

## II-074 - TRATAMENTO BIOLÓGICO AERÓBIO DE EFLUENTES CONTENDO ÓLEO LUBRIFICANTE

### Wilton Silva Lopes<sup>(1)</sup>

Bacharel em Química Industrial. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente e Doutor em Química. Professor do DQ/CCT/UEPB

### Marcelo Batista de Quieroz

Graduando em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba. Aluno de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq/UEPB.

### Valderi Duarte Leite

Engenheiro Químico. Mestre em Engenharia Sanitária. Doutor em Hidráulica e Saneamento. Professor do DQ/CCT/UEPB

### José Tavares de Sousa

Engenheiro Químico. Mestre em Engenharia Sanitária. Doutor em Hidráulica e Saneamento. Professor do DQ/CCT/UEPB

### Salomão Anselmo Silva

Engenheiro Civil. Doutor em Engenharia Sanitária. Professor da Universidade Federal de Campina Grande.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Papa João Paulo I, 335 – Nova Brasília – Campina Grande – Paraíba – CEP: 58103-600 – Brasil – Tel: (83) 8803-8416. E-mail: [wilton@uepb.edu.br](mailto:wilton@uepb.edu.br)

### RESUMO

Os sistemas de tratamento biológico de resíduos podem ser definidos como aqueles em que a degradação/estabilização do material orgânico é realizada por diversas espécies de microrganismos que utilizam o carbono presente no material orgânico dos resíduos como fonte de energia para seu metabolismo. Este trabalho teve como objetivo tratar através de sistema biológico aeróbio efluentes sintéticos contendo óleo lubrificante. Para a realização do trabalho experimental foi construído e instalado um reator aeróbio em escala de bancada. No reator foi instalada uma bomba de aeração que fornecia oxigênio constantemente. O substrato usado na alimentação do reator foi sintetizado com óleo lubrificante e esgoto, foi adicionado ácido sulfônico com a finalidade de facilitar a mistura e se obter um substrato mais homogêneo. Em seguida foi feita a correção do pH com hidróxido de sódio, para tornar neutro o pH substrato. Em todo o período de monitoração do sistema experimental foram realizadas no material afluente e efluente do reator as análises de pH, DQO, alcalinidade total e nitrogênio. Analisando o comportamento do pH observou-se que no material afluente do reator apresentaram variações de 6,90 a 7,87 unidades de pH, já no material efluente observou-se uma variação de 6,57 a 7,70 unidades de pH. Com relação à alcalinidade total observou-se que no material afluente o valor médio encontrado foi 528mg CaCO<sub>3</sub>.L-1, no material efluente a média foi de 445mg CaCO<sub>3</sub>.L-1. Analisando-se as tendências relacionadas à DQO, verificou-se que o substrato afluente apresentou uma variação de 3409 a 7115mg O<sub>2</sub>.L-1, e obteve uma média de 5216mg O<sub>2</sub>.L-1, enquanto no efluente a variação foi de 1325 a 7115mg O<sub>2</sub>.L-1 obtendo a média de 4273mg O<sub>2</sub>.L-1. Com base nos resultados obtidos no presente, pôde-se concluir que: os valores de pH no material afluente e efluente do reator se mantiveram próximo da faixa ideal para tratamento biológico durante todo o período de monitoramento do sistema experimental; os altos valores encontrados para a alcalinidade total neste trabalho podem estar relacionados com a adição de óleo e surfactante na alimentação do reator; houve uma remoção de 18% na DQO, esta baixa remoção obtida neste trabalho é atribuída ao fato de que a adição dos constituintes derivados de petróleo além de apresentarem baixa biodegradabilidade podem ter inibido a atividade biológica durante o processo de biodegradação da matéria orgânica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Óleo Lubrificante, Surfactante e Tratamento Aeróbio.

### INTRODUÇÃO

O petróleo, a matéria-prima da indústria petroquímica, consiste principalmente de membros da família mais simples dos compostos orgânicos, os hidrocarbonetos, compostos contendo apenas carbono e hidrogênio. Há um enorme número de hidrocarbonetos porque o carbono pode formar uma admirável variedade de cadeias, anéis e redes de átomos e pode fazer isso formando ligações simples, duplas e triplas (ATKINS, 2001).

