

CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO EM ESGOTO DOMÉSTICO  
FISH FARMING IN TREATED WASTEWATER WITCEmanuel Soares dos Santos<sup>1</sup>Manuel Furtado Neto<sup>2</sup>Suetônio Mota<sup>3</sup>André Bezerra dos Santos<sup>4</sup>Marisete Dantas de Aquino<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro de Pesca. Mestre em Engenharia de Pesca. Doutorando em Saneamento Ambiental na Universidade Federal do Ceará.

<sup>2</sup> Engenheiro de Pesca. Doutor em Engenharia de Pesca. Professor Adjunto do Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará.

<sup>3</sup> Engenheiro Civil e Sanitarista. Doutor em Saúde Ambiental pela Universidade de São Paulo. Professor Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará. Membro da Academia Cearense de Ciências.

<sup>4</sup> Engenheiro Civil. Doutor em Saneamento Ambiental pela Universidade de Wageningen, Holanda. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará.

<sup>5</sup> Engenheira de Pesca. Doutora em Meio Ambiente / Recursos Hídricos. Professora Associada do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará.

**Endereço para correspondência:** Suetônio Mota, Av. Beira Mar, 4.000 ap. 600, CEP 60165.121 – Fortaleza – Ceará - suetonio@ufc.br

4  
DAE  
maio/09

**RESUMO**

A pesquisa teve por objetivo avaliar o cultivo de peixes (tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus*) em esgoto doméstico tratado, com diferentes taxas de alimentação. Foram utilizados nove viveiros com 50m<sup>3</sup> de volume, cada, os quais foram abastecidos com esgoto doméstico tratado, em três tratamentos: T1 – ausência de ração; T2 e T3 - foi ofertado 50% e 100% da ração indicada pelo fabricante, respectivamente. Ao longo do tempo, foram determinados os seguintes dados biométricos dos peixes cultivados: comprimento total (cm/peixe), peso (g/peixe), biomassa (g/m<sup>3</sup>), produtividade (kg/ha/dia) e taxa de Conversão Alimentar (CA). Os dados da pesquisa indicaram que os melhores resultados foram obtidos no tratamento T2 (50% da ração indicada pelo fabricante).

**ABSTRACT**

The research evaluated the use of treated sewage and different quantities of commercial feed on fish farming (Nile tilapia - *Oreochromis niloticus*). Nine (09) tanks with 50 m<sup>3</sup> of volume were constructed in concrete and filled with treated sewage, after which were tested three different treatments: T1 – depletion of commercial feed; T2 and T3 – feed with 50% and 100% of the supplementation suggested by the supplier, respectively. The biometric parameters total length (cm/fish), weight (g/fish), biomass (g/m<sup>3</sup>), productivity (kg/ha/day) and food conversion rate (CR) were determined. The results indicated that the

Treatment T2 (50% of the supplementation suggested by the supplier) achieved the highest productivities.

**Palavras-chave:** reúso de águas; piscicultura em esgoto; tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

**Key words:** water reuse; aquaculture; Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).

**1. INTRODUÇÃO**

Na busca do desenvolvimento de atividades que estejam de acordo com os objetivos da sustentabilidade, nas quais as atividades devem ser economicamente viáveis, ecologicamente corretas e socialmente justas, é necessário considerar a prática do reúso de águas como uma das boas opções para a problemática da oferta hídrica. Quando é feito reúso em atividades como agricultura e aquíicultura, é possível agregar a atividade econômica, a geração de emprego e a produção de proteína.

Na busca pelo uso racional da água, é possível substituir as fontes para implantar o reúso e, assim, proporcionar maior volume de água de melhor qualidade para os usos nobres, como o abastecimento humano.

A prática de aquíicultura refere-se ao cultivo de animais e plantas em meio aquático tendo em vista o consumo alimentar para o homem ou para os animais (KELLNER; PIRES, 1998).

Por ser esta uma atividade que demanda grande quantidade de água, é necessário buscar o desenvolvimento de soluções alternativas, das quais o uso de efluentes tratados é uma dessas possíveis práticas.

Segundo Bastos (2003), com a desigualdade existente na distribuição de água no país, a piscicultura que use esgoto sanitário tratado constitui fonte alternativa de produção de proteína de baixo custo, além de servir como uma forma de reciclagem de nutrientes.

Essas características da atividade de aquíicultura não podem ser desconsideradas, pois a piscicultura é responsável por cerca de 45% de toda a produção da aquíicultura mundial, que atualmente é de aproximadamente 60 milhões de toneladas, isto é, algo em torno de 27 milhões de toneladas produzidas anualmente (FAO, 2006).

