



## II-442 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM FILTROS BIOLÓGICOS SUBMERSOS AERADOS

**Tatiana Cardoso Delgado<sup>(1)</sup>**

Bióloga (Bacharel e Licenciatura) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Tecnóloga em Meio Ambiente pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte; Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Cícero Onofre de Andrade Neto**

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Sanitária, Doutor em Qualidade e Tratamento de Águas, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Membro do Grupo Coordenador do PROSAB - Programa Nacional de Pesquisa em Saneamento Básico, Membro do Comitê Científico do Programa de Pesquisas do Departamento de Engenharia de Saúde Pública da FUNASA.

**Henio Normando de Souza Melo**

Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia Ambiental pelo Institut National Des Sciences Appliquées, Toulouse/França, Professor da Universidade do Rio Grande do Norte, Coordenador do PROSAB-RN.

**Raulyson Ferreira de Araújo**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Vivianny Hiromi Uchida**

Graduanda do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Avenida Senador Salgado Filho, s/n – Centro de Tecnologia/LARHISA– Lagoa Nova – Natal/RN – Caixa Postal 1524- CEP: 59072-970 – Brasil Tel: +55 (84)8805-0920. e-mail: [tatianacardosodelgado@gmail.com](mailto:tatianacardosodelgado@gmail.com)

### RESUMO

A ação poluidora da matéria orgânica sobre os cursos d'água ocorre principalmente devido ao consumo de oxigênio dissolvido, requerido pelos microorganismos em seus processos metabólicos para a estabilização desta matéria, acarretando assim uma diminuição da concentração desse elemento tão importante para a manutenção da comunidade aquática.

Em virtude de ser bastante dispendioso, dificultoso e pouco prático caracterizar em laboratório cada componente da matéria orgânica, face à sua multiplicidade de formas e compostos que pode apresentar, utilizam-se normalmente métodos indiretos para a sua quantificação.

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica em um sistema de filtros biológicos submersos anaeróbios e aerados em série, com ênfase para a eficiência dos filtros aerados submersos que complementam o tratamento do efluente de filtros anaeróbios.

Os resultados observados mostraram concentrações médias de DBO de 443 mg/L no esgoto bruto; 238 mg/L no Tanque séptico com filtro de pedra acoplado; 48,7 mg/L 14,2 mg/L no filtro conduíte 1 (FAe1) e 11,4 mg/L no filtro conduíte 2 (FAe2).

Para os resultados de COT se mostraram em média no esgoto bruto de 111,4 mg/L, 72,3 mg/L no Tanque séptico com filtro de pedra acoplado, 14,4 mg/L nos filtros Anaeróbios (FAns), 8,5 mg/L no filtro conduíte 1 (FAe 1) e 8,3 mg/L no filtro conduíte 2 (FAe 2).

Diante dos resultados apresentados observa-se que o sistema possui uma elevada eficiência na remoção de DBO (97%) e COT(92%), podendo-se concluir que o sistema composto de filtros biológicos anaeróbios e aeróbios, dispostos em série, se mostra como uma ótima alternativa para tratamento de esgoto doméstico, apresentando alta eficiência na remoção da matéria orgânica.

O efluente desse sistema se mostra com ótimo aspecto visual, resultado da configuração de reatores de baixo custo, alta eficiência e operação muito simples, podendo ser aplicado em cidades pequenas e médias que vivem em situação de deficiência econômica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Remoção de matéria orgânica, Tratamento de esgotos, Reatores aerados



## INTRODUÇÃO

No processo de tratamento de esgotos domésticos a matéria orgânica presente é um parâmetro de fundamental importância a ser analisado, visto sua necessidade de remoção em virtude da sua ação poluidora nas águas.

A ação poluidora da matéria orgânica sobre os cursos d'água ocorre principalmente devido ao consumo de oxigênio dissolvido, requerido pelos microorganismos em seus processos metabólicos para a estabilização deste composto, acarretando assim uma diminuição da concentração desse elemento tão importante para a manutenção da comunidade aquática.

