



II-421 - DESEMPENHO DE REATOR AERÓBIO DE LEITO EXPANDIDO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS

Paulo Alexandre Mesquita de Santana⁽¹⁾

Discente de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará – UFPA.

André Luiz da S. S. Coelho

Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará – UFPA.

Luiza Carla Girard Teixeira Machado

Doutora em Ciências NAEA/UFPA. Professora Adjunta da Universidade Federal do Pará – UFPA.

Ilka Dias Serra

Mestre em Engenharia Civil pela USP. Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará — CEFET/PA

Layla Maria Monteiro Gomes

Discente de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará – UFPA.

Endereço⁽¹⁾: Av. Augusto Correa, 01- Universidade Federal do Pará – Casa do Poema – CEP 66059-700 - Brasil - Tel: (91) 3201-8348 - e-mail: acoelho30@yahoo.com.br

RESUMO

O presente artigo apresenta os resultados obtidos em pesquisa que teve por objetivo a avaliação de desempenho de reator aeróbio de leito expandido (RAEX) no tratamento de esgoto sanitário. Para isto, foi utilizado um reator em escala piloto com volume de 356 litros confeccionado em fibra de vidro. O RAEX foi continuamente alimentado com esgoto sanitário bruto oriundo de estação de tratamento de esgotos (ETE) de bairro periférico da cidade de Belém- PA, sendo operado com tempo de detenção hidráulica de cerca de 10 horas. Após 7 semanas de investigações verificou-se que o RAEX apresentou concentrações médias de DQO total afluente e efluente da ordem de 214 e 45 mg/L, respectivamente. Com relação às concentrações de sólidos suspensos totais (SST) o RAEX apresentou concentrações afluente e efluente de 111 e 11 mg/L, respectivamente. E com relação às concentrações de nitrogênio amoniacal as médias afluente e efluente foram de 45 e 2 mg/L, respectivamente. Com isto, foram alcançadas remoções médias de DQO da ordem de 80%, de SST da ordem de 75 % e de nitrogênio amoniacal da ordem de 95%. As elevadas eficiências de nitrificação obtidas fizeram com que o efluente do RAEX atendesse ao padrão de lançamento de nitrogênio amoniacal estabelecido pelo CONAMA. Desta forma, foi concluído que para as condições estudadas o RAEX se mostrou um eficiente reator aeróbio para o tratamento de efluentes domésticos.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento aeróbio, leito expandido, tratamento de esgoto, efluentes domésticos.

INTRODUÇÃO

Uma análise da evolução dos níveis dos serviços de saneamento no Brasil vem sendo feita pelos governos (em todas suas esferas), universidades e sociedade civil organizada e revela que houve uma pequena melhora nos níveis de atendimento a população nos últimos anos. Por outro lado, constata-se ainda déficits significativos, principalmente em tratamento de esgoto.

Em muitos locais a carência pelos serviços de saneamento é de caráter emergencial devido ao elevado grau de insalubridade causado pela falta de tratamento dos esgotos sanitários. Em países subdesenvolvidos, o lançamento indiscriminado de esgotos domésticos e industriais costuma ser um dos maiores problemas de saúde pública.

Políticas para saneamento vêm sendo discutidas e implementadas em todo o Brasil, embora não com a velocidade e efetividade compatíveis com o crescimento da população, principalmente nas grandes regiões metropolitanas.



Em grandes cidades a principal preocupação está nas áreas urbanizadas sem coleta de esgoto, pois o risco de contato entre a população e estes esgotos pode gerar contaminações, e, conseqüentemente, sérios problemas de saúde pública. Um dos principais riscos de contaminação ocorre quando o esgoto é lançado in natura no solo ou no corpo receptor sem nenhum tratamento, sendo o mais comum de todos em grandes aglomerados urbanos.

