

EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE POLUENTES EM DIVERSAS ETAPAS DO TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA LAVAGEM E DESPOLPA DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO¹

Roberta Alessandra Bruschi GONÇALVES², UFV; Antonio Teixeira de MATOS³, UFV, atmatos@mail.ufv.br; Ronaldo FIA⁴, UFV; Danilo Costa FUKUNAGA⁴, UFV

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência na remoção de poluentes no pré-tratamento, tratamento primário e secundário de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. Foram coletadas amostras em sete pontos distintos, ao longo do sistema de tratamentos para análise da DBO, DQO, sólidos sedimentáveis (SP), sólidos totais (ST), sólidos fixos totais (SFT), sólidos voláteis totais (SVT), pH, condutividade elétrica e concentração de amônio, nitrato, ortofosfato e potássio. Concluiu-se que os reservatórios que recebem as águas residuárias atuam apenas como sedimentadores e não como lagoas anaeróbias, uma vez que houve, no processo, significativa remoção de SP e ST e não de DBO e DQO. A passagem nos reservatórios proporcionou diminuição da concentração de nitrato e potássio na água, porém proporcionou aumento do amônio. Remoção significativa de nutrientes da água (entre 65,8 % e 97,0%) ocorreu apenas quando da passagem água na área alagada colonizada por taboa (tratamento secundário).

PALAVRAS CHAVE: Águas residuárias, beneficiamento de frutos do cafeeiro, tratamento de águas residuárias

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the efficiency in the removal of pollutant in the preliminary primary and secondary treatment of wastewater of the coffee fruits pulping. Samples were collected in seven different points, along the system of treatments for analysis of DBO, DQO, settleable solids (SP), total solids (ST), total fixed solids (SFT), total volatile solids (SVT), pH, electric conductivity and concentration of ammonium, nitrate, orthophosphates and potassium. The reservoirs that receive the wastewaters don't act as anaerobic ponds but as sedimentation tanks, because presented significant removal of SP and ST but not of DBO and DQO. The passage in the reservoirs provided decrease of the concentration of nitrate and potassium in the water, however it provided increase of the ammonium. Significant removal of nutrients of the water (between 65,8% and 97,0%) just happened when the water passed in the wetland colonized by *Thypha* (secondary treatment).

KEY WORDS: wastewaters, coffee fruits processing, wastewater treatment

INTRODUÇÃO

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. Devido ao elevado poder poluente que estas águas detêm, torna-se inadmissível o seu lançamento, sem tratamento, em corpos hídricos, 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.

Para avaliação da eficiência de sistemas de tratamento de águas residuárias tem sido muito utilizado o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (KAWAI, 1991 e VON SPERLING, 1996a), que nos dá informações no que diz respeito à quantidade de oxigênio necessária para oxidar biologicamente o material orgânico presente na água. 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 (DBO₅, 20°C) seja de 60 mg L⁻¹ ou a eficiência do sistema de tratamento para remoção da DBO seja superior a 85% (CAMPOS et al., 1998).

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 equivalente da matéria orgânica que pode ser oxidado é medido usando-se um agente oxidante em meio extremamente ácido (BRAILE e CAVALCANTI, 1979).

¹ Trabalho financiado com recursos do **CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ**

² Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola, bolsista do CNPq;

³ Professor Adjunto, D.S. Depto. de Eng. Agrícola, UFV;

⁴ Estudante de graduação, bolsista de Iniciação Científica do CNPq

Na caracterização química do efluente, a determinação do pH é um aspecto importante, uma vez que a faixa adequada à existência de vida é muito estreita e crítica (6 a 9), além disso podem dar indicativos da dificuldade de tratamento das águas residuárias por métodos biológicos (VON SPERLING, 1996a). Outros parâmetros importantes são a concentração de nitrato, amônio, de macronutrientes e metais pesados. Os dois primeiros porque dão idéia da forma com que está ocorrendo a degradação do material orgânico, ou seja, se em condições aeróbias ou anaeróbias. Além disso, o nitrato quando em concentração acima de 10 mg L^{-1} em água utilizada para consumo, passa a oferecer riscos à saúde humana. Os macronutrientes trazem problemas de eutrofização de corpos hídricos e os metais pesados riscos de contaminação da flora e fauna.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de remoção de poluentes no pré-tratamento e tratamentos primário e secundário de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas sete amostras de águas residuárias contemplando a entrada e saída de cada unidade de tratamento em uma propriedade agrícola produtora de café, denominada Fazenda Lage, de 134 ha de área, localizada no Novo Silvestre, Viçosa-MG.

A primeira amostra de água foi retirada na bica de saída dos efluentes da despolpadora, apresentado, dessa forma, composta por líquido e cascas. Uma segunda amostra foi coletada no efluente do peneiramento decorrente do uso de peneiras de furos de 6 mm de diâmetro. A terceira, quarta, quinta e sexta amostras foram coletadas, respectivamente, à entrada e saída do primeiro reservatório, entrada e saída do segundo reservatório (receptor do efluente do primeiro reservatório). Os reservatórios possuem, uma profundidade útil de 2 metros, apresentando, o primeiro, área de 57 x 25 m e o segundo de 48 x 23 m.

A sétima e última amostra foi coletada no efluente da área alagada, de aproximadamente 7040 m^2 (320 m x 22 m) de área colonizada por taboas (*Thypha*), receptora do efluente do segundo tanque. A área é naturalmente alagada, graças à existência de uma nascente no local, sendo essa nascente responsável por uma vazão de $2,68 \text{ L s}^{-1}$. Como a vazão efluente do segundo reservatório é, em média, de 3 L s^{-1} , conclui-se que da vazão de água drenante da área alagada, cerca de 52,8% seja referente à contribuição do efluente do sistema primário de tratamento.

As amostras coletadas nos diversos pontos do sistema de tratamento foram analisadas no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. As seguintes análises, seguindo metodologia apresentada no Standard Methods (APHA, 1995), foram realizadas: sólidos sedimentáveis (SP), determinado em cone de Imhoff; sólidos totais (ST), após secagem em estufa a 110°C por 24 h; sólidos fixos totais (SFT), por combustão em mufla a 550°C ; sólidos voláteis totais, por diferença entre os totais e os fixos; DQO, pelo método do refluxo e DBO, pelo método iodométrico. A determinação da condutividade elétrica, com uso de potenciômetro; pH, com peagâmetro e das concentrações de nitrato, amônio, ortofosfato e potássio foram feitas por colorimetria, seguindo-se recomendações de RUMP e KRIST (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado das análises físicas e químicas das amostras estão apresentados no Quadro 1. No pré-tratamento, o sistema de peneiramento foi capaz de separar 2,8 L de cascas em cada 20 L de efluente bruto da máquina de despolpa, não tendo sido verificado a presença de sólidos grosseiros no efluente. A não ser a redução na concentração de nitrato e ortofosfato, pequenas alterações foram observadas nas características da água após sua passagem pelo gradeamento. A diminuição da concentração de nitrato poderia estar associada à sua rápida transformação a amônio pelas bactérias, entretanto, aumento proporcional não foi verificado na concentração deste ânion nas amostras coletadas nesta etapa do tratamento.

No tratamento primário, a maior eficiência na remoção de sólidos das águas ocorreu, conforme esperado, no primeiro reservatório que apresentou eficiência de 99,6% na remoção de sólidos sedimentáveis, de 46,6% na remoção de sólidos totais e de 59,4% nos sólidos voláteis. Como não houve decréscimo aparente na DBO e DQO pode-se concluir que, apesar do tempo de detenção nas lagoas ser de 11,0 dias no primeiro reservatório e de 9,2 dias no segundo, como é típico de lagoas anaeróbias em série (VON SPERLING, 1996b), os tanques estão operando apenas como sedimentadores. A não observação de decréscimo na carga orgânica, entretanto, deve-se em parte à sensível alteração nas características da água residuária em função do tipo de fruto em processamento. Quando o fruto em beneficiamento é do tipo "coco" a carga orgânica é menor e, por isso os valores de DBO e DQO também. Entretanto, quando frutos

do tipo “cereja” é que são processados, a água residuária adquire carga orgânica maior e há sensível elevação da DBO e DQO. Acredita-se que, pode ter havido acúmulo de águas residuárias da lavagem de frutos tipo “cereja” nos reservatórios, razão porque os elevados valores encontrados, principalmente no segundo.

O pH das águas baixou de 5,1 para 4,5-4,6 nos reservatórios, o que pode ser explicado pelas reações anaeróbias de primeira fase que geram como subproduto da degradação do material orgânico bruto, ácidos orgânicos diversos. O decréscimo na concentração de nitrato foi seguido por proporcional aumento na concentração do amônio, o que pode ser explicado da mesma forma como foi feito acima. Nesse caso, o tempo de detenção de 11,0 dias, no primeiro, e de 9,2 dias, no segundo reservatório, foram suficientes para que essas transformações se processassem. A remoção de ortofosfato, nutriente frequentemente associado ao material orgânico particulado, pode ser devido à, já comentada, remoção de sólidos, especialmente dos floculados. O potássio, ao contrário, mostrou-se muito pouco removível das águas, comprovando sua elevada solubilidade em águas residuárias.

