

## II-169 - REMOÇÃO DE TURBIDEZ, COR APARENTE E CLOROFILA A, DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA BACIA DE SEDIMENTAÇÃO DE UMA FAZENDA DE CULTIVO DE CAMARÃO COM USO DE UM SISTEMA COMBINADO DE REATORES BIOLÓGICOS IMPLANTADO NO MUNICÍPIO DE ARACATI-CEARÁ

**Francisco José Freire de Araújo<sup>(1)</sup>**

Biólogo pela Universidade Federal do Ceará. Mestre e Doutor em Engenharia Civil, Área de Concentração em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Professor Substituto da Universidade de Fortaleza - UNIFOR.

**Marisete Dantas de Aquino**

Engenheira de Pesca pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará, Mestre em Ciências e Técnicas de Meio Ambiente - École National des Ponts et Chausses e Université de Paris XII (Paris-Val-de-Marne). Doutora em Meio Ambiente Recursos Hídricos - Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales. Professora associado da Universidade Federal do Ceará.

**Francisco Vieira Paiva**

Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza. Mestre em Engenharia Civil - Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande.

**Francisco Humberto de Carvalho Jr.**

Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza. Mestre e Doutor em Engenharia Civil (saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará. Professor do Instituto Federal em Educação, Tecnologia e Ciência do Estado do Ceará – IFCE.

**Francisco das Chagas Neto**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Engenharia Civil (saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará. Professor aposentado da Universidade Federal do Ceará.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Antonio Fortes, 140, Ap. 604, Luciano Cavalcante- Fortaleza - CE - CEP: 60813-460 - Brasil - Tel: (85) 96263531 - e-mail: [freire-araujo@hotmail.com](mailto:freire-araujo@hotmail.com).

### RESUMO

A fácil adaptação da espécie *Litopenaeus vannamei* às condições ambientais, elevada produtividade e alta rentabilidade econômica vêm intensificando o setor da aquicultura brasileira, sobretudo no estado do Ceará. Entretanto, a carcinicultura vem sendo responsabilizada por muitos impactos ambientais, cuja extensão e magnitude podem variar de acordo com o tamanho do empreendimento, métodos de cultivo, consumo de água, produção e processos de tratamento de efluentes.

O projeto de pesquisa avaliou a aplicação do sistema combinado de reatores UASB-FSA, operado em escala piloto, para o tratamento dos efluentes da bacia de sedimentação gerados a partir das despescas dos tanques de cultivo e engorda de camarão, visando alcançar os padrões de qualidade de lançamento e reúso.

A presente estação de tratamento de efluentes (ETE) foi instalada em uma fazenda localizada no município de Aracati, Estado do Ceará, operada em uma vazão plena de 120 L/h. O tempo de detenção hidráulica (TDH) utilizado para operação do reator UASB foi de aproximadamente 28,1 horas, enquanto para o FSA 19,8 horas e para o decantador secundário interno de 8,3 horas.

O sistema biológico se mostrou bastante eficiente para remoção dos parâmetros de cor aparente e turbidez, tendo resultados médios de 87,82% e 87,76%, respectivamente, enquanto para o parâmetro de clorofila *a*, o sistema piloto alcançou uma remoção de 98,03%. Resultados relativamente satisfatórios e que se traduzem em um cenário mais animador para que as indústrias se adequem às legislações ambientais, bem como alcancem suas metas de sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento Biológico, Carcinicultura, *Litopenaeus vannamei*.

## INTRODUÇÃO

O cultivo de pescados e suas técnicas já são bastante conhecidas mundialmente, seja no cultivo em águas marinhas, águas doces (lagos, rios ou açudes) ou estuarinas, fato que vem contribuindo para o aumento da produção de pescados e dentro desse panorama, a produção de camarões peneídeos, que teve início nos países asiáticos, constitui-se uma realidade empresarial em países como Equador, México, Costa Rica, Guatemala, Panamá, Peru e Brasil (IBAMA, 2005).

