

II-097 – AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE DBO FILTRADA PARA VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO**Isabela da Silva Ferreira⁽¹⁾**

Técnica em Saneamento Industrial pela Escola Técnica Federal de Goiás. Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás-IFG. Técnica da Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

Maura Francisca da Silva

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás (UCG). Especialista em Saúde Pública pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Supervisora do Laboratório Central de Esgoto da Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

Wanderley Elias Perez

Bioquímico pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela UFG. Proprietário da empresa Aqualit -Tecnologia em Saneamento.

Endereço⁽¹⁾: Rua 01, Quadra J, Água Branca – Goiânia, GO - CEP: 74720-100 - Brasil - Tel: +55 (62) 3522-2741 - e-mail: ysasilva@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a avaliação da utilização da técnica para controle de qualidade de efluentes através da realização de análise de DBO filtrada utilizando o método $DBO_5^{20^\circ C}$; avaliação da eficiência da ETE Trindade quanto à remoção de DBO, DQO e SS e verificação de viabilidade da utilização da DBO filtrada na avaliação da ETE Trindade. Observou-se resultados de eficiência de $DBO_5^{20^\circ C}$ acima de 80%, bem como DQO e SS acima de 60%. A eficiência de $DBO_5^{20^\circ C}$ mostra que a ETE atende o preconizado no projeto, que é de 80%. Os resultados após a filtração foram todos satisfatórios, pois atenderam em sua totalidade à legislação tanto brasileira quanto europeia, que especifica limite para $DBO_5^{20^\circ C}$ filtrada. Há também uma estabilidade nos resultados de $DBO_5^{20^\circ C}$ média filtrada das lagoas facultativas e de maturação. A $DBO_5^{20^\circ C}$ média do efluente sem filtrar, referente ao ano de 2009 da ETE Trindade atendeu a legislação estadual, porém obteve $DBO_5^{20^\circ C}$ máxima deste ano que não atendeu ao valor definido pela lei. Todos os resultados de $DBO_5^{20^\circ C}$ filtrada do efluente da ETE Trindade atenderam o limite de $DBO_5^{20^\circ C}$ filtrada da legislação europeia. Portanto a $DBO_5^{20^\circ C}$ filtrada é uma importante ferramenta para avaliação das lagoas de estabilização, pois retira a influência das algas na $DBO_5^{20^\circ C}$, já que as algas não são necessariamente matéria orgânica no corpo receptor.

PALAVRAS-CHAVE: $DBO_5^{20^\circ C}$ filtrada, lagoas de estabilização, influência das algas na $DBO_5^{20^\circ C}$, comparação de resultados de $DBO_5^{20^\circ C}$ filtrada e sem filtrar.

INTRODUÇÃO

As lagoas apresentam excelente eficiência de tratamento. A matéria orgânica dissolvida no efluente das lagoas é bastante estável, e a $DBO_5^{20^\circ C}$ geralmente encontra-se numa faixa de 30 a 50 mg/LO₂, nas lagoas facultativas (havendo uma separação de algas, esta concentração pode reduzir-se para 15 a 30 mg/LO₂). Modernamente se aceita que as lagoas devem cumprir dois objetivos principais: a proteção ambiental, e nesse caso tem-se em vista principalmente a remoção da $DBO_5^{20^\circ C}$; e a proteção da saúde pública, e aí se visa à remoção de organismos patogênicos (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

As lagoas de maturação apesar de não terem como objetivo em termos de tratamento, a remoção de $DBO_5^{20^\circ C}$, e sim de organismos patogênicos, apresentam elevado número de algas, o que eleva o resultado da $DBO_5^{20^\circ C}$, mascarando o real valor de tratamento de efluentes da ETE, e muitas vezes mostrando uma eficiência incorreta do sistema.

Na comunidade européia a matéria orgânica de efluentes de lagoas deve ser determinada em amostras filtradas. Os limites para as demandas bioquímicas não devem exceder 25 mg/LO₂. Tal abordagem ainda não é considerada no Brasil (SILVA, FERREIRA e FREITAS, 2000).

Como é um estudo sobre aplicação de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ filtrada e sem filtrar utilizando-se dados da ETE Trindade, será dada ênfase às lagoas facultativas e de maturação.