Um dos maiores problemas enfrentados pelo mundo industrializado hoje é solucionar o problema da contaminação ambiental e a identificação de tratamentos eficientes. Durante as últimas décadas, a possibilidade de utilização de lodo ativado com microorganismos específicos para o tratamento de águas residuárias tem sido amplamente discutida. O lodo ativado tem sido muito usado no tratamento de águas residuárias industriais (Kim *et al* 2003).

O tratamento aeróbio de efluentes através de lodos ativados apresenta uma série de vantagens em relação a outros, destacando-se o fato de as bactérias aeróbias serem menos susceptíveis à inibição por diversas substâncias químicas; o curto tempo de adaptação do lodo ao resíduo de interesse; a não necessidade de pós-tratamento; a menor possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável; a grande flexibilidade de operação e a elevada eficiência do tratamento. Os principais organismos envolvidos no tratamento dos esgotos são as bactérias, protozoários, fungos, algas e vermes. Destes, as bactérias são sem dúvida, os mais importantes na estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 1997).

Os sistemas de tratamento biológico de resíduos podem ser definidos como aqueles em que a degradação/estabilização do material orgânico é realizada por diversas espécies de microrganismos que utilizam o carbono presente no material orgânico dos resíduos como fonte de energia para seu metabolismo.

O linear alquilbenzeno sulfonato (LAS) representa um dos principais constituintes dos detergentes sintéticos e pode ser usado em produtos de limpeza doméstica e industrial. O LAS pertence ao grupo dos surfactantes aniônicos. Sua molécula contém um anel aromático ligado à cadeia alquílica de terminação hidrofóbica e ao grupo sulfato de sódio de terminação hidrofílica. A degradação do LAS envolve a quebra da cadeia alquílica, do grupo sulfonato e finalmente do anel aromático. A etapa final na mineralização do LAS é a abertura do anel aromático. Quando isto ocorre há formação de biomassa, gás carbônico, água e sulfato de sódio. Na degradação biológica do LAS, a etapa mais difícil é a ruptura da ligação do radical alquila com o anel aromático. As bactérias anaeróbias podem utilizar os sulfonados aromáticos como fonte de energia e carbono e como fonte de enxofre. Porém, as etapas da degradação anaeróbia do LAS não são ainda bem definidas (DUARTE *et al* 2005).

Este trabalho tem como objetivo tratar através de sistema biológico aeróbio efluentes sintéticos contendo óleo lubrificante.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada nas dependências da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), localizada no bairro do Tambor na cidade de Campina Grande - PB.

Para a realização do trabalho experimental foi construído e instalado um reator aeróbio em escala de bancada. O reator foi construído de vidro com 8mm de espessura, e dimensões de 15x15x40cm, o que fornece um volume total de 9 litros. No reator foi instalada uma bomba de aeração que fornecia oxigênio constantemente.

O substrato usado na alimentação do reator foi sintetizado com óleo lubrificante e esgoto, foi adicionado ácido sulfônico (linear alquilbenzeno sulfonato) com a finalidade de facilitar a mistura e se obter um substrato mais homogêneo já que este composto tem como uma de suas propriedades a dispersão das fases, ou seja a emulsificação dos constituintes. Em função da adição do ácido sulfônico, o pH do substrato tornou-se impróprio para um tratamento biológico, tendo em vista isso foi necessária a correção do pH com hidróxido de sódio, para tornar neutro o pH substrato. Este era diluído em esgoto bruto até atingir a quantidade de óleo e surfactante adequada para a realização deste trabalho.

Na Tabela 1 encontram-se os parâmetros operacionais que foram utilizados durante a alimentação e monitoramento do sistema experimental.

