

REMOÇÃO DE DBO E DQO EM SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA LAVAGEM E DESPOLPA DO FRUTO DO CAFEIEIRO COM RAMPAS CULTIVADAS COM AVEIA PRETA¹

MATOS, A.T.²; FUKUNAGA, D.C.³; PINTO, A.B.⁴ e RUSSO, J.R.⁴

¹ Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ; ² Prof. Adjunto, DEA/CCA/UFV, bolsista do CNPq, <atmatos@mail.ufv.br>, fone: (031) 3899 1886, fax (031) 3899 2735; ³ Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental, DEA/CCA/UFV, bolsista do CNPq; ⁴ Engenheiro Agrícola, DEA/CCA/UFV, bolsista da FAPEMIG.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo obter as equações de decaimento de DBO e DQO da água residuária da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro (ARC), em rampas de 5 e 15% de inclinação, cultivadas com aveia preta. Este experimento foi conduzido de maio a setembro de 2000. A taxa de aplicação nas rampas foi de $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, valor que correspondeu a uma aplicação de cerca de $250 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ de DBO. Curvas exponenciais, obtidas por análise de regressão, foram ajustadas aos dados coletados nas rampas, de metro em metro, ao longo de seu comprimento. As maiores taxas de remoção foram verificadas para a DBO, em ambas as declividades de rampa. A declividade das rampas de tratamento teve pequena influência nas taxas de remoção de DBO e DQO do líquido em escoamento superficial nas rampas cultivadas com aveia preta.

Palavras-chave: tratamento de resíduos, água residuária da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro, aveia preta.

DBO AND DQO REMOVAL OF COFFEE FRUITS WASTEWATER IN SLOPES CULTIVATED WITH BLACK OAT

ABSTRACT: The present work was carried out in order to obtain the decay equations of DBO and DQO presents in the coffee fruits wastewater (ARC). The ARC was applied in treatment slopes with 5% and 15% of grades, cultivated with black oat, during the period from May to September of 2000. The application rate in the treatment slopes was of $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, at a load rate of about $250 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ of DBO. Exponential curves, obtained by regression analysis, were adjusted to the data collected in the treatment slopes, along its length. The largest removal rates were verified for DBO, in both slopes grade.

The slopes grade had small influence in the rates of DBO and DQO removal of the liquid in superficial runoff.

Key words: organic residues treatment coffee fruits wastewater, black oat.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação da sociedade com questões ambientais, plenamente justificada ante a degradação dos recursos naturais do planeta, vem forçando governantes a tomarem atitudes disciplinadoras e fiscalizadoras para o exercício de atividades potencialmente poluidoras. Por essa razão, nos últimos 15 anos, muita atenção passou a ser dada às necessidades de desenvolvimento tecnológico com vistas ao tratamento e/ou à disposição de águas residuárias provenientes de atividades agropecuárias, de forma a causar o mínimo impacto sobre o ambiente e que atenda a legislação ambiental vigente (MATOS et al., 1996).

A legislação ambiental (RESOLUÇÃO NORMATIVA COPAM 010, 1986) estabelece que, para o lançamento de águas residuárias em cursos d'água, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5 , 20°C) seja de 60 mg.L⁻¹, ou que a eficiência do sistema de tratamento para sua remoção seja superior a 85%, desde que não ocorra alteração na classificação na qual o curso d'água está enquadrado.

No Brasil, em virtude do método de colheita empregado, os frutos do cafeeiro precisam ser limpos e separados, para que possam ser secos. O fruto poderá, então, ser processado de duas formas: por via seca, isto é, secando integralmente os frutos; ou por via úmida, que consiste na secagem dos frutos sem casca ou sem casca e sem mucilagem, dando origem aos grãos descascados e despulpados, respectivamente.

O tratamento das águas residuárias da lavagem e despulpa dos frutos do cafeeiro pode ser dividido basicamente em três etapas: separação entre sólidos e líquidos (pré-tratamento), filtração ou sedimentação (tratamento primário) e disposição das águas no solo (tratamento secundário).

O processamento do fruto por via úmida produz, de forma geral, grãos de bebida suave, com boas cotações no mercado. Contudo, a atividade de lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro, necessária para obtenção de redução do custo de secagem dos grãos e melhoria na qualidade da bebida, gera grandes volumes de águas residuárias ricas em material orgânico em suspensão e constituintes orgânicos e inorgânicos em solução. Devido ao elevado poder poluente destas águas, torna-se indesejável o seu

lançamento, sem tratamento, em cursos d'água e necessário o estabelecimento de critérios rígidos de disposição no solo, de modo a evitar danos às culturas agrícolas, ao solo e às águas subterrâneas.

