

Vazão de gotejadores ao longo de linhas laterais operando com água residuária da suinocultura sob pressões de serviço

Flow rate of drippers along lateral lines operating with swine wastewater under operating pressures

Rafael Oliveira BATISTA [1](#); Denise de Jesus Lemos FERREIRA [2](#); Delfran Batista dos SANTOS [3](#); Luis César de Aquino LEMOS FILHO [4](#); Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes ROCHA [5](#); Igor Estevão Souza MEDEIROS [6](#)

Recibido: 06/03/2017 • Aprobado: 02/04/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Material e métodos](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Conclusões](#)

[Agradecimentos](#)

[Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

A pesquisa objetivou analisar a dinâmica de obstrução de gotejadores, ao longo de linhas laterais, operando com água residuária de suinocultura, sob pressões de serviço. O experimento foi montado com dois fatores, referentes aos tipos de gotejadores (G1 = 2,0 L h⁻¹, G2 = 1,7 L h⁻¹ e G3 = 3,6 L h⁻¹) e as pressões de serviço (P1 = 75 kPa, P2 = 145 kPa, P3 = 215 kPa e P4 = 285 kPa) em três repetições. As vazões dos gotejadores, nos tempos de operação 0 e 160 h, foram obtidas pelo método gravimétrico e submetidas à análise de regressão. As linhas laterais dotadas dos gotejadores G1, G2 e G3 apresentaram maiores níveis de obstrução no segmento final. As combinações P1 x G2, P3 x G1, P4 x G1 e P4 x G2 reduziram os níveis de obstrução, ao longo das linhas laterais. **Palavras Chave:** entupimento, desempenho, emissores, efluente, suíno.

ABSTRACT:

The research aimed to analyze the dynamics of drippers obstruction, along lateral lines, operating with swine wastewater under operating pressure. The experiment was mounted with two factors, related the emitters kinds (L G1 = 2.0 h⁻¹, G 2 = 1.7 h⁻¹ L G3 and L = 3.6 h⁻¹) and the operating pressure (P1 = 75 kPa, P2 = 145 kPa, P3 = 215 kPa and P4 = 285 kPa) in three replicates. The flow rate of the drippers, at 0 and 160 h of operation times, were obtained using the gravimetric method and subjected to regression analysis. The lateral lines equipped with the drippers G1, G2 and G3 showed higher levels of obstruction in its final segment. The combinations P1 x G2, G1 x P3, P4 and P4 x G1 x G1 reduced levels of obstruction along the lateral lines. **Keywords:** clogging, performance, emitters, effluent, swine.

1. Introdução

Um dos maiores problemas da suinocultura é o grande volume de dejetos produzidos pelos animais. Por outro lado, os excrementos possuem muitas substâncias orgânicas e inorgânicas, e se forem manejados de forma inadequada podem causar danos ao ambiente, mas se tratados corretamente transforma-se em adubo, reduzindo o risco de contaminação ambiental (Anualpec, 2013).

O uso agrícola das águas residuárias de suinocultura reduz, significativamente, a aplicação de adubos químicos à base de nitrogênio, fósforo e potássio. Segundo o Anualpec (2013), um suíno, na fase de terminação, produz dejetos suficientes para adubar uma área de 949 m² cultivada com milho por duas safras.

Na literatura existem várias pesquisas que destacam as potencialidades do uso agrícola das águas residuárias de suinocultura na produção de alface (Baumgartner et al., 2007), soja (Maggi et al., 2013), milho (Kessler et al., 2014), pinhão manso (Santos et al., 2014), forrageiras (Andrade et al., 2014) e mudas de eucalipto (Batista et al., 2014a).

O risco microbiológico das águas residuárias de suinocultura limita sua aplicação, somente, aos sistemas de irrigação por gotejamento; em função da elevada eficiência de aplicação, do baixo risco de contaminação microbiológica do produto agrícola e de operadores no campo, da minimização dos riscos de escoamento superficial, percolação e acumulação de sais próximo ao sistema radicular e da inexistência de aerossóis (Baumgartner et al., 2007; Batista et al., 2013; Batista et al., 2014b).

Diversos estudos apontam a obstrução dos gotejadores como à maior vulnerabilidade técnica dos sistemas de irrigação por gotejamento que operam com águas residuárias (Najafi et al., 2010; Batista et al., 2013; Vale et al., 2013; Batista et al., 2014bc; Oliver et al., 2014; Silva et al., 2014).

De acordo com Ravina et al. (1997), no processo da filtração de águas residuárias existem pequenas partículas que atravessam o elemento filtrante e, por serem leves, são transportadas com facilidade pela água residuária, quando a velocidade de escoamento é alta. Contudo, Oliver et al. (2014) relataram que a velocidade de escoamento decresce ao longo da linha lateral, o que permite a sedimentação dessas partículas, provocando o entupimento.

A relação entre algumas características dos gotejadores (vazão, comprimento do labirinto e área de filtração) e a qualidade das águas residuárias (atributos físicos, químicos e biológicos) consiste no principal fator da obstrução dos gotejadores que aplicam efluentes (Batista et al., 2014bc; Oliver et al., 2014; Silva et al., 2014).

