% de probabilidade. Enquanto, as fontes da variação de subparcela (D e D x C) e da sub-subparcela (T, T x C, T x D e T x C x D) foram significativas, a 5% de probabilidade. Os coeficientes de variação (CV) da parcela, subparcela e sub-subparcela foram de 15,08, 12,35 e 1,65 %, respectivamente.

Quadro 6. Resumo da análise de variância da vazão em função da concentração de sólidos totais na água residuária (C), dos diâmetros de bocais (D) e do tempo de funcionamento do sistema (T).

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio
C	3	150,1732 ^{ns}
Resíduo (a)	6	122,3280
D	4	185771,5*
D x C	12	265,5980*
Resíduo (b)	36	100,7208
T	9	12,1535*
T x C	27	11,0364*
T x D	36	5,5013*
T x D x C	108	5,3572*
Resíduo (c)	362	1,7943
CV (%) Parcela		15,08
CV (%) Subparcela		12,35
CV (%) Sub-Subparcelas		1,65

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.
* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em vista dos resultados da análise de variância, procedeu-se o desdobramento da combinação T x D x C. As superfícies de resposta que melhor se ajustaram aos dados de vazão, em função dos tempos de avaliação e dos diâmetros de bocais, são apresentadas no Quadro 7.

Para a concentração de 3.211 mg L-1 de sólidos totais na ARA, não houve efeito dos tempos de avaliação na alteração da vazão dos microaspersores. Verificou-se que, ao fixar os tempos de avaliação, ocorreu aumento na vazão com os diâmetros de bocais. Nesse caso, a superfície de resposta ajustada apresentou excelente coeficiente de determinação (R²) no valor de 0,9914.

Na concentração de 3.248 mg L-1 de sólidos totais na ARA houve efeito dos tempos de avaliação, dos diâmetros de bocais e da combinação entre ambos na alteração da vazão dos microaspersores. Constata-se que, ao fixar os tempos de avaliação, ocorreu aumento na vazão com os diâmetros de bocais. Fixando-se os diâmetros de bocais, nota-se aumento da vazão com os tempos de avaliação. O coeficiente de determinação (R²) dessa superfície de resposta foi de 0,9884.

Em relação à concentração de 14.434 mg L-1 de sólidos totais na ARA, houve efeito dos tempos de avaliação, dos diâmetros de bocais e da combinação entre ambos na alteração da vazão dos microaspersores. Nota-se que, ao se fixar os tempos de avaliação, ocorreu aumento na vazão com os diâmetros de bocais, enquanto, ao fixar os diâmetros de bocais, ocorreu decréscimo na vazão com o aumento dos tempos de avaliação. Nessa superfície de resposta, o coeficiente de determinação (R²) foi de 0,9971.

Para a concentração de 15.437 mg L-1 de sólidos totais na ARA, houve efeito dos tempos de avaliação e dos diâmetros de bocais na alteração da vazão dos microaspersores. Observa-se que, ao fixar os tempos de avaliação, ocorreu aumento na vazão com os diâmetros de bocais; enquanto, ao fixar os diâmetros de bocais ocorreu decréscimo na vazão com o aumento dos tempos de avaliação. A superfície de resposta ajustada apresentou excelente coeficiente de determinação (R²) no valor de 0,9933.

Quadro 7. Superfícies de resposta ajustadas a vazão (Q) em função dos tempos de avaliação (T) e dos diâmetros de bocais (D), para as distintas concentrações de sólidos totais na ARA (C).

C (mg L ⁻¹)	Variável	Superfície de resposta	R ²
3.211	Q	$\hat{y} = -55,8943 + 0,008628^{ns} T + 102,5920^{**} D$	0,9914
3.248	Q	$\hat{y} = -77,3070 + 0,5235^{**} T + 119,5890^{**} D + 0,4893^{**} T \cdot D$	0,9884
14.434	Q	$\hat{y} = -63,4982 - 0,1441^{**} T + 108,0150^{**} D + 0,1472^{**} T \cdot D$	0,9971
15.437	Q	$\hat{y} = -66,4640 - 0,1387^{**} T + 113,3970^{**} D$	0,9933

** e ^{ns} Significativo a 1% de probabilidade e não significativo a 10% de probabilidade, respectivamente pelo teste t.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, conclui-se:

- A suscetibilidade ao entupimento de microaspersores, que operam com ARA depende tanto do diâmetro do bocal quanto da concentração de sólidos totais.
- As concentrações de 3.211 e 3.248 mg L-1 de sólidos totais na ARA não proporcionaram entupimento dos microaspersores, com diâmetros de bocais de 0,9, 1,00, 1,20, 1,40 e 1,80 mm.
- As maiores reduções de vazão foram observadas nos microaspersores com bocais de 0,90 e 1,00 mm, usando ARA com concentração de sólidos totais de 15.437 mg L-1 após 27 horas de teste.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, R. O., Soares, A. A., Matos, A. T., & Mantovani, E. C. (2005). Efeito do efluente de lagoa de maturação em gotejadores com e sem tratamento químico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, 62-65.
- Konzen, E. A. (1980). Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em forma líquida. Belo Horizonte, p 556. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG, Brasil.*
- Keller, J., Bliesner, R. D. *Sprinkle and trickle irrigation.* (1990). New York: Avibook. p 649.
- Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística - IBGE. (2005). *Produção da Pecuária Municipal.* Rio de Janeiro, v. 33, 38.
- Nakayama, F. S., Bucks, D. A. (1991). Water quality in drip/trickle irrigation: A review. *Irrigation Science*, v. 12, 187-192.
- Oliveira, R. A., Tagliaferre, C., Denículi, W., Cecon, P. R. (2005). Suscetibilidade ao entupimento de microaspersor operando com água residuária de suinocultura. *Engenharia na Agricultura*, v. 13, n. 1, 33-40.
- Pizarro, F. (1990). *Riegos Localizados de Alta Frecuencia.* (2ª ed). Madrid.
- Rav-Acha, C., Kummel, M., Salamon, I., Adin, A. (1995). The effect of chemical oxidants on effluent constituents for drip irrigation. *Water Research*, v. 29, n. 1, 119-129.
- Sampaio, S. C. (2003). Perda de Carga em tubulações comerciais conduzindo águas residuárias de bovinocultura e avicultura. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
- Santos, C. G. F., Lima, V. L. A., Matos, J. A., Van Haandel, A. C., Azevedo, C. A. V. (2003). Efeito de uso de águas residuárias sobre a vazão de microaspersores. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 7, n. 3, 577-580.