

## **DESEMPENHO DO SISTEMA DE GOTEJAMENTO E DE FILTROS UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA**

**Elisandro Pires Frigo; Silvio Cesar Sampaio; Paulo Lourenço Freitas; Lúcia Helena Nóbrega; Reginaldo Ferreira Santos; Larissa Schmatz Mallmann**

*Departamento Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR*

### **1 RESUMO**

Este trabalho avaliou a uniformidade do sistema de distribuição de água de poço artesiano e de efluentes e o desempenho do sistema de filtros. O experimento foi conduzido em estufa no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico de textura muito argilosa. A água residuária utilizada foi proveniente da suinocultura (ARS), sendo a mesma diluída em água a 0, 25, 50 e 75%. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento. O delineamento experimental foi constituído de quatro tratamentos com cinco repetições, inteiramente casualizado. Para determinar o coeficiente de uniformidade do sistema, foi utilizado o modelo proposto por Christiansen (CUC). Os filtros foram avaliados em função das pressões de serviços (200, 150, 100 e 50 kPa) e das vazões. Os resultados permitiram concluir que a condutividade elétrica diminuiu 50% para os tratamentos T2 (ARS diluída a 25%) e T4 (ARS diluída a 75%) e 35,50% para o tratamento T3 (ARS diluída a 50%), após a passagem pelos filtros. O pH encontrado no experimento está de acordo com os parâmetros recomendados para aplicação de águas residuárias. Houve redução na concentração de sólidos totais para os tratamentos T2, T3 e T4, com valores médios de 35,20; 24,41 e 27,43%, respectivamente. O CUC para os tratamentos diminuiu em função da maior quantidade de sólidos e sais dissolvidos no efluente. A vazão do efluente em função das pressões de serviço diminuiu proporcionalmente com o aumento da concentração de ARS.

**UNITERMOS:** coeficiente de uniformidade, filtragem, irrigação localizada.

**FRIGO, E. P.; SAMPAIO, S. C.; FREITAS, P. L.; NÓBREGA, L. H.; SANTOS, R. F.; MALLMANN, L. S. PERFORMANCE OF DRIP IRRIGATION AND FILTERS USING WASTEWATER FROM SUINOCULTURE**

### **2 ABSTRACT**

This paper aimed to evaluate the uniformity coefficient of the distribution of a drip system of water and effluents and the efficiency of filter system. The experiment was conducted at greenhouse of Agricultural Engineering Experimental Center, West Paraná State University. The soil of the experimental area is classified as typical Red Distrofferic Latosoil of very clay texture. The effluent was originating from suinoculture, diluted in 0, 25, 50 and 75% of water. The random experimental design was constituted by four treatments with five repetitions. In order to determinate the uniformity coefficient of the system, the model proposed by Christiansen (CUC) was used. The filters were evaluated in function of pressures

(200, 150, 100 and 50 kPa) and several discharges. The results allowed concluding that the Electrical Conductivity decreased 50% for the treatments T2 (ARS diluted in 25%) and T4 (ARS diluted in 75%) and 35% for the treatment T3 (ARS diluted in 50%), after the passage by filters. The pH found was in accordance with the parameters recommended for the application of wastewaters. There was reduction in the concentration of Total Solids for the treatments T2, T3 and T4, with mean values of 35,20; 24,41 and 27,43%, respectively. The uniformity coefficient of Christiansen (CUC) for the treatments decreased in dependence of the higher amount of solids and dissolved salts in the effluent. The effluent discharge as a function of pressures decreased proportionally to effluent concentration decrease.

**KEYWORDS:** uniformity coefficient, filtering, drip irrigation.

### 3 INTRODUÇÃO

A irrigação não é uma prática moderna, pois já era utilizada há cerca de 4.500 anos A.C.. Já no ano 2.100 A. C., o Rei Hamurabi iniciou uma grande obra de irrigação na Babilônia. No Egito, o faraó Amenemat III construiu um canal ligando o rio Nilo ao lago Meri, de onde a água era distribuída para irrigação. Os chineses já construíam canais de irrigação em 2.000 A.C., enquanto na Índia isso ocorreu por volta de 1.000 A. C.

A qualidade da água utilizada na agricultura irrigada é de fundamental importância para o desempenho dos sistemas de irrigação e de seus componentes, pois, água contendo sedimentos em suspensão tem sido a causa de sérios problemas em sistemas de irrigação localizada, principalmente, o entupimento de tubulações e de emissores, ocasionando como consequência, irrigações não uniformes e queda na sua eficiência.

A quantidade de sedimentos presentes na água influencia o dimensionamento do sistema de irrigação para o seu adequado desempenho e a escolha do tipo e capacidade do sistema de filtros, evitando assim, o aumento dos custos de operação e manutenção do sistema de irrigação, devido à necessidade de limpeza e trocas frequentes de seus componentes.

Os sistemas de filtragem habitualmente utilizados em sistemas de irrigação são constituídos por filtros de areia, de tela ou de discos. Se a água apresentar alta quantidade de sólidos, pode ser necessária a instalação de bacias de sedimentação ou mesmo pré-filtros na tomada de água, antes do cabeçal de controle.

Tem-se observado que muitos equipamentos de filtragem instalados nos sistemas de irrigação têm operado abaixo do nível recomendado, o que pode ser explicado pela seleção e manutenção inadequadas do equipamento, resultando no comprometimento do seu desempenho.

