



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

ANDREIA FREITAS SILVA

**ESTUDO DO POTENCIAL DE BIORREMEDIAÇÃO A PARTIR DA MICROALGA
*Dunaliella Tertiolecta***

**CAMPINA GRANDE
2018**

ANDREIA FREITAS SILVA

**ESTUDO DO POTENCIAL DE BIORREMEDIAÇÃO A PARTIR DA MICROALGA
*Dunaliella Tertiolecta***

Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como exigência para obtenção do título de Engenheira Sanitarista e Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira

**CAMPINA GRANDE
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586e Silva, Andreia Freitas.
Estudo do potencial de biorremediação a partir da microalga *Dunaliella Tertiolecta* [manuscrito] / Andreia Freitas Silva. - 2018.
17 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.
"Orientação : Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira, Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."
1. Biorremediação. 2. Microalga. 3. Tratamento de águas residuárias. 4. UASB. I. Título

21. ed. CDD 628

ANDREIA FREITAS SILVA

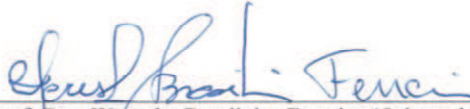
ESTUDO DO POTENCIAL DE BIORREMEDIAÇÃO A PARTIR DA MICROALGA

Dunaliella Tertiolecta

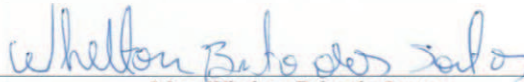
Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como exigência para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Aprovada em: 12 / 12 / 2018

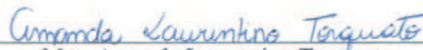
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Msc. Whelton Brito do Santos
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



Msc. Amanda Laurentino Torquato
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus, pela força e coragem de lutar cada dia pelos meus objetivos.

Aos meus pais, que sempre batalharam por mim

Aos meus irmãos Érika e Danylo que me ajudam e encorajam sempre que preciso.

Ao meu namorado, João Victor, que sempre me motiva e me faz acreditar no meu potencial.

Aos amigos da graduação, André Luiz, Evelyne Morgana, Estephania Jovino, Gabriely Dias, Nayr Thays que participaram comigo dessa caminhada.

A Weruska, minha professora e orientadora, pela dedicação, pela atenção e oportunidades concedidas.

Aos amigos da igreja e da minha cidade.

Aos demais professores do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos colegas de laboratório (LARTECA). Em especial Nathalia Ferreira e Júnior que foram essenciais na pesquisa.

E a todos que direta ou indiretamente participaram e apoiaram essa trajetória

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Microalgas.....	8
1.1.1 <i>Dunaliella Tertiolecta</i>	8
1.2 Cultivo em águas residuárias	8
1.3 Tratamento de águas residuárias.....	9
2 METODOLOGIA.....	10
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4 CONCLUSÃO.....	14
REFERÊNCIAS	16

ESTUDO DO POTENCIAL DE BIORREMEDIAÇÃO A PARTIR DA MICROALGA *Dunaliella Tertiolecta*

RESUMO

A busca por novas tecnologias para solucionar problemas ambientais é frequente nos dias atuais, como é o caso da biorremediação, que visa recuperar áreas degradadas a fim de equilibrar o ambiente e evitar impactos negativos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de biorremediação da Microalga *Dunaliella Tertiolecta* a partir da remoção de DQO (Demanda Química de Oxigênio) utilizando o efluente UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) como meio de cultivo, para a utilização do processo em tratamento de águas residuárias. O método para determinação de DQO foi a titulometria de refluxação fechada. No estudo, adicionou-se o efluente de UASB em diferentes proporções (25%, 50%, 75% e 100%) aos cultivos. Foram obtidos valores de DQO inicial e final para verificar em qual concentração ocorreu maior percentual de remoção. Assim, a microalga *Dunaliella tertiolecta* apresentou as melhores porcentagens de remoção, DQO no meio de cultura suplementado com 25% de efluente UASB. Viabilizou-se assim, a utilização das microalgas como pós tratamento do reator UASB, tendo em vista a eficiência, fácil adaptação e o baixo custo do processo.

