

REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E COLIFORMES TERMOTOLERANTES DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS DE NATAL-RN

Andréia NUNES (1); Bruno ALBUQUERQUE (2); Luênia SILVA(3); André ARAUJO (4)

- (1) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, e-mail: andreiapnunes@hotmail.com
(2) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, e-mail: brunobcda@gmail.com
(3) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, e-mail: lktas00@hotmail.com
(4) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, email: acalado@cefetrn.br

RESUMO

O presente trabalho é o resultado de uma pesquisa maior intitulada “Avaliação operacional e da eficiência dos sistemas de lagoas de estabilização tratando efluentes dos distritos industriais de Natal”. A pesquisa teve por objetivo realizar a avaliação da eficiência de dois sistemas de lagoas de estabilização tratando efluentes industriais em termos de remoção de matéria orgânica e coliformes termotolerantes. No entanto um dos sistemas a ser estudado entrou em colapso no início da pesquisa impossibilitando a realização de coletas e estudos no local, dessa forma a pesquisa continuou analisando somente um dos sistemas. A pesquisa foi realizada por meio de levantamento bibliográfico e coletas de amostras nos sistemas. Após terem sido coletadas, as amostras foram encaminhadas para os laboratórios do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, onde foram analisados os parâmetros a serem estudados. Como resultados obteve-se uma remoção satisfatória de DBO (77%), já a DQO não foi removida tão satisfatoriamente totalizando 63% de remoção média. Mesmo com a ausência de uma lagoa de estabilização com objetivo de remover microrganismos patogênicos, o sistema apresentou uma eficiência satisfatória na remoção de coliformes termotolerantes (99,99%)

Palavras-chave: lagoa de estabilização, matéria orgânica, coliformes termotolerantes.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a Revolução Industrial trouxe consigo vários benefícios para a sociedade. A partir dela abriram-se os caminhos para a modernização e produção de novas e intermináveis tecnologias. Essa nova era industrial proporcionava facilidades e praticidade às coisas, de modo que o consumo dos recursos naturais foi crescendo juntamente com a população mundial e os problemas ambientais.

Ter muita produção com pouco trabalho manual foi uma conquista notável e relevante do ser humano. Porém, o tempo de pensar nas consequências da alta produção e alto consumo de recursos naturais não foi tomado na devida hora. Assim, sofremos até hoje tentando solucionar os problemas sócio-ambientais causados pelo crescimento rápido e desenfreado possibilitado pela revolução.

No Brasil mais especificamente um dos grandes problemas decorrente do grande crescimento industrial e populacional e ausência de planejamento urbano é a falta de saneamento básico. Muitas cidades do país desconhecem até o seu significado e sua existência. O abastecimento de água potável, a coleta e tratamento e controle da poluição dos esgotos sanitários, o manejo das águas pluviais e o acondicionamento, coleta, transporte e destinação dos resíduos sólidos, tudo isso está inserido no conceito de saneamento básico, apesar de muita gente desconhecer dessa informação.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) feita pelo IBGE em 2000 mostrou bem as deficiências em todos os pontos do saneamento básico no Brasil. No que diz respeito ao esgotamento sanitário a pesquisa

revelou que dos 5.507 municípios, 52,2% eram servidos. Sendo que a pesquisa considerou “município servido” aquele que apresenta algum tipo de serviço de esgotamento sanitário, independentemente da extensão da rede coletora, do número de ligações ou de economias esgotadas. Dados atuais trariam uma contextualização melhor ainda, apesar de uma nova PNSB foi realizada em 2008, o resultado ainda não foi divulgado pelo IBGE (IBGE, 2002).

Na capital norte rio grandense a situação não é diferente do resto do Brasil. Os esforços para ter uma cidade 100% saneada, têm sido apresentados diariamente em todos os veículos de informação. De fato, o governo tem apresentado mais interesse no saneamento básico, no site do governo do estado a promessa é a seguinte: “até 2010 a área saneada do Rio Grande do Norte passará de 17% para 44%. Em Natal, a área beneficiada com esgoto passará de 32% para 61% e todo o esgoto será tratado”. Para atingir a meta de tratar todo o esgoto coletado, a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) está construindo mais três estações de tratamento de esgotos, o que totalizará onze estações de tratamento em toda região de Natal.

