

## **REATOR ANAERÓBIO E REATOR AERÓBIO PARA REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E SÓLIDOS NO EFLUENTE DE PISCICULTURA**

MARIA LIDIA CARRA<sup>1\*</sup> e ARIIVALDO JOSÉ DA SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP, malidiacarra@gmail.com

<sup>2</sup>Dr. Professor Pesquisador, UNICAMP, Campinas-SP, ariovaldo.silva@feagri.unicamp.br.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016

29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** O sucesso de um sistema de produção intensivo de peixes depende fundamentalmente de água de boa qualidade, para tanto os produtores descartam a água dos tanques a cada despesca. Essa carga de matéria orgânica e nitrogênio disposta nos rios pode causar eutrofização e morte de organismos aquáticos. Portanto, este trabalho propõe um sistema de tratamento anaeróbico para efluentes de pisciculturas. Foi instalado um aquário para cultivo de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de 140 L e densidade inicial de 8,4g peixe.L<sup>-1</sup> abastecido por água desclorada a uma vazão de 20 L.h<sup>-1</sup>, seguido de um sistema de tratamento de efluentes utilizando dois reatores anaeróbios de leito fixo de 130 L cada, instalados em paralelo, seguidos de um reator aerado de 130 L mantido em agitação por uma bomba submersa. Foram coletadas amostras do aquário, dos reatores anaeróbios e no final do tratamento, semanalmente, para avaliação de todo o processo por meio de análises de demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total (NT), carbono orgânico total (COT), e sólidos totais (ST). Os reatores anaeróbios reduziram 69% da DQO, 25% do NT, 2,74% do COT, 15% dos ST. Em termos de desempenho global, o tratamento reduziu 84% da DQO, 34% do NT, 21% do CT, 32% dos ST. O sistema combinado anaeróbico e aeróbico estudado foi eficiente na redução de matéria orgânica e sólidos do efluente de piscicultura, mas, pouco eficiente na remoção de nitrogênio total.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquicultura, tratamento de efluente, efluente de piscicultura.

### **ANAEROBIC REACTOR AND AEROBIC REACTOR FOR ORGANIC MATTER REMOVAL AND SOLID IN AQUACULTURE WASTEWATER**

**ABSTRACT:** The success of an intensive fish production system depends fundamentally on good quality water for both producers discard the water tanks every fish removal. This load of organic matter and nitrogen disposed in rivers can cause eutrophication and death of aquatic organisms. Therefore, this work proposes an anaerobic treatment system for fish farming effluent. It was installed an aquarium for the Nile tilapia culture (*Oreochromis niloticus*) 140 L and initial density of 8.4 g fish.L<sup>-1</sup> supplied by water dechlorinated at a rate of 20 h<sup>-1</sup>, followed by a wastewater treatment system using two anaerobic fixed bed of 130 L each, installed in parallel, followed by a 130 L aerated reactor maintained under stirring by a powerhead. Aquarium samples were collected from anaerobic reactors and the end of treatment, weekly for evaluation of the whole process through chemical demand analysis of oxygen (COD), total nitrogen (TN), total organic carbon (TOC), and total solids (TS). Anaerobic reactors have reduced 69% of COD, 25% of the NT, 2.74% of the COT, 15% of ST. In terms of overall performance, treatment of COD reduced 84%, 34% NT 21% TC, 32% of ST. The combined anaerobic and aerobic system studied was effective in reducing organic matter and solids from fish farm effluent, but not very

**KEYWORDS:** Aquaculture, wastewater treatment, aquaculture effluent.

### **INTRODUÇÃO**

A aquicultura é o setor de produção animal que apresentou maior taxa de crescimento nas últimas décadas (Sanchés e Matsumoto, 2012), somente a produção brasileira atingiu a marca de 1.240 mil toneladas, passando a ocupar o 18º lugar no ranking geral dos maiores produtores de pescado no mundo (MPA, 2014). A piscicultura brasileira é baseada principalmente em regimes de produções intensivos e semi-intensivos e é sustentada principalmente por pequenos produtores e incluem a maioria das culturas de peixes em tanques escavados, onde os animais são mantidos e criados durante todo o período de cultivo (Ostrensky et al., 2008). Utilizam-se tanques com elevada densidade de estocagem de peixes e estes são alimentados com ração de alto nível de proteína que são parcialmente assimiladas pelos animais.

