



## VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE AQUIRAZ/CE

*Jessyca Costa Barros*<sup>1\*</sup> *Priscila Araújo Barbosa Parente*<sup>2</sup>; *Tician Fontoura Vidal*<sup>3</sup> *Karina Oliveira Chaves*<sup>4</sup> & *José Sérgio dos Santos*<sup>5</sup>

**RESUMO** – Esta pesquisa tem como objetivo verificar a eficiência de remoção de DBO da lagoa facultativa da Estação de Tratamento de Esgoto de Aquiraz/CE (ETE de Aquiraz). Para tanto, foram coletadas amostras de esgoto na entrada e saída da lagoa, e realizadas análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas amostras de afluente e efluente. A partir dos resultados, verificou-se que a lagoa opera com eficiência em torno de 55%. Os resultados foram comparados com a eficiência de remoção de DBO do modelo de dimensionamento e, de acordo com os dados do modelo, a eficiência desta lagoa deveria ser de, aproximadamente, 65%. Com isso, conclui-se que a ETE de Aquiraz não opera conforme previsto no modelo.

**ABSTRACT**– This research aims to determine the efficiency of BOD removal from the facultative pond of Sewage Treatment Plant of Aquiraz/CE (ETE Aquiraz). Sewage samples were collected at the inlet and outlet of the facultative pond. Analyses of biochemical oxygen demand (BOD) were performed on samples of influent and effluent. With the results it was possible to calculate the efficiency of BOD removal, which the pond was operating on the collection day. Based on the analysis it was possible to find that the pond operated with efficiency around 55%. A comparison with the BOD removal efficiency of the scale model was also performed. According to the data model concerning with the efficiency of the pond should be about 65%. To analyze the results, it is concluded that the ETE Aquiraz, the day of monitoring, it was not operating as in the model.

**Palavras-Chave** – DBO; Lagoa Facultativa; Eficiência.

1\* Mestranda em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará e bolsista CAPES. Campus do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [jessycacbarros@gmail.com](mailto:jessycacbarros@gmail.com);

2 Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [prhparente@gmail.com](mailto:prhparente@gmail.com);

3 Mestre e Doutoranda em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará e bolsista FUNCAP. Campus do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [ticianafvidal@yahoo.com.br](mailto:ticianafvidal@yahoo.com.br);

4 Mestre e Doutoranda em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará e bolsista CNPq. Campus do Pici, CEP- 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [karina.oliveira@ifce.edu.br](mailto:karina.oliveira@ifce.edu.br);

5 Mestre e Doutor em Engenharia Civil/Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará. IFCE, CEP- 60040-531. Bloco da Construção Civil. Fortaleza – Ceará. e-mail: [sergio@ifce.edu.br](mailto:sergio@ifce.edu.br)

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os esgotos domésticos possuem em torno de 99,9% de água, e somente 0,1% é composto por sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microorganismos (VON SPERLING, 2005). Segundo o autor, a necessidade de tratar os esgotos é devido a essa fração de 0,1% e, conforme Mota (2012), a matéria orgânica presente nos esgotos domésticos, quando introduzidas nos mananciais, provoca o consumo de oxigênio na água, causando impactos sobre a vida aquática (MOTA, 2012).

Os sistemas de lagoas de estabilização são a forma mais simples para o tratamento dos esgotos (VON SPERLING, 2002), uma vez que constitui um processo de tratamento que aproveita fenômenos naturais, como oxidação da matéria orgânica por microorganismos, sendo mais indicada para regiões de clima tropical (MOTA, 2012). A explicação para isso é que as principais condições ambientais para um bom funcionamento de lagoas de estabilização são a radiação solar, temperatura e o vento, as quais atuam significativamente na região nordeste do Brasil.

Existem vários tipos de lagoas de estabilização, como por exemplo, a lagoa facultativa (LF) que é um reservatório com profundidades pequenas, entre 1,0 e 2,0m, para garantir a penetração dos raios solares, já que há predominância da decomposição aeróbia dos esgotos. As bactérias decompositoras aeróbias utilizam o oxigênio para estabilização da matéria orgânica. Já o lodo presente no esgoto deposita-se no fundo da lagoa, sendo decomposto de forma anaeróbia (MOTA, 2012).

