



## II-098 – ANÁLISE DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO EM LAGOAS DE TRATAMENTO: INTERFERÊNCIA ALGAL

### **Helvécio Carvalho de Sena<sup>(1)</sup>**

Químico pela Universidade de Mogi das Cruzes. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola Politécnica da Universidade do Estado de São Paulo (EPUSP). Pesquisador em tratamento de água e esgotos, gerente de Divisão do Controle Sanitário do Vale do Paraíba - RVOC.

### **Wanderly Alavarenga de Andrade Ferras**

Técnico Químico pela ECOMPO e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale Paraíba - (UNIVAP), Técnico em Sistema de Saneamento do Controle Sanitário do Vale Paraíba - RVOC.

### **Márcia Aparecida de Sá**

Técnico em Química pela Ecompo e Técnico em Sistema de Saneamento do Controle Sanitário do Vale Paraíba - RVOC.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Paulo Setubal, 19 – Vila Adyana – São José dos Campos - SP - CEP: 12245-460 - Brasil - Tel: (12) 3698-9030 - e-mail: [hcsena@sabesp.com.br](mailto:hcsena@sabesp.com.br)

### **RESUMO**

A Sabesp opera o sistema de água e esgoto em vários municípios do denominado Vale do Paraíba, sendo que quanto ao tratamento de esgotos, várias unidades são por lagoas de tratamento.

O processo de tratamento de lagoas é consagrado em várias partes do mundo, e as que são denominadas facultativas geram naturalmente quantidade significativa de algas, sendo fundamental para que o processo possa ocorrer adequadamente, porém mesmo sendo um processo natural, o mesmo influi na determinação de parâmetros como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>) entre outros.

No Estado de São Paulo a legislação (DECRETO ESTADUAL 8468, 1976) exige que haja uma remoção mínima de 80% da DBO<sub>5,20</sub> ou concentração máxima de 60 mg/L, porém a legislação não considera a influência do material algal na determinação deste parâmetro, o que está previsto na Legislação Federal (CONAMA, 2011).

O objetivo deste trabalho é demonstrar que há uma influência positiva da presença de algas na determinação deste parâmetro e se não for considerado poderá haver uma interpretação errônea quanto a eficiência da unidade.

Entre novembro de 2015 a março de 2016, foi realizado o monitoramento da unidade de tratamento de Cachoeira Paulista que opera através do processo de lagoa facultativa demonstrando que entre a amostra do efluente tratado sem realizar a retirada das algas o resultado médio foi de 17 mgDBO<sub>5,20</sub>/L enquanto para a amostra na qual realizou-se a remoção das algas o resultado médio caiu para 7 mgDBO<sub>5,20</sub>/L, portanto uma diferença de 62%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lagoa de Tratamento, DBO, Algas, Interferência algal.

### **INTRODUÇÃO**

A Sabesp no Vale do Paraíba é responsável pela gestão do sistema de água e esgoto de 25 municípios, os quais estão demonstrados através da Figura 1, exceto o município de Santa Isabel que foi assumido em 04/01/2016.



**Figura 1 - Mapa com os Municípios atendidos pela Sabesp no Vale do Paraíba, além da cidade de Santa Isabel**

Na cidade de Cachoeira Paulista há duas estações de tratamento de esgotos uma que opera pelo sistema de lodos ativados e outra que opera por lagoa facultativa.

A lagoa facultativa da cidade de Cachoeira Paulista opera em situação de baixa carga e alto tempo de detenção, portanto é de esperar que não haja em nenhum momento a ultrapassagem do limite estabelecidos pelas legislações.

Reportando-nos à dados do ano de 2014 na qual a determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio ocorrida de forma convencional, ou seja, sem tratamento da amostra do efluente final, apresenta-se a Tabela 1.