O presente trabalho tem por objetivo principal avaliar a remoção de matéria orgânica e coliformes termotolerantes da estação de tratamento de esgotos do Distrito Industrial de Natal. Para isso, foram feitas 15 coletas no período de setembro de 2009 a abril de 2010. As análises foram feitas nos laboratórios do Instituto Federal do Rio Grande do Norte.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Lagoas de estabilização

As lagoas de estabilização são lagoas projetadas, construídas e operadas com a finalidade de tratar esgotos e também constituem-se no método mais simples de tratamento de esgotos. (MENDONÇA, 1990; SPERLING, 1996).

Estas lagoas constituem o tratamento secundário de esgoto e tem como objetivos a remoção de matéria orgânica e microrganismos patogênicos e o reuso de seus efluentes, principalmente na agricultura. (MEDONÇA, 1990).

Baixo custo, simples operação, fácil manutenção, e capacidade de produção de efluentes com alta qualidade para reuso são vantagens e características mais marcantes das lagoas de estabilização. Por outro lado as mesmas necessitam de grandes extensões de áreas para a construção, particularmente as lagoas facultativas.

São variáveis de lagoas de estabilização:

- lagoa anaeróbia;
- lagoa facultativa;
- lagoa de alta taxa;
- lagoa de maturação;
- lagoa aerada de mistura completa;
- lagoa aerada facultativa;
- lagoa de decantação(SPERLING, 1996)

1.2 OD, DBO e DQO

O oxigênio dissolvido (OD) é sem dúvida o parâmetro de melhor caracterização da qualidade de um corpo d'água. Nos processos de tratamento aeróbios, o OD é fundamental para a respiração dos microrganismos que realizam a degradação da matéria orgânica (JORDÃO E PESSOA, 2009). O consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos pode causar também a morte de seres aquáticos, Von Sperling afirma que “com o oxigênio dissolvido em torno de 4-5 mg/l morrem os peixes mais exigentes; com o OD igual a 2 mg/l praticamente todos os peixes estão mortos; com OD igual a 0mg/L tem-se condições de anaerobiose” (VON SPERLING, 2005, p. 39).

A forma mais utilizada para medir de forma indireta o teor de matéria orgânica carbonácea presente nos esgotos ou no corpo d'água é através da determinação da DBO ou da DQO.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio, DBO, indica tecnicamente a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar biologicamente a matéria orgânica presente em uma amostra. Em outras palavras, ela indica a quantidade de matéria orgânica presente em um corpo. É importante para se conhecer o grau de poluição do esgoto afluente e do tratado, assim se torna possível dimensionar uma estação de tratamento de esgotos e também medir a sua eficiência. “Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do corpo d’água” (JORDÃO E PESSOA, 2009, p. 28). Sabe-se que a matéria orgânica é a principal causadora de problemas de poluição das águas. Os principais componentes orgânicos são os compostos de proteína, os carboidratos, gorduras e óleos, uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas e outros em menor quantidade (VON SPERLING, 2005, p. 40).

A Demanda Química de Oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a fração orgânica de uma amostra. Em uma explicação mais sucinta, a DQO engloba não somente a demanda de oxigênio satisfeita biologicamente (como a DBO), mas tudo o que é susceptível a demanda de oxigênio. Por este motivo é preferível a análise da DQO para os despejos industriais. Valores elevados na relação DQO/DBO são indicativos de despejos industriais menos facilmente biodegradáveis. (JORDÃO E PESSOA, 2009, p. 59).

1.3 Microrganismos

A identificação e contagem de microrganismos presentes em corpos d’água são de interesse dos aspectos de proteção da saúde pública. Jordão e Pessoa comentam que os principais microrganismos encontrados nos corpos de água e nos esgotos são as bactérias, fungos, algas, protozoários, vírus, plantas e animais (JORDÃO E PESSOA, 2009, p. 33).

De todos os microrganismos presente nos corpos d’água, aqueles capazes de causar doenças ao ser humano (microrganismos patogênicos) recebem maior atenção no tangente ao tratamento de esgotos. Os principais grupos de interesse do ponto de vista de saúde pública são as bactérias, vírus, protozoários e helmintos (VON SPERLING, 2005, p. 102).

