

# TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTES SANITÁRIOS EM ETE MISTA

Pulschen, A.A.<sup>1</sup>; Gomes, M.P.M.<sup>\*1</sup>; Urbano, V.R.<sup>1</sup>; Bastos, R.G.<sup>1</sup>; Souza, C.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos – CCA, Araras-SP-Brasil.  
e-mail: marcus.ufscar@gmail.com

**RESUMO:** Consoante a eminente necessidade de utilização de água no meio agrícola, o tratamento e reutilização dos efluentes mostra-se uma alternativa econômica com benefícios socioambientais. Para tanto, este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na redução da DQO<sub>5,20</sub>, DBO, coliformes termotolerantes e totais, e turbidez e a partir destes resultados verificar a adequação do efluente para reúso agrícola. A ETE consiste em: tanque séptico, tanque de microalgas, reator anaeróbio de fluxo ascendente, *wetlands* e pontos de coleta para monitoramento. O tanque de microalgas utiliza a espécie, *Desmodesmus subspicatus*, e as *wetlands* utilizam a espécie *Zantedeschia aethiopica*. Para monitoramento da ETE foram analisados o oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, turbidez, DQO, DBO<sub>5,20</sub>, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio e coliformes totais e termotolerantes. Foi possível observar aumento dos elementos sódio, potássio, cálcio e, conseqüentemente da condutividade elétrica, ocorrência atribuída à pedra britada utilizada no preenchimento do reator anaeróbio e *wetlands*. A eficiência da ETE para os demais parâmetros atinge 90%, incluindo a remoção de nitrogênio e fósforo pela ação das microalgas.

**Palavras-chave:** anaeróbio, DBO<sub>5,20</sub>, DQO, microalgas, wetland.

## BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTEWATER IN A MIX STP

**ABSTRACT:** According to the imminent need for water use in agriculture, the treatment and reuse of effluents is an economical alternative with environmental benefits. Therefore, this study has the objective to evaluate the efficiency of the Sewage Treatment Plant (STP) in reducing of COD, BOD<sub>5,20</sub>, total and thermotolerant coliforms and turbidity, based on these results it will verify the suitability of the effluent for agricultural reuse. The STP consists of: septic tank, microalgae tank, upflow anaerobic reactor, wetlands and inspection points for monitoring. The microalgae tank uses the *Desmodesmus subspicatus* species, and the wetlands uses the *Zantedeschia aethiopica* species. For monitoring the STP it was analyzed the dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, turbidity, COD, BOD<sub>5,20</sub>, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, sodium, total and thermotolerant coliforms. It was possible to observe the increase of the elements sodium, potassium, calcium and consequently of the electrical conductivity, this was attributed to the stones used to complete the upflow anaerobic reactor and the wetlands. The efficiency of the STP for the other parameters reaches 90%, including the nitrogen and phosphorus removal by the action of microalgae.

**Key Words:** anaerobic, BOD<sub>5,20</sub>, COD, microalgae, wetland.

## INTRODUÇÃO

O desordenamento do gerenciamento e da utilização dos recursos naturais pode ocasionar danos irreparáveis ao meio ambiente, prejudicando todos aqueles que deste se beneficiam e cabe à sociedade a busca do equilíbrio na gestão destes recursos.

Frente à escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, associada à perda de qualidade, surge como alternativa potencial de racionalização, a reutilização deste recurso para vários usos, inclusive para irrigação (Bernardi, 2003). Este procedimento possibilita economia de grandes volumes de água potável e fertilizantes, diminuição da descarga de efluentes em corpos d'água e fontes alternativas de água para irrigação. (Leite, 2003; Bernardi, 2003; Santos et al., 2006)

Contudo, águas residuárias podem apresentar restrições ao uso agrícola, devido à presença de patógenos, compostos tóxicos e excesso de sais, podendo promover a salinização e acidificação do solo (Boeira et al., 2002; Cerqueira et al., 2008). Outros fatores

a serem considerados consistem nos teores de matéria orgânica, compostos nitrogenados e fósforo, os quais agem como fertilizantes e condicionadores de solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas (Fasciolo et al., 2002), porém em excesso podem prejudicar o crescimento das culturas a serem irrigadas.

