



## **II-166 - AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM UMA LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO OPERANDO NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO E NA CRIAÇÃO DE PEIXE EM UMA ETE DO TIPO BIOSISTEMAS INTEGRADOS**

**Luiz Alberto Baptista Pinto Junior<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Faculdades Integradas Espírito Santo. Tecnólogo em Processos Metalúrgicos pelo Instituto Federal do Espírito Santo.

**Thiago Bollis Vieira**

Engenheiro Ambiental pela Faculdades Integradas Espírito Santo. Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo.

**Maria Alice Moreno Marques**

Química - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). M.Sc. Engenharia Ambiental - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professora da FAESA, pesquisadora do NPA/FAESA e consultora da Terra Consult - Vitória - ES.

**Fabírcia Fafá de Oliveira**

Engenheira Civil - MSc. Engenharia Ambiental - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Pesquisadora do NPA/FAESA e consultora da Terra Consult - Vitória-ES.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Anchieta, 1555 - Ipiranga - Guarapari - ES - CEP: 29201-010 - Brasil - Tel: (27) 3261-2216 - e-mail: [luizjrp@yahoo.com.br](mailto:luizjrp@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do tratamento de uma lagoa de estabilização operando como pós-tratamento de efluente de biodigestores, filtros anaeróbios, zona de raízes e tanque de algas, e na criação de peixes em uma ETE do tipo Biosistemas Integrados. O Tanque de Peixes possui um volume útil de 1500,0 m<sup>3</sup>, profundidade de 2,0 m e atende a uma vazão média de 0,58 L/s com um TDH de 30 dias. O monitoramento foi realizado quinzenalmente no período de outubro de 2007 a maio de 2008 e a avaliação do tanque foi realizada através dos seguintes parâmetros: sólidos suspensos, DBO<sub>5</sub>, DQO e DQO<sub>F</sub>. O Tanque de Peixes apresentou baixa eficiência na remoção de matéria orgânica (DBO<sub>5</sub> = 27,2 %). Para os sólidos em suspensão, foram encontrados valores elevados devido ao aumento da quantidade de algas presentes no tanque contribuindo para a elevação da sua concentração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lagoa de estabilização, criação de peixes, remoção de matéria orgânica.

### **INTRODUÇÃO**

A preocupação em relação ao grau de tratamento e ao destino final dos esgotos e seu impacto sobre o meio ambiente, à qualidade das águas, e seus usos benéficos tem aumentado. Tal fato deve-se aos aspectos, estudos, critérios e projetos relativos ao tratamento e à disposição final dos esgotos, que deverão ser precedidos de cuidados especiais que garantam o adequado tratamento dos efluentes, e, conseqüentemente, a manutenção da qualidade dos corpos receptores (JORDÃO e PESSÓA, 2005).

As lagoas de polimento são uma variante dos sistemas de lagoas de estabilização. O processo consiste basicamente em reter o efluente por um período de detenção suficiente para que os processos naturais de estabilização da matéria orgânica ocorram.

De acordo com Chernicharo et al. (2001), a transparência do esgoto digerido em uma lagoa de polimento é elevada devido o reator UASB remover grande parte das partículas coloidais, que são justamente a causa principal da turbidez do esgoto bruto, por esta razão, a luz solar vai poder penetrar mais profundamente na lagoa de polimento e, ocorrendo uma maior fotossíntese, produzindo mais oxigênio por unidade de área de lagoa. A relação entre uma menor demanda de oxigênio com uma maior produção de oxigênio resultará na predominância de um ambiente aeróbio, semelhante ao de uma lagoa de maturação. Nestas condições, o ambiente anaeróbio se restringe à camada de lodo no fundo da lagoa.



A piscicultura associada ao tratamento de esgoto deve obedecer aos princípios da sustentabilidade econômica, sanitária e ambiental, ou seja, a atividade deve garantir retorno financeiro, não impor riscos a saúde humana e não provocar impactos ambientais. Adicionalmente, impõe-se o desafio de vencer a resistência imposta pela sociedade (BASTOS et al., 2003).

Para von Sperling (2002), as lagoas de estabilização são propícias em produzir efluentes para criação de peixes. No entanto, segundo Bastos et al. (2003) a remoção adicional de sólidos suspensos e DQO promovidas pelos peixes ainda é muito discutida, uma vez que existem autores que relatam uma efetiva remoção destes parâmetros, ao passo que para outros, podem contribuir para a sua elevação ao promoverem a suspensão de sólidos sedimentáveis.