Normalmente a $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ dos esgotos varia entre 100 e 400 mg/LO_2 de acordo com a condição do esgoto, e nos tratamentos secundários deseja-se atingir uma redução de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ até uma faixa de 20 a 30 mg/LO_2 . Em lagoas de estabilização a remoção de sólidos em suspensão presente em esgotos domésticos, é apenas razoável (entre 50 e 80%) (ARTHUR, 1983; OSWALD, 1995). A biomassa algal, como sólidos suspensos, representa cerca de 70 a 90% da demanda bioquímica de oxigênio do efluente (MARA E PEARSON, 1986; BUCKSTEEG, 1987).

Os sólidos nos esgotos são medidos através de sua concentração, mg/L , e de acordo com a vazão contribuinte, calcula-se sua massa, kg/d . As concentrações e respectivas massas de Sólidos em Suspensão (SS) e Sólidos Totais (ST), de Sólidos Voláteis (SV) e Sólidos Fixos (SF), são de interesse para projeto e controle operacional das ETEs. Tipicamente a concentração de Sólidos em Suspensão em esgotos domésticos se acha na faixa de 130 a 360 mg/L , almejando-se um efluente tratado com menos de 30 mg/L .

Os sólidos suspensos contidos em efluentes de lagoas de estabilização são diferentes daqueles presentes em efluentes de lodos ativados, filtros biológicos e digestores anaeróbios (COSSER, 1982).

A $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ afluente é admitida como a $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ total (solúvel + particulada), devido ao fato dos sólidos em suspensão orgânicos, responsáveis pela $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ particulada, serem convertidos em sólidos dissolvidos, através de enzimas lançadas ao meio pelas próprias bactérias. Assim, em princípio, toda $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ (solúvel + particulada), estaria disponível para as bactérias. No entanto, a $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ total do efluente é causada por duas fontes: (a) $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ remanescente do tratamento ($\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ solúvel) e (b) $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ causada pelos sólidos em suspensão no efluente ($\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ particulada). Os sólidos em suspensão no efluente são predominantemente algas, que poderão ou não exercer alguma demanda de oxigênio no corpo receptor, dependendo das suas condições de sobrevivência no mesmo (Arceivala, 1981; Abdel-Razik, 1991); caso as algas morram, a estabilização da sua massa celular consumirá oxigênio; se as algas forem consumidas pelo zooplâncton e entrarem na cadeia alimentar, pode ser vantajoso, no caso de ter aquicultura (ex:peixes); se as algas continuarem a se multiplicar, elas poderão ter o efeito benéfico de produção de oxigênio. As algas realizam tanto fotossíntese quanto respiração, mas a quantidade de oxigênio produzido pela fotossíntese durante as horas do dia com luz solar é da ordem de 15 vezes mais que a consumida pela respiração durante as 24 horas do dia; caso o efluente seja usado para irrigação, as algas podem ser também benéficas.

As algas cianofíceas contribuem para a fixação do nitrogênio, e outras algas quando mortas liberam nutrientes posteriormente utilizados pelas plantas. No entanto, concentrações excessivas de algas podem afetar a porosidade do solo (Arceivala, 1981).

Segundo MARA (1995), os sólidos em suspensão de lagoas facultativas são em torno de 60 a 90% algas. Cada 1 mg de algas gera uma $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ em torno de 0,45 mg . Desta forma, 1 mg/L de sólidos em suspensão no efluente é capaz de gerar uma $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ (no teste da $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ e não necessariamente no corpo receptor) na faixa de $0,60 \times 0,45 \approx 0,3 \text{ mg/L}$ a $0,9 \times 0,45 \approx 0,4 \text{ mg/L}$.

Devido à incerteza quanto a estes aspectos, uma abordagem prática é a de se desconsiderar a $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ das algas, ou dos sólidos em suspensão, nos efluentes. Assim, a $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ das lagoas pode ser considerada apenas como a $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ solúvel. De fato, a Comunidade Européia estabeleceu, em 1991, os seguintes padrões para efluentes de lagoas de estabilização (Mara, 1995):

$$\begin{aligned}\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}} \text{ solúvel} &\leq 25 \text{ mg/L} \\ \text{SS} &\leq 150 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

A nossa legislação não faz distinção entre as formas de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ considerando como padrão de lançamento os valores de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ total. A concentração de SS no efluente de lagoas de estabilização usualmente atende o padrão estabelecido pela Comunidade Européia, embora possa haver eventuais períodos com valores superiores ao estipulado.