Diante do perfil apresentado sobre o saneamento no Brasil constata-se que há necessidade de aumentar a percentagem de tratamento de esgoto para minorar os problemas de saúde pública oriundos dos lançamentos de esgotos sem tratamento, que é considerado prioritário também para preservação do meio ambiente, tendo como reflexo a melhoria da qualidade de vida da população.

Assim, visando contribuir na tomada de decisões quanto ao tipo de tratamento a ser aplicado aos esgotos sanitários, esta pesquisa teve o objetivo de investigar o desempenho de reator aeróbio de leito expandido no tratamento de efluentes domésticos de bairro periférico da cidade de Belém - PA. A principal justificativa para a utilização deste tipo de reator está na sua elevada eficiência de tratamento na remoção de matéria orgânica, somada a sua simplicidade operacional (quando comparada com outros sistemas aeróbios). Do ponto de vista ambiental, foi também verificado se o efluente deste tipo de reator seria capaz de atender os padrões estabelecidos pela resolução 357/2005 do CONAMA para o lançamento de efluentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, foi instalado um reator aeróbio de leito expandido (RAEX) em escala piloto nas dependências de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) localizada em bairro periférico da cidade de Belém- PA. Desta forma, o RAEX foi alimentado pelo esgoto bruto desta ETE.

O RAEX foi confeccionado em fibra de vidro, tendo 6,82 m de altura total e volume total de 356 L, conforme pode ser observado na Figura 1. Internamente esse reator era composto pelas zonas de reação e de sedimentação. A primeira apresentava formato cilíndrico e tinha 6,02 m de altura e 150 mm de diâmetro, enquanto que a zona de sedimentação tinha 0,80 m de altura, 150 mm de diâmetro menor e 400 mm de diâmetro maior.

O esgoto bruto que alimentava a ETE era coletado através de sistema condominial de fundo e frente de lote e passava por tratamento preliminar com gradeamento e caixa de areia. Em seguida era encaminhado a um poço de sucção. Assim, neste poço de sucção foi instalada uma tubulação para retirar este esgoto (tratado preliminarmente) através de bomba centrífuga, que o recalca para um reservatório de fibra com capacidade de 1m³. A alimentação do RAEX era então feita deste reservatório com o auxílio de bomba dosadora, garantindo uma vazão contínua de cerca de 225 L/d. Com isto o reator era operado com tempo de detenção hidráulica de cerca de 10 horas.



Figura 1: Sistema experimental com RAEX ao fundo.



As variáveis físico-químicas determinadas durante as análises foram: pH, OD, condutividade, alcalinidade a bicarbonato (AB), DQO (total e filtrada), nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, nitrogênio total kjeldahl (NTK), fósforo total, sólidos totais (fixos e voláteis) e sólidos suspensos totais (fixos e voláteis). Todas essas variáveis foram determinadas de acordo com os procedimentos do APHA (1998).

Os resultados de pH e alcalinidade à bicarbonato foram determinados in loco e o restante das amostras foram preservadas e acondicionadas em geladeira para que fossem então transportadas até o laboratório para determinação das variáveis restantes. A Tabela 1 apresenta a programação geral das variáveis físico-químicas monitoradas durante a pesquisa.

Para análise do desempenho do RAEX foram feitos monitoramentos semanais durante 7 meses.

Tabela 1: Variáveis físico-químicas, frequência e método de determinação.

Variáveis	Frequência	Método
pH	1 vez por semana	Potenciométrico
DQO _{total} e filtrada	1 vez por semana	Refluxo fechado
Alcalinidade à bicarbonato	1 vez por semana	Titulométrico
OD	1 vez por semana	Titulométrico
Nitrogênio amoniacal	1 vez por semana	Nesslerização direta
Nitrato	1 vez por semana	Colorimétrico
Nitrito	1 vez por semana	Colorimétrico
Fósforo Total	1 vez por semana	Colorimétrico

RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos valores das médias aritméticas, mínimo, máximo e número de determinações obtidas na caracterização do afluente. Pode-se observar que o esgoto bruto (afluente) que alimentou o RAEX apresentou concentrações médias de DQO bruta, sólidos suspensos totais (SST) e nitrogênio amoniacal da ordem de 214 mg/L, 111 mg/L e 45 mg/L, respectivamente. O esgoto bruto em questão considerando-se os valores médios de DQO/N-amon./P teve relação de cerca de 47:9:1, respectivamente.