Neste trabalho é apresentada uma avaliação do monitoramento de uma lagoa de estabilização, denominado como Tanque de Peixes, operando em uma ETE do tipo Biossistemas Integrados, que trata esgoto doméstico proveniente da comunidade da Vila Dordenone, localizada na região do Alto Caxixe, Venda Nova do Imigrante/ES.

O Tanque de Peixes opera como pós-tratamento do efluente de biodigestores seguidos de filtro anaeróbio, zona de raízes e tanque de algas, e apresenta características de lagoas facultativas e de polimento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras utilizadas foram coletadas, no período de outubro/2007 a maio/2008, na estação de tratamento de esgoto Ronald Sposito, denominada ETE Caxixe, do tipo Biossistemas Integrados. A ETE Caxixe é composta por um tratamento preliminar, dois biodigestores modelo chinês funcionando em paralelo, um filtro anaeróbio, zona de raízes, tanque de algas, tanque de peixes e tanque de macrófitas. Foi projetada com capacidade para 1.000 hab, e atualmente trata esgoto gerado pela população de aproximadamente 302 habitantes e possui uma vazão média de entrada de 0,58 L/s.

O Tanque de peixes da ETE Caxixe possui as características de uma lagoa facultativa, com 2,0 m de profundidade e uma área útil de 750,0 m<sup>2</sup>, e de uma lagoa de polimento, pois opera no pós-tratamento de efluentes de reator anaeróbio. O efluente tratado neste sistema já passou por outros processos de tratamento de esgoto, porém, ainda contém grandes quantidades de nutrientes, o que favorece a proliferação de algas, que servem de alimento para a criação de peixes.

Os peixes inseridos na lagoa são os da espécie *Oreochromis niloticus* (Tilápia) e *Poecilia reticulata* (Barrigudinho). Os parâmetros definidos para o controle operacional do Tanque de Peixes foram os sólidos suspensos (SS), DBO<sub>5</sub>, DQO e DQO<sub>f</sub>. As Figuras 1 e 2 apresentam a o Tanque de Peixes da ETE Caxixe.



Figura 1 - Vista geral do Tanque de peixe da ETE Caxixe.



Figura 2 - Tanque de peixes da ETE Caxixe visto de outro ângulo.



### Amostragem

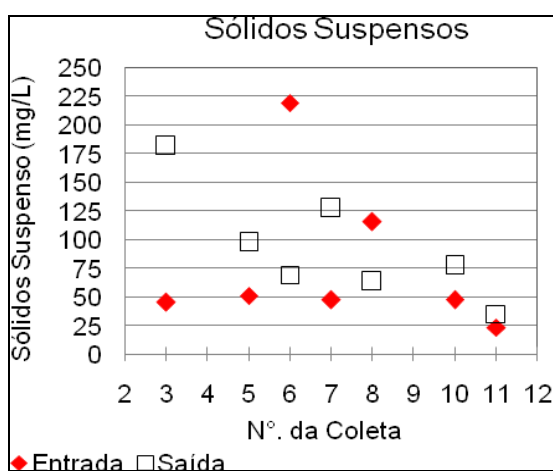
A amostragem foi feita com amostras simples pontuais, coletadas quinzenalmente nos horários entre 09h e 11h. Os pontos de coleta de interesse foram entrada e saída do tanque de peixes. Após coletas, as amostras devidamente acondicionadas e transportadas para o laboratório da FAESA para análises conforme metodologias Standart Methods 20ª Ed. Os parâmetros analisados foram: SS, DBO<sub>5</sub> e DQO.

## RESULTADOS DO MONITORAMENTO DO TANQUE DE PEIXES

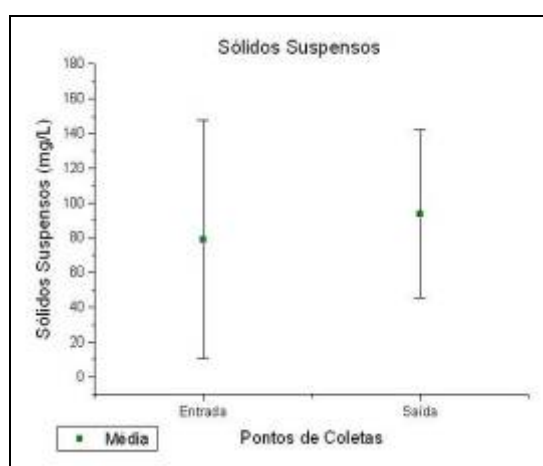
Os principais parâmetros de monitoramento do tanque de peixes foram:

### Sólidos Suspensos

Nas Figuras 3 e 4 estão apresentados os resultados do monitoramento de SS, e os valores da média de desvio padrão, para os pontos de entrada e saída do Tanque de Peixes. As concentrações de SS na entrada do Tanque de Peixes variaram de 24,0 a 220,0 mg/L, e na saída de 36,0 a 182 mg/L.