**Tabela 1: Parâmetros Operacionais**

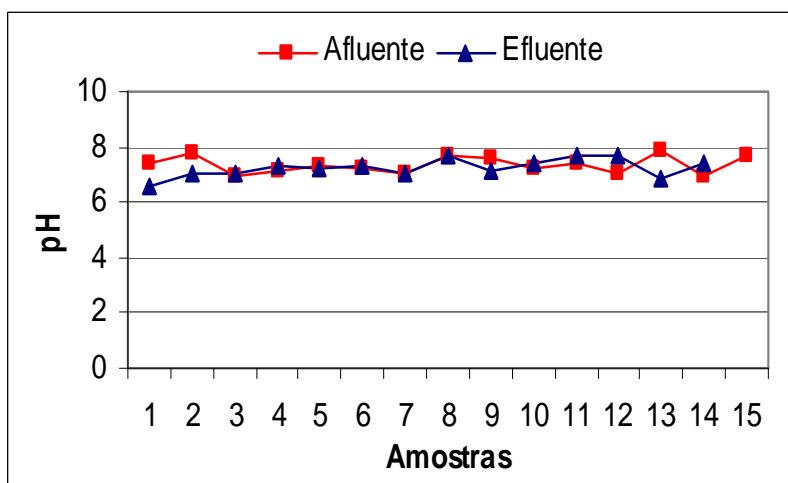
Óleo (%)	0,1
Surfactante (%)	0,1
Inóculo (L)	1
Volume Total (L)	9
Volume Útil (L)	7
Taxa de Aeração (L.min <sup>-1</sup> )	1,5
Tempo de Detenção Hidráulica (h)	24

Antes da alimentação, foi adicionado ao reator 1 litro de inóculo proveniente de um sistema de lodo ativado que tratava esgoto doméstico, a finalidade de se adicionar este inóculo era fornecer os microorganismos necessários para a degradação dos constituintes orgânicos. O reator era alimentado em forma de batelada. Diariamente era desligada a bomba que fornecia o oxigênio, e após 30 minutos em repouso, tempo necessário para que o lodo se separasse do líquido, o reator era descarregado e alimentado novamente mantendo sempre 2 litros de inóculo. Diariamente eram coletadas uma amostra do material afluente e outra do efluente do reator, as amostras eram coletadas durante a aeração para obtê-la mais homogênea. Durante o monitoramento do sistema experimental não se utilizou o volume total do reator devido à agitação no interior do mesmo causado pela aeração.

Em todo o período de monitoração do sistema experimental foram realizadas no material afluente e efluente do reator as seguintes análises: pH, DQO, alcalinidade total e nitrogênio amoniacal. Todos os procedimentos metodológicos foram realizados de acordo com os métodos preconizados por APHA (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

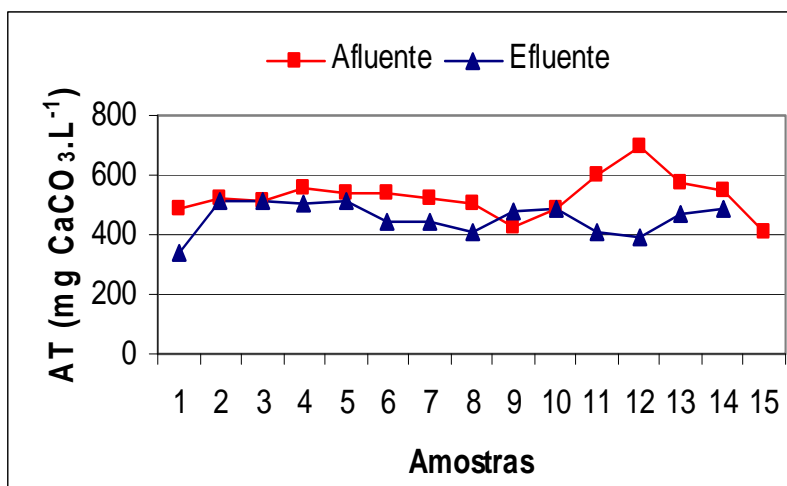
Na Figura 1 são apresentadas as tendências das evoluções temporais do pH no material afluente e efluente do reator.



**Figura 1: Comportamento do pH no material afluente e efluente.**

Analisando a Figura 1 observa-se que no material afluente do reator apresentaram variações de 6,90 a 7,87 unidades de pH, já no material efluente observou-se uma variação de 6,57 a 7,70 unidades de pH. O substrato sintetizado tinha seu pH próximo da neutralidade, após uma diluição de aproximadamente 200 vezes (em esgoto bruto) o pH predominante do material contido no reator era praticamente o mesmo pH do esgoto bruto. Assim fica explicada esta variação apresentada no pH nos materiais afluente e efluente do reator. Pode-se observar também que os valores de pH se mantiveram próximo da faixa ideal para tratamento biológico (6,5 – 7,5) durante todo o período de monitoramento do sistema experimental (METCALF e EDDY, 1992).

