

EFICIÊNCIA DE MATERIAIS ORGÂNICOS FILTRANTES NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA LAVAGEM E DESPOLPA DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO¹

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

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

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de filtros constituídos por serragem de madeira e bagaço de cana-de-açúcar, na faixa granulométrica de 2,00 a 2,83 mm, para tratamento primário de águas residuárias da lavagem e despulpa dos frutos do cafeeiro (ARC). Após caracterizado o afluente, efetuou-se a sua passagem pelos filtros, coletando-se os efluentes, cujo volume foi convertido em lâmina percolada, para análises física, química e bioquímica. De posse dos resultados, foram geradas curvas, relacionando as concentrações relativas de DBO, DQO, SP, ST, N-total, P-total, K e Na do efluente com a lâmina percolada. O bagaço de cana-de-açúcar e a serragem de madeira proporcionaram significativa remoção dos parâmetros ST, SP, N-total e P-total da ARC. A serragem de madeira foi mais eficiente na remoção de DBO e DQO do que o bagaço de cana-de-açúcar. Não houve remoção de Na e K nos filtros constituídos pelos dois materiais filtrantes e o efluente apresentou concentrações maiores que as do afluente, indicando lixiviação de solutos do material filtrante.

Palavras-chave: filtros orgânicos, tratamento de resíduos, processamento de frutos do cafeeiro.

EFFICIENCY OF ORGANIC FILTERING MATERIAL ON THE WASHING AND PULPING OF COFFEE FRUITS WASTEWATER TREATMENT

ABSTRACT: The present work had as objective to evaluate the efficiency of filters constituted by sawdust wood and sugar-cane trash, in the particle size of 2,00 to 2,83 mm, for primary treatment of coffee fruits wastewaters. After characterize the affluent, its passage was made by the filters, being collected the effluents, whose volume was transformed into percolated sheet, for physical analysis, chemistry and biochemistry. Curves were generated, relating the relative concentrations of BOD, COD, PS, TS, N-total, P-total, K, Na, of the effluent versus the percolated sheet. The sugar-cane trash and the sawdust wood

provided significant removal of the parameters TS, PS, N-total and P-total of ARC. The sawdust wood was more efficient for BOD and COD removal than to the sugar-cane trash. Na and K was not removal in the filters constituted by the two filtering materials and the effluent presented greater concentrations than the affluent, indicating solute leaching of the filtering material.

Key words: organic filters, waste of treatment, coffee fruits processing.

INTRODUÇÃO

Dentre as operações que desempenham papel importante na produção de grãos de café, destaca-se o seu processamento pós-colheita, que é uma operação que influencia diretamente o aspecto, a qualidade e o rendimento de grãos de café. O processamento do fruto pode ser feito por via seca ou via úmida. Na forma de preparo por via seca, atualmente a mais usada no Brasil, o fruto é seco na sua forma integral (com casca), enquanto na forma de preparo via úmida obtém-se o café despolpado.

A disposição dos resíduos orgânicos gerados no processo é, no entanto, um dos principais problemas nas unidades de processamento de frutos por via úmida. De acordo com Rolz et al., citados por DELGADO e BAROIS (1999), no processamento via úmida tradicional, são geradas aproximadamente 3 toneladas de subprodutos e são requeridas 4 toneladas de água para produzir 1 tonelada de grão processado.

Desse modo, a atividade de lavagem e despolpa de 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 em suspensão e constituintes orgânicos e inorgânicos em solução, de grande poder poluente. Além disso, a mucilagem contém água, pectinas, açúcares e ácidos orgânicos (VASCO, 1999), sendo, segundo BÁRTHOLO et al. (1989), um substrato adequado para o desenvolvimento de microrganismos que podem proporcionar o desenvolvimento de reações fermentativas prejudiciais à qualidade final do produto.

Com o intuito de amenizar o impacto ambiental provocado pelo descarte dos resíduos orgânicos gerados no processo de lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro (ARC), novas formas de tratamento tem sido estudadas. A disposição da água residuária no solo, como fertirrigação de culturas agrícolas, é uma delas, já que a ARC contém nutrientes, notadamente potássio (MATOS et al., 1999). No entanto, para que essas águas residuárias possam ser conduzidas e aplicadas por meios hidráulicos, torna-se indispensável a remoção de poluentes que possam obstruir tubulações e emissores. Dentre as formas de remoção de

poluentes presentes na água residuária está a filtração. A ação mecânica de eliminação de 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 muito rica em sólidos totais, o uso de filtros de areia não é recomendável, tendo em vista a sua rápida colmatção 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, em virtude sua abundância, seu baixo custo de aquisição e o fato de serem resíduos que podem ser dispostos de forma harmônica no ambiente, como, por exemplo, a compostagem.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro, através dos filtros orgânicos constituídos de serragem de madeira e bagaço de cana-de-açúcar.