A oxidação da matéria orgânica de forma aeróbia ocorre quando os microorganismos degradam esse substrato utilizando o oxigênio dissolvido no meio líquido como receptor de elétrons. A quantidade de oxigênio utilizada por volume de efluente é denominada de DBO (LIMA, 2005). A DBO<sub>5</sub> ou DBO padrão retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea (fração biodegradável dos componentes orgânicos carbonáceos) no período de 5 dias a 20°C (VON SPERLING, 2005).

O presente trabalho tem como objetivo principal verificar a eficiência de remoção de DBO<sub>5</sub> da lagoa facultativa do sistema da ETE de Aquiraz. E em segundo plano foi realizada uma comparação com o valor da eficiência de remoção de DBO segundo o modelo de dimensionamento.

## 2. METODOLOGIA

A ETE de Aquiraz, que está inserida na Bacia Metropolitana do Ceará, recebe e trata o esgoto dos municípios de Aquiraz e de Eusébio. E lança seu efluente no Rio Pacoti.

Faz parte da ETE de Aquiraz o tratamento preliminar, composto por gradeamento, caixa de areia e Calha Parshall, e o tratamento secundário, com dois módulos de lagoas de estabilização em série, porém só um bloco está operando. Cada módulo é constituído por uma lagoa anaeróbia seguida de uma facultativa (sistema australiano) e duas de maturação.

As amostras foram coletadas na entrada e na saída da lagoa facultativa, no dia 6 de junho de 2013. Os pontos foram escolhidos com intuito de permitir uma melhor verificação da eficiência da lagoa. Na Figura 1 pode ser visualizada a ETE, assim como os pontos onde foi realizada a coleta na LF.



Figura 1 - Bloco de lagoas da ETE de Aquiraz – CE, com destaque para os pontos de coleta.

As amostras foram coletadas, armazenadas e transportadas de acordo com o Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas, efluentes líquidos, CETESB/ANA.

Para verificar a eficiência da lagoa LF foram feitas análises de  $DBO_5$  nas amostras de esgotos coletadas. Essas análises seguiram a metodologia recomendada pelo Manual de análises

físico-químicas de água de abastecimento e residuárias (2001), e foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Ceará, Campus Fortaleza.

A partir dos resultados das análises de DBO<sub>5</sub> afluente e efluente, foi aplicada a Equação 1, possibilitando a medição da eficiência da lagoa LF em relação a remoção de DBO<sub>5</sub>.

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} \cdot 100 \quad (1)$$

E = Eficiência (%);

S<sub>o</sub> = Concentração do afluente do poluente;

S = Concentração do efluente do poluente.

Para o cálculo de remoção de DBO, conforme o modelo de dimensionamento, é necessário o conhecimento dos seguintes dados do sistema, Tabela 1.

Tabela 1 – Valores utilizados nos cálculos do modelo.

DADOS	VALORES
Vazão de operação	23,85 L/s <sup>(1)</sup>
Dimensão do fundo da lagoa	192,7 x 95,5 m
Profundidade	1,5 m
Taxa de aplicação superficial	320 kgDBO/ha.dia
K (coeficiente de remoção de DBO)	0,1801 <sup>(2)</sup>
Concentração de DBO inicial	224,3 mg/L <sup>(3)</sup>

Fonte – CAGECE (2013); VON SPERLING (2002); SOUSA (2009); ANDRESSA (2013).

Após o conhecimento dos dados, para obter o valor da eficiência de modelo foram aplicadas as seguintes equações: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9:

$$W = S_o \cdot Q \quad (2)$$

$$V = B \cdot L \cdot H \quad (3)$$

$$T_d = V / Q \quad (4)$$

$$d = \frac{(L/B)}{-0,261 + 0,254 \cdot (L/B) + 1,014 \cdot (L/B)^2} \quad (5)$$

$$a = \sqrt{1 + 4 \cdot K \cdot T_d \cdot d} \quad (6)$$

$$S = S_o \cdot \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 \cdot e^{a/2d} - (1-a)^2 \cdot e^{-a/2d}} \quad (7)$$

$$S_{et} = S.S_o + 35 \quad (8)$$

$$E\% = 100(S - S_{te}) / S \quad (9)$$

W= Carga (KgDBO/dia); S<sub>o</sub>= Concentração de DBO total afluente(mg/L); S= Concentração de DBO solúvel efluente(mg/L); Q= Vazão(m<sup>3</sup>/dia); V= volume da lagoa (m<sup>3</sup>); B= Largura média da lagoa (m); L= Comprimento médio da lagoa (m); H= Profundidade (m); T<sub>d</sub>= Tempo de detenção; d= Número de dispersão; K= Coeficiente de remoção de DBO; S<sub>te</sub>= Concentração de DBO total efluente; E%= Eficiência da remoção de DBO na LF, segundo o modelo.