O principal produto excretado pelos organismos aquáticos alimentados preferencialmente por proteína é a amônia, contribuindo para o aumento na concentração de nitrogênio nos viveiros de peixes (Pereira e Mercante, 2005). A fim de minimizar os impactos dos compostos nitrogenados em tanques de piscicultura o produtor pratica a troca de água constante do tanque sem tratamento do efluente descartado, impactando os corpos hídricos receptores (Queiroz e Boeira, 2007). Castine et al. (2012) afirmam que os sistemas de tratamentos de efluentes em piscicultura atualmente utilizados não são totalmente eficientes, por isso diversos sistemas de tratamento de efluentes de pisciculturas têm sido propostos visando a remoção de nitrogênio.

Durante a última década foi descoberto em um reator desnitrificante um processo capaz de remover amônia com produção de gás nitrogênio sob condições anaeróbias (Teixeira, 2006), o processo foi denominado Anammox (Anaerobic Ammonium Oxidation), já que o mesmo converte amônia diretamente à nitrogênio gasoso sob condições anaeróbias, utilizando o nitrito como aceptor final de elétrons (Mulder et al., 1995). O processo anammox pode substituir completamente a etapa convencional de desnitrificação dos sistemas de tratamento de águas residuárias e economizaria metade dos custos com aeração na fase de nitrificação (Jetten et al., 1997).

Outro processo inovador é o Canon (Completely Autotrophic Nitrogen Removal Over Nitrite) que resulta da combinação dos processos de nitrificação via nitrito e anammox, sendo desenvolvido em um único reator aerado e mediado por dois grupos de bactérias (Ahn, 2006), o primeiro grupo aeróbio, representado pelas bactérias nitrosomonas, oxidam a amônia a nitrito, consumindo oxigênio do meio e criando condições anaeróbias para que o segundo grupo de bactérias, representado pelas bactérias anaeróbias da ordem Planctomycetales possa remover efetivamente o nitrogênio.

O objetivo deste trabalho é desenvolver e analisar o desempenho de um sistema para tratamento de efluentes de piscicultura combinando reatores anaeróbio e aeróbio a fim de aplicar as tecnologias Anammox e Canon.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa está instalado no Laboratório de Controle Ambiental da FEAGRI/UNICAMP um aquário para cultivo de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com volume de 140 L, inicialmente com 50 peixes resultando em uma densidade de 8,4g.L<sup>-1</sup>, seguido de um sistema de tratamento de efluentes utilizando dois reatores anaeróbios de leito fixo de 170 L cada instalados em paralelo. Completando o tratamento, os efluentes dos reatores anaeróbios são tratados num reator aerado que consiste em um tanque de 170 L mantido em agitação por bomba submersa. As unidades são interligadas por tubos flexíveis de polietileno e as vazões são controladas por registros de esfera.

Conforme recomendação de Kubitza et al. (2000) os peixes recebem três refeições diárias com ração balanceada contendo 30% de proteína, a quantidade de alimento é controlada observando-se a saciedade aparente, mas, limitada de 2% a 3% do peso médio dos peixes. A taxa de renovação de água inicialmente foi de 50 L h<sup>-1</sup> para ambientação dos peixes e pré análise do sistema. Após três meses a vazão foi reduzida para 20 L h<sup>-1</sup> e se manteve constante até então.

As variáveis pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, cor e condutividade são monitoradas diariamente.

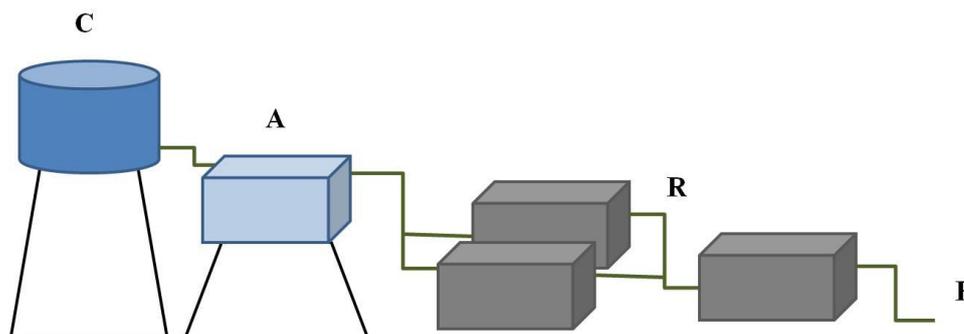
O efluente do aquário é tratado nos reatores anaeróbios de leito fixo que foram adaptados em duas caixas plásticas retangulares instaladas em paralelo, visando a remoção de matéria orgânica e de amônia por meio do processo ANAMMOX. O meio suporte para imobilização dos microrganismos é constituído de Biobob®, que consiste em um cilindro vazado de polipropileno contendo espuma de

