

# AVALIAÇÃO DA REMEDIAÇÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA FRIGORÍFICA<sup>1</sup>

Gustavo Moraes Corrêa<sup>2</sup>, Carlos Henrique Maia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Artigo apresentado à Faculdade de Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2013.

<sup>2</sup>Gustavo Moraes Corrêa, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2013. E-mail: [gustavo-eng@uol.com.br](mailto:gustavo-eng@uol.com.br)

<sup>3</sup>Carlos Henrique Maia, Professor da Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2013. E-mail: [chmaia@gmail.com](mailto:chmaia@gmail.com)

## RESUMO

Recentemente tem-se estudado o tratamento de efluente em unidades frigoríficas do Brasil, para melhorar o desempenho e eficiência das fases preliminar, primária secundária e terciária. Este trabalho teve como objetivo verificar a eficiência da biorremediação ao tratamento de efluente frigorífico, sendo utilizados bacilos remediadores, a fim de remediar o efluente de forma antrópica e natural, comparando assim os dois resultados para justificar a viabilidade do tratamento. Ao período analisado de janeiro, fevereiro e março de 2012 (sem remediação) os parâmetros analisados se mantiveram estáveis ao tratamento, porém houve um acúmulo de matéria orgânica (lodo) nas lagoas anaeróbicas. Ao mesmo tempo em 2013 com a aplicação do remediador, notamos uma eficiência quanto à clarificação do efluente final, houve uma remoção de camada superficial das lagoas anaeróbicas, todavia tivemos alguns parâmetros analisados instáveis. Todo processo foi realizado na cidade de Rio Verde – Goiás em um frigorífico com capacidade de abate para 700 animais dia. Iremos demonstrar se existirá uma eficiência viável da biorremediação e seu potencial técnico, no melhoramento do tratamento.

**PALAVRAS CHAVE:** Biorremediação, bacilos, efluente industrial.

## EVALUATION OF REMEDIATION OF THE WASTEWATER HANDLING INDUSTRY REFRIGERATING

### Abstract:

Recently been studied in the treatment of effluent refrigeration units in Brazil, to improve the performance and efficiency of preliminary stages, primary, secondary and tertiary. This study aimed to verify the efficiency of bioremediation treatment effluent fridge, remediation bacilli being used in order to remedy the effluent so natural and anthropogenic, thus comparing the two results to justify the feasibility of the treatment. The reporting period of January, February and March 2012 (without remediation) analyzed parameters were stable to treatment, however there was an accumulation of organic matter (sludge) in anaerobic lagoons. At the same time in 2013 with the implementation of remediation, we noticed a clarification as to the efficiency of the final effluent, there was a removal of the surface layer of the anaerobic lagoons, but had some shaky parameters analyzed. The entire process was conducted in the city of Rio Verde - Goiás in a refrigerator with a capacity to slaughter 700 animals day. We will demonstrate whether there will be a viable bioremediation efficiency and its technical potential, improvement of treatment..

**KEYWORDS:** Bioremediation, industrial effluent, handling.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a problemática ambiental tem causado críticas e preocupações com frequência. Tal fato ocorre principalmente em razão do crescimento populacional e da atividade industrial em larga escala. Diante destes fatores, os problemas devido à ação antrópica estão alcançando dimensões desastrosas, o que pode ser observado por meio de alterações na qualidade do solo, do ar e da água (FREIRE et al., 2000).

O modo como o meio ambiente procura reagir a cada intervenção antropogênica confirma que a ação de microrganismos contribui na autopreservação, degradando diversos poluentes e utilizando-os como fonte de nutrientes. Então, pode-se afirmar que estes microrganismos são uma forma eficaz de defesa ambiental, passível de ser potencializada (BRITO et al., 2004).

Durante décadas, a atividade industrial tem produzido resíduos gasosos, líquidos e sólidos prejudiciais ao ambiente. Substâncias químicas xenobióticas (provenientes das ações humanas) têm modificado consideravelmente a qualidade dos ecossistemas. Do mesmo modo, processos industriais que usam grandes volumes de água colaboram sobremaneira com a contaminação dos corpos d'água, pois estes usualmente não tratam os grandes volumes de efluentes líquidos produzidos (FREIRE et al., 2000).

