

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA EM ÁREA ALAGADA USADA PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA LAVAGEM E DESPOLPA DE FRUTOS DE CAFEIEIRO¹

Antonio Teixeira de **MATOS**²;UFV, atmatos@mail.ufv.br;

Ronaldo **FIA**³, UFV;

Alessandra Bachetti **PINTO**⁴, UFV;

Raimundo Rodrigues **GOMES FILHO**⁵; DNOCS;

Ana Augusta Passos **REZENDE**⁶, UFV.

RESUMO: Com o objetivo de monitorar a qualidade da água superficial e subterrânea em área alagada usada para tratamento de águas residuárias da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro, amostras quinzenais da água coletada em poços e à entrada e saída de duas áreas povoadas com vegetação de taboa (*Thypha*). Os resultados preliminares estão indicando eficiências na remoção de DQO, DBO, amônio e potássio de 89,0; 86,6; 83,5 e 89,4% na área alagada 1, enquanto na área alagada 2, as eficiências de remoção dos mesmos parâmetros foram, respectivamente, de 95,6; 95,4; 89,2 e 81,9%. Amostras de água de alguns poços localizados a jusante da área apresentaram valores de DQO, DBO, nitrato e potássio superiores aos encontrados nos poços localizados a montante das áreas alagadas, indicando possível contaminação das águas subterrâneas rasas.

PALAVRAS CHAVE: áreas alagadas, tratamento de águas residuárias, remoção de poluentes

SUPERFICIAL AND UNDERGROUND WATER QUALITY OF WETLAND USED FOR TREATMENT OF COFFEE FRUITS WASTEWATERS

ABSTRACT: With the objective of monitoring the quality of the superficial and underground water in wetland used for treatment of coffee fruits wastewaters, biweekly samples of the water collected in wells and to the entrance and exit of two areas with *Thypha*. The preliminary results are indicating efficiencies in the removal of DQO, DBO, ammonium and potassium of 89,0; 86,6; 83,5 and 89,4% in the wetland 1, while in the wetland 2, the efficiencies of removal of the same parameters were, respectively, of 95,6; 95,4; 89,2 and 81,9%. Samples of water of some located wells the downstream of the area presented higher values of DQO, DBO, nitrate and potassium them found in the upstream wells to wetlands, indicating possible contamination of the shallow underground waters.

KEY WORDS: wetlands, wastewater treatment, pollutant removal

INTRODUÇÃO

A demanda crescente por recursos tem levado a exploração de novas opções para controle e tratamento das águas residuárias. Neste contexto tem sido observado um crescente uso de ambientes naturais no tratamento de águas residuárias.

O desenvolvimento da tecnologia de sistemas naturais de tratamento de águas residuárias tem incorporado, como alternativa, o uso das denominadas 'terras úmidas', ou 'áreas inundáveis', ou 'áreas alagáveis' (wetlands), sistemas que são capazes de remover sedimentos, nutrientes e cargas orgânicas poluidoras superficiais ou subterrâneas.

A proposta de sistemas naturais ou construídos para tratamento de efluentes foi inicialmente feita por ODUM (1983), tanto para lagoas costeiras como para áreas alagáveis, terras úmidas, após o exame de microcosmos e situações reais de lançamento de efluente em sistemas naturais.

Por definição, áreas alagadas ou terras úmidas são terras onde a superfície da água está perto da superfície do solo, por período suficiente para manter condições de solo saturado, ao longo do ano e com vegetação característica associada (CAMPOS, 1999). Segundo ESTEVES (1988) áreas alagáveis compreendem um

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

² Professor Adjunto, D.S., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, bolsista do CNPq, Viçosa-MG;

³ Estudante de graduação do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFV, bolsista de Iniciação Científica do CNPq;

⁴ Mestranda em Engenharia Agrícola, UFV, bolsista da FAPEMIG;

⁵ Engenheiro Agrônomo, D.S., DNOCS;

⁶ Estudante de Doutorado em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, bolsista do CNPq

grande numero de ambientes naturais, que oferecem excelentes condições para o crescimento de macrófitas aquáticas. Entre estes ambientes podem ser citados: pântanos, brejos, banhados, turfeiras, margens de rios, riachos, regiões litorâneas de lagos e lagoas, lagos muito rasos, manguezais, etc.

Existem, porém, restrições legais para o uso de terras úmidas naturais como componentes funcionais de sistemas de tratamento de água residuária. Do ponto de vista regulatório, as áreas alagáveis naturais são usualmente consideradas corpo d'água receptor, conseqüentemente, lançamentos em áreas alagáveis, em muitos casos, devem estar de acordo com os padrões exigidos pela legislação pertinente, a qual geralmente estipula tratamento secundário ou avançado. Além disso, não é incomum observar-se alterações na qualidade do solo e água superficial e subterrânea, com conseqüente impacto no ecossistema natural.

Dentre as macrófitas aquáticas mais usadas em área alagadas estão as espécies pertencentes aos gêneros *Typha*, *Juncos*, *Scirpus*, *Carex* e *Phragmites* (HAMMER, 1990). Entretanto, em áreas alagadas naturais, espécies como, por exemplo, do gênero *Typha* e *Scirpus* tendem a serem dominantes em função de sua maior resposta aos nutrientes aportados ao local (HAMMER, 1990).

Dentre as funções das macrófitas aquáticas, incluem-se (a) absorção de nutrientes e outros constituintes da água residuária; (b) a transferência de oxigênio para o substrato através do sistema radicular e das rizomas; (c) inibição do crescimento de algas sobre o substrato causada pela sombra promovida pelas folhas; (d) suporte ao crescimento de biofilmes, que se formam em rizomas, raízes e serrapilheira.

Estudos experimentais e em escala real têm mostrado que esses sistemas possuem boa capacidade de redução de DBO, sólidos suspensos, nitrogênio, fósforo, traços de metais e orgânicos, e patogênicos. Essa redução é efetuada em conseqüência da atuação de diversos mecanismos tais como sedimentação, filtração, precipitação e adsorção química, interações microbiana e da vegetação e complexação.

Recomenda-se uma taxa de aplicação superficial inferior a $70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ de DBO, caso deseje-se obter um efluente final com concentração de 30 mg L^{-1} de DBO ou de $0,015 - 0,050 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ para fluxos superficiais ou sub-superficiais, com um tempo de detenção hidráulico de 4 a 15 dias (METCALF & EDDY, 1991).

O sistema de terras úmidas construídas tem apresentado de certa forma boa eficiência, verificando-se uma dependência do tipo de sistema (superficial ou subsuperficial), do tipo do substrato utilizado, da vegetação e carga aplicada. Nos sistemas tratando águas residuárias domésticas foram observadas as seguintes faixas de desempenhos: remoção de DBO de 60 a 96%; sólidos suspensos (SS) de 53 a 95%, nitrato (N-NH_3) de 6 a 94%, N total - 60%, P de 10 a 90%, e altas reduções de coliformes fecais, de 93 a 100% (MARQUES, 1999; REED et al., 1995; PERSYN et al., 1998).

O objetivo deste trabalho é de avaliar as características químicas das águas superficiais e subterrâneas em áreas alagadas, colonizadas por taboas, usadas para tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro, bem como avaliar a eficiência do sistema de tratamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Lage, situada no município de Viçosa-MG. O sistema de tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro foi constituído por duas áreas de brejo, colonizadas por vegetação de taboa (*Thypha*). A primeira área dispõe de uma área em torno de 420 m^2 ($35 \text{ m} \times 12 \text{ m}$) e a segunda de 7040 m^2 ($320 \text{ m} \times 22 \text{ m}$). Na primeira área alagada foi aplicado, cinco vezes por semana, uma taxa de $70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de DBO_5 . Na segunda área alagada todo o efluente do segundo reservatório foi lançado, o que representou uma taxa de aplicação média de $276 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ de DBO_5 .