**Figura 3 – Resultados do monitoramento dos Sólidos Suspensos na entrada e saída do Tanque de Peixes.**



**Figura 4 – Resultados da média e desvio padrão para dados de Sólidos Suspensos no Tanque de Peixes.**

Ao analisar a Figura 1 percebe-se que em sua maioria os sólidos suspensos foram maiores na saída do Tanque de Peixes, devido à grande presença de algas, aumentando consideravelmente a concentração de partículas em suspensão no efluente. Nas coletas em que não foram identificadas estas características, podem ser atribuídas à manutenção do Tanque de Peixes ou chuvas anteriores a coleta.

Os valores médios de SS do tanque, com seus respectivos desvio padrão e coeficiente de variação, foram de, 79,14 mg/L ( $\pm 68,33$ ; 86,34%) na entrada e 93,71 mg/L ( $\pm 48,32$ ; 51,56%) na saída.

Esse aumento da concentração de sólidos suspensos na saída do tanque também foi observado por Gonçalves et al. (2005) operando uma lagoa de polimento única com 1,3 m de profundidade operando após um reator anaeróbio do tipo RAC. O autor atribuiu esse aumento à presença de microalgas em suspensão na lagoa.

### Demanda Bioquímica de Oxigênio

Nas Figuras 5 e 6 estão apresentados os resultados do monitoramento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>). Foram encontrados valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação para DBO<sub>5</sub> na entrada e saída do sistema de 53,70 mgO<sub>2</sub>/L ( $\pm 22,63$ ; 42,14%) e 39,08 mgO<sub>2</sub>/L ( $\pm 17,12$ ; 43,82%), respectivamente.

As concentrações de DBO<sub>5</sub> na entrada do tanque variaram de 27,0 a 92,2 mg/L, e na saída, de 20,2 a 72,0 mg/L. Nota-se que a maioria dos resultados apresentou valores menores na saída do sistema devido à remoção da fração biodegradável pelos microrganismos e principalmente pelos peixes, ao se alimentarem de algas e algumas partículas de material orgânico presente na água.

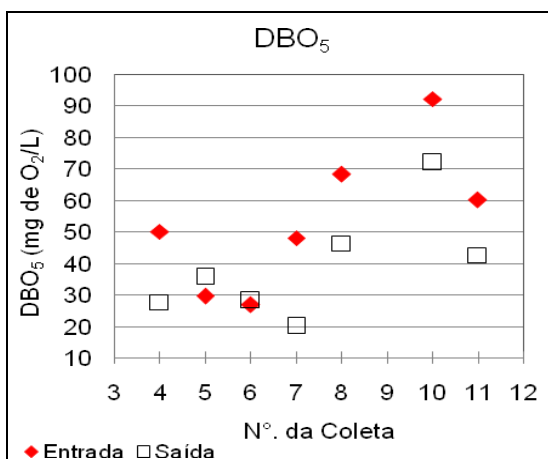


Figura 5 – Resultados do monitoramento da DBO<sub>5</sub> na entrada e saída do Tanque de Peixes.

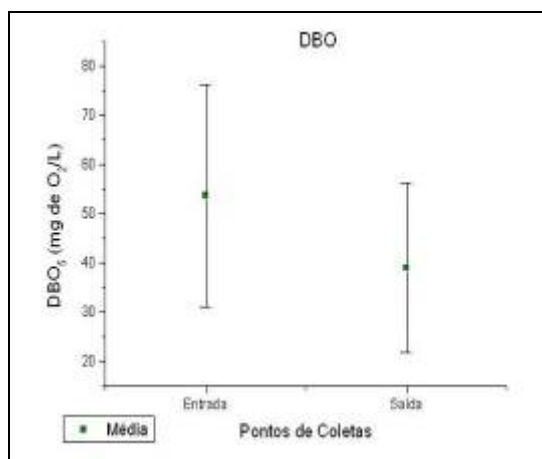


Figura 6 – Resultados da média e do desvio padrão para os dados de DBO<sub>5</sub> no Tanque de Peixes.

### Demanda Química de Oxigênio

As Figuras 7 e 8, mostram os resultados encontrados para o parâmetro de Demanda Química de Oxigênio Total (DQO) e filtrada (DQO<sub>f</sub>), monitorados na entrada e saída do Tanque de Peixes. As concentrações de DQO variaram de 103 a 240 mg/L na entrada e de 80 a 207 mg/L na saída, enquanto que para a DQO<sub>f</sub> os valores na entrada variaram 46,7 a 143,0 mg/L e de 36,7 a 100,0 mg/L na saída do Tanque de Peixes.