Todos os compostos orgânicos podem ser degradados anaerobicamente, e mostram-se mais eficientes e mais econômicos para dejetos facilmente biodegradáveis. E sugere-se que para o tratamento dos efluentes de frigoríficos o mais apropriado é o sistema de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas (VON SPERLING, 2002).

Cuidar dos efluentes das indústrias de carne é considerado atualmente uma das maiores preocupações do setor, uma vez que o mercado consumidor interno e, principalmente o externo, aumenta suas exigências em relação à qualidade ambiental do processo produtivo. O investimento em processos que objetivam a redução da geração dos efluentes e o aumento da eficiência de tratamento é cada vez mais considerável, mesmo assim, ainda é muito alta a quantidade de resíduos gerados, sendo a água o principal efluente, com elevada concentração de poluentes (BRAILE; CAVALCANTI, 1993).

A resolução do CONAMA n° 430/2011 – dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluente, complementa e altera a Resolução no 357, de março de 2005, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2011).

Para minimizarem os impactos ambientais de seus efluentes líquidos industriais e atenderem às legislações ambientais locais, os frigoríficos devem fazer o tratamento desses efluentes. Este tratamento pode variar de empresa para empresa, mas um sistema de tratamento típico do setor. (PACHECO; WAGNER, 2013)

O processo de tratamento de águas residuárias consiste de tratamento preliminar (gradeamento grosseiro de limpeza manual, gradeamento fino mecanizado, desarenação mecanizada), tratamento biológico aeróbio por lagoas aeradas seguidas de lagoas de sedimentação (2 sistemas em paralelo). O sistema adotado apresenta algumas vantagens quando comparado com os principais sistemas de lagoas, como construção e operação relativamente simples, maior independência dos fatores climáticos, boa resistência a variações de carga e reduzidas possibilidades de maus odores. Contudo, há um aumento no nível de sofisticação com a introdução de equipamentos e são elevados os gastos com energia elétrica (VON SPERLING, 1996).

De acordo com Jordão e Pessoa (2011), as lagoas facultativas se caracterizam por possuírem uma zona aeróbia superior, em que a estabilização da matéria orgânica ocorre pela oxidação aeróbia e a redução fotossintética proporcionada pela presença de algas, e uma zona anaeróbia no fundo, onde ocorre a fermentação anaeróbia do material sedimentado. Entre essas duas camadas, existe a camada facultativa, predominando os processos de oxigenação aeróbia e fotossintética. Segundo Kellner e Pires (1998), a matéria orgânica é degradada na parte superior da lagoa. O oxigênio de que precisam é provém pela fotossíntese das algas e pela introdução do oxigênio atmosférico através da superfície líquida.

Von Sperling (1996) diz que lagoas facultativas são os sistemas simples de estabilização de matéria orgânica. Entre os benefícios estão a operação e a confiança do funcionamento. Uma vantagem citada por Mendonça (1990) é que as lagoas facultativas não geram mal cheiro e o tempo de detenção é longo, sendo que as reações são necessárias para a oxidação da matéria orgânica são lentas, pois dependem exclusivamente da ação da natureza.