Para o período mencionado, demonstra-se que na amostragem do dia 16/07/14 não houve a remoção de 80% e a concentração da  $DBO_{5,20}$  no efluente final foi superior à 60 mg/L. Este resultado é um indicativo da influência das algas no resultado analítico o que leva a interpretação errônea de que a unidade poderia não atender as exigências legais do estado de São Paulo (DECRETO ESTADUAL 8468, 1976).

**Tabela 1 - Monitoramento da Lagoa de Tratamento de Cachoeira Paulista - 2014 - Análise de DBO<sub>5,20</sub> (sem remoção de algas)**

Datas	DBO <sub>5,20</sub>			Sol. Sed.
	Remoção	Entrada	Saída	Saída
	%	mg/L	mg/L	mL/L
23/01/2014	85%	235	35	<0,1
13/02/2014	94%	273	16	0,1
26/03/2014	90%	244	25	0,3
09/04/2014	78%	184	40	-
15/04/2014	73%	105	28	-
23/04/2014	86%	278	40	0,4
24/04/2014	85%	175	26	-
06/05/2014	88%	154	18	-
14/05/2014	74%	204	54	-
21/05/2014	85%	213	31	-
22/05/2014	91%	361	32	<0,1
22/05/2014	91%	361	32	<0,1
03/06/2014		158		-
10/06/2014	89%	317	35	<0,1
17/06/2014	87%	247	32	-
26/06/2014	73%	225	60	-
03/07/2014	80%	215	43	-
16/07/2014	54%	214	99	-
24/07/2014	86%	228	32	-
05/07/2014	77%	247	58	-
24/07/2014	83%	337	58	<0,1
24/07/2014	83%	337	58	<0,1
13/08/2014	90%	410	41	<0,1
27/08/2014	81%	241	46	-
04/09/2014	71%	171	50	-
22/09/2014	68%	155	50	<0,1
22/09/2014	68%	155	50	<0,1
08/10/2014	93%	329	22	-
13/10/2014	88%	424	53	<0,1
17/10/2014	93%	277	19	-
27/10/2014	98%	229	5	-
05/11/2014	98%	212	5	1
05/11/2014	98%	212	5	1
06/11/2014	95%	330,5	18	-
19/11/2014	92%	409	31	-
27/11/2014	91%	162	14	-
04/12/2014	93%	248	18	-
Conc. Média	86%	251	36	
Conc. Máxima		424	99	
Conc. Mínima		105	5	

Na tabela 1 também se destaca alguns parâmetros de sólidos sedimentáveis com concentrações iguais ou acima da legislação, a depender da quantidade de algas é possível que haja deposição das mesmas no período de 60 minutos na qual se determina este parâmetro. Segundo PIVELI (2006) grande parte dos problemas de

qualidade dos efluentes das lagoas fotossintéticas está relacionado com as algas e devido a isto é comum que o esgoto tratado possua maior concentração de sólidos em suspensão que o esgoto à sua entrada, caso seja precedido de lagoa anaeróbia.

As lagoas tiveram inicialmente sua aplicação na Austrália (BINA & SALVADOR, 2014) e atualmente em continentes de clima quente tais como Oriente Médio, África, Ásia e América Latina são utilizadas para tratamento de esgotos de grandes populações. Nos Estados Unidos 40% dos esgotos domésticos são tratados através de lagoas (Davis, 2010).

As lagoas facultativas são caracterizadas por terem profundidade entre 1 à 2,5 metros onde na camada mais profunda temos o processo anaeróbio, em meia profundidade temos um processo intermediário que pode ser considerado como anóxico e também a parte superior que é aeróbia (Caldwell et al., 1973 apud (Davis, 2010)).

A aeração da lagoa facultativa é obtida devido a fotossíntese das algas e também pela reaeração superficial.

No primeiro terço da lagoa facultativa, considerado anaeróbio, ocorrerá uma remoção em termos de carga de demanda bioquímica de oxigênio ( $DBO_{5,20}$ ) entre 40 à 60% e é projetada para operar com alta taxa de aplicação de matéria orgânica, possibilitando o rápido consumo de oxigênio que esteja dissolvido no esgoto afluente.

