

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

Félix Vietta Neto

Microalgas: uma solução energética

Itaqui-RS

2018

Félix Vietta Neto

Microalgas: uma solução energética

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Orientador: Nelson Victoria Bariani

Itaqui-RS

2018

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

V666m Vietta Neto, Félix

Microalgas: uma solução energética / Félix Vietta Neto.

30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do
Pampa, INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2018.

"Orientação: Nelson Victoria Bariani".

1. Microalgas. 2. Biocombustível. 3. Fotobiorreatores. 4. Lagoa aberta. 5.
Produção de Microalgas. I. Título.

Félix Vietta Neto

Microalgas: uma solução energética

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 25 de junho de 2018.

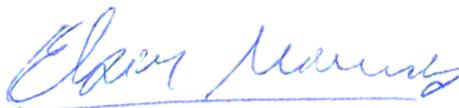
Banca examinadora:



Professor Doutor Nelson Victoria Bariani
UNIPAMPA



Professor Doutor Geraldo Lopes Crossetti
UNIPAMPA



Professor Doutor Eloir Missio
UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Nelson Victoria Bariani, meu orientador, por ter me despertado interesse em buscar conhecimento, quebrando barreiras do afastamento que tive do meio acadêmico, estando sempre disponível e com eterno desejo de ver o crescimento intelectual de seus alunos. Ao professor, Doutor Geraldo Lopes Crossetti, coordenador do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia, que tem mostrado o seu prazer de estar no meio acadêmico fortalecendo nossa base do saber e estruturando nosso curso, enfrentando batalhas dentro e fora de nossa Universidade, ao professor Doutor Eloir Missio, vice coordenador do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, portador dos melhores ideais de equilíbrio entre a natureza e o homem buscando diminuir sua “pegada” ao desfrutar sua passagem por este plano, e ao mesmo tempo instruindo a todos a necessidade de preservar para manter. A meu pai, por acreditar em cada movimento de minha vida e ser meu grande incentivador e minha fonte inspiração e de vida. A minha amada mãe, “em memória” por deixar um legado de amor, afeto, sabedoria, inteligência, empreendedorismo, sagacidade, austeridade, cujo sorriso e olhar meigos, inspiram minha vida, cujos passos procuro seguir na busca da mesma maestria e sucesso que lhe foi peculiar em sua breve passagem. A minha adorável Vó Alice “em memória”, um grande exemplo de perseverança, inteligência, zelo, dedicação, empreendedorismo, que nunca mediu esforços para orientar, ensinar e amar incondicionalmente, ocupando com sapiência e amor os espaços vazios deixados pela perda precoce de minha amada mãe. Minha companheira, Daisa Moura Debus, que participa de meu crescimento por mais da metade de minha vida. Aos meus amados e inigualáveis filhos, Ingrid e Félix Filho, que me fizeram um homem melhor, deixando aflorar em mim o “melhor” amor, o amor de pai, que despertaram em mim o senso de vislumbrar o depois e o depois de amanhã com maior afinco. A meu irmão, meu gêmeo, companheiro, parceiro e amigo incondicional de todas as horas, desde sempre e para sempre. As minhas irmãs, amigas zelosas e agregadoras pelo amor, carinho e atenção. A minha madrastra, que acompanhou minha infância e parte de minha adolescência com carinho e dedicação. A minha família e amigos que sempre estiveram comigo com muita alegria nesta caminhada. E a todos aqueles que, de alguma forma e a seu jeito, estiveram presentes no curso de minha caminhada,

fazendo, juntamente com minha família e amigos, com que minha vida valha em cada sopro.

