

---

## DESEMPENHO DE FILTROS CONSTITUÍDOS POR FIBRAS DE COCO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE SUINOCULTURA

Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco<sup>1</sup>, Antonio Teixeira de Matos<sup>2</sup>, Antover Panazzolo Sarmiento<sup>3</sup>, Antonio Vieira Lopes Júnior<sup>4</sup>, Jonas Torres Lima<sup>5</sup>.

### RESUMO

Neste estudo, objetivou-se avaliar o desempenho de um filtro orgânico utilizando a fibra de coco como material filtrante no tratamento primário de águas residuárias da suinocultura (ARS). Para isso, a cada 100 L filtrados de ARS, foram, medidos no efluente dos filtros orgânicos a condutividade elétrica (CE) e o potencial hidrogeniônico (pH) e quantificadas as concentrações de sólidos totais (ST), dissolvidos (SDT), suspensos (SST), fixos (SFT) e voláteis (SVT), nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), potássio (K) e sódio (Na). Observou-se que o efluente aparentes valores apresentou decréscimo no valor do pH nos primeiros 100 L de ARS filtrados; porém, a partir daí, passou a ficar próximo ao neutro. Verificou-se remoção de 30% do nitrogênio, em torno de 70% do fósforo e, no caso de sódio e potássio, além de não apresentar eficiência na remoção, contribuiu para o aumento na concentração efluente. Nos atributos físicos, a fibra de coco se mostrou eficiente na remoção de SS (75%), ST e SVT (40 a 60%) e SFT (em torno de 40%). O filtro de fibra de coco não proporcionou eficiente remoção de SDT, entretanto, houve decréscimo na salinidade da ARS, tendo sido observadas reduções em torno de 20% nos valores de CE.

**Palavras-chave:** filtro orgânico, resíduos agroindustriais, fibra vegetal.

### ABSTRACT

#### PERFORMANCE OF A COCONUT FIBER BASED ORGANIC FILTER FOR SWINE WASTEWATER TREATMENT

This study was done to evaluate the performance of coconut fiber based organic filter in the primary treatment of swine wastewater (SWW). For each 100 L of SWW filtered, following parameters were determined in effluent: electrical conductivity and pH, concentration of total solids (TS), dissolved, suspended, fixed, and volatile solids, total nitrogen, phosphorus, potassium and sodium. The pH of the effluent during the first 100 L decreased, but then remained neutral until the end. The filter removed 30% nitrogen and about 70% phosphorous, but removal of sodium and potassium was inefficient, and in general their concentration increased. Of the physical parameters, 75% of TS, 40 to 60% suspended and volatile solids, about 40% total fixed solids were removed by the filter. The removal of dissolved solids was inefficient, but the SWW had lower salinity and about 20% lower electrical conductivity.

**Keywords:** organic filter, agroindustrial waste, vegetal fiber.

---

**Recebido para publicação em 18/06/2009. Aprovado em 13/10/2009.**

1 Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. E-mail: paolalomonaco2004@yahoo.com.br.

2 Professor do Dep. De Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG. E-mail: atmatos@ufv.br.

3 Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG. E-mail: antoverps@hotmail.com.

4 Tecnólogo em Irrigação e Drenagem. E-mail: bcjunior2007@bol.com.br.

5 Tecnólogo em Irrigação e Drenagem. E-mail: jonnas2007@yahoo.com.br.

## INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade importante do ponto de vista social e econômico, no entanto, sua exploração é considerada pelos órgãos de controle ambiental como atividade potencialmente causadora de degradação ambiental, sendo enquadrada como de grande potencial poluidor (PERDOMO, 1995). As águas residuárias da suinocultura (ARS) apresentam composição extremamente variada que depende da quantidade de água utilizada nas instalações, das condições de produção, armazenamento, alimentação, fase de crescimento e diluição dos resíduos com a incorporação das águas de lavagens ou de chuva (BAVARESCO, 1998; TOBIAS, 2002).

Além da poluição das águas superficiais e subterrâneas, outros riscos potenciais para o ambiente, quando a ARS é aplicada em doses inadequadas, são a salinização e poluição do solo e a contaminação de plantas com metais pesados e outros compostos orgânicos, efeitos prejudiciais à estrutura e macroporosidade do solo e a contaminação de homens e animais com agentes patogênicos provenientes dos dejetos (MATOS & SEDIYAMA, 1995).

Como na legislação ambiental estão estabelecidos padrões para lançamento de efluentes em corpos hídricos, torna-se necessário, caso a opção seja esta forma de destinação final, o tratamento dessas águas residuárias. Caso a opção seja o aproveitamento dessas águas residuárias, via fertirrigação e a aplicação for realizada de forma localizada, torna-se necessário a execução de um tratamento preliminar e primário, para que sejam diminuídos os riscos de entupimento dos emissores.

Dentre as formas de tratamento de tratamento primário, visando-se a remoção de sólidos em suspensão, está a filtração, que se baseia no princípio de que um meio poroso pode reter impurezas de dimensões menores que as dos poros da camada filtrante (Povinelli & Martins, 1973, citados por Brandão *et al*, 2000).

O uso de material filtrante alternativo, oriundo de atividades agropecuárias é de grande interesse, devido à abundância, baixo custo de aquisição e, ainda, em razão da possibilidade de ser compostado após a filtração e utilizado como adubo agrícola.

Na literatura, existem poucos trabalhos que abordem o uso de fibra de coco em tratamentos de águas residuárias e, principalmente, como material filtrante, em filtros orgânicos. Os trabalhos existentes referem-se apenas a utilizações que, de alguma forma, estão associadas ao tema. Souza & Casartelli (2008), aplicando aproximadamente 500 mg de fibra de coco triturada em amostras de águas contaminadas com cádmio, obtiveram retenções de 18,91 a 61,75% deste metal em amostras em que o pH variou de 2 a 7. Em estudo semelhante, Vieira *et al.* (2007) observaram retenções de 35% do cádmio e de 45% do chumbo presentes na solução contaminada (40 mL de solução contaminada com 4,8 e 24,8 mg L<sup>-1</sup> de cádmio e de chumbo, respectivamente), porém, neste caso, foram utilizadas 2 g de fibra de coco triturada. Além disso, encontram-se citadas algumas patentes de utilização da fibra de coco, dentre outros materiais, para ser usada como material filtrante (FESTA & FESTA, 2003; USE & MOLL, 2004; KWAN & DAVIES-SMITH, 2005; USE & MOLL, 2006) e uma patente japonesa (OKAUE *et al.*, 2007) que está registrada com a utilização da fibra de coco, em conjunto com microrganismos, como material filtrante.

Com a realização deste trabalho, teve-se como objetivo avaliar o desempenho de filtros de fibra de coco no tratamento primário de águas residuárias da suinocultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área da suinocultura do Centro Federal de Educação Tecnológica de Januária (MG), unidade fornecedora da ARS. A estrutura experimental foi constituída por um reservatório de 1000 L para armazenamento da ARS, de onde era derivada para a linha hidráulica de alimentação do filtro orgânico. O efluente do filtro era coletado em um caixa de 200 L.

O tratamento primário foi feito com a filtragem da ARS bruta em filtro orgânico, formado por uma coluna de fibra de coco, sendo este filtro constituído por um tambor de PVC, com capacidade de 200 L, cujo diâmetro era de 0,6 m e altura de 0,9 m, posicionado verticalmente. Na extremidade inferior, instalou-se uma flange e um registro por onde o efluente era coletado. No fundo da coluna filtrante, colocou-se uma tela de malha

de 1 mm (sombrite) no orifício do flange para evitar o transporte do material filtrante junto ao efluente.

A fibra de coco utilizada no preenchimento das colunas ficou exposta por 3 dias ao sol para secagem e, em seguida, foi triturada de forma a se obter partículas de diâmetro entre 4 e 8 mm. O material filtrante triturado foi acondicionado nas colunas de em camadas de 0,15 m de espessura, sob compressão de 12.490 N m<sup>-2</sup>, até a formação de perfil de 0,70 m de altura. Esse valor de pressão foi determinado calculando-se a pressão que poderia ser exercida, em pisoteio, por uma pessoa de 70 kg.

Após saturação do material filtrante, a válvula do filtro foi aberta para a coleta do efluente. Durante o processo de filtração, a ARS contida na caixa de armazenamento era revolvida para evitar sedimentação do material no fundo. A cada 100 L de efluente coletado das colunas filtrantes, uma amostra era retirada, utilizando-se recipientes plásticos de 0,5 L, obtendo-se um total de 11 amostras que foram acondicionadas em caixa de isopor, contendo gelo, e encaminhadas ao Laboratório de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa-MG para

a realização das análises. As análises físicas e químicas do efluente foram realizadas em conformidade com recomendações contidas no Standard Methods (APHA, 2005).

As variáveis físicas e químicas avaliadas e os respectivos métodos de determinação estão descritos a seguir: pH, utilizando-se um peagâmetro de bancada "DIGIMED DM-20" (eletrodo de platina imerso em solução eletrolítica) com resolução de 0,1/0,01 de pH; condutividade elétrica (CE), utilizando-se um condutivímetro de bancada "Cia da Água", modelo Mca-150; sólidos totais (ST) e sólidos suspensos totais (SST), quantificados pelo método gravimétrico; sólidos dissolvidos totais (SDT), determinados pela diferença entre os ST e os SST; e nitrogênio total (N<sub>Total</sub>), quantificado pelo processo semi-micro Kjeldahl. Após digestão nítrico-perclórica das amostras, foram quantificadas as concentrações de fósforo total, por espectrofotometria; e sódio e potássio, por fotometria de chama.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das variáveis físicas e químicas da água residuária bruta da suinocultura.

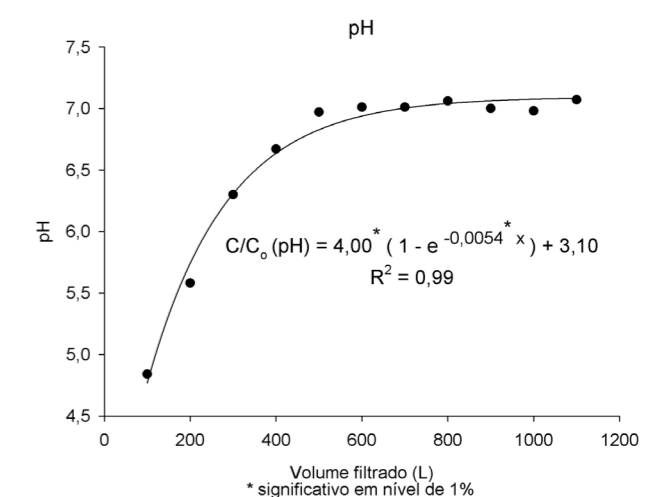
**Tabela 1.** Resultados das variáveis físicas e químicas da água residuária bruta da suinocultura.

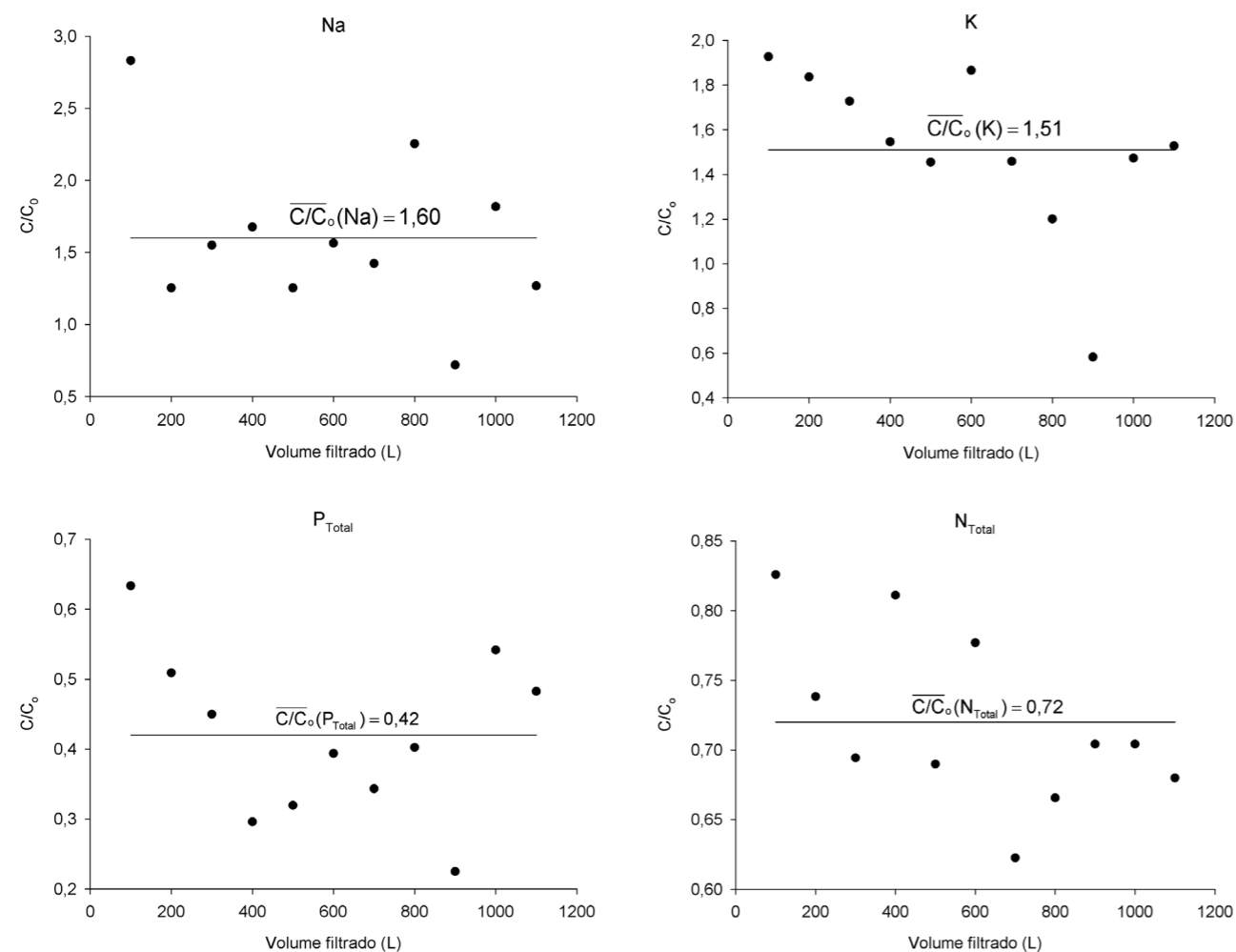
pH	CE mS cm <sup>-1</sup>	ST	SS	SD	SVT	SFT mg L <sup>-1</sup>	N <sub>Total</sub>	P <sub>Total</sub>	Na <sub>Total</sub>	K <sub>Total</sub>
6,7	9,1	13.209	9.430	3.779	9.429	3.780	2.021	338	71	275

Por meio de regressão, foi feito o ajuste de equações matemáticas relacionando as variáveis físicas e químicas em função do volume filtrado, tendo sido considerado satisfatório o ajuste que proporcionasse coeficiente de determinação maior que 70% e apresentasse significância mínima de 10% de probabilidade nos coeficientes. Para realizar a análise de regressão, utilizou-se o programa SigmaPlot 9.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, em A, está apresentado o comportamento da variável pH e de B a E, estão apresentadas as concentrações relativas de Na, K, P-total e N-total em função do volume de ARS filtrada.





**Figura 1.** Resultados das análises efetuadas no efluente das colunas de filtragem da ARS, sendo (A) pH, e (B), (C), (D) e (E), concentrações relativas respectivamente de Na, K, P-total e N-total.

A concentração relativa ( $C/C_0$ ) expressa a relação entre as concentrações de saída (efluente) e de entrada no filtro (afluente), assim, um valor de  $C/C_0$  maior que 1,0 significa que o efluente contém uma concentração maior que a do afluente.

De acordo com o que está apresentado na Figura 1A, pode-se observar decréscimo no valor de pH nos primeiros 100 L de efluente coletado, já que o pH da ARS bruta era de 6,72 (Tabela 1). Entre 100 e 400 litros filtrados houve aumento desta variável, passando a ficar próximo do valor da ARS bruta, afluente. A partir dos 400 L filtrados houve estabilização no valor de pH em torno de 7,0, persistindo, assim, até o final do processo de filtração. Possivelmente, o decréscimo inicial do pH, ocorrido quando da filtração dos primeiros 100 L, deve-se à solubilização de substâncias de caráter ácido do material filtrante, pela ARS. A estabilização no pH no efluente das colunas de filtração, deve-se à diminuição na concentração

de substâncias solubilizáveis das fibras de coco, deixando, dessa forma, de interferir no pH da solução percolante.