A Zona da Mata mineira é uma região montanhosa e que tem a maior parte de seu território, cerca de 70 % da área total, dominado por terrenos de vertentes e, portanto, de elevadas declividades. Considerando-se que a disponibilização de áreas de baixa declividade para a construção de rampas é difícil na região, o desenvolvimento de tecnologia e a obtenção de parâmetros de projeto para áreas declivosas tornam-se necessários.

A disposição de águas residuárias sobre o solo apresenta, segundo TAYLOR e NEAL (1982), uma série de vantagens, podendo-se citar, entre elas, o benefício agrícola, o baixo investimento (custo oscila entre 30 e 50% do custo do tratamento convencional), o pequeno custo de operação e o baixo consumo de energia.

Na avaliação da eficiência de sistemas de tratamento de águas residuárias tem sido muito utilizado o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (KAWAI, 1991; VON SPERLING, 1996a), que dá informações no que diz respeito à quantidade de oxigênio necessária para oxidar biologicamente o material orgânico presente na água.

O teste da Demanda Química de Oxigênio (DQO), por ser de mais rápida execução, é também precioso na medida da matéria orgânica em despejos que contenham substâncias tóxicas à vida. O oxigênio da matéria orgânica que pode ser oxidado é medido usando-se um agente oxidante em meio extremamente ácido (BRAILE e CAVALCANTI, 1979).

O presente trabalho teve como objetivo a obtenção das equações de decaimento de DBO e DQO de águas residuárias da lavagem e despolpa do fruto do cafeeiro, submetidas ao escoamento superficial em rampas de tratamento cultivadas com aveia preta, além de avaliar o efeito da declividade das rampas na remoção de poluentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Para aplicação das águas residuárias por escoamento superficial, foram construídas rampas de tratamento com 1,0 de largura, espaçamento de 0,5 m entre rampas, 10,0 m de comprimento e declividade de 5 e 15%, onde foi semeada aveia preta (*Avena strigosa schreb*), com espaçamento de 0,15 m entre linhas de plantio. O solo foi gradeado até a profundidade de 20 cm.

As águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro, após passarem pelo pré-tratamento, foram recebidas em tanques de espera, de onde foram bombeadas para caixas de distribuição

de nível controlado, de onde foram aplicadas por gravidade no solo das rampas, por meio de tubos perfurados, posicionados no início das rampas experimentais. O controle da vazão foi efetuado por meio de válvulas de gaveta.

A aplicação da água residuária foi feita a uma taxa de $0,10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, de forma a se aplicar o equivalente a $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ de DBO_5 , durante todo o período em que o sistema de beneficiamento dos frutos esteve em funcionamento.

Foram então coletadas amostras da água residuária e do efluente drenado das parcelas experimentais em seis diferentes pontos: o primeiro na entrada da rampa, o segundo, terceiro, quarto e quinto pontos, nas distâncias de 2, 4, 6 e 8 m, respectivamente, e o sexto ponto, na saída da rampa, para análises, seguindo-se metodologia apresentada por RUMP e KRIST (1992) e APHA (1995), para o parâmetro de DBO_5 (determinação da concentração de oxigênio dissolvido pelo método iodométrico) e DQO (demanda química de oxigênio). Aos dados obtidos foram ajustadas equações de decaimento, modelo exponencial, da DBO e DQO, com o percurso de água residuárias em rampas de tratamento, segundo o EPA (1981).

$$C/C_0 = A \cdot e^{(B \cdot Z)} \quad (\text{Equação 1})$$

em que

C – concentração em um ponto z qualquer (mg L^{-1});

C_0 – concentração afluente (mg L^{-1});

Z – distância percorrida na rampa de tratamento (m);

A - constante;

B - coeficiente da taxa de remoção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da eficiência de remoção de poluentes nas rampas de tratamento foi feita a partir das análises de DBO_5 e DQO do efluente coletado nas rampas, em seis diferentes pontos: o primeiro na entrada da rampa, o segundo, terceiro, quarto e quinto pontos, nas distâncias de 2, 4, 6 e 8 m, respectivamente, e o sexto ponto, na saída da rampa. Posteriormente, os valores foram analisados estatisticamente, sendo utilizado o programa “Statistica for Windows”, para ajuste das equações de

decaimento da DBO e DQO, modelo exponencial (Equação 1), conforme proposto pelo EPA (1981). Os parâmetros estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Coeficientes das curvas de decaimento, determinados para duas declividades de rampas, cultivadas com aveia, para tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro.