O entupimento parcial e total dos gotejadores afeta o desempenho hidráulico dos sistemas de irrigação por gotejamento, acarretando alteração na vazão (aumento ou redução), e conseqüentemente, na eficiência de aplicação, podendo comprometer a produtividade dos cultivos agrícolas e ocasionar a degradação ambiental (Ravina et al., 1997; Batista et al., 2013).

Diante o exposto, o presente trabalho objetivou analisar a dinâmica de obstrução de gotejadores ao longo de linhas laterais que operaram com água residuária de suinocultura, sob pressões de serviço.

2. Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido, no período de 18 de maio a 26 de junho de 2006, em Viçosa, Minas Gerais, situada a 651 m de altitude, sob coordenadas geográficas 20° 45' 14" S e 42° 52' 55" O, com clima tipo Cwa, mesotérmico úmido com verões chuvosos e invernos secos.

Na Área Experimental de Hidráulica, Irrigação e Drenagem da Universidade Federal de Viçosa (UFV) foi construída a Unidade-Piloto de Tratamento e Aplicação Localizada de Água Residuária

de Suinocultura (UTARS).

A água residuária de suinocultura (ARS) e a água de abastecimento (AA) utilizadas neste trabalho foram provenientes do Setor de Suinocultura da UFV e da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), respectivamente.

A UTARS foi constituída por uma unidade de bombeamento de ARS dotada de uma peneira com aberturas de 47 mm, um conjunto motobomba de 3 cv e um reservatório de 7,08 m³; e uma unidade para bombeamento de AA dotada de uma motobomba de 3 cv, um filtro de discos com aberturas de 130 mm e um reservatório de 5,64 m³; e uma plataforma de ensaios para avaliação do desempenho de unidades de irrigação por gotejamento, como representado na Figura 1.

