



ENGENHARIA PARA AGRICULTURA FAMILIAR E AGROECOLOGIA

**AValiação da Biomassa de Microalgas Cultivadas em
Água Residual em Vistas à Produção de Biofertilizante
para a Agricultura Familiar**

Antônio Gabriel Lessa Soares, UNIFACS, gabriel.lessasoares@outlook.com

Adna Caroline Vale Oliveira, UNIFACS, adnacaroliine@hotmail.com

Eliseu Melo Carvalho Lacerda, UFBA, eliseumclacerda@gmail.com

Isadora Machado Marques, UFBA, isadoramachado1@hotmail.com

Ícaro Thiago Andrade Moreira, UFBA, Icarotam@gmail.com

RESUMO

A busca por soluções alternativas para a atual conjuntura mundial onde a precarização da agricultura familiar vem crescendo e em contrapartida as civilizações em todo o mundo aumentam o consumo de alimentos, gerando impactos ambientais ao solo devido a inserção de nutrientes em demasia, reforça a necessidade da produção de biofertilizantes que estimulem agricultura familiar e não sejam prejudiciais ao meio ambiente. Com isso iniciam-se buscas que visam alternativas menos agressivas ao ecossistema e a humanidade. As microalgas são alternativas para este problema principalmente as microalgas como a que podem ser cultivadas em águas residuais urbanas sendo uma opção menos custosa para uso do meio de cultura. As microalgas têm vantagens em relação a outras culturas por não usarem terras férteis para o seu cultivo e água potável, absorvem os nutrientes contidos na água utilizando-os em sua biomassa que pode ser utilizada para a produção e vários bioprodutos como os biofertilizantes. Os biofertilizantes são compostos por microrganismos vivos que aumentam a fertilidade do solo e o crescimento das culturas favorecendo assim toda uma cadeia produtiva de incentivo a agroecologia e a agricultura familiar. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial da biomassa microalgal como um biofertilizante para a agricultura familiar, tendo como fonte de nutrientes a água residual do rio Camarajipe. A biomassa seca quantificada em água residual do rio Canarajipe foi de 1,62g, já a microalga cultivada em meio de cultivo gerou 1,24 g de biomassa seca. Portanto o rendimento da biomassa gerada para utilização como biofertilizante foi maior na microalga cultivada na água residual e a biomassa gerada mostrou-se adequada como biofertilizante devido aos seus nutrientes absorvidos da água residual.

Palavras-chave: biofertilizante, microalgas, agricultura familiar, água residual, bioprodutos.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população mundial e a adoção de dietas ricas em calorias, os grandes produtores de alimentos cada vez mais têm que produzir alimentos para suprir a demanda, ignorando a qualidade dos alimentos e priorizando a quantidade. Por conta disso são utilizados mais fertilizantes químicos, para que estes alimentos produzidos sejam em número maior, aumentando o uso sobre os recursos da terra (TILMAN et al. 2002), de modo que o grande desafio será atender as futuras demandas por alimento sem que o meio ambiente



seja cada vez mais degradado (GODFRAY, et al. 2010; ODEGARD; VAND DER VOET 2014).

O uso de nitrogênio e fósforo em excesso na agricultura aumentou os problemas ambientais e por consequência reduziu o rendimento das culturas. Os fertilizantes sintéticos recebem o crédito de terem aumentado a erosão dos solos e degradação dos ecossistemas nos locais onde são utilizados. Junto ao desafio de aumentar a produção agrícola, observa-se a diminuição dos números de agricultores familiares devido a alta competição comercial com grandes fazendeiros detentores de extensos lotes de terras, o que dificulta o desenvolvimento dos pequenos trabalhadores rurais. Além disso as mudanças climáticas globais ameaçam diminuir as plantações ao redor do globo, para isso novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para que sejam aumentados os rendimentos agrícolas que minimizem os insumos e impeçam a poluição ambiental adicionadas ao processo de cultivo (TILMAN et al. 2002; FOLEY et al., 2011). Para que haja a preservação do ambiente natural, os fertilizantes orgânicos tornaram-se a melhor opção além de serem mais rentáveis (R. DINESHKUMAR; R MUMAVAREL et al., 2017).