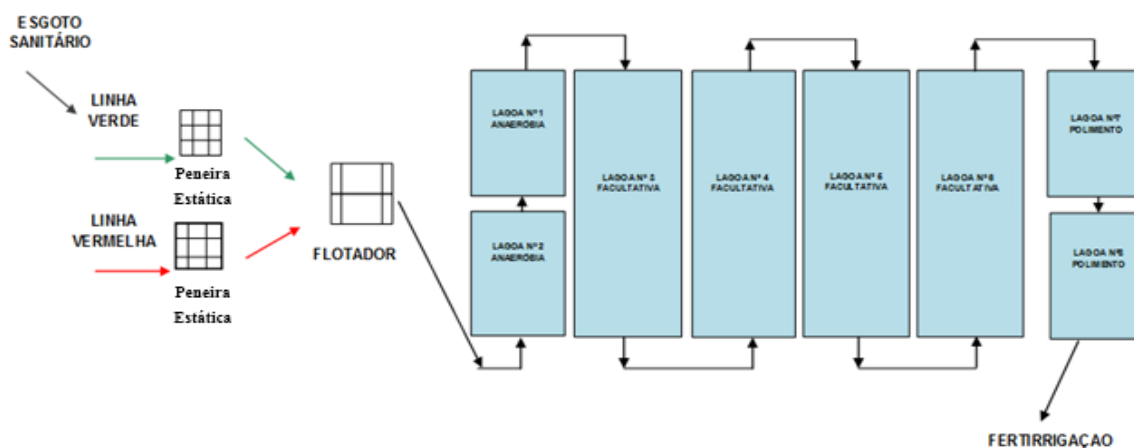
O trabalho teve como objetivo comparar a viabilidade econômica de se utilizar bacilos remediadores no tratamento de efluente, com intuito de melhorar a remoção de DBO mede á quantidade de oxigênio necessária para que os microrganismos biodegradem a matéria orgânica, DQO é medida pela quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica, nitrogênio e fósforo são elementos presentes nos esgotos sanitários e nos efluentes industriais e são essenciais às diversas formas de vida, causando problemas devido à proliferação de plantas aquáticas nos corpos receptores.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na cidade de Rio Verde – Goiás, em um frigorífico bovino, com capacidade de abate de 700 cabeças dia, sendo realizado nos meses de fevereiro, março e abril de 2012, e 2013.

O sistema de tratamento analisado é composto por duas linhas:

A linha verde efluente com rúmem e esterco, e composta por gradeamento acima de 0,5 mm para retenção de sólidos grosseiros, e peneiramento estático menor que 0,5 (separação e rúmem do esterco do efluente bruto), á decantação, passando na caixa de equalização até chegar ao circuito de lagoas (2 anaeróbias, 4 facultativas e 2 de polimentos). Já a linha vermelha pertence ao efluente com resquício de sangue provindo da lavagem de carcaça e demais setores com sujidades de sangue, perfazendo os seguintes elementos de projeto, gradeamento maior que 0,5 mm, peneiramento menor que 0,5 mm, flotação, chegando à caixa de equalização, e percorrendo as lagoas. As lagoas nº1, nº2, nº7 e nº8 são do tamanho 50x40 possuem 2m de profundidade. As lagoas nº3, nº4, nº5 e nº6 são do tamanho 50X100 e profundidade de 1,5m.



**Figura 1. Fluxograma do tratamento de efluente**

As características físicas, químicas e biológicas do remediador utilizado são descritas na tabela 01. Trata-se de um gel verde concentrado sendo estável, até entrar em contato com o efluente. O gel é de fácil aplicação e manuseio sem qualquer complicação ou receita. Utiliza-

se somente o produto do fornecedor dosado diretamente no efluente em dois pontos, 1 litro na caixa de equalização e 1 litro na lagoa anaeróbica sendo aplicado diariamente.

**Tabela 1. Composição do remediador utilizado**

Composição do produto remediador utilizado	
<i>Bacillus megaterium</i>	2,5x10 <sup>7</sup>
<i>Bacillus mycoides</i>	2,5x10 <sup>7</sup>
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	2,5x10 <sup>7</sup>
<i>Bacillus thermoglucosidasius</i>	2,5x10 <sup>7</sup>
PH	4,0 a 11,0
Odor	Característico
Apresentação	Formulação líquida (gel) contendo esporos bacterianos ambientais
Temperatura de atuação	15°C e 35°C
Massa Específica	1,0057 g/cm <sup>3</sup>
Estabilidades	1 ano a temperatura ambiente
Toxicidade	Baixa toxicidade

O biorremediador foi aplicado à caixa de equalização (Figura 2), onde as duas linhas verde e vermelha se unem, sendo uma aplicação de 2 litros por dia.



