

INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DE MATERIAIS ORGÂNICOS FILTRANTES NA EFICIÊNCIA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA LAVAGEM E DESPOLPA DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO¹

LO MONACO, P.A.²; MATOS, A.T.³; EMMERICH, I.N.⁴ e CACHALDORA, D.N.⁵

¹Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ; ² Mestranda em Engenharia Agrícola, UFV, bolsista da CAPES; <lomonaco@alunos.ufv.br>; ³Professor Adjunto, D.S., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, bolsista do CNPq, Viçosa-MG; <atmatos@mail.ufv.br>; ⁴Estudante de graduação do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFV, bolsista da FAPEMIG; ⁵ Estudante de graduação do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFV.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da granulometria do material orgânico (serragem de madeira e bagaço de cana-de-açúcar), utilizado como filtro, na remoção de poluentes de águas residuárias da lavagem e despulpa dos frutos do cafeeiro (ARC). As faixas granulométricas avaliadas foram: 2,00 a 2,83; 2,83 a 4,00 e 4,00; a 4,76 mm. A ARC afluente e o líquido efluente das colunas, coletado durante a condução dos ensaios, tiveram quantificadas as concentrações de DBO, DQO e sólidos totais (ST). As concentrações obtidas ao longo do período de ensaio foram divididas pela concentração afluente, obtendo-se as concentrações relativas (C/C_0), que, plotadas como função das lâminas percoladas, proporcionaram a geração de curvas de eluição. A liberação de solutos (açúcares) pelo bagaço de cana-de-açúcar proporcionou a obtenção de valores de DBO, DQO e ST inicialmente mais altos do que o da própria ARC; posteriormente, com a diminuição desses solutos lixiviados, a remoção foi estabilizada, tornando-se semelhante à obtida nos filtros constituídos por serragem de madeira. A granulometria, nas faixas estudadas, pouco influenciou a remoção de DBO, DQO e ST da serragem de madeira e bagaço de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: águas residuárias do processamento do fruto do cafeeiro, tratamento de resíduos, filtros orgânicos.

INFLUENCE OF PARTICLE SIZES IN ORGANIC FILTERING MATERIAL ON THE EFFICIENCY OF WASHING AND PULPING OF COFFEE FRUITS WASTEWATER TREATMENT

ABSTRACT: The present work had as objective to evaluate the influence of the particle size of the organic material (sawdust wood and sugar-cane trash), used as filter, in pollutants removal of the coffee

fruits wastewaters (ARC). The evaluated size range was: 2,00 to 2,83; 2,83 at 4,00 and 4,00 to 4,76 mm. The ARC and the liquid effluent of the columns, collected during the experimental period, had quantified the concentrations of DBO, DQO and total solids (ST). The concentrations obtained along this period were divided by the affluent concentration, being obtained to relative concentrations (C/C_0) that, plotted as function of the percoled sheets, provided the generation of elution curves. The solutes liberation for the sugar-cane trash provided DBO, DQO and ST values initially higher than the one of own ARC, later on, with the decrease of those leached solutes, the removal was stabilized, becoming similar to obtained it in the filters constituted by sawdust wood. The studied size particle not influenced the removal of DBO, DQO and ST of the sawdust wood and sugar-cane trash.

Key words: coffee fruits wastewater, treatment residues, organics filters.

INTRODUÇÃO

A atividade de lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro, necessária para obtenção de redução do custo de secagem dos grãos e melhoria na qualidade de bebida, é geradora de grandes volumes de águas residuárias, ricas em material orgânico de grande poder poluente. O despulpamento consiste na retirada da casca do fruto maduro ou cereja e posterior fermentação e lavagem dos grãos, retirando-se a mucilagem, substrato adequado para o desenvolvimento de microrganismos que podem provocar a ocorrência de fermentações prejudiciais à qualidade final do produto (BARTHOLLO et al., 1989).

A Legislação Ambiental do Estado de Minas Gerais (Deliberação Normativa COPAM nº 10/86) estabelece que, para o lançamento de águas residuárias em corpos hídricos, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5 , 20°C) deve ser de 60 mg L⁻¹ e/ou DQO de 90 mg L⁻¹. Diante disso, novas formas de tratamento têm sido estudadas. Entre as formas alternativas de remoção de poluentes presentes na água residuária está a filtração. A ação mecânica de eliminação dos sólidos em suspensão por filtração está baseada no princípio de que um meio poroso pode reter impurezas de dimensões menores do que as dos poros da camada filtrante (POVINELLI e MARTINS, 1973).

Por ser a água residuária da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro (ARC) muito rica em sólidos totais, o uso de filtros de areia não é recomendável, em razão da sua rápida colmatação superficial e o impedimento ao fluxo normal da água residuária. A utilização de materiais filtrantes capazes de absorver/adsorver solutos e reter sólidos e que sejam subprodutos de atividades agropecuárias e industriais

torna-se opção interessante, tendo em vista a sua abundância, o seu baixo custo de aquisição e o fato de serem resíduos que podem ser dispostos de forma harmônica no ambiente.

Quando o meio filtrante apresentar poros de pequeno diâmetro, as partículas de maior diâmetro tendem a ser retidas nas camadas mais superficiais dos filtros, proporcionando rápido aumento da perda de carga e pequeno período de operação do filtro. Entretanto, materiais filtrantes mais finos deverão proporcionar a produção de um efluente mais depurado (CABELLO, 1990). BRANDÃO (1999), ao trabalhar com filtros de diferentes materiais orgânicos, na granulometria de 2 a 6 mm, especulou que a redução do tamanho de partículas do material orgânico utilizado nos filtros poderia proporcionar maior eficiência de remoção de sólidos em suspensão e dissolvidos, considerando-se a redução do diâmetro de poros do material filtrante e o aumento da superfície específica, com conseqüente exposição de maior número de sítios de troca para adsorção de solutos.

Foi objetivo deste trabalho avaliar a influência da granulometria dos materiais filtrantes, constituídos de serragem de madeira e bagaço de cana-de-açúcar, na eficiência de tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. A água residuária gerada através da despulpadora foi obtida com frutos do café tipo “coco” na proporção de 1 kg para 4 L de água. As colunas de filtragem foram montadas em tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 600 mm de comprimento. Como materiais filtrantes, foram utilizados a serragem de madeira e o bagaço de cana-de-açúcar, sendo primeiramente triturados através de uma picadeira e, logo depois, peneirados de modo a obter três faixas granulométricas: 2,00 a 2,83; 2,83 a 4,00; e 4,00 a 4,76 mm. Os materiais filtrantes foram acondicionados nas colunas de forma gradual, em camadas de 5 cm de espessura, sob compressão de $12,490 \text{ N m}^{-2}$, até ser atingida a altura de 50 cm. Esse valor de pressão foi determinado calculando-se a pressão que poderia ser exercida por um homem de 70 kgf de peso.

Para armazenar a água residuária coletada, foram utilizados galões de 50 L, que permaneceram na bancada mais alta, responsáveis pela distribuição de água nos diferentes filtros posicionados na bancada mais baixa.

Para coletar o afluente e o efluente das colunas, foram utilizados frascos plásticos de 1,5 L, coletando-se para cada coluna uma média de sete frascos (total de 10,5 L de efluente). O escoamento foi

mantido na condição permanente, em meio saturado, durante toda a fase de filtração da água residuária da lavagem e despulpa dos frutos do cafeeiro.

Os efluentes obtidos foram submetidos às análises de DBO, DQO e ST. Nas análises de DBO_5^{20} e de DQO, seguiu-se metodologia apresentada no Standard Methods (APHA, 1995), sendo a determinação da DBO obtida com determinação do oxigênio dissolvido pelo método iodométrico, e a da DQO, pelo método do refluxo aberto. Para determinação de ST utilizou-se metodologia apresentada por BRAILE e CAVALCANTI (1979) e APHA (1995). De posse do valor do afluente e efluente, foi possível a confecção de curvas relacionando as concentrações relativas de DBO, DQO e ST em função da lâmina percolada para os materiais orgânicos de diferentes granulometrias, utilizando-se o pacote estatístico SAEG 5.0/1993.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras a seguir estão representadas as curvas características dos efluentes coletados em filtros constituídos por serragem de madeira e bagaço de cana-de-açúcar, em três diferentes faixas granulométricas, tomando-se o eixo das abcissas como lâmina percolada e as ordenadas como concentração relativa dos parâmetros escolhidos. A concentração relativa (C/Co) expressa a relação entre as concentrações de saída (efluente) e de entrada no filtro (afluente); assim, um valor de C/Co maior que 1 significa que o efluente contém concentração maior que a do afluente.

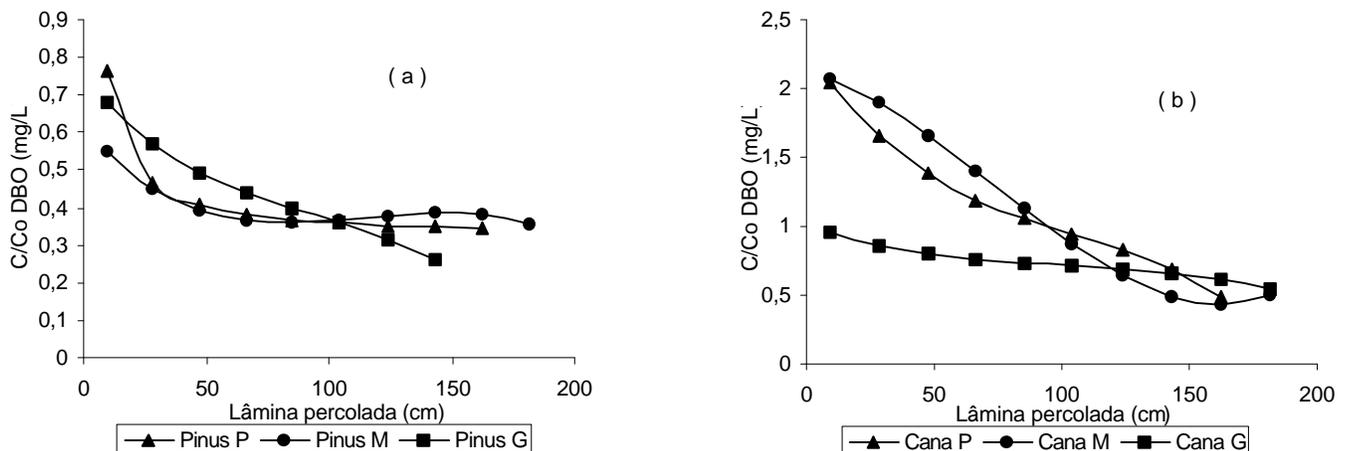


Figura 1 - Concentração relativa de DBO em função da lâmina percolada para filtros constituídos de serragem de madeira (pinus) (a) e bagaço de cana-de-açúcar (b), em três faixas granulométricas, sendo os tamanhos: P - de 2,00 a 2,83; M - de 2,83 a 4,00 e G - de 4,00; a 4,76 mm.

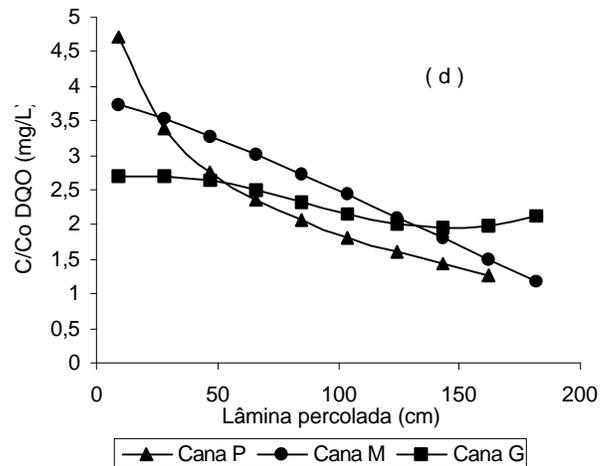
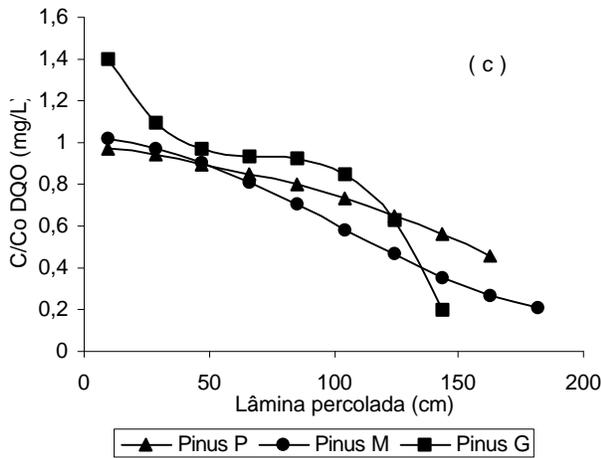


Figura 2 - Concentração relativa de DQO em função da lâmina percolada para filtros constituídos de serragem de madeira (pinus) (c) e bagaço de cana-de-açúcar (d), em três faixas granulométricas, sendo os tamanhos: P - de 2,00 a 2,83; M - de 2,83 a 4,00 e G - de 4,00; a 4,76.