Desta forma, o principal efeito ecológico da inserção de matéria orgânica nos cursos d'água se dá pela diminuição nos níveis de oxigênio dissolvido nas águas, utilizados no processo de estabilização.

Nos esgotos domésticos a matéria orgânica encontrada advém de atividades domiciliares e sanitárias humanas, sendo composta principalmente por proteínas, carboidratos, gorduras, óleo, uréia e fenóis, e pode ser dividida em duas frações com relação a sua parte carbonácea: não-biodegradável e biodegradável.

Em virtude de ser bastante dispendioso, dificultoso e pouco prático caracterizar em laboratório cada componente da matéria orgânica, face à sua multiplicidade de formas e compostos que podem apresentar, utilizam-se normalmente métodos indiretos para a sua quantificação.

Dois desses métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica se dá por meio da medição do consumo de oxigênio (DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio e DQO – Demanda Química de Oxigênio) e medição do carbono orgânico (COT – Carbono Orgânico Total). Ambos objetos de investigação neste trabalho.

Este trabalho propõe a remoção biológica de nitrogênio através da associação de filtros biológicos anaeróbios, aeróbios e anóxicos, em série. O principal objetivo foi avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica em um sistema de filtros biológicos anaeróbios e aerados em série. Os filtros aerados são preenchidos com conduíte cortado e possui uma aeração simplificada, sendo, portanto, de baixo custo e tendo assim uma aplicação prática interessante em virtude da situação econômica de determinadas regiões do mundo.

O efluente conduzido aos filtros aerados é tratado anteriormente por um sistema composto por decanto-digestor seguido de filtros biológicos anaeróbios. O tratamento de esgotos por decanto-digestor seguido de filtros biológicos anaeróbios tem se mostrado eficiente, em trabalhos publicados anteriores por Andrade Neto (2002), obtendo-se resultados médios de DQO total no efluente abaixo de 100 mg/L, DBO abaixo de 60 mg/L e concentrações de sólidos suspensos menores que 20 mg/L.

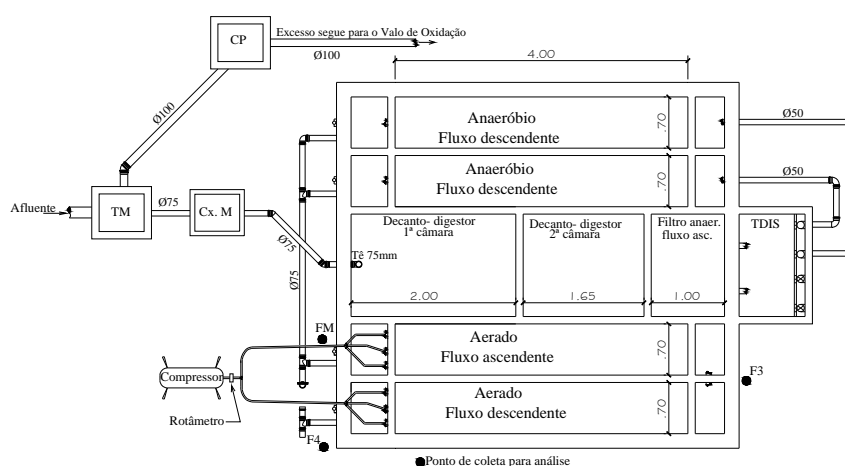
Porém, esses resultados alcançados não são suficientes para se obter uma eficiência de remoção de matéria orgânica maior que 90%. Com a inclusão dos filtros biológicos aerados ao sistema essa eficiência é alcançada, diminuindo-se ainda mais as concentrações e cargas de matéria orgânica dos esgotos, diminuindo-se, portanto seu caráter poluidor.

Desta forma, esse sistema de tratamento de efluente proposto neste trabalho diminui o impacto ambiental negativo que o lançamento de efluentes domésticos “in natura” trás aos corpos d'água, tanto em relação a demanda de oxigênio requerida para sua estabilização, quanto para a remoção de nutrientes eutrofizantes.