Para monitoramento da qualidade da água subterrânea, foram perfurados três poços, um a montante e dois a jusante. Os poços foram perfurados cerca de um mês antes do início das amostragens de água, à exceção do Poço de Observação 3, que foi perfurado no dia 03/07. Além desses poços, a água de uma cisterna utilizada por moradores locais, situada a cerca de 20 m de diferença de nível em relação às áreas alagadas, também passou a ser monitorada a partir de 06/07. As posições de coleta de amostras de água, além das definidas pelos poços e cisterna, foram na entrada e saída das áreas alagadas 1 e 2 (Figura 1).

As amostras foram coletadas em períodos, aproximadamente, quinzenais, coincidindo com os dias 19/06, 06/07 e 24/07. O material foi imediatamente levado ao Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV para a realização das análises. As análises de DQO, analisadas pelo método do refluxo aberto, DBO, analisadas com determinação de oxigênio dissolvido pelo método iodométrico, seguiram recomendações da APHA (1995). As concentrações de nitrato, amônio, ortofosfato reativo e potássio foram obtidas por colorimetria (RUMP e KRIST, 1992), enquanto a dureza total foi determinada pelo método titulométrico (APHA, 1995).

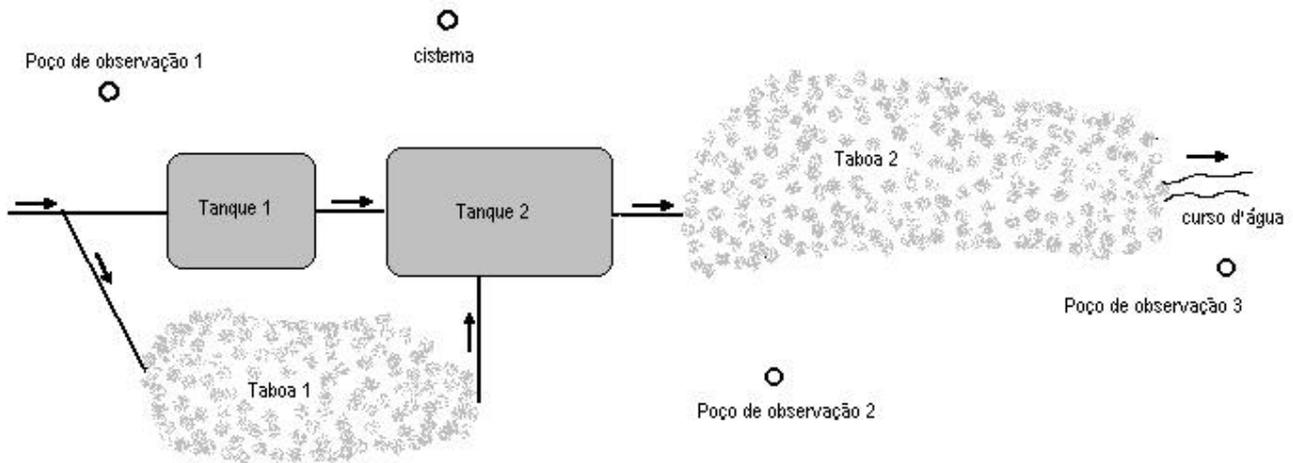


Figura 1 .Distribuição do sistema de tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro e disposição dos poços de observação na área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado das análises químicas das amostras de águas, superficiais e subterrâneas, coletadas em diferentes pontos da área de implantação do sistema, está apresentado no Quadro 1.

A eficiência média de remoção de DQO, DBO da área alagada 1, considerando-se as análises de amostras coletadas em 06/07, 24/07 e 07/08, foi de 87,6% e 86,6%, respectivamente; para esses mesmos parâmetros, considerando resultado de todas as análises, a área alagada 2 apresentou, na mesma ordem, eficiências de remoção de 95,6% e 95,4%. Em relação ao nitrogênio, apenas o amônio foi removido de forma significativamente, tendo sido obtido valores de 83,5% e 89,2%, respectivamente para as áreas alagadas 1 e 2. A remoção média de potássio foi de 89,4% na área alagada 1 e de 81,9% na área alagada 2. O ortofosfato apresentou remoção de 84,9% na área alagada 1 e de 89,05 na área alagada 2.

