



II-799 – OCORRÊNCIA DE ZOOPLÂNCTON NA FORMAÇÃO DE AGREGADOS MICROALGAS-BACTÉRIAS EM LAGOAS DE ALTA TAXA ALIMENTADAS COM EFLUENTE DOMÉSTICO

Anny Karoliny de Oliveira Barros⁽¹⁾

Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Antonio Gustavo dos Santos Neto

Engenheiro Ambiental e Sanitário pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre e Doutor em Engenharia Civil (tecnologia ambiental e recursos hídricos). pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Josivaldo Rodrigues Sátiro

Engenheiro Ambiental e Sanitário pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Técnico em Mineração pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB). Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental (UNINTER). Mestre em Engenharia Civil (tecnologia ambiental e recursos hídricos) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Beira Interior, Portugal.

Idayanna da Costa Marinho

Engenheira Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre e Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Lourdinha Florêncio

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutora em Ciências Agrícolas e Ambiental pela Universidade de Wageningen - Holanda. Professora Titular do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Endereço ⁽¹⁾: Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n – Cidade Universitária, Recife, Pernambuco. 50670-901. Brasil. Email: antoniogustavo.santos@gmail.com e-mail: Anny150Oliveira@gmail.com

RESUMO

As Lagoas de Alta Taxa (LATs) são uma adaptação das lagoas de estabilização convencionais e têm potencial para produzir microalgas comercialmente, ao mesmo tempo em que tratam efluentes domésticos. No entanto, a colheita da biomassa microalgal nas LATs é desafiadora, representando cerca de 20 a 30% dos custos de produção, devido à baixa sedimentabilidade da biomassa. Para otimizar a colheita, tem sido utilizada uma abordagem biológica, os agregados de microalgas-bactérias (AMABs), que têm sedimentabilidade superior à biomassa das LATs viabilizando o tratamento de esgoto. Entretanto, diversos fatores podem influenciar na formação da biomassa nas LATs, o que pode comprometer o desempenho do tratamento de esgoto. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo identificar os principais gêneros de zooplânctons observados na etapa de formação de agregados microalgas-bactérias em uma lagoa de alta taxa em escala piloto. Para isso, o trabalho foi realizado em uma lagoa de alta taxa em escala piloto (2,4 m³), alimentada com efluente oriundo de um reator UASB de uma ETE em operação na cidade do Recife-PE. A lagoa foi inoculada com lodo ativado (como estratégia para formação dos agregados). A LAT inicialmente foi operada em regime de bateladas e posteriormente em modo contínuo. Dessa forma, a utilização de lodo ativado como inóculo favoreceu a formação dos AMABs, entretanto, o supercrescimento de pequenos microcrustáceos denominados de *Daphnias* sp. causou uma desintegração na biomassa da LAT, o que acarretou uma baixa concentração de sólidos suspensos totais e de clorofila-a. A lagoa apresentou uma remoção de nitrogênio amoniacal de 90,4%, formação de nitrito e nitrato e remoção de matéria orgânica (DQO) de 60%.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas de Alta Taxa, Agregados Microalgas-Bactérias, Tratamento de Efluentes, Identificação de Zooplâncton, Fitoplâncton.



INTRODUÇÃO

As microalgas têm sido amplamente estudadas devido à sua versatilidade e facilidade de cultivo. Elas podem ser empregadas no tratamento de efluentes, gerando produtos de alto valor agregado a partir de sua biomassa, ao mesmo tempo que capturam e fixam o CO₂ atmosférico por meio do processo da fotossíntese (Chandra et al., 2019).

As lagoas de alta taxa (LATs) são uma adaptação das lagoas de estabilização convencionais e são utilizadas como o principal meio de produção comercial de microalgas (Arbib et al., 2017). Caracterizadas como lagoas abertas, rasas e com rotores para movimentação da massa líquida (Garcia et al., 2006), as LATs são sustentáveis e produzem uma biomassa capaz de tratar eficientemente efluentes domésticos. Além disso, elas são capazes de impulsionar a produção de biocombustíveis e outros bioprodutos por meio do crescimento da biomassa algal (Chandra et al., 2019).

Para isso, por via biologia vem sendo aplicado o uso de agregados microalgas-bactérias (AMABs) em LATs, pois, esse consórcio específico, além de melhorar a sedimentabilidade da biomassa algal, pode ser utilizado tanto para o tratamento de esgoto, quanto para a obtenção de produtos com valor agregado (Arcila e Buitrón, 2016).