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 despolpadora 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. Em uma das extremidades do tubo colou-se um tampão, onde foi feito um furo para adaptação, na extremidade externa, de um flange, por onde passava o efluente tratado, e na sua parte interna colocou-se uma tela (malha 1 mm), que foi colada para evitar o transporte do material filtrante para fora da coluna. 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 uma faixa granulométrica entre 2,83 mm e 4,00 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 da 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 10 frascos (total de 15L de efluente). O escoamento foi

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

Os efluentes obtidos foram submetidos às análises de DBO, DQO, ST, SP, N-total, P-total, K e Na. 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 e SP utilizou-se metodologia apresentada por BRAILE e CAVALCANTI (1979) e APHA (1995). A concentração de N-total foi determinada em alíquota de 10 mL, pelo método Kjeldahl (TEDESCO et al., 1985). As concentrações de Na^+ e K^+ foram determinadas por fotometria de emissão de chama, enquanto as de P-total, por colorimetria, pelo método do ácido ascórbico modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974).

De posse do valor do afluente e efluente, foi possível a confecção de curvas relacionando as concentrações relativas de DBO, DQO, P-total, N-total, Na, K, SP e ST em função da lâmina percolada, utilizando-se o pacote estatístico SAEG 5.0/1993.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras a seguir, estão representadas as curvas características dos efluentes coletados ao longo da filtragem para a serragem de madeira e o bagaço de cana-de-açúcar, tomando-se o eixo das abcissas como lâmina percolada e o das ordenadas como concentração relativa dos parâmetros escolhidos. A concentração relativa (C/Co) expressa a relação entre o efluente e o afluente. Assim, um valor de C/Co maior que 1 significa que o efluente contém concentração maior que a do afluente.

Como os materiais acondicionados nos filtros podem sofrer processo de “lavagem”, muitos dos parâmetros avaliados sofreram acentuada elevação, notadamente nas menores lâminas percoladas. Dentre os materiais orgânicos filtrantes em que o efeito da “lavagem” mais alterou os parâmetros analisados, destaca-se o bagaço de cana-de-açúcar.