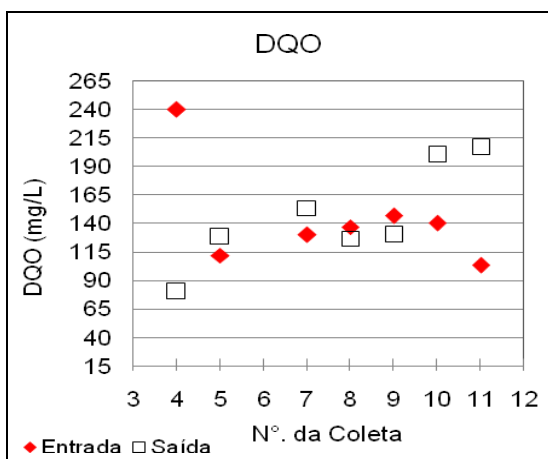


Figura 7 – Resultados do monitoramento da DQO na entrada e saída do Tanque de Peixes.

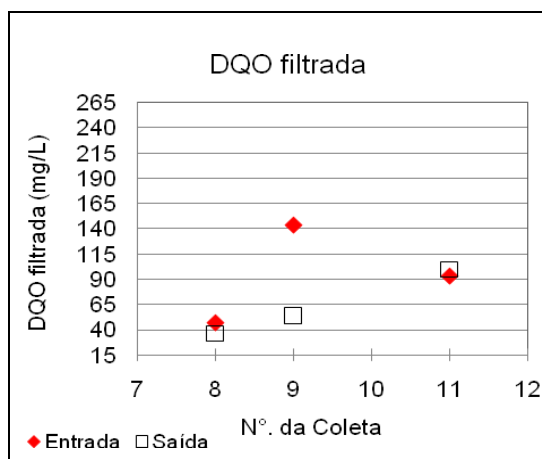
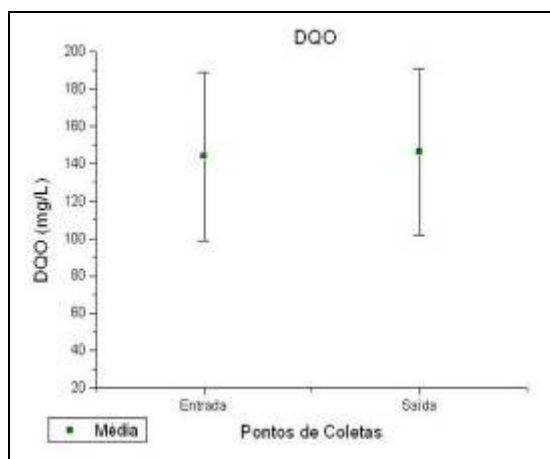
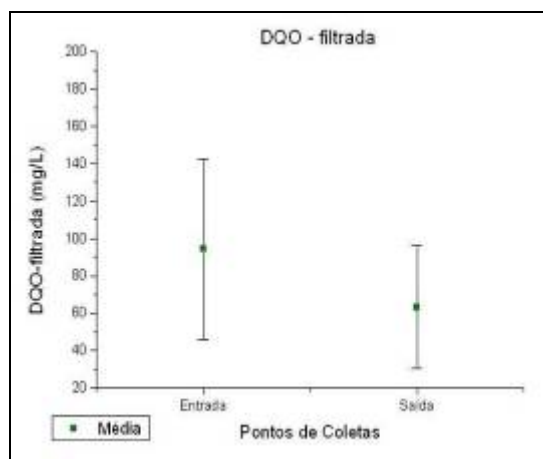


Figura 8 – Resultados do monitoramento da DQO<sub>f</sub> na entrada e saída do Tanque de Peixes.

Os resultados apresentam uma elevada variação dos valores não mantendo um padrão decrescente para saída do Tanque de Peixes em relação à entrada do efluente. É possível perceber que os valores médios da DQO de entrada e da saída do efluente são muito próximos. Os resultados da média de DQO e DQO<sub>f</sub> estão apresentados nas Figuras 9 e 10.



**Figura 9 – Resultados da média e do desvio padrão para os dados de DQO no Tanque de Peixes.**



**Figura 10 – Resultados da média e do desvio padrão para os dados de DQO<sub>f</sub> no Tanque de Peixes.**

Foram encontrados valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação para DQO na entrada e saída do sistema de 144,10 mg.O<sub>2</sub>/L ( $\pm$  45,03; 31,25%) e 146,38 mg.O<sub>2</sub>/L ( $\pm$  44,64; 30,5%), respectivamente. Para a DQO<sub>f</sub>, os valores foram respectivamente 99,44 mg.O<sub>2</sub>/L ( $\pm$  48,34; 51,18%) e 63,33 mg.O<sub>2</sub>/L ( $\pm$  32,83; 51,84%). Os valores médios encontrados para a DQO, que foram elevados, sofreram influência pela presença das algas no sistema.

Podemos verificar que na entrada do tanque a DQO estava próxima da DQO<sub>f</sub>, para duas das três análises, pois a maior parte da matéria orgânica estava na sua forma solúvel, no entanto, na saída do tanque, a DQO<sub>f</sub> apresentava valores menores que a DQO, indicando que a maior parte da matéria orgânica estava presentes nas algas.

A relação média da DQO/DBO<sub>5</sub> da entrada do tanque foi de 2,47, já a relação da saída do Tanque de Peixes foi de 3,65. Esses valores tendem a aumentar a cada etapa de tratamento em que o esgoto passa. Segundo von Sperling (2005), este aumento ocorre devido à redução da fração biodegradável ao passo que a fração inerte permanece aproximadamente inalterada.

## RESULTADOS DA EFICIÊNCIA DO TANQUE DE PEIXES

A Tabela 1 apresenta a eficiência média do Tanque de Peixes na remoção dos parâmetros analisados.

**Tabela 1: Dados de eficiência dos parâmetros analisados no Tanque de Peixes.**

| Parâmetros       | Unidade               | Eficiência (%) |
|------------------|-----------------------|----------------|
| SS               | (mg/L)                | -35,0          |
| DBO <sub>5</sub> | (mgO <sub>2</sub> /L) | 27,0           |
| DQO              | (mg/L)                | -2,0           |
| DQO <sub>f</sub> | (mg/L)                | 33,0           |

Os sólidos suspensos apontaram um aumento em suas respectivas concentrações nesta etapa do tratamento, devido à presença das algas.

As eficiências na remoção DBO e da DQO não apresentaram valores satisfatórios devido à grande concentração de algas encontrada no Tanque de Peixes, aumentando assim, a concentração de matéria orgânica. A eficiência na remoção destes parâmetros não apresentou valores mais baixos devido à presença de peixes no sistema que contribuem para a remoção de algas.



## CONCLUSÕES

A baixa remoção da matéria orgânica foi atribuída a grande concentração de algas no Tanque de Peixes, apresentando valores insatisfatórios para as eficiências na remoção de DBO e DQO.

Apesar de o tanque ter contribuído para a remoção da DBO<sub>5</sub>, ocorreu um aumento significativo na concentração de sólidos em suspensão, devido à presença de algas, contribuindo para um aumento na concentração da DQO<sub>F</sub>, indicando uma necessidade de pós-tratamento do Tanque de Peixes, para atender aos padrões de qualidade para lançamento.

No entanto, verifica-se a necessidade de avaliar a influência dos peixes na eficiência de tratamento da lagoa, através da contagem dos mesmos e realização de teste de genotoxicidade, desenvolver estudo de caracterização da comunidade planctônica do tanque, bem como estudos que registrem a ocorrência de fenômenos ambientais, especialmente, as condições de temperatura e pluviométricas, e correlacionar às coletas realizadas, para fins de análise dos resultados obtidos com o tratamento do tanque.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. APHA-AWWA-WEF. Washington D.C, USA. 2005.
2. BASTOS, Rafael K. Xavier. et al. Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura. Rio de Janeiro: Projeto PROSAB, ABES, RiMa, 2003. 267p.
3. CAVALCANTI et al. Pós-tratamento de efluentes em lagoas de polimento. In: C.A.L. Chernicharo (coord.), Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, Coletânea de Trabalhos Técnicos, vol 2. Projeto PROSAB, FINEP. Belo Horizonte, 2001.
4. CHERNICHARO, Carlos Augusto Lemos. et al. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Projeto PROSAB, FINEP. 2001. 544p.
5. FUNASA. Manual de saneamento: Normas e diretrizes. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 407p.
6. JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de esgotos domésticos. 4 ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2005. 932p.
7. van HAANDEL, Adrianus; LETTINGA, G. Tratamento anaeróbio de esgotos: Um manual para regiões de clima quente. Campina Grande: Epigraf. 1994.
8. von SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Lagoas de estabilização. Volume 3, 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2002. 196p.
9. von SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Volume 1, 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. 452p.