Os biofertilizantes são produtos que possuem microrganismos vivos ou compostos naturais provenientes de organismos como bactérias, fungos e algas que auxiliam na melhora das propriedades químicas e biológicas do solo (aumentam a fertilidade do solo, por exemplo) e promovem o crescimento da planta (ABDEL-RAOUF et al., 2012). Este composto está se tornando importante na agricultura sustentável, como uma alternativa para aumentar a produtividade das culturas de uma maneira ambientalmente correta e economicamente viável, além de reduzir os efeitos poluentes dos fertilizantes sintéticos (SIGH et al., 2011.). Este fertilizante orgânico misto pode substituir com sucesso os substratos comerciais, sendo economicamente viável ao serem avaliados como substratos quando empregados na produção de mudas de alface (CÂMARA 2001).

A lei nº 10.831, de dezembro de 2003, regulamentada pelo decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007, fomentou a regulamentação e a criação de normas para a produção de produtos orgânicos animais e vegetais (BRASIL, 2003). Entre janeiro de 2014 e janeiro de 2015 o interesse dos agricultores brasileiros sobre os produtos orgânicos cresceu cerca de 51,7 %, o que demonstra um maior interesse por sistemas de produção que utilizem práticas saudáveis e responsáveis em relação ao uso da água, solo e ar e da biodiversidade (BRASIL, 2015). Esta é uma atividade que cresceu cerca de 22,5% dos municípios chegando atualmente a 14.449 mil unidades de produção orgânica (BRASIL, 2016).

Organismos fotossintéticos, incluindo microalgas eucarióticas, fotótrofos anoxigênicos e cianobactérias estão entre os diversos tipos de biofertilizantes e estão se tornando cada vez mais importantes devido a suas contribuições na agricultura (LI et al., 2017; THILAGAR et al., 2016). As algas estão no vasto grupo de organismos fotossintéticos, incluindo microalgas eucarióticas e cianobactérias procarióticas, além de macro-formas, como algas marinhas e outras formas marinhas (LEE, 2008). As microalgas empregadas como biofertilizantes trazem uma possível solução em relação aos fertilizantes convencionais e são



consideradas uma alternativa econômica, sustentável e ecológica por aumentarem a produção agrícola e diminuir a poluição ambiental (KAWALEKAR 2013).

As microalgas podem ser cultivadas em terrenos não necessariamente agrícolas, podendo ser cultivadas até em locais inférteis. Esse fator facilita o uso em pequenas propriedades não inviabilizando lotes de terra produtivos, favorecendo, assim, a agricultura familiar (MASCARELLI, 2009, AIKAWA, S. et al. 2012).

Diante da demanda da população mundial para produção de alimentos mais sustentáveis, faz-se necessário uma maior conservação do solo e menores emissões de gases do efeito estufa.

OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é apresentar o potencial da microalga como um biofertilizante para práticas do pequeno agricultor familiar viabilizando, assim, o seu desenvolvimento econômico.