poliuretano, colocados de forma aleatória sobre uma placa de aço com de orifícios de 2 cm de diâmetro até a borda superior do reator, mantendo-se um fundo falso de 5 cm de altura a partir da base para distribuição do afluente. O meio suporte foi previamente inoculado com lodo proveniente de um reator anaeróbio compartimentado tratando água residuária de bovinocultura de leite, a metodologia para inoculação foi adaptada de Zaiat (1997).

O efluente dos reatores anaeróbios é tratado no reator aerado mantido em agitação para remoção de amônia por meio do processo CANON.

São quatro os pontos de amostragem para monitoramento da eficiência do processo: água de reposição proveniente da rede de abastecimento (C), aquário (A), efluente dos reatores anaeróbios (R) e efluente do reator aerado (F), de acordo com a Figura 1.

**Figura 1:** Esquema do tratamento e pontos de amostragem no sistema de tratamento.



As análises de nitrogênio total (NT) e carbono orgânico total (COT) são realizadas mediante oxidação catalítica por combustão a 680 °C em analisador marca Shimatzu, modelo TNM-L. As análises de demanda química de oxigênio (DQO) e sólidos totais (ST) são realizadas de acordo com Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é apresentado o panorama geral dos resultados em termos de carga ( $\text{g d}^{-1}$ ) de DQO, NT, COT e ST nos meses de agosto a dezembro de 2015 nos diferentes pontos de amostragem.

**Tabela 1:** Valores de carga de DQO, NT, COT e ST ( $\text{g.dia}^{-1}$ ) calculados para os quatro pontos amostrais durante os meses de agosto á dezembro.

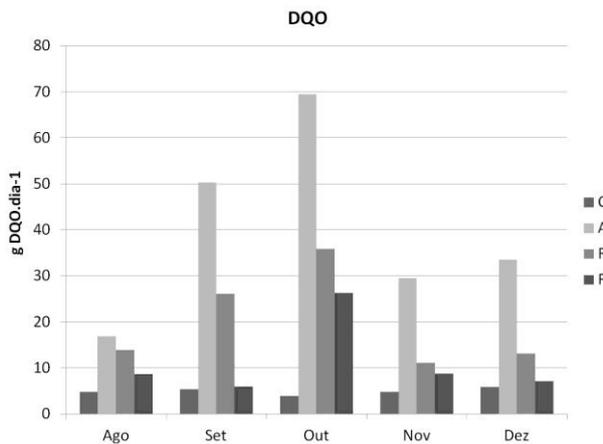
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<b>DQO</b>					
<b>Caixa</b>	4,8	5,3	3,9	4,8	5,8
<b>Aquário</b>	16,9	5,03	69,5	29,5	33,5
<b>Reator</b>	13,9	2,61	35,9	11,1	13,1
<b>Final</b>	8,64	5,9	26,3	8,7	7,1
<b>Nitrogênio Total</b>					
<b>Caixa</b>	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6
<b>Aquário</b>	1,8	1,9	2,4	2,4	2,6
<b>Reator</b>	1,2	1,9	1,7	2,0	2,0
<b>Final</b>	1,3	1,4	1,5	1,9	1,6
<b>Carbono Orgânico Total</b>					
<b>Caixa</b>	0,88	2,09	1,39	1,34	1,94
<b>Aquário</b>	3,35	3,4	3,87	5,52	6,27
<b>Reator</b>	2,92	3,09	3,67	3,2	3,94
<b>Final</b>	2,31	2,1	1,89	2,86	2,59
<b>Sólidos Totais</b>					
<b>Caixa</b>	0,0144	0,0144	0,0144	0,0048	0,0096
<b>Aquário</b>	0,1488	0,144	0,0124	0,1296	0,1296
<b>Reator</b>	0,12	0,105	0,0912	0,0816	0,0672
<b>Final</b>	0,12	0,1008	0,0864	0,072	0,0672