No tratamento secundário em área alagada e colonizada por taboa, ainda que ocorra uma diluição do efluente do segundo reservatório com a água nascente no local, verificou-se que, os parâmetros avaliados decresceram muito mais que uma simples divisão de seus valores por 1,89 (razão entre a vazão do efluente e a da nascente). A eficiência de remoção de ST, SFT, SVT, DQO e DBO foram, respectivamente, de 86,2%, 77,9%, 90,8%, 97,4% e 96,5%. O aumento da concentração de SP deve-se, provavelmente, a materiais de solo e plantas que entram em suspensão na corredeira do curso d'água formado. Importantes resultados foram, entretanto, obtidos no que se refere à remoção de nutrientes. Valores de 65,8%, 84,9%, 97,0% e 94,0% foram obtidos para a remoção de nitrato (N-NO_3^-), amônio (NH_4^+), ortofosfato e potássio, podendo ser este sistema de tratamento considerado de elevada eficiência na remoção de nutrientes.

CONCLUSÕES

O pré-tratamento foi eficiente na remoção de sólidos grosseiros;

No tratamento primário foram obtidas remoções de 99,6%; 46,6% e 59,4%, respectivamente para SP, ST e SVT no primeiro reservatório. Os reservatórios, apesar de apresentarem tempo de detenção típicos de lagoas anaeróbias, atuam como sedimentadores;

No tratamento secundário em áreas alagadas foram obtidas grandes eficiências de remoção de sólidos, DQO e DBO, além de remoções de 65,8%; 84,9%; 97,0% e 94,0%, respectivamente, para nitrato, amônio, ortofosfato e potássio.

QUADRO 1. Análise física e química das amostras coletadas em diferentes pontos do sistema de tratamento de água residuária da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro

Amostra*	SP mL L ⁻¹	ST ----- g L ⁻¹	SFT ----- g L ⁻¹	SVT ----- g L ⁻¹	CE ----- dS m ⁻¹	pH	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P ----- mg L ⁻¹	K ----- mg L ⁻¹	DQO	DBO
1	45	3,675	0,534	3,141	0,948	5,2	38,1	64,2	20,2	209,39	3900	3242
2	41	3,348	0,547	2,801	1,090	5,1	23,4	55,5	16,5	181,41	3200	3157
3	48	3,611	0,62	2,991	1,107	5,1	16,8	55,5	14,5	328,29	3850	3256
4	0,2	1,929	0,716	1,213	1,045	4,5	4,5	233,4	11,1	288,07	4900	2952
5	0,5	1,925	0,739	1,186	1,109	4,6	4,1	237,0	12,6	286,32	5000	3660
6	< 0,1	1,852	0,666	1,186	1,135	4,6	3,8	257,3	10,1	286,32	5050	3236
7	8	0,256	0,147	0,109	0,164	5,8	1,3	31,7	0,3	17,05	130	113

* Amostra 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7 correspondem, respectivamente, às posições de saída da máquina despulpadora, saída do pré-tratamento (peneiramento), entrada do primeiro reservatório, saída do primeiro reservatório, entrada do segundo reservatório, saída do segundo reservatório e saída da área alagada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – **Standard methods for the examination of water and wastewater**. New York: APHA, WWA, WPCR, 19^a. ed., 1995.
- BRAILE, P. M. e CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo, 1979.
- CAMPOS, L.P.R.; LOPES, A.L.B.; HORTA, A.H.L.; CARNEIRO, R. **Licenciamento ambiental: coletânea de legislação**. Belo Horizonte: FEAM; Projeto Minas Ambiente, 1998. 382 p. (Manual de saneamento e Proteção ambiental para os Municípios; v. 5)

- KAWAI, H. **Avaliação do desempenho de estações de tratamento de esgotos**. São Paulo: CETESB, 1991. 38 p.
- RUMP, H.H.; KRIST, H. **Laboratory manual for the examination of water, waste water, and soil**. Weinheim: VCH, 1992. 190 p.
- VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2 ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996a. 243 p.
- VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996b. 134 p.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425