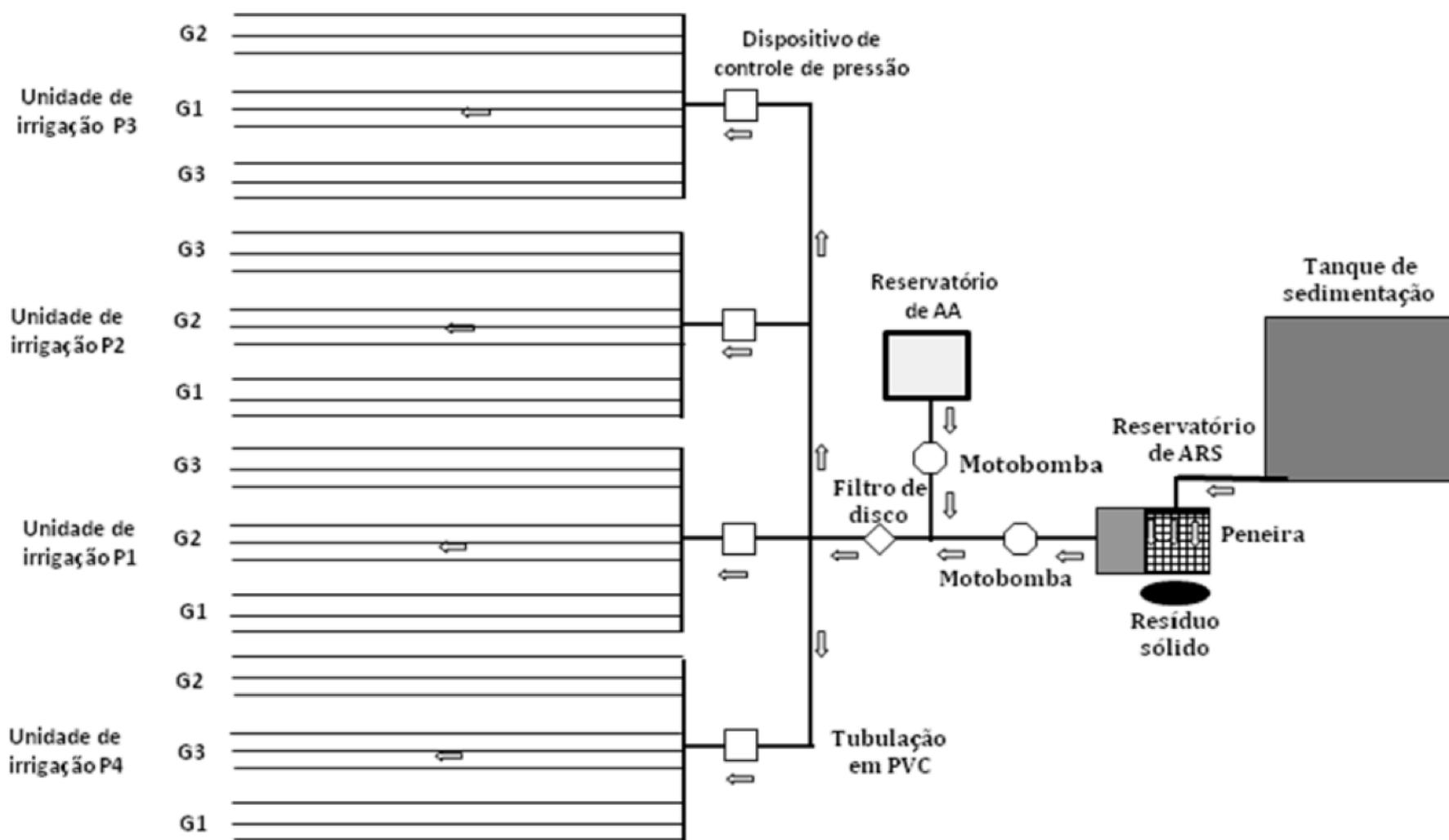


Figura 1. Imagem da Unidade-Piloto de Tratamento e Aplicação Localizada de Água Residuária de Suinocultura (UTARS), destacando-se as unidades de bombeamento de ARS e AA, bem como a plataforma de ensaio com as quatro unidades de irrigação por gotejamento

A plataforma de ensaios foi construída em alvenaria, nas dimensões de 3,4 m de largura por 18,0 m de comprimento, com declividade transversal de 2%, onde ao longo de sua linha lateral mais baixa foi instalada uma canaleta para a retirada dos fluídos aplicados pelos gotejadores.

Sobre a plataforma de ensaios foram montadas quatro unidades de irrigação por gotejamento, onde cada unidade possuía uma válvula reguladora de pressão específica (P1 = 75 kPa, P2 = 145 kPa, P3 = 215 kPa e P4 = 285 kPa), uma linha de derivação de PVC com diâmetro nominal de 32 mm e nove linhas laterais de polietileno.

Em cada unidade de irrigação foram ensaiados três tipos de gotejadores, com três repetições. Para cada tipo de gotejador foram instaladas na linha de derivação, três linhas laterais com 18 m de comprimento, em nível. Em todas as linhas laterais das unidades de irrigação foram marcados 22 gotejadores, com tinta amarela, para facilitar e padronizar o processo de medição da vazão.

Os três tipos de gotejadores avaliados foram selecionados com base na sua menor suscetibilidade ao entupimento e por serem muito comercializados no mercado nacional para

aplicação de águas superficiais e subterrâneas. As principais características dos gotejadores avaliados estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Gotejadores (G) utilizados nos ensaios experimentais, destacando o dispositivo de autocompensação (DA), a vazão nominal (Q), a área do orifício (A), o comprimento do labirinto (L), o coeficiente de variação de fabricação (CVf), a faixa de pressão recomendada (P) e o espaçamento entre gotejadores (EE)

G	DA*	Q * (L h ⁻¹)	A** (mm ²)	L** (mm)	CV _f * (%)	P* (kPa)	EE* (m)
G1	Não	2,00	4,45	327	≤ 3	80 - 300	0,5
G2	Não	1,70	1,86	176	≤ 3	40 - 100	0,3
G3	Sim	3,60	2,54	44	≤ 4	80 - 350	0,5

Nota: * e ** informações obtidas nos catálogos dos fabricantes e informações medidas com auxílio de um parquímetro digital com precisão de 0,01 mm, respectivamente.

As quatro unidades de irrigação operaram, diariamente, por quatro horas, aplicando-se ARS, durante as primeiras duas horas e AA no tempo restante, até completar o tempo de operação de 160 h. Além disso, a pressão de serviço das unidades de irrigação foi monitorada com o auxílio de manômetros analógicos possuindo glicerina, graduados de 0 a 400 kPa.

A qualidade da ARS foi avaliada a cada 20 h de operação das unidades de irrigação, totalizando nove amostragens até final do experimento (160 h). Enquanto, a AA foi monitorada a cada 80 h, devido à menor variação dos atributos. As análises físico-químicas e microbiológicas da ARS e AA seguiram as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Rice et al., 2012). Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios e o desvio padrão dos atributos físico-químicos e microbiológicos da ARS e AA utilizados no abastecimento das unidades de irrigação.

Tabela 2. Valor médio e desvio padrão de nove amostragens das características físico-químicas e microbiológicas da água residuária de suinocultura (ARS) e da água de abastecimento (AA), utilizadas na operação das unidades de irrigação por gotejamento

Fluído	Atributos								
	T °C	pH	SS mgL ⁻¹	SD mgL ⁻¹	Ca ²⁺ mmol _c L ⁻¹	Mg ²⁺ mmol _c L ⁻¹	Fe mgL ⁻¹	Mn mgL ⁻¹	PB UFC mL ⁻¹
ARS	17,90±0,6	7,50±0,1	331±109	1828±22	5,18±0,9	2,53±0,6	5,14±2,9	0,57±0,1	8,6x10 ⁵ ±3,0
AA	17,40±0,7	7,00±0,1	0,00±0,0	64±3	0,44±0,0	0,13±0,0	0,04±0,0	0,00±0,0	5,8x10 ² ±3,8

Nota: T - temperatura da água residuária; pH - potencial hidrogeniônico; SS - sólidos suspensos; SD - sólidos dissolvidos; Ca²⁺ - cálcio; Mg²⁺ - magnésio; Fe - ferro total; Mn - Manganês total; PB - população bacteriana; e UFC - unidades formadoras de colônias. * Média e desvio padrão geométrico

No início dos ensaios experimentais (0 h), os gotejadores não apresentavam entupimento, as variações de vazão entre os emissores encontraram-se na faixa de ±7%; assim como, o coeficiente de variação de fabricação (CVf) não excedeu a ± 7%, seguindo as recomendações da NBR ISO 9261 (ABNT, 2006).