As algas são produtores primários, servem às populações superiores da cadeia trófica (consumo por peixes) e compensam parte da demanda de oxigênio exercida no corpo hídrico através da atividade fotossintética; os

sólidos provenientes de outros tipos de tratamento são de maior putrescibilidade, e causam uma demanda imediata maior de oxigênio (SILVA, FERREIRA e FREITAS, 2000).

Numa lagoa de estabilização facultativa, as algas desempenham um papel fundamental. A sua concentração é mais elevada do que a de bactérias, fazendo com que o líquido na superfície da lagoa seja predominantemente verde. Em termos de sólidos em suspensão secos, a concentração usualmente é inferior a 200 mg/L, embora em termos de números as algas possam atingir contagens na faixa de 10^4 a 10^6 organismos por mL (Arceivala, 1981).

O estado de Goiás possui 33% da população atendida por coleta e tratamento de esgoto; 76% da população de Goiânia possuem coleta de esgoto e 50% possui coleta e tratamento. As análises laboratoriais são importantes ferramentas na avaliação e operação das estações. Atualmente existem 69 ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto) no estado, que são operadas pela SANEAGO (Saneamento de Goiás S/A), sendo que a maioria foi implantada nos últimos dez anos. Em torno de 90% das ETEs operadas pela SANEAGO, são lagoas de estabilização, tornando importante a avaliação deste processo de tratamento na busca de melhorias (SANEAGO, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

Características da ETE objeto do estudo - Estação de Tratamento de Esgotos de Trindade

O sistema de tratamento é constituído de dois módulos em paralelo, denominados módulo A e módulo B, contendo cada um uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação em série, cujas dimensões estão descritas na Tabela 01 e disposição das lagoas em desenho do croqui, Figura 01.

A ETE Trindade iniciou sua operação em 1997, desde então é feito o monitoramento operacional, comparando-se os dados obtidos com o projeto, conforme Tabela 02.

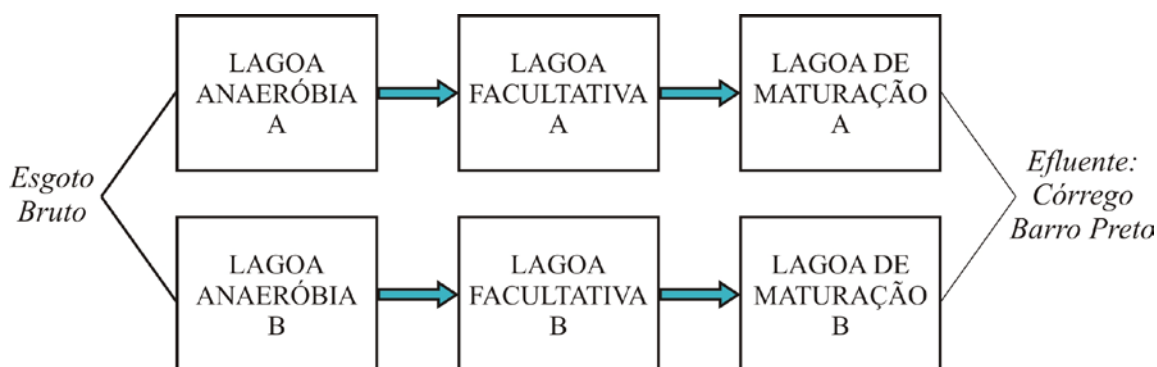


Figura 01 – Croqui com disposição das lagoas da ETE Trindade

Tabela 01 – Características das unidades da ETE Trindade

PARÂMETROS	LAGOA 1	LAGOA 2	LAGOA 3
Tipo	Anaeróbia	Facultativa	Maturação
Área Média (m ²)	3.750	27.000	13.975
Profundidade (m)	4,00	1,25	1,25
Volume Útil (m ³)	15.000	33.750	17.468,75

Tabela 02 – Comparativo de dados operacionais e do projeto

PARÂMETROS		PROJETO	OPERACIONAL
Vazão Média (L/s)		242,4	98,0
Carga Orgânica afluyente (Kg/dia)		3.860,00	2.286,14
Carga Orgânica efluente (Kg/dia)		620,0	254,01
Eficiência (%)		84,0	84,49
Tempo de Detenção (dias)	Lagoa 01 (cada)	0,7	1,8
	Lagoa 02 (cada)	1,6	3,9
	Lagoa 03 (cada)	0,8	2,0
	TOTAL	9,5*	7,7**

* O tempo de detenção de projeto é calculado considerando-se 3 módulos em funcionamento.

