

## II-204 - USO DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO NO CULTIVO DO PEIXE ORNAMENTAL MOLINÉSIA *Poecilia* sp

**Emanuel Soares dos Santos<sup>(1)</sup>**

Engenheiro de Pesca e Mestre em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutorando em Engenharia Civil - Saneamento Ambiental pela UFC. Bolsista de doutorado CNPq.

**Francisco Suetônio Bastos 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.

**Rafahel Marques Macedo Fontenele**

Engenheiro de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestrando em Engenharia Civil - Saneamento Ambiental pela UFC. Bolsista de Mestrado Capes.

**André Bezerra dos Santos**

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

**Marisete Dantas de Aquino**

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

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – UFC. Campus do Pici, Bloco 713. Fortaleza, Ceará. Fone: 3366.96.24 e-mail: [emanuelaqua@yahoo.com.br](mailto:emanuelaqua@yahoo.com.br)

### RESUMO

O uso de esgoto sanitário (reúso de água) pode ser considerado uma importante ferramenta de gestão dos recursos hídricos. De maneira geral, os sistemas de lagoas de estabilização produzem efluentes em condições para o uso em aquicultura, sem a necessidade de grandes intervenções. Ao se cultivar peixes que serão utilizados para alimentação humana com o uso esgoto sanitário, devem ser adotados padrões sanitários rígidos para evitar contaminação por patógenos. Porém, se forem cultivados peixes ornamentais, reduzem-se significativamente os riscos de contaminação pela ingestão de pescado infectado. Com a presente pesquisa objetivou-se estudar a viabilidade da utilização de esgotos domésticos tratados na criação do peixe ornamental molinésia, *Poecilia* sp., por meio do rendimento zootécnico e da capacidade de adaptação destes ao meio de cultivo. Em todos os parâmetros de rendimento zootécnicos avaliados, o tratamento que utilizou o esgoto tratado diluído foi o que apresentou os maiores resultados, seguido pelo tratamento que utilizou apenas esgoto tratado, e este pelo que utilizou apenas água bruta, observando-se diferença estatisticamente significativa entre eles. Por meio dos resultados dos parâmetros físico-químicos, observou-se que o esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização oferece condição para realizar o cultivo da espécie, salvo a necessidade de algumas correções. Recomenda-se, para experimentos futuros, que seja realizado o cultivo de uma única espécie e linhagem para homogeneizar a produção e valorizar o produto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reúso, piscicultura, molinésia, qualidade de água, crescimento.

### INTRODUÇÃO

A gestão integrada dos efluentes de estações de tratamento de esgoto, em que se considere a prática do reúso, constitui uma medida importante para evitar a poluição dos corpos de água por nutrientes, ao mesmo tempo em que proporciona o seu uso em atividades produtivas (MOTA, 2008; MOTA; SPERLING, 2009). Desta forma, leva-se a considerar a importância do uso de esgoto sanitário (reúso de água) como uma ferramenta de gestão dos recursos hídricos.

A Organização Mundial de Saúde (OMS/WHO) admite que o uso de águas residuárias esteja passando a ser vista em um contexto mais amplo, por conta da gestão integrada dos recursos hídricos, especialmente nas regiões áridas e semi-áridas (WHO, 2006).

No reúso em irrigação, hidroponia e piscicultura, além do suprimento de água, o esgoto pode proporcionar o fornecimento dos nutrientes necessários às plantas e aos animais aquáticos (MOTA; SPERLING, 2009).

Em geral, os sistemas de tratamento biológico de águas residuárias produzem efluentes dentro dos padrões recomendados para aquicultura, não sendo necessárias grandes intervenções para a realização do cultivo. É válido salientar que os sistemas de lagoas de estabilização em série, com quatro ou mais lagoas, em condições normais de funcionamento, produzem efluente de boa qualidade para o uso em aquicultura.

Ao se tratar de peixes cultivados utilizando esgoto sanitário, devem-se adotar procedimentos rígidos de higiene ao manipular o pescado produzido, para evitar a contaminação cruzada do tecido comestível durante o preparo ou mesmo ao comer (WHO, 2006).

