

EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE $\text{DBO}_{5, 20\text{ }^{\circ}\text{C}}$ DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE ESGOTO DOMÉSTICO BRUTO POR UM CONJUNTO DE FILTROS DE AREIA E DE DISCO¹

J. A. A. Souza², A. A. Terra³, S. S. MEDEIROS⁴, J. A. Souza⁵, S. R. Silva⁵, A. A. Soares⁶.

RESUMO: A agricultura irrigada, por ser o maior consumidor individual de água, tem sido alvo de pressões para restrição desse consumo. Paralelamente, 32% dos municípios brasileiros têm apenas sistema de coleta de esgoto, despejando o efluente diretamente em rios. O uso de água residuária para irrigação apresenta várias vantagens (tratamento do esgoto, conservação da água disponível, economia de fertilizantes, melhoria das propriedades físicas do solo), porém se não usada com critério, pode causar uma série de problemas. Este trabalho objetivou avaliar a eficiência de remoção de $\text{DBO}_{5, 20\text{ }^{\circ}\text{C}}$ de água residuária por um conjunto de filtros de areia e de disco. Em uma área plantada com café catuai, irrigada por gotejamento, com água residuária bruta de origem doméstica, montou-se um filtro de areia e um filtro de disco. A água residuária passava pelo filtro de areia, a seguir pelo de disco, antes dos gotejadores. Amostras do efluente foram coletadas antes do filtro de areia, entre os dois filtros e no gotejador, para análise de $\text{DBO}_{5, 20\text{ }^{\circ}\text{C}}$. Foram feitas 5 análises, com três repetições. A eficiência de remoção média foi de 34,1% no filtro de areia, 38,9% no filtro de disco e 60,3% no conjunto.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade de água, irrigação, reuso.

$\text{BOD}_{5, 20\text{ }^{\circ}\text{C}}$ REMOVAL EFFICIENCY OF GROSS WASTEWATER OF DOMESTIC SOURCE BY A SET OF SAND AND DISC FILTERS

SUMMARY: The irrigated agriculture is the biggest consumer of utilized water in the world. By this, it has standing pressure to reduce that consumption. In other hand, 32% of Brazilian cities have sewerage system and its throw the sewage directly on the rivers. The wastewater use for irrigation presents many advantages (sewage treatment, available water conservation, fertilizers save, improvement of the physical soil properties), but if it wasn't used with criterion, it may to cause many problems. This

¹ Trabalho extraído da Tese de Doutorado do 1º autor, apresentada ao Curso de Eng^a Agrícola da UFV.

² MS Eng^a Agrícola, DEA, UFV. Rua J. B. C. Val, 99/201 – 36.570-000 – Viçosa-MG. Fone 0xx31-3891-6739 (*albertojanauba@gmail.com*).

³ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Eng^a Agrícola, DEA, UFV.

⁴ DS em Eng^a Agrícola, DEA, UFV.

⁵ Bolsista em iniciação científica do CNPq, DEA, UFV.

⁶ Estudante de Eng^a Agrícola e Ambiental, DEA, UFV.

work aimed to evaluate the removal efficiency of BOD_{5, 20 °C} of wastewater by a set of sand and disc filters. In an area cultivated with catuai coffee, under drip irrigation with gross wastewater of domestic source, a set of sand and disc filters was installed. The wastewater passed earlier in the sand filter and subsequently in the disc filter before of the drippers. Samples of wastewater were collected before the sand disc, between filters and after the dripper in order to analyze BOD_{5, 20 °C}. Five analyzes were made, with three replicates. The average BOD_{5, 20 °C} removal efficiency was 34,1% in the sand filter, 38,9% in the disc filter and 60,3% in the set of filters.

KEYWORDS: wastewater, irrigation, reuse.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida. Embora encontrada em abundância no território nacional, já apresenta comprometimento da sua quantidade e qualidade, principalmente nas regiões próximas aos grandes centros. A crescente preocupação com a preservação dos recursos hídricos e a conservação do meio-ambiente, tem conduzido à criação de uma legislação mais rigorosa e eficiente, no intuito de proteger a quantidade e qualidade dos recursos ambientais.

Procurando adequar-se a esta nova política, a sociedade vem buscando tecnologias de menor custo, que minimizem os efeitos negativos de suas atividades impactantes. Dentre as tecnologias disponíveis para o tratamento de água residuária de origem doméstica ou destino final dos efluentes líquidos, destaca-se o método de disposição de água no solo, cuja técnica vem sendo utilizada em grande escala em várias locais do mundo, sobretudo em regiões áridas e semi-áridas.

Atualmente, e devido ao elevado consumo de água pela agricultura, muitos países têm optado pelo aproveitamento de águas residuárias na agricultura (disposição de água no solo), em particular as de origem urbana (METCALF & EDDY, 1991).

