

REMOÇÃO DE NUTRIENTES DE EFUENTES DOMÉSTICOS UTILIZANDO A ESPÉCIE DE MICROALGA *DESMODESMUS SUBSPICATUS*

Marcella Paiva ⁽¹⁾

Ms. Eng. Civil. e- mail: marcellavcpaiva@yahoo.com.br

Patrícia da Silva Barbosa ⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental. e- mail: barbosa-patricia@outlook.com.br

Miriam Cleide Cavalcante de Amorim ⁽³⁾

Profa. DSc. Eng. Química. e- mail: miriam.cleide@univasf.edu.br

RESUMO

O lançamento de esgoto pode ocasionar a contaminação dos corpos hídricos quando não há um tratamento adequado, podendo ocasionar problemas ambientais como a eutrofização, por exemplo. Uma das alternativas que está sendo estudada para o tratamento de esgoto é uso de microalgas, que promove benefícios na remoção de nutrientes presentes nos efluentes. Este trabalho avaliou o crescimento de microalgas da espécie *Desmodesmus subspicatus* aplicada na remoção de nitrogênio e fósforo. O cultivo foi realizado em frascos de 1L nas concentrações de 5 % e 50% de alga (com e sem filtração do efluente) em relação ao volume útil do efluente. Foi avaliada a densidade celular das microalgas no metabolismo autotrófico (com luz) e heterotrófico (sem luz) e observou-se que o desenvolvimento no metabolismo heterotrófico foi inferior quando comparadas ao metabolismo autotrófico. Quanto a remoção de N e P, os cultivos apresentaram uma remoção satisfatória, contudo, no cultivo heterotrófico houve menor remoção de nitrogênio quando comparado ao cultivo autotrófico.

PALAVRAS-CHAVE: tratamento de efluentes, remoção de nutrientes, microalgas

INTRODUÇÃO

Efluentes de tratamentos secundários de esgoto doméstico, geralmente ainda possuem altas concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo), portanto, antes do descarte do efluente em um corpo receptor, estes devem receber pós-tratamento adequado. Tem sido amplamente estudada a utilização de microalgas que podem crescer satisfatoriamente em condições onde o nitrogênio e fósforo estão em altas concentrações (Ruiz et al, 2011; Arbib et al., 2012). Este aspecto pode ser explorado não apenas para remover estes nutrientes das águas residuárias, mas também para a produção simultânea de biomassa de algas, bem como a de biofixação dióxido de carbono através da atividade fotossintética, que pode reduzir a emissão carbono do processo de tratamento.

Wang et al. (2011) observou que *Neochloris oleoabundans* removeu completamente o nitrogênio e fósforo presentes em amostras de efluentes secundários com concentrações de 218 mg N-NO₃/L e 47 mg P-PO₄³⁻ a taxas de 43.7 mg N/L/dia e 9.4 mg P/L/ dia. An et al. (2003), utilizando *Botryococcus braunii*, demonstrou que houve remoção total de nitrogênio que estava em concentrações altas de 540 mg N-NO₃/L em apenas 10 dias.

A espécie *Chlorella minutissima* cultivada em um sistema de lagoa de oxidação (OPS) em Nova Deli, Índia, removeu 75% da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), 41% N, 30% de P e 30% S. A água tratada tinha 1,3 mg de O₂, com o aumento de 83% na transparência disco Sechhi (SDT). O DBO₅, N, P, e S mostrou forte correlação negativa e oxigênio dissolvido e SDT apresentou forte correlação positiva com *C. minutissima* indicando o seu papel importante na remediação de águas residuárias (Li et al, 2011).

Barbosa et al.(2015) cultivando a espécie *Desmodesmus subspicatus* com utilização de efluente de uma estação de tratamento de esgoto composta por reator UASB seguida de lagoa de polimento e filtros de pedra, localizada na litoral de Pernambuco, Brasil, encontrou uma remoção de nutrientes no efluente eficaz, especialmente para cultivo da microalga em efluente proveniente do pós-tratamento no filtros de pedra, onde foi observada uma eficiência média de 98,5% para o nitrogênio amoniacal e 99% para fósforo total dissolvido.

OBJETIVO

Avaliar o crescimento de algas da espécie *Desmodesmus subspicatus* com testando diferentes parâmetros para o crescimento da biomassa de algas, assim como a sua capacidade de remoção de nutrientes em esgoto tratado.