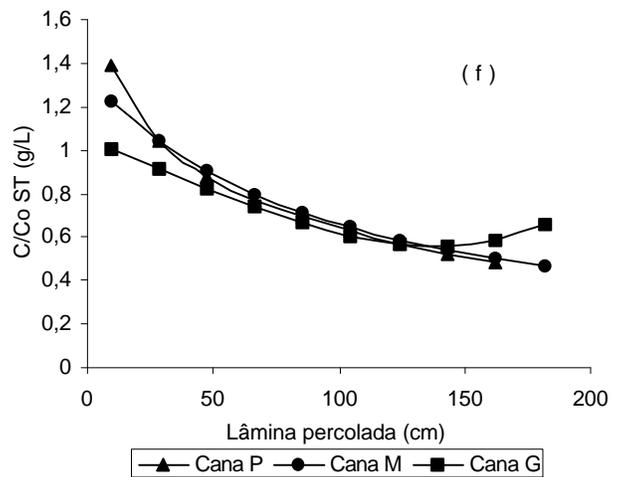
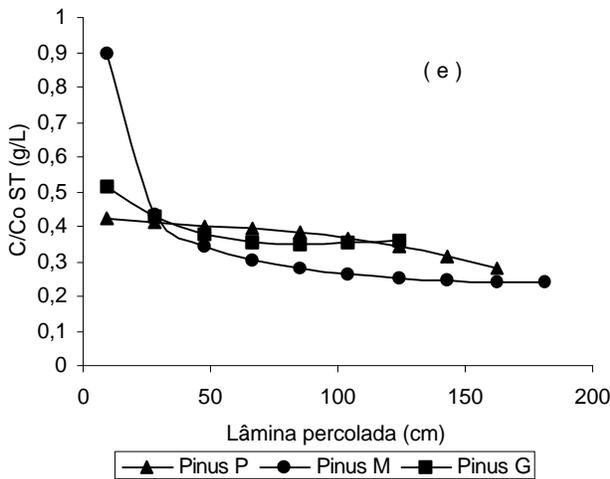


Figura 3 - Concentração relativa de ST em função da lâmina percolada para filtros constituídos de serragem de madeira (pinus) (e) e bagaço de cana-de-açúcar (f), em três faixas granulométricas, sendo os tamanhos: P - de 2,00 a 2,83; M - de 2,83 a 4,00 e G - de 4,00 a 4,76.

Nas análises de DBO efluente dos filtros constituídos por bagaço de cana-de-açúcar, os materiais com maior granulometria apresentaram menores valores no início de operação do filtro, evidenciando menor transporte de material orgânico da massa. Os filtros constituídos por materiais de granulometrias mais finas, em vista de suas maiores superfícies específicas, possibilitaram maior “lavagem” do material. A lixiviação de matéria oxidável, notadamente açúcar, concorreu para que fossem obtidos maiores valores de DBO e DQO no efluente dos filtros.

Quanto aos Sólidos Totais (ST), verificou-se maior remoção nos filtros de serragem de madeira do que nos de bagaço-de-cana. A “lavagem” do açúcar retido no bagaço pode ser considerada um dos fatores de maior responsabilidade nesses resultados. A serragem de madeira (pinus) foi capaz de remover de 60 a 70% dos sólidos presentes na ARC afluyente nos filtros. Os valores de remoção encontrados para o bagaço de cana-de-açúcar apresentaram-se crescentes com a lâmina infiltrada, indicando, aparentemente, que, com o esgotamento do açúcar presente na massa, o filtro passou a operar na remoção do ST da ARC, não mais tendo interferência de solutos deslocados do próprio material filtrante. Avaliando o efeito do tamanho da partícula na remoção de ST, pode-se verificar pequena ou nenhuma influência. Isso pode ser um indicativo interessante no caso de escolha da granulometria dos filtros para tratamento de águas residuárias ricas em material sólido a serem utilizadas para fins de fertirrigação. Como materiais de maior faixa granulométrica não proporcionaram remoções inferiores, estes devem ser preferidos, uma vez que tem mais demorado selamento superficial, fenômeno muito comum em filtros constituídos de material de menores faixas granulométricas.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A liberação de solutos pelo bagaço de cana-de-açúcar proporcionou a obtenção de valores de DBO, DQO e ST inicialmente mais altos do que o da própria ARC; posteriormente, com a diminuição desses solutos no meio, a remoção desses parâmetros foi estabilizada, tornando-se semelhante à obtida nos filtros constituídos por serragem de madeira.
- A granulometria, nas faixas estudadas, pouco influenciou a remoção de DBO, DQO e ST da serragem de madeira e bagaço de cana-de-açúcar.
- Filtros constituídos por serragem de madeira mostraram-se mais eficientes na remoção de DQO, DBO e ST do que os constituídos por bagaço de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. ed. Washington D.C.: 1995. 1000p.**

BÁRTHOLO, G.F., MAGALHÃES FILHO, A.A.R.; GUIMARÃES, P.T.G.; CHALFOUN, S.M. **Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café.** *Informe Agropecuário*, 14 (162): 33-44. 1989b.

- BARROS, R. T. de V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 2 21p. (*Manual de Saneamento e proteção ambiental para os municípios, 2*).
- BRAILE, P. M. CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1979. 764p.
- BRANDÃO, V. S., **Tratamento de águas residuárias de suinocultura utilizando filtros orgânicos**. Viçosa: UFV, 1999. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- CABELLO, F. P. **Riegos localizados de alta frecuencia**. Castello – Madrid. Ediciones Mundi – Prensa. 2ª ed. 1990.
- POVINELLI, J., MARTINS, F. **Pesquisa sobre eficiência de filtros lentos em unidades piloto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 7, 1973, Salvador – BA. Separata. São Carlos: EESC – USP, 1973. 20p.