Os perfis referentes à alcalinidade total encontram-se na Figura 2.

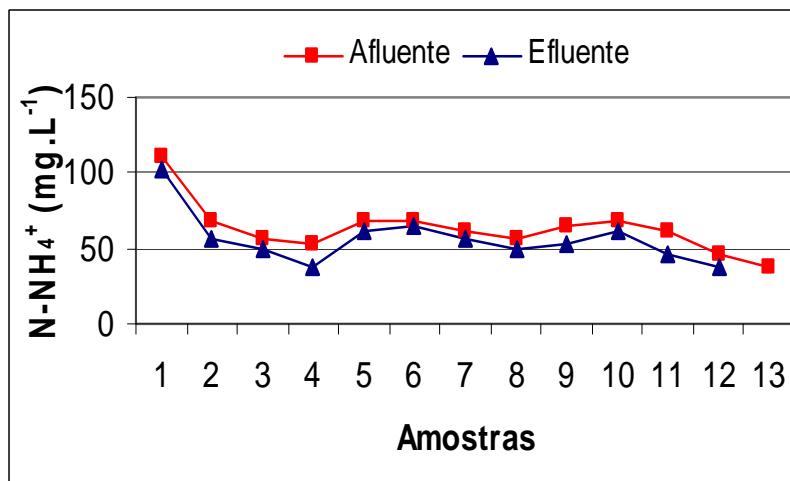


**Figura 2: Comportamento da AT no material afluente e efluente.**

Analisando o comportamento da Figura 2 observa-se que a alcalinidade total no material afluente apresentou o valor médio de 528mg CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>, no material efluente a média foi de 445mg CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>. Haandel e Lettinga (1994) sugerem um valor para alcalinidade total em águas residuárias equivalente a 388mg CaCO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>, os altos valores encontrados neste trabalho podem estar relacionados com a adição de óleo e surfactante na alimentação do reator, já o decréscimo na concentração da alcalinidade no material efluente, pode ter provocado a diminuição da capacidade de tamponação do meio, esta tamponação é o que garante a estabilidade do processo de biodegradação.

Um dos produtos mais importantes da oxidação da matéria orgânica pelas bactérias é o gás carbônico que posteriormente se converte em íons carbonato e bicarbonato, responsáveis pela alcalinidade total (IMHOFF, 1986), isto também pode ter contribuído para a obtenção dos elevados valores de alcalinidade nos materiais afluente e efluente do reator.

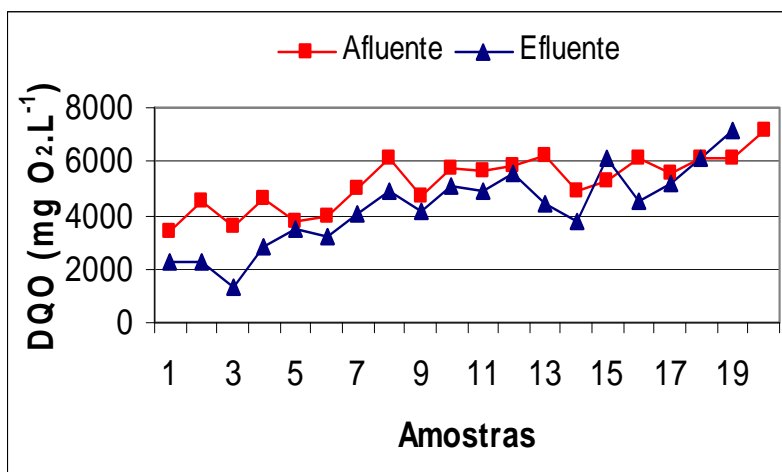
Na Figura 3 encontram-se as tendências relacionadas ao nitrogênio amoniacal do material afluente e efluente do reator.



**Figura 3: Comportamento do N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no material afluente e efluente**

Analisando o comportamento da Figura 3 observou-se que no material afluente houve uma variação de 45 a 110mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.L<sup>-1</sup>, e no material efluente a variação foi de 38 a 102mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.L<sup>-1</sup>. A concentração média no afluente e efluente foi 63 e 56mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.L<sup>-1</sup>, respectivamente, esta quantidade representa 70% do nitrogênio total. No efluente houve uma remoção de 11% provocada pela oxidação do N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pelas bactérias aeróbias.