Tabela 2: Dados do monitoramento caracterização do esgoto bruto.

Variáveis	Unidade	Efluente - RAEX			
		N	\bar{X}	Mín.	Máx.
pH	pH	26	-	7,03	7,7
AB	mg CaCO ₃ L ⁻¹	26	217	101	378
AVG		26	36	17	68
SST	mg/L	26	111	12	358
SSV	mg/L	26	72	8	256
DQO _{total}	mgO ₂ .L ⁻¹	26	214	74	326
DQO _{filtrada}	mgO ₂ .L ⁻¹	26	113	54	192
N-Amoniacal	mgN-NH ₃ .L ⁻¹	26	45	6	70
Fósforo Total	mgPO ₄ .L ⁻¹	26	4	1	12

N- número de determinações; \bar{X} - média aritmética.

O resumo das principais variáveis físico-químicas do efluente gerado e da eficiência de remoção do RAEX pode ser observado na Tabela 3. Nas Figuras 2 e 3 são apresentados, respectivamente, o gráfico de box-plot para DQO e SST durante o período experimental. Em relação ao pH, não houve variações consideráveis do efluente em relação ao afluente, estando na faixa de 6,9 a 7,8, mais especificamente, próximos a 7,0. Com relação à AB, verificou-se que houve uma queda na concentração do efluente em relação ao afluente. Tal consumo de AB pode ser atribuído ao processo de nitrificação que ocorreu no período monitorado, fato este também comprovado pela diferença entre as concentrações médias de nitrogênio amoniacal afluente e efluente da ordem de 45 mg/L e 2 mg/L, respectivamente, conferindo uma eficiência média de nitrificação da ordem de 95 %.

Com relação à DQO total e sua remoção, como mostra a Figura 1 (a), o RAEX apresentou em seu afluente a mediana de aproximadamente 300 mg/L e no efluente a mediana de aproximadamente 60 mg/L, conferindo ao RAEX a eficiência média de remoção de DQO de 80 %.

Tabela 2: Dados do monitoramento caracterização do esgoto bruto.

Variáveis	Unidade	Efluente - RAEX			
		N	\bar{X}	Mín.	Máx.
Vazão	L/h	26	14	13,8	14,7
pH	pH	26	-	6,93	7,83
AB	mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	26	59	24	98
SST	mg/L	26	11	2	30
SSV	mg/L	26	8	1	26
DQO _{total}	mgO ₂ .L ⁻¹	26	45	20	109
DQO _{filtrada}	mgO ₂ .L ⁻¹	26	31	7	64
N-Amoniacal	mgN-NH ₃ .L ⁻¹	26	2	1	8
Nitrito	mg/L de NO ₂ ⁻	26	0,54	0,001	0,5
Nitrato	mg/L de NO ₃ ⁻	26	19	10	30
Fósforo Total	mgPO ₄ .L ⁻¹	26	4	1	5
OD	mg/L	26	-	4,4	6,3

N- número de determinações; \bar{X} - média aritmética.