** O tempo de detenção total operacional é calculado considerando-se os 2 módulos atualmente em funcionamento.

Amostragens

Foram realizadas cinco coletas simples na ETE Trindade, nos seguintes pontos: Ponto 1- lagoa facultativa A; Ponto 2- lagoa facultativa B; Ponto 3 -lagoa de maturação A e Ponto 4 - lagoa de maturação B, no período de 15/09/09 a 05/11/09, portanto foram analisadas cinco amostragens de quatro pontos da ETE Trindade.

Foram utilizados, para comparação, dados de resultados de análises da ETE Trindade do ano de 2009. Consistiu em um conjunto de análises realizadas no afluyente (amostra composta coletada das 06:00h às 18:00h, dividida em alíquotas proporcionais ao tempo), e efluente final (amostra simples), coletada na saída das lagoas de maturação antes do lançamento no corpo receptor. Foram avaliados os resultados de sólidos suspensos, $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ e DQO que permitiram uma análise mais profunda da eficiência da ETE em questão.

Realização das Análises

Para a caracterização do esgoto efluente das lagoas de estabilização, foram realizadas análises de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ utilizando amostra sem filtrar e filtrada de cada um dos pontos, de acordo com "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater" (APHA, AWWA & WPCF, 1998). Sendo utilizado pré filtro API 20 Millipore em microfibras de vidro, 47 mm de diâmetro e retenção nominal de 0,8 a 8,0 μm , para a filtração das amostras.

Foram filtrados 200 mL de cada amostra, e posteriormente realizada a análise utilizando amostra sem filtrar e filtrada.

De acordo com (BICUDO, CARLOS 2005) os organismos fitoplânctônicos (algas e cianobactérias) são seres microscópicos com tamanho de 2 a 500 μm .

Classes de tamanho do fitoplâncton segundo Sieburth et al(1978), nanoplâncton- 2 a 20 μm ; microplâncton- 2 a 200 μm e mesoplâncton- acima de 200 μm .

Todas as análises foram realizadas no laboratório Central de Análise de Esgoto da SANEAGO (Saneamento de Goiás S/A), de acordo com os procedimentos implementados no referido laboratório. Os parâmetros estatísticos foram calculados a partir dos dados técnicos disponibilizados pelo laboratório.

RESULTADOS

Para a análise estatística dos dados foram aplicadas às informações de posição e dispersão: média, máximo, mínimo, como pode ser observado na Tabela 04.

Observa-se na Tabela 03, que a média de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ do efluente ficou abaixo do limite da lei estadual 8.544 (1978), que é de 60 mg/L, no entanto o valor máximo ficou acima deste limite, não estando adequado ao lançamento, porém a média é de 47 mg/L, o que está dentro dos resultados esperados no dimensionamento da ETE Trindade, que é o de uma eficiência de 80%.

Tabela 03 - Dados de posição (máx – máximo; mín – mínimo; méd – média) dos parâmetros analisados da ETE Trindade no ano de 2009.

Cidade	Pontos de coleta	Parâmetros estatísticos	Parâmetros analisados nas lagoas de estabilização		
			DBO	DQO	SS
TRINDADE	AFLUENTE	MÁX.	495,0	1.102,3	749,0
		MÉD.	303,0	616,9	379,1
		MÍN.	195,0	402,0	229,0
	EFLUENTE	MÁX.	90,0	312,0	176,0
		MÉD.	47,0	215,3	138,7
		MÍN.	12,0	147,0	84,0