**Figura 2. Caixa de equalização (aplicação do remediador, mistura da linha verde e vermelha)**

A Tabela 2 descreve os métodos de ensaios utilizados para cada parâmetro analisado, da água residual. As coletas foram realizadas até o primeiro quinto dia útil do mês, a fim de padronizar a coleta, para não haver interferências nos resultados. As técnicas de amostragem e preservação seguiram o preconizado na NBR 9898 (ABNT, 1987)

**Tabela 2. Métodos de análises de efluente utilizados**

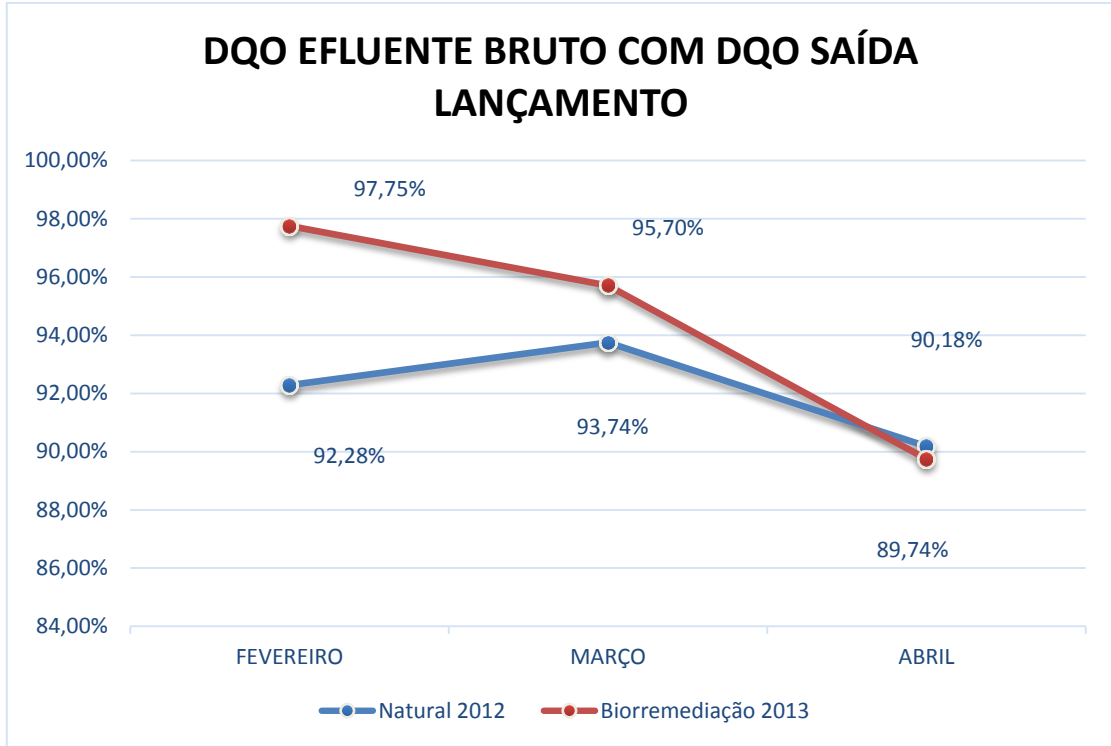
<b>Parâmetro</b>	<b>UD</b>	<b>Método</b>
DQO Efluente Bruto	mg/L O2	SMWW 5210 B.
DQO Entrada Lagoa Anaeróbica	mg/L O2	SMWW 5220 D.
DQO Saída Anaeróbico	mg/L O2	SMWW 5220 D.
DQO Saída Lançamento (Final)	mg/L O2	SMWW 5220 D.
DBO Efluente Bruto	mg/L O2	SMWW 5220 D.
DBO Efluente Lançamento (final)	mg/L O2	SMWW 5210 B.
Nitrogênio Total Efluente Bruto	mg / L N	SMWW 4500-N D.
Nitrogênio Total Efluente lançamento (Final)	mg / L N	SMWW 4500-N D.
Fosforo total Efluente Bruto	mg/ L P	SMWW 4500-P C.
Fosforo Total Efluente lançamento (final)	mg / L P	SMWW 4500-P C.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante a compilação dos resultados analisados, por laboratório contratado segue abaixo demonstrativo da eficiência do tratamento de efluente com biorremediação. Sendo analisado, e comparado ao mesmo mês entre o ano de 2012 e 2013.