Entretanto, a literatura relata que as LATs podem sofrer influência de diversos fatores abióticos, como o oxigênio dissolvido (OD), o pH, a radiação e a temperatura (Sutherland et al., 2017), bem como, de condições operacionais, como a Taxa de Hidráulica de Detenção (TDH) (Park et al., 2011). Além disso, é relatado que fatores bióticos, como a predação por zooplâncton e a contaminação por patógenos, também estão diretamente relacionados ao desempenho da produtividade das lagoas de alta taxa (Montemezzani et al., 2016; Park et al., 2011).

Nessa perspectiva, o pastoreio de zooplâncton é uma variável ambiental que afeta significativamente no desempenho das LATs, podendo prejudicar a formação dos AMABs e o processo de tratamento de esgoto. Diante disso, por haver poucos estudos que abordem a ocorrência de zooplâncton na formação de agregados microalgas-bactérias, esse estudo procurou identificar os principais organismos zooplactônicos que podem comprometer o processo de desenvolvimento da biomassa na formação dos AMABs em lagoas de alta taxa.

OBJETIVO DO TRABALHO

OBJETIVO GERAL

Identificar os Gêneros de zooplantons observados no processo de formação de agregados microalgas-bactérias em uma lagoa de alta taxa em escala piloto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da comunidade zooplantônica na formação dos AMABs em uma lagoa de alta taxa.
- Verificar a performance da lagoa de alta taxa no tratamento de esgoto doméstico.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma lagoa de alta taxa (LAT) em escala piloto, instalada em uma área experimental do Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), localizada na estação de tratamento de esgotos (ETE) Mangueira, na cidade do Recife, estado de Pernambuco, Brasil. As coordenadas geográficas da estação são latitude 8°04'40.22" S e longitude 34°55'29.39" W. A ETE Mangueira além de realiza o tratamento de origem doméstica dos bairros da Mangueira, San Martin e Mustardinha, Recife-PE, conta com o tratamento secundário com reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (reator UASB). Onde, por fim, o efluente tratado é, então, direcionado para a lagoa de polimento.

A lagoa foi construída com fibra de vidro e possui as seguintes dimensões: largura 1,4 m, comprimento 6,0 m e para esse estudo foi operada com altura de lâmina d'água de 0,3m. A lagoa foi alimentada com efluente doméstico previamente tratado por um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) em escala real. Após o processo de tratamento anaeróbio, uma parte do efluente tratado era direcionada para uma caixa de equalização e, posteriormente, enviado a LAT.

Como estratégia para formação dos agregados microalga-bactéria (AMABs), utilizou-se inóculo de 0,5 g/L lodos ativados na lagoa, coletado do descarte de fundo do decantador secundário da empresa Suape Empreendimentos Ambientais (SEAL), localizada no município do Cabo de Santo Agostinho, em Pernambuco. O processo experimental ocorreu em três etapas distintas, as duas primeiras etapas corresponderam ao regime batelada, com ciclos de 11 e 13 dias, respectivamente e a terceira etapa correspondeu ao regime contínuo com duração de 178 dias e tempo de detenção hidráulica (TDH) de 4 dias.

Eram coletadas semanalmente 100 mL do licor misto da lagoa, onde a amostra era concentrada utilizando uma peneira de 53 µm, preservada com solução de formol a 10% adicionada de sacarose. A identificação dos organismos zooplancônicos ocorreu por meio do uso de um microscópio óptico (Leica DMIL) com ampliação de até 400x, utilizando a descrição taxonômica descrita em Leitão e Nogueira (1986) e Shiel (1995).

A contagem dos organismos zooplancônicos foi realizada em microscópio óptico, por meio da câmara Sedgwick-Rafter com capacidade de 1 mL e resolução de 100x. A abundância relativa foi estimada utilizando a metodologia de Lobo e Leighton (1986).

O tratamento de esgoto foi avaliado por meios das análises de DQO, nitrogênio e fósforo conforme o método padrão *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Apha, 2017). Além disso, para subsidiar as análises de monitoramento da comunidade zooplancônica, também serão apresentados os dados de concentração de clorofila-a e Sólidos Suspensos Totais, ambos de acordo Apha (2017).

RESULTADOS

O monitoramento da comunidade de zooplâncton iniciou-se a partir do 108° dia de operação, momento o qual a lagoa de alta taxa apresentou uma brusca fragmentação de sua biomassa, juntamente, com um supercrescimento de organismos zooplancônicos. Em relação ao tratamento de esgoto, os resultados apresentados serão referentes apenas da fase contínua do período de operação.

IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA COMUNIDADE ZOOPLANCÔNICA

Por meios da microscopia a partir do 108° dia de operação, foi possível observar uma ligeira desintegração da biomassa da lagoa (Figura 1b), simultaneamente, foi identificado a presença de organismos zooplancônicos pertencentes ao Gênero *Daphnia* sp. (figura 1c). Nas figuras abaixo, também é possível visualizar a microscopia da biomassa da lagoa no 101° dia de operação (figura 1a), cuja qual, refere-se ao monitoramento microscópico da biomassa que antecede o evento de fragmentação da biomassa ocasionado pelo supercrescimento das *Daphnias* sp.

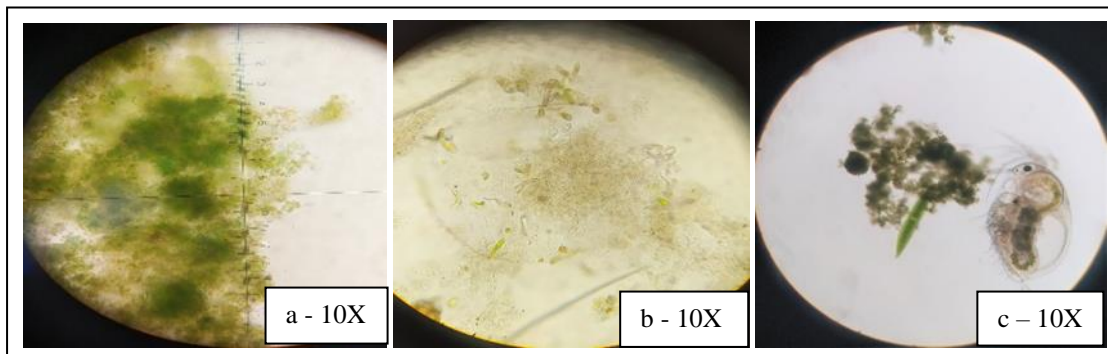


Figura 1: Imagens microscópica da biomassa



Desse modo, ao iniciar as análises de identificação e quantificação de organismos zooplânctônicos da referida lagoa, constatou-se cerca de 9 Gêneros e 1 Classe de zooplâncton. Onde, posteriormente, a abundância relativa foi estimada para os Gêneros Rotífera, Cladóccera, Ostracoda e Nemadota principais grupos identificados neste estudo (figura 2).

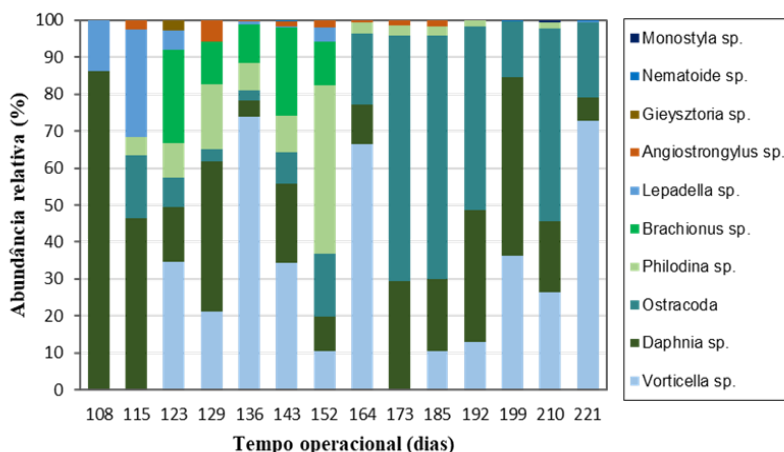


Figura 2: Abundância relativa do zooplâncton.

Ainda, na figura 3, são apresentados os dados sólidos suspensos totais e de clorofila-a, com intuito de fornecer informações acerca do comportamento da biomassa enquanto ao seu crescimento e produtividade, principalmente no período de surgimento dos organismos zooplânctônicos.