Para indicar a poluição fecal e para medir a extensão desta contaminação, adota-se como indicadores bactérias de origem fecal.

Essas bactérias são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente (mamíferos em geral), e justamente por estarem presentes no excremento humano em elevada quantidade (100 milhões de coliformes totais/hab.dia, por exemplo) devem ser de fácil isolamento e simples quantificação, para serem adotadas como referências para indicar e medir a grandeza da poluição (JORDÃO e PESSOA, 2009, p. 67).

Os organismos mais comumente utilizados para a identificação de contaminação fecal são as bactérias do grupo coliforme. Esse grupo dividi-se ainda em 3 outros grupos mais utilizados:

- Coliformes totais: Foram os primeiros a serem adotados como indicadores da poluição humana, porém a presença desse grupo numa água residuária não significa que seja contribuição humana ou animal pois estes organismos podem se desenvolver na vegetação e no solo.
- Coliformes fecais ou termotolerantes: são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários predominantemente do trato intestinal humano e outros animais. O teste é feito a uma elevada temperatura, objetivando a supressão de bactérias de origem não fecal.
- *Escherichia coli*: é a principal bactéria do grupo coliformes fecais. Diferente dos coliformes totais e fecais, a *E coli* é a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal (VON SPERLING, 2005).

1.4 Caracterização de efluentes industriais

Jordão e Pessoa (1995) identificam formas típicas da contribuição de despejos líquidos das indústrias, são elas:

- águas de rejeito de processo;
- águas servidas de utilidades;
- águas pluviais contaminadas e não contaminadas; e

- esgotos sanitários.

A padronização quanto à característica qualitativa de efluentes industriais em geral, é difícil devido à variação da atividade das indústrias. Diferente dos esgotos domésticos, que têm suas características e variações definidas na literatura, os despejos industriais têm essas mesmas características definidas a partir do tipo de atividade que a indústria se enquadra. Porém, como comenta Nunes (2008), é possível que haja grande variação até mesmo entre indústrias do mesmo ramo de atividade, tal é possível pelo fato de nem sempre as matérias-primas utilizadas na produção serem as mesmas.

2 METODOLOGIA

Esse trabalho resultou da pesquisa denominada “Avaliação operacional e da eficiência dos sistemas de lagoa de estabilização tratando efluentes dos distritos industriais de Natal”, aprovada pelo Cnpq no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação no Edital nº 03 de 2009. A referida pesquisa é ainda parte de um projeto maior financiado e apoiado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), intitulado “Projeto de avaliação operacional e da eficiência de lagoas de estabilização no estado do Rio Grande do Norte”.

A pesquisa foi realizada através de pesquisa bibliográfica e experimental. A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio do programa STATISCA 7 e do Microsoft Office Excel® 2007.

Foram realizadas 15 coletas no período de setembro de 2009 a abril 2010. Todas as coletas foram realizadas entre 09:00 e 10:00 da manhã sendo o pH e temperatura medidos em campo além da fixação do OD em campo para posterior análise. Para a análise dos coliformes, as amostras foram coletadas em frascos previamente esterilizados, evitando a interferência de fatores externos nos resultados.

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas diretamente para os laboratórios do IFRN, onde foram realizadas as seguintes análises: cor, turbidez, condutividade elétrica, sólidos suspensos, sólidos totais dissolvidos, DBO, DQO, OD e coliformes termotolerantes. No presente artigo só serão discutidos os diretamente relativos a matéria orgânica e coliformes termotolerantes.

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

O Sistema de tratamento de efluentes líquidos (SITEL) do Distrito Industrial de Natal (DIN) teve o seu projeto elaborado em janeiro de 1997, sendo sua implantação concluída no ano de 2000. Sua infra-estrutura compreende uma Rede Coletora de aproximadamente 11 km, 03 (três) Estações Elevatórias, 04 (quatro) Emissários e uma Estação de Tratamento de Efluentes Industriais, projetado para operar como um sistema de aeração prolongada formada por três lagoas em série, sendo uma lagoa aerada aeróbia - mistura completa, uma lagoa aerada facultativa e uma Lagoa de Decantação (FARIAS, 2001).