O comportamento da DQO durante o período de monitoração do reator é apresentado na Figura 4.



**Figura 4: Comportamento da DQO no material afluente e efluente**

Analisando-se as tendências da Figura 4, verifica-se que a DQO no substrato afluente apresentou uma variação de 3409 a 7115mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, e obteve uma média de 5216mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, enquanto no efluente a variação foi de 1325 a 7115mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> obtendo a média de 4273mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>.

Segundo Metcalf e Eddy (1992) o valor médio para a DQO de esgotos sanitários é 600mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, a discrepância entre este valor e os altos valores obtidos material afluente e efluente do reator podem ser explicados pela adição do óleo lubrificante, um derivado do petróleo, que tem em sua composição, principalmente hidrocarbonetos, benzeno, tolueno e xilenos (TIBURTIUS, 2004), e pela adição do surfactante.

Campos (2002) operou dois reatores sequenciais aeróbios em sistema de batelada, obtendo uma remoção média de 91% na DQO. O material efluente do reator apresentou uma remoção de 18% na DQO, esta baixa remoção obtida neste trabalho é atribuída ao fato de que a adição dos constituintes derivados de petróleo além de apresentarem baixa biodegradabilidade podem ter inibido a atividade biológica durante o processo de biodegradação da matéria orgânica.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente, pôde-se concluir que:

os valores de pH no material afluente e efluente do reator se mantiveram próximo da faixa ideal para tratamento biológico durante todo o período de monitoramento do sistema experimental;

os altos valores encontrados para a alcalinidade total neste trabalho podem estar relacionados com a adição de óleo e surfactante na alimentação do reator;

a concentração média de nitrogênio amoniacal no afluente e efluente foi 63 e 56mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.L<sup>-1</sup>, respectivamente, e que esta quantidade representa 70% do nitrogênio total;

houve uma remoção de 18% na DQO, esta baixa remoção obtida neste trabalho é atribuída ao fato de que a adição dos constituintes derivados de petróleo além de apresentarem baixa biodegradabilidade podem ter inibido a atividade biológica durante o processo de biodegradação da matéria orgânica.

o tratamento aeróbio de efluentes contendo óleo lubrificante pode ser usado desde que se tenha conhecimento de suas limitações, visto que esse tem baixa eficiência, uma alternativa seria a utilização de um pós-tratamento para melhorar a qualidade dos efluentes tratados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19<sup>th</sup> edition. Public Health Association Inc., New York. 1995.
2. ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução: Ignez Carcelli [et al] – Bookman, Porto Alegre, 2001.

3. CAMPOS, A. L. O. Comportamento de dois reatores sequenciais em batelada aeróbios com diferentes idades do lodo e retorno total do lodo em excesso após desintegração com ultra-som. Dissertação de Doutorado, EESC-USP, São Carlos, 2002.
4. DUARTE, I. C. S., AGUILA, N. K. S., VARESCHE, M. B. A. Tratamento de linear alquilbenzeno sulfonato em reator anaeróbio horizontal de leito fixo. In: Anais do IV Seminário do projeto temático: Desenvolvimento, análise, aprimoramento e otimização de reatores anaeróbios para tratamento de águas residuárias. UFSCar, São Carlos (2005) 30 - 39.
5. HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. Tratamento Anaeróbio de Esgotos: Um manual para regiões de clima quente. (1994) p200.
6. IMHOFF, KARL e KLAUS R. Manual de tratamento de águas residuárias. 26ª ed, São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda (1986).
7. KIM, J., PARK, C., KIM, T., LEE, M., KIM, S., KIM, S., LEE, J. Effects of various pretretments for enhanced anaerobic digestion with waste activated sludge. In: Journal of bioscience and bioengineering. Vol 95, N° 3 (2003) 271 - 275.
8. METCALF E EDDY. Wastewater engineering; treatment disposal reuse, 3th ed. New York, Mc Graw Hill (1992).
9. TIBURTIUS, E. R. L. Degradação de BTXs via processos oxidativos avançados. Dissertação de Mestrado, UFPR, Curitiba, 2004.
10. VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Volume 4, Lodos Ativados. DESA - UFMG, 1997.