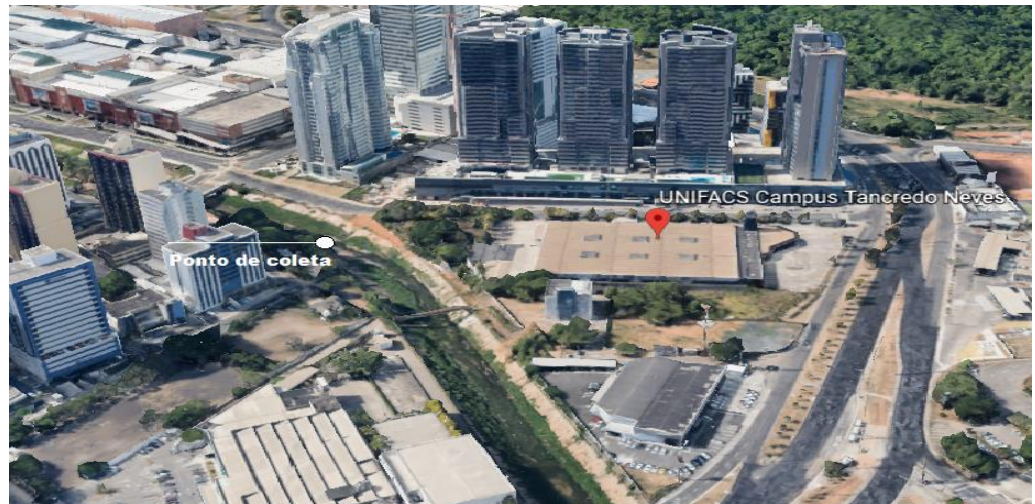
MATERIAL E MÉTODOS

Cultivo e propagação das microalgas

A biomassa da espécie de microalga foi propagada com meio de cultura Bold's Basal Medium (BBM) adquirido através do no Canadian Phycological Culture Centre (CPCC). O pH foi ajustado para 6,8. O meio de cultura foi autoclavado a 120°C durante 15 minutos para esterilização e seguindo a metodologia de Andrade e Filho (2014).

O cultivo ocorreu no Laboratório do Pavilhão de Aulas 1 da Universidade Salvador (UNIFACS PA1). A coleta da água do corpo hídrico urbano foi realizada no conglomerado comercial da Avenida Tancredo Neves próximo ao Salvador Shopping e do Campus Tancredo Neves da Universidade Salvador (UNIFACS), no município de Salvador- BA, Brasil. Para a realização do seguinte trabalho foi coletada água do rio Camarajipe com as seguintes coordenadas: 12°58'52"S38°27'09"W. Foram utilizadas para a coleta cinco garrafas âmbar de com o volume de quatro litros cada, totalizando um volume de 20 litros coletados para a caracterização de parâmetros físicos, químicos e biológicos das amostras.

Figura 1: Localização da Coleta



(Fonte: Google Earth adaptado, 2018).

Realizada a coleta as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas e encaminhadas para o laboratório do pavilhão de aulas 1 da Universidade Salvador (PA1/UNIFACS). Uma sonda multiparâmetros da marca Horiba U-50 foi utilizada para a medição parâmetros físico-químicos das amostras coletadas. Foram medidos os seguintes parâmetros: temperatura, pH, salinidade, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos dissolvidos totais.

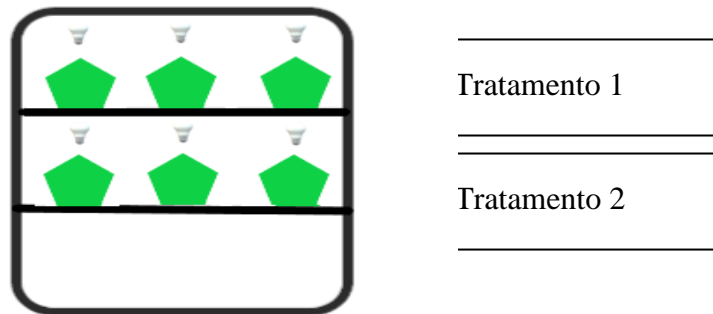
Montagem do fotobiorreator

Os fotobiorreatores foram montados em uma estante metálica, cada prateleira comportou um fotobiorreator de borossilicato de 3L cada em triplicatas. Para aeração foram utilizadas bombas compressoras automáticas com 3 L/min e 3 w de potência e o ar filtrado por filtros de nylon VERTICLEAN 0,2 μm . Para a iluminação foram utilizadas lâmpadas fluorescentes com 11w de potência presas as prateleiras. Para mensurar a luminosidade foi monitorada por um Luxímetro digital marca AKSO que obteve uma faixa de 1400 a 1600 lux e a temperatura medida com um termômetro digital.

O experimento foi planejado em duas concentrações o Tratamento 1- 0% e Tratamento 2- 100% de água residual e cada reator continha o volume útil de 3L, mas a capacidade utilizada foi de 2,5 litros. Sendo o Tratamento 1 composto por meio de cultura BBM e inóculo do cultivo da microalga e o Tratamento 2 que foi composto com água coletada no corpo hídrico. Foi inoculado 10% de do cultivo da microalga em todos os reatores experimentais.



Figura 2: Representação dos Fotobiorreatores



(Fonte: Paint 3D 2019 adaptado por: Eliseu Melo).

Análise de Clorofila a

A análise de clorofila *a* é feita para analisar o crescimento da microalga durante o cultivo e para a análise deste parâmetro foi utilizado o método da extração com acetona 90% e determinação da concentração pela absorvância medida em espectrofotômetro UV-Vis. As amostras coletadas foram filtradas com uma membrana GF/A 45 mm com uma porosidade de 0,45 μm . A leitura da clorofila foi realizada em um espectrofotômetro de modelo CARY 60 UV-Vis da marca AGILENT TECHNOLOGIES e a clorofila foi analisada nos comprimentos de onda 647, 664 e 730 e a microalga obteve a concentração inicial de clorofila *a* de 126,59 $\mu\text{g/L}$ antes do experimento.

O Standard Methods (2012) fornece o cálculo de concentração relacionado à concentração de clorofila *a*, com valores de densidade óptica pelas absorvâncias estabelecidas (**equação 1**) e o cálculo total de células por unidade de volume (**equação 2**).

$$Ca = 11,85(\text{absorbancia } 664) - 1,54(\text{absorbancia } 647) - 0,08(\text{absorbancia } 630)$$

Equação 1

$$\text{Chlorophyll } a = \frac{Ca * \text{Extração volume}}{\text{Volume da amostra (m}^3\text{)}} \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right)$$

Equação 2

O líquido filtrado foi utilizado para análise de cátions, ânions e pH estas análises serão feitas utilizando um cromatógrafo de íons e as análises feitas através do método da ASTM (2005) para evidenciar os nutrientes cátions: nitrogênio amoniacal (NH_4^+) e ânions: nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e fosfato (PO_4^{3-}) para qualificar o crescimento das microalgas durante o cultivo. Foi medido o pH das amostras no tempo sete através do pHmetro da marca



HANNA para analisar as condições de crescimento das microalgas durante o cultivo. As análises foram realizadas no Núcleo de Estudos Ambientais (NEA/UFBA).

Obtenção da biomassa

Para a separação do meio de cultura da biomassa foi realizada a centrifugação, para este processo foi utilizada a centrífuga ROTINA 420 da marca HETTICH ZEBTRUFYGEN no Laboratório de estudos ambientais no Núcleo de estudos ambientais (NEA/UFBA). As amostras foram preservadas em tubos de falcon, e centrifugadas com uma rotação de 4000 rpm em um período de 15 minutos. Com o fim do processo o líquido sobrenadante foi retirado com uma pipeta de Pasteur e descartado em recipiente adequado. Com o fim da centrifugação a biomassa foi seca em um liofilizador de modelo L108 da marca LIOTOP e pesada em uma balança analítica da marca SHIMADSU para a obtenção do peso seco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise do crescimento microalgal.

O tratamento 2 composto com inóculo da microalga selecionada e água residual, coletada em um corpo hídrico urbano que recebe efluentes domésticos. Durante coleta os parâmetros físico-químicos da água foram analisados com uma sonda multiparâmetros, para analisar parâmetros fundamentais para proporcionar condições nutricionais de crescimento para as microalgas.

Tabela 1: Análises Físico-Químicas

Parâmetros	In Situ
Temperatura (°C)	26,8
pH	7,36
eH (ORPmv)	176
Condutividade (mS/cm)	0,499
Turbidez (NTU)	39,1
OD (mg/L)	50
Sólidos totais dissolvidos (g/L)	0,324
Salinidade	0,04
OD (%)	500



Fonte 1: Parâmetros da quantificados na água residual urbana.

Durante o cultivo foi realizada análise de clorofila *a*, no presente trabalho este parâmetro foi analisado nos tempos 0, 7 e 15 para quantificar o crescimento de biomassa durante o processo de cultivo das microalgas devido ao enriquecimento por nutrientes principalmente nitrogênio e fósforo. A concentração de clorofila *a* é determinada através do espectrofotômetro por meio das leituras nas densidades ópticas nos três comprimentos de onda 647, 664 e 730.