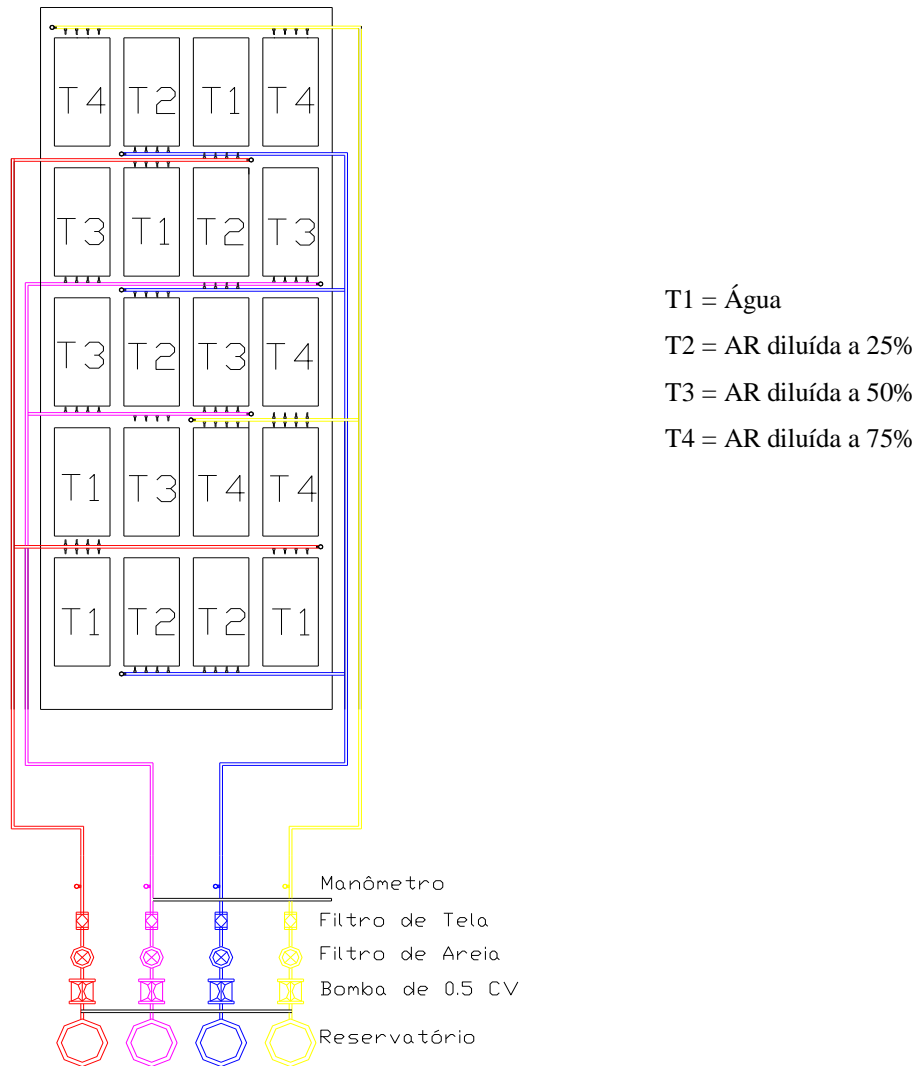
Por essas razões, este trabalho teve por objetivo avaliar o coeficiente de uniformidade do sistema de distribuição de água e de efluentes e a eficiência do sistema de filtros, utilizando a fertirrigação com água residuária de suinocultura.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2004 a janeiro de 2005, no interior de uma estufa construída no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola - NEEA, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel, localizada na

BR 467 km 16, sentido Cascavel - Toledo, Paraná, cujas coordenadas geográficas são 24°53'S de latitude, 53°23'W de longitude e altitude média de 682 m.

Na Figura 1 é apresentado o croqui da área experimental com a localização das parcelas em que foi implantada a cultura, com seus respectivos tratamentos e o cabeçal de controle do sistema de irrigação.



**Figura 1.** Croqui da área experimental e a distribuição dos tratamentos.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com fitas gotejadoras tipo poritex, distribuídas ao longo das linhas, composto por painéis de controle, 4 reservatórios de água com capacidade de 1000 L, quatro motobombas (Schnneider) de 0,5 cv, quatro filtros de areia e quatro filtros de tela

A água utilizada foi proveniente de uma caixa de água de 10 m<sup>3</sup>, suprida por um poço artesiano localizado a, aproximadamente, 100 m de distância e com, aproximadamente, 10 m de desnível da área experimental. A água foi conduzida por tubulação de PVC rígida de 25 mm até chegar ao cabeçal de controle, no qual foi instalado um registro de gaveta para o controle da vazão.

Após o cabeçal de controle, a água de irrigação ou os efluentes seguiram por uma linha principal que alimentava todos os conjuntos de distribuição dos tratamentos. Cada conjunto de distribuição recebeu um controlador de pressão, seguido por linhas secundárias, as quais recebem registros individuais de esfera de PVC, com a finalidade de se obter o controle pré-definido da fertirrigação.

A partir da linha secundária de distribuição, foi colocado sobre os canteiros um sistema de irrigação localizada, formado por quatro linhas de tubos gotejadores com 2,5 m de comprimento para cada parcela, dispostos num espaçamento de 35 cm entre linhas de gotejo. Além desses equipamentos, foram utilizados conectores e válvulas de dreno, com a finalidade de conectar os tubos gotejadores às linhas secundárias e facilitar a limpeza no final de cada operação de fertirrigação.