Palavras-chave: Biorremediação; Microalga; *Dunaliella Tertiolecta*; UASB

STUDY OF BIORREMEDICATION POTENTIAL FROM MICROALGAE *Dunaliella Tertiolecta*

ABSTRACT:

The search for new technologies for economic research cases is frequent in the present day, as is the case of bioremediation, which seeks to recover degraded areas in order to balance the environment and avoid negative impacts. This work had the objective of evaluating the bioremediation potential of the Microalga *Dunaliella Tertiolecta* from the removal of COD (Oxygen Chemical Demand) using the UASB (Upflow Anaerobic Sludge Coating) as a culture medium, for the use of the process in waste water treatment. The research was carried out in the Laboratory of Reference and Technology in Water (LARTECA), of the State University of Paraíba in the city of Campina Grande – PB. The method for the determination of COD was closed reflux titrimetry. In the study, the UASB effluent was added in different proportions (25%, 50%, 75% and 100%) to the cultures. Initial and final COD values were obtained to verify in which concentration the highest removal percentage occurred. Thus, the microalgae *Dunaliella tertiolecta* presented the best percentages of chemical oxygen demand removal, COD, in the culture medium supplemented with 25% UASB effluent. Thus, the use of microalgae as a post-treatment of the UASB reactor was feasible, considering the efficiency, easy adaptation and the low cost of the process.

Keywords: Microalgae; Bioremediation; *Dunaliella Tertiolecta*, UASB.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a crise hídrica no Brasil tem afetado diversos lugares. Isso, devido a fatores como: irregularidade de chuvas, baixa pluviosidade, mau uso dos recursos hídricos, falta de uma melhor gestão pública, assim como, a poluição nos corpos hídricos advindas de ações antrópicas, afetando diretamente a qualidade de água no local.

Inúmeras tecnologias são desenvolvidas para minimizar ou solucionar tais problemas. A disposição incorreta das águas residuárias é exemplo de um dos fatores que afetam a disponibilidade de água, pois interfere na qualidade do recurso. A mudança contínua na composição dos efluentes tem obrigado a busca e desenvolvimento de alternativas para resolver problemas específicos (PEREIRA, 2016).

A biorremediação é o processo pelo qual os organismos vivos tais como, fungos, plantas, algas verdes, são utilizados para reduzir ou remover contaminações no ambiente. A biodegradação para tratamento de resíduos é capaz de regenerar o equilíbrio do ecossistema original, trazendo melhores condições ao meio. Neste sentido, destaca-se a biorremediação a partir das microalgas como alternativa para solucionar a poluição dos corpos aquáticos por lançamento incorretos de águas residuárias.

As microalgas podem atuar no tratamento de efluentes com presença de metais pesados, fósforo e nitrogênio. Nas águas residuárias há uma grande concentração de fósforo e nitrogênio, nutrientes estes que sob suas formas iônicas resultam em um fenômeno conhecido como eutrofização.

A eutrofização é o processo através do qual um corpo de água adquire níveis altos de nutrientes provocando o posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. De acordo com Smith e Schindler (2009), a palavra eutrófico significa rico em nutrientes e eutrofização vem do grego eu, “bem” e trophein “nutrir” ou seja: bem nutrido.

Com base nessa perceptiva de biorremediação a partir de microalgas este trabalho objetiva avaliar o potencial biotecnológico da microalga *Dunaliella Tertiolecta* na remoção de DQO, utilizando como meio de cultivo o efluente de tratamento anaeróbico de esgoto doméstico UASB, visando promover um destino adequado para tais resíduos líquidos.

1.1 Microalgas

As microalgas são organismos microscópicos, coloniais ou filamentosos, coloridos, foto autotróficos, procarióticos e eucarióticos (OLAIZOLA, 2003). Elas podem ser encontradas por todo o mundo, principalmente em ambientes aquáticos marinho e de água doce, mas também podem ser vistas em alguns solos sob a superfície (LOURES, 2016).

De acordo com Sambusiti et al. (2015), são organismos clorofilados, capazes de converter fotossinteticamente dióxido de carbono atmosférico em uma grande quantidade de metabólitos e produtos químicos incluindo proteínas, polissacarídeos e lipídios. Durante seu metabolismo, ocorre a assimilação de nitrogênio e fósforo, característica importante para processos de tratamento de águas residuárias. O cultivo de microalgas está aliado também a produção de biocombustíveis, devido a produção de biomassa lipídica, o que torna a sua produção bastante promissora para a biotecnologia.

É estimado que existem mais de 50.000 espécies de microalgas, mas somente um número limitado, de aproximadamente 30.000, já foram estudadas e analisadas (RICHMOND, 2004).