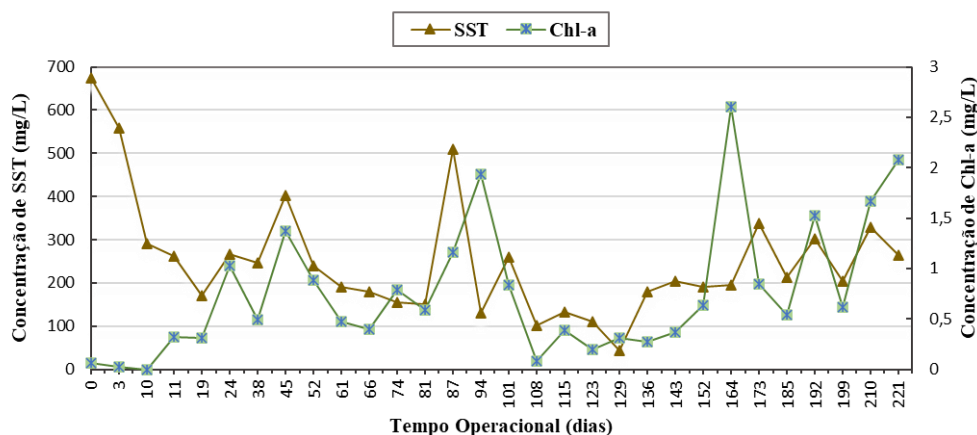


Figura 3: Concentração de sólidos suspensos totais e clorofila-a.

TRATAMENTO DE ESGOTO

Em termos de remoção de matéria orgânica, por meio da análise da demanda química de oxigênio (DQO), a lagoa apresentou remoção média de 60,3%. Já as remoções de nitrogênio, a média de remoção do nitrogênio total (NT) foi de 43,5%, enquanto a fração de nitrogênio amoniacal, a média obtida foi de 90,4%. Ressalta-se, ainda que, ocorreu a formação das formas oxidadas do nitrogênio, nitrito e nitrato na lagoa, com concentrações médias de 0,5 e 12,7 mg/L, respectivamente. Em tempo, a remoção de fósforo total (PT) apresentada pelo sistema foi de 48,9%.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os grupos predominantes de zooplâncton identificados neste trabalho foram os cladóceros, ostracodes e rotíferos. Destacando-se principalmente o grupo dos cladóceros, sendo representado pelo Gênero *Daphnia* sp. que inicialmente apresentou abundância relativa de 86%. As *Daphnias* sp. são microcrustáceos de água doce, que se alimentam principalmente de partículas finas de matéria orgânica em suspensão, de microalgas e bactérias (Antunes e Castro, 2017).

Segundo a literatura os cladóceros são um grupo frequentemente encontrados em sistemas de lagoas de alta taxa. E são considerados um problema tanto para o crescimento de microalgas unicelulares, quando para microalgas coloniais (Montemezzani et al., 2016). Uma vez que, quando muito abundantes em um sistema de lagoas, podem consumir a biomassa de microalgas em questão de dias, o que compromete o desempenho do tratamento de esgoto (Montemezzani et al., 2016).

Sabe-se que, as taxas de crescimento e reprodução das *Daphnias* sp. estão diretamente relacionados com a disponibilidade de alimento no meio, além dos fatores ambientais e operacionais, que podem contribuir no estabelecimento desses organismos. Dessa forma, neste estudo, o predomínio de microalgas clorofíceas, principalmente do gênero *Chlorella* sp., a qual é uma microalga unicelular de tamanho diminuto, podendo ser encontrada tanto na forma dispersa, como também formando colônias, aliado a um TDH de 4 dias, supostamente contribuído para o desenvolvimento exacerbado das *Daphnias* sp. na LAT.

Em tempo, por meio do gráfico de sólidos suspensos totais e de clorofila-a, observa-se que o período de surgimento e supercrescimento das *Daphnias* sp. na LAT, ocasionou o maior decréscimo tanto nas concentrações de sólidos, como também, nas concentrações de clorofila-a, ao decorrer do período experimental. A literatura tem reportado que processos fotoautotróficos com bons desempenhos em sistemas de microalgas-bactérias são essenciais, uma vez que reflete em uma boa fixação do CO₂, além de bons resultados no tratamento de esgoto, principalmente, em uma melhor assimilação do nitrogênio amoniacal (Arcila e Buitrón 2016).

Analisando o processo de tratamento de esgoto na lagoa, vê-se que a remoção de DQO apresentou resultado inferior, quando comparado a outros estudos que utilizaram a tecnologia de lagoas de alta taxa com AMABs (Santos Neto et al. 2021). Enquanto as médias de remoção do nitrogênio, a lagoa obteve maior remoção da fração de nitrogênio amoniacal (N-NH₄⁺) que nitrogênio total (NT). Isso se deve porque as microalgas têm preferência principalmente em absorver a forma amoniacal (Arcila e Buitrón, 2016). Vale ressaltar que, a média de remoção do nitrogênio amoniacal no presente trabalho foi superior aos resultados relatados por Arcila e Buitrón (2016) e Santos Neto et al. (2021). Já a presença das formas oxidadas do nitrogênio, principalmente, a maior concentração de nitrato, pode ser atribuído à presença de bactérias nitrificantes oriundas do inóculo de lodo ativado que a lagoa recebeu. Enquanto a remoção de fósforo total, observou-se que a lagoa demonstrou resultado superior quando comparado ao estudo desenvolvido por Arcila e Buitrón (2016).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O supercrescimento das *Daphnias* sp. comprometeu a formação dos agregados microalgas-bactérias da lagoa, em certos períodos de operação.

A predação ocasionada pelas *Daphnias* sp. a biomassa do sistema ocasionou decréscimo nas concentrações de sólidos suspensos totais e clorofila-a da LAT.

O sistema obteve boas remoções de nitrogênio amoniacal (superior a 90%), além da formação de nitrito e nitrato na lagoa. A remoção de fósforo total, pode ser considerada satisfatória (48,9%), quando comparada com outras literaturas.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNE, S.C.; CASTRO, B.B. Pulgas-de-água (*Daphnia* spp.). **Revista Ciência Elementar**, v. 5, n. 4, p. 50, 2017.
2. APHA, A. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Baltimore: Port City Press, 2017.
3. ARBIB, Z.; DE GODOS, I.; RUIZ, J. Optimization of pilot high-rate algal ponds for simultaneous nutrient removal and ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY 11 lipids production. **Sci Total Environ**, v. 589, p. 66–72, 2017.
4. ARCILA, J. S.; BUITRÓN, G. Microalgae-bacteria aggregates: effect of the hydraulic retention time on the municipal wastewater treatment, biomass settleability and methane potential: Microalgae-bacteria aggregates for wastewater treatment. **Journal of chemical technology and biotechnology (Oxford, Oxfordshire: 1986)**, v. 91, n. 11, p. 2862–2870, 2016.
5. CHANDRA, R. et al. Algal biorefinery: A sustainable approach to valorize algal-based biomass towards multiple product recovery. **Bioresource technology**, v. 278, p. 346–359, 2019.
6. GARCÍA J, GREEN BF, LUNDQUIST T, et al. Long term diurnal variations in contaminant removal in high rate ponds treating urban wastewater. **Bioresour Technol.**; 97:1709–1715, 2006.
7. LOBO, E. E LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biología Marina y oceanografía.**, 22(1): 1-29, 1986.
8. MONTEMEZZANI, V. et al. Zooplankton community influence on seasonal performance and microalgal dominance in wastewater treatment High-Rate Algal Ponds. **Algal Research**, v. 17, p. 168–184, 2016.
9. NEUMANN-LEITÃO, S.; NOGUEIRA, J. D. DA C. Rotíferos, cladóceros e copépodos de Pernambuco. I. Algumas espécies que ocorrem em viveiros de cultivo de camarões de Nova Cruz. In: ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE, 5º/6º, Teresina. Anais. Teresina, 1986. p. 87-118.
10. PARK, J. B. K.; CRAGGS, R. J.; SHILTON, A. N. Recycling algae to improve species control and harvest efficiency from a high-rate algal pond. v. 5, 2011.
11. SANTOS NETO, ANTÔNIO G. DOS et al. Strategy for the formation of microalgae-bacteria aggregates in high-rate algal ponds. **Environmental Technology**, 2021.
12. SHIEL, R. J. A Guide to Identification of Rotifers, Cladocerans and Copepods from Australian Inland Waters. Co-operative **Research Centre for Freshwater Ecology**, Albury, NSW, 1995.
13. SUTHERLAND, D. L., TURNBULL, M. H., & CRAGGS, R. J. Environmental drivers that influence microalgal species in fullscale wastewater treatment high-rate algal ponds. **Water Research**, 124, 504–512, 2017.