Primeiramente toda ARS foi filtrada por meio de um filtro adaptado ao final da mangueira de fornecimento do efluente e, em seguida, foi conduzida ao reservatório. Além desta filtragem, adaptou-se ao cabeçal de controle um filtro de areia e um filtro de tela tipo Y constituído por duas peças rosqueáveis de material plástico resistente a produtos químicos, cuja parte de baixo funciona como um depósito de impurezas.

Na Figura 2 é apresentado o sistema de irrigação (cabeçal de controle) e na Figura 3 a estufa.



**Figura 2.** Sistema de irrigação (cabeçal de controle)



**Figura 3.** Visão da estufa e do sistema de irrigação.

## 2.1 Água e água residuária

A água utilizada na irrigação foi: água proveniente de poço artesiano no tratamento 1 (T1) e água residuária proveniente da suinocultura (ARS), da Agroindústria de Adubo Orgânico Peletizado Pegoraro, para os tratamentos 2, 3 e 4 (T2, T3 e T4), e que foram analisadas antes de sua utilização no Laboratório de Saneamento Ambiental da Unioeste, com os seguintes parâmetros: pH, alcalinidade, acidez, turbidez, sólidos voláteis, sólidos totais e teor de fósforo (P) ; e o potássio (K), nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e nitrato no Laboratório Solanálises de Cascavel, PR. Os dados obtidos das análises encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise físico-química do efluente não diluído

Análise	Resultado da análise	Unidade
pH	6,39	a 22 °C
Alcalinidade	3,73	g CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>
Acidez	1,24	g CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>
Turbidez	2500,00	NTU
Umidade	95,20	%
Sólidos totais	7,86	g L <sup>-1</sup>
Sólidos voláteis	4,54	g L <sup>-1</sup>
Teor de fósforo (P)	946,57	mg L <sup>-1</sup>
Nitrogênio amoniacal	1540,00	mg L <sup>-1</sup> N-(NH <sub>4</sub> )
Nitrato	700,00	mg L <sup>-1</sup> N-(NO <sub>3</sub> )
Nitrogênio total	3220,00	mg L <sup>-1</sup> N
Potássio (K)	1350,00	mg L <sup>-1</sup> K

A ARS foi conduzida até o local do experimento e depositada em reservatórios de 1000 L e diluída nas proporções de 0, 25; 50 e 75%. Após a diluição, foram realizadas análises, cujos resultados são apresentados na Tabela 2, contendo os mesmos parâmetros citados anteriormente (Tabela 1) para cada diluição. Com a utilização de bombas, após passarem por sistemas de filtros, foram conduzidas pelos gotejadores até a cultura.

**Tabela 2.** Análise físico-química da água e do efluente diluído

Análise	T1	T2	T3	T4	Unidade
pH	7,69	6,78	6,96	6,81	a 22 °C
Alcalinidade	0,09	1,38	2,20	3,28	g CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>
Acidez	-	-	-	-	g CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>
Turbidez	0,86	500,00	670,00	1135,00	NTU
Umidade	-	-	-	-	%
Sólidos totais	-	1,96	4,26	5,14	g L <sup>-1</sup>
Sólidos voláteis	-	1,76	2,04	3,40	g L <sup>-1</sup>
Teor de fósforo (P)	81,07	431,06	944,54	1009,40	mg L <sup>-1</sup>
Nitrogênio amoniacal	-	520,00	790,00	900,00	mg L <sup>-1</sup> N-(NH <sub>4</sub> )
Nitrato	-	70,00	28,00	42,00	mg L <sup>-1</sup> N-(NO <sub>3</sub> )
Nitrogênio total	-	530,00	710,00	1150,00	mg L <sup>-1</sup> N
Potássio (K)	-	143,00	190,00	220,00	mg L <sup>-1</sup> K
Condutividade Elétrica	107,30**	5,44*	8,39*	10,82*	(μS cm <sup>-1</sup> ** ou mS cm <sup>-1</sup> )*

Nota: \* mS cm<sup>-1</sup>, \*\* μS/cm

A metodologia utilizada para determinar os parâmetros físico-químicos dos efluentes (Embrapa, 1999) é descrita a seguir:

- pH: obtido pela leitura direta em leitor digital de pH;
- Nitrogênio total: obtido pelo método de Kjeldahl;
- Fósforo: determinado pela colorimetria do azul de molibdênio;
- Nitrato: obtido pela destilação com adição de liga de devarda, após extração do nitrogênio amoniacal, no destilador de nitrogênio;
- Potássio: aspirado da solução aquosa pelo fotômetro de chama ar-GLP e as energias emitidas por esses elementos proporciona as suas concentrações;
- Nitrogênio amoniacal: determinado pela fixação da amônia ao ácido bórico, proveniente da destilação

## 2.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições para cada tratamento, totalizando 20 parcelas. A dimensão de cada parcela experimental foi de 1,20 x 3,00 m, com espaçamento entre parcelas de 0,30 m. As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para todos os dados em que o coeficiente de variação ultrapassou 30% foi realizada a sua transformação ( $\sqrt{X + \alpha}$ ,  $\alpha = 0,05$ ).