As microalgas cultivadas no tratamento 1 tem seu tempo lag (fase de adaptação) no tempo 0, sua fase log (fase exponencial) de crescimento no tempo 7, ultrapassando 1000 $\mu\text{g/L}$ e após este aumento a fase de declínio se dá no tempo 15 onde atingiu cerca de 200 $\mu\text{g/L}$. Já o tratamento 2 apresentou em sua fase log o crescimento de cerca de 300 $\mu\text{g/L}$, a fase de declínio se deu com também com cerca 15 dias de cultivo. Quando o cultivo atinge quinze dias (fase de declínio) de cultivo há o decréscimo na concentração de biomassa devido a competição entre as microalgas por espaço e nutrientes, que para sua defesa liberam toxinas causando mortandade no meio. A diferença entre as concentrações nos dois tratamentos é devido a forma de cultivo, o meio de cultura enriquecido fornece mais nutrientes que a água residual.

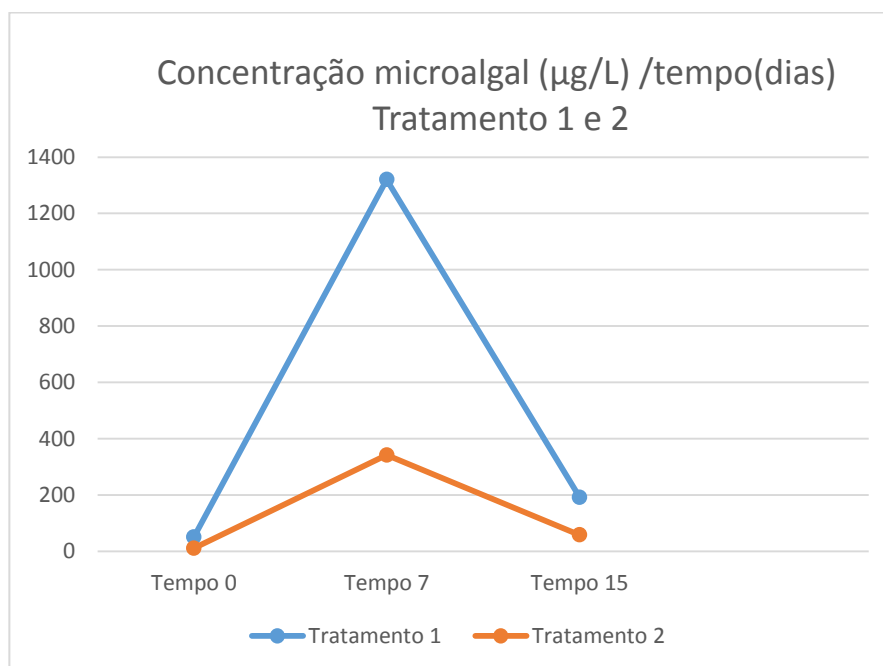


Gráfico 1: Análise da clorofila *a*.

As microalgas durante seu crescimento necessitam para o seu desenvolvimento compostos nitrogenados como o nitrito, nitrato e fosfato, na ausência de amônia a microalga consome o nitrito e o transforma em nitrato (CARNEIRO M. et al. 2013). No presente trabalho ao analisar o consumo destes compostos através do cromatógrafo de íon no tratamento 1 foi possível notar o aumento do nitrato e o consumo do nitrito este aumento se deu paralelo a fase log (tempo 7) do crescimento da clorofila *a*. O fosfato apresenta um



aumento no tratamento 1 devido ao meio estar enriquecimento e a bioacumulação deste composto.

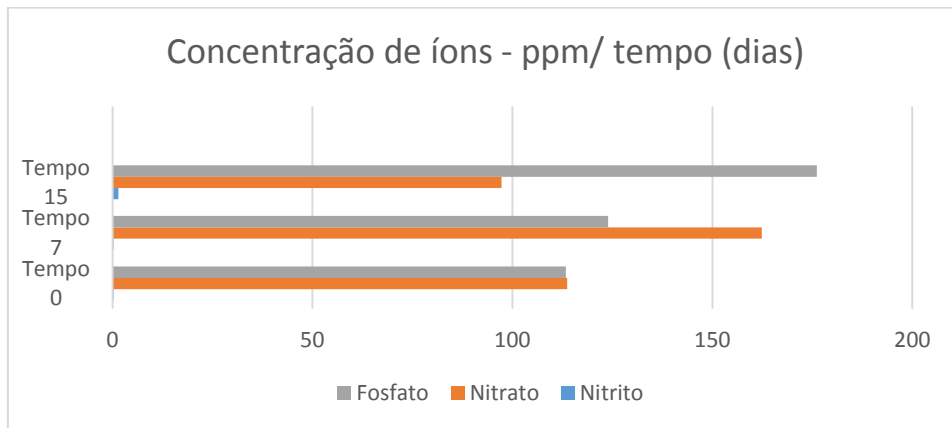


Gráfico 2: Análise de cátions- tratamento 1.

