



## Caracterização de biomassas constituídas de microalgas *Chlorella sp* para possível aplicação como reforços em compósitos poliméricos

Micaela Perez da Silva Batista<sup>1</sup>; 0009-0006-3482-080X  
Ana Claudia de Almeida Cardinot<sup>1</sup>; 0000-0001-8020-0966  
Izabel de Oliveira Mota<sup>1</sup>; 0000-0001-6276-5381  
Gerônimo Virginio Tagliaferro<sup>2</sup>; 0000-0003-1988-5681  
Jorge Luiz Rosa<sup>2</sup>; 0000-0003-0305-8569  
Cirlene Fourquet Bandeira<sup>1</sup>; 0000-0001-7034-2477  
Sérgio Roberto Montoro<sup>1</sup>; 0000-0002-9272-3278

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

2 – EEL/USP, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, SP.

[sergio.montoro@foa.org.br](mailto:sergio.montoro@foa.org.br) (contato principal)

**Resumo:** Diante da modernização tecnológica e responsabilidades socioambientais, indústrias e grupos pesquisas vêm buscando cada vez mais inovações no desenvolvimento de novos produtos, buscando redução de custo e impactos ambientais. Diante desta visão, materiais a partir de matérias primas renováveis vêm se destacando no mercado, aumentando o interesse em desenvolver materiais compósitos reforçados com biomassas naturais. O presente estudo visou caracterizar a microalga *Chlorella sp* e avaliar a viabilidade de sua futura aplicação como agente de reforço em compósitos de matriz polimérica, uma vez que se espera que a biomassa de microalga seja rica em celulose. As biomassas de *Chlorella sp* (lixiviada e sem lipídeos) foram gentilmente doadas por pesquisadores da USP de Lorena. Os demais preparos (moagem, peneiramento, secagem, etc) foram realizados no UniFOA. Foram realizadas as caracterizações morfológicas via Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e via Difração de Raios-X (DRX). A partir das análises de MEV foi possível observar uma predominância de superfícies irregulares (rugosas) que, por sua vez, poderão promover um efeito de ancoragem quando ambas as biomassas forem usadas como agentes de reforço em compósitos de matrizes poliméricas. E pelos difratogramas de DRX foi possível observar que as microalgas analisadas apresentaram picos cristalinos, que por sua vez, podem ser atribuídos à presença de celulose na composição química das microalgas. Ou seja, a partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que as microalgas estudadas podem ser consideradas alternativas promissoras para serem utilizadas como agentes de reforço em compósitos poliméricos.

**Palavras-chave:** *Chlorella sp*. Biomassas. Compósitos. MEV. DRX.



## INTRODUÇÃO

Diante da modernização tecnológica e responsabilidades socioambientais, indústrias e grupos pesquisas vêm buscando cada vez mais inovações no desenvolvimento de novos produtos, buscando redução de custo e impactos ambientais. Diante desta visão, materiais a partir de matérias primas renováveis vêm se destacando no mercado, aumentando o interesse em desenvolver materiais compósitos reforçados com biomassas naturais (BENINI, 2011).

As microalgas, têm apresentada uma atenção especial, devido a algumas características importantes destes microrganismos como fácil e rápido crescimento em pequenos espaços físicos e capacidade de realizar fotossíntese e consequentemente de captar CO<sub>2</sub> do meio ambiente. A principal motivação no cultivo das microalgas é a utilização dos componentes da biomassa, incluindo lipídeos e carboidratos, para produção de biocombustíveis, particularmente biodiesel e etanol, além de outros compostos de interesse (TAGLIAFERRO, 2017).

A crescente necessidade do consumo de tecnologias limpas fortalece as pesquisas focadas nos materiais obtidos de fontes renováveis. As biomassas lignocelulósicas apresentam inúmeras vantagens como baixa densidade, custo atrativo, serem biodegradáveis e não serem abrasivas.

Existe uma tendência no uso de novos recursos naturais renováveis, para criação de novos materiais e benefício do ser humano. Nesse sentido, o desenvolvimento de novos materiais tende-se para áreas que admitem as necessidades socioeconômicas e os apelos ambientais. Portanto, compósitos que utilizam biomassas naturais estão sendo cada vez mais estudados, sendo uma alternativa muito utilizada (NOGUEIRA, 2018).

O presente estudo visou caracterizar a microalga *Chlorella* sp após a extração de lipídeos e carboidratos, em duas amostras distintas – lixiviada e sem lipídeos - e avaliar a viabilidade de sua futura aplicação como agente de reforço em compósitos de matriz polimérica, uma vez que se espera que a biomassa de microalga seja rica em celulose.





## MÉTODOS

### Análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foram realizadas em um microscópio marca LEO, modelo LEO 1450VP, localizado no Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP) (Figura 1).

Figura 1: Microscópio Eletrônico de Varredura



Fonte: Autores, 2023.

As superfícies das amostras de biomassas de *Chlorella sp* (lixiviada e sem lipídeos) foram revestidas por uma fina camada de ouro (Figura 2) utilizando-se uma metalizadora, marca BAL-TEC, modelo MED 020 *Coating System*, provida com o sistema MCS 010 *Multi Control System*, também localizada no Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP) (Figura 3).



Figura 2: Superfícies revestidas com ouro. (1) *Chlorella sp* lixiviada; (2) *Chlorella sp* sem lipídeos.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 3: Metalizadora.



Fonte: Autores, 2023.

### Análises de Difração de Raio-X (DRX)

As amostras das biomassas de *Chlorella sp* (lixiviada e sem lipídeos) foram submetidas à difratometria de Raios-X em um difratômetro da marca Shimadzu modelo XRD 6100, disponível no Laboratório UniFOA, com fonte de radiação  $\text{CuK}\alpha$ , e tensão de 40 kV, corrente de 40 mA, varredura 0,05 ( $2\theta/5s$ ) para valores de  $2\theta$  entre 10 e 80.

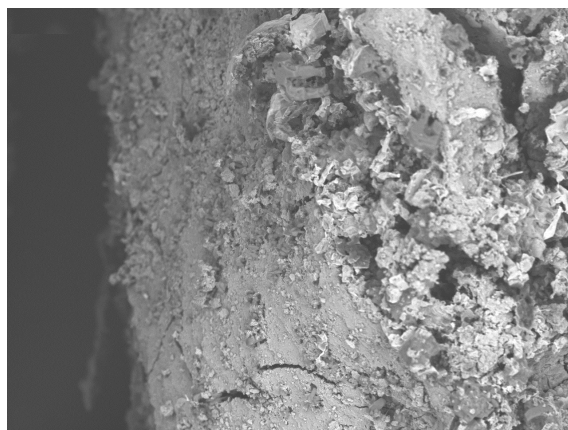


## RESULTADOS E DISCUSSÃO

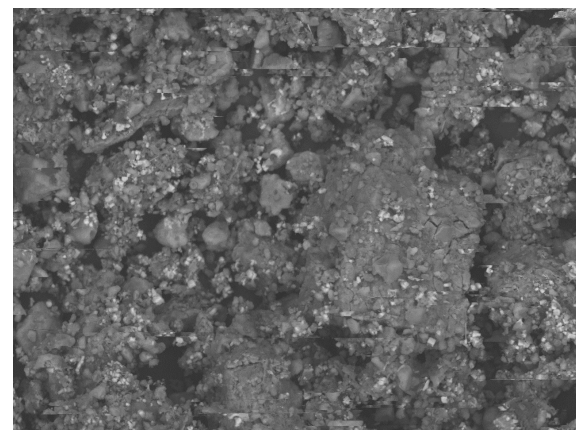
### Resultados das análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A figura 4 apresenta as fotos de MEV das amostras de *Chlorella sp* lixiviada e *Chlorella sp* sem lipídeos. Pelas imagens foi possível observar uma predominância de superfícies irregulares (rugosas) que, por sua vez, poderão promover um efeito de ancoragem quando ambas as biomassas forem usadas como agentes de reforço em compósitos de matrizes poliméricas. Ainda observando as imagens de MEV, pode-se notar que a biomassa que passou pelo processo de lixiviação apresentou um aspecto mais rugoso, quando comparada com a biomassa sem lipídeo.

Figura 4: Imagens de MEV das biomassas provenientes da *Chlorella sp*.



*Chlorella sp* lixiviada. Aumento de 500x



*Chlorella sp* sem lipídeos. Aumento de 500x

Fonte: os autores (2023)

### Resultados das análises de Difração de Raio-X (DRX)

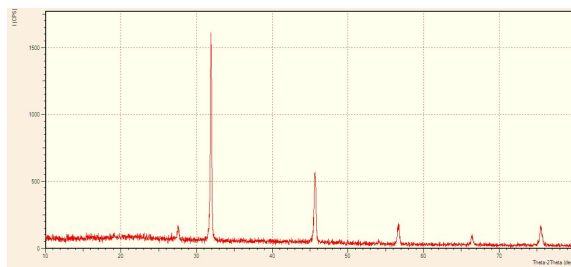
A figura 5 apresenta os difratogramas de raios-X das amostras de *Chlorella sp* lixiviada e *Chlorella sp* sem lipídeos. Pelas imagens foi possível observar que as microalgas analisadas apresentaram picos cristalinos. Pode-se notar que, em ambas as amostras analisadas, os picos cristalinos estão localizados, praticamente, nas



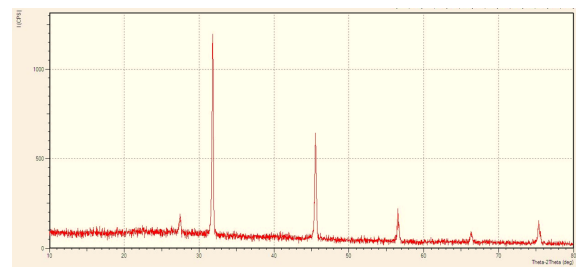
mesmas posições. Esses resultados podem ser atribuídos à presença de celulose na composição química das microalgas.

Segundo John et al (2011), algumas microalgas como *Chlorella*, *Dunaliella*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus* e *Spirulina* se destacam por apresentarem altas concentrações de amido e glicogênio em sua composição, além de possuírem capacidade de produzir celulose.

Figura 5: Difratogramas de raio-X das biomassas provenientes da *Chlorella sp.*



*Chlorella sp* lixiviada.



*Chlorella sp* sem lipídeos.

Fonte: os autores (2023)

## CONCLUSÕES

Com a realização do presente trabalho foi possível realizar a caracterização da microalga *Chlorella sp* e avaliar a viabilidade para atuar como agente de reforço em compósitos de matriz polimérica. A partir das análises de MEV foi possível observar uma predominância de superfícies irregulares (rugosas) que, por sua vez, poderão promover um efeito de ancoragem quando ambas as biomassas forem usadas como agentes de reforço em compósitos de matrizes poliméricas. E pelos difratogramas de DRX foi possível observar que as microalgas analisadas apresentaram picos cristalinos, que por sua vez, podem ser atribuídos à presença de celulose na composição química das microalgas. Ou seja, a partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que as microalgas estudadas podem ser consideradas alternativas promissoras para serem utilizadas como agentes de reforço em compósitos poliméricos.



## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro (Processo 90090/17/RPE – PIC/FOA).

## REFERÊNCIAS

BENINI, K. C. C. C. **Desenvolvimento e Caracterização de Compósitos Poliméricos Reforçados com Fibras Lignocelulósicas: HPIS/Fibra da Casca do Coco Verde e Bagaço de Cana de Açúcar.** 2011, f. 106-113. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá – SP, 2011.

JOHN, R. P. et al. Micro and macroalgal biomass: a renewable source for bioethanol. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 1, p. 186–193, 2011.

NOGUEIRA, R. A. M. **Utilização biomassa da casca de açaí in natura e tratada via solução alcalina como reforços em compósitos de poliestireno de alto impacto.** Trabalho de Graduação (Tecnologia em Processos Metalúrgicos), Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba, 2018.

TAGLIAFERRO, G. V. **Cultivo da microalga Chlorella minutissima 26a em modo batelada e contínuo em fotobiorreatores de tanque de bolhas e airlift: influência do meio de cultivo no crescimento e composição da biomassa.** Tese (Doutorado em Ciências - Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Conversão de Biomassa) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2017.

