

II-048 - COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA IDENTIFICADA EM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO UTILIZADO NO CULTIVO DO PEIXE ORNAMENTAL MOLINÉSIA

Emanuel Soares dos Santos ⁽¹⁾

Engenheiro de Pesca pela UFC. Doutor em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental pela UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Francisco Suetônio Bastos Mota ⁽⁴⁾

Engenheiro Civil e Sanitarista. Doutor em Saúde Ambiental (USP). Professor Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental do Centro de Tecnologia da UFC. Membro da Academia Cearense de Ciências.

Ismael Keslley Carloto Lopes ⁽²⁾

Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo IFCE. Mestrando em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental pela UFC.

Rafahel Marques Macedo Fontenele ⁽³⁾

Engenheiro de Pesca pela UFC. Mestre e Doutorando em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental pela UFC.

André Bezerra dos Santos ⁽⁵⁾

Engenheiro Civil. Doutor em Saneamento Ambiental - Wageningen University, Holanda. Professor Adjunto III do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental do Centro de Tecnologia da UFC.

Endereço ⁽¹⁾: Av. Desembargador Armando de Sales Louzada, s/n; Bairro Monsenhor Edson Magalhães (Acarauá-CE) – CEP: 62.580-970 – Brasil – Tel: (88) 3661-1682 / e-mail: emanuelaqua@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo da fertilização da água dos viveiros de aquicultura é promover o desenvolvimento da produtividade primária e secundária. Este é o mesmo objetivo quando se utilizam excretas - produzir o alimento natural necessário aos peixes. Lagoas de estabilização produzem grandes quantidades de bactérias, fito e zooplâncton, os quais auxiliam no tratamento dos efluentes. Esses mesmos organismos podem ser prontamente aproveitados na alimentação de peixes planctófagos, sejam eles filtradores ou detritívoros. Por meio da identificação da comunidade fitoplanctônica objetivou-se verificar a adequabilidade do esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização para o cultivo do peixe ornamental molinésia, *Mollienisia* sp. Foram utilizados três tanques de alvenaria com volume de 50 m³, os quais foram abastecidos com água bruta (AB), esgoto tratado diluído com água bruta (ED), e esgoto tratado (ET), respectivamente. Foram instalados três tanques-rede (TR) de 3,0 m³ em cada um desses tanques, onde foram estocados alevinos de molinésia na densidade de 200 peixes/m³ (600 peixes/TR), distribuídos igualmente nos três tratamentos testados. O experimento teve duração de 127 dias. Foi realizada uma única coleta da água de cada um dos tanques experimentais, no sexagésimo terceiro (63º) dia de cultivo. Foram coletados 1.000 mL de amostra concentrada de 10 litros da água de cultivo de cada um dos tratamentos experimentais. Para isto, foi utilizada uma rede de plâncton de 20µm de abertura de malha. As identificações foram por meio de microscopia de campo claro. Foram realizadas observações em cinco (05) lâminas de cada tratamento experimental. Foi calculada a frequência relativa de aparecimento (FRA) dos gêneros e táxons identificados. Observou-se a incidência das mesmas classes de microalgas presentes nos sistemas de tratamento de esgoto doméstico que utilizam a tecnologia de lagoas de estabilização, nos tanques abastecidos com esse efluente. As principais classes observadas foram as Chlorophyceas, Cyanophyceas, Bacillariophyceas, Zignemaphyceas e Euglenophyceas.

PALAVRAS-CHAVE: Microalgas, *Mollienisia* sp., Piscicultura ornamental, Reúso de água.

INTRODUÇÃO

Os fluxos de energia dos ecossistemas envolvem diversos níveis de seres vivos. Os vegetais fotossintetizantes absorvem a energia solar, armazenando-a como energia potencial, na forma de compostos químicos altamente energéticos constituintes de alimentos (BRAGA et al., 2005). Estes organismos formam a base da cadeia alimentar.

O objetivo de fertilizar um viveiro é promover o desenvolvimento da produtividade primária e secundária (HARNISZ; TUCHOLSKI, 2010). Este é o mesmo objetivo quando se utilizam excretas, produzindo o alimento natural necessário aos peixes (EDWARDS, 1992), pois o esgoto doméstico tratado é rico em nitrogênio e fósforo, elementos essenciais para o crescimento da comunidade fitoplanctônica.

Lagoas de estabilização produzem grandes quantidades de bactérias, fito e zooplâncton, os quais auxiliam no tratamento do efluente (BDOUR; HAMDI; TARAWNEHA, 2009). Esses mesmos organismos podem ser prontamente aproveitados na alimentação de peixes planctófagos (filtradores e detritívoros).

Em diversos trabalhos realizados com a avaliação do conteúdo do trato digestório de peixes filtradores observou-se a incidência de algas das classes Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae e Zignemaphyceae (XIE, 1999; 2001; TRUJILLO-JIMÉNEZ; BETO, 2007), as mesmas classes de algas identificadas em lagoas de estabilização (EDWARDS, 1992; KELLNER; PIRES, 1998; ZANOTELLI et al., 2002; KONIG; CEBALLOS; ALMEIDA, 2002).

Conforme Matheus (1985) apud SANTOS (2008), pesquisas têm sido conduzidas em diversas partes do mundo, no sentido de utilizar essa massa de algas, pois elas constituem importante fonte de alimento protéico.

A utilização do alimento natural pelos peixes filtradores é uma das formas que o reúso de água permite reciclar os nutrientes que seriam desperdiçados nas águas residuárias. Com essa prática se promove a economia dos recursos naturais pela eliminação dos fertilizantes que seriam aplicados para a promoção do crescimento desses organismos; e pela redução da poluição que seria lançada aos corpos de água através dos efluentes, contribuindo para a sustentabilidade ambiental da piscicultura.

Na presente pesquisa foram utilizados peixes da Família Poeciliidae, mais precisamente do subgênero *Mollienisia*, que são os peixes popularmente conhecidos como molinésias. Estes são peixes filtradores fitoplanctófagos com reconhecida rusticidade entre os aquarofilistas e aquicultores ornamentais.

Por meio da identificação da comunidade fitoplanctônica, objetivou-se verificar a adequabilidade do esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização para o cultivo do peixe ornamental molinésia, *Mollienisia* sp.

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, composta por quatro lagoas em série: uma anaeróbia, uma facultativa e duas de maturação; o esgoto tratado utilizado na pesquisa foi retirado da última lagoa de maturação.

Foram utilizados nove tanques-rede (TR) de 3,0 m³, cada, confeccionados em tela industrial com malha de 0,5mm e cobertos com tela tipo sombrite 50%. Os tanques-rede foram colocados em três viveiros, cada um com 50 m³.

Nos TRs foram estocados alevinos de molinésia *Mollienisia* sp. na densidade de 200 peixes/m³ (600 peixes/TR), distribuídos igualmente nos três tratamentos testados. Não foi fornecida alimentação artificial (ração) em qualquer dos tratamentos. Na Tabela 01 apresentam-se as descrições das estruturas e dos tratamentos experimentais utilizados na pesquisa.

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

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 de fonte subterrânea
Tanque 3 (TR 07, 08 e 09)	AB	Abastecido com água bruta de fonte subterrânea;

O experimento durou 127 dias. Foi realizada uma única coleta da água de cada um dos tanques experimentais, no sexagésimo terceiro (63º) dia de cultivo, tempo suficiente para a adaptação e colonização da comunidade fitoplanctônica ao meio de cultivo. Foram coletados 1.000 mL de amostra concentrada de 10 litros da água de cultivo de cada um dos tratamentos experimentais. Para isto, foi utilizada uma rede de plâncton de 20µm de abertura de malha.

Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar e preservadas com formalina tamponada. Posteriormente, os frascos foram acondicionados em caixas isotérmicas contendo gelo para o transporte.

As identificações foram realizadas no Laboratório de Carcinicultura (LACAR) do Instituto Superior de Ciências Biomédicas (ISCB) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), por meio de microscopia de campo claro com um microscópio ótico binocular marca LEICA modelo BM 2000, utilizando objetiva 40x. As fotografias foram obtidas com uma câmera fotográfica CANON.

Foram realizadas observações em cinco (05) lâminas de cada tratamento experimental. Utilizaram-se, para a identificação, chaves de classificação baseadas na seguinte bibliografia especializada: Bicudo; Menezes (2006), San'tana et al. (2006), Cybis et al. (2006) e Bellinger; Sigee (2010).

Foi calculada a frequência relativa de aparecimento (FRA) dos gêneros e táxons identificados, usando a Equação 01:

$$FRA = (n/N) \times 100 \quad \text{Equação 01}$$

Onde: FRA: Frequência relativa de aparecimento (%); n: número de organismos identificados na amostra por gênero ou táxon; N: número total de organismos identificados na amostra.

RESULTADOS

No Quadro 01 estão expostos os gráficos dos três tratamentos experimentais contendo a frequência relativa de aparecimento (%) dos gêneros e táxons do fitoplâncton identificados na água de cultivo do peixe ornamental *Mollienisia* sp., além de algumas imagens de microalgas identificadas no presente estudo.

Tratamiento AB

Familia	Porcentaje
STANFORDIACEAE	30.8%
SACCHAROPHAGACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%

Tratamiento ED

Familia	Porcentaje
STANFORDIACEAE	30.8%
SACCHAROPHAGACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%

Tratamiento ET

Familia	Porcentaje
STANFORDIACEAE	30.8%
SACCHAROPHAGACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%
STANFORDIACEAE	27.6%

Micrographs (A-D):

- A:** Micrograph showing a cluster of small, round bacteria.
- B:** Micrograph showing a cluster of small, round bacteria.
- C:** Micrograph showing a cluster of small, round bacteria.
- D:** Micrograph showing a cluster of small, round bacteria.

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

Foram identificados organismos fitoplanctônicos de dezoito táxons divididos em seis classes. Destas, as mais representativas foram: Chlorophyceae, com sete gêneros identificados; e Cyanophyceae, com cinco gêneros identificados. Estas duas classes foram também as únicas identificadas nas amostras de água dos três tratamentos experimentais.

O Tratamento ET foi o que apresentou maior diversidade de classes, sendo identificadas cinco classes entre as seis ocorridas. No entanto, quando se verifica a diversidade de táxons, este tratamento foi o que apresentou a menor quantidade, sete táxons identificados.

A classe dominante no Tratamento ET foi a Euglenophyceae (FRA = 28,57%), representada igualmente por dois gêneros, *Euglena* sp. e *Phacus* sp., seguida pela Cyanophyceae (FRA = 23,81%), com um gênero, *Planktothrix* sp.; a seguinte foi a Chlamydomonadophyceae (FRA=19,05%), representada pelo táxon, *Chlamydomonas* sp.

O tratamento ET recebeu apenas esgoto doméstico tratado em sistema de lagoas de estabilização, sendo pertinente a grande incidência da classe Euglenophyceae, pois esta classe é característica de coleções de água com níveis elevados de compostos orgânicos solúveis (ESTEVEZ, 1998; REVIERS, 2006; BELLINGER; SIGEE, 2010). Desta forma, esse grupo pode ser utilizado como um bioindicador de poluição por matéria orgânica.

No Tratamento ED foram identificados organismos de cinco classes diferentes, sendo registrada a ocorrência de nove táxons. A classe dominante foi a Cyanophyceae (FRA = 50,0%), apresentando três gêneros: *Planktothrix* sp., *Merismopedia* sp. e *Anabaena* sp. A segunda classe mais representativa foi a Bacillariophyceae (FRA = 27,78%), com os táxons *Flagilaria* sp. e *Aulacoseira granulata*. Esta foi seguida pela classe Chlorophyceae (FRA = 11,11%), dividida igualmente entre os táxons *Crucigeniella* sp. e *Dictyosphaerium pulchellum*.

É válido salientar a pequena participação da classe Euglenophyceae (5,56%) neste tratamento, em relação ao Tratamento ET (14,29%). Isso indica que a água do Tratamento ED é menos poluída que a do ET.

O Tratamento AB foi o que apresentou menor diversidade de classe, no qual foram identificadas apenas três classes das seis ocorridas. No entanto, foi o que apresentou maior número de táxons - dez foram identificados dos dezoito táxons observados.

Foram identificados cinco táxons da classe Chlorophyceae (FRA = 46,15%), onde a *Dictyosphaerium pulchellum* e *Scenedesmus quadricauda* foram as mais observadas. As outras algas identificadas foram a *Dictyosphaerium* sp., *Crucigeniella* sp. e a *Lagerheimia* sp. A classe Cyanophyceae teve representatividade igual à da classe Chlorophyceae, no entanto, dividida em quatro gêneros: *Anabaena* sp., *Geitlerinema* sp., *Merismopedia* sp. e *Microcystis* sp. A terceira classe com maior incidência foi a Bacillariophyceae (FRA = 7,69%), representada pela única espécie *Alacoseira granulata*.

A princípio, todas as cianobactérias são consideradas potencialmente tóxicas (CARMICHAEL *et al.*, 2001). Apesar desta característica, as cianobactérias fazem parte da dieta natural dos peixes filtradores. Turker; Eversole; Brune (2003) relatam diversos trabalhos que mostram a presença de cianobactérias, como *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Microcystis* e *Phormidium*, no conteúdo estomacal de tilápias.

Uma grande variedade de microalgas, incluindo a clorofícea *Scenedesmus*, tem sido estudada pela eficácia de sua aplicação como recursos biológicos na alimentação de peixes, suplementação de nutrientes para humanos, em produtos farmacêuticos e também para a biorremediação de água poluída (BELAY *et al.*, 1993 apud KIM *et al.*, 2007; ADAMSSOM, 2000; CHONG *et al.*, 2000 apud KIM *et al.*, 2007).

Avaliando o conteúdo do trato digestório do *P. sphenops*, encontraram-se organismos da classe Chloroficeae, representada pelos táxons *Oedogonium* sp. e *Cladophora fracta*; Zignemaphyceae, com *Spirogyra* sp.; e Ciahophyceae, com *Schizootrix* sp. (TRUJILLO-JIMÉNEZ; BETO, 2007).

As diatomáceas são provavelmente os organismos aquáticos de maior distribuição, tendo importante papel como produtores primários (ROUND; CRAWFORD, 1990 apud REVIERS, 2006). As diatomáceas têm

diversas utilidades, entre as quais é válido citar os usos como bioindicador de qualidade de água continental e como alimento para aquicultura (REVIERS, 2006).

Zanotelli et al. (2002), avaliando o efluente de lagoas facultativas em escala real e piloto, mostraram que a ocorrência de flagelados (*Carteria*, *Chlamydomonas*, *Euglena* e *Trachelomonas*) foi bem menor que da alga verde *Chlorella*, caracterizando um bom nível do tratamento. Do mesmo modo, a presença de diatomáceas indica eficiência do tratamento. A ocorrência de cianobactérias em menor escala que as algas verdes indica baixa toxicidade do efluente (EDWARD, 1992; ZANOTELLI et al., 2002).

CONCLUSÕES

Observou-se a incidência das mesmas classes de microalgas presentes nos sistemas tratamento de esgoto doméstico que utilizam a tecnologia de lagoas de estabilização, nos tanques abastecidos com esse efluente.

As principais classes observadas foram as Chlorophyceas, Cyanophyceas, Bacillariophyceas, Zignemaphyceas e Euglenophyceas, sendo as quatro primeiras reconhecidamente aproveitáveis como alimentação na aquicultura. A incidência significativa das Euglenophyceas nos tratamentos em que se utilizou esgoto doméstico tratado foi um resultado coerente, pois esta classe de algas é utilizada como bioindicador de poluição por matéria orgânica, inclusive, tendo sua ocorrência sido maior no tratamento que foi abastecido apenas com esgoto tratado.

A menor quantidade de nutrientes presentes na água do tratamento que utilizou apenas água bruta em seu abastecimento resultou na incidência das classes com maior capacidade adaptativa, Cyanophyceae e Chlorophyceae, e daquela que indica água com menor grau de poluição, Bacillariophyceae.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADAMSSON, M. Potential use of human urine by greenhouse culturing of microalgae (*Scenedesmus acuminatus*), zooplankton (*Daphnia magna*) and tomatoes (*Lycopersicon*). *Ecological Engineering*, v. 16, p. 243–254, 2000.
2. BDOUR, A.N.; HAMDI, M.R.; TARAWNEHA, Z. Perspectives on sustainable wastewater treatment technologies and reuse options in the urban areas of the Mediterranean region. *Desalination*, v. 237, p. 162–174, 2009.
3. BELLINGER, E.G.; SIGEE, D.C. **Freshwater algae: identification and use as bioindicators**. Wiley-Blackwell Publishing, 2010, 271 p.
4. BICUDO, C. E M.; MENEZES, M. **Gênero de Algas de Águas Continentais do Brasil chave de identificação e descrições**. São Paulo. Rima, 2006.
5. BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**, 2 Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
6. CARMICHAEL, W.W.; AZEVEDO, S. M. F. O.; MOLICA, R. J. R.; JOCHIMSEN, E. M.; LAU, S. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidences for cyanotoxins. *Environmental Health Perspectives*, v.109, n. 07, p. 663-668, 2001.
7. CYBIS, L. F.; BENADTI, M. M; MAIOZONAVE, C. R. M; WERNER, V. R; DOMINGUES, C. D. **Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: Caso da Represa Lomba do Sabão e Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, PROSAB. 2006.
8. EDWARDS, P. **Reuse of Human Waste in Aquaculture. A Technical Review**. UNDP - World Bank Water and Sanitation Program. 1992, 350 p.
9. HARNISZ, M.; TUCHOLSKI, S. Microbial quality of common carp and pikeperch fingerlings cultured in a pond fed with treated wastewater. *Ecological Engineering*, v. 36, p. 466–470, 2010.
10. KELLNER, E.; PIRES, C.E. **Lagoas de estabilização: projetos e operação**. Rio de Janeiro: ABES, 1998, 244 p.
11. KIM M.K.; PARK, J.W.; PARK C.S. ;KIM S.J. ; JEUNE K.H. ; CHANG, M.U.; ACREMAN, J. Enhanced production of *Scenedesmus* spp. (green microalgae) using a new medium containing fermented swine wastewater. *Bioresource Technology*, v. 98, p. 2220–2228, 2007.

12. KÖNIG, A.; CEBALLOS, B.S.O.; ALMEIDA, M.V.A. Observações sobre a população algal em efluentes de lagoas de estabilização em escala real no estado da Paraíba – Brasil. **XXVII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Cancun, México, 2002.
13. REVIERS, B. **Biologia e filogenia de algas**; trad. FRANCESCHINI, I.M. Porto Alegre: Artmed, 280 p., 2006.
14. SANT`ANA, C.L.; AZEVEDO, M.T.; AGUIJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R.; SOUSA, R.C.R. Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras. **Interciência**, Rio de Janeiro, Brasil. 2006.
15. SANTOS, E.S. **Cultivo da Tilápia do Nilo em Esgotos Doméstico Tratado com diferentes Taxas de Alimentação**. Fortaleza, CE. UFC 104p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Pesca, 2008.
16. TRUJILLO-JIMÉNEZ, P.; BETO, H.T. Alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). **Rev. Biol. Trop.**, v. 55, n. 02, p. 603-615, 2007.
17. TURKER, H.; EVERSOLE, A.G.; BRUNE, D.E. Filtration of green algae and cyanobacteria by Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in the Partitioned Aquaculture System. **Aquaculture**, v. 215, p. 93–101, 2003.
18. ZANOTELLI, C.T.; PERES, A.C.; PERDOMO, C.C.; COSTA, R.H.R. Identificação de algas e clorofila a em lagoas facultativas no tratamento de dejetos suínos. **VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. VI SIBESA. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória-ES, 2002.
19. XIE, P. Gut contents of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, and the disruption of a centric diatom, *Cyclotella*, on passage through the esophagus and intestine. **Aquaculture**, v. 180, p. 295–305, 1999.
20. XIE, P. Gut contents of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) and the processing and digestion of algal cells in the alimentary canal. **Aquaculture**, v. 195, p. 149–161, 2001.