

ESGOTAMENTO SANITÁRIO

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DQO EM SISTEMA ANAERÓBIO-AERÓBIO, NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO.

Robson Costa da Costa – engrobsonrcc@gmail.com
Universidade Federal do Pará.

Luíza Carla Girard Teixeira Machado– lugirard@ufpa.br
Universidade Federal do Pará.

Resumo: Este trabalho tem como objetivo avaliar a remoção de DQO utilizando um reator híbrido com zonas anaeróbia-aeróbia (RHANA) sobrepostas e implantadas em um sistema piloto para tratamento de esgoto doméstico. As condições de operação impostas a essa unidade foram: vazão de alimentação 267 ± 27 L/dia e tempo de detenção hidráulica teórico de aproximadamente de 8.74 h. Durante o período experimental de monitoramento, o reator RHANA apresentou eficiências máxima e mínima, de remoção de DQO, de 96% e 56%, respectivamente. A eficiência média de remoção de DQO é de 75% e a concentração média no efluente é de 75mg DQO/L. O RHANA apresentou baixo custo de implantação, simplicidade na operação, baixos custos operacionais, baixos requisitos de área, fluxograma simplificado de tratamento e ausência de problemas com a população vizinha.

Palavras-chave: Remoção de DQO, Reator Híbrido, Esgoto Doméstico.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

Os crescentes níveis de poluição dos recursos naturais, causados principalmente pelo crescimento desordenado das populações urbanas e pelo desenvolvimento industrial, exigem o desenvolvimento de novas tecnologias de tratamento de efluentes, com o objetivo de reduzir e/ou eliminar poluentes antes de seu lançamento nos recursos hídricos.

A introdução de matéria orgânica em um corpo d'água resulta, indiretamente, no consumo de oxigênio dissolvido. Tal se deve aos processos de estabilização da matéria orgânica realizados pelas bactérias decompositoras, as quais utilizam o oxigênio disponível no meio líquido para a sua respiração. O decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido tem diversas implicações do ponto de vista ambiental, constituindo-se, em um dos principais problemas de degradação ambiental (VON SPERLING, 2005).

As obras de infraestrutura e de tecnologias, que visam o tratamento de esgoto doméstico e produzem um efluente com carga poluidora de acordo com a legislação ambiental

vigente, proporcionam o controle da poluição de modo a proteger a saúde pública e a minimizar os efeitos danosos causados ao meio ambiente.

Torna-se relevante estudar e aprimorar estas tecnologias com sistemas simplificados de tratamento de esgotos domésticos, ao qual atuam com baixo requisito de área, simplicidade na operação, na manutenção e no controle, baixos custos operacionais, fluxograma simplificado e adequada eficiência na remoção de poluentes (CHERNICHARO, 2001), visando sua otimização e confiabilidade operacional e sustentável.

Dessa forma, a pesquisa visa avaliar a eficiência do reator híbrido de filme fixo com regiões anaeróbia e aeróbia, na remoção de DQO (Demanda Química de Oxigênio) do esgoto antes de seu lançamento no corpo receptor.

OBJETIVO

Avaliar o desempenho de um reator híbrido para remoção de DQO no tratamento de esgoto doméstico.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada em uma área experimental, conforme ilustração da Figura 1, da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do jardim Sideral, operada pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), localizada no município de Belém, estado do Pará.



Figura 1. Área experimental.

As etapas experimentais foram:

- 1) Concepção, dimensionamento e construção do reator
- 2) Monitoramento do reator

1ª ETAPA

Na 1ª Etapa foi realizada a concepção e dimensionamento do reator baseado nas características do efluente bruto que chega à ETE Sideral visando o atendimento da Resolução CONAMA 430/11. O reator híbrido para remoção de DQO foi concebido para execução da presente pesquisa sob a ótica de flexibilidade operacional de funcionar sob condições anaeróbia-aeróbia conjunta.

Nesta etapa foi implantado o sistema de tratamento de efluentes, nas dependências da ETE Sideral, em parceria com a COSANPA. O reator foi confeccionado em fibra de vidro (PRFV). Para dimensionamento da região anaeróbia e aeróbia no reator híbrido de filme fixo, o roteiro utilizado foi baseado em Metcalf & Eddy (2003) para lodos ativados.