“Viver
E não ter a vergonha
De ser feliz
Cantar e cantar e cantar
A beleza de ser
Um eterno aprendiz”

Gonzaguinha

RESUMO

Este trabalho de revisão bibliográfica busca trazer à tona a importância dos estudos para produção de energia limpa e renovável, visto que os combustíveis que são utilizados têm origem de fontes não renováveis, principalmente de origens fósseis, e que para serem utilizados demandam muito tempo de transformação, produzem gases do efeito estufa durante sua queima, e lançam na atmosfera matérias particuladas e gases nocivos. Os combustíveis renováveis de origem vegetal e microrganismos fotossintetizantes, consomem, durante sua produção, dióxido de carbono, um dos grandes causadores do efeito estufa. Com o aumento das necessidades energéticas e escassez do petróleo, tem-se procurado desenvolver novas fontes energéticas. Buscando melhor eficiência em sua produção e balanço energético positivo, a energia de fontes renováveis vem para suprir esta necessidade de consumo, mas demandam de área de cultivo, que concorrem com produtos agrícolas para consumo na alimentação humana e criação animal. As microalgas têm mostrado grande perspectiva na produção de biomassa, com características para produção de biocombustível, representando um grande potencial para geração de energia renovável, bem como, para suprir a crescente demanda de energia prevista para as próximas décadas. As microalgas apresentam vantagens sobre as culturas convencionais terrestres na produção de biocombustíveis, em função de alta eficiência na conversão da luz solar em biomassa. Isso implica em uma produtividade maior que as obtidas pelas principais culturas terrestres, utilizadas como matéria prima na produção de biocombustíveis.

Palavras-Chave: Biocombustível, Energia renovável, Fotobiorreator.

ABSTRACT

This literature review seeks to bring to light the importance of studies for the production of clean and renewable energy, since the fuels that are used come from nonrenewable sources, mainly from fossil sources, and to be used they require a lot of processing time, produce greenhouse gases during their burning, and release particulate matter and noxious gases into the atmosphere. Renewable fuels of plant origin and photosynthetic microorganisms consume during their production carbon dioxide one of the great causes of the greenhouse effect. With increasing energy needs and scarcity of our main source of energy, oil, we have sought to develop new energy sources. Seeking better efficiency in its production and positive energy balance the energy from renewable sources comes to supply this need of consumption, but demand of area of cultivation, competing with agricultural products for consumption in human food and animal husbandry. Microalgae have shown great prospects in the biomass production condition, with characteristics for biofuel production, representing a great potential for renewable energy generation, and supplying the growing energy demand foreseen for the coming decades. Microalgae have many advantages over conventional terrestrial crops in the production of biofuels. Among these advantages, microalgae present a high efficiency in the conversion of sunlight into biomass, which represents a productivity far beyond that obtained by the main terrestrial crops, used as raw material in the production of biofuels, AZEREDO, V. B. S. (2012).

Keywords : Biofuel, Renewable energy, Photobiorreator.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Fotografia do sistema raceway lagoa aberta..... | 20 |
| Figura 2 – Fotografia fotobiorreator | 21 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Produção de óleo por espécie de microalga | 22 |
| Tabela 2 – comparações de matérias primas para produção de biodiesel... | 23 |
| Tabela 3 - Alguns Produtos Obtidos de Microalgas..... | 29 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

BF – Efluente do cultivo super intensivo de camarões marinhos com bioflocos

BFT – Bioflocs Technology (Tecnologia de Bioflocos)

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DB – Dicloro Benzeno

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

GEE – Gases de Efeito Estufa

GWP – Global Warming Potential (Potencial de Aquecimento Global)

ICV – Inventário do Ciclo de Vida

ISO – International Organization for Standardization

LCA – Laboratório de Cultivo de Algas

NBR – Norma brasileira

PVC – Polyvinyl chloride (policloreto de vinil)

Unipampa – Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA..... | 16 |
| 2.1 MICROALGAS..... | 16 |
| 2.2 BIOCOMBUSTÍVEIS..... | 17 |
| 2.3 PRODUÇÃO DE BIODIESEL DE TERCEIRA GERAÇÃO..... | 18 |
| 3 METODOLOGIA..... | 19 |
| 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS..... | 20 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 24 |
| 6 REFERÊNCIAS..... | 24 |
| 7 ANEXOS..... | 27 |

1 INTRODUÇÃO

Microalgas são organismos unicelulares microscópicos que através da fotossíntese convertem energia solar em energia química. Frequentemente confundidas com plantas, já fizeram parte do Reino Plantae. Hoje pertencentes ao Reino dos Protistas, possuem numerosos compostos bioativos que podem ser aproveitados para uso comercial. Com grande potencialidade fotossintética destes micro-organismos simples, produzem compostos valiosos para uso energético e são amplamente reconhecidos devido a sua utilização mais eficiente da luz solar em comparação com plantas superiores (AZEREDO, 2012).

As microalgas são consideradas como a origem dos fitoplanctons marinhos e dos vegetais superiores, que em conjunto são responsáveis pela presença de oxigênio na atmosfera, pois geram aproximadamente 90% do oxigênio produzido diariamente. Porém, sua primeira utilização pelos seres humanos foi somente a 2000 anos, quando o gênero *Nostoc sp.* foi utilizada como alimento na China (PRIYADARSHANI; RATH, 2012).

Existem muitas espécies de microalgas, que podem produzir uma ampla gama de metabólitos, como proteínas, lipídios, carboidratos, carotenóides ou vitaminas para saúde, alimentos e aditivos alimentares, cosméticos e energia (BORGHETTI, 2009). A biotecnologia microalgal só começou, realmente, a se desenvolver no meio do último século. A produção comercial de microalgas teve início na década de 60 com espécies dos gêneros *Chlorella* e *Spirulina*, como suplementos dietéticos, *Dunaliella salina* para obtenção de β -caroteno, *Haematococcus pluvialis* para produção de astaxantina e diversas outras espécies para aplicação na aquicultura. Nessa mesma década, as pesquisas em biotecnologia de microalgas concentravam-se na reciclagem de águas residuais, sua aplicação em programas espaciais de renovação atmosférica e fonte de alimento (BENEMAN, 1990).

Segundo BROWN; JEFREY; GARLAND (1989), de 90 a 95% da biomassa seca das microalgas são constituídas por proteínas, carboidratos, lipídios e minerais, sendo o restante ácidos nucleicos. A diferença na concentração destes compostos está diretamente ligada as condições de cultivo, e as características das diferentes classes de microalgas.

Hoje em dia, existem muitas aplicações comerciais para microalgas, a exemplo de aumentar o valor nutricional dos alimentos e ração animal devido a sua composição química; eles desempenham um crucial papel na aquicultura e podem ser

incorporados em cosméticos (PULZ; GROSS, 2004). Além disso, são cultivados como uma fonte de moléculas altamente valiosas. Por exemplo, poli-insaturados, ácidos graxos polinsaturados, óleos de ácidos gordos, são adicionados às fórmulas para alimentação infantil e suplementos e pigmentos importantes como corantes naturais. As microalgas são geneticamente um grupo muito diversificado de organismos com uma ampla gama de características fisiológicas e bioquímicas; assim eles naturalmente produzem diferentes tipos de gorduras incomuns, açúcares, compostos bioativos, corantes e antioxidantes, ácidos Graxos, enzimas, polímeros, produtos especiais, biomassa, etc. (tabela 1).

As microalgas pertencem a um grupo pouco explorado de organismos, e assim pode fornecer uma fonte praticamente inexplorada de produtos. Além de serem usadas como proteínas unicelulares, elas são projetadas como células vivas, fábricas para a produção de biocombustíveis e vários compostos e produtos, que podem ser utilizados em alimentos, aquicultura e indústria farmacêutica devido à presença de diferentes compostos úteis. Sua composição permite a extração de produtos, incluindo fármacos, cosméticos, vitaminas, minerais, óleos essenciais, proteína e substâncias bioativas, os quais são destinados principalmente para a produção de alimentos, rações animais e biofertilizantes (BENEMANN, 2006); (BORGHETTI, 2009); (CHEN et al., 2009); (MATA et al., 2010).

Atualmente, o cultivo de microalgas tem ganho destaque, principalmente por apresentar diversas vantagens econômicas e ambientais frente a outros cultivos, dentre as quais se destaca: potencial para produzir mais biocombustível que qualquer outra fonte oleaginosa (CHEN et al., 2009);

A produção de microalgas não compete com a agricultura tradicional, por ser geralmente cultivada em fotobiorreatores, utilizando áreas não agricultáveis (CHEN et al., 2009); (SOARES et al., 2011); pode-se cultivar em diversos climas e condições hídricas, além de utilizar dióxido de carbono (CO₂) de diversas fontes (CHEN et al., 2009); (PRIYADARSHANI; RATH, 2012).

Os óleos e gorduras, vegetais ou animais, são chamados triglicerídeos, produtos naturais da reação do propanotriol (glicerol) com ácidos graxos, cujas cadeias têm de 12 a 22 átomos de carbono e peso molecular três vezes maiores que o óleo diesel (GOMES et al., 2008). Os ésteres são provenientes da reação de condensação de um ácido carboxílico e um álcool, chamada de reação de

esterificação, os quais apresentam peso molecular e propriedades físicas e químicas semelhantes ao óleo diesel (GOMES et al., 2008).

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

Na realização deste trabalho de revisão de literatura buscamos informações científicas através de leituras de artigos sobre microalgas, biocombustível, a necessidade de energias renováveis, escassez do petróleo por ser um recurso não renovável, energias renováveis, produção de biodiesel de terceira geração a partir de microalgas, buscando aprofundar conhecimentos sobre o modo de produção da biomassa algal e biodiesel, relacionando com a produção de óleo e biocombustível tradicional com plantas terrestres convencionais.

2.1 Microalgas

As microalgas são predominantemente aquáticas e geralmente microscópicas e unicelulares, podendo formar colônias, apresentam pouca ou nenhuma diferenciação celular e compõem um grupo heterogêneo de organismos. É através da presença de pigmentos e de seu mecanismo autotrófico que fica evidenciado sua coloração variada. Filogeneticamente, as microalgas são compostas de espécies procarióticas ou eucarióticas, antigas ou mais recentes, conforme o período em que surgiram no planeta (RAVEN et al., 2005). O termo “microalgas” não tem valor taxonômico, uma vez que engloba micro-organismos algais com clorofila e outros pigmentos fotossintéticos capazes de realizar a fotossíntese. (PÉREZ, 2007). Andrade et al., (2008) e CHISTI, (2007) caracterizam as microalgas como micro-organismos fotossintéticos, que combinam água e dióxido de carbono atmosférico com luz solar para produzirem várias formas de energia e biomassa (polissacarídeos, proteínas, lipídios e hidrocarbonetos), que podem ser utilizadas na produção de biocombustíveis e suplementos alimentares, e também podem ser empregados na captura de dióxido de carbono da atmosfera. As microalgas produzem mais oxigênio do que todas as plantas juntas existentes no mundo, sendo responsáveis por, pelo menos, 60% da produção primária da Terra (CHISTI, 2004).

A composição da biomassa nas microalgas fica próxima de 50% de carbono, que representa um importante componente em sua composição e nos custos de produção, seja gasoso na forma de dióxido de carbono, ou sólido, principalmente na forma de bicarbonato (VONSAHK, 1997). Segundo POSSATTO, (2009) para que espécies de microalgas possam produzir satisfatoriamente várias formas de energia,

são indispensáveis cuidados no processo e sistemas de cultivo dos microrganismos, considerando as peculiaridades de cada espécie, adaptação ao ambiente, assim como a disponibilidade de nutrientes. O número exato de espécies de microalgas ainda não é conhecido, mas muitas espécies já podem crescer em sistemas de cultivo. A tarefa mais difícil, no entanto, está em cultivar espécies específicas para a produção de óleo (PÉREZ, 2007).

A composição lipídica da biomassa microalgal é composta, tipicamente, por glicerol, açúcares ou bases esterificadas e ácidos graxos contendo entre 12 e 22 carbonos, podendo ser tanto saturados, quanto mono ou poliinsaturados e nas microalgas, os ácidos graxos correspondem a maior fração dos lipídios e, em algumas espécies, os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) representam entre 25 e 60% dos lipídios totais (BECKER, 1988; BROWN, 1991; BECKER, 2004 apud DERNER, 2006).

2.2 Biocombustíveis

Uma vez reconhecido a insustentabilidade do uso de combustíveis originados de petróleo, considerando que suas reservas são finitas e a sua contribuição para o acúmulo de dióxido de carbono no ambiente, faz-se necessário o desenvolvimento de novas fontes de combustíveis renováveis. O biodiesel derivado de oleaginosas é uma alternativa renovável potencial, mas as microalgas parecem ser a única fonte de biodiesel renovável capaz de atender a demanda global de combustíveis para transportes, uma vez que sua produtividade de óleo, excede a produtividade de óleo das culturas oleaginosas (CHISTI, 2007).

Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol obtido a partir de cana-de-açúcar e, em escala crescente, o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis (ANP, 2018).

De acordo com a ANP, (2018) Biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia.

2.3 Produção de biodiesel de terceira geração a partir de microalgas.

Os biocombustíveis de 3^a geração são obtidos a partir do cultivo de microalgas, que possuem a capacidade de acumular lipídeos nas células, os quais, após extração, são transesterificados para a obtenção do biodiesel (MATA et al., 2010; HADDAD & FAWAZ, 2013).

A composição bioquímica da biomassa das microalgas não é determinada somente pela natureza de cada espécie algal, dependendo de fatores como, intensidade de luz, temperatura, pH, nutrientes e agitação (MIAO; WU, 2004).

Pesquisas relacionadas com a interação entre intensidade luminosa, temperatura, agitação e concentração de nutrientes podem contribuir para a otimização do cultivo, pois o crescimento de microalgas deriva de diversas reações bioquímicas e biológicas (DUARTE, 2001). O pH do meio também é importante no processo de cultivo, variando de neutro a alcalino para a maioria das espécies de microalgas (RAVEN, 1990).

3 METODOLOGIA

A metodologia do presente estudo baseou-se em uma revisão bibliográfica realizada a partir da escolha aleatória de artigos e publicações de entidades governamentais e ambientais, que estabelecem relação com o tema proposto a fim de refletir sobre a atual participação brasileira na utilização dos biocombustíveis gerados a partir da biomassa algal em tanques abertos e fotobiorreatores, em comparação com os produzidos através dos métodos tradicionais ocupando grandes áreas cultiváveis, e que permitam um crescimento econômico mais sustentável. A seleção final dos títulos foi realizada procurando responder às propostas da Gestão Ambiental, no contexto das Tecnologias Limpas orientada pelas palavras-chaves. O emprego de exemplos atuais, tais como os apresentados em GOMES e colaboradores (2008) e NETO e colaboradores (2010) ilustrou a real utilização dos biocombustíveis e refletir sobre a necessidade de mudanças a respeito dos processos de produção de energia que permitam um crescimento econômico mais sustentável, Ana Paula Campos de Carvalho e Rafael Lopes Ferreira Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade - v.5, n.3 - 2014 153 biocombustíveis na matriz energética brasileira, mostrando a dimensão e importância do tema abordado.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As duas formas mais utilizadas para produção de microalgas são o sistema de lagoas abertas, Raceway, e os fotobiorreatores. O sistema de lagoas abertas possui um canal de circuito fechado, por onde o caldo de microalgas circula, através de uma mistura constante com auxílio de uma roda de pás. Possuem um baixo custo, contudo, produzem menos biomassa por unidade de área quando comparadas aos fotobiorreatores.

Figura 1 Lagoas abertas (Raceway).



Fonte: Valadi K Jaganathan

Os fotobiorreatores são constituídos por um conjunto de coletores solares, onde o caldo de algas segue impulsionado por uma bomba mecânica ou de transporte aéreo, posicionada garantindo, assim, uma melhor insolação, viabilizando assim o crescimento máximo de algas. Através deles, proporciona-se maior controle sobre as condições de cultura e parâmetros essenciais de crescimento, incluindo a temperatura, pH e níveis de CO₂ e O₂. Este tipo de manutenção, diminui a chance de contaminação da cultura de algas e de invasão por microrganismos concorrentes.