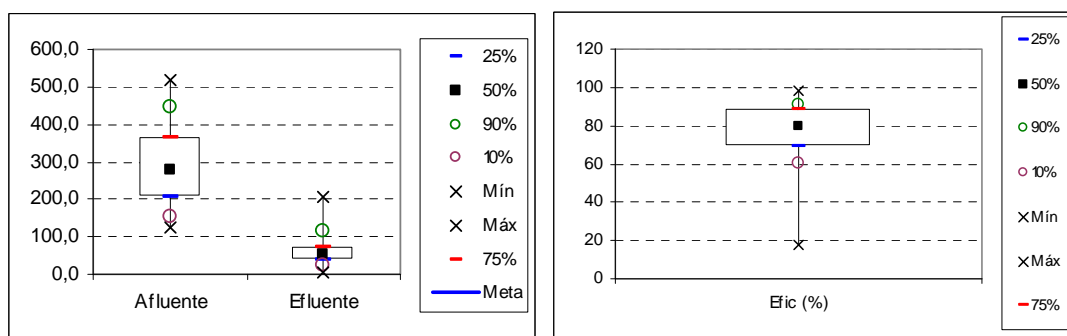


Figura 2: (a)Boxplot da DQO total no RAEX; (b)Eficiência de remoção de DQO total

As Figura 3 (a) e (b) apresentam o desempenho do RAEX em relação às concentrações de SST e SSV. Como pode ser visto nestas figuras, o afluente apresentou SST com concentração mediana de aproximadamente 150 mg/L e o efluente de aproximadamente 40 mg/L, o que resultou em uma eficiência média de remoção de aproximadamente 75%. Em relação aos SSV verificou-se que a concentração mediana no afluente foi de aproximadamente 100 mg/L e no efluente de aproximadamente 30 mg/L, com eficiência média de remoção de 75%.

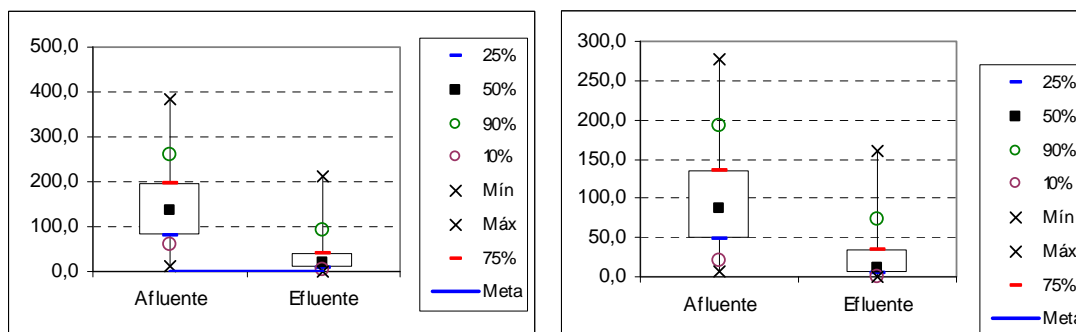


Figura 3- (a) Boxplot de SST no RAEX; (b) Boxplot de SSV no RAEX

Para melhor interpretação, a média dos resultados das análises foi comparada com os valores de alguns autores da literatura técnica, como VON SPERLING (1996) e JORDÃO (2005). Foi também analisado o atendimento do efluente do RAEX quanto aos padrões estabelecidos pela resolução 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente



— CONAMA. Assim, foi verificado que todos os valores obtidos com as determinações de DQO bruta e a filtrada, SSV, SST, N-Amoniacal, Nitrito, Nitrato, fósforo total, AB e pH estão em acordo com os citados na literatura, e que também atenderam a resolução 357/2005 do CONAMA, no que diz respeito aos padrões de lançamento de pH e nitrogênio amoniacal. Desta forma, ficou demonstrado que o RAEX foi eficiente no tratamento esgoto doméstico, para remoção de matéria orgânica, sólidos em suspensão e nitrogênio amoniacal.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que o RAEX nas condições operacionais estudadas se mostrou um eficiente reator na remoção de matéria orgânica, sólidos em suspensão e nitrogênio amoniacal. No caso deste último, conseguindo atender aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, graças à eficiente nitrificação alcançada no reator.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. In: Brasil. Secretaria de meio Ambiente; CONAMA; MMA. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>
2. JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de esgotos domésticos. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720 p.
3. VON SPERLING, MARCOS. Princípio de tratamento biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Minas Gerais: ed. Segrac, Vol 1, 1995. 240p.