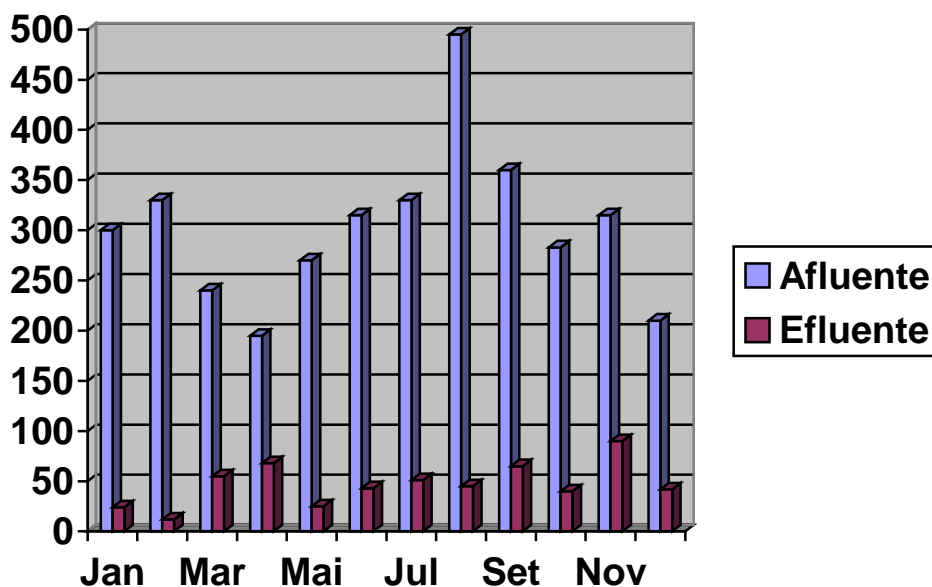


Figura 02 – Resultados de DBO₅^{20°C} afluente/efluente da ETE Trindade no ano de 2009 em mg/L.

De acordo com a Figura 02, pôde-se observar que nos meses de abril, setembro e novembro o resultado de DBO₅^{20°C} efluente final ficou acima do valor recomendado de 60 mg/L, assim como o resultado obtido em agosto, para a DBO₅^{20°C} do afluente que ficou acima de 400 mg/L, valor superior ao normalmente encontrado na estação de tratamento, conforme pode ser observado, estando acima de valores recomendados para esgoto bruto. Os demais resultados foram satisfatórios e atenderam a legislação estadual.

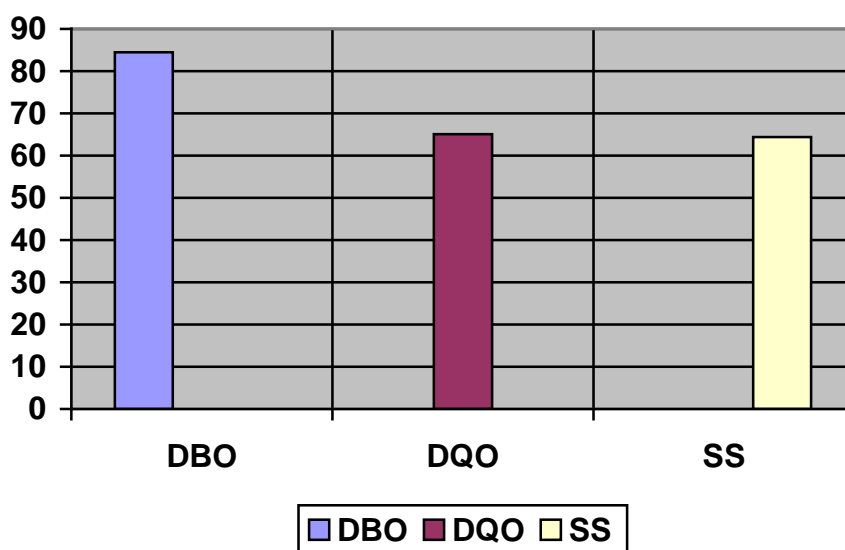


Figura 03: Eficiência média anual de 2009 de DBO, DQO E SS da ETE Trindade em (%)

Conforme Figura 03, observam-se os resultados de eficiência de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ acima de 80%, bem como DQO e SS que estão acima de 60%. A eficiência de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ mostra que a ETE atende o preconizado no projeto.

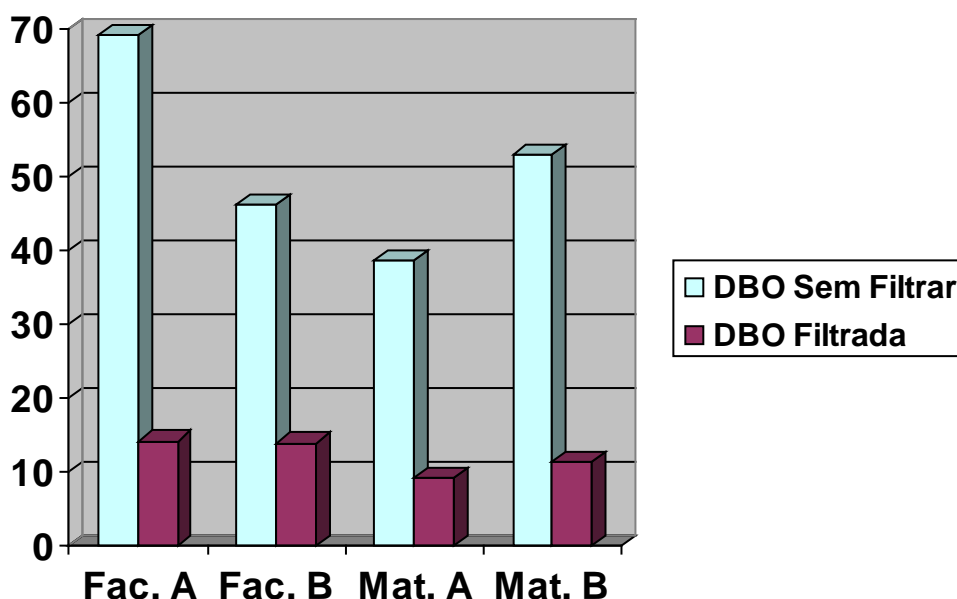


Figura 04: Comparativo de média de resultados de DBO sem filtrar e filtrada das lagoas de estabilização da ETE Trindade no ano de 2009.

Como observado na Figura 04 a média dos resultados de DBO sem filtrar da lagoa Facultativa A da ETE Trindade, ficou acima do valor máximo permitido, que é 60 mg/L, as demais lagoas de estabilização atenderam esse valor.

Já os resultados após a filtração foram todos satisfatórios, pois atenderam em sua totalidade à legislação tanto brasileira quanto européia, que especifica limite para $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ filtrada.

Observa-se também uma estabilidade nos resultados de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ média filtrada das lagoas facultativas e de maturação.

Tabela 04: Média de percentual de remoção de matéria orgânica nas lagoas de estabilização da ETE Trindade no período de Setembro a Outubro de 2009.

Lagoas (Facultativa e Maturação)	Datas			
	15/09	15/10	21/10	29/10
Módulo A Sem filtrar	64%	51%	0%	0%
Módulo A filtrado	50%	58%	0%	18%
Módulo B sem filtrar	0%	0%	6%	0%
Módulo B filtrado	22%	40%	33%	0%

Se compararmos os resultados de eficiência na remoção de DBO filtrada e sem filtrar da Tabela 04, notamos que no módulo A a DBO filtrada apresenta maior eficiência se levados em conta os resultados das quatro amostragens. Assim como o módulo B que sem filtrar teve eficiência nula em quase sua totalidade, mas após a filtração obteve resultados satisfatórios.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ média do efluente sem filtrar, referente ao ano de 2009 da ETE Trindade, atendeu a legislação estadual, porém obteve $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ máxima deste ano que não atendeu o valor definido pela lei.

Foi constatado que nos meses de abril, setembro e novembro de 2009, os resultados de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ do efluente sem filtrar, obtiveram valores acima da legislação estadual.

A eficiência média da $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ sem filtrar ficou acima de 80% atendendo a legislação estadual.

Todos os resultados de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ filtrada do efluente da ETE Trindade atenderam o limite de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ filtrada da legislação europeia. Portanto a $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ filtrada é uma importante ferramenta para avaliação das lagoas de estabilização, pois retira a influência das algas na $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$, já que as algas não são necessariamente matéria orgânica no corpo receptor.

Porém deve ser avaliado o limite para resultados de $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ filtrada, que pode não ser o mesmo estabelecido para $\text{DBO}_5^{20^\circ\text{C}}$ sem filtrar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLI, C. V. *et. al.*, Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro, ABES. 2001.
- BRANCO, S.M. Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária.
- NORMA EUROPÉIA. EN 14789.
- SILVA, F.J.A; FERREIRA, A.U.C; FREITAS, V.C.A Comparação entre amostras brutas e filtradas para avaliação do conteúdo orgânico de efluentes de lagoas de estabilização, Revista Tecnologia/ Fortaleza/ N°21/P.85-90/Dez.2000
- SPERLING, M.V. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Lagoas de Estabilização. Vol. 3. UFMG, 1996.