No tratamento 2 a concentração de nitrito decaiu durante o cultivo e houve um aumento da concentração de nitrato junto a fase log da concentração de clorofila *a* deste tratamento. Este aumento se deu devido a transformação do nitrito em nitrato pela microalga. O fosfato apresentou seu pico de crescimento também na fase log da concentração de clorofila *a* e depois o decréscimo junto a fase de declínio da clorofila

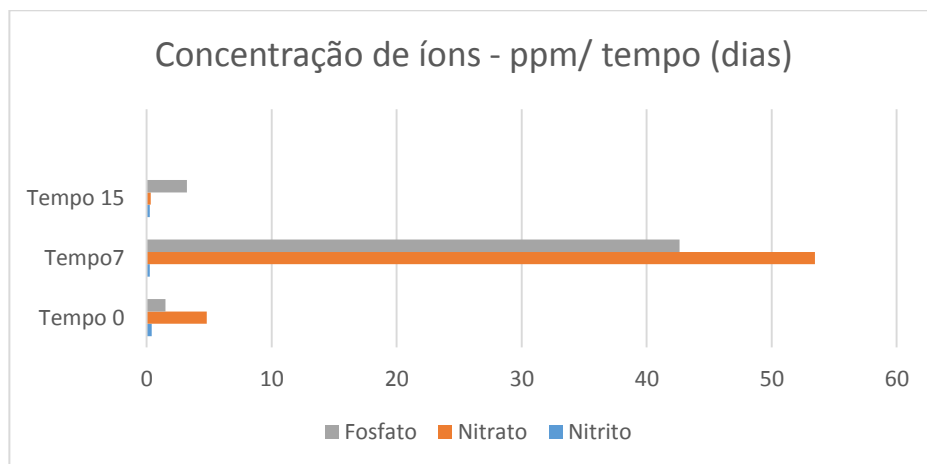


Tabela 2: análise dos nutrientes cátions- tratamento 2.

Obtenção da biomassa

Após os quinze dias do cultivo, houve o encerramento do experimento e a biomassa obtida foi centrifugada para a dissociação entre o meio de cultura e a biomassa (tratamento 1) e a dissociação entre a água residual e a biomassa (tratamento 2). Com o fim deste processo a biomassa é seca a frio por meio de um liofilizador e pesada com uma balança semi-analítica para obtenção do peso seco. O peso seco obtido foi 1,2394 gramas e 1,6191 gramas para o tratamento 1 e 2.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos mencionados fica evidente que o biofertilizante gerado a partir da biomassa das microalgas é uma possível alternativa para o alto uso de fertilizantes químicos, pelo fato dos nutrientes terem sido absorvidos através do tratamento de águas residuais e também se mostra uma possibilidade de auxílio aos pequenos agricultores que poderão ter um fertilizante orgânico eficaz na adubação de suas lavouras. Os fertilizantes químicos utilizados por grandes produtores agrícolas para atender as demandas alimentícias mundiais possuem excesso de nutrientes que causam a degradação do solo, poluição de corpos hídricos quando percolado e a liberação CO₂ para atmosfera, além de serem nocivos para a saúde humana.

Sugere-se que seja feita a análise dos nutrientes e metais tóxicos presentes na biomassa microalgal que vai diferenciar de acordo com o efluente usado como meio de cultivo e que a passe por um digestor anaeróbico. A biodigestão anaeróbica dificulta a multiplicação de fungos e patógenos, recupera as estruturas e textura do solo, não há mais fermentação, ou seja, não produz ácido oxálico, que é tóxico para as plantas, não dá condições para a multiplicação de insetos, moscas e bactérias, recursos que muitas vezes são rejeitados, favorece o desenvolvimento de microrganismos. Facilita a absorção da água pelo terreno, facilita a aração do solo, retém por mais tempo a umidade e adiciona nitrogênio ao solo tornando o biofertilizante mais eficiente em seu uso e conseqüentemente melhorando a qualidade do plantio.