\*A vazão de operação foi fornecida pela Cagece;  
 \*\*O "K" foi calculado na LF da ETE de Aquiraz, pela aluna Andressa da Silva no mês de julho de 2013;  
 \*\*\*A concentração de DBO<sub>5</sub> inicial utilizada foi a conc. afluente da LF medida no Laboratório de Saneamento.

Por fim, os dados da eficiência de remoção de DBO medida foram obtidos, analisados e posteriormente foram comparados aos valores obtidos pelo modelo de dimensionamento.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As concentrações de DBO<sub>5</sub> afluente e efluente da lagoa facultativa, encontrados após análise em laboratório, estão apresentadas na Figura 2.

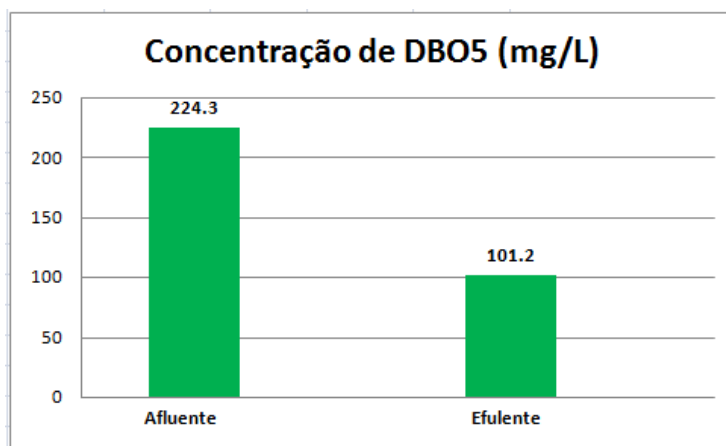


Figura 2 – Valores de concentração de DBO<sub>5</sub> afluente e efluente.

Após o cálculo do modelo de dimensionamento, foi obtido o resultado da concentração de DBO do efluente (77,1 mgDBO/L), Figura 3. A concentração de DBO do afluente (224,3 mgDBO/L), apresentado na Figura 2, serviu como dado de entrada no cálculo da concentração de DBO efluente do modelo de dimensionamento.

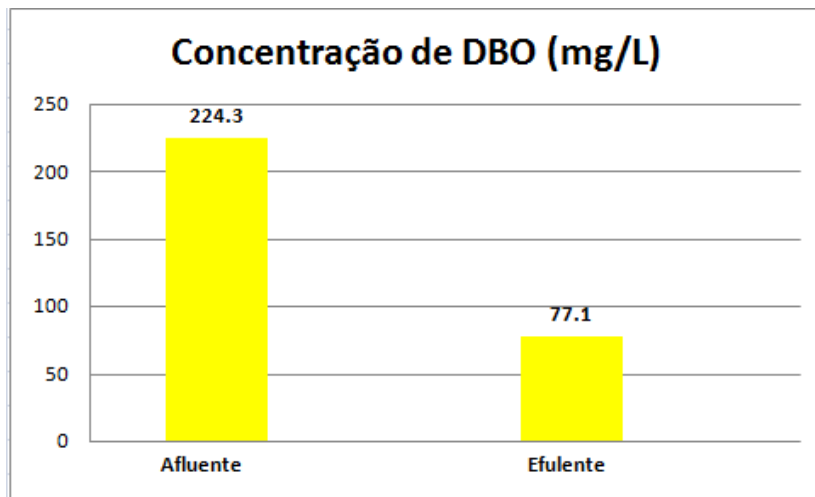


Figura 3 – Concentrações de DBO afluente (dado de entrada) e efluente de DBO para o modelo de dimensionamento.