Figura 2 Fotobiorreator.



Fonte: Núcleo de PD de Energia Autossustentável (NPDEAS).

Embora as lagoas Raceway e os fotobiorreatores possuam um mesmo consumo de dióxido de carbono anual, os fotobiorreatores obtêm um maior rendimento de produtos por hectare quando em comparação com as lagoas Raceway. Outra vantagem dos fotobiorreatores é que por possuírem uma maior concentração

de biomassa, o custo da recuperação desta é menor do que no sistema de lagoas Raceway.

A produção de biodiesel a partir de microalgas, entretanto, requer que a tecnologia seja desenvolvida para que as produções destes microrganismos possam concorrer com os combustíveis, hoje utilizados, de forma que os custos possam ser menores. Para tanto, a implementação de reatores, a utilização de fontes de nitrogênio e fósforo de baixo custo, o desenvolvimento de conhecimento acerca das rotas metabólicas de acúmulo de lipídios baseados na biologia molecular são fatores imprescindíveis (WIJFFELS; BARBOSA, 2010). Bem como, a implementação dos métodos de extração de lipídios, utilizando menor quantidade de solventes com a diminuição da extração de impurezas como a clorofila, são etapas a serem otimizadas (SCOTT et al., 2010).

O consumo de biodiesel foi maior no ano passado em 13,22%, com vendas de 4,302 bilhões de litros em 2017, contra 3,799 bilhões de litros em 2016. A expansão resultou do aumento da mistura obrigatória ao diesel em março de 2017 para 8%. (GANDRA, 2018).

Tabela 01 – Produção de óleo por espécie de microalga. Referência 12, 14

| Microalga | Conteúdo do óleo (% do peso seco) | Microalga | Conteúdo do óleo (% do peso seco) |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Botryococcus braunii</i> | 25,0-75,0 | <i>Neochloris oleoabundans</i> | 35,0-54,0 |
| <i>Chlorella sp.</i> | 28,0-32,0ni | <i>Nitzschia sp.</i> | 16,0-47,0 |
| <i>Chlorella vulgares</i> | 5,0-58,0 | <i>Phaedactylum tricornutum</i> | 20,0-30,0 |
| <i>Cryptocodinium cohnii</i> | 20,0 | <i>Porphyridium cruentum</i> | 9,0-18,8 |
| <i>Cylindrotheca sp.</i> | 16,0-37,0 | <i>Scenedesmus obliquus</i> | 11,0-55,0 |
| <i>Dunatiella primolecta</i> | 23,0 | <i>Scenedesmus sp.</i> | 19,6-21,1 |

| | | | |
|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| <i>Dunatiella tertiolecta</i> | 16,7-71,0 | <i>Schizochytrium sp.</i> | 50,0-77,0 |
| <i>Euglena gracilis</i> | 14,0-20,0 | <i>Spirulina máxima</i> | 4,0-9,0 |
| <i>Isochrysis sp.</i> | 25,0-33,0 | <u><i>Spirulina platensis</i></u> | 4,0-16,6 |
| <i>Monallanthus salina</i> | >20,0 | <u><i>Tetraselmis suecica</i></u> | 15,0-23,0 |
| <i>Nannochloris sp.</i> | 20,-35,0 | <u><i>Tetraselmis sp.</i></u> | 12,6-14,7 |

Tabela 02. Comparação de diferentes matérias primas para produção de biodiesel. Adaptada das referências 06 e 12

| Fonte de biodiesel | Produtividade óleo (L/ha) |
|---------------------------|----------------------------------|
| Mamona | 806 |
| Pinhão manso | 1892 |
| Milho | 172 |
| Soja | 446 |
| Canola | 1190 |
| Coco | 2689 |
| Óleo de palma | 5950 |
| Microalga* | 58700 |

