



XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maracanã Plaza
São Paulo - SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo - SP

BIOMASSA DE MICROALGAS MARINHAS COM ELEVADA UMIDADE– UMA AVALIAÇÃO POSITIVA PARA EXTRAÇÃO EFICIENTE DE LIPÍDIOS

ZORN SMFE¹, PEDRO GA¹, CORTEZ DV¹, DE CASTRO HF¹ e SILVA MB¹

¹ Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena
E-mail para contato: heizir@dequi.eel.usp.br

RESUMO – *O presente trabalho avaliou a influência do teor de umidade da biomassa algal na eficiência de extração de lipídios via solventes. Foram consideradas as espécies de microalgas marinhas: Chlorella minutissima, Dunaliella salina e Nannochloropsis gaditana em três níveis de hidratação (64, 72 e 80%), tendo como parâmetro de controle a extração de biomassa desidratada. As microalgas foram cultivadas separadamente sob meio f/2 de Guillard, luz fluorescente e dióxido de carbono ambiental, em reatores tubulares de 40 L tipo coluna de bolhas, em sistema descontínuo. O teor de umidade das biomassas colhidas foi ajustado para o nível requerido e os lipídios totais extraídos via solventes clorofórmio e metanol, empregando-se ultrassom como coadjuvante no processo. Os resultados revelaram que a biomassa com 64% de umidade forneceu a extração mais eficiente dos lipídios, em relação aos outros níveis de umidade incluindo os valores obtidos pela biomassa desidratada. Nessas condições foi observado equilíbrio das fases aquosa e orgânica, facilitando a captura e migração dos lipídios para a camada orgânica. A composição em ácidos graxos revelou que os óleos da espécie D. salina são ricos em ácidos graxos poli-insaturados, N. gaditana apresenta composição majoritária em ácidos saturados e monossaturados sendo adequado para a produção de biocombustível e o óleo de C. minutissima fornece composição favorável tanto para obtenção de ácidos graxos essenciais como para biocombustível.*

1. INTRODUÇÃO

Microalgas são fontes promissoras de energia renovável e fornecem diversos produtos e metabólitos para diferentes campos tecnológicos e aplicações. Dentre diversas substâncias relevantes, destacam-se os lipídios. Lipídios algais são compostos por glicerol ou bases esterificadas de ácidos graxos saturados ou insaturados (Neofotis et al., 2016). Dentre os ácidos graxos, os das famílias ômega 3 e ômega 6 são de particular interesse devido à sua utilidade como nutracêuticos. No campo energético, os lipídios são matéria-prima para biocombustíveis (Liu et al., 2017). As espécies marinhas, como as do gênero *Chlorella*, *Dunaliella* e *Nannochloropsis*, são promissoras para a obtenção de lipídios a partir de sua biomassa, pela facilidade em adaptar-se em ambiente similar ao marinho e, sob condições de cultivo adequadas, reproduzir-se com rapidez, sintetizando conteúdos significativos de lipídios (He et al., 2016).



A umidade da biomassa é um fator importante no processo de extração de lipídios, visto que, a secagem da biomassa envolve elevado consumo de energia, da ordem de 3.600 kJ/kg de água removida (via secador a gás) e, por outro lado, processos naturais empregados, como a secagem ao sol, necessitam grandes áreas livres, investimento em mão-de-obra, com risco de contaminação e grande demanda de tempo (Angles et al., 2017).

Neste sentido, o presente trabalho visou determinar as condições adequadas em termos de conteúdo de água presente na biomassa algal para extração de lipídios de três diferentes espécies marinhas, empregando a tradicional metodologia descrita por Bligh & Dyer (1959).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Espécies marinhas e cultivo

Os experimentos foram realizados com três diferentes microalgas marinhas: *Chlorella minutissima* (Clone 26), *Dunaliella salina* (Clone 116) e *Nannochloropsis gaditana* (Clone 130), cujas cepas foram gentilmente doadas pelo Banco de Microrganismos Aidar & Kutner (BMA&K) do Instituto Oceanográfico – USP – São Paulo. Os cultivos foram efetuados em fotobiorreatores tipo colunas de bolhas de 40 L de volume, sob luz fluorescente constante, utilizando meio f/2 sem sílica (Loures et al., 2018). As microalgas foram cultivadas sem a alimentação de CO₂, apenas bolhas de ar foram injetadas no sistema por 10 dias. A colheita da biomassa consistiu em drenar todo o volume do fotobiorreator para um silo em formato cônico na parte inferior, seguida da adição de solução de sulfato de alumínio 1eq/L (proporção de 2 mL/ L de cultivo). Após a floculação, procedeu-se a retirada do excesso de água e a biomassa foi filtrada sob vácuo.

2.2. Pré-tratamento da biomassa, hidratação e extração de lipídios

A biomassa contendo ainda 95% de água foi submetida à secagem (55 – 60°C) por 24 h, triturada até a consistência de um pó fino e homogêneo, isento de grumos ou pedaços. Em seguida, reidratada, adicionando volumes de água previamente calculados para hidratar 1 grama de biomassa seca nos níveis requeridos (64, 72 e 80% de umidade). A extrações seguiram a metodologia analítica descrita por Zorn et al. (2017), empregando os solventes clorofórmio, metanol e água na proporção de 5,7 para 3 para 1, volume total de 33 mL/g de biomassa, em banho de ultrassom em dois tempos de 35 min. O percentual de lipídios extraídos foi determinado por gravimetria e a composição em ácidos graxos determinada por cromatografia a gás (Loures et al., 2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores lipídicos obtidos após as extrações, variando-se somente a umidade da biomassa, incluindo a biomassa seca, estão registrados na Tabela 1. Os resultados indicaram que o teor de lipídios totais foi mais elevado quando foi utilizada biomassa contendo 64% de umidade e diminuiu à medida que a umidade aumentou respectivamente para 72 e 80%, sendo ainda menor nas extrações com biomassa desidratada. A água desempenha um papel crítico nos rendimentos de óleos extraídos das células microbiais, contribuindo para a ruptura celular, por

facilitar a propagação da energia liberada pelo rompimento de bolhas formadas na cavitação acústica. A água dissolve ainda a estrutura dos polissacarídeos contidos na biomassa, o que aumenta a permeabilidade dos solventes através da parede das células, melhorando a efetividade da extração (Halim et al., 2012). Desta forma, a redução na efetividade da extração de lipídios para biomassas contendo elevados teores de umidade (72 e 80%), pode estar relacionada com o excesso de água no sistema de extração, interferindo no equilíbrio das fases orgânica e aquosa e limitando consequentemente a captura e migração dos lipídios para a camada orgânica (Bligh; Dyer, 1959).

Tabela 1 – Extrações de lipídios utilizando biomassa algal com diferentes teores de umidade

Lipídios por Espécie (%)	Teor de umidade da biomassa (%)			
	64	72	80	0
<i>C. minutissima</i>	28,1	25,8	23,7	11,9
<i>D. salina</i>	12,5	11,4	9,2	8,7
<i>N. gaditana</i>	17,2	15,4	13,3	11,1

Os óleos microalgais obtidos nas condições estabelecidas (64% de umidade) foram analisados quanto ao teor de ácidos graxos e os resultados obtidos foram categorizados pelo grau de saturação (saturados, monoinsaturados e poli-insaturados), conforme ilustrado na Figura 1. Verifica-se que o óleo obtido da espécie *D. salina* apresentou proporções de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados (67%) mais elevadas, sendo indicada para obtenção de concentrados de ácidos graxos essenciais, enquanto o óleo de *N. gaditana* apresentou maior proporção em ácidos graxos saturados e monoinsaturados (63%), sendo recomendada para síntese de biodiesel. O óleo obtido da *C. minutissima*, por outro lado, contendo proporções equilibradas de ácido graxo saturado e poli-insaturado, mostrou-se adequado tanto para síntese de biocombustível como para obtenção de concentrado de ácidos graxos essenciais.

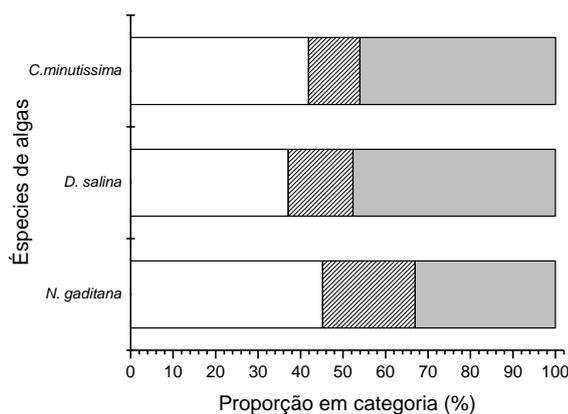


Figura 1 - Composição em ácidos graxos das espécies de microalgas, por categorias: coluna em branco (ácidos graxos saturados), coluna rachurada (ácidos graxos monoinsaturados) e coluna em cinza (ácidos graxos poli-insaturados).



4. CONCLUSÕES

A umidade da biomassa (64%) contribuiu para melhorar o processo de extração por solventes, aumentando o teor lipídico obtido nas extrações, em comparação com a biomassa seca. Excesso de água (biomassas contendo de 72 a 80%) limita a captura e migração dos lipídios para fase orgânica, entretanto ainda apresenta resultados mais favoráveis que o processo de extração conduzido com biomassa desidratada. A composição em ácidos graxos dos óleos microalgais extraídos nas condições estabelecidas apresentaram características promissoras para diferentes aplicações.

5. AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo # 2016/10636-8, pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

ANGLES E, JAOUEN P, PRUVOST J, MARCHAL L, Wet lipid extraction from the microalga *Nannochloropsis* sp.: Disruption, physiological effects and solvent screening. *Algal Res.*, v. 21, p. 27–34, 2017.

BLIGH E, DYER W, A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, v. 37, p. 389–395, 1959.

HALIM R, DANQUAH M, WEBLEY P, Extraction of oil from microalgae for biodiesel production: a review. *Biotechnol. Adv.*, v. 30, p. 709–32, 2012.

HE Y, CHEN L, ZHOU Y, CHEN H, ZHOU X, CAI F, HUANG J, WANG M, CHEN B, CHEN B, GUO Z, Analysis and model delineation of marine microalgae growth and lipid accumulation in flat-plate photobioreactor. *Biochem. Eng. J.*, v. 111, p. 108–116, 2016.

LIU J, SONG Y, QIU W, Oleaginous microalgae *Nannochloropsis* as a new model for biofuel production: Review & analysis. *Renewable Sustainable Energy Rev.*, v. 72, p. 154–162, 2017.

LOURES C, AMARAL M, DA RÓS P, ZORN S, SILVA M, CASTRO H, Simultaneous esterification and transesterification of microbial oil from *Chlorella minutissima* by acid catalysis route: A comparison between homogeneous and heterogeneous catalysts. *Fuel*, v. 211, p. 261-268, 2018.

NEOFOTIS P, HUANG A, SURY K, CHANG W, JOSEPH F, GABR A, TWARY S, QIU W, HOLGUIN O, POLLE J, Characterization and classification of highly productive microalgae strains discovered for biofuel and bioproduct generation. *Algal Res.*, v. 15, p. 164–178, 2016.

ZORN S, PEDRO G, AMARAL M, LOURES C, SILVA M, Avaliação dos fatores envolvidos na extração de lipídios da biomassa da microalga *Chlorella minutissima* via solventes. *Holos*, v. 2, p. 66 – 78, 2017.