## 2.3 Coeficiente de uniformidade

**Tabela 3.** Data de irrigação e lâmina aplicada

Data	Lâmina aplicada (mm)
03/11/2004	20
09/11/2004	22
15/11/2004	21
22/11/2004	28
27/11/2004	30
04/12/2004	26
10/12/2004	20
16/12/2004	24
21/12/2004	27
28/12/2004	21
04/01/2005	18

Nota: Até a última irrigação, realizada no dia 4 de janeiro de 2005, a lâmina acumulada foi de 257 mm.

Foram coletadas quatro amostras por linha de gotejamento, totalizando 16 amostras por repetição, sendo que cada tratamento possui cinco repetições. A primeira coleta foi realizada

somente com água. Após 1 h e 30 min. de funcionamento do sistema utilizando ARS para irrigação em suas devidas diluições, foi realizada a segunda coleta. Após 2 h e 30 min. de funcionamento do sistema utilizando ARS para irrigação em suas devidas diluições, foi realizada a terceira coleta. A partir dos dados da primeira, da segunda e da terceira coleta determinou-se o coeficiente de uniformidade para cada tratamento. A pressão utilizada foi a mesma de aplicação 200 kPa na saída do sistema e de 150 kPa no final do sistema. Na tabela 3 são apresentadas as datas de irrigação e a lâmina aplicada.

A determinação da uniformidade de distribuição de água no sistema foi realizada medindo-se a vazão dos gotejadores ao longo das linhas laterais e a pressão no início das linhas de derivação ou no cabeçal de controle, onde foi determinado o CUC (coeficiente de uniformidade de Christiansen) por linha lateral. Obtendo-se as vazões em quatro pontos ao longo da linha lateral, ou seja, do primeiro gotejador, do gotejador situado a 1/3 do comprimento, do gotejador a 2/3 do comprimento e do último gotejador, conforme recomendado por Bernardo (1989), citado por Costa et al. (1994).

Na equação abaixo está expressa a forma de obtenção do CUC.

$$CUC = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n \bar{q}} \right) \dots \dots \dots 1$$

Em que:

$q_i$  = vazão de cada gotejador ( $L h^{-1}$ );

$\bar{q}$  = vazão média dos gotejadores ( $L h^{-1}$ );

$n$  = número de gotejadores.

## 2.4 Sistema de filtros

Foram estabelecidas as pressões 200, 150, 100 e 50 kPa e após a passagem pelos filtros de areia através de um recipiente de volume conhecido e em função do tempo, as vazões foram determinadas para cada pressão de serviço. Para cada pressão de trabalho foram feitas três repetições, tanto na primeira leitura, utilizando somente água, quanto aos 25 dias após a emergência DAE (segunda coleta) e aos 115 DAE, utilizando ARS para irrigação, em suas devidas diluições (terceira coleta) e somente água novamente (quarta coleta).

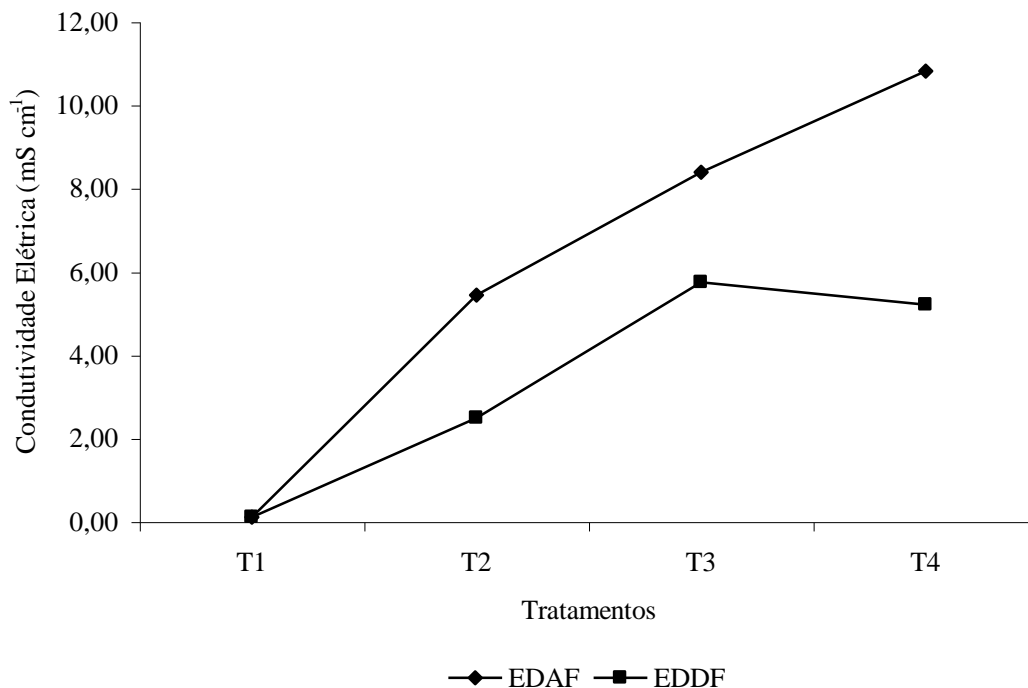
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Condutividade elétrica

Os resultados médios de condutividade elétrica ( $mS cm^{-1}$ ) da água e do efluente diluído, antes e depois da passagem pelos filtros, são apresentados na Figura 4.