A maior remoção de DQO, DBO, amônio e ortofosfato na área alagada 2, a despeito da maior carga orgânica aplicada, pode estar associado ao maior comprimento (320m) e, por isso, maior tempo de detenção da água residuária na área colonizada por taboas e à diluição do efluente provocada pelas nascentes do local.

Os resultados obtidos com as áreas alagadas podem ser considerados muito bons, entretanto, a comparação dos resultados das análises químicas das águas dos poços de observação localizados a montante com os de jusante das áreas devem ser motivo de preocupação. As amostras do Poço de Observação 3, localizado mais a jusante da área, próximo ao leito do curso d'água apresentaram valores de DQO e DBO superiores aos encontradas nos Poço de Observação 1 e Cisterna, considerados como testemunha por estarem posicionados a montante das áreas alagadas. Ainda que seja um pouco prematuro se concluir alguma coisa, verifica-se uma tendência de aumento da concentração de nitrato e dureza total na água subterrânea do poço 4. O aumento da concentração de potássio, cátion de grande mobilidade no solo, nas amostras do Poço de Observação 3, localizado na saída da área alagada 2, pode também ser tomado como sintoma da contaminação das águas subterrâneas rasas.

O poço de Observação 3, por estar mais próximo ao curso d'água drenante da área alagada 2, acusa mais rapidamente alterações na qualidade química da água superficial. Dessa forma, como a partir do dia 04/08 água residuária deixou de ser aplicada na área alagada 2, as características químicas da água coletada nesse poço tenderam a melhorar. Acredita-se que apenas um intenso fluxo de água subterrânea possibilite alterações tão rápidas nessas águas.

CONCLUSÕES

O monitoramento da qualidade da água superficial e subterrânea, realizado até o momento na área experimental proporcionou as seguintes observações:

- o sistema possui boa eficiência na remoção de DQO, DBO, $N-NH_4^+$, P, K e dureza total, estando a remoção de DBO em torno de 87%, na área alagada 1 e acima dos 95% na área alagada 2, constituindo, por isso, solução alternativa ao tratamento das águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro;
- o sistema mostrou-se resistente a condições operacionais variadas, requerendo pouca energia e mão-de-obra;

- amostras de alguns poços de observação dão indicativos de contaminação da água subterrânea com íons de maior mobilidade. O monitoramento da qualidade da água subterrânea é fundamental em sistemas naturais alagados de tratamento de águas residuárias em vista os elevados riscos de contaminação que proporcionam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – **Standard methods for the examination of water and wastewater**. New York: APHA, WWA, WPCR, 19^a. ed., 1995.
- CAMPOS, J.R. (coord.) **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, ABES, 1999. 435p..
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciencia/FINEP, 1988. 575p.
- HAMMER, D.A. **Constructed Wetlands for Wastewater Treatment**. Boca Raton, Lewis, 831p. 1990.
- MARQUES, D.M. Terras Úmidas Construídas de Fluxo Subsuperficial. In: **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, ABES, 1999. 409-435.
- METCALF & EDDY, Inc. **Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, and Reuse**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, Inc. 1991
- ODUM, H.T. **Systems Ecology**. New York, John Wiley, 644p, 1983
- PERSYN, P.A., LESIKAR, B.J., et alli. Constructed Wetlands for Treating Domestic Wastewater. Presented at the **1998 ASAE Annual International Meeting**. Paper No.982091. ASAE, St. Joseph, USA. 1998.
- REED, S.C., MIDDLEBROOKS, E.J., E CRITES, R.W. **Natural Systems for Waste Management and Treatment**, 2nd ed., McGraw-Hill, NY. 1995.
- RUMP, H.H.; KRIST, H. **Laboratory manual for the examination of water, waste water, and soil**. Weinheim: VCH, 1992. 190 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