

## II-091 - TRATAMENTO DE EFLUENTES DE FRIGORÍFICO DE PESCADO UTILIZANDO REATOR ANAERÓBIO COMPARTIMENTADO (ABR)

**Renata Rodrigues Sampaio<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Aquacultura pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**Luciano dos Santos Rodrigues**

Professor Adjunto da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**Joyce da Cruz Ferraz Dutra**

Graduanda em Aquacultura pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**Lucas Alves Rodrigues**

Médico Veterinário, mestrando em Zootecnia pela UFMG.

**Israel José da Silva**

Professor Adjunto da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Edvaldo Jardim, 185 Venda Nova, CEP 31635-700 - e-mail: renatar.sampaio@yahoo.com.br

### RESUMO

Atualmente, a produção aquícola mundial encontra-se em expansão. Concomitantemente a este desenvolvimento, a crescente implantação de indústrias processadoras de pescado vem causando problemas ambientais devido ao seu grande potencial poluidor. Tendo em vista o aumento das exigências ambientais, é necessária a busca de alternativas para a redução dos poluentes gerados nessas atividades, que sejam eficientes e de baixo custo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um reator anaeróbio compartimentado (ABR) seguido por filtro anaeróbio em escala real, tratando efluentes de frigorífico de pescado. O trabalho foi desenvolvido em um frigorífico de pescado localizado no sul do estado de Minas Gerais, que possui uma estação de tratamentos de efluentes composta por peneira estática, caixa de gordura, reator ABR e filtro anaeróbio. O programa de monitoramento consistiu em um conjunto de análises físico-químicas dos afluentes e efluentes de todos os pontos da estação, os quais foram coletados com frequência quinzenal durante 10 meses e analisados no Laboratório de Saneamento da EV-UFMG. Os parâmetros avaliados foram temperatura, pH, alcalinidade, ácidos voláteis totais, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais (ST), sólidos totais voláteis (STV), sólidos totais fixos (STF), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), sólidos suspensos fixos (SSF), sólidos sedimentáveis, nitrogênio amoniacal, e fósforo total. Os resultados médios de remoção de DQO, DBO e SST do reator ABR foram de 63,3, 62,5 e 52,5%. Desta forma, o reator ABR apresentou alta eficiência na remoção de DQO, DBO e SSV das águas residuárias de frigorífico de pescado, atendendo aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela legislação ambiental do estado de Minas Gerais e se apresentando como uma alternativa promissora no tratamento deste tipo de efluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reatores anaeróbios, Tratamento de efluentes, Frigoríficos, Remoção de sólidos, Carga orgânica.

### INTRODUÇÃO

Atualmente observa-se aumento no consumo de pescado em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, por se tratar de uma fonte proteica de alta qualidade, pelo cultivo relativamente rápido e pela fácil obtenção (FAO, 2009).

Hoje, a produção aquícola mundial encontra-se em expansão, com aumento de 44,13 % no período entre 1998 e 2007, tendo a China como principal produtor: o país é responsável por 62,42% da produção mundial. O Brasil está em 16º lugar, com produção correspondente a 0,57% do total mundial. Porém, apesar da baixa produção, o País apresenta potencial para o desenvolvimento do setor, possuindo cerca de 13,8% de toda a água doce disponível no planeta e mais de cinco milhões de hectares de águas represadas passíveis de utilização para a aquicultura (FAO, 2009).

Concomitantemente ao desenvolvimento da produção pesqueira, houve a implantação de novas indústrias processadoras, devido ao maior consumo de pescado o número dessas unidades beneficiadoras é significativo em todo o país para atender as exigências do mercado.

Os resíduos gerados na indústria processadora de pescado são constituídos principalmente de água, escamas, gordura, sangue, fluidos viscerais e pequenos descartes do peixe. Causando problemas ambientais advindos da grande variedade de resíduos da indústria de pescado, com grande potencial poluidor. Seu efluente é considerado 10 vezes mais concentrado organicamente que o esgoto doméstico, o que faz com que sejam tomadas medidas especiais em relação à destinação final desses resíduos (MAUDIN; AZABO, 1974; CHOWDHURY; VIRARAGHAVAN; SRINIVASAN, 2010).

Águas residuárias dispostas de forma inadequada geram sérios problemas ambientais ligados à depleção do oxigênio dissolvido, eutrofização, quantidades excessivas de nitrato em águas superficiais e subterrâneas, toxicidade por amônia a peixes e problemas de saúde em virtude da presença de microrganismos patogênicos (FERNANDES & OLIVEIRA, 2006).

Dessa forma, o alto volume de resíduo líquido gerado, aliado à baixa eficácia dos tratamentos convencionais de efluentes, tem como consequência à poluição dos corpos hídricos. Dessa maneira, a tendência atual no tratamento de efluentes é o desenvolvimento de tecnologias que resultem em um efluente que atenda a legislação vigente.

Tendo em vista o aumento das exigências ambientais, é necessária a busca de alternativas para a redução dos poluentes gerados nas atividades agropecuárias.

O interesse pelo tratamento anaeróbio, de resíduos líquidos e sólidos provenientes da agropecuária e da agroindústria, tem aumentado nos últimos anos, por apresentar vantagens significativas quando comparado aos processos comumente utilizados de tratamento aeróbio de águas residuárias, ou aos processos convencionais de compostagem aeróbia de resíduos orgânicos sólidos (MORAES & PAULA JÚNIOR, 2004).

A biodigestão anaeróbia é um processo biológico que acontece na ausência de oxigênio livre, envolvendo vários micro-organismos durante o processo de digestão, essa variedade vai depender do tipo de matéria orgânica adicionada ao digestor.

As principais bactérias envolvidas são as fermentativas ou acido gênicas constituídas por um grupo bastante resistente e capaz de suportar mudanças das condições externas e de alimentação, bactérias sintróficas ou acetogênicas responsáveis pela conversão dos ácidos orgânicos, gás carbônico e hidrogênio em produtos finais gasosos e as bactérias metanogênicas que são responsáveis pela conversão do acetato e do hidrogênio produzidos nas etapas de Acidogênese e Acetogênese, em metano e dióxido de carbono.

Existe dessa forma uma simbiose entre as bactérias acidogênicas e metanogênicas, já que esta última é responsável pela maior parte da degradação do resíduo, a sua baixa taxa de crescimento, normalmente, representa o fator limitante no processo de digestão como um todo. (CHERNICHARO, C. A. de L., 2007).

Esse processo apresenta grandes vantagens como o baixo consumo de energia, grande eficiência na diminuição de carga orgânica e a pequena produção de lodo.

O reator anaeróbio compartmentado (ABR) aparece como uma importante opção no tratamento de efluentes líquidos. Este reator é constituído de diversas câmaras (compartimentos) onde o esgoto atravessa diversas vezes regiões de densa população microbiana (manta de lodo), sempre no sentido ascendente, possibilitando uma maior atuação dos microrganismos que degradam a matéria orgânica presente. O ABR apresenta como uma vantagem importante quanto ao aspecto construtivo, à ausência de coletores de gases e anteparos que promovem a separação de fases (gás, líquido e grânulos/flocos), além da simplicidade do reator quanto a sua construção e operação, sem a necessidade da presença de partes móveis para o funcionamento do sistema (BACHMANN et al., 1982). BACHMANN et al. (1982 e 1985) definiram o ABR como sendo uma sucessão de reatores do tipo UASB, onde cada câmara apresenta mistura completa.

URBINATI et al., (2013), avaliaram o efeito do tempo de detenção hidráulica (TDH) e da carga orgânica volumétrica (COV) no desempenho de reatores UASB, em dois estágios, tratando águas residuárias de suinocultura. O sistema foi constituído por dois reatores UASB em escala-piloto, instalados em série, com volumes de 908 e 188 L, para o primeiro e segundo estágios (R1 e R2), respectivamente. A parte experimental foi realizada com cinco testes diferentes, a carga orgânica aplicada variou de 5,5 a 40,1 Kg de DQOtotal. Os autores observaram que as COVs aplicadas não foram limitantes para a obtenção de altas eficiências de remoção de DQOtotal e SST e produção de metano. O estágio R2 com efluente proveniente de (R1 + R2) apresentou eficiência de remoção de 85,5 a 95,5% e de 76,4 a 96,1%. A inclusão do reator UASB no segundo estágio contribuiu para o aumento das eficiências de remoção de DQOtotal e SST, sobretudo quando o sistema de tratamento foi submetido aos menores TDHs e maiores COVs.

Tendo em vista o grande impacto causado pelos efluentes do processamento de pescado, a remoção efetiva de seus constituintes é de vital importância no controle da poluição crescente dos corpos receptores, pois o excesso de nutrientes contidos, principalmente nitrogênio e fósforo, podem causar a eutrofização e desequilíbrio ecológico no ecossistema.

Este trabalho objetivou avaliar o desempenho e aplicabilidade do sistema reator ABR no tratamento de águas residuárias de frigorífico de pescado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em um frigorífico de pescado localizado no sul do estado de Minas Gerais.

A estação de tratamentos de efluentes é composta por peneira estática, seguida de caixa de gordura, reator anaeróbio compartimentado (ABR) e filtro anaeróbio.

A ETE foi projetada para o processamento de seis toneladas de pescado/dia, e vazão esperada de 150 m<sup>3</sup>/dia. A partida do sistema foi realizada em novembro de 2012, no qual foram transferidos 40 m<sup>3</sup> de inóculo, utilizando lodo de um reator UASB que anteriormente tratava os efluentes do referido frigorífico. O lodo foi deixado em repouso por um período de aproximadamente 48 horas, possibilitando a sua adaptação gradual a temperatura ambiente. Após o término do repouso, iniciou-se a alimentação com, aproximadamente, 15 m<sup>3</sup> do efluente do frigorífico. Esta alimentação parcial foi realizada durante 15 dias, com frequência de três vezes por semana, e posteriormente houve aumento gradativo até completar 120 dias, no qual o sistema iniciou operação em escala em plena.

O programa de monitoramento foi realizado quinzenalmente por meio de análises físico-químicas. Os parâmetros avaliados foram: temperatura, pH, demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos voláteis (SSV). As amostras foram coletadas na entrada e saída da peneira estática, caixa de gordura, e reator ABR. As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental da Escola de Veterinária da UFMG.



Figura 1 (a) Peneira estática, (b) caixa de gordura, (c) Reator ABR seguido de filtro anaeróbio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, são apresentados os parâmetros analisados durante o período experimental.

Diferentes fatores podem influenciar a eficiência na remoção da matéria orgânica em sistemas de tratamento biológico, para não ocorrer tal influencia o efluente deve atender a alguns parâmetros para atingir um bom desempenho por parte dos microrganismos, como temperatura, relação ideal entre acidez e alcalinidade, pH e amonificação (CHERNICHARO, 1997).

Durante o período experimental observou-se uma tendência de neutralidade do pH que ficou em média 6,47 demonstrando assim que as fases de acidogênese e metanogênese estiveram em equilíbrio em todas as unidades da ETE, evidenciando estabilidade do processo.

Os valores afluentes a ETE de DBO, DQO e SST foram de 900, 5.200 e 700mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes valores são semelhantes ao do esgoto sanitário, resultado da grande diluição que os efluentes sofrem no processamento do pescado.

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos.

Conforme a legislação, DELIBERAÇÃO NORMATIVA CONJUNTA COPAM/CERH-MG N° 1/2008, os parâmetros para lançamento de DBO deverá ser até 60mg/L, este valor poderá ser ultrapassado desde que o tratamento alcance eficiência de remoção de DBO em no mínimo 60% e média anual igual ou superior a 70% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros sanitários municipais.

Para DQO o limite estabelecido foi lançamento de até 180 mg/L ou tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 55% e média anual igual ou superior a 65% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros sanitários municipais.

NETO et al., (2009), realizaram um trabalho experimental afim de avaliar o efeito das águas residuárias de suinocultura, com concentrações médias de sólidos suspensos totais variando de 4.591 a 13.001 mg L<sup>-1</sup>, no desempenho de processo anaeróbio, em dois estágios, compostos por reator compartimentado (ABR) e reator de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), instalados em série, em escala- -piloto. Os autores relataram que o sistema de tratamento anaeróbio, em dois estágios, com reatores ABR e UASB, foi eficiente nas remoções de DQO, sólidos suspensos e coliformes. A maior parte da remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos, macro e micronutrientes e coliformes ocorreu no reator ABR, por meio de remoção física. Os autores demonstraram que o sistema ainda pode suportar maior COV (carga orgânica volumétrica) e/ou menor TDH ( tempo de detenção hidráulica) indicando economia significativa na implantação de estações de tratamento de águas residuárias de suinocultura.

JUNIOR, (2013), avaliou a produção de biometano em reatores UASB termofílicos, em dois estágios, com vinhaça e melaço. A unidade foi constituída por dois reatores UASB, instalados em série construídos com tubo rígido de policloreto de vinila para manter a temperatura desejada. O autor conclui que a utilização de reator UASB termofílico apresentou uma boa remoção de DQO, após a adaptação do lodo houve um aumento na produção volumétrica e de porcentagem de metano no biogás.

Quanto aos parâmetros de eficiência o reator ABR apresentou eficiência de remoção de DBO, DQO e SST de 62,5%, 78,8% e 72,8%, respectivamente, como mostra a figura1.

**Tabela 1.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos do afluente e efluente do reator ABR durante a partida.

Parâmetro	Afluente ETE	Efluente		
		Peneira Estática	Caixa de gordura	Reator ABR
pH	6,37	6,97	6,33	6,24
DBO	900	890	800	300
DQO	5.200	5.000	3.000	1.100
SST	700	670	400	190

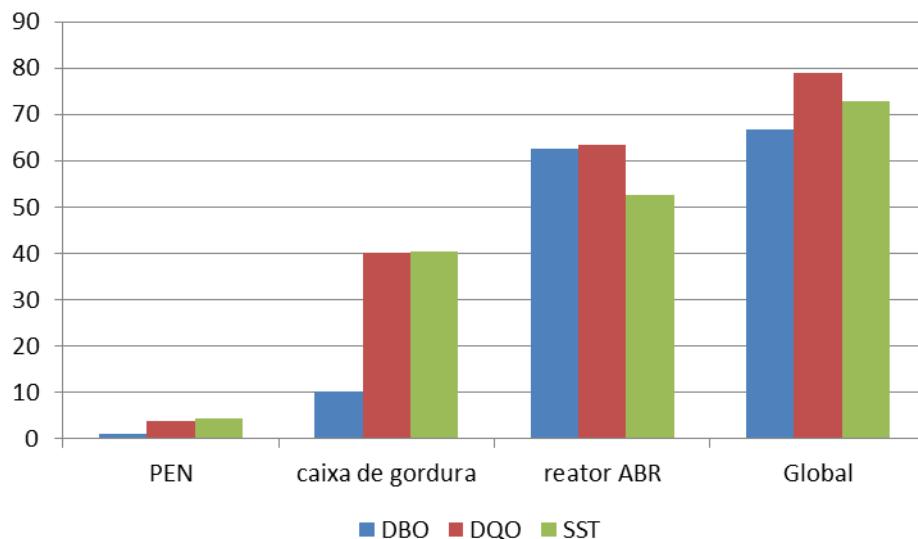


Figura 1 – Eficiência de remoção de DBO, DQO, e SST das unidades da ETE.

## CONCLUSÕES

O reator ABR apresentou boa estabilidade operacional alta eficiência na remoção de matéria orgânica e sólidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BACHMANN, A.; BEARD, V.L. e McCARTY, P.L. Performance characteristics of the anaerobic baffled reactor, *Water Research*, v 19, n 1, 99 - 106. 1985.
2. CAMPOS, C. M. M.; CARMO, F. R.; BOTELHO, C. G.; COSTA; C. C. Desenvolvimento e operação de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) no tratamento dos efluentes da suinocultura em escala laboratorial. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.1, p.140-147, 2006.
3. CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores anaeróbios**. 2.Ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007. 359 p.
4. CHOWDHURY, P; VIRARAGHAVAN, T.; SRINIVASAN, A. Biological treatment processes for fishprocessing wastewater – A review. *Bioresource Technology*, Essex, v.101, p. 239-449, 2010.
5. FERNANDES, G.F.R.; OLIVEIRA, R.A. de. Desempenho de processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator UASB) para tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.1, p.243-256, 2006.
6. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Yearbooks of Fishery Statistics**: Summary tables. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org>> Acesso em: 02 mar.2013.
7. JUNIOR, A, E, S. Produção de biometano em reatores UASB termofílicos, em dois estágios, com vinhaça e melaço. 2013. 66f. (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2013.
8. MAUDIN, A.; SZABO, A.J. **Shrimp canning waste treatment study**. Washington: EPA, 1974. Project Officer for EPA.
9. MORAES, L. M.; PAULA JÚNIOR, D. R. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de resíduos da bovinocultura e da suinocultura. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.2, p.445-454, 2004.
10. NETO, M, S, A.; OLIVEIRA, R, A. **Remoção de matéria orgânica, de nutrientes e de coliformes no processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator uasb) para o tratamento de águas residuárias de suinocultura**. *Engenharia agrícola* jaboticabal, v.29, n.1, p.148-161, jan./mar. 2009.
11. RIPLEY, L. E.; BOYLE, W. C. .Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestio ofhigh- strength wastes. *JournalWaterPollutionControlFederationResearch*.Vol. 58, no. 5,pp. 406-411. 1986.

12. Souza, M. A. **Eficiência do processo de ultrafiltração seguido de biodigestão anaeróbia no tratamento de efluente de frigorífico de tilápia.** 2010. 76f. Tese (doutorado) – Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.
13. URBINATI, E.; DUDA, R.M.; OLIVEIRA, R.A. **Performance of UASB reactors in two stages under different hrt and olr treating residual waters of swine farming.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.33, n.2, p.367-378, mar./abr. 2013.