O reator híbrido anaeróbio-aeróbio tem 6,50 m de altura total e volume de 356 L. As condições de operação impostas a essa unidade foram: vazão de alimentação 267 ± 27 L/dia e tempo de detenção hidráulica teórico de aproximadamente de 8.74h.

Internamente o reator é composto pelas zonas: de reação e de sedimentação. A primeira apresenta formato cilíndrico e tem 5,50 m de altura e 150 mm de diâmetro, enquanto a zona de sedimentação tem 1,02 m de altura, 150 mm de diâmetro menor e 400 mm de diâmetro maior. A zona de reação do RHANA destina-se à degradação do material orgânico e nitrogenado, formação do biofilme aeróbio e anaeróbio e produção do biogás; enquanto a segunda (zona de sedimentação) é responsável pela separação das biopartículas e decantação do efluente na parte superior do reator. Na zona de reação do reator, têm-se as regiões anaeróbia e aeróbia, as quais são formadas e controladas mediante a aplicação de taxa de recirculação nas respectivas regiões e distribuição de oxigênio ao final da região anaeróbia.

O fornecimento de oxigênio ao RHANA é realizado por meio de compressor PEC com reservatório de cerca de 100L e pressão máxima de $8,4 \text{ kgf/cm}^2$, no qual o ar após ser comprimido é encaminhado através de mangueira de alta pressão de $\phi=1/2''$, câmara de aeração de 8,13 L, que contém difusor poroso de oxigênio, o qual será responsável pela distribuição e geração de microbolhas na região aeróbio no reator. Ressalta-se aqui, que o RHANA, apresenta a flexibilidade operacional de alterar a posição da câmara de aeração ao longo da altura da zona de reação do reator, conforme a condição operacional que se deseja operar essa unidade de tratamento.

Ao longo da altura da zona de reação do reator existem 27 pontos de coleta de amostras (líquidas e de biopartículas), sendo 21, com diâmetro de 19,05 mm (espaçadas a 15 cm) e, 7 com diâmetro de 25,4mm (1,0 m, 1,5 m, 2,6 m, 3,05 m, 3,56 m, 4,06 m, e 5,06 m, acima do fundo do reator). O biogás gerado durante a degradação do material orgânico e nitrogenado será coletado pelo dispositivo interno de separação de fases, por meio de mangueira ($\phi \cong 19 \text{ mm}$) conectada à extremidade superior do reator, e encaminhado para a atmosfera. As Figuras 2 e 3, ilustram, respectivamente, algumas unidades e dispositivos do RHANA e sua localização.