De acordo com o que está apresentado nas Figuras 1B e 1C, pode-se observar que, de um modo geral, não houve remoção de potássio e sódio pelo filtro de fibra de coco, sendo sua concentração até maior que a obtida no afluente ( $C/C_0$  maior que 1,0). Acredita-se que tenha havido intensa solubilização desses cátions presentes no material filtrante, contribuindo para o seu aumento no efluente do filtro. Essa solubilização pode ser atribuída à elevada quantidade dos mesmos presentes na fibra de coco, que de acordo com RAVEENDRAN *et al.* (1995) é constituída de 47,6 dag  $\text{kg}^{-1}$  de C; 0,2 dag  $\text{kg}^{-1}$  de N; 0,0047 dag  $\text{kg}^{-1}$  de P; 0,2438 dag  $\text{kg}^{-1}$  de K; 0,0477 dag  $\text{kg}^{-1}$  de Ca; 0,1758 dag  $\text{kg}^{-1}$  de Na e 0,0532 dag  $\text{kg}^{-1}$  de Mg. A ineficiência na remoção de sódio e potássio por filtros orgânicos também foi observada por Lo Monaco *et al.* (2004b),

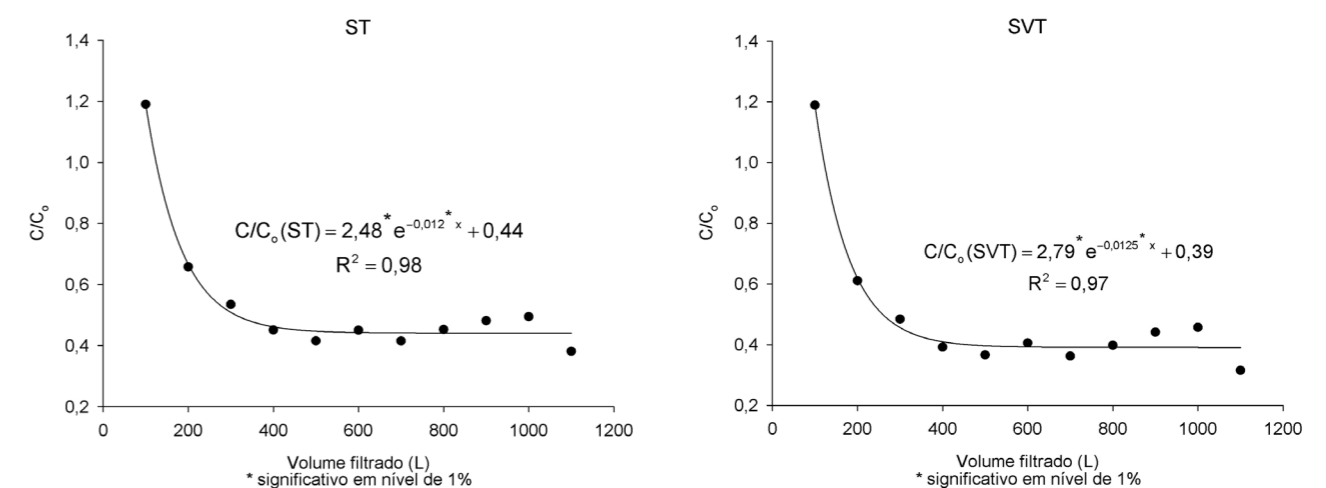
quando utilizaram pergaminho de grãos de café como material filtrante no tratamento primário de águas residuárias da lavagem e descascamento de frutos do cafeeiro (ARC), Lo Monaco *et al.* (2002), quando utilizaram a serragem de madeira e o bagaço de cana-de-açúcar com o mesmo tipo de água residuária e Lo Monaco *et al.* (2004a), quando utilizaram a serragem de madeira como material filtrante no tratamento primário da ARS.

No caso do fósforo total (Figura 1D), foram obtidas remoções em torno de 40 ( $C/C_0 = 0,6$ ) e 70% ( $C/C_0 = 0,3$ ), obtendo-se, ao final do período de filtração, ou seja, após terem sido filtrados 1100 L de ARS, uma remoção média em torno de 58%. Analisando-se os resultados apresentados na Figura 1E, pode-se observar que a fibra de coco proporcionou uma remoção média de N-total de 28%, valor mantido relativamente constante ao longo do período de filtração da ARS. Resultados mais expressivos foram obtidos por Lo Monaco *et al.* (2002), que ao trabalharem com serragem de madeira no tratamento primário de ARS, obtiveram remoção 80% para nitrogênio e em torno de 70% para o fósforo. Comportamento semelhante foi observado quando Lo Monaco *et al.* (2004a) utilizaram serragem de madeira como material filtrante no tratamento primário de ARS, tendo sido obtidas remoções de 50% de nitrogênio e 65% de fósforo. Lo Monaco *et al.* (2004b) observaram comportamento diferente quando utilizaram o pergaminho de grãos de café como material filtrante, no tratamento primário de ARC,

já que houve a solubilização de N e P contido no material filtrante, concorrendo para que, dessa forma, houvesse aumento desses elementos no efluente do filtro. Segundo Lo Monaco *et al.* (2004a), como o fósforo e o nitrogênio, ao contrário do que ocorreu com o potássio e o sódio, apresentam forte associação com o material orgânico, a retenção de material sólido pode, de certa forma, explicar os resultados de remoção alcançados em relação ao fósforo total. Desta forma, quanto maior a remoção de sólidos totais da ARS afluente, maiores também são as remoções de nitrogênio e fósforo total.