Pode-se verificar na Figura 4 o aumento progressivo da condutividade elétrica para todos os tratamentos antes da passagem pelos filtros, sendo maior no tratamento T4 (25% de água e 75% de ARS), com valor médio de  $10,82 mS cm^{-1}$ . Nos demais tratamentos T1, T2 e T3 os valores médios foram 0,11, 5,44 e  $8,39 mS cm^{-1}$ , respectivamente. Essa quantidade de sais pode ser um fator determinante para o entupimento dos gotejadores, o que num sistema sem o uso de filtro pode acarretar prejuízos ao agricultor. Para a ARS diluída, após o sistema de filtragem, verifica-se redução da condutividade elétrica em todos os tratamentos. O maior valor da condutividade elétrica, após a passagem pelos filtros, foi para o tratamento T4 com

5,22 mS cm<sup>-1</sup>. Os menores valores foram para os tratamentos T1, T2 e T3, com valores médios de 0,11; 2,49 e 5,75 mS cm<sup>-1</sup>, respectivamente. Taveira (1997) salientou que condutividades elétricas entre 1,80 e 2,23 mS cm<sup>-1</sup> são aceitáveis para culturas de pequeno porte e que valores maiores são aceitáveis para espécies mais vigorosas.



EDAF = Efluente diluído antes da filtragem, EDDF = Efluente diluído depois da filtragem

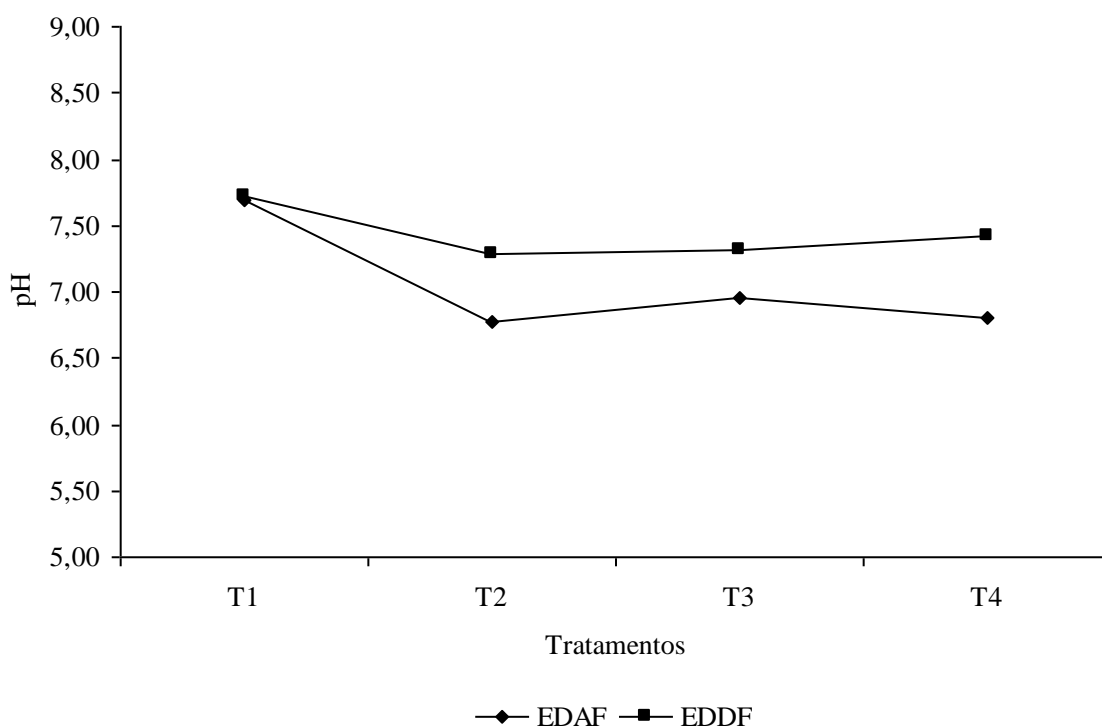
**Figura 4.** Condutividade elétrica da água e da ARS diluída antes e depois da filtragem.

Comparando-se os valores antes e após a filtragem, verifica-se eficiência na redução da condutividade elétrica de, aproximadamente, 50% para os tratamentos T2 (75% de água e 25% de ARS) e T4 (25% de água e 75% de ARS) e 35,50% para o tratamento T3 (50% de água e 50% de ARS). Os valores encontrados neste trabalho para a AR diluída após a passagem pelos filtros estão de acordo os valores determinados pela FAO (1992): 7 dS m<sup>-1</sup>. Isso mostra que em um sistema de irrigação, seja ele por gotejamento, pivô central ou outro método de irrigação pressurizado, é grande a importância da utilização de sistemas de filtros quando se aplicam produtos químicos, efluentes provenientes de agroindústrias, entre outros, pois o mesmo tende a impedir a passagem de partículas maiores existente nos produtos aplicados via água de irrigação.

### 3.2 pH

Os valores médios de pH para os tratamentos são apresentados na Figura 5. É observado um aumento do pH da ARS diluída após a passagem pelos filtros. Esse aumento pode acarretar no sistema queda de eficiência.





EDAF = Efluente diluído antes da filtragem, EDDF = Efluente diluído depois da filtragem

**Figura 5.** Valores médios de pH para o efluente diluído antes e após a filtragem

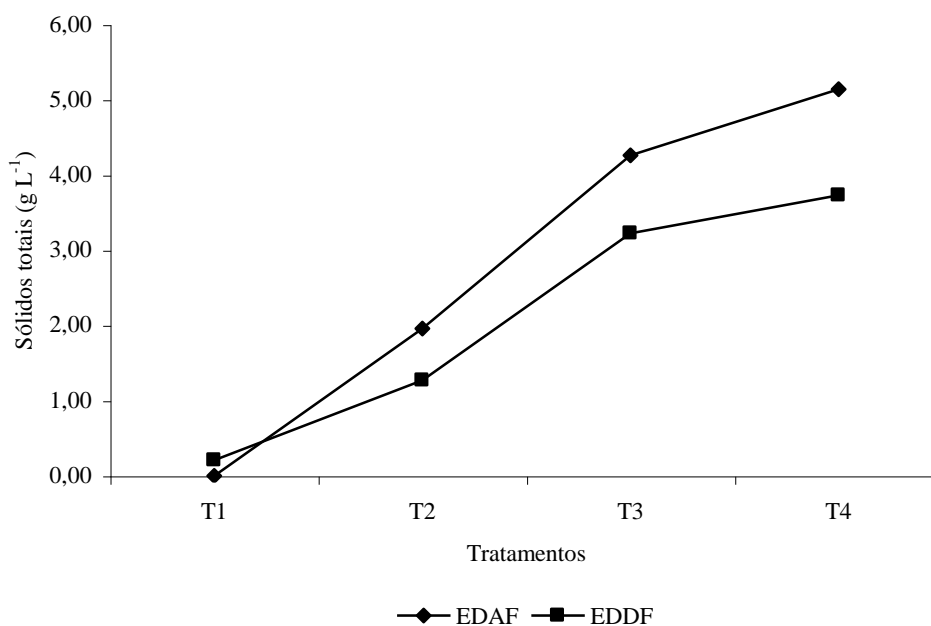
Os valores médios encontrados de pH após a filtragem para os tratamentos foram 7,73; 7,28; 7,32 e 7,41 para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Valores próximos aos encontrados por Junchen (2000) e Baumgartner (2003).

### 3.3 Sólidos totais

Na Figura 6 são apresentados os valores médios de sólidos totais encontrados na ARS diluída antes e após a passagem pelos filtros. Os valores médios encontrados no experimento, antes e após a filtragem da ARS, foram: 0,00; 1,96; 4,26 e 5,14; e 0,21; 1,27; 3,22 e 3,73 g L<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores abaixo dos encontrados por Ribeiro et al. (2004).

Os valores de sólidos são baixos, visto que para um risco médio de entupimento dos gotejadores este parâmetro deve ser maior que 500 mg L<sup>-1</sup> (Nakayama e Bucks, 1986).

Verifica-se que após a passagem da ARS pelos filtros ocorreu redução de sólidos totais no sistema para os tratamentos T2, T3 e T4, essa redução foi de, aproximadamente, 35,20; 24,41 e 27,43%, respectivamente. Ou seja, quanto maior é a eficiência do sistema maior a eficiência na remoção de sólidos.

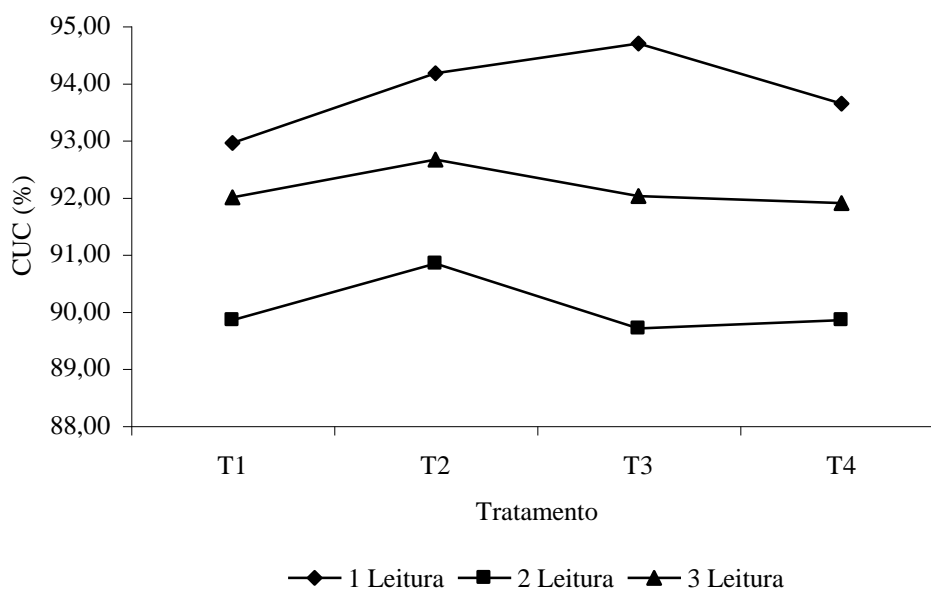


EDAF = Efluente diluído antes da filtragem, EDDF = Efluente diluído depois da filtragem

**Figura 6.** Sólidos totais da ARS diluída, antes e após a passagem pelos filtros

### 3.4 Coeficiente de uniformidade de Christiansen - CUC

A Figura 7 mostra os valores percentuais do coeficiente de uniformidade de Christiansen para os tratamentos. Na primeira leitura todos os tratamentos foram avaliados somente com água de poço artesiano, para efeito de comparação com os parâmetros da segunda e terceira leitura, em que se fez o uso de ARS diluída.