Para calcular a eficiência de um efluente e usada a formula abaixo de acordo com Von Sperling (2002).

$$Eficiência = \frac{(S_o - S)}{S_o} \cdot 100$$

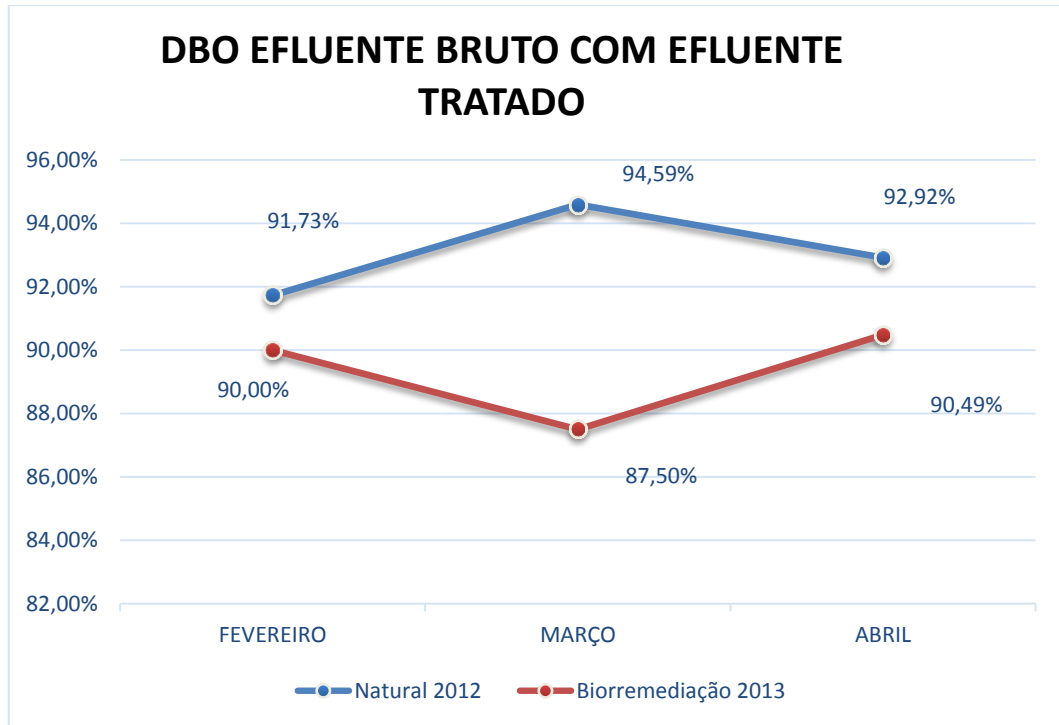


**Figura 3. Eficiência de tratamento do efluente com e sem o remediador no mês de fevereiro entre o ano de 2012 e 2013**

Na Figura 3, foi observado uma melhoria no efluente final de DQO com a biorremediação do efluente. Foi verificado que houve uma redução significativa da camada superficial conforme segue na foto abaixo, o fenômeno se deu pela utilização de remediação que acabou consumindo o rúmém presente na superfície do efluente e melhorando sua eficiência no período de fevereiro a março. Posteriormente com a mudança da dosagem dos produtos de higienização ao final do período de março para abril houve uma perda na eficiência do tratamento, com leves alterações de PH no período.