Na Figura 2, de A até F, estão apresentados os resultados de características físicas (concentração relativa das variáveis ST, SVT, SFT, SDT e SST, além da CE, respectivamente) no efluente do filtro de fibra de coco, em função do volume filtrado.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 2A, verifica-se que a fibra de coco, apesar de inicialmente elevar a concentração, mostrou-se razoavelmente eficiente na remoção de sólidos totais (ST), pois a partir de 300 L de ARS filtrada, foram obtidas remoções de 40% a 60%, atingindo uma remoção média final de 46%. Remoções maiores foram encontradas por Lo Monaco *et al.* (2004a), que obtiveram remoções de 60 a 70% quando utilizaram a serragem de madeira como material filtrante no tratamento de ARS. Magalhães *et al.* (2006), obtiveram remoção de 43 a 57% de ST em filtro constituído por serragem de madeira e de 50 a 56% no filtro em que utilizaram bagaço de cana-de-açúcar, no tratamento ARS.



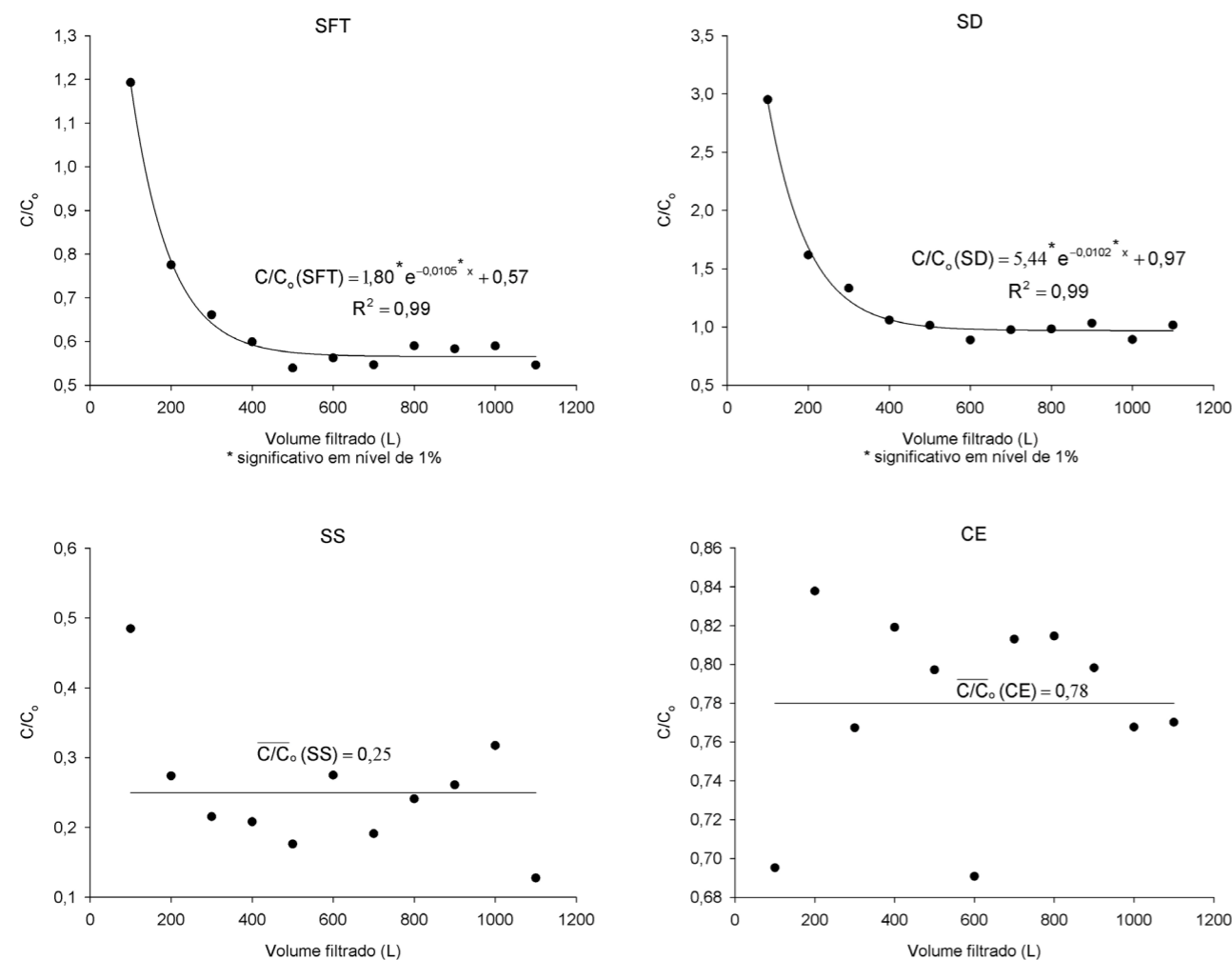


Figura 2. Concentração relativa de (A) ST, (B) SVT, (C) SFT, (D) SDT, (E) SST e (F) CE no efluente dos filtros de fibra de coco utilizados no tratamento da ARS.

A presença de sólidos voláteis totais (SVT) é um fator indicativo da presença de material orgânico na água residuária. Observando-se os resultados apresentados na Figura 2B, pode-se notar que a fibra de coco se mostrou eficiente na remoção dos SVT. Nos primeiros 200 L filtrados, houve remoção de 10 a 40% e, a partir daí, foi obtida uma remoção de 40 a 70%, obtendo-se uma remoção média de 51%.

De acordo com o que está apresentado na Figura 2C, pode-se observar que, nos primeiros 100 L, houve aumento na concentração de sólidos fixos totais (SFT) no efluente, daí para frente, a remoção foi de 20 a 46%, sendo a eficiência média na remoção de 35%.

A fibra de coco não foi eficiente na remoção de sólidos dissolvidos totais (SDT) da ARS (Figura 2D), pois a concentração no efluente esteve, ao longo dos 700 L filtrados, acima da concentração afluente, indicando que o material filtrante contribuiu com o

aumento de SDT no efluente do filtro. Considerando que a concentração de Na e K no efluente também aumentou, deve-se creditar, pelo menos em parte, a esses dois elementos químicos o aumento nos valores de SDT.

A fibra de coco mostrou-se muito eficiente na remoção de sólidos suspensos totais (SST) (Figura 2E), apresentando remoção média de 75%. Remoções superiores foram encontradas por Magalhães *et al* (2006), que obtiveram remoção de 90 a 99% de SST, quando utilizaram a serragem de madeira e de 81 a 96% quando utilizaram o bagaço de cana-de-açúcar como materiais filtrantes no tratamento de ARS. No entanto, mesmo tendo sido obtida substancial remoção, o efluente da filtração com fibra de coco apresentou características inadequadas para sua aplicação, se utilizados sistemas de aplicação localizada, pois, de acordo com Leon & Cavallini (1999), citados por Matos & Lo Monaco (2003), a

concentração máxima de SST na água de irrigação, para que não haja entupimento dos emissores, deve ser de 50 mg L<sup>-1</sup>. Dessa forma, acredita-se que, além do filtro, devem ser inseridas outras formas de tratamento visando-se minimizar os riscos de entupimento dos emissores.

Pode-se notar que houve redução na CE (Figura 2F) ao longo do processo de filtração, tendo sido observada redução média de 22%. Resultados diferentes foram obtidos por Lo Monaco *et al* (2004b), quando foi utilizado pergaminho de grãos de café para filtrar ARC, pois em todo o processo de filtração a CE no efluente foi maior que no afluente. A remoção de íons da ARS pela fibra de coco e, conseqüentemente, o decréscimo na salinidade no efluente, torna-se interessante, caso este seja utilizado para fins de fertirrigação, minimizando, assim, possíveis problemas osmóticos ao solo e às plantas.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que:

- A fibra de coco proporcionou decréscimo no valor do pH, nos primeiros 100 litros filtrados de ARS, valor que ficou próximo ao da ARS, a partir daí;
- O filtro orgânico proporcionou remoções médias de 28% do nitrogênio e de 58% do fósforo, porém aumentou a concentração de sódio e potássio no efluente;
- O sistema mostrou-se eficiente na remoção de ST e SVT, tendo sido obtidas remoções entre 40 e 60% de ST e SVT e em torno de 50% de SFT e de 70% de SST. O filtro não foi eficiente na remoção de SDT;
- Embora o filtro de fibra de coco tenha apresentado alta capacidade na remoção de SS, o efluente não apresentou características para que se recomendasse sua aplicação, com mínimos riscos de entupimento dos emissores, sua aplicação na forma localizada, no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination**

**of water and wastewater**. 21<sup>o</sup>. ed. Washington. D.C.: APHA s.n.p, 2005. 1600p.

BAVARESCO, A., S., L. **Lagoas de aguapés no tratamento terciário de dejetos de suínos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1998. 78p.

BRANDÃO, V. S.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, M. A.; FONTES, M. P. P. Tratamento de águas residuárias de suinocultura utilizando-se filtros orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.3, p.327-333, 2000.

FESTA, E. R.; FESTA, J. A. **Biofilter system and method for treating wastewater**. United State Patent N° 6620321. 2003.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. Concórdia, SC. **Boletim Informativo BIPERS**, v.10, n.14, 2002. 31p.

KWAN, W. S. V.; DAVIES-SMITH, L. **Combination hydrophobic/hydrophilic filters/reservoirs for controlling fluid flow**. United State Patent N° 2005/0053416 A1. 2005.

LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, M. A.; JORDÃO, C. P. Eficiência de materiais filtrantes no tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 10, n.1-4, 2002. p.40-47.

LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T.; JORDÃO, C. P.; CECON, P. C.; MARTINEZ, M. A. Influência da granulometria da serragem de madeira como material filtrante no tratamento de águas residuárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.8, n.1, 2004a. p.116-119.

LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T.; GARCIA, G. O.; LIMA, C. R. C.; FAZENARO, F. L. Avaliação do pergaminho dos frutos do cafeeiro como elemento filtrante no tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. In:

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 14, 2004, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: 2004b. (CD-ROM).

MAGALHÃES, M. A.; MATOS, A. T.; DENÍCULI, W.; TINOCO, I. F. Operação de filtros orgânicos utilizados no tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.10, n.2, 2006. p.472-478

MATOS, A. T.; LO MONACO, P. A. Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e líquidos da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. **Engenharia na Agricultura**. Boletim técnico, 7, Viçosa: UFV, 2003. 68p.

MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A. N. Riscos potenciais ao ambiente pela aplicação de dejetos líquido de suínos ou compostos orgânicos no solo. Seminário Mineiro Sobre Manejo e Utilização de Dejetos de Suínos, 1, 1995, Ponte Nova, MG. **Anais...** Ponte Nova, MG: EPAMIG/EMATER/UFV/ASSUVAP, 1995. p.45-54.

OKAUE, K.; FUJITA, A.; ITO, K. **Bio-filter for purification of cleaning liquid, carries out natural impregnation of microbe mixed with to-be-purified liquid to remove fine particle in liquid and odor of liquid**. Japan Patent N° JP2007069196-A, 2007.

PERDOMO, C. C. **Uso racional da água no**

**manejo de dejetos suínos**. In: Seminário Mineiro Sobre Manejo e Utilização de Dejetos Suínos, 1, Ponte Nova: COPLACAN, 1995. p.09.

RAVEENDRAN, K.; GANESH, A.; KHILAR, K. C. Influence Of mineral Matter on Biomass Pyrolysis Characteristics. **Fuel**, vol. 74, n. 12, p.1812-1822, 1995.

SOUZA, A. M.; CASARTELLI, E. Fibra de coco verde para remoção de cádmio em águas contaminadas. In: Congresso Brasileiro de Química, 48, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: 2008. (CD-ROM).

TOBIAS, A. C. T. **Tratamento de resíduos da suinocultura**: uso de reatores anaeróbios sequenciais seguido de leitos cultivados. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola). Campinas, SP. 2002, 123p.

USE, C. J.; MOLL, J. S. **Multi-stage water pollution trap**. United State Patent N° 6797161. 2004.

USE, C. J.; MOLL, J. S. **Water pollution trap with water flow baffles**. United State Patent N° 7011743. 2006.

VIEIRA, M. F.; LEITE, P. P.; PORCIONATO, R.; OLIVEIRA, P. V.; NOMURA, C. S. Avaliação de materiais alternativos na remoção de Cd e de Pb em águas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 30, 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: 2007. (CD-ROM).