As maiores vantagens do aproveitamento da água residuária, são: conservação da água disponível, sua grande disponibilidade, possibilitar o aporte e a reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos) e concorrer para a preservação do meio ambiente (LÉON e CAVALLINI, 1999). Estes alertam que, apesar das vantagens, ambientais e econômicas, a utilização de água residuária indiscriminada na agricultura pode provocar a contaminação microbiológica dos produtos agrícolas, bioacumulação de elementos tóxicos, salinização, impermeabilização e o desequilíbrio de nutrientes no solo.

⁶ PhD em Eng^a Agrícola, Professor Titular do DEA, UFV.

Segundo VON SPERLING (1996), a matéria orgânica carbonácea presente na água residuária é a causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido pelos microorganismos aeróbios nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica. Quando existe matéria orgânica em grande quantidade, esses microorganismos podem consumir todo o oxigênio do corpo hídrico, causando a morte de todos os demais organismos aquáticos aeróbios presentes.

A quantidade de oxigênio necessária para que microorganismos aeróbios mineralizem o material orgânico carbonáceo de uma amostra é equivalente à quantidade de carbono orgânico biodegradável presente na mesma. Sendo assim, a demanda bioquímica por oxigênio (DBO) é um indicativo da quantidade de matéria orgânica presente e, portanto, sua remoção é indicativa da remoção da matéria orgânica.

Este estudo objetivou quantificar a remoção de $DBO_{5, 20\text{ }^{\circ}\text{C}}$ por um conjunto filtrante, composto de um filtro de areia e um filtro de disco, de água residuária bruta de origem doméstica, usada, após filtragem, para irrigação por gotejamento de café catuai.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade Piloto de Tratamento de Água Residuária e Agricultura Irrigada do Departamento de Engenharia Agrícola – DEA da Universidade Federal de Viçosa – UFV, constituída por uma estação elevatória, uma unidade de tratamento de água residuária de origem doméstica (AR) e um sistema de irrigação por gotejamento, que irriga uma área de 0,14 ha de cafeeiro (variedade Catuai) com três anos de idade, espaçamento de 2,5 m entre linhas de plantio e 0,75 m entre plantas.

A AR é conduzida por uma adutora a um filtro de areia; após a filtragem, a AR cai em um tanque com capacidade de 2.500 L. Deste, um conjunto motobomba recalca o efluente para o sistema de irrigação por gotejamento, após passar por um filtro de disco.

O filtro de areia tinha formato cilíndrico com fluxo ascendente, tendo como material filtrante, camadas sobreposta de cascalho, areia grossa lavada, areia fina lavada, areia grossa lavada e cascalho e capacidade de filtragem de aproximadamente $0,2\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$; já o filtro de disco era de 1” com malha de 120 mesh e capacidade de filtragem de até $5,0\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$.

Para quantificar a remoção de DBO pelo conjunto de filtros, foram feitas cinco análises em 26/03/2005, 13/04/2005, 20/04/2005, 27/04/2005 e 04/05/2005, com três repetições em cada análise. Foram coletadas, em cada data, três amostras da água residuária, antes do filtro de areia, entre os dois filtros e na saída do gotejador, as quais foram imediatamente levadas ao Laboratório de Qualidade de Água do DEA para análise.

Como a concentração de material orgânico nas amostras era grande, as mesmas foram diluídas colocando-se 10 mL das amostras em frascos de 300 mL, que foram completados com solução nutriente. Foram preparados dois frascos para cada amostra. Um para determinação imediata do oxigênio dissolvido (OD) e outro para determinação do OD no quinto dia. Estes foram fechados, vedados com selo d'água e conduzidos à incubadora, onde permaneceram por 5 dias, a 20 °C. Também foram preparados dois frascos contendo apenas a solução nutriente, um para determinação imediata de OD da solução nutriente e outro para determinação de OD no quinto dia, o qual também foi incubado por 5 dias.

Para determinação de OD, foram adicionados, para cada frasco, 1 mL de solução de sulfato manganoso, 1 mL de solução iodeto-azida sódica e 1 mL de solução KF. Os frascos foram então fechados e agitados por inversões sucessivas e postos para decantar. Após a decantação (3 min.), foi adicionado 1 mL de ácido sulfúrico concentrado e misturado até a completa dissolução do precipitado. Daí, de cada frasco, foram retirados 50 mL para titulação do iodo liberado. Para titulação foi usada solução de tiossulfato de sódio 0,025 mol L⁻¹ e solução indicadora.

A concentração de OD foi determinada usando-se a equação 1.

(1)

onde:

- OD = concentração de oxigênio dissolvido, em mg L⁻¹;
- V = volume de tiossulfato de sódio gasto na titulação, em mL;
- N = normalidade do tiossulfato de sódio, em mol_e L⁻¹;
- f = fator de correção da solução de tiossulfato de sódio, adimensional e
- V_a = volume da amostra, em mL.