Variável dependente	Declividade das rampas	Coeficientes das equações		R ²
DBO	5%	A	1,0388	
		B	-0,0954	
DBO	15%	A	1,0369	
		B	-0,0825	
DQO	5%	A	1,0351	
		B	-0,0726	
DQO	15%	A	0,9422	
		B	-0,0651	

A – constante.

B - coeficiente da taxa.

Na análise das equações obtidas, o valor de B determina a taxa de remoção de matéria orgânica e serve como parâmetro de comparação da capacidade de remoção das rampas ao longo do seu comprimento. Os valores encontrados para a taxa de remoção de matéria orgânica da ARC, -0,0954 para DBO e -0,0726 para DQO, foram maiores que os encontrados por CORAUCCI FILHO (1991), o qual encontrou valores de -0,138, numa inclinação da rampa de 6% e taxa de aplicação de $0,15\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, para DBO, e de -0,185, nas mesmas condições, para DQO, em rampas de tratamento de esgotos domésticos por escoamento superficial.

Os valores de B obtidos nas rampas de 5% praticamente não diferiram dos encontrados para as rampas de 15%, permitindo concluir que a declividade não influenciou na capacidade de remoção de DQO e DBO nas rampas de tratamento.

Baseando-se na legislação ambiental, que exige um mínimo de 85% de eficiência em sistemas de tratamento de águas residuárias para que o efluente possa ser lançado em corpo hídrico (VON SPERLING, 1996), os comprimentos de rampa necessários para que fosse atingida a referida eficiência na remoção de DQO foram de 26,6 e 28,2 m, para as declividades de 5 e 15%, respectivamente. No caso da DBO, os comprimentos estimados para as rampas de tratamento foram de 20,3 e 23,4 m, para as declividades de 5 e 15%, respectivamente.

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que o sistema de disposição ao solo por escoamento superficial é uma boa alternativa para locais onde se dispõe de área para construção das rampas de tratamento, podendo-se utilizar terrenos declivosos, predominantes na região cafeeira da Zona da Mata-MG para o tratamento das águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro.

CONCLUSÕES

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

- As rampas de tratamento proporcionaram, para um mesmo comprimento de rampa, maior eficiência de remoção de DBO do que de DQO no tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro.
- Houve pequena influência da declividade da rampa de tratamento nas taxas de remoção de DBO e de DQO do líquido em escoamento. Entretanto, a taxa de remoção nas rampas de tratamento com declividade de 5% foi sempre superior às obtidas nas rampas de 15% de declividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – Standard methods for the examination of water and wastewater. New York: APHA, WWA, WPCR, 19a. ed., 1995
- BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais.** São Paulo, CETESB, 1979. 764 p.
- CORAUCCI FILHO, B. Tratamento de esgotos domésticos no solo pelo método de escoamento superficial. USP, São Paulo, 1991. 400p. (Tese de doutorado).
- KAWAI, H. Avaliação do desempenho de estações de tratamento de esgotos. São Paulo: CETESB, 1991. 38 p.
- MATOS, A.T. e SEDIYAMA, M.A.N. Riscos potenciais ao ambiente pela aplicação de dejetos líquidos de suínos ou compostos orgânicos no solo. In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS, 1º, Ponte Nova-MG, EPAMIG, 1995, **Anais...** Viçosa, 1996. p. 45.
- RUMP, H.H. & KRIST, H. Laboratory manual for the examination of water, waste water, and soil. Weinheim, VCH, 1992. 190 p.
- SPERLING, M.V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243 p., V. 1. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais.
- TAYLOR, G.L. & NEAL, L.A. Land treatment of waste as an industrial siting advantage. In: INDUSTRIAL WASTE CONFERENCE, 37th, Purdue University, 1982. Proceedings..., p. 11-13.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA Process design manual – land treatment of municipal wastewater. Washington D.C. Department of the interior, 1981, 625 p.