A taxa de aplicação superficial recomendada na fase anaeróbia deve ser maior que 1.000 kg  $DBO_{5,20}$ /há.d e uma taxa de aplicação de matéria orgânica entre 0,1 à 0,4 kg  $DBO_{5,20}$ /m<sup>3</sup>.d

O Lodo que é acumulado nesta lagoa sofrerá a digestão anaeróbia devida ausência de oxigênio molecular, sendo que as temperaturas ótimas de operação estão na faixa entre 25 à 35°C.

Uma característica importante que deve ser levantada é a simbiose entre os processos citados, ao fundo ocorre à digestão anaeróbia que solubiliza os compostos orgânicos que serão utilizados pelos microrganismos e também a liberação de gases como dióxido de carbono, metano e nitrogênio amoniacal que serão absorvidos pelas algas.

Com o incremento desses substratos as algas se desenvolvem, fornecendo oxigênio para a digestão aeróbia, com degradação da matéria orgânica solúvel pelos microrganismos.

A eficiência do processo de tratamento é amplamente difundida na literatura técnica especializada, inclusive defendendo-se a aplicação do efluente na agricultura (SHUVAL et al.; 1986 apud BINA & SALVADOR, 2014).

A Lagoa facultativa fotossintética, é projetada para uma carga orgânica superficial baixa variando entre 100 à 400 kg de Demanda Bioquímica de Oxigênio por hectare para uma temperatura entre 20°C à 25°C, o que permitirá o desenvolvimento satisfatória de algas, cianobactérias e bactérias, sendo que o oxigênio dissolvido para a decomposição da matéria orgânica será suprida pela fotossíntese algal.

Em razão da presença de algas, estas são coloridas de verde escuro. A concentração de algas em uma lagoa facultativa saudável depende de carga e da temperatura, mas encontra-se geralmente na faixa de 500-2000 µg de clorofila-a por litro (BINA & SALVADOR, 2014). Trabalho realizado em lagoas de tratamento em na cidade de Fortaleza/CE (SILVA & FERREIRA, 2000) demonstrou concentração de clorofila-a de 1.320 µg/L.

Dinges apud Léo (2008) cita as principais algas presentes no sistema de tratamento de esgotos em lagoas:

Phyla Cyanobacteria

Chlorophyta

Euglenophyta

Bacillariophyta

Conforme mencionado, no fundo das lagoas facultativas ocorrerem o processo anaeróbio, visto que devido ao alto tempo de detenção os sólidos sedimentáveis irão depositar-se no fundo da lagoa. Ocorre que no inverno esta atividade é reduzida devido às baixas temperaturas, acumulando matéria orgânica.

Com a elevação da temperatura o processo anaeróbio é retomado, fornecendo matéria orgânica solúvel ao meio líquido e também gases como o sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono, nitrogênio amoniacal, entre outros.

A característica esverdeada nos efluente de lagoas facultativas é comum, posto que o processo de tratamento envolve reações de fotossíntese, pois nos esgotos há nutrientes como nitrogênio e fósforo que favorecem o desenvolvimento das algas, que por sua vez fornece a quantidade de oxigênio necessário aos microorganismos existentes na biota, a equação abaixo demonstra simplificada este processo:



$\text{C}_{7,62}\text{H}_{8,06}\text{O}_{2,53}\text{N}_1$  é a composição celular média das algas.

Assim, apesar de ser desejável nas lagoas, a formação de algas também é um gerador de matéria orgânica ao meio ambiente.

Tanto é que o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 430 em seu artigo 21, parágrafo 3º define:

“Para a determinação da eficiência de remoção de carga poluidora em termos de  $\text{DBO}_{5,20}$  para sistemas de tratamento com lagoas de estabilização, a amostra do efluente deverá ser filtrada”

A decisão deste órgão máximo da federação tem como base as constatações científicas.

