



Remoção de Cromo VI Pela Microalga *Spirulina platensis*

3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Cristiane Tedesco¹, Dr^a Luciane Maria Colla², Dr Marcelo Hemkemeier³

¹ Faculdade de Engenharia e Arquitetura/Universidade de Passo Fundo

(cristedescom@yahoo.com.br)

² Faculdade de Engenharia e Arquitetura/Universidade de Passo Fundo (lmcolla@upf.br)

³ Faculdade de Engenharia e Arquitetura/Universidade de Passo Fundo (marceloh@upf.br)

Resumo

A biossorção é uma técnica que se fundamenta na ligação dos metais com materiais biológicos, tais como biomassas microbianas, para proporcionar a retenção, remoção ou recuperação de metais pesados de um ambiente líquido. A microalga *Spirulina* tem sido estudada pela possibilidade de serem utilizadas no tratamento de efluentes e na remoção de metais pesados em soluções aquosas, através do acúmulo destes metais por precipitação ou pela ligação dos componentes presentes na parede celular. Objetivou-se avaliar a influência da concentração inicial de cromo VI em meio de cultivo padrão (Zarrouk) sobre os parâmetros de crescimento e sobre a remoção do metal pela microalga *S. platensis*. Os experimentos foram realizados através de um Planejamento Fatorial Misto 2¹.4¹, sendo as variáveis de estudo a cepa da microalga *S. platensis* (paracas ou Leb) e a concentração inicial de Cr VI no meio de cultivo (0, 10, 20 e 30 mg.L⁻¹). A microalga foi cultivada no meio Zarrouk, a 30°C, fotoperíodo de 12 h e agitação, durante 30 d. Amostras dos cultivos foram retiradas diariamente para avaliação do crescimento da microalga e quinzenalmente para avaliação do potencial de remoção, num período de 30 d. A microalga *Spirulina platensis* foi capaz de realizar a biossorção de cromo VI nos meios contaminados com 10 mg/L, 20 mg/L e 30mg/L de cromo VI, com remoções de 78%, 88% e 92%, respectivamente.

Palavras-chave: Remoção de metais, microalga, bioacumulação, *Spirulina platensis*.

Área Temática: Tecnologias ambientais

Abstract

Biosorption is a technique that is based on the binding of metals with biological materials, such as microbial biomass, to provide the retention, removal or recovery of heavy metals in a liquid environment. The Spirulina has been studied for possible use in the treatment of wastewater and remove heavy metals from aqueous solutions through the accumulation of these metals by precipitation or by binding of the components present in the cell wall. The objective was to evaluate the influence of initial concentration of chromium VI in standard culture medium (Zarrouk) on growth parameters and on the metal removal by microalgae S. platensis. The experiments were carried out through a 2¹:4¹ Joint Planning Factor, and the study variables were the strain of microalgae S. platensis (Paracas or Leb) and initial concentration of Cr VI in the culture medium (0, 10, 20 and 30 mg.L⁻¹). The microalgae were cultivated in the middle Zarrouk, 30 ° C, photoperiod of 12 h, stirring, for 30 d. Samples of cultures were taken daily to assess growth of microalgae and biweekly for assessing the potential for removal, a period of 30 d. The microalga Spirulina platensis was able to accomplish the biosorption of chromium VI in contaminated media at 10 mg / L, 20 mg / L and 30mg / L of chromium VI, with removals of 78%, 88% and 92% respectively.

Key words: Metals removal, microalgae, bioaccumulation, *Spirulina platensis*.

Theme Area: environmental Technologies



1 Introdução

A biossorção é uma técnica que se fundamenta na ligação dos metais a materiais biológicos, tais como biomassas microbianas, para proporcionar a retenção, remoção ou recuperação de metais pesados de um ambiente líquido.

A microalga *Spirulina* tem sido estudada por suas propriedades nutricionais, bem como pela possibilidade de serem utilizadas no tratamento de efluentes e na remoção de metais pesados de soluções aquosas, através do acúmulo destes metais por precipitação ou pela ligação dos componentes presentes na parede celular. Um aspecto importante da biossorção é que ela pode ocorrer mesmo com células metabolicamente inativas. Isto pode ser considerado uma grande vantagem, pois facilita a recuperação do metal e possibilita a reutilização do material biossorvente.

Objetivou-se verificar a remoção de cromo VI a partir da microalga *Spirulina platensis* crescendo em meio Zarrouk padrão, bem como avaliar o efeito das concentrações de Cromo VI sobre os parâmetros de crescimento da microalga.

2 Metodologia

Os cultivos foram realizados com as cepas *Spirulina platensis paracas* e *Leb*. O meio utilizado para o cultivo e preparo dos inóculos foi o meio Zarrouk, de composição química definida, e amplamente utilizado em experimentos com microalgas, especialmente para a microalga *Spirulina platensis*.

Os cultivos foram conduzidos a 30°C em estufa termostatizada não estéril, como fotoperíodo de 12 h e iluminação de 1800 lux. Estes foram realizados em frascos de erlenmeyers de 2 L (biorreatores) contendo 1,8 L de meio inicial. A aeração foi mantida com fluxo de ar constante, mantida por bombas de diafragma.

Os experimentos foram realizados a partir de um Planejamento Fatorial Multiníveis $2^1.4^1$, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz do Planejamento Fatorial Multiníveis $2^1.4^1$.

Experimentos	X ₁ (Cepa)	X ₂ (Cromo VI (mg/L) inicial)
1	(-1) Paracas	(-2) 0
2	(-1) Paracas	(-1) 10
3	(-1) Paracas	(+1) 20
4	(-1) Paracas	(+2) 30
5	(+1) Leb	(-2) 0
6	(+1) Leb	(-1) 10
7	(+1) Leb	(+1) 20
8	(+1) Leb	(+2) 30

A concentração de Cromo VI variou de 10 a 30 mg/L nos cultivos. A cada 24 h foram coletadas alíquotas para a determinação da concentração celular, determinada através de uma relação pré-estabelecida entre a absorbância a 670 nm e a concentração de células. O pH dos cultivos foram determinado diariamente.

A determinação dos metais foi realizada através da espectrofotometria a 540 nm, através do método da colorimetria sendo realizada a avaliação dos metais nos tempos de 0, 15 d e 30 d. Estas leituras foram relacionadas com a curva padrão do cromo VI pré estabelecida.



3 Resultados e Discussão

Em relação ao pH, todos os experimentos iniciaram com pH entre 10 e 10,5, e após o cultivo atingiu-se pH de 10,9 a 11, mantendo-se dentro do ótimo para o cultivo desta microalga.

Observou-se que o máximo crescimento celular ocorreu nos experimentos 1 e 5, sendo estes experimentos os controles realizados sem a contaminação com o metal, apresentando concentrações máximas de biomassa de 1,45 g_{célula seca}/L. Os experimentos 2 e 6, com contaminação de cromo de 10 mg/L apresentaram concentrações de biomassa de 1,42 g_{célula seca}/L e 1,40 g_{célula seca}/L, similar ao crescimento observado nos experimentos controle.

Os experimentos 3, 4, 7 e 8 (contaminações de cromo de 20 mg/L e 30 mg/L), apresentaram baixo crescimento celular, com concentrações de biomassa máximas de 0,429 g_{célula seca}/L; 0,187 g_{célula seca}/L; 0,349 g_{célula seca}/L e 0,129 g_{célula seca}/L, conforme pode-se observar nos gráficos apresentados pela Figura 1 e 2.

Figura 1 – Concentração Celular (g/L), versus o tempo de cultivo dos experimentos da Cepa Paracas.

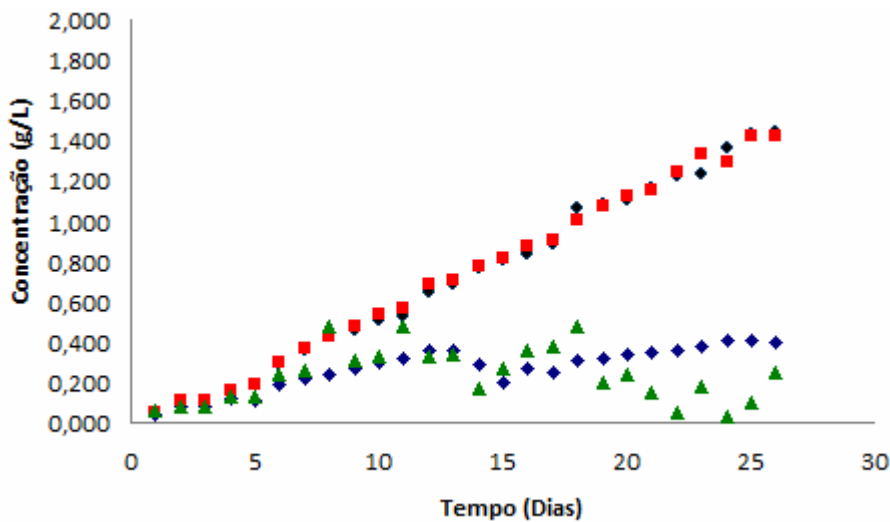
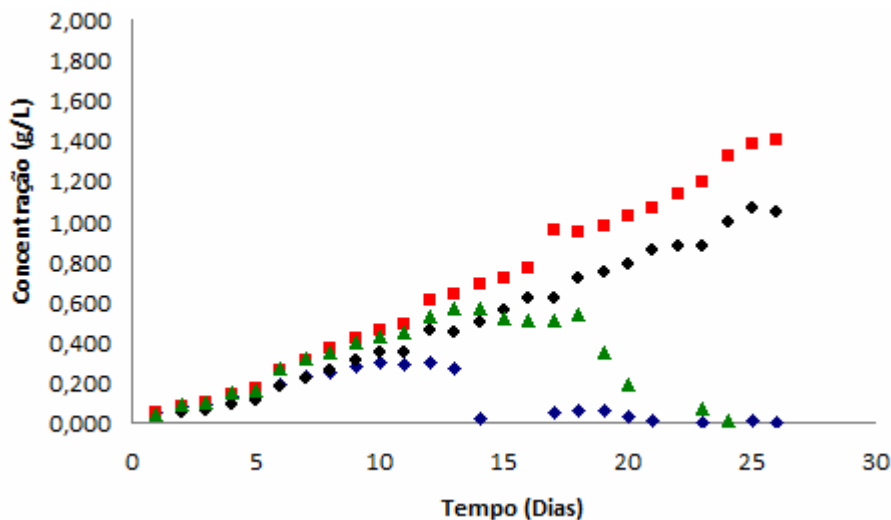


Figura 2 – Concentração Celular (g/L), versus o tempo de cultivo dos experimentos da Cepa Leb.



Para a obtenção das velocidades específicas máximas de crescimento (μ_{max}) e dos tempos de geração, foram construídos os gráficos apresentados nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e



8. As regressões obtiveram altos coeficientes de correlação, o que indica que os dados utilizados se aproximam do comportamento exponencial (fase Log), típico da fase logarítmica de crescimento de microrganismos. As velocidades específicas máximas de crescimento são o coeficiente b das equações representadas nas figuras ($Y=a.e^{b.X}$).

Figura 3 – Regressão exponencial da concentração de biomassa versus tempo para o cálculo da u_{max} do experimento 1 (concentração inicial de 0 mg/L de Cromo VI).

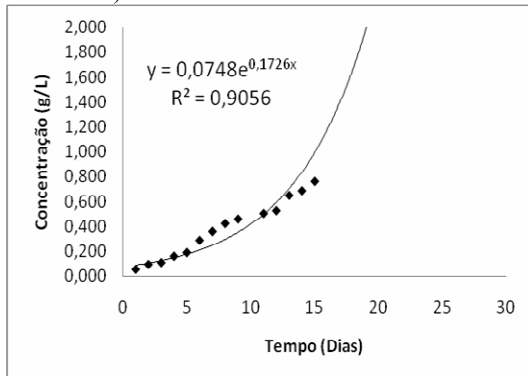


Figura 4 – Regressão exponencial da concentração de biomassa versus tempo para o cálculo da u_{max} do experimento 2 (concentração inicial de 10 mg/L de Cromo VI).

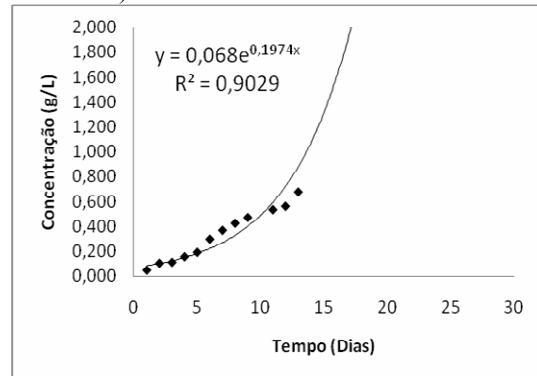


Figura 5 – Regressão exponencial da concentração de biomassa versus tempo para o cálculo da u_{max} do experimento 3 (concentração inicial de 20 mg/L de Cromo VI).

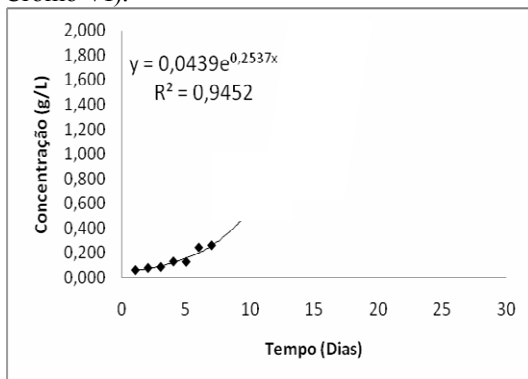


Figura 6 – Regressão exponencial da concentração de biomassa versus tempo para o cálculo da u_{max} do experimento 4 (concentração inicial de 30 mg/L de Cromo VI).

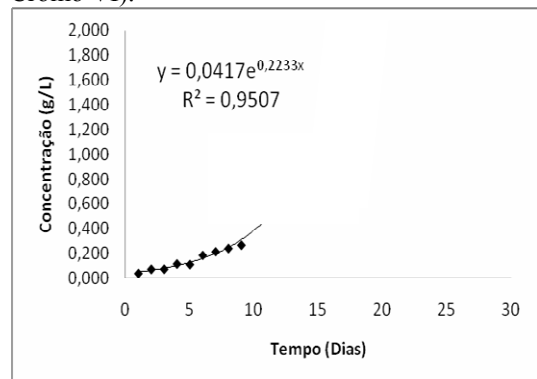


Figura 7 – Regressão exponencial da concentração de biomassa versus tempo para o cálculo da u_{max} do experimento 5 (concentração inicial de 0 mg/L de Cromo VI).

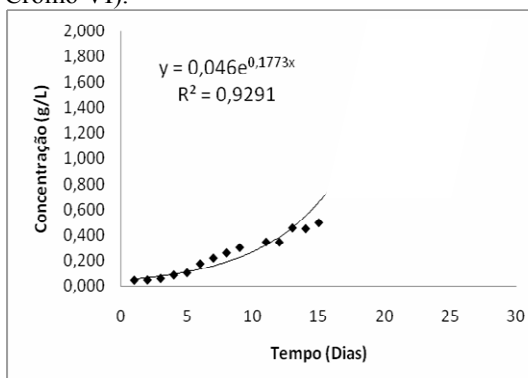


Figura 8 – Regressão exponencial da concentração de biomassa versus tempo para o cálculo da u_{max} do experimento 6 (concentração inicial de 10 mg/L de Cromo VI).

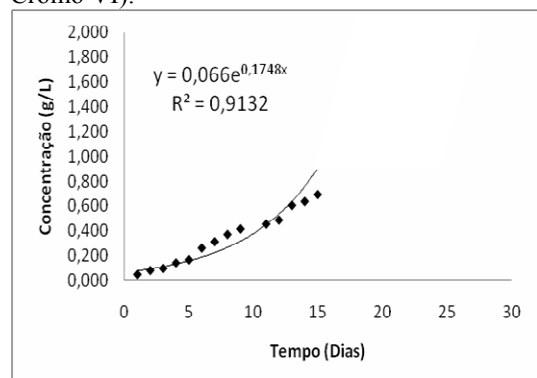




Figura 9 – Regressão exponencial da concentração de biomassa versus tempo para o cálculo da μ_{max} do experimento 7 (concentração inicial de 20 mg/L de Cromo VI).

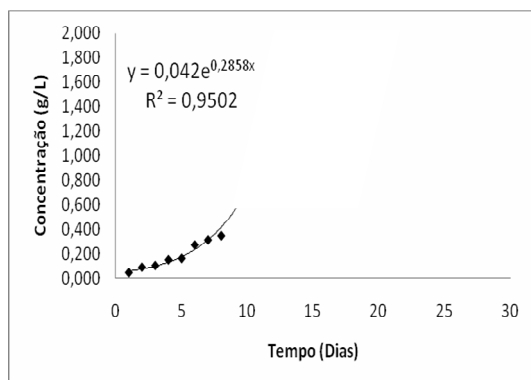
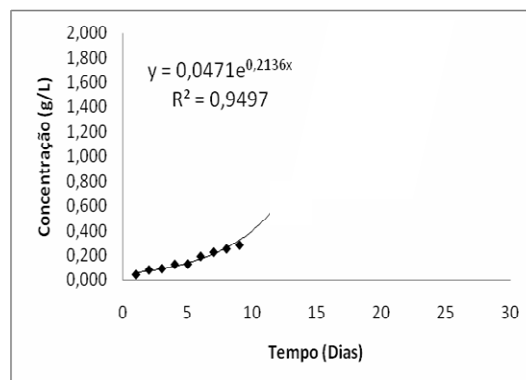


Figura 10 – Regressão exponencial da concentração de biomassa versus tempo para o cálculo da μ_{max} do experimento 8 (concentração inicial de 30 mg/L de Cromo VI).



Os resultados da concentração celular máxima, tempo de geração (T_g), velocidade específica máxima de crescimento (μ_{max}) e intervalo da fase logarítmica de crescimento obtidos através do planejamento experimental estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Concentração celular máxima, tempo de geração (T_g), velocidade específica máxima de crescimento (μ_{max}) e intervalo da fase logarítmica de crescimento para os experimentos do planejamento experimental.

Exp.	X ₁ (Cepa)	X ₂ (Cromo VI inicial) (mg/L)	Conc. máx (g/célula seca/L)	T _g (d)	μ_{max} (g/célula/g.célula.d)	ΔLog (d)
1	(-1) Paracas	(-2) 0	1,446	4,0159	0,1726	15
2	(-1) Paracas	(-1) 10	1,426	3,5113	0,1974	13
3	(-1) Paracas	(+1) 20	0,478	2,7321	0,2537	7
4	(-1) Paracas	(+2) 30	0,409	3,1041	0,2233	9
5	(+1) Leb	(-2) 0	1,064	3,9094	0,1773	15
6	(+1) Leb	(-1) 10	1,405	3,9653	0,1748	15
7	(+1) Leb	(+1) 20	0,569	2,4252	0,2858	8
8	(+1) Leb	(+2) 30	0,523	3,2450	0,2136	9

Verifica-se na Tabela 2 que maiores μ_{max} (menor tempo de geração) foram obtidas nos experimentos que apresentaram menores concentrações máximas de células, o que pode ser explicado pelo fenômeno de sombreamento que é causado nas células quando as concentrações de biomassa são superiores a 0,5 g/L. O sombreamento limita a absorção de energia luminosa da fotossíntese, limitando as taxas de crescimento. Entretanto, verifica-se que os experimentos que apresentaram elevadas μ_{max} permaneceram pouco tempo na fase exponencial de crescimento (menores Δlog), devido serem os experimentos com as maiores contaminações de cromo.

A concentração de biomassa é uma variável importante durante a captação de metal (ROMERA et al., 2007). Mas devemos considerar que quanto maior o crescimento da biomassa, maior é a quantidade de matéria seca a ser disposta corretamente, pois o metal que é retirado do meio vai estar acumulado no interior da biomassa. Portanto em experimentos de remoção de metais, o crescimento da biomassa não deve ser exagerado, para não gerar um grande custo de tratamento e disposição final desta biomassa. Neste experimento o resultado foi muito bom, pois a biomassa não apresentou um crescimento exagerado e o metal foi removido com uma boa eficiência.



A Tabela 3 apresenta os resultados de remoção de Cromo VI nos experimentos do Planejamento Experimental aos 15 d e 30 d de cultivo da microalga *Spirulina*. A análise de variância dos dados de remoção de cromo VI em função do tempo de cultivo, da cepa e da concentração inicial de cromo demonstrou que a interação entre as três variáveis foi significativa sobre a remoção de cromo ($p < 0,00001$). A comparação de médias dos resultados de remoção de cromo VI está apresentada na Tabela 3, sendo que médias seguidas de letras iguais não apresentam diferença significativa entre si ($p > 0,05$), enquanto médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Remoção de Cromo VI nos experimentos do Planejamento Experimental aos 15 d e 30 d de cultivo da microalga *Spirulina*

Remoção (%)				
Exp. (cepa)	Concentração de cromo VI (mg/L)	15 d (%)	30 d (%)	
1 (Paracas)	0	00,0 ^a	00,0 ^a	
2 (Paracas)	10	77,50 ^c	78,92 ^d	
3 (Paracas)	20	88,75 ^e	88,93 ^e	
4 (Paracas)	30	89,84 ^h	92,06 ⁱ	
5 (Leb)	0	00,0 ^a	00,0 ^a	
6 (Leb)	10	74,10 ^b	77,80 ^c	
7 (Leb)	20	86,47 ^e	88,04 ^f	
8 (Leb)	30	90,50 ⁱ	90,82 ⁱ	

A análise estatística demonstrou que os melhores resultados foram obtidos nos experimentos 4 e 8, ou seja, os que iniciaram com contaminação de Cr VI de 30mg/L. O melhor resultado obtido foi no experimento 4 com a cepa Paracas em um tempo de 30 d, mas no tempo de 15 d também obteve-se remoção significativa. O experimento 8 com a cepa Leb, não apresentando diferenças significativas entre os tempos de cultivo, mas apresentou remoção do metal. A maior remoção de cromo VI foi obtida no experimento 4, com contaminação inicial de 30 mg/L de cromo, aos 30 d de cultivo. Entretanto, sob o ponto de vista econômico, o cultivo deve ser encerrado em 15 d de cultivo.

4 Conclusão

Conclui-se que a microalga *Spirulina* foi capaz de realizar a bioadsorção de cromo VI nos meios contaminados com 10 mg/L, 20mg/L e 30 mg/L de cromo VI, tendo uma remoção ao longo dos 30 dias de cultivo de 78%, 88% e 92%, podendo ser utilizada em estudos posteriores de remoção de cromo VI de efluentes líquidos.

Referências

ABALDE, J et al. **Microalgas: Cultivo e Aplicaciones**. Universidade da Coruña, 1995.

CAMPOS, J.; **Espectrofotometria de Absorção Atômica**. Universidade Federal do Paraná, 2003.



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

NUNES, V.A.; GOMES,G.A.; SILVA,R.C.; LACAZ-RUIZ, R. **Tópicos de biologia molecular para o estudo de cianobactéria.** Inn: LACAZ-RUIZ, R., coord. *Espirulina – Estudos & Trabalhos*: Editora Roca. 2003, p. 235-237.

ROMERA, E. et al., **Comparative study of biosorption of heavy metals using different types of algae.** *Bioresource Technology*. v.98, p. 3344-3353, 2007.

SARAVIA, R. A., TAVARES, C. R. G. **Utilização de macroalgas como bioadsorventes no tratamento de efluentes de curtumes.** In ANAIS ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ADSORÇÃO, I, 1997, Fortaleza. p.232-238.

VIACELLI, J.;**Remoção de Íons Cádmio e Chumbo de Efluente Sintético por Microalga Spirulina Platensis.** Universidade de Passo Fundo, 2007.

WISEMAN, A **Princípios da Biotecnologia.** Zaragoza. España. Editorial Acribia, 1986.