1.1.1 *Dunaliella Tertiolecta*

A microalga *Dunaliella tertiolecta* tem grande vantagem relacionada com adaptação ao meio de cultivo, assim como eficiência no tratamento de águas residuárias. A espécie também produz simultaneamente grandes quantidades de carotenoides e lipídios em determinadas condições de estresse ambientais, como luminosidade e concentração salina do meio de cultivo (FRÉ, 2014). Elas têm capacidade de produzir altas concentrações de amido e glicogênio, possuindo assimilação eficiente da celulose, que são fatores essenciais para produção de biocombustíveis.

1.2 Cultivo em águas residuárias

Devido seu metabolismo, as microalgas podem ser cultivadas em diversos meios, sendo estes classificados em: fotoautotrófico, heterotrófico, mixotrófico e fotoheterotrófico (VIDAL, 2016).

Faz-se necessário buscar meios de cultivo eficientes que tenham como preocupação a diminuição dos custos de produção, para assim, facilitar o desenvolvimento em larga escala. Além de minimizar os custos da produção, a utilização de águas residuárias como meio

alternativo de cultivo para microalgas, torna-se uma alternativa viável para o tratamento de efluentes altamente poluidores, podendo incluir a este processo o conceito de reuso da água (PITTMAN et al., 2011).

O esgoto sanitário é constituído basicamente por 99,9% de água, e 0,1% de impurezas, essas advindas de natureza orgânica e inorgânica, constituídas de microrganismos, sólidos suspensos e sólidos dissolvidos. Devido as características e composição do esgoto, o cultivo de microalgas para tratamento de efluentes torna-se uma alternativa viável, uma vez que esses organismos utilizam dos nutrientes presentes nas águas residuárias para seu crescimento.

Estudos envolvendo microalgas na biorremediação de águas residuárias a partir da remoção de nutrientes vêm sendo realizados desde 1960. (NASCIMENTO; FERNANDES, SANTANA et al,2009).

1.3 Tratamento de águas residuárias

O tratamento das águas residuárias é uma das diretrizes do saneamento básico, e a falta do mesmo acarreta problemas que afetam principalmente a saúde humana, o que caracteriza o saneamento não apenas como um problema ambiental, como também de saúde e economia (MOTA; VON SPERLING, 2009).

Os serviços que compreendem o saneamento básico são essenciais para a qualidade de vida das pessoas. Por isso, os questionamentos ambientais, principalmente sobre esgotos sanitários se fazem crescentes na atualidade. O descaso com projetos que busquem o tratamento correto das águas residuárias traz consigo a geração de problemas que afetam diretamente a população.

No Brasil, é frequente a falta de investimentos públicos nesse setor (FERREIRA, 2016). Parte da população não possui rede coletora de esgotos, assim, têm seus dejetos descartados inadequadamente em rios e córregos (VARGAS, 2013). Dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) no ano de 2016, afirmam que apenas 44,9% dos esgotos lançados no país tem seu tratamento adequado.

Para lançamento em corpos aquáticos o efluente precisa estar de acordo com a resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Em relação a remoção de fósforo e nitrogênio para evitar o fenômeno da eutrofização, é sabido que alguns sistemas de tratamento convencionais não apresentam resultados satisfatórios nessa remoção, como é o caso das lagoas de estabilização e reatores do tipo anaeróbio de fluxo ascendente UASB. Mulbry (2008) afirma que algumas microalgas são utilizadas no tratamento de águas residuárias pois as mesmas promovem a depuração das águas quando absorvem os nutrientes e contaminantes em quantidades maiores do que precisam para seu crescimento.

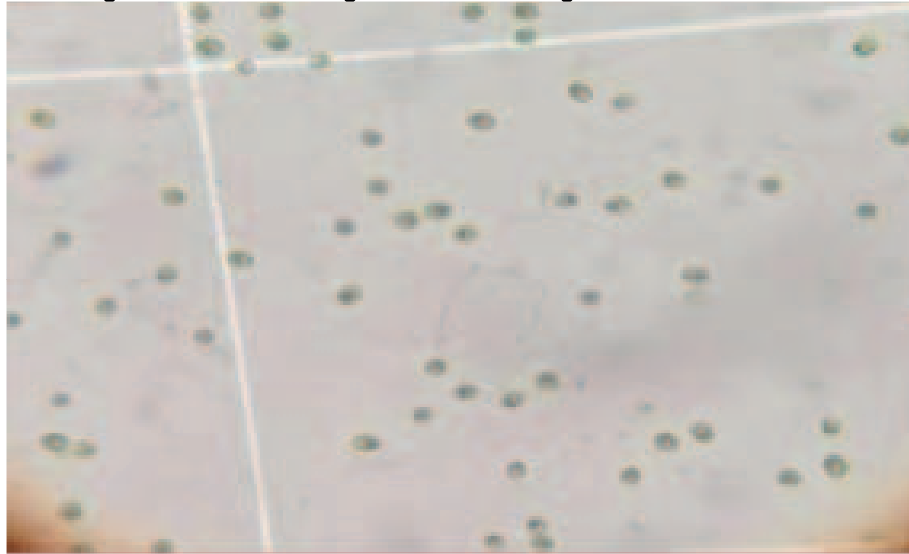
Segundo Silva Filho (2009), uma alternativa para o tratamento de efluentes com presença desses nutrientes seria o lodo ativado, porém o alto custo exigido no processo o torna pouco difundido. Ao contrário desse sistema, o UASB é considerado uma alternativa promissora para o tratamento de esgotos no país. Isso se dá, devido ao baixo custo no seu processo, além de não exigir muito espaço para seu funcionamento (AISSE et al., 2006). O efluente UASB é rico em nutrientes, sendo assim favorável as microalgas, que utilizam fósforo e nitrogênio para o seu crescimento e desenvolvimento, removendo por absorção e transformando em biomassa na fotossíntese. As microalgas podem ser utilizadas como pós tratamento do reator UASB, visto que o mesmo é capaz de remover boa parte da matéria orgânica biodegradável, e assim as microalgas complementam o processo.

2 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Referência e Tecnologia em Água (LARTECA), da Universidade Estadual da Paraíba localizado na cidade de Campina Grande – PB. As microalgas utilizadas para avaliação foram da espécie *Dunaliella tertiolecta*, advindas da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

A espécie em estudo (**Figura 1**) foi escolhida devido sua significativa sintetização de carotenoides e lipídios em cultivos submetidos a condições de estresse salino e luminoso.

Figura 1 – Fotomicrografia da microalga *Dunaliella tertiolecta*



As células foram cultivadas no meio Guillard f/2 (GUILLARD, 1975), em pH 7,23 e 12 horas de luz. Os cultivos foram realizados em triplicata, fazendo uso de erlenmeyers utilizados como fotobiorreatores à temperatura de $26\pm 2^{\circ}\text{C}$, acoplados a aeradores que permitem a homogeneização do meio e também o fornecimento de oxigênio. Utilizou-se a luminosidade fixa de 4000 lux no ambiente.

A água residuária utilizada na pesquisa foi resultante do tratamento anaeróbio de esgoto sanitário proveniente de reator tipo UASB, fornecida pela Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES) localizada na cidade de Campina Grande – PB, e este mantido sobre refrigeração.

Mediante a melhor condição de crescimento da microalga *Dunaliella tertiolecta*, que foi pH 7,23 e 12 horas de luz, adicionou-se o efluente de UASB em diferentes proporções aos seus respectivos meios de cultura. Com a condição ótima de pH e luminosidade dessas microalgas, foram realizados cultivos suplementados com efluente de UASB em diferentes proporções: 25%, 50%, 75%, 100%. E, no intuito de reter os sólidos suspensos que pudessem interferir nos cultivos o efluente foi previamente filtrado.

A DQO foi obtida a partir do método titulométrico com refluxação fechada, segundo o Standard Methods. A análise de DQO foi realizada no início do cultivo e no final, após 9 dias. Desse modo, foi possível comparar os valores de DQO inicial e final para assim analisar a remoção promovida pela microalga através da Equação (1).

$$\% \text{ remoção} = \frac{DQO_{inicial} - DQO_{final}}{DQO_{inicial}} \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

A definição de DQO pode ser estabelecida como a medida da quantidade de oxidante químico necessário para oxidar a matéria orgânica de uma amostra. É um parâmetro de grande relevância devido sua indicação indireta de matéria orgânica presente, relacionando assim a presença de nutrientes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento de microalgas em águas residuárias leva a diferentes resultados no que diz respeito aos aspectos quantitativos e qualitativos da biomassa produzida, assim como na incorporação de poluentes, sendo eficaz a prática para remoção de DQO. Isso ocorre devido à capacidade de assimilação de nutrientes de cada espécie de microalga e à sua tolerância às condições físico-químicas do meio em que estão inseridas, assim como à variabilidade na composição desses efluentes, (PEREIRA, 2016).

Inúmeras pesquisas já comprovaram que as microalgas são seres eficientes para o tratamento de águas residuárias, como pode ser observado por de Silva et al. (2016), onde foi avaliado o potencial de biorremediação da microalga *Scenedesmus* sp. em efluentes de indústria têxtil e assim foi obtida remoção de 88,8% de alumínio, 85,2% de cromo, 99,8% de nitratos e 99,9% de nitritos em efluente puro. A remediação por microalgas pode ser intensificada se utilizada em conjunto com outros microrganismos. Sundstrom et al. (2015) em um estudo no estado de Alabama, Estados Unidos, utilizaram a relação simbiótica entre microalgas e bactérias heterotróficas para o tratamento de efluentes domésticos, o que levou a resultados satisfatórios como: uma remoção de 83,1% de nitrogênio, 95,6% de fósforo, 87,2% de DQO e 93,6% de DBO.

No estudo, foi observado a fácil adaptação da *Dunaliella Tertioleca* em efluentes do reator tipo UASB. Em relação a remoção de DQO, pode ser observado na

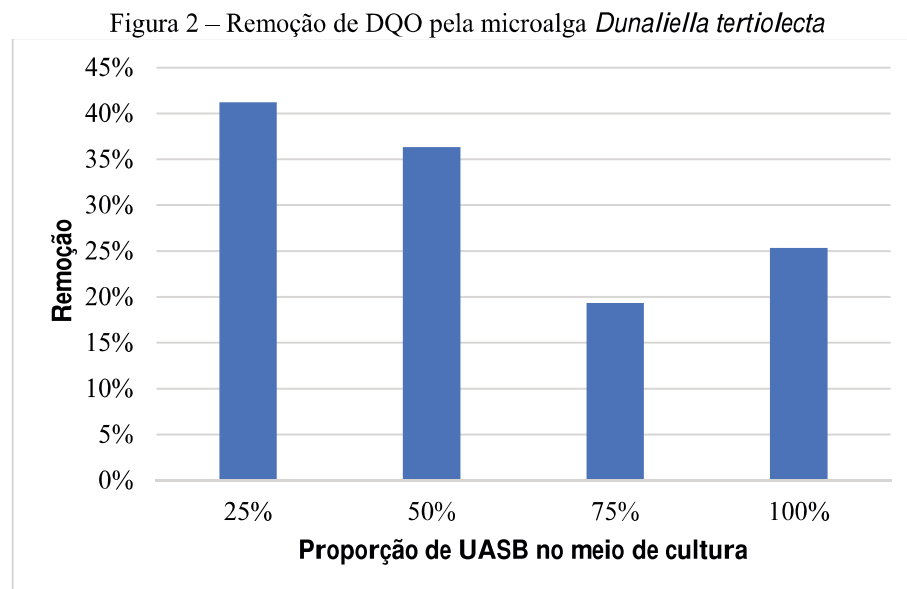
Tabela 1 os valores obtidos por meio das análises realizadas no início e no fim de todos os cultivos.

Tabela 1 – DQO inicial, final e removida pela microalga *Dunaliella tertiolecta* no efluente UASB a diferentes concentrações

UASB	DQO Inicial (mgO ₂ /L)	DQO Final (mgO ₂ /L)	Remoção
------	--------------------------------------	------------------------------------	---------

25%	340,31	200	41,23%
50%	314,14	200	36,33%
75%	539,08	434,78	19,35%
100%	346,06	258,33	25,35%

Pode-se perceber que nas concentrações de 25% e 50% de efluente de UASB a microalga reduziu a DQO em 41,23% e 36,33%, respectivamente, sendo esses os melhores resultados e as proporções indicadas para promover o tratamento do efluente. Foi perceptível também que, ao se aumentar a concentração do efluente, a redução de DQO diminui. Isso acontece devido ao fato do efluente do UASB possuir muita carga orgânica de difícil assimilação pelos microrganismos, uma vez que a parte mais assimilável já foi consumida durante o tratamento anaeróbico do esgoto sanitário. Assim como, a presença de outros microrganismos que competem com as microalgas, a exemplo dos protozoários e bactérias. Deve-se levar em conta também, que a adaptação com maior concentração de UASB é mais lenta, o que levou menor remoção durante os nove dias de cultivo. A Figura 2 apresenta os percentuais de remoção de DQO.

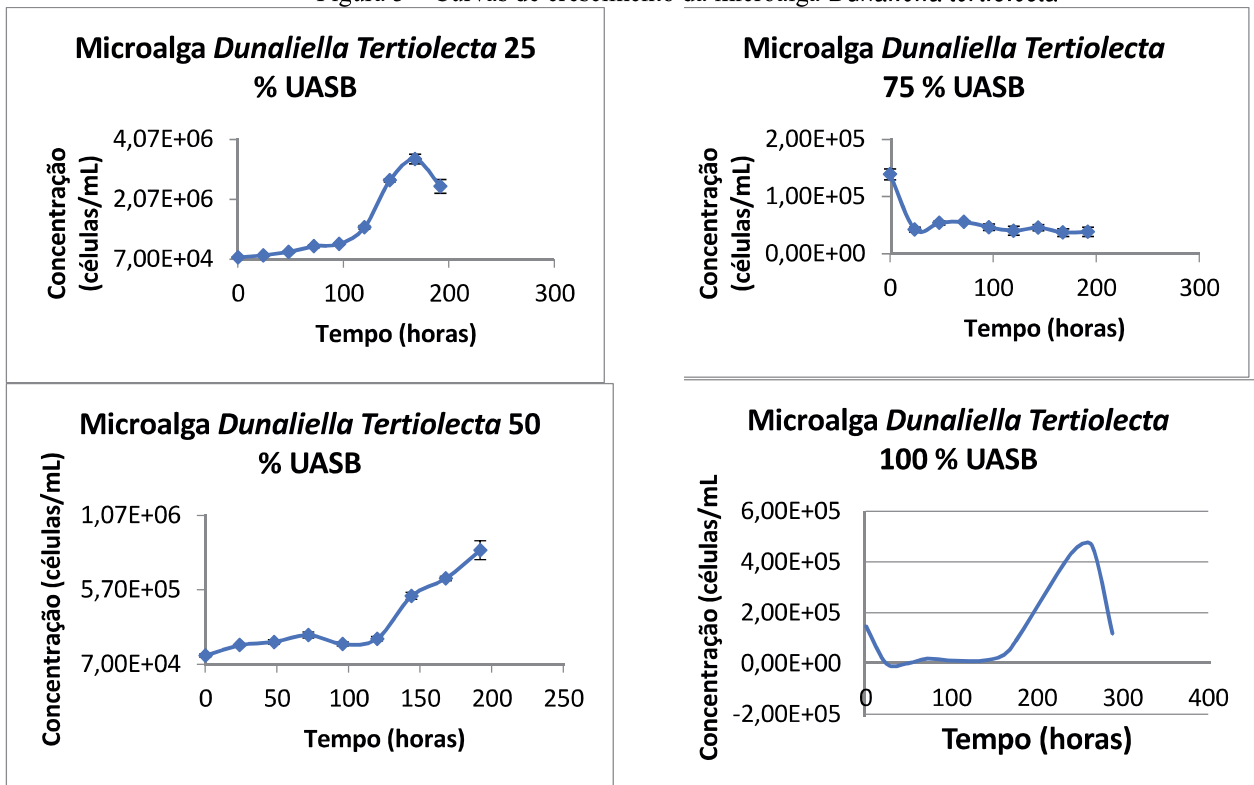


A maior remoção de DQO foi obtida com a proporção de UASB 25%, e a menor a 75%.

Nas curvas representadas na Figura 3 observa-se o crescimento da microalga nas diferentes concentrações de UASB. Assim, pode-se justificar os resultados obtidos para a

remoção de DQO. Visto que, a quantidade de células e seu crescimento traz reflexo na sua adaptação e biorremediação.

Figura 3 – Curvas de crescimento da microalga *Dunaliella tertiolecta*



4 CONCLUSÃO

Mediante a avaliação do potencial biotecnológico de biorremediação da microalga *Dunaliella tertiolecta* foi possível concluir que:

- A microalga *Dunaliella tertiolecta* apresentou as melhores porcentagens de remoção DQO, nos meio de cultura suplementado com 25% de efluente UASB; evidenciando assim a viabilidade da inserção desse efluente no cultivo das microalgas.
- O cultivo da microalga *Dunaliella tertiolecta* torna-se uma alternativa promissora, devido o baixo custo do processo e fácil adaptação ao meio dependendo do tempo de cultivo.
- A obtenção dos dados de remoção apresentados foi satisfatória para pós tratamento de UASB, destacando a importância das microalgas como alternativa para o saneamento,

pois as mesmas promovem a biorremediação dos efluentes, podendo gerar também biomassa, que pode ser utilizada como fonte de energia.