A presença de algas nos efluentes das lagoas de estabilização é inerente a esse processo de tratamento, que tem por princípio a interação entre algas e bactérias, apresentando desta forma, uma elevada concentração de sólidos suspensos em seu efluente.

No efluente tratado de uma lagoa facultativa 50 à 80% dos sólidos suspensos é devido a biomassa algal e esta biomassa representa entre 70 à 90% da  $\text{DBO}_{5,20}$  (Mara e Pearson, 1986; Bucksteeg, 1987 apud Silva & Ferreira, 2000).

Estudos destinados a comparar os resultados entre amostras brutas e filtradas para avaliação do conteúdo orgânico de lagoas de estabilização, apontam que a presença de algas pode causar um atraso na degradação do efluente (atraso na  $\text{DBO}_{5,20}$  inicial de 24 horas), pois as algas possuem parede celular (SILVA & FERREIRA, 2000).

Esses estudos avaliaram a influência da biomassa de algas sobre a  $\text{DBO}_{5,20}$  e os resultados mostraram que a  $\text{DBO}_{5,20}$  filtrada é o parâmetro mais adequado para avaliar o desempenho de lagoas na remoção de matéria orgânica. Os autores também descrevem que:

“Na comunidade europeia o conteúdo orgânico de efluentes de lagoas deve ser determinado em amostras filtradas”.

Outros autores ainda consideram que:

“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)”.

Diante das constatações científicas consideramos que para a avaliação da remoção de carga orgânica como  $\text{DBO}_{5,20}$ , deve ser considerada a amostra filtrada para o efluente (AESB).

Em Fortaleza foram realizados testes na questão da influência da presença de algas na determinação da matéria orgânica (SILVA & FERREIRA, 2000).

Os pesquisadores encontraram os seguintes dados médios para 16 amostragens da unidade de tratamento (34°43'S; 38°32'O):

pH : 7,6

$\text{DBO}_{5,20}$  sem filtrar : 221 mg/L

$\text{DBO}_{5,20}$  filtrada : 97 mg/L

No trabalho realizado em Fortaleza, foi possível realizar a correlação entre a  $\text{DBO}_{5,20}$  sem filtrar e a filtrada, os autores conseguiram uma correlação  $r^2 = 0,9884$  e equação:

- $\text{DBO filtrada} = 0,2284 \times (\text{DBO bruta})^{1,8925}$

Outro dado importante que possibilita demonstrar tecnicamente a diferença entre a DBO<sub>5,20</sub> filtrada e sem filtrar está demonstrado através da Tabela 2.

**Tabela 2 - Monitoramento de Lagoas de Tratamento - comparação entre DBO total e filtrada (Léo, 2008)**

Amostra	Esgoto bruto	Efluente Anaeróbia Lagoa	Efluente Facultativa Lagoa	Efluente Lagoa Facultativa (amostra filtrada)
Média	201	66	55	37
Desv.Padrão	86,34	29,98	17,61	16,81

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de DBO<sub>5,20</sub> utilizada tem como referência Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22 nd Edition, 2012 e o tratamento da amostra consistiu em:

- Sedimentação por 60 minutos em cone de Inhoff;
- Pré filtragem em filtro rápido, conforme demonstrado através da figura 4;
- Filtragem em membrana de 0,45 µ;
- Determinação da DBO<sub>5,20</sub> da amostra filtrada.

A pré filtragem foi realizada com o sobrenadante da amostra que ficou em sedimentação por 60 minutos, ou seja, procedeu-se a pré filtragem do decantado.

A título de comparação foi realizada a determinação da DBO<sub>5,20</sub> da amostra bruta, ou seja, sem filtrar.



**Figura 2 - Pré-Filtragem de Amostra para ensaio de DBO**

Para a determinação quantitativa e qualitativa das algas foi seguido os seguintes procedimentos:

- Concentração de 100 mL de amostra bruta no funil de Sedgwick Rafter, conforme demonstrado através da figura 5;
- Leitura microscópica de 1 mL da amostra concentrada em câmara de Sedgwick Rafter em aumento de 100 vezes para quantificação (STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - SMEWW, 2012);
- Identificação das algas em 2 mL da amostra concentrada em câmara de Utermol em microscópio invertido, em diversos aumentos (qualificação);

A determinação da concentração de Clorofila-a foi realizada pelo método Espectrofotométrico método 10.200 H (STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - SMEWW, 2012).