* variedade com 30% de óleo (em peso) na biomassa

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas realizadas demonstram o grande potencial das microalgas para produção de vários compostos, principalmente, os necessários para produção de biocombustíveis. As microalgas fazem parte de um grupo peculiar de microrganismos fotossintéticos e devido sua estrutura simples reproduzem-se rapidamente, o que viabiliza o seu uso como fonte de bioenergia, por não comprometer a oferta de alimento, pode satisfazer a crescente necessidade de energia renovável. Para viabilizar comercialmente a produção desta fonte de energia é necessária a evolução das pesquisas em relação aos meios de cultivos mais eficientes, como o uso de fotobiorreatores. A produção de microalgas demanda o desenvolvimento de outras tecnologias para melhorar o processo de separação da biomassa de microalgas, secagem e extração do óleo para conversão em biodiesel. São necessárias maiores pesquisas acadêmicas para desenvolver este tipo de bioenergia, que pretendo realizar como acadêmico do curso de aquicultura, segundo ciclo deste curso de bacharelado nesta universidade, Campus de Uruguaiana.

REFERÊNCIAS

- AZEREDO VBS (2012). Produção de biodiesel a partir de microalgas: estimativas de custos e perspectivas para o Brasil. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- BARBOSA, M. J. G. V. Microalgal photobioreactors: scale-up and optimisation., 2003 166 f. Tese (Doutorado em Ciências), Wageningen University, Wageningen, 2003.
- BORGHETTI, I. A. Avaliação do crescimento da microalga *Chlorella minutissima* em meio de cultura com diferentes concentrações de manipuera. 2009. 103f. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- BRONW, M. R; JEFREY, S. W.; GARLAND, C.D. Nutritional aspects of microalgae used in mariculture: a literature review. Hobart: CSIRO Marine Laboratories(Australia), Report 205, 1989, 44p.
- BRONZATTI FL, NETO AI (2008). Matrizes energéticas no Brasil: cenário 2010 – 2030. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil 13 a 16 de outubro de 2008.
- CHECHETTO, R. G.; SIQUEIRA, R.; GAMERO, C. A.; *Rev. Ciênc. Agron.* 2010, 41, 546.
- CHENG, J.; HUANG, R.; LI, T.; ZHOU, J.; CEN, K. Biodiesel from wet microalgae: Extraction with hexane after the microwave-assisted transesterification of lipids. *Bioresource Technology*, 2014.
- DERNER, R.B. Efeito de fontes de carbono no crescimento e na composição bioquímica das microalgas *Chaetoceros muelleri* e *Thalassiosira fluviatilis*, com ênfase no teor de ácidos graxos poli-insaturados. 2006. 158f. Tese de doutorado em Ciência dos Alimentos, UFSC, Florianópolis.
- DUARTE, I. C. S. Influência do meio nutricional no crescimento e composição centesimal de *Chlorella sp* (Chlorophyta, Chlorococcales). Rio Claro 2001. 148 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista

FRANCESCHINI, IARA MARIA; et al. Algas: Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica.

SOUSA, M.P.2007.Organismos planctônicos de lagoas de tratamento de esgotos sanitários como alimento natural na criação de tilápias do Nilo.60 f dissertação (mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,2007.

GOMES LFS, SOUZA SNM, BARICCATTI RA (2008). Biodiesel produzido com óleo de frango. Acta Scientiarum Technology 30: 57 – 62.

GUARIEIRO LLN, VASCONCELLOS PC, SOLCI MC (2011). Poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis: uma breve revisão. Revista Virtual de Química 3: 434 – 445.

KHAN, S. A.; RASHMI; HUSSAIN, M. Z.; PRASAD, S.; BANERJEE, U. C.; Renew. Sust. Energ. Rev. 2009, 13, 2361.

VICHI FM & MANSOR MTC (2009). Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. Química Nova, 32: 757 – 767.

GANDRA, ALANA TITULO, DATA. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-03/consumo-de-combustiveis-no-pais-subiu-044-no-ano-passado>>. Acesso em: 22/04/2018.

PULZ, O.; GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 65, n. 6, p. 635-648. 2004.