REFERÊNCIAS

AISSE, M.; BONA, A.; JURGENSEN, D. **Filtração rápida de efluentes de processo físico-químico com flotação**. [S.l.: s.n.], 2006.

ALPHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. **American Public Health Association**, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20° ed. Washington. 1998.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução. 430/2011-Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes. **Publicação DOU**, n. 92, 2014.

FERREIRA, Patrícia da Silva Figueiredo et al. Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira. **Revista Internacional de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 214-229, 2016.

FRÉ, N.C.D.; RECH, R.; MARCÍLIO, N. R. **Influência da luminosidade e concentração salina na produção de lipídios e carotenoides pela microalga *Dunaliella tertiolecta* em fotobiorreator airlift**. Florianópolis, 2014.

GUILLARD, R. R. L. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: SMITH, WL & MH CHANLEY (Eds.) *Culture of Marine Invertebrate Animals*. New York. Plenum, p. 29-60, 1975.

LOURES, Carla Cristina Almeida. **Otimização do processo de cultivo da microalga *Chorella minutissima* como fonte de matéria-prima para produção de biodiesel**.2016.

MOTA, F. S. B.; VON SPERLING, M. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. ABES: Rio De Janeiro, Brasil, v2, 2009.

MULBRY, W., KONDRAD, S., PIZARRO, C. & KEBEDE-WESTHEAD, E. 2008. Treatment of dairy manure effluente using freshwater algae: algal productivity and recovery of manure nutrients using pilot-scale algal turf scrubbers. **Bioresource Technology**, 99: 8137-8142.

NASCIMENTO, R. C.D.; FERNANDES, M. S.; SANTANA, H.; CEREJO C.; GARCIA, L.C.A.; SIQUEIRA, F. G.; BRASIL, B. D. S. A. F. **Avaliação do cultivo de microalgas em fotobiorreatores de placas planas para a produção de biomassa e biorremediação de efluente da agroindústria de óleo de palma.** Processos Bioquímicos, p. 103-109.

OLAIZOLA, M. Commercial development of microalgal biotechnology: from the test tube to the marketplace. **Biomolecular Engineering**, 20, 459, 2003.

PEREIRA, Sérgio Filipe Leite. **CULTURA DE MICROALGAS PARA REMOÇÃO DE AZOTO DE LIXIVIADO DE ATERRO.** 2016. Tese de Doutorado. Universidade do Porto.

PITTMAN, J. K.; DEAN, A. P.; OSUNDEKO, O. (2011). The potential of sustainable algal biofuel production using wastewater resources. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 17-25.

RICHMOND, A. **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology.** Oxford: Blackwell Science, 2004.

SAMBUSITI, C; BELLUCCI, M.; ZABANIOTOU, A.; BENEDEUCE, L.; MONLAU, F. Algae as promising feedstocks for fermentative biohydrogen production according to biorefinery approach: a comprehensive review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v.44,p. 20-36, 2015.

SILVA, Karen Rocío Pérez et al. Uso de Scenedesmus para la remoción de metales pesados y nutrientes de aguas residuales para la industria textil. **Ingeniería solidaria**, v. 12, n. 20, 2016

SILVA FILHO; HERALDO ANTUNES. **Nitrificação em sistemas de lodo ativado.** 2009. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009. [Links].

SMITH, V.H. and SCHINDLER, D.W. **Eutrophication science: where do we go from here?** **Trends in Ecology and Evolution**. 24(4): p. 201-207, 2009.

SUNDSTROM, Eric et al. **Avaliação de tratamento avançado de esgoto por algas como alternativa sustentável às tecnologias estabelecidas.** In: 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015, Rio de Janeiro. Anais Eletrônicos ABES, 2015

VARGAS, Nelzy Neyza Ramirez, **Estudo do Crescimento da Microalga Scenedesmus Sp. em vinhaça.**2013.

VIDAL, Iana Chaiene de Araújo. **Estudo da potencialidade de produção de biocombustíveis entre as microalgas *Chorella* sp. E *Scenedesmus* sp. Cultivadas em águas residuárias.** 2016.