



II-302 - CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO EM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO, COM DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO

Emanuel Soares dos Santos ⁽¹⁾

Mestre em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará. Doutorando em Engenharia Civil, área de concentração em Saneamento Ambiental, UFC. Bolsista CNPq.

Suetônio Mota

Doutor em Saúde Ambiental. Professor Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará. Membro da Academia Cearense de Ciências.

Marisete Dantas de Aquino

Doutora em Meio Ambiente. Professora Associada do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará.

André Bezerra dos Santos

Doutor em Saneamento Ambiental. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará.

Endereço ⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – UFC. Campus do Pici, Bloco 713. Fortaleza, Ceará. Fone: 3366.96.24 e-mail: esspesca@yahoo.com.br

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar qual a melhor rotina alimentar para o cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em esgoto doméstico tratado, a partir da utilização de diferentes taxas de alimentação. Utilizaram-se nove (09) viveiros com 50m³ de volume, cada, que foram abastecidos com esgoto doméstico tratado para o cultivo de tilápia do Nilo, em três tratamentos experimentais: 1º Tratamento - não foi ofertada ração; 2º Tratamento - foi ofertada 50% da ração indicada pelo fabricante; 3º Tratamento - foi ofertada 100% da ração indicada pelo fabricante. A partir dos dados colhidos nas biometrias foram analisados os parâmetros de crescimento, em comprimento total (cm/peixe), peso (g/peixe) e biomassa (g/m³), para os quais foi feita a análise estatística ANOVA e o Teste de Tukey; além da produtividade (kg/ha/dia) e da taxa de Conversão Alimentar (CA). Para o crescimento em comprimento (cm/peixe), o Tratamento 2 apresentou o melhor resultado, sendo estatisticamente diferente dos outros dois tratamentos. Para o ganho de peso (g/peixe), o Tratamento 2 apresentou o melhor resultado, porém, foi estatisticamente semelhante ao Tratamento 1, que, por sua vez, foi semelhante ao Tratamento 3. Para o ganho de biomassa (g/m³), o Tratamento 2 obteve o melhor resultado, porém, foi estatisticamente semelhante ao Tratamento 1; já o Tratamento 3 apresentou o pior resultado, assim como para produtividade e conversão alimentar. Pelos resultados apresentados concluiu-se que o melhor tratamento a ser aplicado para o cultivo de tilápia do Nilo com uso de esgoto doméstico tratado é aquele em que se utiliza 50% da ração indicada pelo fabricante (Tratamento 2).

PALAVRAS-CHAVE: Reúso de águas; piscicultura; tilápia do Nilo; reúso em piscicultura.

INTRODUÇÃO

Com a desigualdade existente na distribuição de água no país, a piscicultura com esgotos sanitários constitui fonte alternativa de produção de proteína a baixo custo, além de funcionar como uma forma de reciclagem de nutrientes (BASTOS, 2003).

A piscicultura usando esgoto sanitário tratado, assim como a piscicultura em si, como contribuição à segurança alimentar, deve obedecer aos princípios de sustentabilidade econômica, sanitária e ambiental, ou seja, a atividade deve garantir retorno financeiro, não impor riscos à saúde humana e não produzir impactos ambientais; posteriormente, impõe-se o desafio de vencer barreiras de natureza cultural.

Para, de forma eficiente, aproveitar toda a 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.

A tilápia do Nilo apresenta grande habilidade em filtrar partículas do plâncton. Assim, quando cultivada em viveiros de águas verdes, geralmente supera em crescimento e conversão alimentar as demais espécies de tilápias. Dentro dos seus limites, as tilápias são espécies de peixes que se adaptam a diferentes condições de qualidade de água. Toleram baixo oxigênio dissolvido, convivem com uma faixa ampla de acidez e alcalinidade na água, crescem e até se reproduzem em águas salobras ou salgadas e apresentam tolerância a altas concentrações de amônia tóxica, comparadas a maioria dos peixes cultivados. Estas foram características decisivas para a utilização desta espécie nas condições adotadas no presente trabalho.

Neste trabalho teve-se como objetivo avaliar qual a melhor rotina alimentar para o cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em esgoto doméstico tratado, a partir da utilização de diferentes taxas de alimentação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa teve como base a análise de alguns parâmetros zootécnicos para a avaliação da viabilidade técnica do cultivo de tilápia do Nilo utilizando esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização.

Foram testados três diferentes manejos alimentares para que fosse definido qual melhor se adequaria às condições de cultivo propiciadas com este tipo de reúso de água.

Os experimentos foram realizados no Centro de Pesquisa sobre Tratamento de Esgoto e Reúso de Águas que fica situado em área anexa a uma estação de tratamento de esgoto (ETE) da Cagece (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), localizada no município de Aquiraz, a aproximadamente 22 km de Fortaleza, sendo o acesso feito pela CE-040.

A Figura 1 mostra o *lay-out* da área onde se desenvolveu a pesquisa, indicando os nove (09) viveiros com 50m³ de volume, cada, que foram abastecidos com esgoto doméstico tratado para o cultivo de tilápia do Nilo.

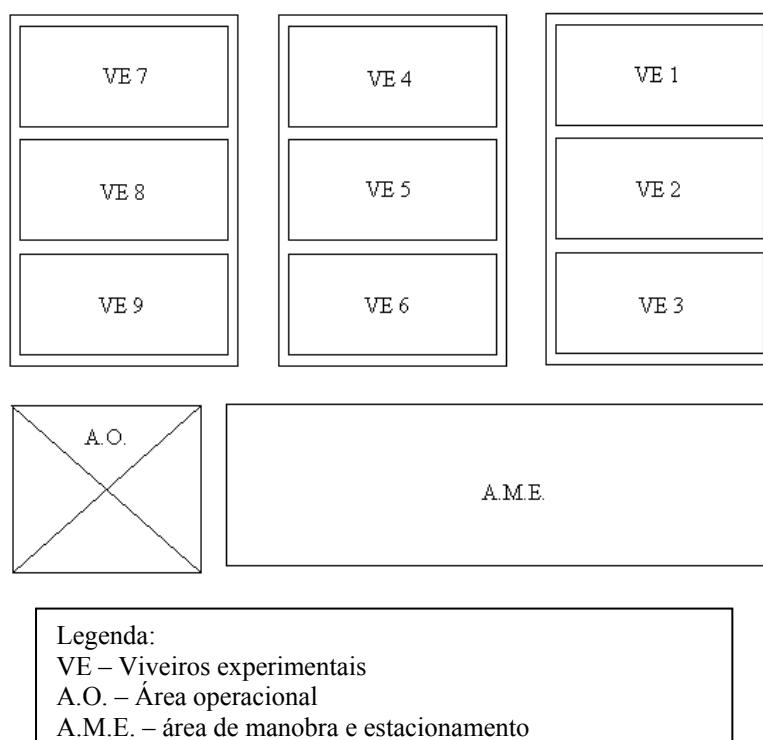


Figura 1 - Lay-out da área experimental destinada à piscicultura no Centro de Pesquisas sobre Reúso de Águas, Aquiraz, Ceará, 2007.

O esgoto doméstico tratado utilizado foi o efluente final de um sistema de lagoas de estabilização composto de quatro lagoas em série: uma anaeróbia, uma facultativa e duas de maturação.

Foram testados três tratamentos, conforme descrição a seguir:

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

Nos nove (09) viveiros experimentais foram estocados alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, revertidos sexualmente para machos na densidade de 3 alevinos/m³.

Na Figura 2 tem-se uma vista dos tanques de piscicultura utilizados na pesquisa, observando-se a cobertura com tela, para evitar a ação de predadores.



Figura 2 – Vista dos tanques de piscicultura. Aquiraz, CE. 2007

RESULTADOS

Características do esgoto tratado afluente aos tanques

O esgoto afluente aos tanques de piscicultura apresentou as características indicadas na Tabela 1. Do ponto de vista microbiológico, o mesmo atendeu às recomendações da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006) para uso de esgoto tratado em piscicultura.

Qualidade da água nos tanques de piscicultura

Na Figura 3 constam dados de diversos parâmetros de qualidade da água nos tanques de piscicultura.

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 três vezes maior que 20°C (KUBITZA, 2000). Pode ser verificado 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 de 1.000 coliformes termotolerantes, recomendado para tanques de piscicultura (FLORÊNCIO et al, 2006).



Tabela 1 – 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 ₃ /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 ₃ /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.

Dados Biométricos e Parâmetros Zootécnicos

A Tabela 2 contém os valores médios e desvio padrão encontrados nas biometrias realizadas nos três tratamentos experimentais. Ao se verificar os valores correspondentes ao 114º dia de cultivo, equivalente ao final do experimento, é possível observar que o melhor resultado foi o do Tratamento 2 (onde foi utilizada metade da ração), cujo valor de comprimento total médio obtido foi de $22,0 \pm 1,71$ cm/peixe, seguido pelo Tratamento 1, com $20,4 \pm 1,26$ cm/peixe, e este, com o resultado praticamente igual, pelo Tratamento 3, com $20,0 \pm 2,76$ cm/peixe.

Na Figura 4 constam os crescimentos médios dos peixes, ao final do cultivo.

Os valores médios e desvio padrão para peso (W) dos três tratamentos experimentais, obtidos nas biometrias realizadas durante o período do cultivo, são mostrados na Tabela 3.

O melhor resultado foi determinado no Tratamento 2, com $221,30 \pm 32,09$ g/peixe, seguido pelos Tratamentos 1 e 3, com $198,60 \pm 29,18$ g/peixe e $158,00 \pm 63,47$ g/peixe, respectivamente.

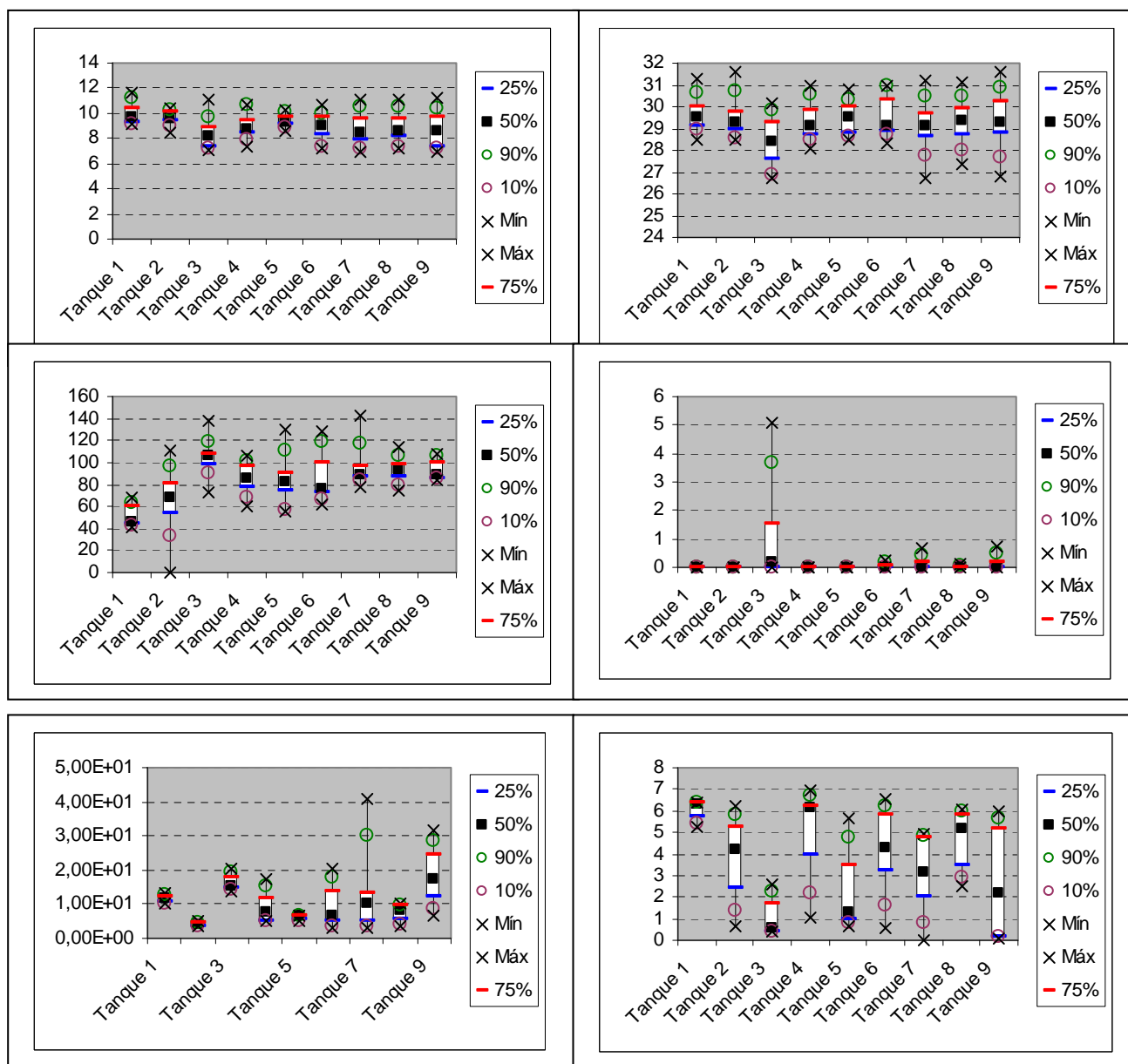
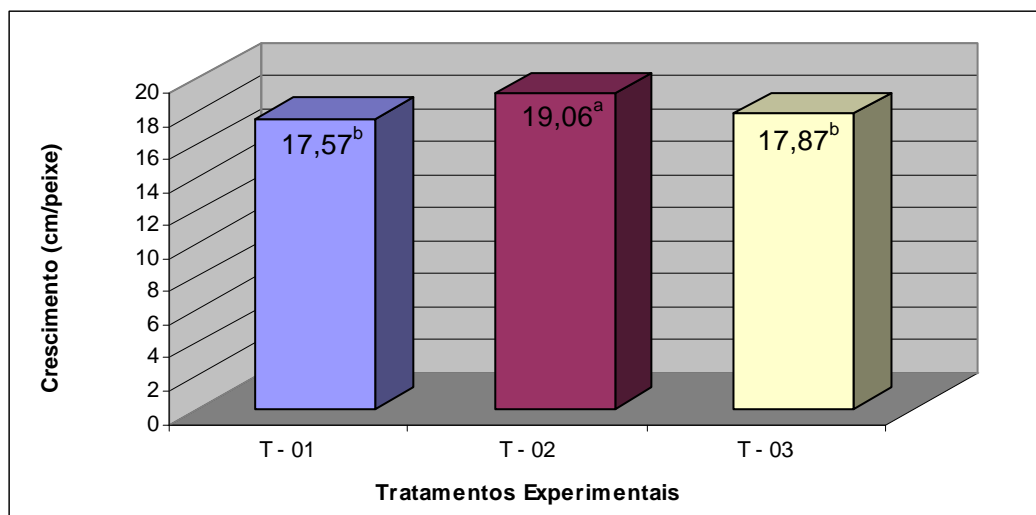


Figura 3 – Características da água dos tanques de piscicultura. Aquiraz, Ce, 2007.

Tabela 2 – Valores médios e desvio padrão do comprimento total (Lt) dos peixes cultivados nos três tratamentos experimentais no Centro de Pesquisa sobre Reúso de Águas, Aquiraz, Ceará, 2007.

Dias de Cultivo	Treatamento 1	Treatamento 2	Treatamento 3
	Lt (cm/peixe)		
1	3,0 ± 0,40	2,9 ± 0,40	3,2 ± 0,40
28	8,8 ± 1,00	9,1 ± 0,73	9,9 ± 1,02
56	12,6 ± 1,66	14,6 ± 1,83	15,2 ± 1,34
89	17,4 ± 1,65	19,7 ± 1,65	19,4 ± 1,49
114	20,4 ± 1,26	22,0 ± 1,71	20,0 ± 2,76



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

Figura 4 – Crescimento médio, em comprimento (cm/peixe), ao final do cultivo, nos três tratamentos experimentais. Aquiraz, Ceará, 2007.

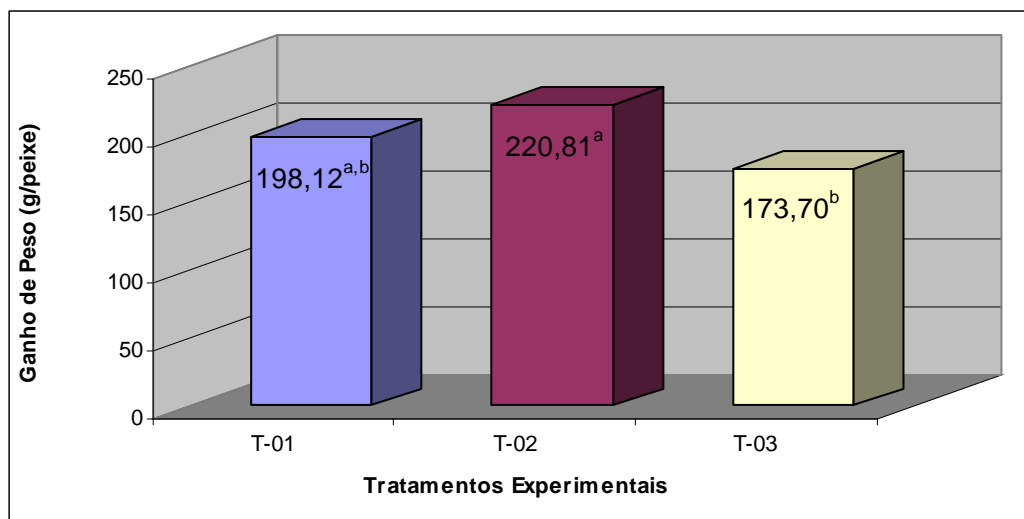
Tabela 3 – Valores médios e desvio padrão do peso (W) dos peixes cultivados nos três tratamentos experimentais no Centro de Pesquisa sobre Reúso de Águas, Aquiraz, Ceará, 2007.

Dias de Cultivo	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
	W (g/peixe)		
1	0,45 ± 0,02	0,45 ± 0,02	0,45 ± 0,02
28	12,60 ± 1,64	13,70 ± 1,64	19,60 ± 2,61
56	60,60 ± 19,99	73,30 ± 16,01	85,00 ± 8,42
89	129,70 ± 25,27	162,10 ± 16,69	153,10 ± 23,85
114	198,60 ± 29,18	221,30 ± 32,09	158,00 ± 63,47

Na Figura 5 são apresentados os valores médios de ganho de peso, ao final do cultivo.

A produtividade (em kg/ha/dia) é um parâmetro zootécnico amplamente discutido na literatura especializada na área e se refere a uma 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. Tem-se, então, neste caso, por exemplo, kg/m³/ano ou kg/ha/dia, que foi a unidade utilizada neste experimento.

O Tratamento 1 apresentou produtividade de 37,0 kg/ha/dia, sendo este o segundo melhor resultado, que foi superado pelo Tratamento 2, com 57,3 kg/ha/dia; o pior resultado alcançado foi o do Tratamento 3, com 27,0 kg/ha/dia.



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.

Na Tabela 4 apresenta-se o resumo dos resultados dos principais parâmetros zootécnicos obtidos na pesquisa. Para complementar as informações, são mostrados, também, os valores de crescimento diário (cm/peixe/dia) e ganho de peso diário (g/peixe/dia).

Tabela 4 – Resultados dos principais parâmetros zootécnicos avaliados nos peixes dos três tratamentos experimentais no Centro de Pesquisa sobre Reúso de Águas, 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/m³)	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

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

O tratamento 1 não recebeu fornecimento de ração, o que levou ao valor de CA igual a zero. Isto é, não foi necessário nenhum quilograma de ração para que fosse formado um quilograma de biomassa de peixe. Este fato aconteceu porque os peixes aproveitaram a biomassa algal presente no esgoto tratado para se alimentar e produzir sua biomassa corpórea. Este é o resultado que se espera para o cultivo com efluente de esgoto doméstico tratado: a produção de peixe com custo de ração zero.

No Tratamento 2 o resultado de CA foi de 0,54. Portanto, foram necessários 540 g de ração para se produzir um quilograma de peixe, o que é um ótimo resultado para os padrões da piscicultura tradicional, onde, comumente, para peixes com peso igual aos obtidos neste experimento, se alcança CA em torno de 1,2, ainda mais levando-se em consideração que o tratamento experimental consta do fornecimento da metade da quantidade de ração indicada pelo fabricante.



Já para o Tratamento 3 a CA foi de 2,57. Isto quer dizer que foram necessários 2,57 kg de ração para se produzir um quilograma de peixe, estando este valor bem acima do valor 1,2 anteriormente mencionado como o comumente alcançado, o que inviabiliza este Tratamento, pelo custo elevadíssimo de ração necessária para a produção do peixe.

CONCLUSÕES

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.

O Tratamento 2, que foi composto de três viveiros abastecidos com esgoto doméstico tratado no sistema de lagoas de estabilização e nos quais foi ofertada a metade da taxa de arraçoamento indicada pelo fabricante da ração comercial, apresentou o melhor resultado conjunto dos parâmetros zootécnicos, sendo esta a melhor solução a ser aplicada quando as outras condições de cultivo forem semelhantes às apresentadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. BASTOS, R. K. X. (coord.). Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Rio de Janeiro: Abes. 2003.
3. FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (coord.). Tratamento e utilização de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
4. KUBITZA, F. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: Editora ACQUA & IMAGEM, 2000.
5. 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.
6. WHO. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 3. Wastewater and excreta use in aquaculture. Geneva: World Health Organization, 2006.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Finep / Programa Prosab e da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) à realização da pesquisa.