A remoção biológica de nutrientes e a biorremediação por microalgas e cianobactérias vem sendo utilizadas como tecnologias para adequação da qualidade das águas residuárias, e seu uso posterior na agricultura, como leitos cultivados, lagoas de estabilização e reatores anaeróbios devido a seu baixo custo e alta remoção da DBO, nitrogênio e fósforo, bem como a fitorremediação (Bastos et al., 2002; Sandri et al., 2006; Souza et al., 2006; Andrade et al., 2007)

Conforme exposto, o objetivo deste trabalho é utilizar essas tecnologias de forma conjunta, para avaliar a eficiência da ETE na redução da DQO, DBO<sub>5,20</sub>, coliformes termotolerantes e totais, turbidez, e a partir destes resultados verificar a adequação do efluente para reúso agrícola.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), no Centro de Ciências Agrárias (CCA), localizado no Município de Araras/SP, nas coordenadas: latitude 22° 18'53.23"S e longitude de 47° 23'00.91"O, cota 700m.

Foi construída uma estação de tratamento de esgoto (ETE) para tratar o efluente predominantemente doméstico, provindo dos sanitários e restaurante universitário. O dimensionamento da estação permite receber bateladas de 2.000 a 2.500 L de efluente por dia, e foi calculado de acordo com as determinações da NBR 7.229/93 e NBR 13.969/97.

A planta da estação de tratamento de efluentes é composta por um tanque séptico (4.500 L), uma lagoa de microalgas (1.000 L), um reator anaeróbio de fluxo ascendente (2.000 L) e duas *wetlands* (1.000 L). Os tanques são de polietileno e as conexões e caixas de inspeção são constituídas de PVC evitando vazamentos e proporcionando baixo custo e facilidade na construção devido ao uso de materiais populares. (Figura 1)

O tanque séptico tem por objetivo principal a digestão anaeróbia do efluente bruto, com tempo de detenção de aproximadamente, 48 horas. Após esse processo o efluente é destinado, à lagoa de microalgas, que tem como objetivo remover nutrientes como nitrogênio e fósforo. Cultivos da espécie *Desmodesmus subspicatus* foi utilizado na lagoa de microalgas devido à boa proliferação e adaptação ao efluente doméstico, eficiência na decomposição do mesmo e alta sedimentabilidade, assegurando a permanência do cultivo no tanque.

No reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA), ocorre a redução complementar da demanda bioquímica de oxigênio – 5 dias a 20°C - (DBO<sub>5,20</sub>) e demanda química de oxigênio (DQO). O elemento filtrante desse reator é composto por pedra tipo brita nº 4, proporcionando adesão e desenvolvimento do biofilme, o qual atua na degradação da matéria orgânica. Nesta etapa, apresentando menor carga residual o efluente é distribuído para as *wetlands*, preenchida por pedra tipo brita nº 1 e mudas de *Zantedeschia aethiopica* L popularmente conhecida como “copo-de-leite”, escolhida pela eficiência no polimento de efluentes domésticos, remoção de patógenos e embelezamento paisagístico.

O monitoramento da eficiência da ETE teve início no mês de Maio deste ano, com análises regulares dos parâmetros oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica (CE), turbidez, DQO, DBO<sub>5,20</sub>, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio e coliformes totais e termotolerantes, de acordo com as metodologias descritas em APHA(2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A remoção de nutrientes e patógenos que a estação de tratamento apresentou durante o período monitorado, atende aos valores sugeridos pela NBR 13.969:1997, obtendo reduções até maiores que o esperado (Tabela 1). AETE expressou alto percentual de redução da DQO (95,4%) e DBO<sub>5,20</sub> (93,34%), apresentando valores médios, no ponto final de coleta, de 27,80mg L<sup>-1</sup> e 11,63mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. A turbidez apresentou redução de 89,22% sendo a média no último ponto de coleta de 18,67 NTU.