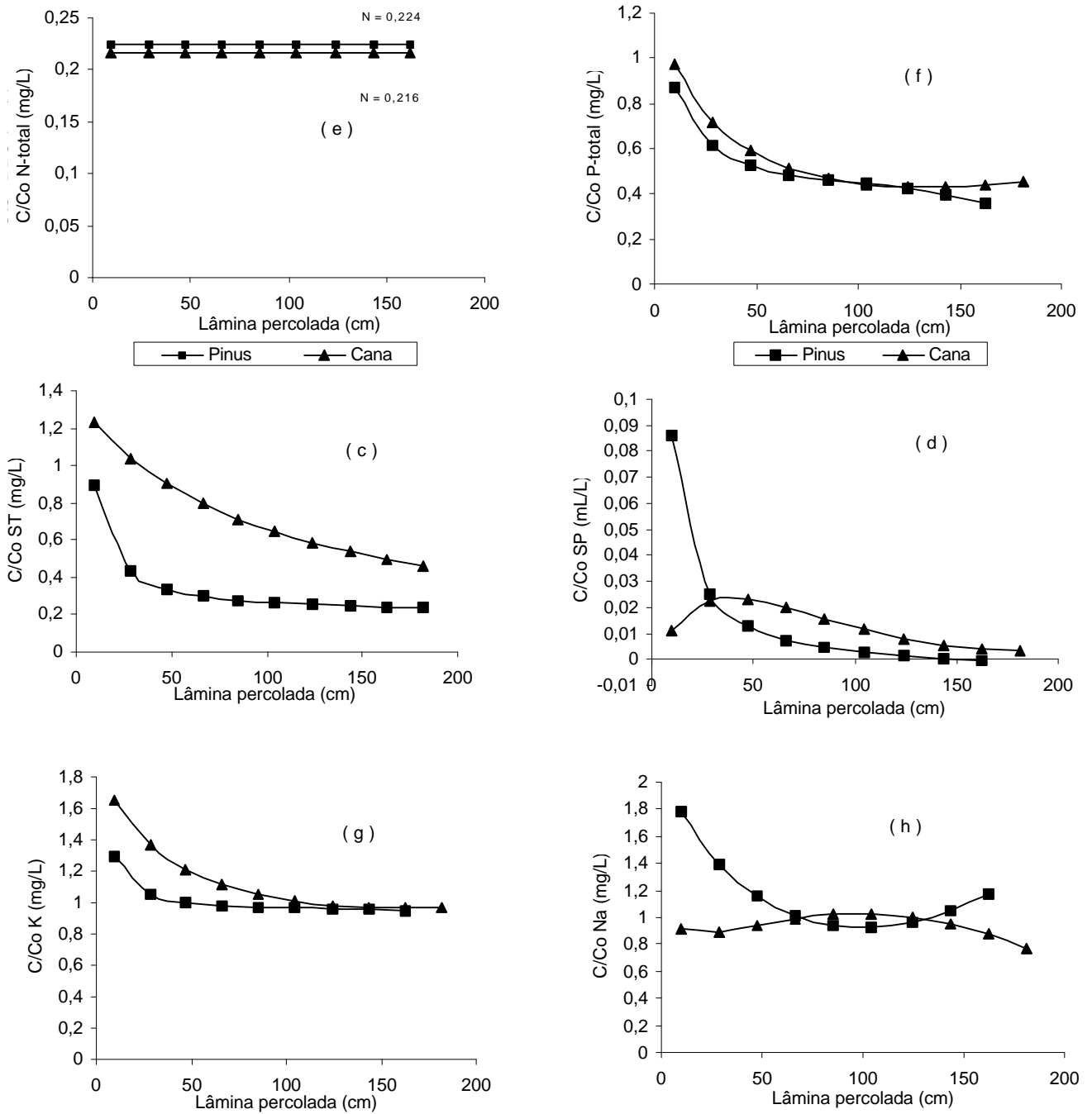


Figura 1 – Concentração relativa de DBO (a), DQO (b), ST (c), SP (d), N-total (e) P-total (f), K (g) e Na (h) em função da lâmina percolada em filtros constituídos de serragem de madeira e bagaço de cana-de-açúcar.

Na análise das curvas de DBO e de DQO, verifica-se que as primeiras lâminas infiltradas carrearam, consigo, grande quantidade de material oxidável do bagaço de cana-de-açúcar. Acredita-se que grande parte desses resultados esteja associada à retirada e ao transporte de açúcar da massa de material. A

serragem de madeira (pinus) proporcionou eficiência de remoção de 50% da DBO afluente ao filtro já nas primeiras lâminas infiltradas, revelando, ao contrário do bagaço de cana-de-açúcar, que pouco material oxidável foi retirado de sua massa. Os constituídos por este material proporcionaram remoção de DBO constante ao longo de toda a filtração, enquanto nos constituídos por bagaço de cana-de-açúcar esta estabilização só foi obtida nas últimas lâminas percoladas.

A remoção de sólidos da ARC nos filtros de serragem de madeira e cana-de-açúcar foi mais eficiente que a de DBO e DQO, indicando que parte da carga orgânica está finamente particulada, não sendo, dessa forma, possível sua retenção nos filtros, nas granulometrias de material avaliadas. A remoção de sólidos totais (ST) foi mais eficiente nos filtros de serragem de madeira, onde foi obtida remoção de cerca de 70% ($C/C_0 = 0,3$). No filtro de bagaço de cana-de-açúcar, nem após algum tempo de operação do sistema, a remoção atingiu esse grau de eficiência. No caso de sólidos sedimentáveis (SP), os resultados indicaram alta eficiência de remoção nos dois materiais filtrantes, chegando a alcançar valores próximos a 100%.

A remoção de solutos da ARC, como não poderia deixar de ser, foi menos eficiente que a remoção de sólidos, tendo sido obtida alguma instabilidade nas concentrações dos efluentes. Como as concentrações de Ntotal mostraram-se muito instáveis, apresentou-se o valor médio de C/C_0 no efluente das colunas de filtragem (Figura 1-e). Apesar disso, os resultados obtidos podem ser considerados bons, tendo sido obtida remoção média 70%. Quanto ao P-total, os dois materiais filtrantes apresentaram comportamento semelhante ao longo da filtragem, alcançando remoção, após estabilização do sistema, de cerca de 55%. Não houve remoção de potássio em nenhum dos materiais filtrantes estudados; até mesmo nas primeiras lâminas percoladas, sua concentração foi maior que a do afluente, o que pode estar relacionado ao fato de o potássio não estar associado ao material orgânico, que, por sua vez, foi retido com eficiência na sua forma sólida. O sódio, de forma semelhante ao potássio, não foi significativamente removido por nenhum dos materiais utilizados como filtro, a não ser o bagaço de cana, nos últimos efluentes coletados.

CONCLUSÃO

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

- O bagaço de cana-de-açúcar e a serragem de madeira proporcionaram significativa remoção dos parâmetros ST, SP, N-total e P-total da água residuária da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro.

- A serragem de madeira foi mais eficiente na remoção de DBO e DQO do que o bagaço de cana-de-açúcar.
- Não houve remoção de Na e K nos filtros constituídos pelos dois materiais filtrantes, e o efluente apresentou concentrações maiores que as do afluente, indicando “lavagem” do material.

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.
- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B. V. **Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal**. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 21, p. 73-85, 1974.
- BRAILE, P. M. CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1979. 764p.
- DELGADO, E. A., BAROIS I. **Lombricompostaje de la pulpa de café em México**. In: III Seminário Internacional sobre Biotecnologia na Agroindústria Cafeeira. Anais... Londrina – PR, 1999, 513 p. 335-343.
- MATOS, A.T.; PINTO, A.B.; BORGES, J.D. Caracterização das águas residuárias da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro e possibilidades de seu uso na fertirrigação. In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEIRA, 1999, Londrina-PR. **Anais ...**, Londrina: UFPR, IAPAR, IRD, 1999. p. 395-396.
- 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.
- TEDESCO, J. M., VOLKWEISS, S. J., BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 186P. (BOLETIM TÉCNICO DE Solos, 5)
- VASCO, J. Z. **Procesamiento de frutos de café por via humeda y generación de subproductos**. In: III Seminário Internacional sobre Biotecnologia na Agroindústria Cafeeira. Anais... Londrina – PR, 1999, 513 p. 345-355.