Diante dessa realidade, desenvolver sistemas que alcancem essa eficiência e que possuam um baixo custo é de fundamental importância para o avanço do processo de tratamento de esgoto.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade experimental de tratamento de esgotos, localizado na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, conta com um decanto-digestor com um pequeno filtro ascendente de acoplado, seguido de dois filtros biológicos anaeróbios e dois filtros aerados em série, conforme mostra a figura 1. O efluente que alimenta a ETE experimental possui características de esgoto doméstico.



**Figura 1: Desenho esquemático da ETE experimental**

A pesquisa foi desenvolvida em um sistema configurado para promover o processo de nitrificação no efluente dos filtros anaeróbios. Para tal, o primeiro e o segundo filtro funcionam em paralelo sob condições anaeróbias, sendo o primeiro preenchido por tijolo e o segundo com hidrobol, ambos com fluxos descendentes. O efluente desses dois filtros é encaminhado a um terceiro filtro (FA1), preenchido com conduíte cortado (3/4" de diâmetro e comprimento de 2,00 cm), que funciona sob condições aeróbias e fluxo ascendente; o efluente desse é encaminhado a um quarto filtro (FA2), também aerado, e preenchido com conduíte cortado, porém com fluxo descendente. O sistema experimental e os filtros aerados podem ser vistos nas figuras 2 e 3, respectivamente.



**Figura 2: Visão geral do sistema experimental**



**Figura3: Visão geral dos filtros aerados**

O ar, proveniente de um compressor, é transferido aos filtros por meio de mangueiras perfuradas dispostas nas tubulações de distribuição ou coleta de efluente. A aeração é realizada de forma perene, inicialmente com uma vazão de ar 0,01 m³ ar/min em cada filtro aerado, e ao longo da pesquisa testou-se diferentes vazões de ar e avaliou-se a eficiência de remoção de matéria orgânica, além de outras variáveis.



As vazões de ar experimentadas em cada filtro aerado ao longo da pesquisa podem ser visualizadas na Tabela 1:

**Tabela 1: Parâmetros e Técnicas Analíticas Utilizadas.**

VAZÃO DE AR (m <sup>3</sup> /ar.min)	FILTRO AERADO 1	FILTRO AERADO 2
	0,01	0,01
	0,05	0,01
	0,1	0,01
	0,1	0,05

A vazão de ar iniciou-se com um valor muito baixo, em virtude dos reatores aerado ainda estarem na fase de partida, prevenindo assim um possível cisalhamento da biomassa em formação.

Para avaliação da eficiência do reator com relação a remoção de matéria orgânica foram realizadas coletas semanais para determinação de DBO e COT. A amostragem foi efetuada em seis pontos do sistema experimental, a saber: Esgoto Bruto (EB), efluente do Tanque séptico (TsFan), efluente dos filtros anaeróbios (Fan, média dos efluentes anaeróbios) e efluentes dos filtros aeróbios (Fa1 e Fa2).

A técnica para a determinação da DBO foi a manométrica recomendada pela APHA *et al* (1998), já para o COT foi segundo a técnica de combustão a 680 graus centígrados com detecção infravermelha não dispersiva.

Além desses parâmetros estão sendo realizadas neste experimento análises de DQO, SST, Nitrogênio orgânico, Nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, alcalinidade, AGV, turbidez, OD, e microbiológicas (NMP para bactérias *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*

## RESULTADOS

Os resultados observados mostraram concentrações médias de DBO de 443 mg/L no esgoto bruto; 238 mg/L no Tanque séptico com filtro de pedra acoplado; 48,7 mg/L 14,2 mg/L no filtro conduíte 1 (FAe1) e 11,4 mg/L no filtro conduíte 2 (FAe2).

Os resultados de COT se mostraram em média no esgoto bruto de 111,4 mg/L, 72,3 mg/L no Tanque séptico com filtro de pedra acoplado, 14,4 mg/L nos filtros Anaeróbios (FAns), 8,5 mg/L no filtro conduíte 1 (FAe 1) e 8,3 mg/L no filtro conduíte 2 (FAe 2).

Os resultados de DBO e COT são referentes a 6 pontos de amostragens (Esgoto bruto, Tanque-séptico com filtro acoplado, dois Filtros anaeróbios e dois filtros aerados). A análise estatística dos dados podem ser visualizados nas figuras 4 e 5.

A eficiência total do sistema com relação à DBO se mostrou em torno de 97,45%, já para o COT em torno de 92,51%, conforme mostra a tabela 1.

Esses resultados estão inseridos num espaço amostral de 36 coletas, caracterizando o início do projeto, partida do reator e seu desenvolvimento.

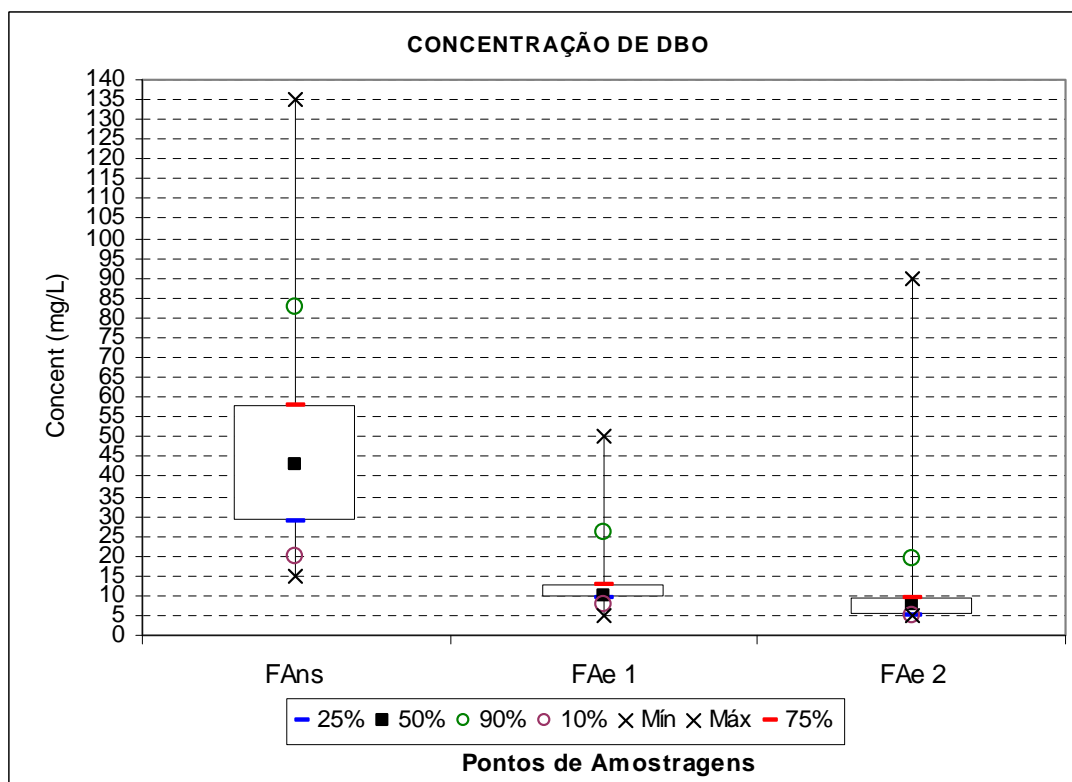


Figura 4: Concentração média de DBO no sistema experimental

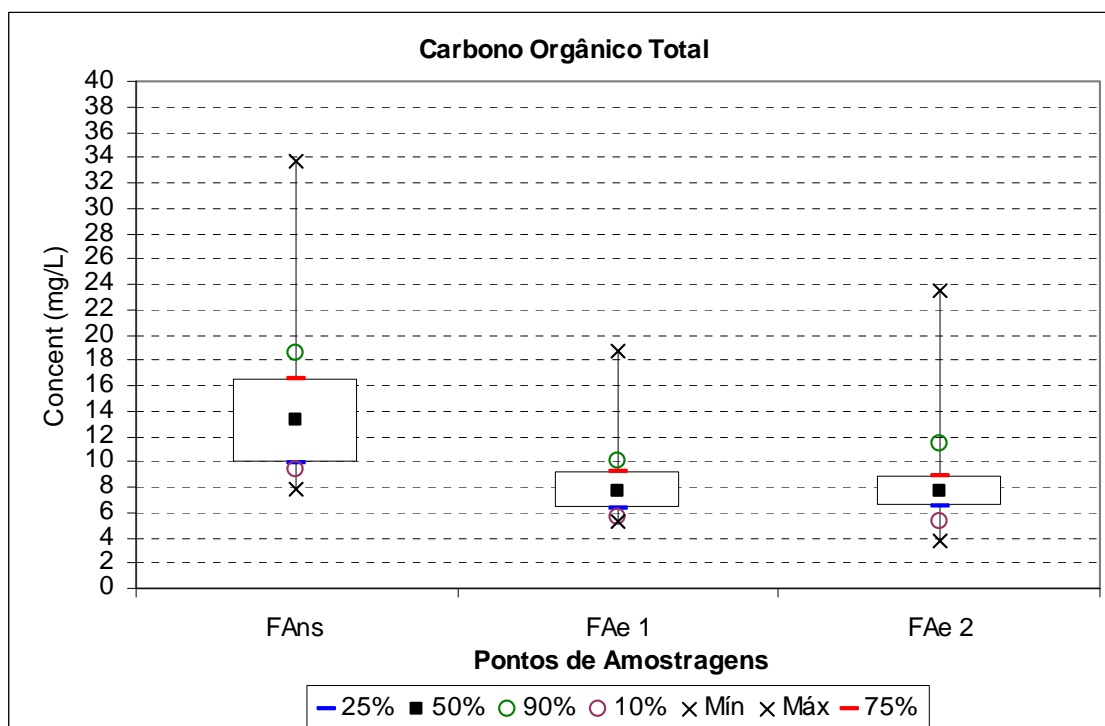


Figura 5: Concentração média de COT no sistema experimental



Tabela 01: Eficiência de remoção dos parâmetros analisados

PONTOS DE COLETA	DBO				COT			
	Conc. (mg/L)	% Rem Relativa	% Rem Ac FAn	%Rem Ac EB	Conc. (mg/L)	% Rem Relativa	% Rem Ac FAn	%Rem Ac EB
EB	443,15	-	-	-	111,37	-	-	-
FAnS	48,75	88,99	-	88,99	72,27	35,10	-	35,10
FAe 1	14,18	70,91	70,91	96,80	8,52	88,21	88,21	92,34
FAe 2	11,41	19,53	76,59	97,42	8,34	2,11	88,45	92,51

Os dados ao longo do andamento da pesquisa da seqüência nitrogenada também mostram que nos dois últimos filtros todas as taxas de aerações testadas foram suficientes para oxidar a amônia formada nos dois filtros anaeróbios, convertendo-as em nitrito e posteriormente a nitrato. Durante todo o andamento da pesquisa o efluente se mostrou com ótimo aspecto visual, conforme visualizado na figura 6.

Figura 6: Aspecto visual do esgoto ao longo do tratamento nos filtros biológicos



Foto: Takeshi Kobayashi

## CONCLUSÕES

Observou-se que o sistema alcançou elevada eficiência na remoção de DBO (97%) e COT(92%), podendo-se concluir que o sistema composto de filtros biológicos anaeróbios e aeróbios, dispostos em série, se mostrou uma ótima alternativa para tratamento de esgoto doméstico, apresentando alta eficiência na remoção da matéria orgânica.

O efluente desse sistema apresentou ótimo aspecto visual, resultado da configuração de reatores de baixo custo, alta eficiência e operação muito simples, podendo ser aplicado com vantagens em cidades pequenas e médias.

## AGRADECIMENTO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico Edital 5, Rede 2. Os autores agradecem as Instituições que apóiam e financiam o PROSAB.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ANDRADE NETO, C O de; HAANDEL, A van ; MELO, H N S. (2002). O Uso do Filtro Anaeróbio para Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios no Brasil. In: X SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2002, Braga, Portugal. Anais do X Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Braga: APESB/APRH/ABES, 2002. CD-ROM.
2. APHA – AWWA – WPCF (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20<sup>th</sup> edition. Washington D.C. American Public Health Association.