METODOLOGIA

O cultivo da espécie de microalga *Desmodesmus subspicatus* está sendo desenvolvido no município de Petrolina –PE, a partir da utilização do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto –ETE centro, operada pela Companhia Pernambucana de Saneamento–COMPESA. A ETE é composta por 4(quatro) reatores UASB (upflow anaerobic sludge blanket), seguido de 03(três) filtros biológicos aerados submersos, 03(três) decantadores secundários e tanque de contato para desinfecção do efluente tratado. Na primeira fase do experimento foi utilizado efluente proveniente de coleta realizada após tratamento nos decantadores secundários, como meio de cultura para a espécie *Desmodesmus subspicatus*. Foram realizadas medições através de sondas potenciométricas e análises laboratoriais para caracterização do efluente segundo *Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater* (APHA, 2005). As análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (LEA–UNIVASF). O efluente também foi submetido à filtração em membrana com poro de 0,22 μm , para avaliação da interferência das partículas em suspensão no efluente.

Foi avaliado o crescimento da espécie em metabolismo autotrófico (através de iluminação artificial intermitente de aproximadamente 200 lux) e metabolismo heterotrófico (sem luz e sem fonte de carbono adicional). A temperatura da sala de cultivo foi mantida em $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A concentração inicial de microalgas também foi avaliada, sendo realizado o inóculo de 5% e 50% em relação ao volume total do cultivo (1L).

O crescimento da espécie foi avaliado a partir da contagem de células em um microscópio óptico, com a câmara de Neubauer para determinação da densidade celular máxima (MCD). As contagens foram realizadas a partir de alíquotas recolhidas diariamente durante 15 dias. No final do experimento foi avaliada a remoção dos nutrientes a partir das análises de nitrogênio amoniacal e fósforo total segundo *Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater* (APHA, 2005), após a realização da centrifugação e filtração do conteúdo, para separação da biomassa algal do efluente utilizado para cultivo.

**Figura 01: Cultivo da espécie de microalgas
*Desmodesmus subspicatus***



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente pós-decantador secundário que foi coletado da ETE- centro foi submetido a análises laboratoriais e medições através de sondas potenciométricas. Esse efluente foi utilizado como meio de cultura para o crescimento algas. Na tabela 01 estão apresentados os resultados das análises laboratoriais e medições.

Tabela 01: Caracterização do efluente utilizado no cultivo das algas

Caracterização do lodo	Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	DQO (mg/L)	pH
Efluente Bruto	38,64	25,86	45,73	7,4
Efluente filtrado	39,2	25,72	35,82	7,6

O experimento foi realizado de forma contínua, utilizando a espécie *Desmodesmus subspicatus* avaliando o metabolismo autotrófico e heterotrófico, como também o efluente com e sem filtração e a concentração da microalga a 5 e 50% em relação ao volume total do cultivo (1L), e conseqüentemente em relação ao efluente. Sendo assim, nessa primeira fase do cultivo, foram realizados 8 experimentos, utilizando 16 frascos de vidro para o cultivo, já que este procedimento foi realizado em duplicata.

Conforme demonstrado nas figuras 02 e 03 houve um maior crescimento celular no cultivo com filtração do efluente utilizado como meio de cultivo, tanto no cultivo a 5%, quanto no a 50% de inóculo de alga. Na figura 02 é possível observar que os picos de densidade celular ocorreram entre os dias 6 e 10, havendo um decréscimo a partir do dia 11, devido provavelmente a escassez de nutrientes. Já no cultivo sem filtração (Figura 03), pôde-se observar que o pico de densidade no cultivo a 50%, ocorreu no 6º dia, havendo um decréscimo a partir do dia 8. No cultivo a 5% de concentração inicial, com efluente sem filtração apresentou um crescimento ascendente a partir do dia 6, ocorrendo uma diminuição da densidade a partir do dia 9. Provavelmente essa diferença de crescimento entre os cultivos com e sem filtração do efluente, demonstrada a interferência negativa de substâncias dissolvidas no efluente bruto, que foram removidas através da filtração do efluente.

Figura 02: Curva de crescimento da espécie *Desmodesmus subspicatus* com metabolismo autotrófico, em efluente com filtração na concentração de 5% e 50% de

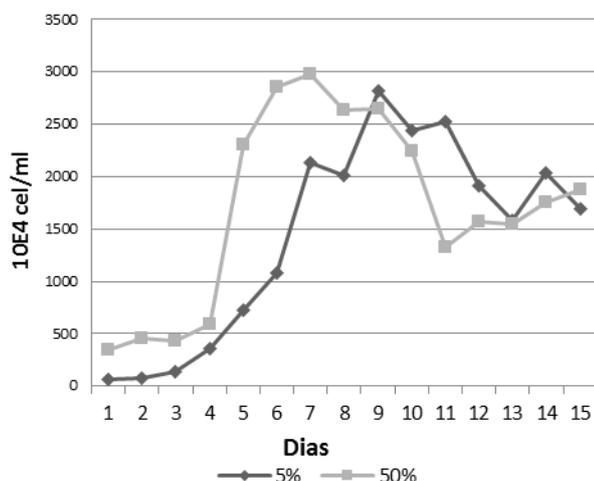
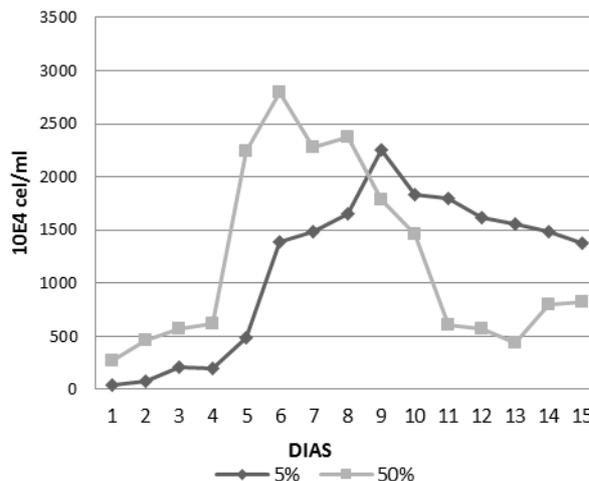