De acordo com dados levantados por Rocha *et al.* (2003) e pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão - ABCC em 2004, a produção de camarão, no Estado do Ceará, passou de aproximadamente 530 toneladas em 1997 para 25.915 toneladas em 2003. Entretanto, baseado nos últimos dados divulgados pela Associação Cearense de Criadores de Camarão, o Estado do Ceará produziu em 2012, aproximadamente, 35 mil toneladas, batendo o recorde de produção de camarão e atualmente responde por mais de 50% da produção nacional (G1, 2013).

Contudo, essa atividade chama atenção sobre os aspectos ambientais inerentes às etapas de produção e, consequentemente, aos impactos provocados nos ecossistemas naturais. Nesse sentido, o Código de Boas Práticas na Criação de Camarão da Aliança Global de Aquicultura - GAA (2003) destaca dois aspectos ligados à poluição hídrica na área de atividade da carcinicultura: os requisitos de qualidade da água para o cultivo e os possíveis efeitos das trocas de água, durante a despresa sobre os corpos hídricos receptores (FIGUEIREDO *et al.*, 2005).

Senarath e Visvanathan (2001) também lembram que a carcinicultura é responsável por muitos impactos nos ambientes, cuja extensão e magnitude variam com o tamanho do empreendimento, alteração da paisagem local, destruição de habitats naturais, método de cultivo, capacidade de assimilação dos ambientes naturais, consumo de água, geração e tratamento de efluentes; tipo de substâncias químicas utilizadas como alimento ou medicamento e condições geológicas e hidrológicas.

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em uma fazenda de cultivo de camarão localizada no município de Aracati/CE, o qual buscou verificar a eficiência da implantação de um sistema combinado de reatores UASB-FSA, operado em escala piloto, para o tratamento dos efluentes de uma bacia de sedimentação e oriundos dos viveiros de cultivo e engorda de camarão do pacífico (*Litopenaeus vannamei*).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de tratamento biológico piloto proposto para o tratamento de águas residuárias dos tanques de cultivo da carcinicultura consiste, basicamente, de um reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) e um filtro submerso aerado (FSA). O reator UASB foi construído em fibra de vidro, com diâmetro de 1 metro, com altura útil de 4,30 metros e um separador trifásico. O FSA foi fabricado em fibra de vidro, com diâmetro de 1 metro, com altura útil de 4,30 metros e composto com um decantador do tipo lamelar retangular incorporado ao reator de 1 m<sup>3</sup>. O reator aeróbio foi preenchido com meio suporte de PEAD com área superficial de 265 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> e os difusores de ar foram instalados na seção inferior.

Para formação do lodo do reator UASB, adotou-se o funcionamento do sistema sob baixas vazões, 60 L/h por 60 dias, entretanto, para o restante do período experimental uma operação com vazão média de 120 L/h. Os parâmetros foram monitorados de acordo com os procedimentos metodológicos preconizados no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2005).

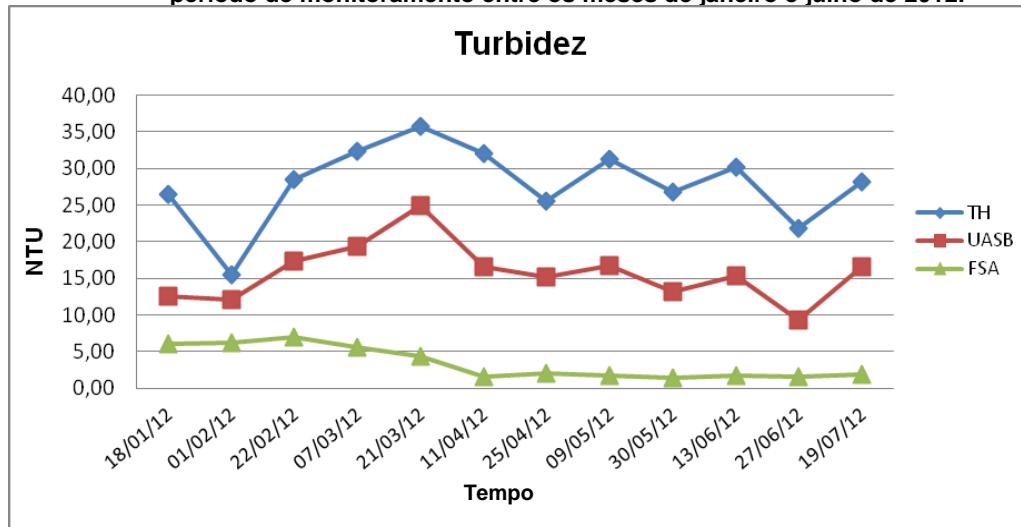
## RESULTADOS

### Turbidez

Baseado nos resultados observados para o monitoramento do parâmetro de turbidez das águas residuárias desta indústria de produção aquícola, verificou-se uma significativa variação entre os dados de entrada, tratamento intermediário e de saída do sistema (Figura 01).

A redução percentual média das concentrações observada a partir dos resultados de entrada (TH) e saída do reator UASB para este parâmetro foi de aproximadamente 43,47%, resultado considerado animador para a primeira etapa do tratamento. Na etapa intermediária do tratamento biológico, processos de tratamento verificados entre a saída do UASB e saída do FSA, observou-se uma redução média de aproximadamente 78,35% e quanto à eficiência global, obteve-se uma redução média de 87,76%, resultados positivos para pesquisa, pois revelaram a eficiência do sistema de reatores para remoção de sódios ou substâncias responsáveis pelo aumento de turbidez e alterações na qualidade das águas.

**Figura 01 – Variação de turbidez nas amostras coletadas no TH, UASB e FSA durante o período de monitoramento entre os meses de janeiro e julho de 2012.**



Fonte: Autor, 2013.

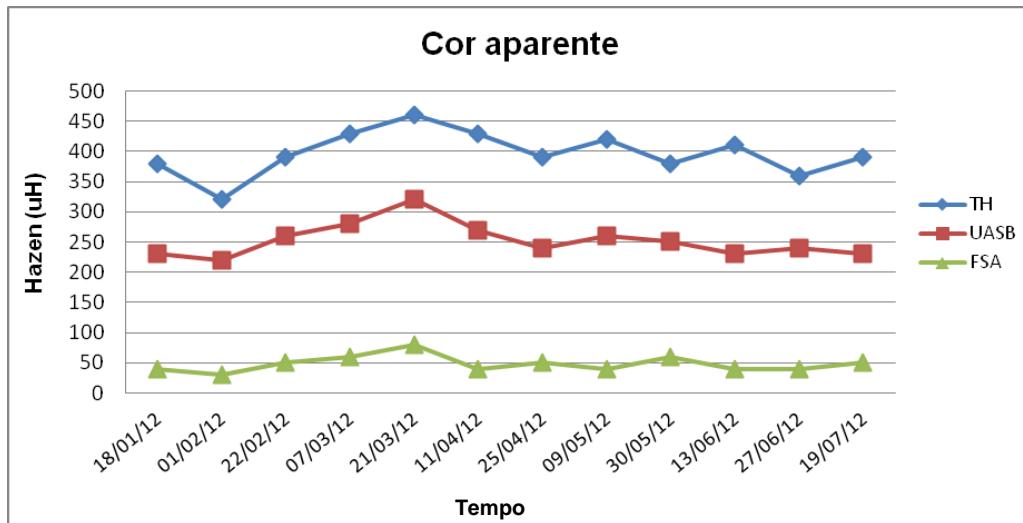
#### *Cor aparente*

Durante o período de experimento, verificou-se uma significativa variação dos resultados obtidos para os afluentes e efluentes dos reatores biológicos. Os valores médios obtidos na etapa anaeróbia revelaram uma redução de aproximadamente 36,35%. Na etapa aeróbia do tratamento ocorreu uma redução média de aproximadamente 80,86%, contudo, sistema de tratamento conseguiu alcançar uma eficiência global de 87,82% (Figura 02).

A cor e turbidez são parâmetros considerados importantes, sobretudo para produção aquícola, e considerados como parâmetros responsáveis pela perda da qualidade da água devido à presença de materiais em suspensão, substâncias dissolvidas, pigmentos e microrganismos. Fatores bastante comuns para as águas residuárias contidas nas bacias de sedimentação das fazendas de carcinicultura em função do uso de rações, insumos, manejo das águas de viveiros e presença de microalgas (KUBTIZA, 2003; SOUSA, 2003; FIGUEIREDO *et al.*, 2005).

Destaca-se que para os parâmetros de cor aparente e turbidez não há limites estabelecidos destes padrões pela Portaria SEMACE nº 154/02, Resolução CONAMA 357/05 ou Resolução CONAMA 430/11, sendo apenas indicado pela Resolução CONAMA 357/05 para águas salobras Classe 2, que estas deverão ser visualmente ausentes substâncias que produzam cor, odor e turbidez.

**Figura 02 – Variação de cor aparente nas amostras coletadas no TH, UASB e FSA durante o período de monitoramento entre os meses de janeiro**



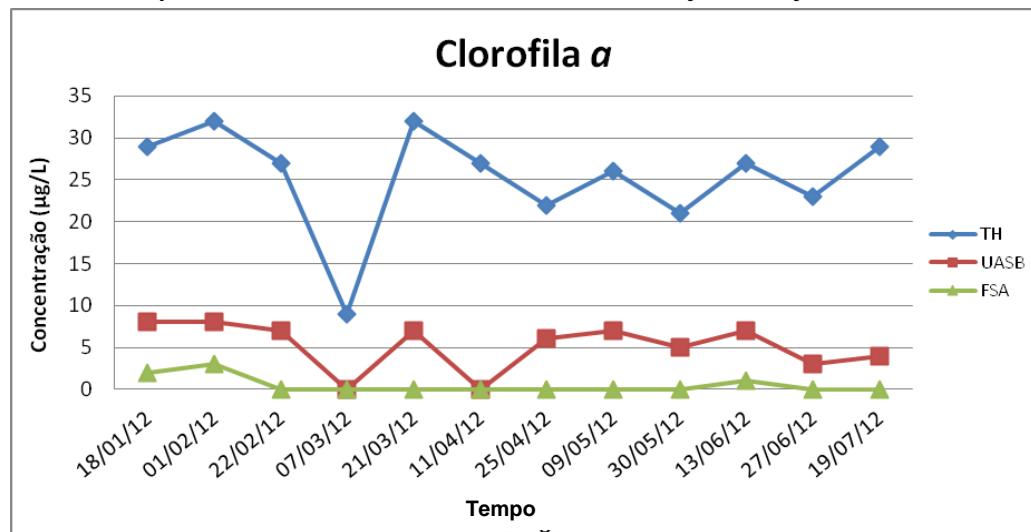
Fonte: Autor, 2013.

#### Clorofila a

Durante o monitoramento das concentrações de Clorofila a no sistema de tratamento piloto, observou-se na etapa anaeróbia do sistema uma eficiência média de remoção de aproximadamente 79,58%, enquanto na fase aeróbia, o filtro submerso aerado apresentou uma eficiente para remoção da concentração deste parâmetro de 90,33%. Entretanto, baseado nos dados de entrada e saída do sistema durante todo período de monitoramento, o sistema combinado (UASB-FSA) alcançou uma eficiência global de 98,03% (Figura 03).

Quanto à presença de clorofila a no efluente final de estações de tratamento de águas residuárias industriais ou de qualquer outra fonte poluidora, destaca-se que a Portaria SEMACE N° 154/02 não estabelece limites máximo para esse parâmetro, contudo, segue descrito na Resolução CONAMA 357/05 que, para água doce Classe 2 tomadas para pesca ou cultivo intensivo de organismos para fins de consumo, a concentração deste parâmetro não deve ultrapassar 30 µg/L.

**Figura 03 – Variação de clorofila a nas amostras coletadas no TH, UASB e FSA durante o período de monitoramento entre os meses de janeiro e julho de 2012.**



Fonte: Autor, 2013.

As concentrações obtidas para este pigmento no sistema de tratamento experimental foram significativamente menores que as concentrações recomendadas por Hernández (2000) para o cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*, as quais podem variar entre 50 e 75 µg/L. Deste modo, o produto final do tratamento obtido foi um efluente clarificado e com uma coloração “palha”, que para Friedstein (1983), essa tonalidade é resultante da conversão das clorofitas em feofitinas.

## CONCLUSÕES

**Com base no trabalho realizado, conclui-se que:**

O sistema combinado de reatores UASB-FSA instalado na fazenda de engorda de camarão alcançou uma clarificação satisfatória deste efluente industrial, resultando em uma água residuária tratada com baixas concentrações dos parâmetros monitorados e em condições compatíveis para seu reúso nos berçários de aclimatação das pós-larvas, viveiros de cultivo de camarão ou outras instalações da fazenda que necessitem de águas para fins menos nobres.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard Methods for the Examination of Water and wastewater. 21th edition, Washington D.C., USA: APHA. AWWA, WPCF, 2005. 1368p.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). Censo\_da\_carcinicultura\_nacional\_2004.\_Disponível\_em:<<https://www.abccam.com.br>>. Acesso em: 15 out. 2012.
3. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA 430, de 13/05/2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível\_em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>.\_\_Acesso\_em: 14 nov. 2012.
4. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA 357, de 18/03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá\_outras\_providências.\_Disponível\_em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>.Acesso \_em: 14 nov. 2012.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Diagnóstico da situação atual da carcinicultura no Estado do Ceará. Documento que atende ao mandado de intimação no 300/2004, acompanhado da decisão liminar proferida nos autos da Ação Civil Pública. Processo no 2003.81.00.0024755-5, promovida pelo Ministério Público Federal. Ministério do Meio Ambiente. 2005. 240p.
6. CEARÁ. SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Portaria 154, de 22/07/2002. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos\_gerados\_por\_fontes\_poluidoras.\_Disponível\_em:<[http://www.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo\\_legislacao.asp?cd=95](http://www.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=95)>. Acesso em: 23 set. 2012.
7. FIGUEIREDO, M. C. B. de; ARAÚJO, L. de F. P.; GOMES, R. B.; ROSA, M. de F.; PAULINO, W. D.; MORAIS, L. de F. S. de. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. Engenharia Sanitária. Ambiental. vol.10 - nº 2 – abr/jun, p.167-174. 2005.
8. FRIEDSTEIN, H. G. Basic Concepts of Culinary Chemistry. Journal of Chemical Education, v. 60, n. 12, p. 1037-1038, 1983.
9. G1 - O PORTAL DE NOTÍCIAS DA GLOBO. Ceará é o maior produtor de camarão em\_cativeiro\_do\_Brasil.\_Disponível\_em:<<http://g1.globo.com/ceara/noticia/2013/07/ceara-e-o-maior-produtor-de-camarao-em-cativeiro-do-brasil.html>>. Acesso em: 19 jul. 2013.
10. HERNÁNDEZ, J. Z. Manual purina de biosseguridade no cultivo de camarões marinhos. Agibrands do Brasil Ltda, Paulínia, São Paulo, 2000, 36p.
11. KUBTIZA, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. 1a ed. Jundiaí: Fernando Kubtiza, 2003. 229 p.

12. ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J.; AMORIM, L. A carcinicultura brasileira em 2003. Disponível em: <<http://www.abccam.com.br>>. Acesso em: 20 set. 2012.
13. SENARATH, U; VISVANATHAN, C.. Environmental issues in brackish water shrimp aquaculture in Sri Lanka. *Environmental Management*, v. 27, n. 3, p. 335-348, 2001.
14. SOUSA, Wilson Treger Zidowicz de; Universidade Federal de Santa Catarina. Tratamento de efluentes de carcinicultura por dois wetlands artificiais pilotos, com e sem Spartina alterniflora: perspectivas de aplicação. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.