O aquário de cultivo de peixes provocou um considerável acréscimo nos valores de DQO, NT, COT e ST na água utilizada, teve um aumento de 1283% de DQO, 250% de NT, 242% de COT e

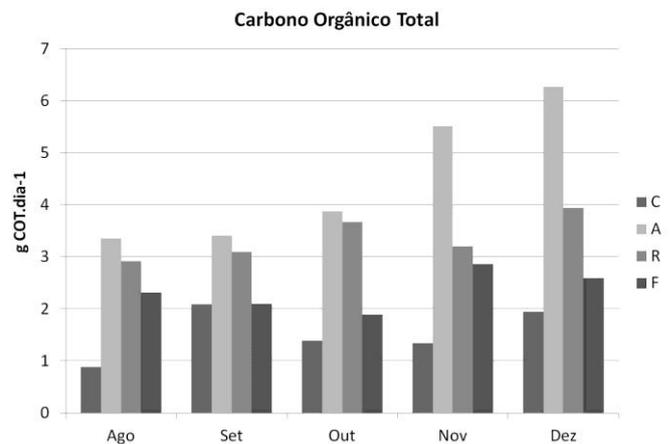
1042% de ST, tornando a água de cultivo rica em matéria orgânica, nitrogênio e sólidos. A carga orgânica volumétrica das variáveis monitoradas corresponderam a 263,55 g DQO m<sup>-3</sup>.d<sup>-1</sup>; 15,85 g NT m<sup>-3</sup>.d<sup>-1</sup>, 4,48 g COT m<sup>-3</sup>.d<sup>-1</sup> e 0,915 g ST m<sup>-3</sup>.d<sup>-1</sup>, caracterizando o efluente como potencial poluente de corpos d'água.

O sistema de tratamento anaeróbio-aeróbio promoveu uma importante remoção de DQO, com eficiência de 69% no reator anaeróbio e 84% no reator aeróbio. Em relação ao NT a eficiência de remoção foi de 25% no reator anaeróbio e 34% no sistema anaeróbio-aeróbio. Para o parâmetro de COT também foi expressiva, totalizando uma eficiência de 26% no reator anaeróbio e 44% no o sistema. Para ST a remoção foi de 15% para o reator anammox e 32% após os dois reatores anammox+canon.

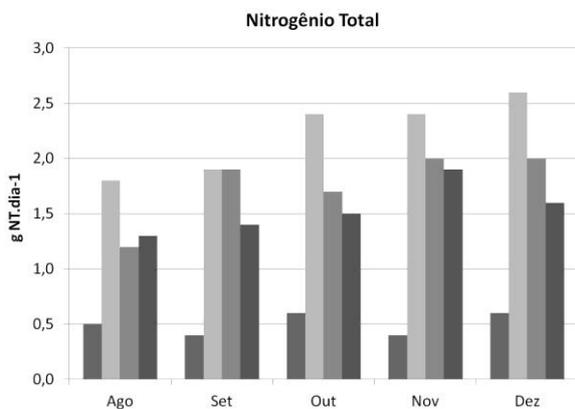
**Gráfico 1:** Carga orgânica de DQO (g.dia<sup>-1</sup>) nos pontos C, A, R e F no período de agosto á dezembro



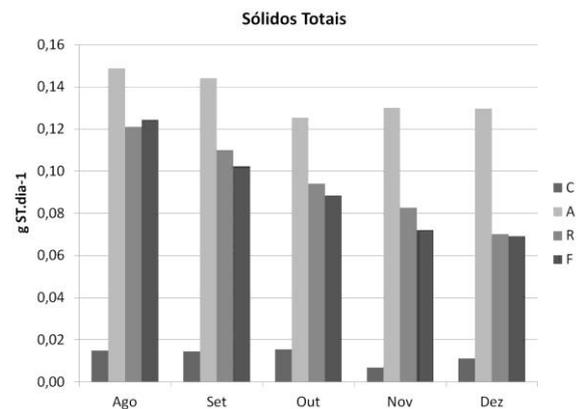
**Gráfico 2:** Carga de COT (g.dia<sup>-1</sup>) nos pontos C, A, R e F no período de agosto á dezembro