**Figura 7.** Coeficientes de uniformidades para 1ª leitura (água), 2ª leitura (água e ARS diluída) e 3ª leitura (água e ARS diluída).

Os dados referentes aos tratamentos T1 e T3 foram obtidos de 4 repetições, devido a problemas na coleta e defeitos de fabricação em 2 linhas gotejadoras; os tratamentos T2 e T4 possuem os dados das 5 repetições.

Não foi realizada a quarta leitura (somente com água) como no sistema de filtros, devido a problemas na bomba e no sistema de irrigação.

A avaliação do sistema, pelo CUC, utilizando água em todos os tratamentos, foi superior a 92%, o mesmo não foi verificado para a segunda leitura, em que se utilizou ARS com suas respectivas diluições, e o maior valor encontrado foi para o tratamento T2 (75% de água e 25% de ARS), com, aproximadamente, 91% de eficiência, valor próximo aos encontrados por Alves (1996), Gomes (1998) e Sousa (2000), que observaram CUCs superiores a 90%, mostrando que, embora os tratamentos contivessem materiais sólidos dissolvidos, não prejudicaram a uniformidade de distribuição. Isso ocorreu, possivelmente, devido ao fato da ARS ter sido diluída, corroborando os estudos de Junchen (2000) que obteve valores de CUC próximos aos 90%, aplicando águas residuárias proveniente de agroindústrias. Baumgartner (2003) obteve valores de CUC abaixo de 85% aplicando AR de lagoa de piscicultura, AR de lagoa de estabilização de dejetos suínos e AR de lagoa de produção de algas, isso provavelmente tenha ocorrido devido ao fato de que as ARS utilizadas por ele não foram diluídas, encontravam-se *in-natura*.

Nos tratamentos T1, T3 e T4 foram encontrados valores de CUC de 90; 89 e 90%. Os valores estão acima do recomendado pela FAO (Sousa, 2000) para os tratamentos T1, T3 e T4. Observa-se redução do CUC na segunda leitura de aproximadamente 7%, em média, para o tratamento T3 (água), em relação à primeira leitura, provavelmente devido a problemas de fabricação na extremidade (final) do rolo da fita gotejadora adquirida, quando da instalação do sistema, ocasionando problemas nas leituras. Para os tratamentos T1 e T4 os valores encontram-se acima do determinado pela FAO, que é de 85% (Sousa, 2000).

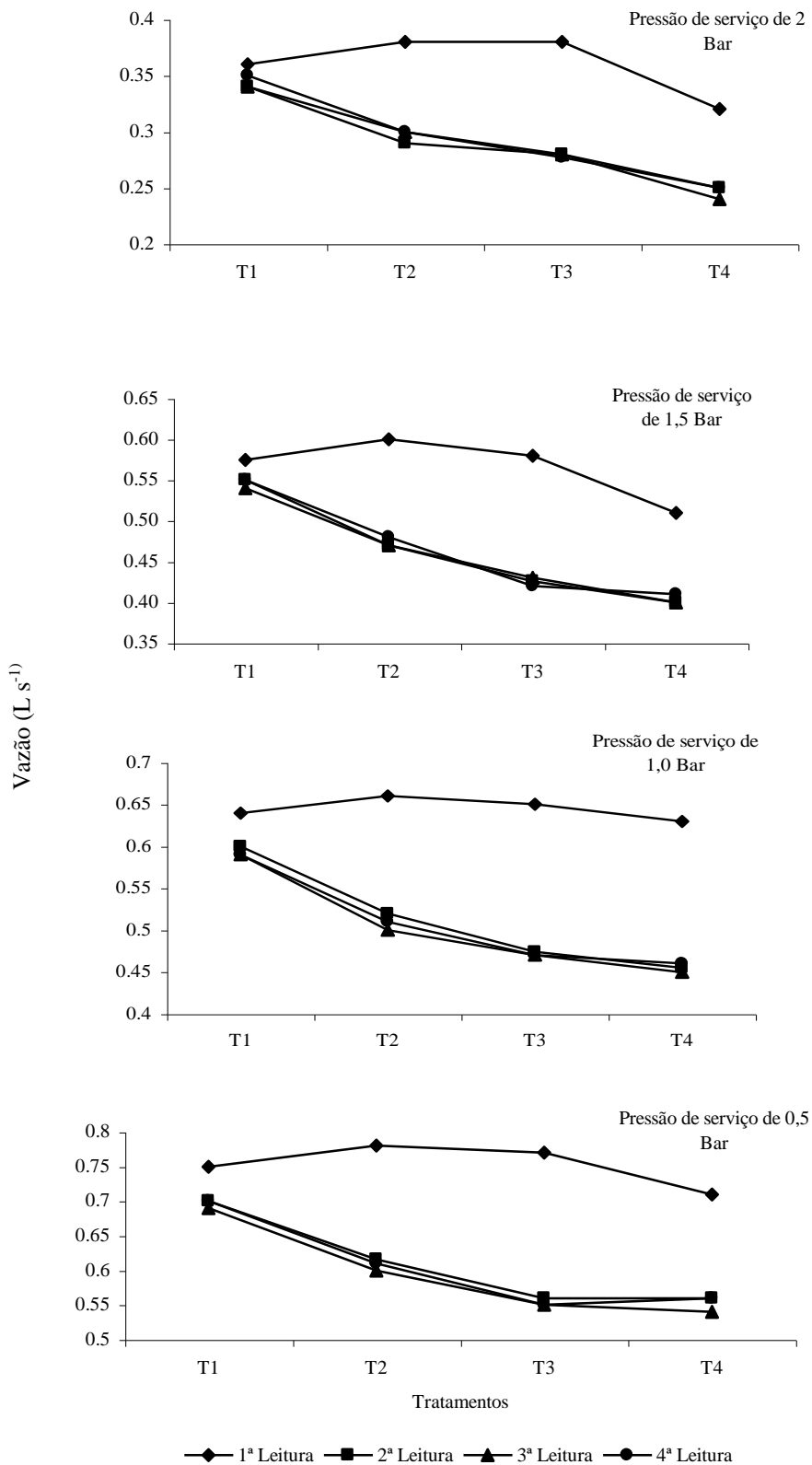
Na terceira leitura mesmo observando-se valores acima dos encontrados na segunda leitura eles são muito próximos. Isso provavelmente tenha ocorrido em função do tempo em que a água residuária ficou retida nos reservatórios, desde o término da irrigação até a realização da leitura após a colheita da cultura.