Quanto à contagem de coliformes totais, a redução alcançada foi de 92,86% e termotolerantes de 94,23%, porém, ainda com presença expressiva no efluente final sendo necessário tratamento terciário para sua reutilização ou lançamento em corpos hídricos.

O pH se manteve em 6,90 após o tratamento do efluente, estando próximo da neutralidade durante o período monitorado. Considerando a ação do tanque séptico e do RAFA, a redução do valor de oxigênio dissolvido é de 24,64%, pois apresentava 2,76 mg L<sup>-1</sup> na entrada da ETE e saída com 2,08 mg L<sup>-1</sup>.

Em relação à condutividade elétrica, observou-se elevação de 41,47% passando de 385,7 uS cm<sup>-1</sup> na entrada para 659 uS cm<sup>-1</sup> na saída, ocorrência atribuída ao aumento da concentração dos elementos cálcio (de 11,35 mg L<sup>-1</sup> para 14,87 mg L<sup>-1</sup>), sódio (de 21,45 mg L<sup>-1</sup> para 70,58 mg L<sup>-1</sup>) e potássio (de 8,44 mg L<sup>-1</sup> para 10,55 mg L<sup>-1</sup>), provavelmente devido à liberação de ânions adsorvidos na brita não lavada que foi utilizada para preenchimento do RAFA e *wetlands*.

Para remoção dos elementos nitrogênio e fósforo, a eficiência sugerida pela NBR 13.969:1997 para *wetlands* é de até 90%, dessa forma, a redução de 41,58% para nitrogênio e 20,80% para fósforo é atribuída ao tanque de microalgas, não abrangido por essa NBR.

### CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a eficiência da ETE é satisfatória na redução da turbidez, DBO e DQO, nitrogênio e fósforo. Em relação aos coliformes totais e termotolerantes a eficiência atingiu aproximadamente 90%, porém o efluente ainda apresenta alta concentração de patógenos para ser recomendado o uso agrícola, havendo necessidade de tratamento complementar. Em relação aos nutrientes o reuso agrícola é recomendado como suplemento da fertirrigação aplicada na cultura. É proposta a continuidade do monitoramento uma vez que a formação da rizosfera nas *wetlands* é recente e não está completa, com isso a eficiência tende a melhorar.

### AGRADECIMENTOS

A toda equipe da Universidade Federal de São Carlos, CCA e as instituições de fomento CNPQ e FAPESP pelo respaldo despendido.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21<sup>o</sup> ed. 2005.
- ANDRADE, J.C. da M., TAVARES, S.R.L., MAHLER, C.F. **Fitorremediação, o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. São Paulo, Oficina de textos, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro. 1993. 15 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969: Tanques sépticos Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro. 1997. 60 p.
- BASTOS, R.K.X., BEVILACQUA, P.D., NUNES, F.L., SOREIO, G.P., SILVA, C.V., FREITAS, A.S. **Avaliação do tratamento de esgotos sanitário em lagoas de estabilização tendo em vista a utilização do efluente na agricultura e piscicultura**. XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México, 2008.
- BERNARDI, C.C. **Reuso de água para irrigação**. Tese – Pós-graduação, Especialização *Latu-sensu* MBA. ISEA-FGV/ ECOBUSINESS SCHOOL, 2003.
- BOEIRA, R. C., LIGO, M. A.V., DYNIA, J.F. **Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto**. *Pesq. agropec. bras.* vol.37, n.11, pp. 1639-1647, 2002.
- BRASIL. **Decreto n. 8.468/76**, a qual regulamenta a Lei nº 997 de 31/05/1976 – O decreto dispõe sobre controle de poluição do meio ambiente.
- CERQUEIRA, L. L., FADIGAS, F. S de, PEREIRA, F. A., GLOAGUEN, T.V., COSTA, J. A. **Desenvolvimento de *Heliconiasittacorume Gladiolushortulanus* irrigados com águas**

**residuárias tratadas.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.12, n.6, p.606–613, 2008.

FASCIOLO, G.E., MECA, M.I., GABRIEL, E.; MORÁBITO, J. **Effects on crops of irrigation with treated municipal wastewaters.** *Water Science and Technology*, Oxford, v.45, n.1, p.133-8, 2002.