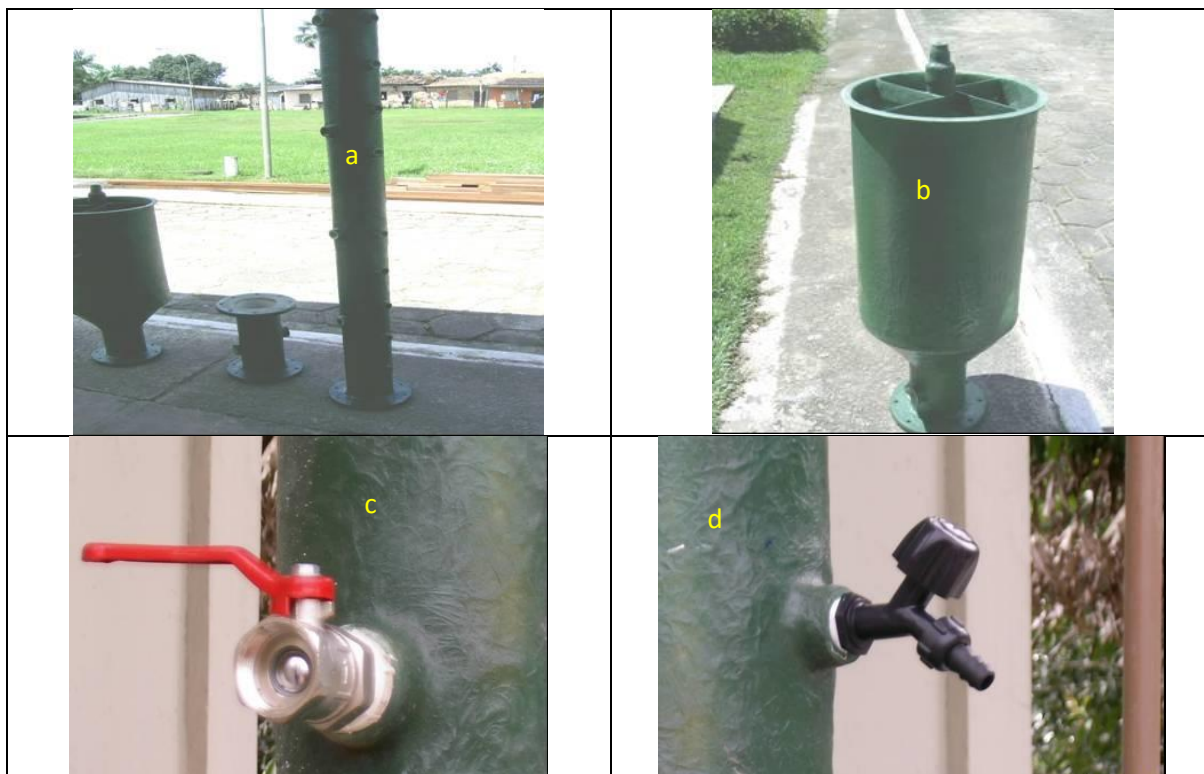


Figura 2. Fotografias do reator híbrido anaeróbio-aeróbio. a) Módulo de para conexão da bomba de alimentação e de recirculação; e de zona de reação; b) Decantador, c) ponto de amostragem para biopartícula ou de recirculação e d) ponto de amostragem líquida para perfis ao longo da altura.



Figura 3. Fotografias dos reatores. a) Módulo para introdução de oxigênio; b) Localização e montagem do RHANA.

O leito do RHANA é constituído de camada suporte (Figura 4) e de leito (material suporte). A primeira camada destina-se a retenção física do material suporte que será introduzido na zona de reação do reator, enquanto que a segunda — destina-se a formação dos biofilmes anaeróbios e aeróbios.



Figura 4. Ilustração da camada suporte do reator.

No RHANA, a camada suporte empregada tem as seguintes características granulométricas (quadro 1):

Quadro 1. Características granulométricas da camada suporte.

Características	Espessura da camada (cm)
2,4 - 3,2 mm	5
3,2 - 6,4 mm	5
6,4 - 12,7mm	5
12,7-19 mm	5
19mm-38mm	10
Σ	30

Para o leito, realizaram-se ensaios granulométricos com o objetivo de se determinar as seguintes variáveis de interesse: deq. (diâmetro equivalente), CD (coeficiente de araste) e o d90%, que corresponde ao tamanho equivalente a 90% em peso do material que passa no peneiramento. A Figura 5, a seguir ilustra dois tipos de carvão em que foram realizados os ensaios de peneiramento.

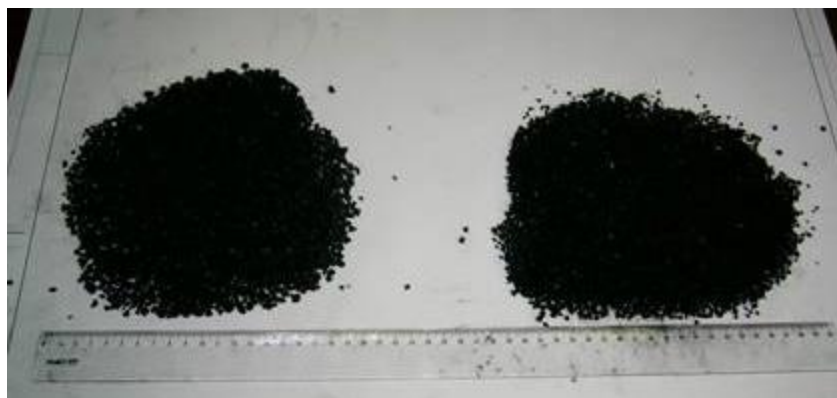


Figura 5. Amostras de carvão ativado granular utilizadas nos ensaios de peneiramento.

2ª ETAPA

Na 2ª etapa foi executado o monitoramento do sistema, sendo determinadas as seguintes variáveis: temperatura, pH, alcalinidade à bicarbonato (AB), DQO (total e filtrada), e sólidos suspensos totais (fixos e voláteis). Todas essas variáveis foram determinadas de

acordo com os procedimentos do Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). O monitoramento do reator foi realizado duas vezes por semana mediante coleta de amostras compostas do afluente e efluente, para que se analisasse a eficiência do reator.

Os dados experimentais, obtidos neste estudo, foram tratados de forma estatística (descritiva e analítica), de maneira a se organizar e concentrar o máximo possível de informações em curvas que indicam o comportamento das principais variáveis de interesse analisadas na forma de gráficos e tabelas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Figuras 6, 7, 8 e 9 são apresentados, respectivamente, o gráfico de box-plot para pH, AB, DQO e SST, referentes ao afluente e efluente.

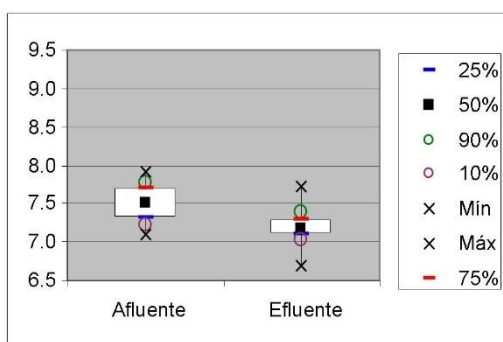


Figura 6. Box-plot do pH do RHANA.

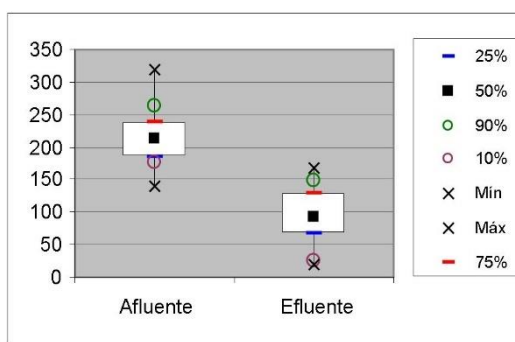


Figura 7. Box-plot de AB (mg/L) do RHANA

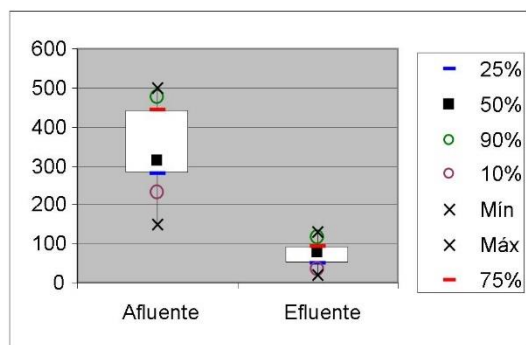


Figura 8. Box-plot de DQO (mg/L) total do RHANA.

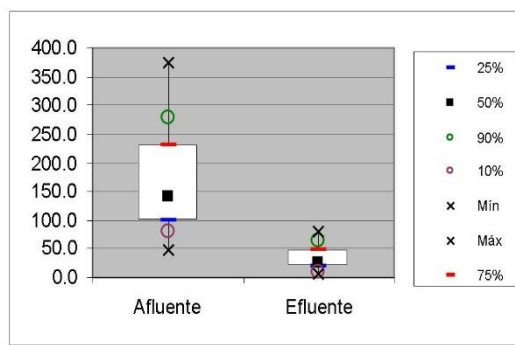


Figura 9. Box-plot dos valores de SST (mg/L) do RHANA.

Com relação a faixa de pH em questão, a literatura técnica (von Sperling, 1997 e van Haandel & Marais, 1999) indica valor ótimo na faixa de 7,2 a 8,0, e que, abaixo de 7,2, o ambiente aeróbio para desenvolvimento de microrganismos nitrificantes apresenta queda de crescimento desses. Analisando-se tal fato com a operação do RHANA verifica-se que em 25%, das amostras coletadas, o valor do pH foi menor que 7,2, conforme Figura 6.