**Gráfico 3:** Carga de NT (g.dia<sup>-1</sup>) nos pontos C, A, R e F no período de agosto á dezembro



**Gráfico 4:** Carga de ST (g.dia<sup>-1</sup>) nos pontos C, A, R e F no período de agosto á dezembro



Os gráficos 1, 2, 3 e 4 apresentam as cargas poluidoras de DQO, COT, NT e ST nos meses de agosto á dezembro. O expressivo aumento da carga de DQO em outubro pode estar relacionado ao período de engorda dos peixes, gerando mais dejetos no aquário, porém sua remoção foi satisfatória e se manteve estável nos meses seguintes. A carga de COT mostrou um gradual aumento nesse período sendo o tratamento suficiente para reduzir a carga na saída, esse aumento pode ser causado pela permanência constante dos peixes no aquário e baixa vazão de entrada de água. Isso também pode ser observado na carga do NT, em que o sistema de tratamento também foi capaz de reduzir sua carga. ST apresentou carga constante no aquário e uma gradual melhora na remoção no final do tratamento ao longo dos 5 meses.

A capacidade anammox do reator anaeróbio está diretamente ligada a biomassa aderida ao meio suporte. Neste estudo a biomassa tinha potencial anaeróbio porém não foi pré selecionada para anammox, por isso se faz necessário estudos com biomassa anammox enriquecida no reator anaeróbio para maior eficiência de remoção de nitrogênio.

## CONCLUSÃO

O sistema tratamento de efluentes para piscicultura proposto apresentou bons resultados em sua eficiência de remoção de matéria orgânica e sólidos, porém teve pouca remoção de nitrogênio, sendo necessários mais estudos visando à adequação e melhoria no desempenho deste sistema.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro Proc. 481361/2013-8 e à Capes pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- Apha. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, DC, USA: American Public Health Association/American Water Works Association / Water Environment Federation, 2005.
- Ahn, Y.H. Sustainable nitrogen elimination biotechnologies: a review. *Process Biochemistry*. v. 41, n. 8, pp. 1709-1721. 2006
- Castine, S.A.; Erler, D.V.; Trott, L.A.; Paul, N.A.; Nys, R.; Eyre, B.D. Denitrification and anammox in tropical aquaculture settlement ponds: an isotope tracer approach for evaluating N<sub>2</sub> production. *PLoS ONE*, v. 7, p.1-9. 2012.
- Jetten, M. S. M.; Horn, S.J.; Van Loosdrecht, M.C.M. Towards a more sustainable wastewater treatment system. *Water Science and Technology*. V.35, p. 171-180, 1997
- Kubtiza, F. Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. *Panorama da Aquicultura*. V.10, maio/junho, 2000.
- Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2012. Brasília, DF, 2014
- Mulder, A.; Van de Graaf, A. A.; Robertson, L. A.; Kuenen, J. G. Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidised bed reactor. *FEMS Microbiology Ecology*, v. 16, p. 177-184, 1995.
- Ostrensky, A.; Borghetti, J.R.; Soto, D. *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. Brasília, DF, 2008.
- Pereira, L.P.F; Mercante, C.T.J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. *Instituto de Pesca*, v.31, p.81-88, 2005.
- Queiroz, J.F. DE; Boeira, R.C. Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquicultura. *Comunicado Técnico 44, Embrapa Meio Ambiente*. 2007.
- Sánchez, O.I.A.; Matsumoto, T. Hydrodynamic characterization and performance evaluation of an aerobic three phase airlift fluidized bed reactor in a recirculation aquaculture system for Nile Tilapia production. *Aquacultural Engineering*, v.47, p.16-26. 2012.
- Teixeira, R.M. Remoção de nitrogênio de efluentes da indústria frigorífica através da aplicação dos processos de nitrificação e desnitrificação em biorreatores utilizados em um sistema de lagoas aeradas. Tese de doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
- Zaiat, M. Desenvolvimento e análise de biorreatores anaeróbios contendo células imobilizadas para tratamento de águas residuárias: reator anaeróbio horizontal de leito fixo e reator anaeróbio operado em bateladas sequenciais. *Texto de Livre Docência*. Universidade de São Carlos, 1997.