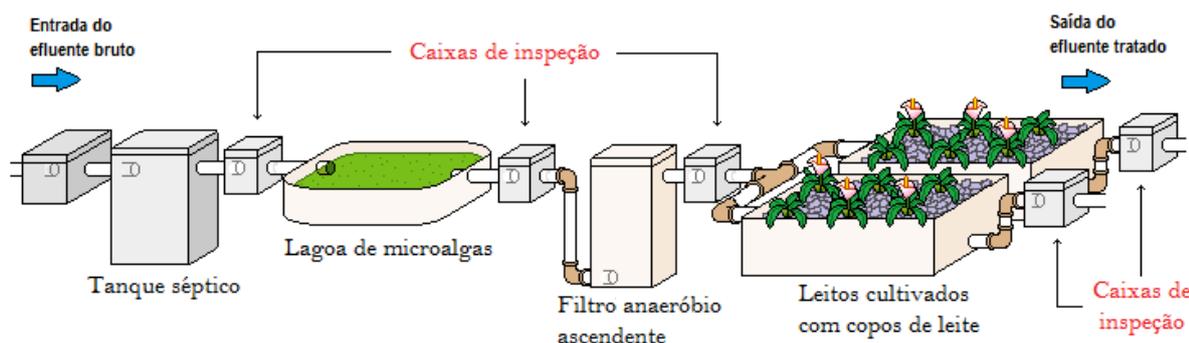
LEITE, A.M.F. **Reuso de água na gestão integrada de recursos hídricos.** Tese – Mestrado, Universidade Católica de Brasília, 2003.

SANDRI, D., MATSURA, E.E., TESTEZLAF, R. **Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação.** *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.26, n.1, p.45-57, jan./abr. 2006.

SANTOS, K.D., HENRIQUE, I.N., SOUZA J.T de, DUARTE, V.L. **Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola.** *Revista de biologia e ciências da terra, suplemento especial.* n.1, 2006.

SOUZA, J.T. de, CEBALLOS, B.S.O. de, HENRIQUE, I.N., DANTAS, J.P., LIMA, S.M.S. **Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.).** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.10, n.1, p.89–96, 2006.

## FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** Planta da Estação de Tratamento Biológico de Efluente construída na Universidade

**Tabela 1.** Eficiência da estação de tratamento biológico de esgoto durante cinco meses de monitoramento

| Parâmetros                              | Entrada da ETE | Saída da ETE | Eficiência verificada (%) | Eficiência esperada (%) <sup>2</sup> |
|---|----------------|--------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Turbidez (NTU)                          | 173,20         | 18,67 NTU    | 89,22                     | N/A                                  |
| pH                                      | 7,44           | 6,99         | N/ A                      | N/A                                  |
| DBO (mg L <sup>-1</sup> )               | 174,80         | 11,63        | 93,34                     | 70 a 90                              |
| DQO (mg L <sup>-1</sup> )               | 605,50         | 27,80        | 95,40                     | 70 a 85                              |
| Nitrogênio (mg L <sup>-1</sup> )        | 61,95          | 25,75        | 41,58                     | 80 a 90                              |
| Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )           | 12,56          | 2,61         | 20,80                     | 70 a 90                              |
| Coliformes totais <sup>1</sup>          | 3,22E+06       | 2,31E+05     | 92,86                     | N/A                                  |
| Coliformes termotolerantes <sup>1</sup> | 2,62E+05       | 1,51E+04     | 94,23                     | N/A                                  |

<sup>1</sup> Expresso em: NMP/100mL <sup>2</sup> Sugerida pela NBR 13.969:1997