Figura 03: Curva de crescimento da espécie *Desmodesmus subspicatus* com metabolismo autotrófico, em efluente sem filtração na concentração de 5% e 50% de microalga.



Nas Figuras 04 e 05 estão sendo avaliados os cultivos de *Desmodesmus subspicatus*, com concentração inicial de 5% e 50%, utilizando o metabolismo heterotrófico (sem iluminação), em efluente com e sem filtração, respectivamente. Conforme demonstrado nos gráficos, a densidade foi bem inferior quando comparado ao cultivo autotrófico, e praticamente não houve diferença na comparação entre as concentrações da microalga (5% e 50%) e com o efluente filtrado e sem filtração. Provavelmente, esse fraco desempenho possa ser explicado devido à falta de uma fonte de carbono orgânico, que não foi suprida pelas fontes presentes no efluente pós-decantador secundário. Contudo, ainda não se pode descartar o cultivo heterotrófico apenas com esse resultado, já que outros tipos de efluentes e concentrações serão utilizados para que uma avaliação mais completa possa ser desenvolvida.

Figura 04: Curva de crescimento da espécie *Desmodesmus subspicatus* com metabolismo heterotrófico, em efluente com filtração na concentração de 5% e 50%.

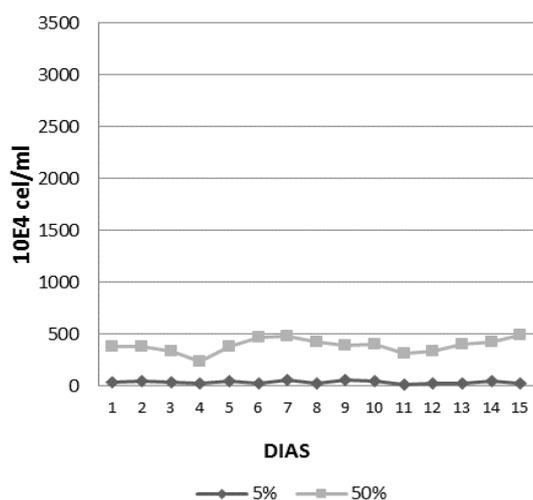
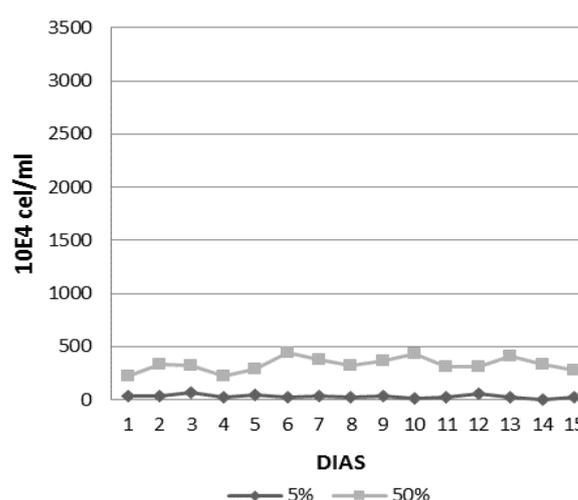


Figura 05: Curva de crescimento da espécie *Desmodesmus subspicatus* com metabolismo heterotrófico, em efluente sem filtração na concentração de 5% e 50%.



Em relação remoção de nutrientes (N e P) a grande maioria dos cultivos apresentaram remoção total de nitrogênio amoniacal, exceto os cultivos heterotróficos (sem luz), tanto com o inoculo inicial a 5% quanto a 50%, como mostra a Tabela 02. Já em relação a remoção de fósforo total, a média de remoção para o cultivo a 5% com filtração do efluente foi de 71%, para o cultivo a 5% sem filtração do efluente, a remoção foi de 63% de remoção. Dessa forma, é possível inferir que houve uma correlação positiva entre a maior remoção de fósforo total (71%) com a maior densidade de *Desmodesmus subspicatus*, verificada no cultivo com efluente filtrado. Para o cultivo a 50% com filtração do efluente, a remoção de fósforo total foi de 62% e o cultivo sem filtração do efluente apresentou a remoção de 67%.

Sendo assim, é possível concluir que a espécie *Desmodesmus subspicatus* apresentou eficiência satisfatória na remoção de nitrogênio amoniacal, principalmente nos cultivos autotróficos (com luz), como também pode ser uma alternativa viável para remoção de fósforo total em efluentes de tratamentos secundários. Dessa forma, é possível a implantação de sistemas de lagoas abertas com utilização para promoção do crescimento das microalgas, utilizadas com tecnologias de pós-tratamento em ETE's com o objetivo de remoção de nutrientes. Esses sistemas podem ser compostos por lagoas circulares que apresentam equipamentos mecanizados para mistura da cultura, e lagoas simples, sem aparato mecânico para mistura, conhecidas como raceway paddle wheel mixed open ponds ou lagoas de rolamento, que são compostas basicamente de canais independentes de circuito fechado de recirculação, com cerca de 20 a 30 cm de profundidade, onde o fluxo gerado pela turbina é guiado em torno de curvas, e a mistura é promovida pela agitação de pás. (Azeredo, 2012; Franco *et al.*, 2013). A criação do biofilme promove a remoção de nutrientes e a geração de biomassa para aproveitamento na produção lipídica para geração de biodiesel, como também a utilização da biomassa já utilizada para extração de lipídeos, para geração de energia através da geração de metano em biodigestores.

Tabela 02: Remoção de nutrientes e fósforo dos cultivos analisados

Tipos de cultivo	Fósforo total (mg/L)	Nitrogênio amoniacal (mg /L)
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 5 % CL/CF	7,83665	—
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 5% CL/SF	8,918225	—
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 5% SL/CF	7,476125	22,96
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 5% SL/SF	9,639275	17,36
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 5 % CL/CF (dup)	7,1156	—
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 5% CL/SF (dup)	9,9998	—
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 50% CL/CF	10,360325	—
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 50% CL/SF	7,476125	—
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 50% SL/CF	8,197175	19,6
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 50% SL/SF	8,918225	21,84
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 50% CL/SF (dup)	9,639275	—
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 50% CL/CF (dup)	10,72085	—
<i>Desmodesmus subspicatus</i> 50% SL/SF (dup)	8,197175	16,24

* SL- sem luz *CL com luz *CF – com filtração do efluente *SF- sem filtração do efluente

** Não foi possível realizar análises nos cultivos de 5% sem luz, com filtração e sem filtração (duplicata) e nos cultivos 50% sem luz, com filtração.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que a espécie *Desmodesmus subspicatus* se desenvolve de forma eficiente quando cultivada em efluente doméstico usado meio de cultivo, atingindo altas densidade de biomassa, como também a espécie de microalgas apresentou resultados satisfatórios na remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo total. Dessa forma, a microalga pode exercer esse duplo papel: remover nutrientes remanescentes desses efluentes, como também uma alternativa atrativa para produção de biodiesel.

REFERÊNCIAS

ARBIB, Z.; RUIZ, J.; ÁLVAREZ-DÍAZ, P.; GARRIDO-PÉREZ, C.; BARRAGAN, J.; PERALES, J.A. (2012). *Long term outdoor operation of tubular airlift pilot photobioreactor and a high rate algal pond as tertiary treatment of urban wastewater. Ecological Engineering.* v.52, p.143-153

AZEREDO, V. B. S. *Produção de Biodiesel a partir do cultivo de microalgas: estimativa de custos e perspectivas para o Brasil.* (2012). 188 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

FRANCO, A.L.C.; LÔBO, I.P.; CRUZ, R.S. (2013). *Biodiesel de microalgas: avanços e desafios.* Química Nova, v.36, n.3, p.437- 448.

LI, Y.; CHEN, Y.-F.; CHEN, P.; MIN, M.; ZHOU, W.; MARTINEZ, B.; ZHU, J.; RUAN, R. (2011). *Characterization of a microalga Chlorella sp. well adapted to highly concentrated municipal wastewater for nutrient removal and*

biodiesel production. Bioresource Technology. 102(8), 5138–44.

RUIZ-MARIN, A. MENDOZA-ESPINOSA, L.G. STEPHENSON, T. (2011). *Growth and nutrient removal in free and immobilized green algae in batch and semi-continuous cultures treating real wastewater, Bioresour. Technol. 101; 58–*

WANG, B.; LAN, C.Q. (2011). *Biomass production and nitrogen and phosphorus removal by the green alga Neochloris oleoabundans in simulated wastewater and secondary municipal wastewater effluent. Bioresource Technology, v.102, p.5639–5644.*