O cultivo das microalgas em águas residuais é vantajoso devido aos nutrientes fornecidos para a biomassa microalgal durante o cultivo, além da diminuição dos custos com meio de cultura. As vantagens do uso de microalgas se dão através do fato que elas não precisam de terras férteis para o seu cultivo, não precisam ser cultivadas em água potável e de terem o seu crescimento rápido e fixarem CO₂. As microalgas trazem uma mitigação ambiental ao tratar a água residual a qual é cultivada. A biomassa microalgal possui gama opções para bioprodutos que podem vir a ser gerados dentre estes o biofertilizante.

Apesar dos ajustes a serem realizados é possível concluir que a biomassa da microalga cultivada em águas residuais é vantajosa quando usada como biofertilizante direcionado a agricultura familiar devido aos seus nutrientes absorvidos da água residual,



sendo uma nova alternativa tecnológica, ecológica e economicamente viável para pequenos agricultores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSANO, L. Efeito do estresse na composição química de microalgas e do extrato na germinação de sementes de alface .2015.

BRASIL Decreto nº. 4.954, de 14 de Janeiro de 2004. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de jan. 2004. Seção 1, p. 2.

BRASIL., DECRETO Nº 6.323, DE 27 DE DEZEMBRO DE 2007. Brasília,DF, dez 2007.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA Nº 27, 05 DE JUNHO DE 2006, Brasília,DF, Jun 2006.

CARNEIRO M. Excreção de nitrito pela microalga *Contricriba weissfloggi* em elevadas concentrações de nitrato e amônia no meio. V5 n4. 2013

DOGAN-SUBAS, EYLEM; DEMIRER, D GEOKSELI N.. Anaerobic Digestion of Microalgal (*Chlorella vulgaris*) Biomass as a Source of Biogas and Biofertilizer. 2016. Disponível em: <wileyonlinelibrary.com>. Acesso em: 13 mar. 2018.

LOURENÇO. S.O. Cultivo de Microalgas Marinhas: Princípios e aplicações. Editora RiMa, São Carlos, São Paulo, 2006.

MAMANI, Leonardo Ariel Benavidez. Desenvolvimento de um reator para geração de biogás a partir de biomassa de algas como alternativa energética nas áreas rurais. 2015. 123 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Industrial, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (ufba), Ufba, Salvador, 2018.

MATOS; PINHEIRO; PAES. Avaliação do Potencial de Uso de Biofertilizante de Esterco Bovino Resultante do Sistema de Manejo Orgânico e Convencional da Produção de Leite. 2017. Disponível



em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167351/1/2017-046.pdf>>.

Acesso em: 17 mar. 2018.

OBIOMA A., OGUGBUE C., ENECHOJO W . **Field Evidence of Chlorella vulgaris Potentials as a Biofertilizer for Hibiscus esculentus** *International Journal of Agricultural Research* .2017.181.189

PAINTER, Terence J.. **Review paper carbohydrate polymers in desert reclamation: the potential of microalgal biofertilizers** . *Carbohydrate polymers*, Norway, v. 20, p. 77-86, 199./199. undefined.

SOMMERFELD, Gonzalez J. M.. **Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga acutodesmus dimorphus**.Springer, Usa, v. 28, p. 1051–1061, mai./jun. 2018. Disponível em: <springerlink.com>. Acesso em: 11 abr. 2018.

UYSAL, Onder; UYSAL, F. Ozge; EKİNCİ, Kamil. **DETERMINATION OF FERTILIZING CHARACTERISTICS OF THREE DIFFERENT MICROALGAE CULTIVATED IN RACEWAYS IN GREENHOUSE CONDITIONS**. 2016. Disponível em: <<http://www.revagrois.ro/PDF/2016-1/paper/02.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

WANG R. PENG B. , HUANG K. **The research progress of CO2 sequestration by algal bio-fertilizer in China**. *Journal of CO2 Utilization* 67–70. 2015

ZAYADAN, B. K.; MATORIN, D. N.; BAIMAKHANOVA, G. B.. **Promising Microbial Consortia for Producing Biofertilizers for Rice Fields**. 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1134/S0026261714040171>>. Acesso em: 10 mar. 2018.