A Lagoa aerada de mistura completa apresenta volume útil de 38.736,00 m³ e profundidade útil de 3,00 m. Nessa, de acordo com o projeto devem estar instalados 14 aeradores de 25 CV. Porém foi observado durante as coletas que a lagoa opera somente com 11 aeradores. A lagoa aerada facultativa apresenta volume útil de 40.190,00 m³, profundidade útil de 3,00 m, e 06 aeradores de 10 CV. A lagoa de decantação apresenta volume útil de 41.659,00 m³ e profundidade útil de 2,20 m (FARIAS, 2001). O sistema conta ainda com uma calha Parshall de 9” localizada na entrada e um vertedouro na saída da lagoa de decantação. A figura 01 mostra a imagem aérea das três lagoas.



Figura 1 – Imagem das lagoas do SITEL/DIN

De acordo com informações do IDEMA (2008) 12 das indústrias instaladas no DIN encaminham seus efluentes para o SITEL, outras cinco indústrias realizam seu próprio tratamento e encaminham o efluente diretamente para o Estuário do Rio Pontengi, que é também o destino final dos efluentes tratado no SITEL/DIN.

O sistema foi projetado para operar um tratamento à nível secundário dos efluentes líquidos gerados no DIN tendo capacidade média para tratamento de vazão da ordem de 10.500 m³/dia com uma carga total de 6.300 kg de DBO/dia, devendo apresentar uma eficiência média superior a 95% de redução de DBO (FARIAS, 2001).

Para controle de substâncias poluentes que possam interferir negativamente nos processos de tratamento biológicos aeróbios predominantes nas lagoas aeradas do SITEL/DIN, foram estabelecidas algumas condicionantes para admissão dos efluentes industriais ao sistema, conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 1 – Principais padrões máximos de lançamento de efluentes no SITEL

Temperatura (°C)	40
pH	6 - 9
Relação DQO/DBO	Menor ou igual a 4
DQO (mg/L)	*
DBO (mg/L)	*
Cor verdadeira (uH)	300
Óleos & Graxas (mg/L)	100
Sólidos Suspensos (mg/l)	300
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	5
Diâmetro Máximo Partículas (cm)	1,5
Lançamento dos efluentes	Vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média diária

Fonte: Instrução Normativa n° 1, de 03/11/2004 – IDEMA.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a análise das análises e o tratamento dos dados, foram analisadas as concentrações médias, mínimas e máximas dos parâmetros analisados, isso resultou na seguinte tabela.

Tabela 2 – Valores médios mínimos e máximos de DBO, DQO, OD e Coliformes Termotolerantes.

Amostra	Valores	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	OD (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)
EB	MÉDIO	240	642	*	2,85E+07
	MÍNIMO	171	491	*	1,40E+05
	MÁXIMO	313	1064	*	1,60E+08
LMC	MÉDIO	71	330	0,4	2,47E+06
	MÍNIMO	51	218	0	2,30E+04
	MÁXIMO	105	441	1,3	1,60E+07
LAF	MÉDIO	55	280	0,7	1,04E+05
	MÍNIMO	36	56	0	4,00E+03
	MÁXIMO	88	468	1,8	9,00E+05
LD	MÉDIO	55	234	1,3	1,02E+04
	MÍNIMO	37	130	0	1,20E+01
	MÁXIMO	78	356	5,4	5,00E+04

Ao analisar a tabela fica clara a remoção da concentração de DBO, DQO e número de coliformes termotolerantes bem como o aumento da concentração de oxigênio dissolvido nas lagoas. Porém é importante ressaltar que a concentração de OD ainda é insatisfatória, ao olhar as mínimas de OD nas lagoas encontra-se o resultado zero, ou seja a amostra se encontrava anóxica. A concentração de OD igual a zero nas amostras era comum nas análises durante a pesquisa. Observa-se aí a falha na aeração das lagoas, como comentam Jordão e Pessoa, deve-se manter um mínimo uniforme de 1,5 a 2 mg/l de OD nas lagoas aeradas. Apesar de na lagoa de decantação o máximo ser de 5,4 mg/l este resultado pode ser considerado fora da realidade do efluente do SITEL, visto que foi o único dia em que o OD se encontrou em uma concentração maior que 2,3. Pode-se observar a variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido no gráfico 01.

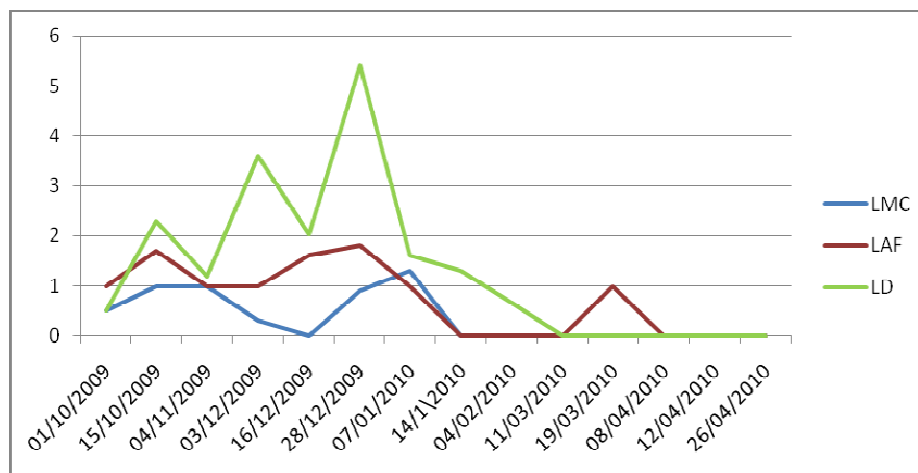
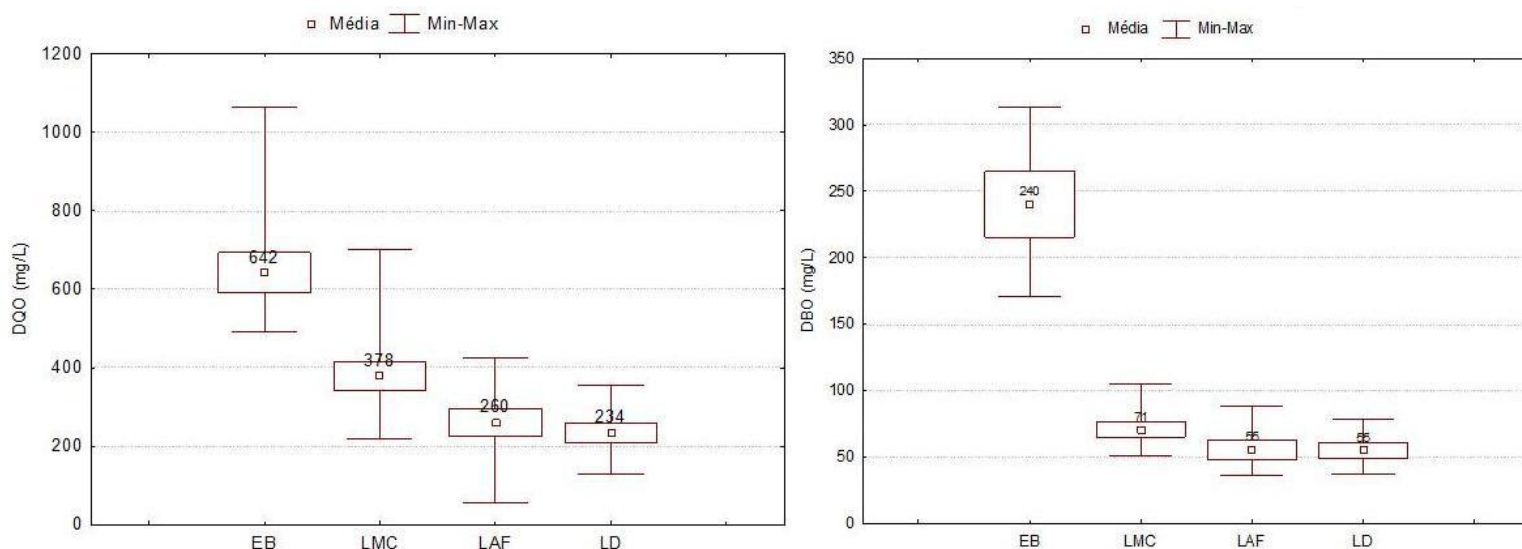


Gráfico 1 – Variação temporal do oxigênio dissolvido por lagoa.

No que diz respeito a DBO e DQO, os resultados podem ser melhor observados nos gráficos a seguir.



Gráficos 2 e 3 - Concentrações médias mínimas e máximas de DQO e DBO.

Pode-se afirmar que ambos tiveram uma boa remoção. Analisando os dois gráficos observa-se que a maior remoção de matéria orgânica acontece na lagoa de maturação, conforme esperado. A remoção de DBO foi a mais satisfatória, quando a média de lançamento final é de 55 mg/l e o valor máximo não passa de 78 mg/l. Já a DQO teve eficiência menor de remoção mas não significa ineficiência, por se tratar de efluentes industriais espera-se uma maior concentração de elementos mais resistentes a degradação biológica, isso explica a menor remoção de DQO pelo sistema.

Os coliformes termotolerantes foram removidos com uma eficiência média de 99,99%, o que é um resultado bastante satisfatório visto que apesar de o sistema ter sido projetado para tratar somente efluentes industriais foi presenciado em um dia de coleta um caminhão limpa fossa despejando seu efluente na lagoa aerada de mistura completa. Sabe-se que esses caminhões trabalham secando fossas domésticas em toda região de Natal e que esse efluente possui altas concentrações de microorganismos patogênicos. Por não possuir uma lagoa com o objetivo de remover microorganismos, pode-se dizer que o sistema remove eficientemente os coliformes termotolerantes.

Assim as eficiências médias de remoção encontradas foram as seguintes:

Tabela 3 – Eficiência média de remoção de DBO,DQO e Coliformes Termotolerantes

Parâmetro analisado	Eficiência média de remoção
DBO	77%
DQO	63,50%
Coliformes termotolerantes	99,99%

Apesar de não operar com a eficiência de 95% de remoção de matéria orgânica, como previa o projeto, as remoções foram satisfatórias devidas circunstâncias da estação, ou seja, operar com menos aeradores do que o proposto e receber despejos de caminhões limpa fossas com frequências.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Sabe-se que a matéria orgânica é o principal poluente de corpos d'água e que coliformes termotolerantes são o melhor indicador de contaminação fecal e logo de microorganismos patogênicos. Observou-se pelos resultados, que as lagoas de estabilização aeradas mecanicamente, removem matéria orgânica e removeram ainda boa parte dos coliformes termotolerantes. Em ambas as variáveis, os níveis de eficiência de remoção encontrados foram satisfatórios.

Cada dia se faz mais necessário pensar no princípio da prevenção de acidentes e danos ambientais. Tratar efluentes industriais é tão importante quanto tratar os esgotos domésticos, visto que as indústrias têm equivalentes populacionais altíssimos e potencial poluidor tão alto quanto.

Apesar dos resultados terem sido considerados satisfatórios, seria ainda melhor rever os sistemas de aeração pois o sistema remove a matéria orgânica porém o efluente ainda sai com um nível baixo de oxigênio dissolvido. Muitas das vezes este nível foi igual a zero, o que é bastante preocupante visto que o oxigênio dissolvido é um elemento essencial para a sobrevivência de vários organismos aquáticos. O valor da demanda química de oxigênio também foi relativamente alto, comparado ao da demanda bioquímica de oxigênio.

Dessa forma, pode-se concluir que o sistema opera com eficiência satisfatória, mas não ótima. Aumentar o número de aeradores na lagoa de mistura completa para o número de aeradores que sugeria o projeto do SITEL, poderia ser uma medida válida para a resolução desses problema.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro, 2002.

FARIAS, N. M. N. **Projeto do Sistema de Aeração do Sitel**: Sistema de Tratamento dos Efluentes Líquidos Gerados no DIN – Distrito Industrial de Natal. Natal, 2001.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos** - 3 ed. Rio de Janeiro. ABES, 1995.

JORDÃO, E. P.; VOLSSCHAN, I. **Tratamento de esgotos sanitários em empreendimentos habitacionais**. Brasília: CAIXA, 2009.

MENDONÇA, S. R.; **Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos**. João Pessoa: 1990.

MACÊDO, J. A .B. **Introdução à química ambiental**: química e meio ambiente e sociedade. 2 ed. Minas Gerais: CRQ, 2006..

DAY, R.A. **Como escrever e publicar um artigo científico**. 5. ed. São Paulo: Santos Editora, 2001. 275 p.

VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental; UFMG, 1996c.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental; UFMG, 2005.