Com relação a alcalinidade nota-se a redução de AB de 217mgCaCO₃/L no afluente para 93mgCaCO₃/L (Figura 7) indicando, possivelmente, o consumo de alcalinidade por microrganismos nitrificantes.

Durante o período experimental de monitoramento, o reator RHANA, tratando cerca de 0.848gDQO/L.d, apresentou eficiências máxima e mínima, de remoção de DQO, de 96% e 56%, respectivamente. Tal comportamento ocasionou no efluente em 75% das amostras analisadas concentrações inferiores a 90mg/L (Figura 8).

Para os SST a unidade de tratamento teve eficiência média de remoção de $71 \pm 26\%$. Esse valor de eficiência promoveu no efluente dessa unidade de tratamento, concentrações entre 39 e 19mg.L-1 de SST (Figura 9).

Conforme a Figura 10 pode-se observar visualmente a eficiência do reator híbrido no tratamento de esgotos domésticos, visando a preservação do corpo receptor.



Figura 10. Amostras.

Para melhor análise da eficiência do reator híbrido comparou-se a concentração média de DQO no efluentes do RHANA com valores característicos de alguns sistemas de tratamento como Lagoa facultativa, reator UASB e Lodo ativados convencional, assim como suas eficiências na remoção de DQO (%), conforme Tabela 1.

Tabela 1. Eficiências de alguns sistemas de tratamento.

Sistemas	Qualidade média do efluente	Eficiência média de remoção	Referências
	DQO (mg/L)	DQO (%)	
RHANA	18-132	56-96	-
Lagoa facultativa	120-200	65-80	VON SPERLING, 2005.
Reator UASB	180-270	55-70	
Lodos Ativados convencional	45-120	80-90	
Reator UASB + Filtro biológico percolador	70-180	73-88	

O RHANA além de apresentar baixo custo de implantação, simplicidade na operação, baixos custos operacionais, baixos requisitos de área, fluxograma simplificado de tratamento e ausência de problemas com a população vizinha; o reator híbrido ainda produz desempenho eficaz no tratamento de águas residuárias quando comparado com os sistemas lagoa facultativa e reator UASB, que são sistemas convencionais muito utilizados em tratamento de esgoto. O RHANA ainda produz um efluente com concentração média de DQO próxima das concentrações referente aos sistemas lodos ativados convencional e a combinação entre reator UASB + Filtro biológico percolador.

Isso demonstra que o reator híbrido é uma alternativa que demonstrou ser capaz de tratar o esgoto doméstico e produzir um efluente de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação ambiental vigente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das atividades realizadas verificou-se que:

- O RHANA apresentou baixo custo de implantação, simplicidade na operação, baixos custos operacionais, baixos requisitos de área, fluxograma simplificado de tratamento e ausência de problemas com a população vizinha.
- Durante o período experimental de monitoramento, o reator RHANA apresentou eficiências máxima e mínima, de remoção de DQO, de 96% e 56%, respectivamente. A eficiência média de remoção de DQO é de 75% e a concentração média no efluente é de 75mg DQO/L.
- O reator híbrido ainda produz desempenho eficaz quando comparado com os sistemas lagoa facultativa e reator UASB, que são sistemas convencionais muito utilizados em tratamento de esgoto. Isso demonstra que o RHANA é uma alternativa que demonstrou ser capaz de tratar o esgoto doméstico e produzir um efluente de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação ambiental vigente.

5. REFERÊNCIAS

APHA. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington. 1998.

CHERNICHARO, C. A L. **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. Projeto PROSAB. Belo Horizonte, 2001.

METCALF & EDDY. Inc. **Wastewater Engineering treatment Disposal Reuse**. 4. ed. New York, McGraw - Hill Book, 1815p. 2003.

VAN HAANDEL, A. C. e MARAIS, G. **O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado: Teoria e Aplicações para Projetos e Operações**. Campina Grande. 472p. 1999.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Lodos ativados**. V. 4. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 416 p. (1997).