PROPRIEDADES FÍSICAS DO ÓLEO E DO BIODIESEL DA MICROALGA CHLORELLA PROTOHECOIDES K. W. LUCCHESI¹, F. R. M. BATISTA^{1,*} e A. J. A. MEIRELLES¹ ¹ Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Laboratório EXTRAE * E-mail para contato: f.fabio.batista@gmail.com

MATA, T. M.; Martins, A. A.; Caetano, N. S.; Renew. Sust. Energ. Rev. 2010, 14, 217.

HADDAD, M.; FAWAZ, Z. Evaluation of microalgae alternative jet fuel using the AHP. Method with a Emphasis on the Environmental Progress & Sustainable Energy, v.32,

n.3, p.3044-3064, 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ep.11638/abstract>>. Acesso em: 06 fev. 2013. doi:10.1002/ep.11638.

PRIYADARSHANI, I.; RATH, B. Commercial and industrial applications of micro algae – A review. *Journal of Algal Biomass Utilization*, v. 3, p. 89-100, 2012.

SANT'ANNA, C.L.; Tucci, A.; Azevedo, M.T.P.; Melcher, S.S.; Werner, V.R.; Malone, C.F.S.; Rossini, E.F.; Jacinavicius, F.R.; Hentschke, G.S.; Osti, J.A.S.; Santos, K.R.S.; Gama-Júnior, W.A.; Rosal, C. & Adame, G. 2012. Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras. Publicação eletrônica, Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia. www.ibot.sp.gov.br

VONSHAK, A. *Spirulina platensis (Arthrospira) Physiology, cell-biology and biotechnology*. London: Taylor & Francis, 1997, 252 p.

WIJFFELS, R.H.; BARBOSA, M.J. An Outlook on Microalgal Biofuels. *Science*, v. 329, n. 5993, p. 796-799, 2010.

XUAN, J.; LEUNG, M.K.H.; LEUNG, D.Y.C.; MENG, N. A review of biomass-derived fuel processors for fuel cell systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 13, n. 6-7, p. 1301- 1313, 2009.

Foto

01

https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjv6_yQ7ePbAhXFhpAKHa-WBhkQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.pinterest.pt%2Fpin%2F345158758920079108%2F&psig=AOvVaw3RRYtgK04V3k6GiakZLRiY&ust=1529639435651825

Foto 02

https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjx_cfC7ePbAhXDj5AKHXhdBmlQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fnpdeas.blogspot.com%2F2011%2F06%2Fos-fotobiorreatores-do-

npdeas.html&psig=AOvVaw3cuxOe5hntpbGUiPuh-gKT&ust=1529639542060291

ANEXOS A TABELAS DE PRODUTOS DERIVADOS DE MICROALGAS

Tabela 1 Alguns Produtos Obtidos de Microalgas

| | PRODUTO | APLICAÇÕES |
|---------------------------|---|---|
| Biomassa | Biomassa | “health food” Alimentos funcionais Aditivos Alimentares Aquicultura Condicionador do Solo |
| Corantes antioxidantes | e Xantofilas (astaxantina cantaxantina) Luteína Betacaroteno Vitamina C e E | e Aditivos alimentares e Cosméticos |
| Ácidos Graxos | Ácido araquidônico-ARA Ácido eicosapentaenoico EPA Ácido docosahexaenoico DHA Ácido gama-linolênico GCA Ácido linolênico - LA | Aditivos Alimentares – – |
| Enzimas | Superóxido dismutase SOD Fosfoglicérico quinase PGK Luciferase e Luciferina Enzimas de restrição | “health food” Pesquisa Medicina |
| Polímeros | Polissacarídeos Amido Ácido poli-beta-hidroxibutírico PHB | Aditivos Alimentares Cosméticos Medicina |

| | | |
|--------------------|---|----------|
| Produtos Especiais | Peptídeos | Pesquisa |
| | Toxinas | Medicina |
| | Isótopos | |
| | Aminoácidos (prolina, arginina, ácido aspártico) | |
| | esteróis | |

Fonte Barbosa (2003)