Os resultados de eficiência, apresentados na Figura 4, revelam que o valor encontrado de remoção de DBO medida foi de, aproximadamente, 55%, eficiência que a lagoa facultativa operava no dia monitorado. Entretanto, esta lagoa deveria operar com eficiência em torno de 65%, segundo modelo de dimensionamento, uma vez que quanto maior a eficiência na remoção de DBO, menor será a concentração deste parâmetro no final do reator.

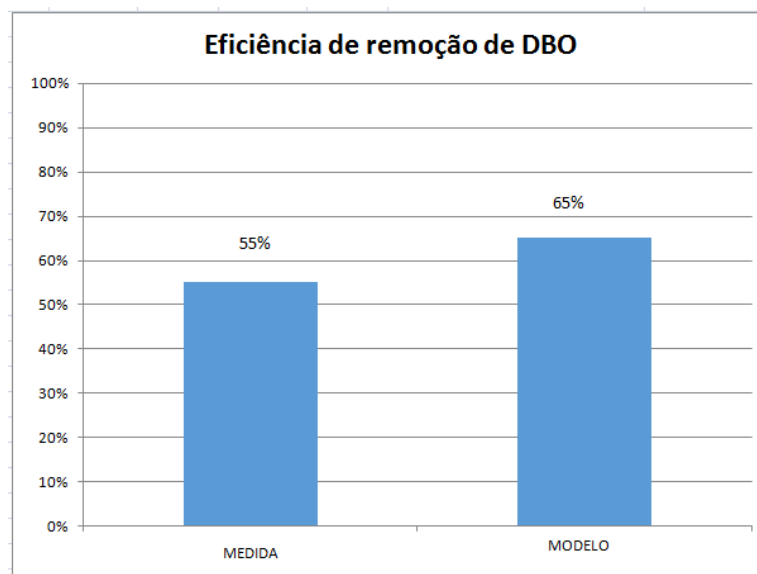


Figura 4 – Eficiência de remoção de DBO, medida e de modelo, da lagoa facultativa.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados, verifica-se que a ETE de Aquiraz não opera como previsto no modelo, cuja a eficiência deveria ser de 65%, e não 55%. Por este motivo, o efluente da lagoa facultativa obtido através de análise em laboratório (concentração igual a 101,2 mgDBO/L) é mais

concentrado do que o efluente do modelo de dimensionamento, para um mesmo reator, (concentração igual a 77,1 mgDBO/L).

Isso pode ocorrer devido o sistema operar com vazão superior aquela utilizada no cálculo de modelo (23,85 L/s), fornecida pela CAGECE a concessionária responsável pela ETE de Aquiraz. Consequentemente, o tempo de detenção passa ser está sendo inferior e, desta forma o esgoto permanece menos tempo dentro do reator, dificultando a depleção de DBO por microrganismos. Possivelmente, este foi o motivo pelo qual a lagoa facultativa, no dia analisado, não apresentou a eficácia na remoção de DBO prevista no modelo de dimensionamento.

Medidas preventivas e corretivas devem ser tomadas para que a ETE de Aquiraz opere com maior eficiência. Como, por exemplo, começar a operar o segundo módulo de lagoas de estabilização.

Para se ter o conhecimento da eficiência total de remoção de DBO, é interessante que seja analisado o sistema completo da ETE de Aquiraz e, por conseguinte, fazer a avaliação das condições e padrões de lançamento de efluentes, verificando se o sistema está de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 e Resolução Complementar 430/11.

## BIBLIOGRAFIA

ANA. *Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas, efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo*; Organizadores Carlos Jesus Brandão et al. São Paulo: Cetesb; Brasília: ANA,2011.

LIMA, F. P.; *Energia no tratamento de esgoto: análise tecnológica e institucional para conservação de energia e uso do biogás*. Dissertação do Programa Interunidades de Pós-Graduação em energia. Universidade de São Paulo; São Paulo, 2005.136p.

MOTA, S.; *Introdução a Engenharia Ambiental*. 5.Ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES; 2012.

SILVA, A. S.; OLIVEIRA, R.; *Manual de análises físico-químicas de água de abastecimento e residuárias*. Campina Grande, 2001.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Volume 1; 3.Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade de Minas Gerais - DESA; 2005.

VON SPERLING, Marcos. *Lagoas de Estabilização*. Volume 3; 3.Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA; Universidade de Minas Gerais; 2002.

**AGRADECIMENTOS** Nossos agradecimentos ao CNPq e CAPES, pelo suporte financeiro que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa.