

# DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS DO TIPO: Ti-MICROALGAS PARA APLICAÇÕES COMO BIOFITRO

**Palavras-Chave:** *Chlamydomonas reinhardtii*, Biofiltro, Compósito.

**Autores:**

Murilo T. A. CRUZ<sup>1</sup>; Gabriel de L. B. G. FONTANA<sup>2</sup>; Jaqueline A. MALVESTITI<sup>3</sup>; Iure B. de SOUSA<sup>3</sup>; Rodrigo P. CAVALCANTE<sup>3</sup>; Ricardo FLORIANO; Rodrigo J. CONTIERI<sup>2</sup>; Renato F. DANTAS<sup>3</sup>; Augusto D. LUCHESSI<sup>1</sup>.

1. Laboratório de Biotecnologia InPhyto, FCA-UNICAMP.

2. Laboratório de Materiais, FCA-UNICAMP.

3. Laboratório de Tratamento Avançado de Águas e Efluentes, FT-UNICAMP.

## INTRODUÇÃO:

As microalgas destacam-se por serem uma fonte de produtos com elevado valor comercial em diversas aplicações biotecnológicas, como por exemplo, biomassa total, metabólitos, proteínas recombinantes, etc. Além disso, seu cultivo demanda menos recurso do que outras culturas terrestres, possuindo maior eficiência fotossintética e contribuindo para a mitigação de carbono atmosférico (Purton, 2018). A cepa *Chlamydomonas Reinhardtii* CC124 destaca-se pela alta taxa de proliferação, baixo custo de produção de meio de cultura, e regime de crescimento mixotrófico que resulta em maior produção de biomassa, lipídios, e proteína heteróloga, quando comparada às outros dois regimes de crescimento, demonstrando flexibilidade de metabolismo (J. Pessoa, 2023).

Dentre diversos materiais utilizados para a produção de membranas porosas, o titânio possui propriedades de desempenho industrial favoráveis, como elevadas resistências mecânicas e à corrosão, resistência à incrustação e resistência a alterações de pH podendo ser adicionados a ele outros elementos de liga que possibilitam o material resistir a pressões e temperaturas elevadas (Zhuo, 2018). A liga utilizada nesse estudo é composta por Ti-6Al-4V proveniente de resíduos industriais da EMBRAER S.A. (Empresa Brasileira de Aeronaves), São José dos Campos– SP.

Considerando os pontos acima, o presente trabalho tem como objetivo produzir pastilhas filtrantes do tipo compósito Ti-microalgas e avaliar sua capacidade de adsorção de corantes como prova da capacidade de remoção de contaminantes de águas. Esses dados serão a base para novos estudos e testes a fim de introduzir esse produto no mercado brasileiro como uma alternativa eficiente e mais sustentável para remediação de água contaminada por poluentes diversos.

## **METODOLOGIA:**

### **Biomassa**

Para a produção de biomassa seca de microalgas, utilizou-se protocolo já estabelecido pelo Laboratório de Biotecnologia InPhyto, que consiste basicamente nas seguintes etapas:

- a) Cultivo em placa de Petri contendo meio TAP + ágar, com repicagem a cada 1 mês.
- b) Realização de inóculo da placa em tubo tipo Falcon de 50 mL.
- c) Transferência do conteúdo para Erlenmeyer de 500 mL.
- d) Transferência do conteúdo para galão de cultura de 20 L.
- e) Centrifugação do conteúdo e obtenção de biomassa fresca.
- f) Congelamento à -20° C.
- g) Liofilização e obtenção de biomassa seca.
- h) Armazenamento à -20° C.

Após atingir o estágio de cultivo em fotobiorreatores, foi realizado um acompanhamento do aumento do número de células com o decorrer dos dias, até atingir o pico de crescimento, para então realizar a centrifugação e liofilização da biomassa, obtendo-se o máximo de aproveitamento. As condições de temperatura, agitação e luminosidade foram mantidas constante durante todas as etapas de crescimento. Após a obtenção da biomassa seca, a mesma foi submetida a um processo de moagem com utilização de pistilo e almofariz, e então passada por uma peneira de 0,3mm a fim de obter-se maior homogeneidade dos pós.

### **Cavacos de Titânio**

O material metálico utilizado no presente trabalho é oriundo de uma parceria com a EMBRAER S.A. (Empresa Brasileira de Aeronaves), São José dos Campos – SP, sendo o reaproveitamento de um resíduo industrial da mesma. Inicialmente, apresentado em forma de fita, o material foi primeiramente lavado por meio de lavagem ultrasônica e posteriormente transformado em pó por moagem de alta energia utilizando-se moinho de bolas SPEX. Os pós obtidos foram então peneirados em peneiras de 1,2 mm, 0,6mm e 0,3mm.

A análise química do cavaco de composição Ti-6Al-4V foi realizada por análise composicional utilizando-se a técnica de Fluorescência de Raio (FRX) em equipamento Shimadzu EDX7000.

### **Teste de Adsorção**

Foi realizado um teste de adsorção que será repetido em triplicata para melhores resultados. Inicialmente, foi preparada uma solução de 10mg/L de dois diferentes corantes, o Laranja Básico 2 e o Marrom Básico 4. Tal solução foi separada em Erlenmeyers contendo 250 mL das mesmas e então foi adicionado separadamente, 100 ppm e 50 ppm dos pós de titânio em 3 granulometrias (>1,2 mm; >0,6 mm; >0,3 mm) e do pó de microalgas em granulometria (>0,3 mm).

Ao todo, foram obtidas 16 amostras que foram submetidas a agitação constante de 180 rpm por

24 hr. Após esse período, foi realizado um teste de adsorção utilizando-se um espectrofotômetro. Os comprimentos de onda analisados para o Laranja Básico 2 e Marrom Básico 4 foram de 484nm e 459nm respectivamente. Inicialmente foi realizado uma curva de calibração para cada corante no espectrofotômetro, relacionando-se absorvância e concentração. Os valores de absorvância obtidos após 24 hr foram comparados com o valor no tempo '0 hr' e então a concentração final de corante e porcentagem de remoção foram calculados.

### Teste de Compactação

Até o momento foram realizados testes preliminares de compactação isostática em matrizes cilíndricas de 15 mm e 25 mm. A pressão de compactação foi fixada entre 7 e 8 toneladas, sendo o limite do equipamento. Foram realizados testes com as 3 granulometrias de titânio obtidas após peneiragem, juntamente às microalgas. A proporção em peso de pó de microalgas utilizada for variada entre 5 %, 10 % e 20 %, juntamente ao pó de titânio. A quantidade total de material utilizado foi calculada para duas diferentes espessuras de pastilha uma de 1,5 mm e outra de 2 mm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do ensaio de Fluorescência de Raio X (FRX), obteve-se 3 medidas da composição em massa do material. A média entre elas demonstra uma proporção de 94,119% Ti; 4,302% Al; 1,578 V.

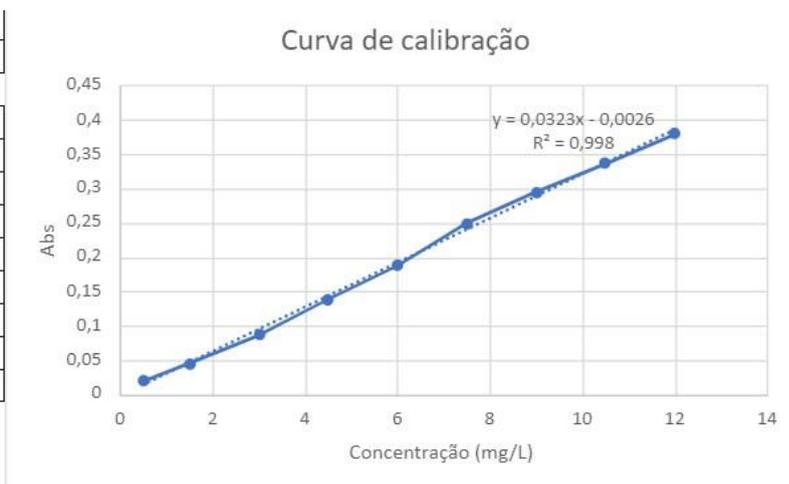


Sample ID	Date/Time	Ti %	V %	Al %
medida 1	2023-09-05 16:25:42	94.300 [0.127]	4.579 [0.013]	1.121 [0.179]
medida 2	2023-09-05 16:17:03	94.466 [0.128]	4.300 [0.013]	1.234 [0.175]
medida 3	2023-09-05 16:10:45	93.592 [0.124]	4.029 [0.012]	2.379 [0.212]

Imagem 1: Resultado de três medições da composição da amostra de cavaco de titânio, realizada por FRX.

Concentração inicial (mg/L)	
10,037	

Amostra	Abs	Concentração final	% Remoção
G1 100	0,3175	9,91	1,26
G2 100	0,2798	8,74	12,89
G3 100	0,2939	9,18	8,54
G1 50	0,2777	8,68	13,54
G2 50	0,3078	9,61	4,26
G3 50	0,3004	9,38	6,54
ALGA 100	0,0792	2,53	74,77
ALGA 50	0,1103	3,50	65,18



**Tabela 1:** Dados de absorbância e porcentagem de remoção para o corante Marrom Básico 4. Na coluna de absorbância (abs) G1, G2, G3 representam as amostras de titânio em peneira 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm respectivamente e os números 100 e 50 são os valores em Ppm das amostras.

**Gráfico 1:** Curva de calibração para o corante Marrom Básico 4.

Assim, é possível observar que para este corante, houve porcentagem significativa de remoção pelas microalgas, sendo maior conforme mais concentração da mesma. Para o titânio também houve remoção do corante, porém de maneira menos expressiva e o resultado da amostra G1 100 apresenta resultado muito inferior aos demais, o que não é esperado.

Concentração inicial (mg/L)	
10,144	

	Abs	Concentração final	% Remoção
G1 100	0,1081	9,19	9,38
G2 100	0,1137	9,73	4,08
G3 100	0,1142	9,78	3,60
G1 50	0,1129	9,65	4,83
G2 50	0,1113	9,50	6,35
G3 50	0,1169	10,04	1,04
ALGA 100	0,0659	5,13	49,38
ALGA 50	0,1187	10,21	-0,66



**Tabela 2:** Dados de absorbância e porcentagem de remoção para o corante Laranja Básico 2. Na coluna de absorbância (abs) G1, G2, G3 representam as amostras de titânio em peneira 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm respectivamente e os números 100 e 50 são os valores em ppm das amostras.

**Gráfico 2:** Curva de calibração para o corante Laranja básico 2.

Assim é possível observar que para este corante, houve porcentagem significativa de remoção pelas microalgas, porém a concentração de 50 ppm de microalgas é necessário repetir o teste, visto que deu um valor muito divergente dos demais. Para o titânio também houve remoção do corante, porém de maneira menos expressiva.



**Imagem 2:** Pastilha de 1,5 mm espessura, obtida após compactação de pó de titânio e microalgas com granulometrias  $>0,3$  mm, em proporção mássica de 80% e 20% respectivamente, sob pressão entre 7 e 8 toneladas.

Os ensaios de compactação demonstraram que para obter-se uma pastilha coesa entre os dois elementos, é necessária uma pressão de compactação superior à 6 toneladas. Além disso, a granulometria de pó  $>0,3$ mm é a única, entre as analisadas, que permite que a pastilha não quebre ao ser retirada da matriz. Além disso, foi observado que quanto maior a proporção mássica de microalgas ente 5% e 20%, melhor é a integridade da pastilha.

## CONCLUSÕES:

Por meio do teste de adsorção, é possível concluir que ambos os materiais tanto a liga de titânio quanto as microalgas, possuem capacidade de adsorver corantes da mesma natureza do Marrom básico 4 e Laranja básico 2. Sendo que as microalgas possuem capacidade de remoção muito superior ao titânio, e maior afinidade com o corante marrom em relação ao laranja.

Os ensaios de compactação para junção dos dois materiais para formar uma pastilha encontram-se em estágio preliminar e até o momento apenas foi possível verificar que é possível fazer uma pastilha íntegra juntando ambos os materiais.

Mais ensaios de adsorção precisam ser realizados utilizando-se outros contaminantes como prova de conceito a fim de verificar a aplicabilidade das microalgas para remoção de contaminantes da água. Além disso, novos ensaios de filtração e adsorção precisam ser realizados com as pastilhas filtrantes a fim de verificar seu comportamento.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Dyo YM, Purton S. "O cloroplasto de algas como plataforma de biologia sintética para produção de proteínas terapêuticas". Microbiologia. 2018.
- 2) Zhu, Bo et al. 2018. "Short Review on Porous Metal Membranes—Fabrication, Commercial Products, and Applications".
- 3) Jassiara da Silva Pessoa, Caroline Frere Martiniuc de Oliveira, Jesus Pascual Mena-Chalco, João Carlos Monteiro de Carvalho, Lívia Seno Ferreira-Camargo - (ARTICLE Trends on Chlamydomonas reinhardtii growth regimes and bioproducts).