**Figura 4. Segunda Lagoa Anaeróbica antes e depois do tratamento**

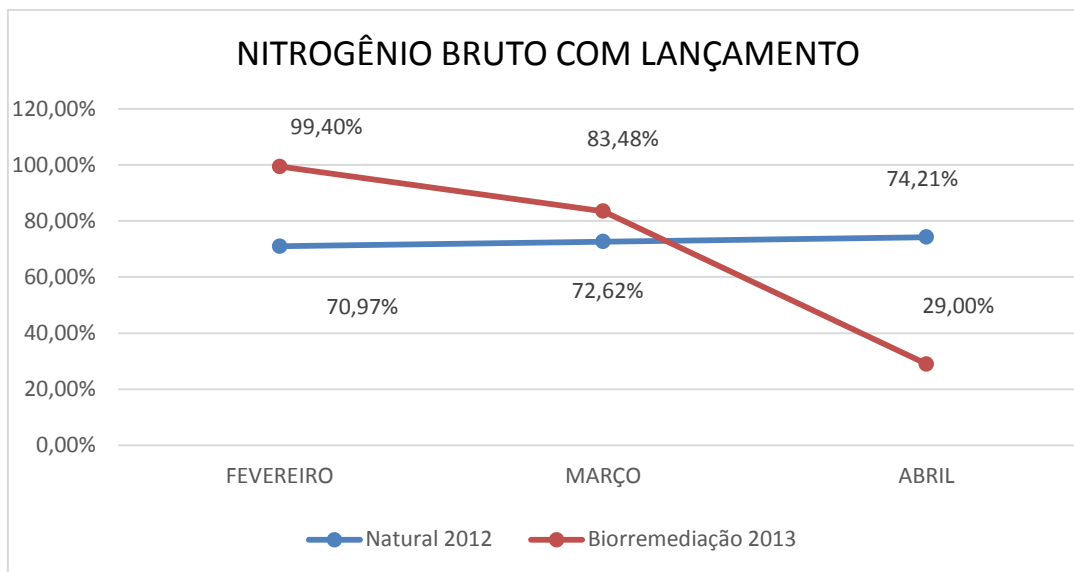


**Figura 5. Eficiência de tratamento do efluente com e sem o remediador no mês de março entre o ano de 2012 e 2013**

A figura 5, demonstra uma eficiência alta, sem a remediação período de 2012. Com o tratamento houve um decréscimo em março pois a matéria orgânica entrou em processo de flotação parcial nas lagoas anaeróbicas e facultativas; tal processo ocorre de forma descrita pelo fornecedor, porque todo lodo gerado contem matéria orgânica, sendo um alimento fundamental para a sobrevivência de bactérias, microrganismos e bacilos no processo de degradação antrópica e natural do efluente. Contudo a quantidade de matéria orgânica disponível foi grande prejudicando a degradação total do efluente.

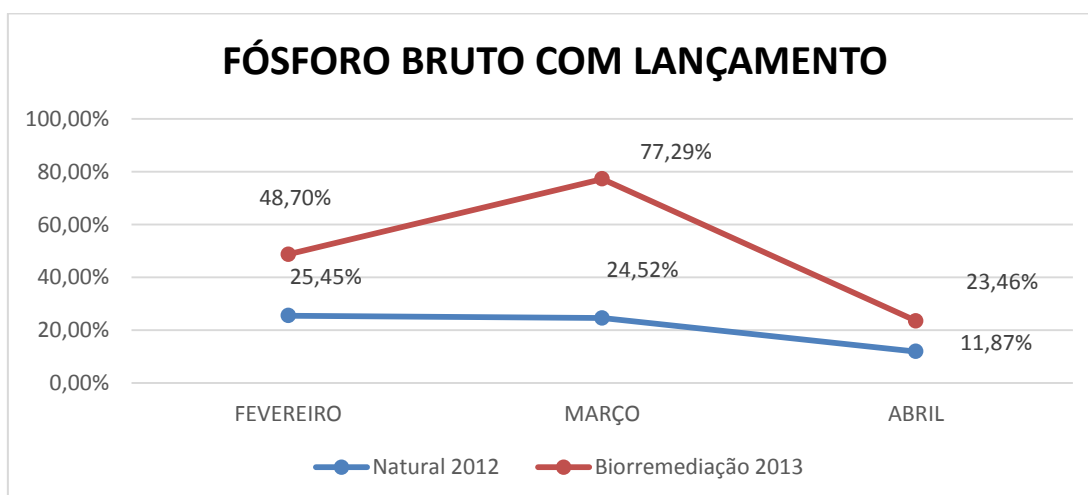
Nota-se que após o período de 60 dias, houve uma limpeza no sobrenadante da camada da lagoa anaeróbica em decorrência da aplicação do remediador. Tal processo melhorou o aspecto visual da lagoa anaeróbica, e os parâmetros de nitrogênio total e fósforo. Toda nata estava passando para as outras lagoas facultativas dificultando a entrada de luz nessas lagoas tornando-as lagoas anaeróbicas, prejudicando a eficiência do tratamento, por aumentar a carga orgânica das lagoas facultativas.





**Tabela 4. Eficiência de tratamento do efluente com e sem o remediador no mês de abril entre o ano de 2012 e 2013**

Ao final do terceiro mês, foi verificada uma redução dos odores das lagoas, havendo uma queda de eficiência com remediação no tratamento do nitrogênio e fósforo. Existindo uma influência direta no rúmeme (esterco), detergente e sabão utilizado para higienização da indústria, pois o mesmo pode ter aumentando as concentrações de nitrogênio total e fósforo, já que ele contém grandes concentrações destes. O fato se deu pela alteração do POP (Programa Operacional Padrão de Higienização da Indústria e Lavanderia), pois o mesmo aumentava as concentrações dos produtos de limpeza a fim de melhorar a higienização dos setores e das roupas, também podemos citar que no período da flotação do lodo houve uma pequena alteração de PH, prejudicando estas eficiências.



## CONCLUSÕES

Notamos melhorias significativas na camada superficial das lagoas anaeróbicas, devido ao consumo do rumem que estava como sobrenadante. Foram gastos R\$: 4.800,00 mensais com a remediação no tratamento de efluente.

Quanto aos parâmetros de nitrogênio e fósforo, verificou-se um alto grau de satisfação do tratamento com biorremediação durante o mês de fevereiro. No entanto ocorreu uma queda entre nos meses de março e abril, sendo justificado pelo produtos de limpeza industrial (detergente e sabões). Dessa maneira o biorremediador não conseguiu degradar o efluente.

O aspecto principal do tratamento foi mais visual e estético. Contudo devido aos gasto com o biorremediador a aplicação não se justifica, desse modo sugere-se em um próximo trabalho sobre a viabilidade do tratamento com o remediador realizar, amostragens mensais por um período maior. Para verificar os níveis de DQO, DBO, nitrogênio e fósforo, porém teriam uma eficiência maior já que houve uma alteração do procedimento de higienização.

Sugerimos que seja acompanhado todo ciclo durante 12 meses para se obter mais informações e justificar se foi economicamente viável a biorremediação no tratamento de efluente frigorífico.

## REFERÊNCIAS

- CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646/>>. Acesso em: 29 março de 2013.
- BRAILE, P. M; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias**, São Paulo: CETESB, 1993.
- BRITO, N. N. et al. Utilização de fungos na remediação de efluentes industriais. In: FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 4., 2004, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: Faculdades Integradas Claretianas, 2004.
- FREIRE, R. S. et al. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 504-511, 2000.
- JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.
- KELLNER, E.; PIRES, E.C. **Lagoas de estabilização: Projeto e Operação**. Rio de Janeiro (RJ), Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1998.
- MENDONÇA, S.R. **Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos**. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, 1990.
- PACHECO, F, WAGNER, J. **Frigoríficos industrialização da carne bovina e suína**. Disponível em <[http://http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao\\_limpa/documentos/frigorifico.pdf](http://http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/frigorifico.pdf)>. Acesso em 15 de março de 2013.
- VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**, Universidade Federal de Minas Gerais: 2002 – Volume 1, 3 e 4.
- VON SPERLING, M. (1996). **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias).