

**EFEITOS DA TROCA DE ÁGUA SOBRE OS ÍNDICES ZOOTÉCNICOS E QUALIDADE DOS EFLUENTES NA CRIAÇÃO INTENSIVA DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EM VIVEIROS ESCAVADOS**

Marcelo Fabrizio Barroncas<sup>1\*</sup>, Manoel Pereira-Filho<sup>1</sup>, Levy de Carvalho Gomes<sup>2</sup>, Rodrigo Roubach<sup>1</sup>, Eduardo Akifume Ono<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, C.P. 478, 69011-970, Manaus, Brazil

<sup>2</sup> Embrapa Amazônia Ocidental - C.P. 319, 69011-970, Manaus, Brazil

\*email: mfbarroncas@bol.com.br

Recebido em 28/04/2015

**Resumo** - Nas últimas décadas, pesquisas na área da piscicultura com espécies nativas, vem sendo realizadas na Amazônia, destacando os trabalhos com o tambaqui (*Colossoma macropomum*), por ser uma espécie que apresenta bons índices zootécnicos em ambientes de confinamento, boa resistência ao manejo e a doenças e boa aceitação de rações. O objetivo principal desse trabalho foi caracterizar e comparar os efluentes e a qualidade da água do cultivo intensivo do tambaqui em sistemas de viveiros escavados com e sem renovação periódica de água. Para isso, juvenis de tambaqui com peso médio inicial de  $118,83 \pm 30,35$ g, foram estocados em seis viveiros escavados de 50m<sup>2</sup> com densidade de um peixe/m<sup>2</sup>, por cinco meses (150 dias). Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia com ração extrusada comercial contendo 28% de proteína bruta. Para isso, foram utilizados dois tratamentos, sendo Tratamento 1 (T1) em viveiros com renovação periódica de água e Tratamento 2 (T2) sem renovação periódica de água. Os parâmetros zootécnicos e de qualidade da água não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ). A qualidade do efluente gerado foi a mesma, com exceção do nitrito, maior no T1. A descarga total do efluente foi maior no T1 para sólidos totais dissolvidos, DBO e nitrito. Observou-se que a renovação semanal de 20% do volume de água não tem grande influência nos parâmetros zootécnicos, na qualidade da água e dos efluentes da criação de tambaquis cultivados no sistema intensivo em viveiros escavados. Portanto a renovação de água nos moldes deste trabalho não mostra nenhuma vantagem, aumentando o consumo de água e os custos da produção.

Palavras-Chave: Aquicultura, qualidade de água, meio ambiente

**EFFECTS OF WATER EXCHANGE ON GROWTH PARAMETERS AND EFFLUENT WATER QUALITY IN INTENSIVE CULTURED TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*) IN EXCAVATED PONDS**

**Abstract** - In the last decades, researches in the area of fish culture with native species, have been developed in Amazonia, highlighting the works with tambaqui (*Colossoma macropomum*), because it is a species that has good zootechnical indexes under culture, good resistance to handling and disease and good acceptance of diets. The main objective was to characterize and compare effluents and water quality from tambaqui culture in excavated ponds with and without periodic water renovation and evaluating tambaqui growth performance in intensive culture. Tambaqui juveniles with an initial average weight of  $118.83 \pm 30.35$ g, were stocked in six 50m<sup>2</sup> excavated ponds with a density of one fish/m<sup>2</sup>, during a five month period (150 days). Fish were fed twice a day with a commercial extruded feed with 28% of crude protein content. It was used two treatments, treatment 1 (T1) had a periodic water renewal and treatment 2 (T2) without periodic water renewal. Growth parameters and water quality did not present significant differences between treatments ( $p > 0.05$ ). Effluent quality was similar excepted for nitrite, which was higher for treatment 1. Total effluent discharge was higher for T1 in total solids, BOD and nitrite. It was observed that a weekly periodic water exchange of 20% of the total volume did not influence fish growth performance, water and effluent quality in an intensive system. Therefore water renovation does not present any advantage, as performed in this work, increasing water loss and production costs.

Keywords: aquaculture, water quality, environment

## INTRODUÇÃO

A captura de peixes e outros organismos aquáticos aparentemente já atingiu o limite máximo. Entretanto, a procura por produtos pesqueiros cresce. A diferença entre a captura de pescado e a demanda existente deverá ser suprida pela aquicultura, que vem respondendo a este desafio, aumentando a produção mundial de muitas espécies (Boyd, 2003).

Na Amazônia a aquicultura é a atividade zootécnica que mais cresce, e a principal espécie criada é o tambaqui (*Colossoma macropomum*), na qual já existe um sistema de criação intensivo desenvolvido para essa espécie em viveiros escavados (Melo *et al.*, 2001).

A referida espécie é um peixe de piracema nativo das bacias do Solimões, Amazonas e Orinoco (Araújo-Lima & Goulding, 1998). Em ambiente natural pode atingir cerca de 1 metro de comprimento e 30 Kg de peso (Saint-Paul, 1984; Araújo-Lima & Goulding, 1998) e suporta níveis baixos de oxigênio dissolvido na água (Saint-Paul, 1984; Val, 1993). O tambaqui suporta altas densidades de estocagem, é onívoro com tendência a herbívoro, filtrador e frugívoro, adicionalmente tem uma grande capacidade de adaptação ao alimento disponível/fornecido, sendo capaz de digerir proteína de origem animal e vegetal (Nuñez & Salaya, 1984; Silva *et al.*, 2000; Cavero *et al.*, 2003).

Nos sistemas de cultivo de peixes em viveiros com alta densidade populacional, um dos fatores primordiais ao sucesso da produção é a manutenção de uma adequada qualidade da água. Nestes sistemas, a taxa de inserção de matéria orgânica é elevada, o que torna necessário o monitoramento diário da qualidade da água, devendo-se controlar a troca de água e aplicar aeração suplementar (Pasqualetto *et al.*, 2000).

A deterioração da qualidade da água nos viveiros ocorre devido ao crescimento descontrolado do fitoplâncton, influenciado pelo excesso de metabólitos administrados no viveiro através do arraçoamento e adubação. Além da matéria orgânica, nutrientes e fitoplâncton, as atividades de produção também podem poluir o ambiente por meio de drogas terapêuticas e substâncias químicas utilizadas no controle de doenças (Arana, 1999).

Pearson & Rosemberg (1978) salientam que o grau de impacto ambiental que um cultivo pode gerar vai depender da dinâmica do meio, das densidades de criação e do manejo empregado. Stewart (1997) ainda atribui a estes fatores a quantidade de resíduos liberados, a capacidade de suporte do ambiente e aos constituintes do efluente.

Acredita-se que a renovação de água em sistemas de cultivo é o principal fator determinante da produtividade no cultivo de peixes (Ono & Kubitzka, 2003). Entretanto, a utilização da água na

piscicultura, sem critérios técnicos, resulta em desperdício e na liberação desnecessária de efluentes ao meio ambiente (Boyd & Queiroz, 2001).

Neste trabalho foi estudada a influência da troca da água em viveiros escavados sobre a sua qualidade da água e a do efluente durante cinco meses (fase de engorda), bem como o estudo dos parâmetros zootécnicos, ampliando assim os conhecimentos sobre produtividade do tambaqui e os potenciais impactos ambientais causados pela piscicultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências da Coordenação de Pesquisas em Aquicultura/CPAQ, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, localizado no município de Manaus/AM, entre os meses de agosto e janeiro (150 dias).