Em relação à reciclagem de nutrientes, convém enfatizar a capacidade de produção de biomassa de algas nos sistemas de tratamento de esgoto, em especial nas lagoas de estabilização. Matheus (1985) já afirmava que elas possibilitam a reciclagem de matéria orgânica e nutrientes de esgotos domésticos e, se bem projetados, os sistemas de lagoas podem funcionar como reatores biológicos econômicos do ponto de vista do consumo e aproveitamento de energia natural luminosa com excelente efetividade na fixação da energia solar, comparados à produtividade por hectare atual das safras agrícolas, que produzem

menos de 0,1 g/m<sup>2</sup>/dia. Em lagoas de estabilização, podem ser produzidas, no mesmo hectare, taxas de proteína de cem a duzentas vezes maior de proteína, ou seja, de 10 a 20 g/m<sup>2</sup>/dia. A biomassa que se desenvolve nas lagoas de estabilização consiste, principalmente, de algas.

Segundo o mesmo autor (op. cit.), pesquisas têm sido conduzidas em diversas partes do mundo, no sentido de utilizar essa massa de algas, porque constituem importante fonte de alimento protéico; nesses organismos, a proporção de proteínas chega a ser mais de 50% (em peso seco).

Para, de forma eficiente, aproveitar toda essa biomassa de qualidade devem ser utilizadas espécies de peixes que possuam a capacidade de assimilar essa fonte protéica com eficiência. Dentre as espécies mais utilizadas mundialmente nas pesquisas e nos cultivos que usam de esgoto, estão as carpas e as tilápias.

De acordo com Peirong (1989), a tilápia é onívora com tendência para ser herbívora. No estágio larval, alimenta-se, principalmente, de zooplâncton e o espectro alimentar aumenta com o crescimento do peixe. No hábito alimentar são incluídos todos os tipos de plâncton, seres bentônicos, algas, pequenas plantas aquáticas, detritos orgânicos, e pequenos animais, tais como minhocas, micro crustáceos, insetos aquáticos.

As tilápias nilóticas apresentam crescimento mais rápido e rendimento de filé superior, quando comparadas às demais espécies do mesmo gênero (SHELTON, 2002). Dentro de certos limites, as tilápias são espécies de peixes que melhor se adaptam a diferentes condições de qualidade de água. Toleram baixos níveis de oxigênio dissolvido, têm desenvolvimento em ampla faixa de acidez e alcalinidade na água, crescem e até se reproduzem em águas salobras ou salgadas e apresentam tolerância a altas concentrações de amônia, comparadas à maioria dos peixes cultivados.

Vários são os parâmetros de qualidade de água a serem considerados na piscicultura. Podem ser enumerados: transparência, pH, oxigênio dissolvido, salinidade (condutividade elétrica), temperatura; clorofila *a*, fósforo, compostos de nitrogênio e microrganismos patogênicos.

Do ponto de vista de qualidade microbiológica, a OMS - Organização Mundial de Saúde (WHO, 1989) propôs, para cultivo de peixes em águas residuárias tratadas, as seguintes diretrizes sanitárias:  $\leq 10^3$  Coliformes Fecais por 100 mL no tanque de piscicultura ou  $\leq 10^4$  no afluente ao tanque de piscicultura, e ausência de ovos de helmintos (trematóides). Esses critérios foram amplamente revistos pela OMS, em 2006 (WHO, 2006), como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Níveis de qualidade microbiológica para aqüicultura utilizando esgotos, de acordo com a Organização Mundial de Saúde.**

<b>Público alvo</b>	Ovos viáveis de trematóides (incluindo ovos de schistosoma onde for relevante) Nº por 100 mL ou por grama de sólidos totais <sup>a</sup>	<i>E. coli</i> (média aritmética por 100 ml ou por grama de sólidos totais <sup>a,b</sup> )	Ovos de helmintos <sup>c</sup> (média aritmética por litro ou por grama de sólidos totais <sup>a,d</sup> )
<b>Consumidores dos produtos</b>			
Água dos tanques	Não detectável	$\leq 10^4$	$\leq 1$
Esgoto sanitário	Não detectável	$\leq 10^5$	$\leq 1$
Excretas tratados	Não detectável	$\leq 10^6$	$\leq 1$
Carne comestível de peixe ou partes de plantas	Cercária infectável não detectável (ou não infectável)	Especificações da <i>Codex Alimentarius Commission</i> (FAO/OMS) <sup>e</sup>	Não detectável
<b>Trabalhadores na aqüicultura e comunidade local</b>			
Água dos tanques	Não detectável <sup>f</sup>	$\leq 10^3$	$\leq 1$
Esgoto sanitário	Não detectável <sup>f</sup>	$\leq 10^4$	$\leq 1$
Excretas tratados	Não detectável <sup>f</sup>	$\leq 10^5$	$\leq 1$

Fonte: WHO (2006).

<sup>a</sup> Os excretas são medidos em gramas de sólidos totais (em peso seco); 100 mL de esgotos sanitários / excretas contêm aproximadamente 1-4 g de sólidos totais.

<sup>b</sup> Deve ser determinada uma média aritmética para o período de aqüicultura. Para a água dos tanques (público alvo consumidores dos produtos), por exemplo, o valor médio de  $\leq 10^4$  deve ser determinado em, pelo menos, 90% das amostras, de modo a tolerar amostra com valor eventual maior ( $10^5$  ou  $10^6$  *E. coli* por 100 mL).

<sup>c</sup> Aplicável quando plantas aquáticas estão crescidas e quando há elevado contato com esgotos, excretas, água contaminada ou solos contaminados.

<sup>d</sup> Deve ser determinada uma média aritmética para o período de aqüicultura. O valor médio de  $\leq 1$  ovo por litro deve ser determinado em, pelo menos, 90% de amostras, de modo a tolerar amostra com valor eventual maior (com  $> 10$  ovos por litro).

<sup>e</sup> A "Codex Alimentarius Commission" não especifica qualidade microbiológica para carne de peixes ou plantas aquáticas; mais propriamente, recomenda a adoção de análise de riscos e controle de aspectos críticos, aplicados da produção ao consumo.

<sup>f</sup> Ovos viáveis de schistosoma, onde relevante.

O Prosab – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico elaborou diretrizes para o uso de esgotos sanitários na piscicultura, as quais constam da Tabela 2 (FLORÊNCIO et al., 2006).

**Tabela 2 – Diretrizes do Prosab para uso de esgotos sanitários em piscicultura**

Ponto de amostragem	CTer 100 mL <sup>-1</sup> (2)	Ovos de helmintos L <sup>-1</sup>	
		Nematóides intestinais humanos <sup>(3)</sup>	Trematóides
Afluente do tanque de piscicultura	$\leq 1 \times 10^4$	$\leq 1$	ND
No tanque de piscicultura	$\leq 1 \times 10^3$	$\leq 1$	ND

Fonte: FLORÊNCIO et al., 2006.

<sup>(1)</sup> Para o uso de esgoto tratado em piscicultura não há padrão explícito de DBO, DQO e SST, sendo as concentrações efluentes uma consequência das técnicas de tratamento compatíveis com a qualidade microbiológica estipulada. Entretanto, recomendam-se taxas de aplicação superficial nos tanques de piscicultura da ordem de 10-20 kg DBO ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Deve-se observar que a amônia livre é tóxica para peixes em níveis superiores a 2-5 mg NH<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>.

<sup>(2)</sup> Coliformes termotolerantes; média geométrica, alternativa e preferencialmente pode-se determinar *E. coli*.

<sup>(3)</sup> Média aritmética.

Este trabalho teve como objetivo estudar qual a melhor rotina alimentar para o cultivo da tilápia do Nilo em esgoto doméstico tratado, com base em parâmetros zootécnicos. Também foi avaliada a qualidade do esgoto afluente e nos tanques de piscicultura.

## METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisa sobre Tratamento de Esgotos e Reúso de Águas, situado próximo à estação de tratamento de esgoto (ETE) do município de Aquiraz – CE, da Cagece (Companhia de Água e Esgoto do Ceará). A ETE é composta por um sistema de lagoas de estabilização em série: 01 anaeróbia; 01 facultativa; 02 de maturação. Utilizou-se o efluente da última lagoa de maturação.

Foram utilizados nove (09) viveiros com 50m<sup>3</sup> de volume, cada, nos quais foram estocados alevinos de tilápia do Nilo, revertidos sexualmente para machos, na densidade de 3 alevinos/m<sup>2</sup> (150 alevinos por tanque) e o período de cultivo foi de 114 dias.

Foram testados três tratamentos, conforme descrito a seguir:

- 1º Tratamento – viveiros experimentais 1 (VE-1), 2 (VE-2) e 3 (VE-3): abastecidos com esgoto doméstico tratado no sistema de lagoas de estabilização e não foi ofertada ração comercial balanceada;
- 2º Tratamento – viveiros experimentais 4 (VE-4), 5 (VE-5) e 6 (VE-6): abastecidos com esgoto doméstico tratado no sistema de lagoas de estabilização com oferta de 50% da ração comercial balanceada indicada pelo fabricante;
- 3º Tratamento – viveiros experimentais 7 (VE-7), 8 (VE-8) e 9 (VE-9): abastecidos com esgoto doméstico tratado no sistema de lagoas de estabilização; foi ofertada 100% da ração comercial balanceada indicada pelo fabricante.

As análises estatísticas dos dados de crescimento em comprimento (cm/peixe), ganho de peso (g/peixe), e ganho de biomassa (g/m<sup>3</sup>) foram realizadas com o programa *BioEstat 4.0*, utilizando a metodologia estatística da Análise de Variância, conhecida como ANOVA (*Analysis of Variance*). Foram realizados os testes de *Lilliefors e Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade entre os dados. Para identificação das diferenças entre as médias, como houve homogeneidade entre as variâncias, foi utilizado o Teste de Tukey com significância de 5,0% ( $\alpha = 0,05$ ).

A Figura 1 mostra uma vista dos tanques de piscicultura utilizados na pesquisa.



**Figura 1 – Vista dos tanques de piscicultura. Aquiraz, Ce, 2007. sanitários em piscicultura**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características do esgoto tratado afluente aos tanques

O esgoto afluente aos tanques de piscicultura apresentou as características indicadas na Tabela 3. Do ponto de vista microbiológico, o mesmo atendeu às recomendações da Organização Mundial de Saúde e do Prosab (Tabelas 1 e 2), quanto ao número de coliformes fecais e ovos de helmintos.

**Tabela 3 – Características do esgoto afluente aos tanques de piscicultura. Aquiraz, CE. 2007.**

Parâmetro	n	Valor médio
pH	13	7,8
Condutividade (mS/cm)	13	727
RAS (mmol/L)	13	3,8
Sódio (mg/L)	3	53,7
Cálcio (mg/L)	3	45,4
Magnésio (mg/L)	3	28,0
Potássio (mg/L)	6	26,2
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	11	148,1
Cloretos (mg Cl-/L)	4	92,5
DBO (mg/L)	5	36,7
DQO total (mg/L)	10	111,8
DQO filtrada (mg/L)	6	51,4
ST (mg/L)	5	520,6
SST (mg/L)	4	15,2
STD (mg/L)	4	547,5
Amônia (mg N-NH <sub>3</sub> /L)	3	7,7
Fósforo (mg/L)	7	12,8
Coliformes Totais NMP/100 mL)	6	6,53E+02
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	5	7,73E+01
Ovos de Helmintos (ovos/L)	5	0,4
Turbidez (UT)	11	29,6

n – número de amostras; RAS – Razão de Adsorção de Sódio; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO – Demanda Química de Oxigênio; ST – sólidos totais; SST – sólidos suspensos totais; STD – sólidos totais dissolvidos.

### Qualidade da água nos tanques de piscicultura

Algumas características da água nos tanques de piscicultura são comentadas a seguir.

A temperatura média ficou em torno de 29°C. A faixa de temperatura ótima para cultivo de peixes tropicais é de 25 a 32°C e, especificamente para a tilápia do Nilo, entre 27 e 32°C; no caso de engorda, com a temperatura mantida entre 29 a 31°C, o crescimento chega a ser até 3 vezes maior que 20°C (BOYD, 1990; PROENÇA; BITTENCOURT, 1994; POPMA; LOVSHIN, 1996; KUBITZA, 2000). Verifica-se que nos tanques de cultivo a temperatura da água foi mantida dentro dos limites ótimos para o crescimento da tilápia do Nilo.

Os valores de pH apresentaram grande variação, no entanto, estiveram sempre na faixa acima da neutralidade. Segundo Kubitza (2000), no cultivo de tilápias, o pH da água deve ser mantido entre 6,0 e 8,5.

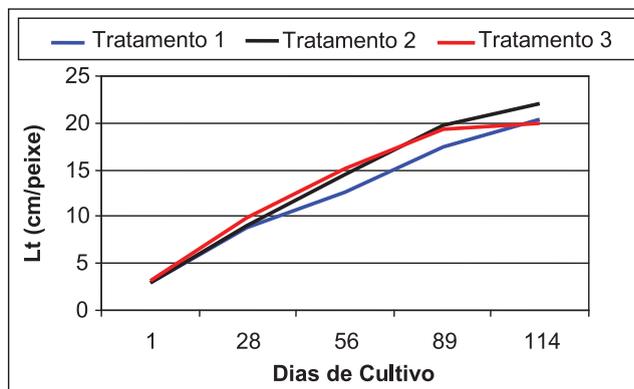
A tolerância às diversas formas de nitrogênio varia de espécie para espécie e também depende do estágio de vida; de modo geral, os níveis letais são de 0,6 a 2,0 mg/L para a amônia (AQUINO et al., 2007). Neste estudo os valores determinados para a amônia ficaram muito próximos de zero.

Foram observadas grandes variações nos teores de oxigênio dissolvido nas águas dos tanques de piscicultura, sem comprometimento no desenvolvimento dos peixes.

Os valores determinados para *E. coli* ficaram bem abaixo do limite máximo recomendado pelo Prosab, de 1.000 coliformes termotolerantes, nos tanques de piscicultura.

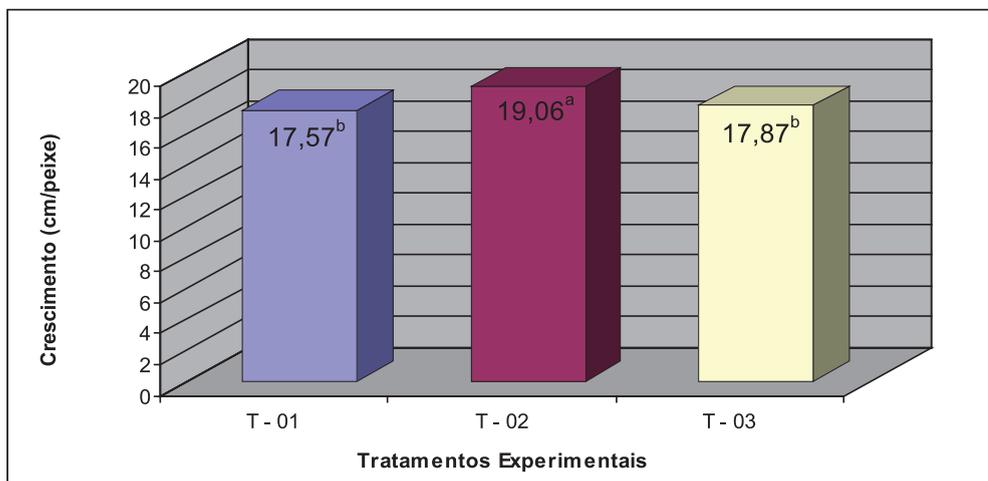
### Curvas de Crescimento

A Figura 2 apresenta a curva de crescimento, em comprimento total (cm/peixe) médio dos peixes, para os três tratamentos. Na Figura 3 constam os crescimentos médios dos peixes, ao final do cultivo.



Obs. Valores médios para 15 peixes de cada tratamento.

**Figura 2 – Curvas de crescimento, em comprimento total (Lt) médio, dos peixes cultivados nos três tratamentos experimentais. Aquiraz, Ceará, 2007.**



Obs. Valores médios para 15 peixes de cada tratamento.

**Figura 3 – Crescimento médio, em comprimento (cm/peixe), ao final do cultivo, nos três tratamentos experimentais. Aquiraz, Ceará, 2007.**

Felizatto (2000), em 120 dias de cultivo, obteve crescimento médio de 12,5 cm/peixe. Santos et al. (2007) obtiveram, em cultivo de 149 dias, crescimento de 14,6 cm/peixe, com aeração mecânica suplementar, 7,6 cm/peixe e 6,2 cm/peixe sem aeração suplementar; pode ser considerado que os resultados obtidos neste experimento foram muito bons, pois os três tratamentos experimentais apresentaram crescimento melhor que os alcançados pelos demais autores citados.

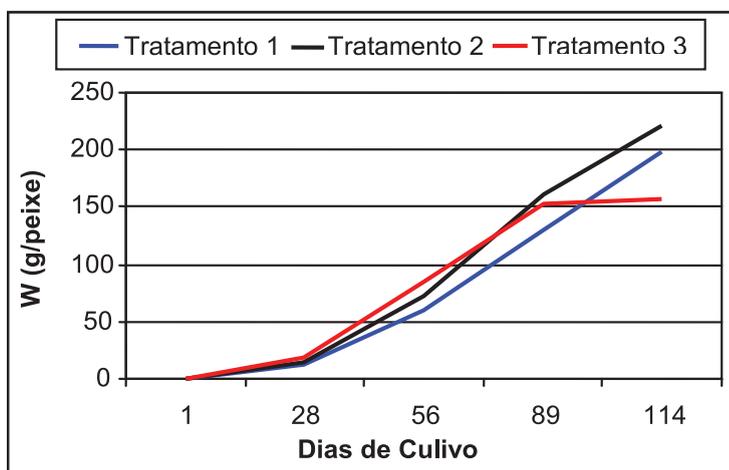
Com base na análise estatística, o Tratamento 2 obteve melhor resultado (Figura 3) e os Tratamentos 1 e 3 apresentaram valores estatisticamente iguais.

As curvas de crescimento, em peso (W) médio, são

apresentadas na Figura 4 e na Figura 5 constam os valores médios de ganho de peso, ao final do cultivo.

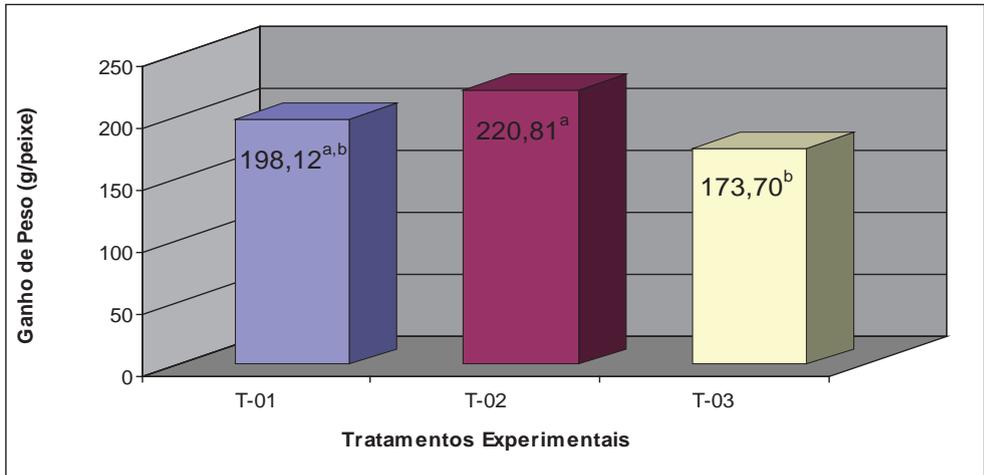
Na Figura 5, pode ser visto que os Tratamentos 1 e 2, foram os que, estatisticamente, apresentaram melhores resultados de ganho de peso, com maior valor para o Tratamento 2.

Felizatto (2000) alcançou resultados de ganho de peso da ordem de 82 g/peixe, em 120 dias de cultivo. Bastos (2003) relataram resultados de 100 g/peixe em 100 dias de cultivo. Pereira (2004) obteve resultado de 126,10 g/peixe em 180 dias de cultivo. Santos et al. (2007) alcançaram 636,84 g/peixe, em tanque com aeração mecânica, e 227,64 e 201,64 g/peixe, em tanques sem aeração, em condições semelhantes às deste experimento.



Obs. Valores médios para 15 peixes de cada tratamento.

**Figura 4 – Curvas de crescimento, em peso (W) médio, dos peixes cultivados nos três tratamentos experimentais. Aquiraz, Ceará, 2007**



Obs. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

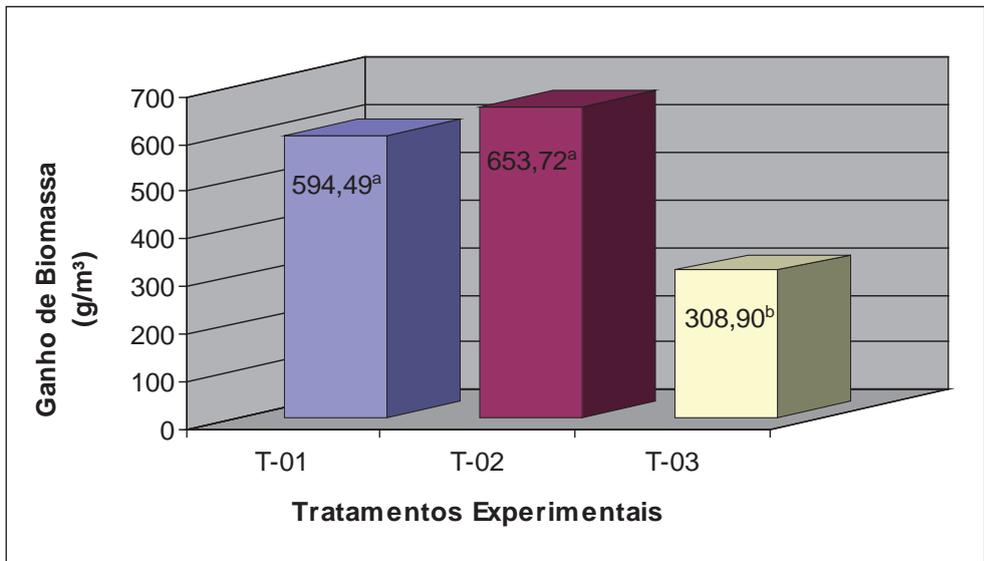
**Figura 5 – Crescimento médio, em peso (g/peixe), ao final do cultivo, nos três tratamentos experimentais. Aquiraz, Ceará, 2007.**

### Ganho de Biomassa

A biomassa foi obtida em gramas por metro cúbico ( $g/m^3$ ) e a determinação do ganho de biomassa foi feita por intermédio da diferença entre a biomassa calculada no início do experimento e a encontrada no final. A biomassa foi calculada por meio da relação entre o peso e o número

de peixes existentes em determinada unidade de volume.

Assim como os resultados de crescimento em comprimento (cm/peixe) e de ganho de peso (g/peixe), os de ganho de biomassa também foram submetidos à análise estatística ANOVA e ao teste de Tukey com significância de 5,0% ( $\alpha = 0,05$ ), não tendo sido observada diferença significativa entre os Tratamentos 1 e 2 (Figura 6).



Obs. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 6 – Ganho de biomassa ( $g/m^3$ ), ao final do cultivo, nos três tratamentos experimentais. Aquiraz, Ceará, 2007.**

Os valores obtidos por Santos et al. (2007) - de  $888,2 g/m^3$ , para piscicultura em esgoto doméstico tratado, com aeração mecânica; e de  $175,8 g/m^3$ , para piscicultura no mesmo esgoto doméstico sem aeração mecânica - indicam os bons resultados alcançados nesta pesquisa.

### Parâmetros zootécnicos

Na Tabela 4 são apresentados os valores determinados para diversos parâmetros zootécnicos avaliados nos peixes, para os três tratamentos levados a efeito nesta pesquisa.

**Tabela 4 – Parâmetros zootécnicos nos três tratamentos experimentais. Aquiraz, Ceará, 2007.**

PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS	Tratamentos		
	1	2	3
Crescimento, em comprimento (cm/peixe)	17,57 ± 1,30	19,30 ± 1,34	17,87 ± 1,98
Crescimento diário (cm/peixe/dia)	0,154	0,169	0,156
Ganho de peso (g/peixe)	198,12 ± 29,18	220,81 ± 32,09	173,7 ± 51,42
Ganho de peso diário (g/peixe/dia)	1,737	1,936	1,523
Ganho de Biomassa (g/m <sup>3</sup> )	395,95 ± 58,36	653,72 ± 94,98	308,90 ± 91,53
Produtividade (kg/ha/dia)	34,7	57,3	27,0
Conversão alimentar (CA)	0	0,54	2,57

A produtividade refere-se à biomassa existente em um determinado ambiente de cultivo. Relaciona-se a produtividade com uma unidade temporal, como um período de cultivo (ciclo de produção), ano ou dia. Por exemplo, kg/m<sup>3</sup>/ano ou kg/ha/dia, que foi a unidade utilizada nesta pesquisa.

Olah (1980) conseguiu produtividade de 4,72 kg/ha/dia e Srinivasan (1980) obteve 29,44 kg/ha/dia, em pesquisas utilizando esgoto doméstico na piscicultura. Pereira (2004) alcançou produtividade de 21,15 kg/ha/dia, com densidade de 3 peixes/m<sup>3</sup>. Santos et al. (2007) obtiveram produtividades de 62,28 kg/ha/dia em piscicultura em esgoto doméstico tratado, com aeração mecânica, e 11,79 kg/ha/dia em tanque sem aeração mecânica.

O fator de conversão alimentar (CA) refere-se à relação entre o consumo de ração (em kg) e a produção final (em kg) de determinado cultivo.

No tratamento 1 não houve fornecimento de ração, o que levou ao valor de CA igual a zero. Isto é, não foi necessário o fornecimento de ração para que fosse formado um quilograma de biomassa de peixe. Os peixes aproveitaram a biomassa algal presente no esgoto tratado para se alimentar e produzir sua biomassa corpórea. Este é o resultado esperado quando do cultivo em esgoto doméstico tratado: a produção de peixe com custo de ração zero.

No Tratamento 2, o valor da conversão alimentar foi igual a 0,54, o que indica terem sido necessários 540 g

de ração para ser produzido um quilograma de peixe, o que é um ótimo resultado para os padrões da piscicultura tradicional, na qual, comumente, para peixes com pesos iguais aos obtidos nesta pesquisa é alcançado CA em torno de 1,2; é preciso levar em consideração, também, que foi fornecida apenas a metade da quantidade de ração indicada pelo fabricante.

Por sua vez, para o Tratamento 3, a CA foi igual a 2,57, o que mostra terem sido necessários 2,57 kg de ração para ser produzido um quilograma de peixe - valor bem acima dos normalmente determinados na piscicultura convencional.

### CONCLUSÕES

Com base nos resultados desta pesquisa, pode ser concluído que:

1. Sistemas de lagoas de estabilização em série compostos de quatro unidades de tratamento - em regiões com características semelhantes às da área desta pesquisa, podem produzir efluentes com condições adequadas para uso em piscicultura.
2. O fornecimento de metade da ração comercial balanceada indicada pelo fabricante apresentou o melhor resultado conjunto dos

parâmetros zootécnicos, comparados com o cultivo de peixes em esgoto doméstico tratado, sem provisão de ração ou com adição de ração completa.

3. O cultivo de peixes em tanques com esgoto doméstico tratado é viável com Conversão Alimentar (CA) igual a zero, ou seja, sem o fornecimento de ração comercial, pois os peixes aproveitam a biomassa algal presente no líquido para se alimentar e produzir sua biomassa corpórea.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Programas ProSab/Finep, ao CNPq, e à Cagece (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), pelo apoio para realização da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- AQUINO, M. D.; GRADVOHL, S. T. S.; SANTOS, E. S. Reúso em piscicultura. In: MOTA, S.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. (Organizadores) Reúso de águas em irrigação e piscicultura. Fortaleza: UFC. 2007.
- BASTOS, R. K. X. (coordenador). Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Rio de Janeiro: Abes. 2003.
- BOYD, C. E. Water quality in ponds for aquacultura. Auburn University, Alabama: Birmingham Publishing Co. 1990.
- FAO Fisheries Department, State of word aquaculture 2006. FAO Fisheries Technical Paper. No. 500. Roma, FAO. 2006. 134p.
- FELIZATTO, M.R. Reúso de água em piscicultura no Distrito Federal: Potencial para pós tratamento de águas residuárias associado à produção de pescado. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil. 2000.
- FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (coord.). Tratamento e utilização de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- KELLNER, E.; PIRES, E. C. Lagoas de estabilização: projeto e operação. Rio de Janeiro: Abes, 1998.
- KUBITZA, F. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: Editora ACQUA & IMAGEM, 2000.
- MATHEUS, C. E. Utilização de peixes em águas residuárias – uma revisão bibliográfica. Revista DAE, Vol. 45, N° 143, 1985. p. 383-385.
- OLAH, J., “Structural and functional quantification in a series of Hungarian hypertrophic shallow lakes”. Hypertrophic Ecosystems. Junk, The Hague, Netherlands, 1980, pp. 191-202.
- PEIRONG, S. The biology of major freshwater-cultivated fishes in china. In: Integrated Fish Farming in China. NACA Technical Manual 7 – Network for Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, 1989, p. 1-32.
- PEREIRA, C. M. Avaliação do potencial do efluente de lagoas de estabilização para utilização na piscicultura. Florianópolis: UFSC. Tese Doutorado, 2004.
- POPMA, T.; LOVSHIN, L.L. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. International Center of Aquaculture and Aquatic Enviroments. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University. Research e Development Series n° 41. 1996.
- PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. Manual de piscicultura tropical. Brasília: Ibama, 1994.
- SANTOS, E. S.; ALMEIDA, M.; AQUINO, M. D.; VASCONCELOS, M. M. Uso de esgotos no cultivo da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: MOTA, S.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. (Organizadores) Reúso de águas em irrigação e piscicultura. Fortaleza: UFC. 2007.
- SHELTON, W. L., Tilápia culture in the 21st century. In: R.D. Guerrero III, ed. Proceedings of the International Forum on Tilápia Farming in the 21st century, Los Baños, Laguna, Philippines, 2002.
- SRINIVASAN, A., “Fish production in some hypertrophic ecosystems in South Índia”. Hypertrophic Ecosystems. Junk, The Hague, Netherlands, pp. 191-202p, 1980.
- WHO. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 3. Wastewater and excreta use in aquaculture. Geneva: World Health Organization, 2006.
- WHO. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Geneva: World Health Organization. Technical Report Series n° 776, 1989.