Porém, ao se adotar o cultivo de organismos aquáticos não destinados à alimentação humana são reduzidos significativamente os riscos de contaminação. Por exemplo, ao cultivar peixes ornamentais é eliminada a via de contaminação pela ingestão de pescado infectado.

A piscicultura ornamental tem grande importância no mercado internacional da aquicultura. Estima-se que o comércio varejista mundial de peixes ornamentais movimente entre 800 milhões a 30 bilhões de dólares no comércio de mais de 350 milhões de peixes, anualmente, dos quais 80 a 90% são de espécies de água doce (BARTLEY, 2000; HELFMAN *et al.*, 2009 *apud* SAXBY *et al.*, 2010).

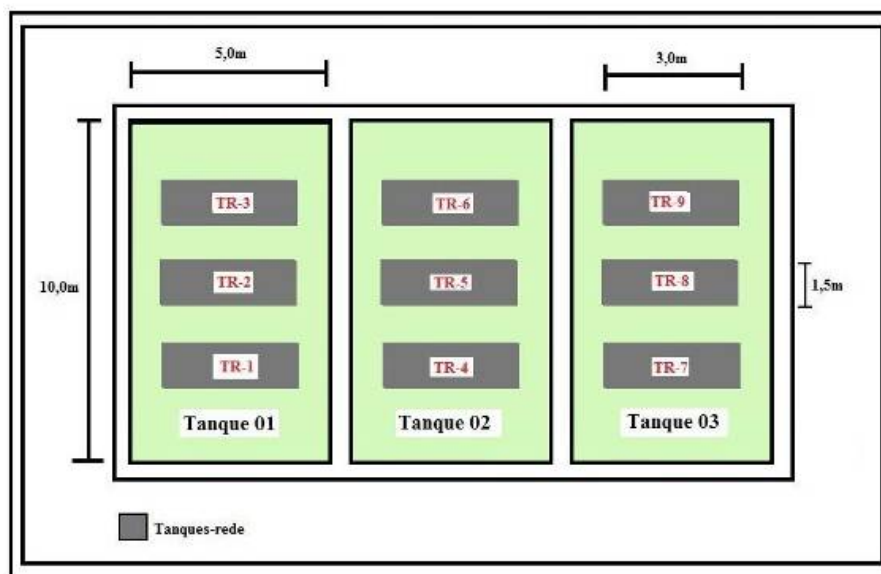
Na presente pesquisa foram utilizados peixes da Família *Poeciliidae*, popularmente conhecidos como molinésias. Estes são peixes filtradores fitoplancetófagos com reconhecida rusticidade entre os aquarofilistas e aquicultores ornamentais.

Com a presente pesquisa objetivou-se avaliar a capacidade do esgoto tratado como fonte de água e alimento natural para o cultivo dos peixes ornamentais da espécie *Poecilia* sp. por meio das análises dos indicadores de qualidade de água e do acompanhamento dos parâmetros zootécnicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Centro de Pesquisa sobre Tratamento de Esgotos e Reúso de Águas, situado junto a uma estação de tratamento de esgoto (ETE) da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece), no município de Aquiraz, Ceará, Brasil. A ETE utiliza a tecnologia de lagoas de estabilização, sendo composta por quatro lagoas em série: uma anaeróbia, uma facultativa e duas de maturação, sendo parte ou totalidade da água de abastecimento dos viveiros, conforme as características do tratamento experimental adotado, retirada desta última.

Para a realização do experimento foram utilizados três tanques construídos em alvenaria com volume de 50m<sup>3</sup> (10 x 5,0 x 1,0m). Dentro de cada um deles foram colocados três tanques-rede confeccionados com tela industrial com abertura de malha de 0,5mm e cobertos com tela tipo sombrite 50%, com volume de 3,6m<sup>3</sup> (3,0 x 1,5 x 0,8m). O volume útil dos tanques-rede foi mantido em 3,0m<sup>3</sup>. Na Figura 01 mostra-se o *lay-out* da área experimental, indicando-se a disposição dos tanques-rede nos tanques experimentais.



**Figura 01: Lay-out da área experimental utilizada no experimento de cultivo de peixe ornamental utilizando esgoto doméstico tratado. Aquiraz, Ceará, 2010.**

Nos tanques-rede (TRs) foram estocados alevinos de molinésia, *Poecilia sp.*, na densidade experimental 200 peixes/m<sup>3</sup> (600 peixes/TR), igualmente nos três tratamentos testados. Não foi fornecida alimentação artificial (ração) em qualquer dos tratamentos experimentais. Na Tabela 01 encontram-se as descrições das estruturas e dos tratamentos experimentais utilizados nas pesquisas.

**Tabela 01: Descrição das estruturas e dos tratamentos experimentais testados para o uso de esgoto doméstico tratado no cultivo do peixe ornamental molinésia, *Poecilia sp.* Aquiraz, Ceará, 2010.**

Estruturas Utilizadas	Sigla	Descrição do Tratamento Experimental
Tanque 1 (TR 01, 02 e 03)	ET	Abastecido com esgoto doméstico tratado;
Tanque 2 (TR 04, 05 e 06)	ED	Abastecido com esgoto tratado diluído a 50% com água bruta proveniente de poço freático;
Tanque 3 (TR 07, 08 e 09)	AB	Abastecido com água bruta proveniente de poço freático;

Na Tabela 02 indicam-se os valores de peso médio (g), comprimento total médio (mm) e biomassa estocada (g/m<sup>3</sup>) nos três tratamentos experimentais testados.

**Tabela 02: Comprimento total médio (mm), peso médio (g) e biomassa (g/m<sup>3</sup>) inicial dos três tratamentos experimentais testados para o uso de esgoto doméstico tratado no cultivo do peixe ornamental molinésia. Aquiraz, Ceará, 2010.**

Parâmetro Zootécnico	Tratamentos Experimentais		
	ET	ED	AB
Comprimento total médio (mm)	12,7 ± 2,46b	13,3 ± 2,08b	15,0 ± 2,93a
Peso médio (g)	0,05 ± 0,01a	0,05 ± 0,01a	0,06 ± 0,02a
Biomassa (g/m <sup>3</sup> )	10,36 ± 1,60a	10,26 ± 1,34a	12,59 ± 3,42a

ET – Esgoto tratado; ED – Esgoto diluído; AB – Água bruta.

O cultivo teve duração de 127 dias. Para o acompanhamento do desenvolvimento dos peixes, foram realizadas biometrias periodicamente, ocasião em que os peixes foram pesados, utilizando balança digital com precisão de 0,5g, e medidos, usando paquímetro digital com precisão de 0,1mm.

Para avaliação da qualidade da água, foram monitorados os seguintes parâmetros físico-químicos: Temperatura e Oxigênio Dissolvido (OD), utilizando uma sonda multiparamétrica, e a Transparência, usando disco de *Secchi, in loco*; pH, Amônia Não-ionizada (NH<sub>3</sub>) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), com

análises realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental (LABOSAN) do Departamento de Engenharia Sanitária (DEHA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), utilizando as metodologias propostas pelo *Standard Methods* (APHA, 2005).

As análises estatísticas dos parâmetros zootécnicos foram realizadas usando o programa *BioEstat 5.0*, aplicando a Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey com significância de 5,0% ( $p = 0,05$ ).

## RESULTADOS

Na Tabela 03 apresentam-se os resultados de comprimento total (mm) e peso médio (g) das quatro biometrias realizadas durante os 127 dias de cultivo. As mesmas letras entre os tratamentos no mesmo dia de cultivo representem semelhança estatisticamente significativa entre os valores médios dos tratamentos. A comparação foi realizada usando o teste de *Tukey* para significância de 5,0% ( $P = 0,05$ ).

**Tabela 03: Resultados de comprimento total (mm) e peso médio (g) dos molinésias cultivados nos três tratamentos experimentais. Aquiraz, Ceará, 2010.**

Dias de Cultivo	ET	ED	AB	ET	ED	AB
	Comprimento total (mm)			Peso médio (g)		
1	12,7 ± 2,46b	13,3 ± 2,08b	15,0 ± 2,93a	0,05 ± 0,01a	0,05 ± 0,01a	0,06 ± 0,02a
19	22,4 ± 4,25b	21,7 ± 3,17b	24,3 ± 3,66a	0,18 ± 0,02b	0,17 ± 0,03b	0,27 ± 0,05a
31	30,3 ± 4,51a	26,0 ± 3,50b	24,0 ± 3,59c	0,42 ± 0,12a	0,23 ± 0,04b	0,32 ± 0,05a
43	31,3 ± 5,05a	26,2 ± 4,71b	26,3 ± 4,21b	0,52 ± 0,10a	0,33 ± 0,11a	0,29 ± 0,03b
65	35,1 ± 4,9a	29,4 ± 5,37b	27,2 ± 4,47b	0,61 ± 0,11a	0,39 ± 0,09b	0,35 ± 0,04b
80	36,9 ± 5,34a	35,3 ± 6,45a	28,4 ± 3,86b	0,67 ± 0,14a	0,70 ± 0,27a	0,39 ± 0,08b
101	38,0 ± 6,43a	40,0 ± 8,89a	30,7 ± 5,27b	0,91 ± 0,12a	0,99 ± 0,28a	0,42 ± 0,09b
127	39,6 ± 8,34b	47,7 ± 8,3a	36,1 ± 5,1c	1,18 ± 0,17b	1,81 ± 0,25a	0,70 ± 0,12c

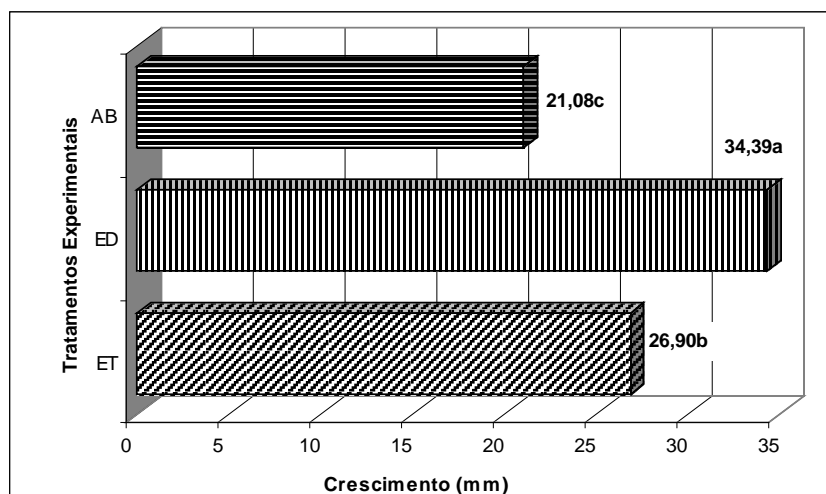
ET – Esgoto tratado; ED – Esgoto diluído; AB – Água bruta.

Nas Figuras 2A, B e C é possível observar alguns exemplares da espécie cultivada, *Poecilia sp.*, capturados ao final do cultivo nos tratamentos ET, ED e AB, respectivamente. É válido salientar que a diferença de coloração apresentada entre os peixes é causada pelo cruzamento das linhagens de cor prata, preta e dourada da mesma espécie. Não foi observado prejuízo na coloração ou apresentação física dos peixes cultivados, o que é muito importante por tratar-se de uma espécie ornamental.



**Figura 02: Amostras do peixe ornamental molinésia, *Poecilia sp.*, retiradas dos Tratamentos ET (A), ED (B) e AB (C) ao final dos 127 dias de cultivo experimental, ênfase para o comprimento total (mm). Aquiraz, Ceará, 2010.**

Na avaliação do crescimento (mm) dos peixes cultivados, o tratamento ED apresentou a maior média final ( $34,4 \pm 8,3$  mm), seguido pelo tratamento ET ( $26,9 \pm 8,3$  mm) e este pelo tratamento AB ( $21,1 \pm 5,1$  mm). Os tratamentos apresentaram diferença estatisticamente significativa entre eles. Na Figura 03 está graficamente representada a média do crescimento (mm) dos peixes cultivados nos três tratamentos experimentais testados.

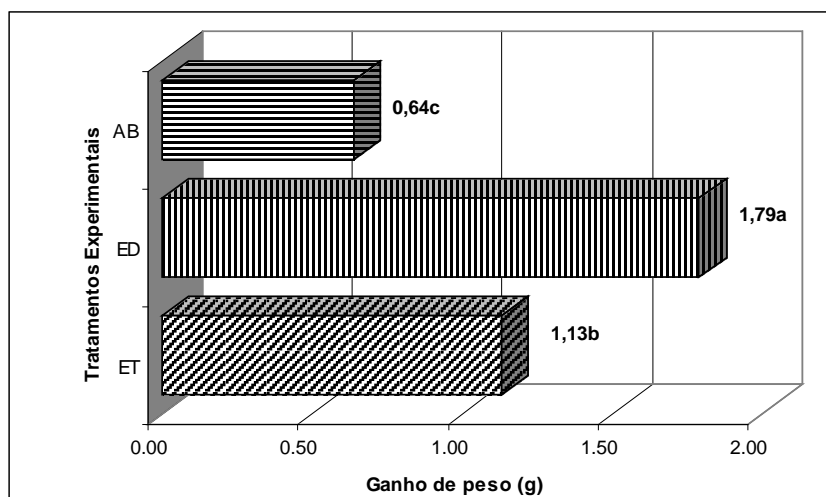


Legenda: ET: Esgoto tratado; ED: Esgoto diluído; AB: Água bruta.

Letras diferentes dentro dos valores médios dos tratamentos indicam diferença estatisticamente significativa.

**Figura 03: Representação gráfica dos valores médios finais de crescimento (mm) dos peixes cultivados nos três tratamentos experimentais com o peixe ornamental molinésia, *Poecilia* sp. Aquiraz, Ceará, 2010.**

Os peixes cultivados no tratamento ED apresentaram ganho de peso médio, ao final do cultivo, de  $1,79 \pm 0,25$  g, sendo este o resultado mais alto entre os três tratamentos experimentais. Este foi seguido pelo tratamento ET o qual apresentou ganho de peso médio final de  $1,13 \pm 0,1$ g, que, por sua vez, foi seguido pelo tratamento AB, o qual apresentou ganho de peso médio de  $0,64 \pm 0,12$  g. Os três tratamentos experimentais tiveram diferença estatisticamente significativa entre eles. Na Figura 04 está graficamente representada a média do ganho de peso (g) dos peixes ao final do cultivo, nos três tratamentos experimentais testados.



Legenda: ET: Esgoto tratado; ED: Esgoto diluído; AB: Água bruta.

Letras diferentes dentro dos valores médios dos tratamentos indicam diferença estatisticamente significativa.

**Figura 04: Representação gráfica dos valores médios finais de ganho de peso (g) dos peixes cultivados nos três tratamentos experimentais com o peixe ornamental molinésia, *Poecilia* sp. Aquiraz, Ceará, 2010.**

Na Tabela 04 é possível observar os resultados médios e respectivos desvios-padrão dos parâmetros zootécnicos obtidos na avaliação de rendimento do cultivo dos três tratamentos experimentais. Os resultados das comparações entre as médias dos tratamentos estão representados por meio das letras que os acompanham, sendo que letras diferentes dentro de um mesmo parâmetro expressam diferença estatisticamente significativa.

**Tabela 04: Duração do cultivo (dias), resultados (média  $\pm$  desvio padrão), testes estatísticos utilizados e o nível de significância, dos principais parâmetros zootécnicos obtidos ao final do cultivo do peixe ornamental molinésia, *Poecilia sp.*, em esgoto doméstico tratado. Aquiraz, Ceará, 2010.**

Parâmetros Zootécnicos	ET	ED	AB
Dias de cultivo	127	127	127
Ganho de peso (g)	1,13 $\pm$ 0,18b	1,79 $\pm$ 0,25a	0,64 $\pm$ 0,12c
GPD (g/dia)	0,009 $\pm$ 0,001b	0,014 $\pm$ 0,002a	0,005 $\pm$ 0,001c
Crescimento (mm)	26,9 $\pm$ 8,3b	34,4 $\pm$ 8,3a	21,1 $\pm$ 5,1c
Crescimento diário (mm/dia)	0,212 $\pm$ 0,066b	0,271 $\pm$ 0,065a	0,166 $\pm$ 0,040c
Sobrevivência (%)	10,4 $\pm$ 5,8ab	16,6 $\pm$ 1,5a	8,5 $\pm$ 1,7b

ET: Esgoto tratado; ED: Esgoto tratado diluído; AB: Água bruta; GPD: Ganho de peso diário.

Küçük (2010), cultivando *Poecilia velifera*, alcançou ganho de peso diário variando de 0,0062g/dia a 0,0107 g/dia, conforme os tratamentos experimentais aplicados. Pode-se observar que os valores citados foram semelhantes aos alcançados neste experimento.

Com relação à sobrevivência dos peixes, os valores obtidos nesta pesquisa ficaram muito abaixo dos alcançados por Küçük (2009), que, cultivando *Poecilia velifera* em diferentes padrões de qualidade de água, obteve taxas de sobrevivência variando de 33,3% a 55,6%.

Foi observada mortalidade maciça dos peixes cultivados após a incidência de precipitação de 175,0 mm na localidade onde fica localizado o centro de pesquisa, alguns dias antes do fim do cultivo. A partir deste fato, não foi mais possível observar os peixes nadando no interior dos tanques, como era de costume.

Os valores médios  $\pm$  desvio padrão dos parâmetros físico-químicos utilizados para a avaliação da qualidade da água dos viveiros dos três tratamentos experimentais testados podem ser observados na Tabela 05. É válido salientar que os resultados que não estão seguidos das letras que indicam as comparações entre as médias não tiveram dados suficientes para a realização do teste estatístico.

**Tabela 05: Valores médios  $\pm$  desvio padrão dos parâmetros físico-químicos utilizados como indicadores de qualidade da água utilizados na avaliação do uso de esgoto doméstico tratado no cultivo dos molinésias *Poecilia sp.***

Indicadores Qualidade de Água	Tratamentos Experimentais		
	ET	ED	AB
Temperatura (°C)	27,0 $\pm$ 1,0b	27,3 $\pm$ 1,0ab	28,6 $\pm$ 1,2a
pH	8,61 $\pm$ 0,61ab	8,53 $\pm$ 0,42b	9,68 $\pm$ 0,18a
NH <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	0,62 $\pm$ 0,53a	0,22 $\pm$ 0,20a	0,32 $\pm$ 0,13a
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	175,77 $\pm$ 42,10a	115,67 $\pm$ 37,35ab	96,36 $\pm$ 43,77b
Oxigênio Dissolvido (mg l <sup>-1</sup> )	2,06 $\pm$ 1,61b	1,29 $\pm$ 1,10b	8,96 $\pm$ 1,92a
Turbidez (UNT)	126,5 $\pm$ 26,2	110,9 $\pm$ 27,1	36,0 $\pm$ 17,0
Transparência de Secchi (cm)	15	20	35

ET: Esgoto tratado; ED: Esgoto tratado diluído; AB: Água bruta; DQO: Demanda Química de Oxigênio.

Segundo Hernández; Bückle (2002), para o cultivo de *Poecilia sphenops* o polígono de temperatura é de 20 a 35°C. As fêmeas da mesma espécie preferem temperatura entre 30 e 31°C e os machos entre 23,8 e 24,2°C (HERNÁNDEZ; BÜCKLE, 2010).

Zhou *et al.* (2009) recomendam valores de pH variando entre 6,0 e 8,5 para a aquicultura praticada em água doce. O principal efeito do pH nos organismos aquáticos cultivados é indireto, alterando a forma de outros parâmetros químicos, dentre os quais é relevante destacar os compostos nitrogenados, dos quais a amônia é o mais importante para a piscicultura (AQUINO *et al.*, 2007).

Pillay (1992) recomenda, para exposição curta, que a concentração de amônia não-ionizada seja mantida na faixa de 0,6 a 2,0 mg L<sup>-1</sup>, dependendo da espécie. Já para exposição por grandes períodos de tempo, o mesmo autor recomenda que a concentração máxima desta espécie química de amônia deva ser inferior a 0,1 mg L<sup>-1</sup>.



Segundo Boyd; Tucker (1998), os valores de DQO devem ser mantidos entre 40 e 80 mg L<sup>-1</sup>. As concentrações médias obtidas nos tratamentos ET e ED apresentaram valores abaixo da concentração mínima proposta por Colt (2006) para um bom desempenho em cultivos com sistemas de reúso e recirculação, nos quais a concentração de OD deve ser acima de 3,5 mg L<sup>-1</sup>.

Observa-se que diversos parâmetros apresentaram-se fora dos valores propostos pela bibliografia citada para os cultivos em aquicultura. No entanto, os resultados de oxigênio dissolvido foram os que mais chamaram a atenção, pelos valores muito baixos ocorridos nos tratamentos ET e ED.

Baixas concentrações de oxigênio dissolvido, provavelmente, provocaram a mortandade maciça após a elevada precipitação anteriormente referida. No entanto, os baixos valores medidos para este parâmetro não retrataram condição de mortandade crônica, pois no tratamento AB observou-se a maior média de OD e este apresentou a pior sobrevivência entre os tratamentos.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, pode-se concluir que:

Para todos os parâmetros de rendimento zootécnico avaliados, o tratamento abastecido com esgoto tratado diluído (ED) foi o que apresentou os maiores resultados, sendo seguido pelo tratamento que utilizou esgoto tratado (ET), e este pelo que foi abastecido com água bruta (AB), ocorrendo diferença estatisticamente significativa entre eles.

Estes resultados apontam para o fato de que apesar de o tratamento que utilizou apenas esgoto tratado apresentar maior disponibilidade de nutrientes, os mesmos acabam não sendo totalmente assimilados pelas microalgas, provocando poluição no ambiente, degradando a qualidade da água de cultivo e, consequentemente, desfavorecendo o desenvolvimento zootécnico dos peixes cultivados.

Os parâmetros físico-químicos utilizados como indicadores ambientais apresentaram-se fora dos limites propostos pela bibliografia consultada, para os cultivos em aquicultura.

O tratamento abastecido com esgoto tratado diluído parece ter fornecido o melhor equilíbrio entre a disponibilidade e a conversão dos nutrientes, o que promoveu a melhor oferta de alimento associada a uma boa condição ambiental para o desenvolvimento dos peixes.

É válido salientar a baixa taxa de sobrevivência alcançada nos três tratamentos testados, o que indica que a mortandade não foi causada pela utilização do esgoto doméstico tratado, mas, possivelmente, pelo desequilíbrio ambiental causado pela intensa precipitação ocorrida nos últimos dias de cultivo.

## 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. BARTLEY, D. Responsible ornamental fisheries. *FAO Aquaculture Newsletter*. n. 24. p. 10-14, 2000.
3. BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Kluwer Academic Publishers, 1998. 700 p.
4. COLT, J. Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultural Engineering*, v. 34, p. 143-156, 2006.
5. KÜÇÜK, S. The effects of water type on growth, survival and condition of *Poecilia velifera*. *African Journal of Biotechnology*, v. 9, n. 5, p. 760-763, 2010.
6. PILLAY, T.V.R. Water and wastewater use. In: Pillay, T.V.R. (Ed.), *Aquaculture and the Environment*, pp. 49-55, Cambridge University Press, Great Britain, 1992.
7. HERNÁNDEZ, M.R.; BÜCKLE L.F.R. Temperature tolerance polygon of *Poecilia sphenops* Valenciennes (Pisces: Poeciliidae). *Journal of Thermal Biology*. v. 27, p. 1-5, 2002.
8. \_\_\_\_\_ Preference, tolerance and resistance responses of *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846 (Pisces: Poeciliidae) to thermal fluctuations. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 38, n. 3, p. 427-437, 2010.
9. MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3. ed., Atual. e Rev. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

10. MOTA, S.; VON SPERLING. M. (Organizadores) **Nutrientes de esgotos sanitários: utilização e remoção**. ABES; Rio de Janeiro, 425 p., 2009.
11. SAXBY, A.; ADAMSA, L.; SNELLGROVE, D.; WILSON, R.W.; SLOMAN, K.A. The effect of group size on the behaviour and welfare of four fish species commonly kept in home aquaria. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 125, p. 195–205, 2010.
12. WHO. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 3. Wastewater and excreta use in aquaculture. Geneva: World Health Organization, 2006.
13. ZHOU, Q.; LI, K.; JUN, X.; BO, L. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 3780-3786, 2009.