Foram utilizados juvenis de tambaqui, com peso médio inicial de  $118,83 \pm 30,35\text{g}$ , provenientes da Estação de Piscicultura San Diego, situada na Rodovia AM 010, km 35 no município de Manaus/AM.

Foram utilizados seis viveiros escavados com fundo recoberto de argila e volume de  $50\text{m}^3$  (5m largura x 10m comprimento x 1m profundidade). O abastecimento dos viveiros foi realizado por bombeamento, com água proveniente de poço tubular e a drenagem realizada por sistema de cotovelo. Tanto o abastecimento como a drenagem de cada viveiro foi realizada individualmente.

No início do experimento foi feita adição, em todos os viveiros (dose única) de calcário dolomítico [ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ],  $300\text{ g/m}^2$ , objetivando a correção da alcalinidade e dureza da água, mantendo sua capacidade de tamponamento (Kubitza, 2003).

Trezentos juvenis de tambaqui foram distribuídos em 6 viveiros escavados, à razão de 1 peixe/ $\text{m}^2$ , para que ao final do experimento fosse atingida uma biomassa equivalente àquela utilizada nas criações comerciais que é de cerca de  $0,6\text{ kg/m}^2$  (Kubitza *et al.*, 1999).

Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (8:00 e 17:00h), até a saciedade aparente, com ração comercial extrusada contendo 28% de proteína bruta (Nutri-Peixe 28 – PURINA®). Também foram anotados os dados do consumo de ração para posterior cálculo e análise dos parâmetros zootécnicos.

A água, para avaliação de sua qualidade, foi coletada quinzenalmente no interior dos viveiros, a uma profundidade média de 40 cm. Para a avaliação dos efluentes a água foi coletada quinzenalmente e no final do experimento no sistema de drenagem (água do fundo). Ao final do experimento os viveiros foram esvaziados. Durante o processo de drenagem dos viveiros foram coletadas amostras de água no início (100% de água no viveiro), meio (50% de água no viveiro) e

final (5% de água no viveiro) do esvaziamento.

Para análise de amônia, nitrito, sólidos totais, DBO<sub>5</sub> e matéria sedimentável, foram coletadas amostras de água em recipientes plásticos com capacidade para um litro. Para CO<sub>2</sub> a coleta de água foi realizada em frasco de Winkler. Para DQO a coleta foi realizada em pequenos frascos de vidro sendo adicionada uma gota de ácido sulfúrico concentrado visando à manutenção das características originais. Para clorofila-*a*, a coleta foi realizada em frasco de vidro âmbar. Todas as coletas foram realizadas às 7:30 Horas. Após a coleta os frascos foram conservados em gelo e transportados até o Laboratório de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental (AQUALAB), para processamento.

Durante o experimento foi avaliado o consumo de água dos tratamentos, sendo que, para o T1 verificou-se a quantidade de água usada na renovação semanal de 20%, equivalente a 20 cm do viveiro, já que cada viveiro possui 1m de profundidade (área do viveiro 50m<sup>2</sup> x nível esvaziado 0,20m = 10m<sup>3</sup> ou 10.000L por renovação), somado a quantidade usada na reposição pelas perdas por infiltração e evaporação, determinadas através de observações no próprio volume de água do viveiro, fazendo conversões, levando em consideração a área do mesmo. Já para o T2, foi observada apenas a quantidade de água usada para reposição pelas perdas por infiltração e evaporação. Também foi avaliada a entrada de água da chuva, verificado com um pluviômetro. Ao todo foram dois tratamentos e três repetições.

O início do experimento ocorreu após a pesagem inicial dos peixes e a verificação da homogeneidade da amostra (teste de Levene's, nível de significância de 5 %) (Zar, 1999).

Parte dos parâmetros de qualidade da água foram avaliados no campo diariamente às 08:00 e 17:00hrs, o oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C) verificados com oxímetro digital (YSI 55) e pH com medidor de pH digital (F- 1002, Bernauer aquacultura®), já a condutividade (µS/cm) determinada por meio de condutímetro digital (F-1000, Bernauer Aquacultura®) e transparência verificada diariamente com disco de Secchi foram avaliados somente às 8:00hrs.

Outras variáveis de qualidade da água foram avaliadas quinzenalmente em laboratório, entre elas a amônia avaliada pelo método do endofenol, nitrito pelo método de grasshof, CO<sub>2</sub> por titulação, segundo APHA (1995). A dureza total e a alcalinidade total foram determinadas por titulação de acordo com Boyd (1990).

A análise do efluente foi realizada quinzenalmente nos viveiros com renovação de água e no final do experimento em todos os viveiros. Na drenagem foram coletadas amostra de água de todos os viveiros, no início, no meio e no final da descarga para o meio ambiente. As variáveis analisadas estão descritas a seguir:

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>) foi determinada pelo método de incubação por 5 dias a 20 °C (APHA, 1995), a demanda química de oxigênio (DQO) pelo do método de oxidação da matéria orgânica (APHA, 1995), amônia total pelo método do endofenol, nitrito pelo método de grasshof e fósforo total por colorimetria, sólidos totais dissolvidos por gravimetria, matéria sedimentável em cones de Imhoff, Clorofila-*a* pelo método de extração por acetona e leitura em espectrofotometria (Boyd, 1979).

Para a avaliação do desempenho zootécnico foram realizadas biometrias mensais dos animais de todos os viveiros, sendo capturados 20% do total dos peixes de cada viveiro (10 peixes/viveiro), para os quais foi determinado o peso em gramas, com balança eletrônica com precisão de 0,5g. Para a pesagem, os peixes foram capturados com rede de arrasto e colocados em recipientes plásticos de 60L contendo água e anestésico (2-Phenoxyethanol) na concentração de 0,3 mL/L (Arbeláez-Rojas *et al.*, 2002).

Com os dados das biometrias foram determinados parâmetros de desempenho dos peixes, tais como: Ganho de peso (g) (GP = peso final – peso inicial); Consumo total de ração (g) (CTR =  $\Sigma$  do consumo mensal de ração); Conversão alimentar aparente (CAA = consumo de ração/ganho de peso); Taxa de crescimento específico em peso dos peixes (%) (CEP =  $x [(\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}/\text{tempo})] \times 100$ ); Taxa de sobrevivência (%) (TS =  $100 \times \text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes}$ ); Produção por área (kg/m<sup>2</sup>) (PA = peso final/área do viveiro) (Kubitza *et al.*, 1999).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. O teste *t* de Student, ao nível de 5% de significância, foi utilizado para comparação das médias dos dois sistemas (Zar, 1999).

## RESULTADOS

### PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS

Os valores de desempenho dos peixes foram similares tanto que, ao final do experimento, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os dois tratamentos utilizados para nenhum dos parâmetros zootécnicos testados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Parâmetros zootécnicos obtidos para engorda de tambaqui em viveiros escavados com renovação (T1) e sem renovação (T2) periódica de água. Peso inicial (Pi), Peso final (Pf), Ganho de peso (GP), Conversão alimentar aparente (CAA), Consumo total de ração (CTR), Produção por área (PA) e Taxa de sobrevivência (TS).

Parâmetros	T1 (c/ renovação)	T2 (s/ renovação)	p
Pi (g)	115,83 ± 30,35	121,83 ± 29,81	0,44
Pf (g)	705,83 ± 192,36	664,67 ± 148,32	0,36
GP (g)	590,00 ± 162,01	542,83 ± 118,51	0,93
CAA	1,14 ± 0,18	1,16 ± 0,28	0,70
PA (kg/m <sup>2</sup> )	0,71 ± 0,19	0,66 ± 0,14	0,93
CTR (g)	38.593,33 ± 4.392,90	35.996,67 ± 8.187,62	0,65
TS (%)	100	100	1,00

Valores apresentados como média ± desvio padrão

#### PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Foram avaliados os parâmetros de qualidade de água de todos os viveiros durante o período de criação, onde nenhum dos parâmetros verificados mostraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) como observado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Parâmetros de qualidade de água dos viveiros escavados com renovação (T1) e sem renovação (T2) periódica de água em experimento de engorda de tambaqui. O<sup>2</sup> manhã, O<sup>2</sup> tarde, pH manhã, pH tarde, Temperatura manhã, Temperatura tarde, Alcalinidade, Dureza, Condutividade, CO<sup>2</sup>, Amônia, Nitrito e Transparência.

Parâmetros	T1 (c/ renovação)	T2 (s/ renovação)	p
OD manhã (mg/L)	6,63 ± 2,20	7,14 ± 2,54	0,34
OD tarde (mg/L)	9,12 ± 2,66	10,54 ± 2,94	0,07
pH manhã (unidade)	7,51 ± 0,82	8,00 ± 0,96	0,10
pH tarde (unidade)	8,27 ± 0,86	9,39 ± 0,77	0,13
Temperatura manhã (°C)	30,43 ± 1,34	30,52 ± 1,34	0,09
Temperatura tarde (°C)	32,50 ± 1,46	32,62 ± 1,50	0,11
Alcalinidade (mg/L)	16,32 ± 4,64	15,61 ± 4,33	0,86
Dureza (mg/L)	25,50 ± 6,34	22,55 ± 5,84	0,67
Condutividade (µS/cm <sup>2</sup> )	40,36 ± 6,47	51,37 ± 8,13	0,89
Dióxido de carbono (mg/L)	4,70 ± 4,16	4,16 ± 4,05	0,85
Amônia (mg/L)	0,51 ± 0,65	0,51 ± 0,76	0,83
Nitrito (mg/L)	0,013 ± 0,008	0,008 ± 0,0057	0,07
Transparência (cm)	50,37 ± 10,14	53,69 ± 14,42	0,57

Valores apresentados como média ± desvio padrão

#### QUALIDADE DOS EFLUENTES

Os resultados descritos abaixo estão relacionados com a descarga dos efluentes no final do experimento. De todos os parâmetros de efluente analisados apenas o nitrito apresentou diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) como mostra Tabela 3.

Para os valores de nitrito, observou-se uma pequena alta nos dois tratamentos, porém os valores do T1 foram bem maiores que do T2. A amônia total, no T1 apresentou uma queda na

primeira metade e na segunda metade do esvaziamento observou-se um aumento. Já para o T2 apresentou tendência de elevação desde a primeira coleta. Para a matéria sedimentável, observou-se um quadro inverso na comparação entre os tratamentos, onde T1 mostrou tendência crescente do início até o final da drenagem. Para o T2 a tendência foi de queda do início até o final da drenagem. Os sólidos totais dissolvidos nos dois tratamentos tiveram comportamentos semelhantes, apresentando aumento tanto na primeira quanto na segunda metade do esvaziamento. O fósforo total, no T1 foi observada queda na primeira metade e depois um aumento na segunda metade da drenagem. Já no T2 apresentou aumento desde o início até o final da drenagem. A DBO, no T1 tanto como no T2 ocorreu uma queda na primeira metade e depois uma subida na segunda metade da drenagem. A DQO, observou-se aumento desde o início até o final da drenagem para T1. Já para o T2 notou-se subida na primeira metade e depois queda na segunda metade da drenagem. Na clorofila-*a* ocorreu aumento tanto na primeira quanto na segunda metade da drenagem nos dois tratamentos.

**Tabela 3.** Qualidade dos efluentes ao final do experimento obtidos para engorda de tambaqui em viveiros escavados com renovação (T1) e sem renovação (T2) periódica de água. DQO, DBO, Alcalinidade, Dureza, Oxigênio dissolvido (OD), pH, Sólidos totais dissolvidos, Matéria sedimentável, Clorofila *a*, CO<sub>2</sub>, Amônia, Nitrito, Fósforo total.

Parâmetros	T1	T2	p
DQO (mg de O <sub>2</sub> /L)	49,89 ± 32,10 <sup>a</sup>	71,56 ± 5,43 <sup>a</sup>	0,31
DBO (mg de O <sub>2</sub> /L)	11,81 ± 6,66 <sup>a</sup>	20,15 ± 2,00 <sup>a</sup>	0,31
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	746,35 ± 251,15 <sup>a</sup>	1084,09 ± 380,57 <sup>a</sup>	0,43
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	115,11 ± 85,07 <sup>a</sup>	133,56 ± 69,23 <sup>a</sup>	0,79
Matéria sedimentável (mg/L)	3,13 ± 2,00 <sup>a</sup>	3,36 ± 3,68 <sup>a</sup>	0,17
Amônia (mg/L)	6,20 ± 4,74 <sup>a</sup>	6,00 ± 4,47 <sup>a</sup>	0,95
Nitrito (mg/L)	0,041 ± 0,0006 <sup>a</sup>	0,007 ± 0,002 <sup>b</sup>	0,01
Fósforo total (mg/L)	0,71 ± 0,22 <sup>a</sup>	1,05 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,36

Valores apresentados como média ± desvio padrão;

Valores seguidos de mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ).

#### USO DA ÁGUA

O volume de água utilizado no tratamento 1 foi maior do que no tratamento 2, já que no tratamento 1 era feita troca de 20% volume total do viveiro (Tabelas 4 e 5).

**Tabela 4.** Entrada de água no sistema por meio da renovação, reposição (perdas pela infiltração e evaporação) e água da chuva, obtidos para engorda de tambaqui em viveiros escavados com renovação (T1) e sem renovação (T2) periódica de água.

Parâmetros	T1	T2
Renovação (L)	220.000 ± 0	0
Reposição (L)	87.000 ± 28.930	78.000 ± 13.748
Água da chuva (L)	22.333 ± 0	22.333 ± 0
Total (L)	329.333 ± 41.245,41	100.333 ± 28.207

Valores apresentados como média ± desvio padrão.

**Tabela 5.** Uso de água de abastecimento por biomassa produzida obtidos para engorda de tambaqui em viveiros escavados com renovação (T1) e sem renovação (T2) de água.

Parâmetros	T1	T2	p
Consumo de água para renovação por kg de peixe produzido (L/kg)	7.715,76 ± 1.700,35 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0,00
Consumo de água para reposição por kg de peixe produzido (L/kg)	3.051,23 ± 672,41 <sup>a</sup>	3.292,45 ± 681,78 <sup>a</sup>	0,85
Consumo total de água por kg de peixe produzido (L/kg)	10.767,00 ± 2.372,77 <sup>a</sup>	3.292,45 ± 681,78 <sup>b</sup>	0,00
Consumo de água para renovação por m <sup>2</sup> (L/ m <sup>2</sup> )	4.400,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0,00
Consumo de água para reposição por m <sup>2</sup> (L/ m <sup>2</sup> )	1.740,00 ± 578,62 <sup>a</sup>	1.560,00 ± 274,96 <sup>a</sup>	0,26
Consumo total de água por m <sup>2</sup> de viveiro (L/ m <sup>2</sup> )	6.140,00 ± 578,62 <sup>a</sup>	1.560,00 ± 274,96 <sup>a</sup>	0,00

Valores apresentados como média ± desvio padrão;

Valores seguidos de mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente (p>0,05).

#### DESCARGA DOS EFLUENTES PARA O MEIO AMBIENTE DURANTE O EXPERIMENTO

Os valores dos parâmetros limnológicos analisados a partir da descarga dos efluentes no T1 estão descritos na Tabela 6.

**Tabela 6.** Descarga dos Efluentes durante experimento obtida para engorda de tambaqui em viveiros escavados com renovação de água (T1).

Parâmetros	T1
Amônia (kg)	113,11 ± 7,25
Nitrito (kg)	2,8 ± 0,49
DBO (kg)	2719,27 ± 485,69
DQO (kg)	4561,94 ± 1684,91
Sólidos totais (kg)	6,97 ± 1,66
Matéria sedimentável (kg)	6,94 ± 1,85
Fósforo total (kg)	52,35 ± 15,38
Clorofila a (kg)	271,20 ± 98,10

Valores apresentados como média ± desvio padrão.



## DESCARGA DOS EFLUENTES PARA O MEIO AMBIENTE AO FINAL DO EXPERIMENTO

Os valores dos parâmetros limnológicos analisados a partir da descarga dos efluentes no T1 e T2 estão descritos na Tabela 7. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para nenhum dos parâmetros.

**Tabela 7.** Descarga dos Efluentes no final do experimento obtida para engorda de tambaqui em viveiros escavados com renovação (T1) e sem renovação (T2) periódica de água.

Parâmetros	T1	T2	p
Amônia (kg)	310,17 ± 199,25	299,78 ± 179,23	0,95
Nitrito (kg)	2,04 ± 1,67	0,36 ± 0,47	0,17
DBO (kg)	667,83 ± 332,81	903,17 ± 99,85	0,32
DQO (kg)	2.494,44 ± 1604,82	3.577,78 ± 271,48	0,31
Sólidos totais (kg)	2,88 ± 2,13	3,34 ± 1,73	0,79
Matéria sedimentável (kg)	156,72 ± 99,86	168,06 ± 184,09	0,93
Fósforo total (kg)	35,60 ± 24,36	52,47 ± 14,43	0,36
Clorofila-a (kg)	331,28 ± 168,66	484,76 ± 255,67	0,43

Valores apresentados como média ± desvio padrão;

Valores seguidos de mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente.

## DESCARGA TOTAL DOS EFLUENTES PARA O MEIO AMBIENTE

Os valores da descarga total dos efluentes estão descritos na Tabela 8. Dos parâmetros avaliados apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos apenas o nitrito, DBO e sólidos totais dissolvidos. Os valores desses parâmetros foram mais elevados no T1.

**Tabela 8.** Descarga total dos Efluentes obtidos para engorda de tambaqui em viveiros escavados com renovação (T1) e sem renovação (T2) periódica de água.

Parâmetros	T1	T2	p
Amônia (kg)	423,28 ± 192,00 <sup>a</sup>	299,78 ± 179,23 <sup>a</sup>	0,46
Nitrito (kg)	4,84 ± 2,08 <sup>a</sup>	0,36 ± 0,47 <sup>b</sup>	0,02
DBO (kg)	3.387,11 ± 803,33 <sup>a</sup>	903,17 ± 99,85 <sup>b</sup>	0,01
DQO (kg)	7.056,39 ± 3.286,39 <sup>a</sup>	3.577,78 ± 271,48 <sup>a</sup>	0,14
Sólidos totais (kg)	9,84 ± 3,73 <sup>a</sup>	3,34 ± 1,73 <sup>b</sup>	0,05
Matéria sedimentável (kg)	163,66 ± 99,00 <sup>a</sup>	168,06 ± 184,09 <sup>a</sup>	0,97
Fósforo total (kg)	87,96 ± 38,69 <sup>a</sup>	52,47 ± 14,43 <sup>a</sup>	0,21
Clorofila a (µg)	37.317,43 ± 12.557,69 <sup>a</sup>	54.204,59 ± 19.028,35 <sup>a</sup>	0,61

Valores apresentados como média ± desvio padrão;

Valores seguidos de mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente.

## DISCUSSÃO

## PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS

A verificação do desempenho dos peixes é importante, principalmente se tratando de uma atividade econômica, onde o resultado pode estabelecer o sucesso ou a sua inviabilidade. Destacam-se entre os principais fatores a serem avaliados na piscicultura a conversão alimentar aparente, taxa de sobrevivência e produção por área (Kubitza *et al.*, 1999). Os valores de CAA encontrados neste trabalho ( $1,14 \pm 0,18$  e  $1,16 \pm 0,28$  nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não diferiram significativamente entre os tratamentos e foram próximos aos valores observados por Izel & Melo (2004a) (1,20), e por Arbeláez-Rojas *et al.* (2002) (1,35), que avaliaram a engorda do tambaqui no Estado do Amazonas.

Os valores da taxa de sobrevivência não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (100% em ambos) e foram próximos aos valores encontrados por Izel & Melo (2004b) (96,15%) para a engorda da matrinxã, por Arbeláez-Rojas *et al.* (2002) (100%) e Izel & Melo (2004a) (95,2%) para a engorda do tambaqui.

Os valores de produção por área deste trabalho ( $0,71 \pm 0,19$  e  $0,66 \pm 0,14$  kg/m<sup>2</sup> para T1 e T2 respectivamente) não demonstraram diferenças significativas, demonstrando que a renovação de água nos moldes deste trabalho não influenciou os tratamentos e foram similares aos observados por Izel & Melo (2004a) que avaliaram o cultivo do tambaqui e constataram produção por área de 0,72 kg/m<sup>2</sup>.

#### VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Condições inadequadas de qualidade da água prejudicam o crescimento, a reprodução, a saúde, a qualidade dos peixes e até mesmo a sobrevivência. Desse modo, a habilidade dos produtores e técnicos em monitorar e corrigir a qualidade da água é um fator decisivo no sucesso da piscicultura. Diversas variáveis e processos físicos, químicos e biológicos interagem entre si e determinam a qualidade da água nos viveiros (Kubitza, 2003).

Os valores médios de OD encontrados neste trabalho (entre  $6,63 \pm 2,20$  e  $10,54 \pm 2,94$  mg/L nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos demonstrando que a renovação periódica de 20% do volume de água do viveiro semanalmente não influenciou este parâmetro e estão dentro dos níveis aceitáveis para peixes tropicais de acordo com Kubitza (2003). No entanto foi observado um claro decréscimo do OD durante o experimento nos dois tratamentos, atingindo valores mais baixos ( $\pm 2$  mg/L) nos últimos dias, este padrão de decréscimo no oxigênio durante a criação já havia sido observado por Teichert-Codington (1996) na engorda do tambaqui e por Carneiro *et al.* (1999) que avaliaram a criação de “tilápia vermelha”. Para que não ocorresse uma queda na produção e para evitar que os peixes entrassem em hipóxia, podendo ocasionar mortalidade, foi necessário o uso de aeração

suplementar emergencial a partir do quarto mês através de soprador elétrico de 1Hp, procedimento realizado noturnamente, pois durante esta etapa do dia os níveis de oxigênio dissolvido são mais críticos. Os valores observados neste trabalho são similares aos encontrados por Melo *et al.* (2001) (entre 6,3 e 12,4 mg/L), por Izel & Melo (2004a) (entre 6,1 e 10,4) na engorda de tambaqui e por Gomes *et al.* (2004) ( $7,3 \pm 0,8$  mg/L), em recria de tambaqui.

Outra variável comumente verificada é a transparência da água, onde esta pode ser uma forma indireta de avaliar o nível de eutrofização (enriquecimento em nutrientes) da água dos viveiros, mensurada através do disco de Secchi. Esta medida tem por finalidade avaliar a densidade da população de fitoplâncton, que normalmente está relacionado com a riqueza de nutrientes na água (Ono & Kubitzka, 2003). De acordo com Kubitzka (2003), valores adequados de transparência para viveiros sem sistema de aeração estão entre 40 e 50 cm. Os valores observados neste trabalho ( $50,37 \pm 10,14$  e  $53,69 \pm 14,42$  cm) não apresentaram diferenças significativas, mostrando que a renovação da água nos moldes estabelecidos não influenciou esta variável, e estão próximos aos valores observados por Melo *et al.* (2001) (50,2 cm) e por Izel & Melo (2004a) (entre 40 e 60 cm), que avaliaram o cultivo do tambaqui e dentro da faixa observada por Boyd *et al.* (1994) que encontraram valores médios de 48 a 75 cm.

Outra variável que possui influência em todo o ecossistema aquático é o pH. Por exemplo, o pH alcalino é responsável por uma maior percentagem de amônia não ionizada, presente na água, mas este mesmo pH pode ser o resultado de uma outra série de fatores, tais como a abundância de fitoplâncton nos tanques de cultivo (Arana, 2004). Neste experimento não foram observados diferenças significativas entre os tratamentos para os valores do pH da manhã ( $7,51 \pm 0,82$  e  $8,00 \pm 0,96$ ) nem da tarde ( $8,27 \pm 0,86$  e  $9,39 \pm 0,77$ ). Os valores verificados estão dentro da faixa de conforto e fora da faixa letal que é abaixo de 4 e acima de 11 (Arana, 2004). Os valores observados estão próximos aos valores medidos por Lin *et al.* (2001) (entre 7,6 e 8,0), por Schwartz & Boyd (1994) (entre 7,3 e 7,6), por Boyd *et al.* (1994) (7,7 a 8,2) e Seo & Boyd (2001b) (7,45 a 7,74), para a criação de *catfish* (*Ictalurus punctatus*), porém foram mais elevados do que os valores observados por Gomes *et al.* (2004) ( $6,7 \pm 0,3$ ) e Melo *et al.* (2001) (entre 6,7 e 7,5), que avaliaram a criação do tambaqui.

Em ecossistemas aquaculturais a amônia é produto do metabolismo de proteínas pelos peixes e pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias. A amônia total é a combinação de duas formas nitrogenadas: amônia ( $\text{NH}_3$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). O  $\text{NH}_3$  é altamente tóxico aos peixes, mas o  $\text{NH}_4^+$  é inofensivo nos níveis encontrados em ecossistemas aquaculturais. O equilíbrio  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  é diretamente regulado pelo pH, temperatura e salinidade. A toxicidade da amônia

aumenta com o aumento do pH e temperatura. O nível de tolerância de  $\text{NH}_3$  para a maioria das espécies cultivadas está entre 0,6 e 2,0 mg/L por curto período de exposição, mas níveis estressantes estão em torno de 0,1 mg/L (Schimittou, 1993). Para a amônia não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Os valores encontrados neste trabalho ( $0,51 \pm 0,65$  e  $0,51 \pm 0,76$  mg/L nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) estão próximos ao valor limite que é de até 0,46 mg/L para que não afete o crescimento (Ismiño-Orbe, 1997). Mesmo com renovação de água no T1 não reduziu se comparado ao T2. Apesar dos valores encontrados estarem próximos ao limite, a produção aparentemente não foi afetada já que os parâmetros zootécnicos observados foram semelhantes aos observados em outros trabalhos realizados com o tambaqui.

Os valores observados para amônia foram mais baixos do que os encontrados por Gomes *et al.* (2004) ( $1,2 \pm 0,4$  mg/L) para a criação do tambaqui e por Schwartz & Boyd (1994) (0,63 a 1,89 mg/L) para o *catfish*.

Os valores do nitrito encontrados ( $0,013 \pm 0,008$  e  $0,008 \pm 0,0057$  mg/L) não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, estão abaixo do nível estressante para peixes que é de 0,1 mg/L (Schimittou, 1993), e estão dentro da faixa observada por Sipaúba-Tavares *et al.* (1999) que observaram valores médios de 0,003 a 0,017 mg/L em estudos com criação de pacu e por Seok *et al.* (1995) que observaram valores entre 0,007 e 0,17 mg/L, porém foram mais baixos do que os observados por Boyd *et al.* (1994) (0,034 a 0,630 mg/L) e por Seo & Boyd (2001a) (0,046 a 0,082 mg/L) que avaliaram o cultivo de “catfish”.

A temperatura é a variável que mede a radiação absorvida na superfície, se transforma em energia calórica e que se propaga na água por condução. É o fator físico dentre os mais limitantes numa grande variedade de processos biológicos, tem efeito desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica de uma espécie animal (Lopes, 2003). A velocidade das reações químicas e biológicas é duas vezes maior ou menor a cada 10 °C de flutuação. Os peixes oriundos de regiões tropicais como o tambaqui são chamados de peixes de águas quentes. A faixa ótima para o crescimento dos peixes de águas quentes é entre 25 e 32 °C (Cyrino & Kubitzka, 1996). Neste experimento não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para temperatura, e os valores de temperaturas encontrados estão dentro da faixa de conforto ( $30,43 \pm 1,34$  e  $32,62 \pm 1,50$  °C) e foram próximos aos observados por Gomes *et al.* (2004) (29,7 °C), Melo *et al.* (2001) (entre 28,3 e 28,9 °C) que avaliaram o cultivo do tambaqui. Comparando com outros trabalhos e relacionando a temperatura com os parâmetros zootécnicos podemos concluir que essa variável não interferiu na produtividade, e a ação da renovação de água não surtiu qualquer efeito sobre esta variável.

Segundo Kubitzka (2003), a excreção de gás carbônico no processo respiratório dos peixes pode ser crítica em alguns sistemas de produção. Nos viveiros de baixa renovação de água, a excreção de CO<sub>2</sub> pelos peixes é, na maioria das vezes, pequena comparada à excreção pelo plâncton. Concentrações elevadas de gás carbônico, associadas ao baixo oxigênio dissolvido na água, podem causar asfixia e, até mesmo, grande mortalidade de peixes. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os valores encontrados neste trabalho ( $4,70 \pm 4,16$  e  $4,16 \pm 4,05$  mg/L) estão abaixo dos valores subletais (12 a 50 mg/L) e letais (50 a 60 mg/L) (Proença & Bittencourt, 1994) e foram menores do que os verificados por Cavero (2003) ( $0,6 \pm 0,2$  e  $0,5 \pm 0,1$  mg/L) que avaliou a criação do pirarucu e por Boyd *et al.* (1994) (7,7 a 8,2) e Seo & Boyd (2001b) (7,45 a 7,74) para a criação de *catfish*.

A alcalinidade refere-se à concentração das bases tituláveis, normalmente representada por carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e hidróxidos (OH<sup>-</sup>) (Silva & Souza, 1998). Neste experimento a alcalinidade não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, e os valores encontrados ( $16,32 \pm 4,64$  e  $15,61 \pm 4,33$  mg de CaCO<sub>3</sub>/L) estão abaixo dos observados por Melo *et al.* (2001) (36 e 24 mg de CaCO<sub>3</sub>/L). Os valores deste trabalho estão abaixo dos sugeridos por Schmittou (1993), que indicam como valores ideais entre 20 e 150 mg de CaCO<sub>3</sub>/L. Mostrando que a calagem realizada no início do experimento não surtiu o efeito desejado, podendo ter sido ocasionada pela má qualidade do produto utilizado ou pela quantidade insuficiente aplicada, lembrando que a quantidade usada foi próxima à praticada atualmente nas piscigranjas locais, corroborada por alguns autores.

Já a dureza refere-se ao teor de sais básicos, principalmente os de cálcio e magnésio, presentes na água. A dureza também é expressa em CaCO<sub>3</sub> (Silva & Souza, 1998). Os valores de dureza observados ( $25,50 \pm 6,34$  e  $22,55 \pm 5,84$  mg de CaCO<sub>3</sub>/L) não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos e estão abaixo do observado por Melo *et al.* (2001) (40 mg de CaCO<sub>3</sub>/L), e dentro dos sugeridos por Schmittou (1993), que indica como valores ideais entre 20 e 150 mg de CaCO<sub>3</sub>/L. A calagem realizada no início do experimento foi suficiente para manter a dureza dentro da faixa ideal.

Os valores de condutividade observados ( $40,36 \pm 6,47$  e  $51,37 \pm 8,13$  µS/cm) não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos e estão acima dos observados por Cavero (2003) ( $33,9 \pm 4,6$  e  $39,4 \pm 5,0$  µS/cm) que avaliou a criação do pirarucu (*Arapaima gigas*) e por Lopes (2003) (16,7 µS/cm) que avaliou a água de viveiros de criação de peixes no Amazonas. Demonstrando que a renovação periódica de 20% do volume de água do viveiro não influenciou esta variável, assim como em vários outros parâmetros.

## QUALIDADE DOS EFLUENTES

Na criação de peixes, não havendo tratamento dos efluentes, o meio ambiente recebe produtos como antibióticos, excretas e matéria orgânica provenientes dos tratamentos das enfermidades, digestão e sobras alimentícias dos organismos criados (Welch, 1992). Selong & Helfrich (1998) *apud* Proersch (2004), avaliando a influência da aquicultura sobre o meio ambiente, afirmam que grande parte do material retido no fundo do viveiro só é liberado ao ambiente nos momentos de drenagem e despesca dos tanques.

Uma das variáveis muito utilizadas para a verificação do potencial poluidor é a Demanda Bioquímica de Oxigênio, que nada mais é que a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável. Os maiores acréscimos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem orgânica. A presença de alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida com respiração aquática (Carvalho, 1981). Os valores de DBO encontrados neste trabalho ( $6,67 \pm 2,16$  e  $8,94 \pm 0,72$  mg/L de O<sub>2</sub> nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, e foram maiores que os observados por Boyd & Gross (1999) quando avaliaram a DBO das águas de viveiros de cultivo de *catfish* ( $4,8 \pm 0,8$  mg/L de O<sub>2</sub>). Porém foram mais baixos do que os valores observados por Seok (1995) que encontrou valores médios de DBO variando de 30,0 a 54,4mg/l com estudos com *catfish* e por Bodary *et al.* (2004) que encontraram valores médios de DBO de 9,0 mg/L em viveiros de *Baitfish*. Os valores observados neste trabalho estão acima dos níveis permissíveis para classe II, de acordo com a resolução 20, CONAMA/86, que é de até 5 mg/L de O<sub>2</sub>.

Paralelo à DBO encontramos a demanda química de oxigênio (DQO), que conceitualmente é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por meio de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, servindo os resultados de orientação para o teste da DBO (Carvalho, 1981), afirmação esta corroborada neste trabalho. Os valores de DQO observados ( $49,89 \pm 32,10$  e  $71,56 \pm 5,42$  mg/L de O<sub>2</sub> nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, e foram maiores do que os encontrados por Seo & Boyd (2001b) ( $30,71 \pm 2,90$  e  $41,13 \pm 3,94$  mg/L de O<sub>2</sub>) que avaliaram os efeitos das práticas de manejo do solo na qualidade da água em viveiros de *catfish*. Não existe na resolução 20, CONAMA/86, regulamentação para esta variável.

Os Sólidos Totais Dissolvidos representam a matéria orgânica dissolvida, matéria orgânica

particulada, exceto gases, e substâncias inorgânicas particuladas em suspensão. Este é o fator que contribui diretamente para o nível de turbidez do ambiente, permitindo maior ou menor penetração de luz (Lopes, 2003). A alta concentração de sólidos em suspensão presentes nos efluentes é potencialmente um dos maiores problemas ambientais da aquicultura (Boyd *et al.*, 2000). Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) encontrados neste trabalho ( $115,11 \pm 85,07$  e  $133,56 \pm 69,23$  mg/L nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não diferiram significativamente entre os tratamentos e foram próximos aos observados por Lin & Yi (2003) ( $85,50 \pm 19,00$  mg/L), que avaliaram a minimização do impacto ambiental da aquicultura de água doce, porém foram maiores do que o valor encontrado por Schwartz & Boyd (1994) ( $37,38 \pm 11,75$  mg/L) e por Boyd & Gross (1999) (entre  $25,3 \pm 7,1$  e  $76,0 \pm 36,3$ ), que avaliaram os efluentes gerados pelo cultivo do “catfish”. Já Seok *et al.* (1995) observaram valor médio de 540 mg/L para cultivo de *catfish*, bem mais elevados que os valores encontrados neste trabalho. Os valores de STD observados neste trabalho estão abaixo dos níveis permissíveis para águas do tipo II, de acordo com a resolução 20, CONAMA/86, que é de até 500 mg/L.

A amônia entra no sistema através do metabolismo dos peixes e pela degradação de ração não consumida (Kubitza, 2003). Os valores de amônia observados no efluente ( $6,20 \pm 4,74$  e  $6,00 \pm 4,47$  mg/L nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos e estão acima dos valores encontrados por Boyd & Gross (1999) (0,05 a 4,96 mg/L), por Lin & Yi (2003) ( $3,09 \pm 0,09$  mg/L) e Seok *et al.* (1995) (1,77 mg/L), que avaliaram o efluente de viveiros de *catfish*. Os valores observados estão acima dos níveis aceitáveis para águas do tipo II, de acordo com a resolução 20, CONAMA/86, que é de até 5 mg/L.

Os valores de nitrito observados ( $0,041 \pm 0,0006$  e  $0,007 \pm 0,002$  mg/L nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) foram diferentes significativamente entre os tratamentos, sendo T1 maior que T2. Os valores verificados estão dentro da faixa observada por Seok (1995) (0,007 a 0,17 mg/L), porém, o valor de T1 é mais elevado do que o valor encontrado por Schwartz & Boyd (1994) ( $0,029 \pm 0,021$  mg/L), que avaliaram o cultivo de *catfish*. Os valores mais elevados de nitrito no T1 pode estar associado com a menor capacidade de nitrificação, a quantidade de bactérias nitrificantes pode ser menor que no T2. Os valores do nitrito estão abaixo dos níveis aceitáveis para águas do tipo II, de acordo com a resolução 20, CONAMA/86, que é de até 1 mg/L.

O fósforo desempenha um forte papel no desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas desagradáveis em reservatórios ou águas paradas. Sua presença limita, em grande parte das vezes, o crescimento desses seres (Oikos, 2005). Os valores observados ( $0,71 \pm 0,22$  e  $1,05 \pm 0,18$  mg/L nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não mostraram diferenças significativas entre

os tratamentos e estão acima dos encontrados por Schwartz & Boyd (1994), ( $0,25 \pm 0,12$  mg/L) que avaliaram viveiros de *catfish* e por Lopes (2003) ( $0,026$  mg/L) que avaliou a água do efluente de viveiros de barragem no Amazonas. Os valores do fósforo total estão acima dos níveis aceitáveis, de acordo com a resolução 20, CONAMA/86, que é de até  $0,025$  mg/L.

Com as concentrações encontradas, padrões estabelecidos poderão ser cumpridos apenas com águas sem introdução antrópica de matéria orgânica. Valor que não se adequa a corpos de água naturais da Amazônia que tem concentrações mais elevadas (Lopes, 2003).

Os valores da Matéria Sedimentável observados ( $3,13 \pm 2,00$  e  $3,36 \pm 3,68$  mL/L nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, foram mais elevados do que os valores observados por Schwartz & Boyd (1994), ( $0,25 \pm 0,39$  mL/L) que avaliaram o efluente gerado por viveiros de “catfish” e próximos ao observado por Seok *et al.* (1995) ( $3,9$  mL/L) para efluente do cultivo de “catfish”. Os valores de matéria sedimentável deste trabalho estão acima dos níveis aceitáveis para águas de classe II, de acordo com a resolução 20, CONAMA/86, que é de até  $1$  mL/L.

Os valores de Clorofila-*a* observados neste trabalho ( $746,35 \pm 251,15$  e  $1084,09 \pm 380,57$  µg/L nos tratamentos T1 e T2 respectivamente) não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos e estão acima dos encontrados por Lin & Yi (2003) ( $21,00 \pm 5,1$  e  $57,00 \pm 8,90$  µg/L) que avaliaram o impacto do efluente de viveiros de tilápia; e Sipaúba-Tavares *et al.* (1999) (entre  $5,1$  a  $8,7$  µg/l) em estudos com pacu. O elevado valor do desvio padrão dos tratamentos é resultado da grande amplitude da variação no tempo da concentração de amônia e não da variação entre as réplicas.

#### USO DA ÁGUA

Izel & Melo (2004a) avaliaram o cultivo do tambaqui sem renovação de água em tanques escavados e os valores zootécnicos encontrados foram similares aos deste trabalho. Aparentemente a renovação de água não tem efeito nos parâmetros zootécnicos. O T1 usou uma quantidade significativamente maior de água se comparado ao T2, já que 20% do seu volume total foi renovado semanalmente, gastando com isso 3 vezes mais água por kg de peixe produzido (Tabela 5). Se considerarmos o abastecimento por bombeamento, o custo desta renovação é alto, ocorrendo diminuição na lucratividade da atividade, além de ser um recurso limitado e disputado.

No caso de uma piscicultura que tem uma vazão de água restrita para seu abastecimento seria possível produzir 3 vezes mais peixes se for empregado o sistema sem renovação de água. Nessas condições, a renovação de água não foi efetiva para a elevação da produção do tambaqui nas condições descritas nessa pesquisa.



**DESCARGA DOS EFLUENTES PARA O MEIO AMBIENTE**

Dos parâmetros analisados, o nitrito, DBO e sólidos totais dissolvidos foram diferentes estatisticamente entre os tratamentos, sendo assim o T1 descarregou uma quantidade maior desses parâmetros para o meio ambiente (Tabela 8). Da mesma forma, na produção de 1 kg de peixes o T1 liberou no seu efluente quantidades significativamente maiores de nitrito, DBO e sólidos totais dissolvidos, demonstrando que o sistema com renovação de água pode ser mais impactante ao ambiente do que sistemas sem renovações de água, pois a quantidade de metabólitos liberada para o meio é maior, podendo alterar de maneira mais contundente o ambiente que receberá a descarga. Já para os demais parâmetros, não foram observadas diferenças significativas.

Foi observado que a descarga do efluente é maior na última fase da drenagem, situação também observada por Boyd (2000), que avaliou a drenagem da água de viveiros de *catfish* e observou que 50% da carga total dos efluentes eram liberadas nos últimos 20% da água do viveiro drenado.

Como grande parte do efluente mais impactante é liberado no final da drenagem, Boyd (2000) indica que se for feita a retenção de 20% do volume de água do viveiro de 1 a 4 dias, boa parte dos nutrientes e outros poluentes serão removidos, diminuindo a descarga de metabólicos ao meio ambiente, evitando maiores alterações no ambiente receptor.

**CONCLUSÕES**

Não há vantagem em realizar a renovação periódica da água, pois os parâmetros zootécnicos, de qualidade da água e hematológicos não sofreram influência nas condições descritas nesse experimento.

A carga poluente dos efluentes para o meio ambiente é maior no sistema com renovação periódica de água.

A concentração das variáveis de qualidade do efluente avaliadas apresentou valores acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA 20/86.

**REFERÊNCIAS**

- A.P.H.A. American Public Health Association. 1995. *Standar methods for the examination of water and wastewather*. New York: APHA. WWA. 19<sup>a</sup> ed.
- Arana, L. A. V. 1999. *Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: Subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira*. Florianópolis. SC. Ed. UFSC. p. 310.
- Araújo-Lima, C. & Golding, M. 1998. *Os frutos do tabaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia*. Brasília: DF Sociedade Civil Mimirauá. p.186.