### 3.5 Avaliação do sistema de filtro

Na Figura 8 são apresentados os valores médios de vazão em função da pressão de serviço para os tratamentos.

Pode-se verificar reduções nas vazões nos tratamentos T2, T3, T4 para todas as pressões (200, 150, 100 e 50 kPa) em relação a testemunha.

Os valores percentuais médios para cada tratamento nas pressões de 200, 150, 100 e 50 kPa, foram respectivamente de 5,01; 21,24; 27,00 e 23,09%. As reduções foram ocasionadas, provavelmente, pela presença de sólidos e sais dissolvidos na ARS, a quantidade de sólidos aumenta com uma menor diluição da ARS, acarretando com isso diminuição na vazão em cada pressão de serviço.



Nota: O registro encontra-se depois do manômetro.

**Figura 8.** Vazão em função da pressão de serviço para os tratamentos na primeira, segunda, terceira e quarta leitura.

Corroborando com Soccol (2003) que utilizou o hidrociclone como meio filtrante e uma solução de água + solo e água + areia e pressões de serviço de 100 e 150 kPa, encontrando reduções nas vazões de 17% e 32%, respectivamente. Londe e Paterniani (2003), trabalhando com efluente doméstico e sanitário após tratamento com leitos cultivados e filtro de areia com taxa de filtração de 3 e 6 m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em filtração lenta não encontrou reduções nas vazões, porém afirmou que a filtração lenta não remove nutrientes como P, K e N, o que aumenta o potencial de uso em irrigação já que os mesmos são desejáveis e importantes para as culturas.

Para evitar essa queda na vazão, é necessário que se faça, periodicamente, limpeza nos filtros para melhorar a eficiência do sistema sem que este venha a influenciar na vazão, como já foi observado por Keller e Bliesner (1990).

## 6 CONCLUSÃO

Pelo presente estudo, pode-se concluir que:

- A condutividade elétrica do efluente diminuiu após a passagem pelos filtros em 50% para o tratamento T2 (75% de água e 25% de ARS) e T4 (25% de água e 75% de ARS) e 35,50% para o tratamento T3 (50% de água e 50% de ARS);

O pH da ARS, diluída após a passagem pelos filtros aumentou, tornando-a uma diluição básica.

Após a passagem da ARS pelos filtros ocorreu uma redução de sólidos totais no sistema para os tratamentos T2, T3 e T4, aproximadamente 35,20; 24,41 e 27,43%, respectivamente;

O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) para os tratamentos diminuiu em função da maior quantidade de sólidos e sais dissolvidos na ARS.

A vazão da ARS em função das pressões de serviços diminuiu proporcionalmente com o aumento da concentração de AR;

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D. R. B. **Efeitos de adubações nitrogenadas via água de irrigação e convencional na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1996. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

BAUMGARTNER, D. **Alface (*Lactuca sativa* L.) irrigada com águas residuárias provenientes de atividades agroindustriais**. 2003. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1989. 596 p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1995. 657 p.  
COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, D.A. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília : EMBRAPA, 1994.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION –**Wastewater treatment and use in agriculture**. Rome: 1992. Paper 47.

GOMES, T. M. **Fertirrigação com diferentes doses de uréia e seu efeito na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*)**, 1998. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

JUCHEN, C. R. **Reuso de efluentes tratados das agroindústrias de leite e carne sobre a produção de alface (*lactuca sativa L.*) fertirrigada**, 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2000.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Chapman & Hall, 1990.. 625p.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. Trickle Irrigation for crop Production U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, U. S. **Water Conservation Laboratory**. Phoenix, Arizona – U.S.A. p. 383, 1986.

RIBEIRO, T. A. P., et al. efeito da qualidade da água no entupimento de emissores e no desempenho de filtros utilizados na irrigação por gotejamento. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage**, Botucatu, v. 9, n. 2, p.136-149, 2004.

SOUSA, L. M. A. **Manejo da fertirrigação potássica na cultura da alface americana (*Lactuca sativa L.*)**, 2000. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

TAVEIRA, J.A.M. **Salinização**. In: ENCONTRO DE HIDROPONIA, AGRIPLAST, 2., 1997, Campinas. **Resumo...** Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 1997, p.41-48.