A DBO foi calculada, segundo o Standart Methods (APHA, 1995). Após a determinação da DBO_{5, 20°C} em cada amostra, foram obtidas as médias das três repetições. A eficiência de remoção de DBO_{5, 20°C} foi obtida pela equação 3.

$$E_{DBO_5} = (DBO_{5a} - DBO_{5e}) / DBO_{5a} \cdot 100 \quad (3)$$

onde:

- E_{DBO_5} = eficiência de remoção de DBO₅, em porcentagem;
- DBO_{5a} = demanda bioquímica de oxigênio afluenta, em mg L⁻¹ e
- DBO_{5e} = demanda bioquímica de oxigênio efluente, em mg L⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$ em cada data e em cada posição. A taxa de remoção de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$ pelo filtro de areia foi obtida com os valores entre filtros e antes dos filtros, a taxa de remoção pelo filtro de disco foi obtida com os valores no gotejador e entre os filtros e a taxa de remoção do conjunto dos filtros foi obtida com os valores no gotejador e antes dos filtros.

A tabela 2 apresenta as eficiências de remoção de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$ pelos filtros de areia, de disco e pelo conjunto dos dois filtros e a eficiência média das cinco determinações.

Tabela 1: Valores de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$ na água residuária antes do conjunto de filtros, entre os filtros de areia e de disco e no gotejador, após o conjunto de filtros, em mg L^{-1} .

Data Posição	26/03/2005	13/04/2005	20/04/2005	27/04/2005	04/05/2005
Antes dos filtros	308,19	385,16	446,88	384,56	321,49
Entre os filtros	216,25	342,13	296,28	182,59	182,60
No Gotejador	104,37	217,00	135,01	126,38	144,69

Tabela 2: Eficiência de remoção de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$ na água residuária antes do conjunto de filtros, entre os filtros de areia e de disco e no gotejador, após o conjunto de filtros, em mg L^{-1} , em cinco datas diferentes e a média entre elas.

Data Posição	26/03/2005	13/04/2005	20/04/2005	27/04/2005	04/05/2005	Média
Antes dos filtros	29,83	11,17	33,70	52,52	43,20	34,09
Entre os filtros	51,74	36,57	54,43	30,79	20,76	38,86
No Gotejador	66,14	43,66	69,79	67,14	54,99	60,34

A grande variação na eficiência de remoção se deveu, provavelmente, à grande variação do efluente, tanto em quantidade de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$, quanto em qualidade, pois o mesmo é bastante variável entre datas, e também, devido ao estado de limpeza dos filtros. O filtro de areia era limpo semanalmente com retrolavagem usando água limpa e o filtro de disco era limpo diariamente, no início do dia. Para não interferir no manejo de irrigação da área, preferiu-se não escolher um dia ou hora específicos para retirada das amostras, de forma a obter o comportamento médio dos filtros.

O objetivo da instalação do conjunto de filtros no início do conjunto de irrigação foi, principalmente, a remoção de sólidos suspensos, que poderiam obstruir os gotejadores. Porém, a eficiência de remoção de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$ média do conjunto é bem superior ao tratamento primário de esgotos e equivale à de alguns tipos de tratamento secundário, como lagoas facultativas. Essa eficiência de remoção se aproxima de eficiências de sistemas de tratamento mais complexos, como wetlands vegetados.

VYMAZAL (1998) conseguiu eficiência de remoção de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$ de 86,6% em um wetland vegetado de escoamento subsuperficial e SOUZA et al (2000) conseguiram eficiência de 79% em wetlands idênticos usados no pós-tratamento de efluente proveniente de reatores tipo UASB que tratava os esgotos de Campina Grande-PB, os quais apresentavam eficiência de remoção de apenas 45%.

Considerando a simplicidade do conjunto de filtros e que o mesmo é necessário em irrigação por gotejamento, qualquer que seja a água utilizada, e que o tratamento ainda será completado no solo, a eficiência de remoção de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$ foi bastante satisfatória.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se constatar que o conjunto de filtros de areia e de disco foi eficaz na remoção de $\text{DBO}_{5, 20^{\circ}\text{C}}$, atingindo valores próximos dos obtidos por sistemas de tratamento mais complexos.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19 ed. New York : APHA, AWWA, WPCR, 1995.

LEON, S.G.; CAVALLINI, J.M. Tratamento e uso de águas residuárias industriais. trad. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 110p, 1999.

METCALF & EDDY. Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse, McGraw - Hill Inc.,1991.

SOUZA, J. T.; HAANDEL, A. C.; CABRAL, R. P. B. Desempenho de sistemas wetlands no pós-tratamento de esgotos sanitários pré-tratados em reatores UASB. In: IX SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental, Porto Seguro. Anais... ABES, 2000, p. 1051-1057.

VYMAZAL, J. Removal of BOD_5 in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow: Czech experience. In: 6th International Conference On Wetland Systems For Water Pollution Control, Águas de São Pedro, Brazil. Proceedings... 1998, p. 167-175.

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; 243p, 1996.