- Arbeláez-Rojas, A. G.; Fracalossi, D. M.; Fim, J. D. I. 2002. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-Intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3): 1059-1069.
- Bodary, M.J.; Stone, N.; Lochmann, S.E.; Frimpong, E. 2004. Characteristics of Effluents from Central Arkansas Baitfish Ponds. *Journal of World Aquaculture Society*, 35: 4.
- Boyd, C.E. 1979. Aluminum sulfate (alum) for precipitating clay turbidity from fish ponds. *Transactions of the American Fisheries Society*, 108: 307-313.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. AL. p. 482.
- Boyd, C.E.; Hernandez, E.; Williams, J.C.; Romaire, R.P. 1994. Effects of Sampling Technique on Precision estimates for Water Quality Variables in Fish Culture Ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, 4: 1-18.
- Boyd, C. E. & Gross, A. 1999. Biochemical Oxygen Demand in Channel Catfish *Ictalurus punctatus* Pond Waters. *Journal of the World Aquaculture Society*, 30: 3.
- Boyd, C. E.; Queiroz, J.; Rowan, L. M.; Whitis, G. N.; Gross, A. 2000. Environmental assessment of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, farming in Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*. Alabama. USA, 31(4): 511-544.
- Boyd, C. E. 2000. Water use in aquaculture. In. *The Advocate*. Alabama. USA. jun. p. 12-13.
- Boyd, C. E. 2003. Guidelines for Aquaculture effluent management at farm-levels. *Aquaculture*, 226, 101-112.
- Carneiro, P. C. F.; Cyrino, J. E. P.; Castagnolli, N. 1999. Produção da tilápia vermelha da Flórida em tanques-rede. *Sci. Agric. Piracicaba*. SP. 56; 3.
- Carvalho, B. A. 1981. Glossário de saneamento e ecologia. Rio de Janeiro. ABES. p. 203.
- Cavero, B. A. S. 2003. *Uso de enzimas exógenas na alimentação de juvenis de pirarucu (Arapaima gigas)*. Tese de Doutorado apresentada ao curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior/INPA-UFAM. Manaus. AM. p. 72.
- Cavero, B. A. S.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Ituassú, D. R.; Gandra, A. L.; Crescêncio, R. 2003. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesq. Agropec. Brás*, 38(1): 103-107.
- Cyrino, J. E. P. & Kubitz, F., 1996. *Piscicultura*. Ed. SEBRAE. Coleção Agroindústria. Cuiabá. MT, 8: 86.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2000. World review of fisheries and aquaculture, Part I. Fisheries Resources: trends in production, utilization and trade.

Rome. Italy.

- Gomes, L. C.; Brandão, F. R.; Chagas, E. C.; Ferreira, M. F. B.; Lourenço, J. N. P. 2004. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. *Acta Amazônica*, 34 (1): 111-113.
- Ismiño-Orbe, R. A. 1997. *Excreção e efeito da amônia sobre o crescimento do tambaqui (Colossoma macropomum)*. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior). INPA. Manaus. AM. p. 29.
- Izel, A. C. U. & Melo, L. A. S. 2004(a). *Criação de tambaqui (Colossoma macropomum) tanques escavados no Estado do Amazonas*. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos 32. p. 20.
- Izel, A. C. U. & Melo, L. A. S. 2004(b). Criar matrinxã (*Brycon cephalus*) atividade econômica potencial para o agronegócio amazonense. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos 31. p.19.
- Kubitza, F.; Lovshin, L. L.; Ono, E. A.; Sampaio, A. V. 1999. *Planejamento da Produção de Peixes*. 3ª Edição. Jundiaí. SP. p. 77. (editor Kubitza, F.).
- Kubitza, F. 2003. *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. Jundiaí. SP. p. 229.
- Lopes, R. N. M. 2003. Identificação de impactos ambientais causados por piscicultura em viveiros de barragem no município de Manaus: subsídios para gestão. *Dissertação de mestrado – CCA/UA*. Manaus – AM. p. 87.
- Lin, C. K.; Shrestha, M. K.; Yi, Y; Diana, J. S. 2001. Management to minimize the environmental impacts of pond effluent: harvest draining techniques and effluent quality. *Aquaculture Engineering*. 25: 125-135.
- Melo, L.A.S.; Izel, A.C.U.; Rodrigues, F.M. 2001. *Criação de tambaqui (Colossoma macropomum) em viveiros de argila/barragens no estado do Amazonas*. Embrapa Amazônia Ocidental. Série Documentos 18. p. 30.
- Núñez, J.M. & Salaya, J. 1984. Cultivo de la cachama, *Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818, en jaulas flotantes no rígidas en la represa de Guanapito, Edo. Guarico, Venezuela. *Mems. Asoc. Latinoam. Acuicult*, 5(3): 481-494.
- Oikos. 2005. Qualidade de água. <http://www.oikos.srv.br/Qualidade%20%da%20%eIgua.htm>. 26/04/2005. 10:52:00h.
- Ono, E. A. & Kubitza, F. 2003. *Cultivo de peixes em tanque-rede*. 3ª Ed. Jundiaí/SP. p. 112.
- Pasqualetto, A.; Alcântara, F.; Sousa, S.; Vieira, C.; Martins, L. 2000. Avaliação de características físico-químicas e biológicas da água no campus II da universidade católica de Goiás. UCG. Goiânia. GO. p. 7.

- Pearson, T.H. & Rosemberg, R. 1978. Macroenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanografy Marine Biology Annual*. Rev. 16. p. 229-311.
- Proersch, L. H. S. 2004. Aquacultura no estuário da Lagoa dos Patos e sua influência sobre o meio ambiente. Tese apresentada à Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica. Rio Grande. RS. p. 54.
- Saint-Paul, U. 1984. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum*, Serrasalmidae. *Environ. Biol. of Ffishes*, 11(1): 53-62.
- Schmittou, H. R. 1993. *Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume*. Associação Americana de Soja/Mogiana Alimentos. Ed. Coelho. Traduzido por Eduardo Ono. Campinas. SP. p. 78.
- Schwartz, M. F. & Boyd, C. E. 1994. Channel catfish pond effluents. Department of Fisheries and Allied Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station Auburn University. Alabama.USA. p. 273-281.
- Seo, J. & Boyd, C. E. 2001(a). Dry-tilling of pond bottoms and calcium sulfate treatment for water quality improvement. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(3): 257–268.
- Seo, J. & Boyd, C. E. 2001(b). Effects of bottom soil management practices on water quality improvement in channel catfish *Ictalurus punctatus* ponds. *Aquacultural Engineering*, 25: 83–97.
- Seok, K.S. 1995. Water quality in annually drained and undrained channel catfish ponds over a tree-year period. USA. *Progressive Fish-Culturist*, 57: 52-58.
- Silva, A. L. N. & Souza, R. A. L. 1998. *Glossário de Aqüicultura*. UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Imprensa Universitária. Recife. PE. p. 58.
- Silva, J. A. M.; Pereira-Filho, M.; Oliveira-Pereira, M. I. 2000. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui's (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1828) natural food. *Rev. Bras. de Biologia*, 60(4): 2000.
- Sipaúba-Tavares, L.H., Moraes, M.A.G.; Braga, F.M.S. 1999. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of haldling. *Rev. Brasil. Biol*, 59(4): 543-551.
- Stewart, J. 1997. Environmental impacts of aquaculture. *World Aquaculture*, 28(1): 47-52.
- Teichert-Coddington, D.R. 1996. Effect of stocking ration on semi-intensive polyculture of *Colossoma macropomum* and *Oreochromis niloticus* in Honduras, Central America. *Aquaculture*, 143: 291-302.

- Val, A.L. 1993. Adaptations of fishes to extreme conditions in freshwater. *In*: Bicudo, J.E. (Ed). *The vertebrate gas transport cascade: adaptation to environment and mode of life*. CRC Press. Boca Raton. p.43-53.
- Welch, E.B., 1992. Ecological effects of waste water: pollution in freshwater sistem. Pubs. Chapman & Hall. p. 425.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall International Edition Inc. 4th Ed. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. p. 663.