Figura 3 – Concentração de amostra – funil de Sedgwick Rafter

## RESULTADOS

O período amostrado (Nov/15 à Mar/16) foi favorável a pesquisa devido a incidência solar, o que leva a um intenso desenvolvimento de algas.

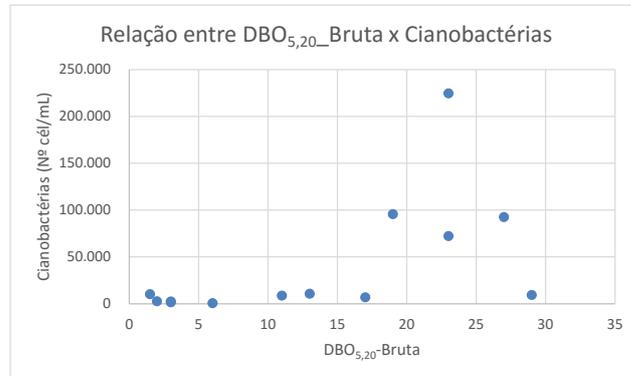
Através da tabela 4 apresenta-se os resultados de 19 análises de DBO<sub>5,20</sub> com e sem filtração das amostras, e 14 resultados de análises de cianobactérias, análise hidrobiológica (contagem das algas) e análises de clorofila-a.

Para a determinação da concentração média, adotou-se a metade da concentração limite de detecção, ou seja, para os resultados menores que 3 mg/L, adotou-se a concentração de 1,5 mg/L.

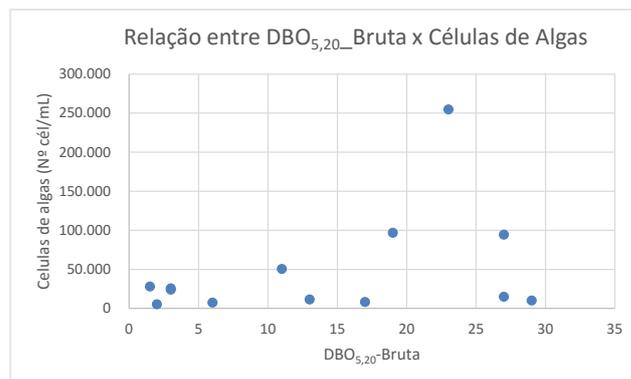
**Tabela 3 - Resultados do monitoramento da Lagoa de Cachoeira Paulista – DBO<sub>5,20</sub> filtrada e sem filtrar, n° de cianobactérias/mL, n° de algas/mL, concentração de Clorofila-a**

Data	DBO (mg/LO <sub>2</sub> )	DBO filtrada (mg/LO <sub>2</sub> )	Cianobactérias (N° cél/mL)	Análise hidrobiológica (N° cél/mL) total	Clorofila-a (µg/L)
13/11/2015	< 3	< 3	10.264	28.076	
18/11/2015	11	4	8.554	50.368	
27/11/2015	27	5		14.829	529
03/12/2015	3	< 3	1.559	25.593	623
11/12/2015	6	< 3	579	7.450	139
17/12/2015	3	< 3	2.332	23.899	313
22/12/2015	2	< 3	2.539	5.297	257
29/12/2015	17	5	6.846	8.249	254
06/01/2016	29	16	9.217	9.904	221
14/01/2016	13	< 3	10.665	11.467	112
21/01/2016	23	7	72.123		451
30/01/2016	19	6			
04/02/2016	19	9	95.693	96.825	513
11/02/2016	23	12	224.532	254.532	254
18/02/2016	27	5	92.397	94.397	206
26/02/2016	18	16			
10/03/2016	34	2			
18/03/2016	34	27			
23/03/2016	17	< 3			
<b>N</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>Conc. Média</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>38.379</b>	<b>45.063</b>	<b>276</b>
<b>Conc. Mínima</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>579</b>	<b>5.297</b>	<b>112</b>
<b>Conc. Máxima</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>224.532</b>	<b>254.532</b>	<b>623</b>

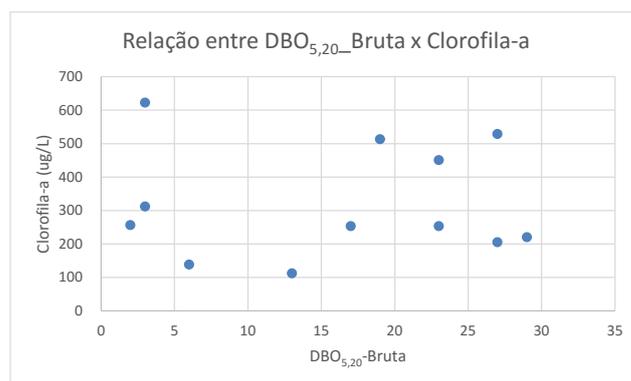
Não foi possível determinar qualquer correlação entre a concentração da Demanda Bioquímica de Oxigênio com os parâmetros cianobactérias (Figura 6) ou com a quantidade de células de algas (Figura 7) ou com a concentração de clorofila-a (Figura 8)



**Figura 4 - Relação entre a concentração de DBO<sub>5,20</sub>-Bruta e Concentração de cianobactérias**

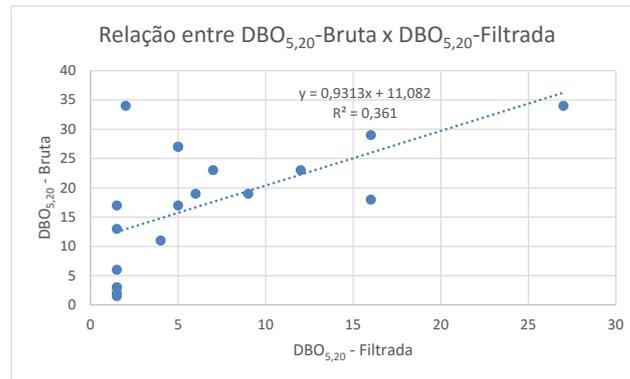


**Figura 5 - Relação entre a concentração de DBO<sub>5,20</sub>-Bruta e Concentração de células de algas**



**Figura 6 – Relação entre a concentração de DBO<sub>5,20</sub>-Bruta e a concentração de clorofila-a**

Porém foi possível verificar uma pequena correlação entre a concentração da DBO<sub>5,20</sub> sem filtrar (denominada como bruta) e a DBO<sub>5,20</sub> filtrada, que está apresentada através da Figura 9.



**Figura 7 – Correlação entre a DBO<sub>5,20</sub> - Bruta (sem filtrar) e a DBO<sub>5,20</sub> - Filtrada**

## CONCLUSÕES

A presença de algas representou no presente estudo uma influência positiva de 62% no parâmetro DBO<sub>5,20</sub> quando consideramos a concentração média. Valor próximo ao que foi reportado por Mara e Pearson, 1986; Bucksteeg, 1987 apud Silva & Ferreira, 2000.

A concentração de clorofila-a variou entre 112 à 623µg/L, concentrações abaixo do que foi relatado por BINA & SALVADOR (2014) e SILVA & FERREIRA (2000). O que não significa que a unidade de tratamento da cidade de Cachoeira Paulista esteja com performance comprometida, essas variações devem ser entendidas como normais, visto que a quantidade de algas depende de fatores como luminosidade, temperatura, insolação, tempo de detenção hidráulico, aporte de nutrientes, etc.

A concentração de cianobactérias variou entre 579 à 224.532 células por mililitro, enquanto a quantidade de algas totais esteve entre 5.297 à 254.532 células por mililitro.

Os dados apresentados através da Tabela 4 não possibilitaram uma correlação entre os parâmetros de clorofila-a com o número de células de algas totais ou cianobactérias, porém possibilitou demonstrar uma relação entre a DBO<sub>5,20</sub> sem a remoção das algas e a DBO<sub>5,20</sub> com a remoção das algas (sedimentação e filtração).

A correlação entre as amostras filtradas e não filtradas não foi maior, pois existe a possibilidade de haver a lise celular no momento da filtragem da amostra contribuindo para o incremento da DBO<sub>5,20</sub> filtrada.

O presente trabalho corrobora com as conclusões de outros autores de que a maneira correta de se avaliar a eficiência de uma lagoa facultativa é através de amostras filtradas para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio.

A continuidade deste trabalho pode dar-se em determinar maneiras de haver a remoção de algas sem ocorrer a lise celular.

Quanto a avaliação de eficiência de um sistema de tratamento de esgotos por lagoas facultativas, ainda, resta o questionamento em relação aos sólidos sedimentáveis, que na legislação federal exige que a concentração seja de no máximo 1,0 mililitro por litro.

Sabedores que dependendo das condições, as algas contribuem para o aumento desses sólidos no efluente final, o que seria passível de sanções por parte dos órgãos fiscalizadores, questiona-se as entidades de fiscalização se é razoável exigência de sólidos sedimentáveis em lagoas facultativas?



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AESB, A. E. (s.d.). PROPOSTA COMPLEMENTAR À RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 SOBRE CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES PARA O SETOR DE SANEAMENTO .
2. BINA, B., & SALVADOR, N. N. (2014). AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS. *24º Encontro Técnico AESABESP*. São Paulo.
3. CERQUEIRA, R. S. (2004). *PÓS TRATAMENTO DE EFLUENTE DE LAGOA ANAERÓIBA POR ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO SOLO*. CAMPINAS/SP: Dissertação de Mestrado.
4. CONAMA, C. D. (2011). RESOLUÇÃO CONAMA 430.
5. Davis, M. (2010). Water and Wastewater Engineering - Design Principles and Practice. *Water and Wastewater Engineering - Design Principles and Practice*. United States, USA: McGraw-Hill.
6. DECRETO ESTADUAL 8468. (08 de 09 de 1976). SÃO PAULO.
7. LÉO, L. R. (2008). Investigação da Toxicidade, Tratabilidade e formação de subprodutos tóxicos em efluentes clorados de lagoas de estabilização com e sem pós tratamento. *Investigação da Toxicidade, Tratabilidade e formação de subprodutos tóxicos em efluentes clorados de lagoas de estabilização com e sem pós tratamento*. São Paulo, SP, Brasil: Tese de Doutorado.
8. PIVELI, R. P. (06 de 2006). CONTROLE DE SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO, PÓS-TRATAMENTO POR PROCESSOS FÍSICO-QUÍMICO, DESINFECÇÃO E USO AGRÍCOLA DO EFLUENTE FINAL. SÃO PAULO, SP: TESE DE LIVRE DOCÊNCIA - ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIADE DE SÃO PAULO (USP).
9. SABESP. (ABRIL de 2016). DADOS OPERACIONAIS DA CIDADE DE CACHOEIRA PAULISTA. <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Municipio.aspx?secaoId=18&id=459>.
10. SILVA, F. A., & FERREIRA, A. C. (2000). Comparação entre Amostras Brutas e Filtradas para avaliação do conteúdo orgânico de efluentes de Lagoas de Estabilização. *Revista Tecnologica Fortaleza*, 85-90.
11. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - SMEWW. (2012). *SMEWW*. 22ª edição.
12. TRUPPEL, A. (2002). *REDUÇÃO DE ODORES DE UMA LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO E*. Florianópolis: Dissertação de Mestrado, UFSC.