Os valores da vazão foram determinados, nos tempos de operação inicial (0 h) e final (160 h), sempre nos mesmos 22 gotejadores identificados por linha lateral, seguindo a recomendação de Capra e Scicolone (1998), que recomendaram a avaliação de no mínimo 16 gotejadores para analisar o desempenho hidráulico de sistemas de irrigação por gotejamento com problema de entupimento. Mediu-se o volume aplicado de ARS em cada gotejador, durante três minutos, obtendo-se a vazão com o uso da equação 1.

$$q = \frac{V}{1000 \cdot t} \cdot 60 \quad (1)$$

em que:

q - vazão do gotejador, L h⁻¹;

V - volume de efluente coletado, mL; e

t - tempo de coleta da água, min.

O experimento foi montado com dois fatores, sendo o primeiro fator os três tipos de gotejadores (G1, G2 e G3) e o segundo fator as quatro pressões de serviço (P1 = 75 kPa, P2 = 145 kPa, P3 = 215 kPa e P4 = 285 kPa) em três repetições (três linhas laterais por tipo de gotejador em cada unidade de irrigação).

Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, aplicando-se o teste "t" a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (> 60%) e no processo em estudo.

3. Resultados e discussão

Na Figura 2, verificou-se que houve redução na vazão dos gotejadores G1 (2,0 L h⁻¹), G2 (1,7 L h⁻¹) e G3 (3,6 L h⁻¹), ao longo das linhas laterais das unidades de irrigação operando nas pressões de serviço P1 (75 kPa), P2 (145 kPa), P3 (215 kPa) e P4 (285 kPa), quando se estabeleceu comparação entre os tempos de funcionamento inicial (0) e final (160 h). Em todas as pressões de serviço notou-se que os níveis de obstrução foram mais acentuados no segmento final das linhas laterais, devido à baixa velocidade do escoamento do efluente, favorecendo a sedimentação das partículas orgânicas e inorgânicas, e posteriormente, o surgimento de mucilagens microbianas que passaram a aglutinar o material sedimentado, formando biofilme complexo e de coloração castanho escuro, evidenciado na Figura 3. Maior ocorrência de entupimento no segmento final da linha lateral foi, também, observada nos trabalhos de Ravina et al. (1992) e Capra e Scicolone (1998), em condições experimentais diferentes das encontradas no presente trabalho. Segundo Hills e Brenes (2001), houve à limpeza das linhas laterais com a passagem do efluente, no interior das linhas laterais, quando a velocidade de escoamento foi igual ou superior a 0,5 m s⁻¹, prevenindo a acumulação de sólidos suspensos, que atravessavam os elementos filtrantes. Em outro estudo Berkowitz (2001) verificou que as velocidades de 0,5 e 0,9 m s⁻¹ nas linhas laterais, minimizaram o entupimento de gotejadores operando com águas residuárias domésticas. Estes resultados indicaram que o uso conjunto de ARS e AA necessitam da instalação de válvulas automáticas ou a abertura manual periódica do final das linhas laterais, para permitir a remoção das partículas sedimentadas, conforme as sugestões de Ravina et al. (1997) e Berkowitz (2001).

Constatou-se a ocorrência de entupimento total, somente, no segmento final das linhas laterais, dotadas do gotejador G1 (Figuras 2A e 2D), submetidas às pressões de serviço P1 e P2 em razão, provavelmente, da menor velocidade do escoamento do efluente no interior desse tipo de gotejador, quando operado nessas pressões de serviço. Em condições experimentais diferentes, Lesikar et al. (2004) constataram nos sistemas de irrigação operando com água residuária doméstica tratada sob pressões de serviço de 58 e 78 kPa que 2 e 30%, respectivamente, dos gotejadores avaliados apresentaram entupimento total. Entretanto, no sistema de irrigação que operou com pressão de serviço de 296 kPa nenhum gotejador foi completamente entupido.

Nas Figuras 2B, 2E, 2H e 2K evidenciaram-se reduções na vazão dos gotejadores G2, menores em relação a G1, ao longo das linhas laterais das unidades de irrigação, operando nas pressões de serviço P1, P2, P3 e P4, ao se compararem os tempos de funcionamento inicial e final. Percebeu-se a predominância de entupimento parcial e que este foi mais acentuado nos gotejadores situados no terço final das linhas laterais submetidas às pressões de serviço de P1, P2 e P3. O aumento da vazão do gotejador G2, proporcionado pela pressão de serviço P4,

ocasionou entupimento parcial acentuado nos terços médio e final das linhas laterais. Em condições experimentais, distintas das utilizadas no presente trabalho, Silva et al. (2012) notaram que nas unidades de irrigação, que operaram efluente da castanha de caju, na pressão de serviço de 70 kPa, apresentaram maior nível de entupimento de gotejadores em relação as demais (140, 210 e 280 kPa), em função da menor velocidade de escoamento de efluente no interior dos emissores.

Notou-se, nas Figuras 2C, 2F, 2I e 2L, que houve redução na vazão dos gotejadores G3 ao longo das linhas laterais das unidades de irrigação operando nas pressões de serviço P1, P2, P3 e P4, quando os tempos de funcionamento inicial e final foram comparados. Percebeu-se a predominância do entupimento parcial dos gotejadores e que ele se intensifica no terço final das linhas laterais.

Mudanças na magnitude da pressão de serviço podem interferir no processo de entupimento de gotejadores devido à alteração no regime de escoamento, acarretando impactos na deposição de sedimentos e formação de biofilme, conforme evidenciado na Figura 2. Em condições experimentais diferente das obtidas neste estudo, Talози e Hills (2001) notaram que o entupimento reduziu a vazão na entrada das linhas laterais obstruídas e aumentou a vazão na entrada das linhas laterais não obstruídas; além disso, o entupimento causou aumento na pressão de serviço na entrada das linhas laterais com e sem entupimento. No trabalho conduzido por Faria et al. (2002) a redução na vazão dos gotejadores provocou aumento considerável na pressão de serviço, particularmente na condição de 50% de entupimento, 80% do comprimento da malha hidráulica apresentou pressão superior à da classe de pressão da tubulação.

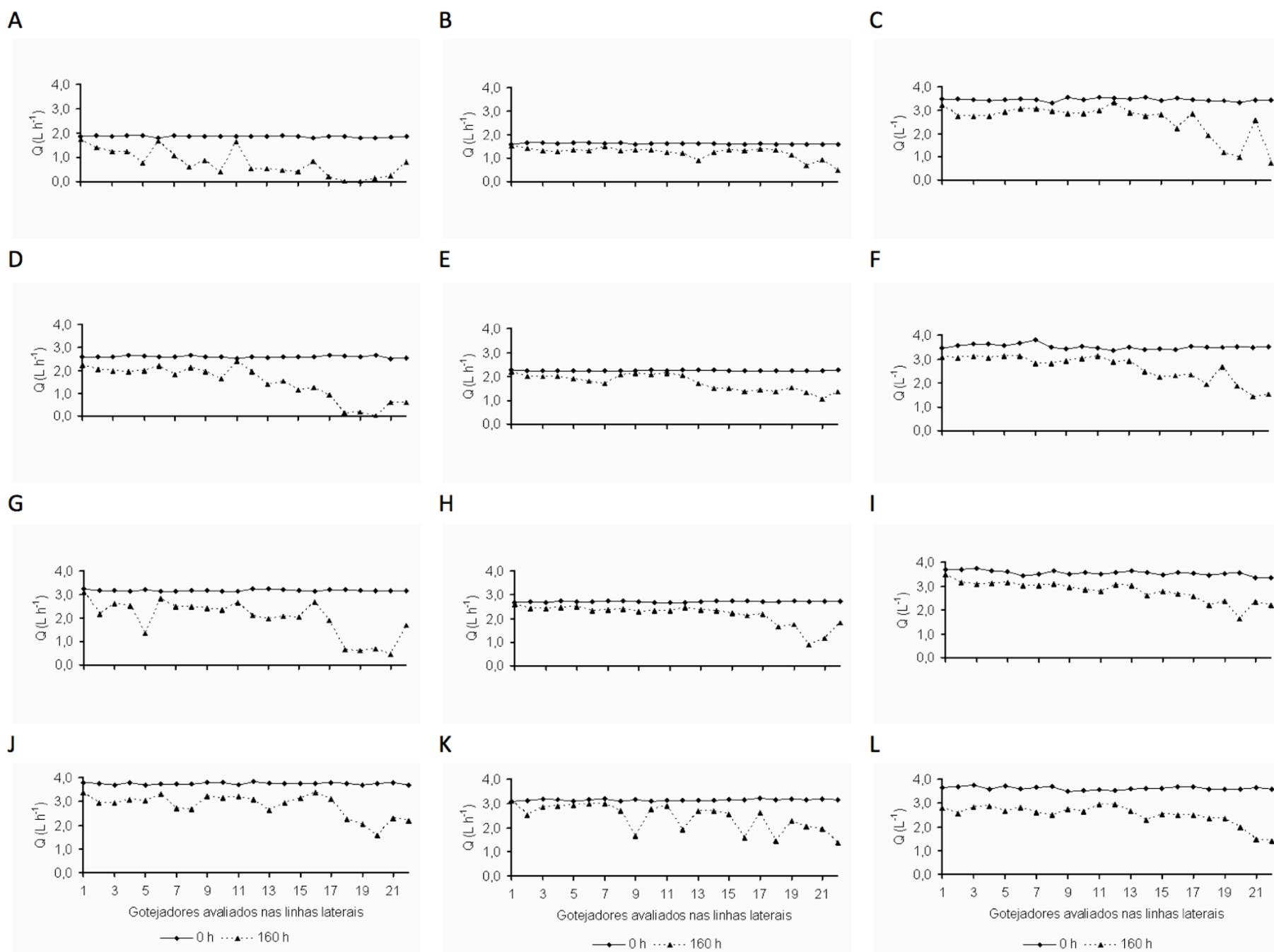


Figura 2. Valores médios de vazão (Q) ao longo da linha lateral, nos tempos de funcionamento inicial e 160 h, nas subunidades com gotejadores G1 (A, D, G e J), G2 (B, E, H e K) e G3 (C, F, I e L) submetidas às pressões de serviço P1 = 75 kPa (A, B e C), P2 = 145 kPa (D, E e F), P3 = 215 kPa (G, H e I) e P4 = 285 kPa (J, K e L), operando diariamente por quatro horas, aplicando-se efluente durante as primeiras duas horas e água no tempo restante

Na Tabela 3 estão apresentadas as equações de regressão que relacionam a vazão dos gotejadores G1, G2 e G3 e os gotejadores avaliados ao longo das linhas laterais, nos tempos de operação inicial (0 h) e final (160 h). Notou-se, nessa tabela, para o tempo de operação inicial que não houve alteração significativa da vazão dos gotejadores em função da posição dos gotejadores ao longo das linhas laterais, indicando que o processo de obstrução está relacionado diretamente ao fator tempo de operação das unidades de irrigação, conforme notado nos estudos conduzidos por Batista et al. (2007) com efluente da despolpa dos frutos do cafeeiro, Batista et al. (2008) com efluente doméstico terciário, Batista et al. (2014b) com efluente suíno e Silva et al. (2014) com efluente do processamento da castanha de caju.

De forma similar, notou-se para o gotejador G2 sob pressão P1, gotejador G1 sob pressão P3 e gotejadores G1 e G2 sob pressão P4 que não houve, também, alteração significativa da vazão ao longo das linhas laterais. Para as pressões P3 e P4, atribui-se este fato a maior dificuldade de formação de biofilme no interior dos gotejadores, devido à maior velocidade de escoamento no interior desses emissores. Para comprovar isso, utilizaram-se as informações técnicas dos gotejadores G1, G2 e G3, apresentadas na Tabela 1, e calcularam-se as velocidades do escoamento de efluente obtidas nas pressões de serviço P1, P2, P3 e P4, onde os valores foram de 0,06; 0,08; 0,10; e 0,12 m s⁻¹, de 0,24; 0,34; 0,40; e 0,47 m s⁻¹ e de 0,19; 0,19; 0,20; e 0,20 m s⁻¹, respectivamente.

Para as combinações P1 x G1, P2 x G1, P2 x G2, P2 x G3, P3 x G2 e P3 x G3 evidenciou-se que houve relação linear entre os dados de vazão dos gotejadores e posição dos gotejadores ao longo das linhas laterais, tendo valores de coeficiente de determinação variando de 0,60 a 0,77. Enquanto, nas combinações P1 x G3 e P4 x G3 houve relação quadrática entre os dados de vazão dos gotejadores e a posição dos gotejadores ao longo das linhas laterais, tendo coeficientes de determinação de 0,67 e 0,79, respectivamente. Em condições experimentais diferentes, Oliver et al. (2014) obtiveram relações, apenas, lineares entre os dados de vazão dos gotejadores e a posição dos gotejadores ao longo das linhas laterais, apresentando valores de coeficientes de determinação de 0,63 a 0,85.

Tabela 3. Equações de regressão da vazão dos gotejadores (G1, G2 e G3), em L h⁻¹, sob pressões de serviço (P1, P2, P3 e P4) em função da posição dos gotejadores, avaliados ao longo das linhas laterais (PL), nos tempos de operação inicial (0 h) e final (160 h); e respectivos coeficientes de determinação (R²)

Tempo de operação (h)	Pressão de serviço	Gotejador	Equação de regressão	R ²
0	P1	G1	$\hat{Q} = \bar{Q} = 1,86$	-
		G2	$\hat{Q} = \bar{Q} = 1,62$	-
		G3	$\hat{Q} = \bar{Q} = 3,45$	-
0	P2	G1	$\hat{Q} = \bar{Q} = 2,60$	-
		G2	$\hat{Q} = \bar{Q} = 2,25$	-
		G3	$\hat{Q} = \bar{Q} = 3,51$	-
0	P3	G1	$\hat{Q} = \bar{Q} = 3,18$	-
		G2	$\hat{Q} = \bar{Q} = 2,71$	-
		G3	$\hat{Q} = \bar{Q} = 3,54$	-
0	P4	G1	$\hat{Q} = \bar{Q} = 3,76$	-
		G2	$\hat{Q} = \bar{Q} = 3,15$	-
		G3	$\hat{Q} = \bar{Q} = 3,62$	-
160	P1	G1	$\hat{Q} = 1,48 - 0,063^{**} PL$	0,60
		G2	$\hat{Q} = \bar{Q} = 1,22$	-
		G3	$\hat{Q} = 2,60 - 0,13^{*} PL + 0,0090^{**} PL^2$	0,67
160	P2	G1	$\hat{Q} = 2,59 - 0,099^{**} PL$	0,74
		G2	$\hat{Q} = 2,23 - 0,044^{**} PL$	0,69
		G3	$\hat{Q} = 3,49 - 0,071^{**} PL$	0,74
160	P3	G1	$\hat{Q} = \bar{Q} = 1,99$	-
		G2	$\hat{Q} = 2,76 - 0,53^{**} PL$	0,60
		G3	$\hat{Q} = 3,45 - 0,58^{**} PL$	0,77
160	P4	G1	$\hat{Q} = \bar{Q} = 2,83$	-
		G2	$\hat{Q} = \bar{Q} = 2,43$	-
		G3	$\hat{Q} = 2,52 - 0,82^{**} PL + 0,0056^{**} PL^2$	0,79

Nota: ** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste "t"

Ao final das 160 h de aplicação da ARS e AA pelos gotejadores G1, G2 e G3, verificou-se que dentro desses emissores houve a formação de um biofilme complexo, resultante da interação entre agentes físico (sólidos suspensos), químico (precipitados de ferro e enxofre) e biológico (bactérias e fitoplânctons). No estudo desenvolvido por Silva et al. (2014) com água residuária do processamento da castanha de caju, em condições experimentais distintas das encontradas no presente estudo; constatou-se nos gotejadores obstruídos a presença de biofilme resultante da interação entre agentes físico (pH, sólidos suspensos), químico (sólidos dissolvidos, cálcio, magnésio e manganês) e biológico (coliformes totais).

A formação de biofilme sobre a área de filtração dos gotejadores dificultou a entrada de efluente pelas pequenas aberturas, acarretando, assim, a redução na vazão ao longo das linhas laterais. Na Figura 3, podem-se observar as pequenas aberturas dos gotejadores G1, G2 e G3 e a membrana de autocompensação do gotejador G3 preenchidas pelo biofilme, bem como a ocupação do final das linhas laterais com o biofilme. Estes resultados, também, foram evidenciados nos estudos conduzidos por Ravina et al. (1992) e Capra e Scicolone (1998), em condições experimentais diferentes das do presente estudo, onde maior ocorrência de biofilme no segmento final das linhas laterais.

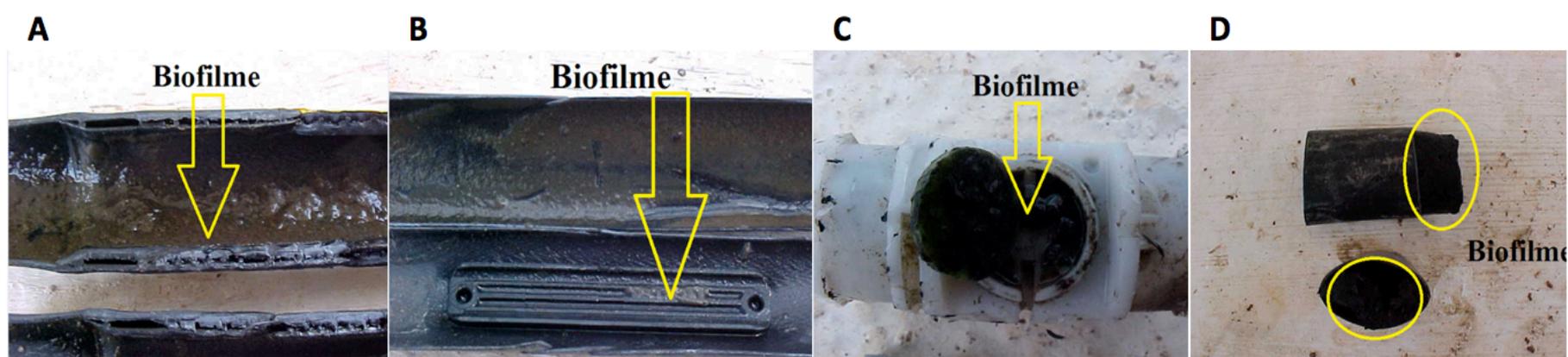


Figura 3. Imagens do biofilme formado no interior dos gotejadores G1 (A), G2 (B) e G3(C) e no final das linhas laterais (D)

4. Conclusões

As linhas laterais dotadas dos gotejadores G1, G2 e G3 apresentaram maiores níveis de obstrução no seu segmento final.

O aumento na pressão de serviço minimiza a obstrução de gotejadores, ao longo das linhas laterais.

As combinações P1 x G2, P3 x G1, P4 x G1 e P4 x G2 reduziram os níveis de obstrução, ao longo das linhas laterais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro em prol do desenvolvimento da pesquisa.

Referências bibliográficas

- Andrade, A. S. et al. (2014) Crescimento de gramíneas forrageiras fertirrigadas com água residuária de suinocultura. **REVISTA TRÓPICA: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v.8, n.2, p.59-71.
- ANUALPEC - ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA (2013) **Suínos e outros**. São Paulo: Instituto FNP, cap. 8, p.263-300.
- Batista, R. O. et al. (2007) Formação de biofilme em gotejadores aplicando água residuária da despolpa dos frutos do cafeeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 367-371.
- Batista, R. O. et al. (2008) Modelos empíricos da irrigação localizada com esgoto sanitário tratado. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 16, n. 3, p. 369-377.
- Batista, R. O. et al. (2013) Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.7, p.698-705.
- Batista, R. O. et al. (2014a) O Efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 127-135.
- Batista, R. O.; Oliveira, A. F. M.; Mesquita, F. O. (2014b) Desempenho hidráulico de sistemas de irrigação por gotejamento operando com água residuária da suinocultura. **Magistra**, Cruz das Almas, v.26, n.1, p. 75 - 88.
- Batista, R. O. et al. (2014c) Gotejadores aplicando proporções de tempo de irrigação com efluente da suinocultura e água de abastecimento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.6, p. 1746-1756.

- Baumgartner, D. et al. (2007) Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.152-163.
- Berkowitz, S. J. (2001) Hydraulic performance of subsurface wastewater drip systems. In: ON-SITE WASTEWATER TREATMENT, 9., Fort Worth, 2001. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE. p. 583-592. (Paper n. 701P0069).
- Capra, A.; Scicolone, B. (1998) Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 70, n. 4, p. 355-365.
- Faria, L. F. et al. (2002) Entupimento de gotejadores e seu efeito na pressão da rede hidráulica de um sistema de microirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 195-198.
- Hills, D. J.; Brenes, M. J. (2001) Microirrigation of wastewater effluent using drip tape. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 17, n. 3, p. 303-308.
- Kessler, N. C. H. et al. (2014) Swine wastewater associated with mineral fertilization on corn crop (*Zea mays*). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.3, p.554-566.
- Maggi, C. F. et al. (2013) Impacts of the application of swine wastewater in percolate and in soil cultivated with soybean. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.279-290.
- Najafi, P.; Tabatabaei, S. H.; Asgari, K. Evaluation of filtration and SDI application effects on treated wastewater quality index. **African Journal of Agricultural Research**, Pretória, v.5, n. 11, p.1250-1255, 2010.
- Nakayama, F. S.; Boman, B. J.; Pitts, D. (2006) Maintenance. In: LAMM, F. R.; AYARS, J. E.; NAKAYAMA, F. S. (Eds.). **Microirrigation for crop production: Design, Operation, and Management**. Amsterdam: Elsevier, cap. 11, p. 389 - 430.
- Oliver, M. M. H.; Hewa, G. A.; Pezzaniti, D. (2014) Bio-fouling of subsurface type drip emitters applying reclaimed water under medium soil thermal variation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 133, n. 1, p. 12-23.
- Ravina, I. et al. (1992) Control of emitter clogging in drip irrigation with reclaimer wastewater. **Irrigation Science**, New York, v. 13, n. 3, p. 129-139, 1992.
- Ravina, I. et al. (1997) Control of clogging in drip irrigation with stored treated municipal sewage effluent. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 33, n. 2-3, p. 127-137, 1997.
- Rice, E. W.; Baird, R. B.; Clesceri, A. D. (2012) **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22.ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR. 1496p.
- Santos, R. F. et al. (2014) Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura sobre a macrofauna do solo no cultivo Pinhão-Manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v. 3, n. 3, p. 164-170.
- Silva, K. B. et al. (2012) Efeito de distintas pressões de serviço na determinação da vazão em sistemas de irrigação por gotejamento operando com efluente do processamento da castanha de caju. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v.8, n.4, p 89-96.
- Silva, K. B. et al. (2014) Irrigação por gotejamento com água residuária tratada da indústria da castanha de caju sob pressões de serviço. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.2, p. 695-706.
- Talozi, S. A.; Hills, D. J. (2001) Simulating emitter clogging in a microirrigation subunit. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 44, n. 6, p. 1503-1509.
- Vale, H. S. M. (2013) Potencial de entupimento de um sistema de irrigação por gotejamento operando com esgoto doméstico tratado. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v.2, n.1, p.63-70.

rafaelbatista@ufersa.edu.br

2. Doutorado em Engenharia Agrícola pela UFCG, mestrado em Engenharia Agrícola pela UFLA, Graduação em Engenharia Agrícola pela UFCG. E-mail: djlf_deni@yahoo.com.br

3. Professor e Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação do IFBaiano. Graduação em Agronomia pela UFBA, mestrado em Engenharia Agrícola pela UFPB, doutorado em Engenharia Agrícola pela UFV. E-mail: delfran.batista@gmail.com

4. Professor Adjunto III da UFERSA. Graduação em Agronomia pela UFC, mestrado e doutorado em Engenharia Agrícola pela UFLA. E-mail: lcalfilho@ufersa.edu.br

5. Mestranda Profissional em Uso Sustentável dos Recursos Naturais pelo IFRN. Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela UFERSA. E-mail: terezaamelia_@hotmail.com

6. Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental pela UFERSA. E-mail: igor_estevao@hotmail.com

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 37) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados