

BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL: ASPECTOS FUNDAMENTAIS DA CAPTACAO DE ESPECIES METÁLICAS CONTIDAS EM MEIOS AQUOSOS UTILIZANDO BIOSORVENTES HIDROFOBICOS

Aluno: Antonio Fraiha Azevedo

Thiago Lima Martins

Orientadores: Mauricio Leonardo Torem

Iranildes D. Santos

Introdução

O aumento das atividades industriais tem intensificado a poluição ambiental e a deterioração de ecossistemas com a liberação e acúmulo de diversos poluentes. Particularmente, existem quatro fatores que podem ser destacados neste processo: a destruição do ambiente natural com a conseqüente perda da biodiversidade; a emissão antrópica dos gases de efeito estufa; o aumento da poluição das águas e do solo causada pelos resíduos domésticos e industriais.

A crescente preocupação com o aumento do volume de efluente e devido às fortes restrições governamentais quanto ao descarte de resíduos no meio ambiente, nos últimos anos inúmeros métodos de tratamento de efluente e remediação de resíduos estão sendo desenvolvidos e/ou aperfeiçoado aos métodos tradicionais como forma de minimizar o impacto ambiental decorrente do descarte de efluentes.

A escolha e aplicação do método de tratamento apropriado dependem de diversas variáveis, tais como: o tipo de efluente, a concentração e toxicidade dos elementos presentes no efluente, o transporte, o local de tratamento, as concentrações padrão estabelecidas pelos órgãos ambientais, e principalmente, os custos envolvidos no processo.

Neste contexto, surge à necessidade de estudos visando o uso de tecnologias eficientes e de baixo custo operacional e ambiental amigável para a remoção de metais pesados presentes em efluentes industriais. Tradicionalmente, este tipo de

tratamento é realizado por meio de processos físico-químicos, tais como adsorção, precipitação, coagulação, redução, ultrafiltração, eletrodialise, osmose reversa, etc. (Manba *et al.*, 2009; Bhatnagar, *et al.* 2010, Bueno *et al.*, 2008; Volesky, 1990; Liu, *et al.*, 2009). Dentre os métodos citados, a adsorção é o método mais utilizado para remoção de íons metálicos contidos em efluentes devido à sua facilidade operacional. Neste processo, o carvão ativado é um dos adsorventes mais usados devido à sua grande área superficial e capacidade em adsorver metais. Entretanto ele apresenta como desvantagem, o elevado custo e a necessidade de regeneração contínua (Liu, *et al.*, 2009).

Como alternativa mais limpa e inovadora, surgiram os biossorventes, microrganismos com capacidade de produzir moléculas com atividade interfacial. Existem diversos tipos de biomassa que podem ser utilizadas como biossorventes das quais podemos citar, fungos, leveduras, bactérias, algas, resíduos agroindustriais, etc. Os biossorventes apresentam na sua parede celular uma grande variedade de grupos orgânicos tais como, ácidos carboxílicos, fenóis, aminas e amidas, que podem reter as partículas do efluente tratado por diferentes mecanismos. Estes biossorventes apresentam capacidades de retenção em alguns casos, na mesma ordem de grandeza dos adsorventes sintéticos (resinas poliméricas de troca iônica, sílicas organofuncionalizadas), pois apresentam vários grupamentos orgânicos disponíveis.

Apesar da grande diversidade existente de biossorventes, algumas características são comuns a todos, como tolerância a variações de temperatura e pH, alta biodegradabilidade, baixa toxicidade, são substratos renováveis, não causam poluição secundária. Essas características os tornam adequados para aplicações em biorremediação e tratamento de resíduos sólido/líquido.

Seguindo o contexto apresentado, o presente trabalho teve como objetivo investigar a eficiência da biomassa *Rhodococcus Ruber* (*R. Ruber*) para remoção de Co(II) de soluções aquosas visando futura aplicação no tratamento de efluentes das indústrias de mineração.

Materiais e Métodos

Neste trabalho, a biomassa utilizada foi bactéria *Rhodococcus ruber*, proveniente da Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello, Campinas/São Paulo.

Para cultivo da bactéria foram realizados experimentos com diferentes meios de cultura. Dentre os meios testados, o de melhor crescimento da biomassa foi obtido com o meio contendo caldo de triptona de soja (Tryptic Soy Broth – TSB).

Para obtenção da biomassa utilizada nos experimentos foram realizados inóculos em frascos erlenmeyer de 500 mL contendo 200 ml de meio de cultura líquida, ajustando o pH para 7,2 com NaOH a $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Em seguida, os frascos foram fechados com rodilhão de algodão e gases e posteriormente esterilizados em autoclave a 121°C por 20 minutos.

Após crescimento e inativação, a biomassa foi tratada com NaOH. Para este procedimento, foram adicionados 30 mL de NaOH $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ para cada 100 mL de biomassa concentrada. Em seguida, a suspensão foi mantida sob agitação em plataforma de rotação horizontal a 125 rpm, 25°C por 3 h. Após este tempo de contato, a biomassa foi lavada três vezes com água deionizada e seu pH foi ajustado para 7 com HCl a $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Os ensaios de adsorção em batelada foram realizados utilizando solução aquosa de Co(II) com concentração variando de 5 a 120 mg.L^{-1} . Para elucidar as melhores condições de remoção de Co(II) de soluções aquosas utilizando a biomassa *R. ruber*, as seguintes variáveis foram estudadas: pH, concentração de biomassa, concentração inicial do metal e tempo de contato.

Após os ensaios de biossorção, a biomassa utilizada no processo foi removida da solução por centrifugação. Posteriormente, a solução sobrenadante foi analisada por espectrofotometria de absorção atômica para quantificação da concentração residual de Co(II) na solução final. As análises de absorção atômica foram realizadas no Departamento de Química da PUC-Rio.

Resultados e Discussão

A influência do pH na biossorção de Co(II) por *R. Ruber* é apresentada na Figura 1. Observa-se que a percentagem do metal removida da solução aumentou com o aumento do pH da solução. Entretanto observa-se que para valor de pH maior que 6 a percentagem de remoção de Co(II) diminuiu. A baixa remoção de Co(II) em pH ácido se deve, possivelmente a competição entre os íons metálicos e os íons H^+ por sítios ativos presentes na superfície da biomassa. Em valores de pH maiores que 6, a queda da percentagem de remoção pode está associada à mudança estrutural da parede celular da biomassa. Nas condições estudadas, maior remoção foi obtida na faixa entre pH 5 e 6. Em pH 6, aproximadamente 23% do Co(II) foi removido da solução após 180 min utilizando 1 g.L^{-1} de biomassa.

A influência da concentração de biomassa no percentual de Co(II) removido da solução é apresentada na Figura 2. Observa-se que a remoção de Co(II) aumentou com o aumento da concentração de biomassa. Na presença de 5 g.L^{-1} de biomassa,

aproximadamente 80% de Co(II) foi removido da solução após 2 horas de adsorção sob uma 125 rpm. Os resultados mostram ainda que, a tendência é que ocorra aumento da remoção Co(II) para concentrações de biomassa superiores a 5 g.L⁻¹. Isto se deve ao aumento da superfície de contato na biomassa devido ao aumento dos sítios de ligação.

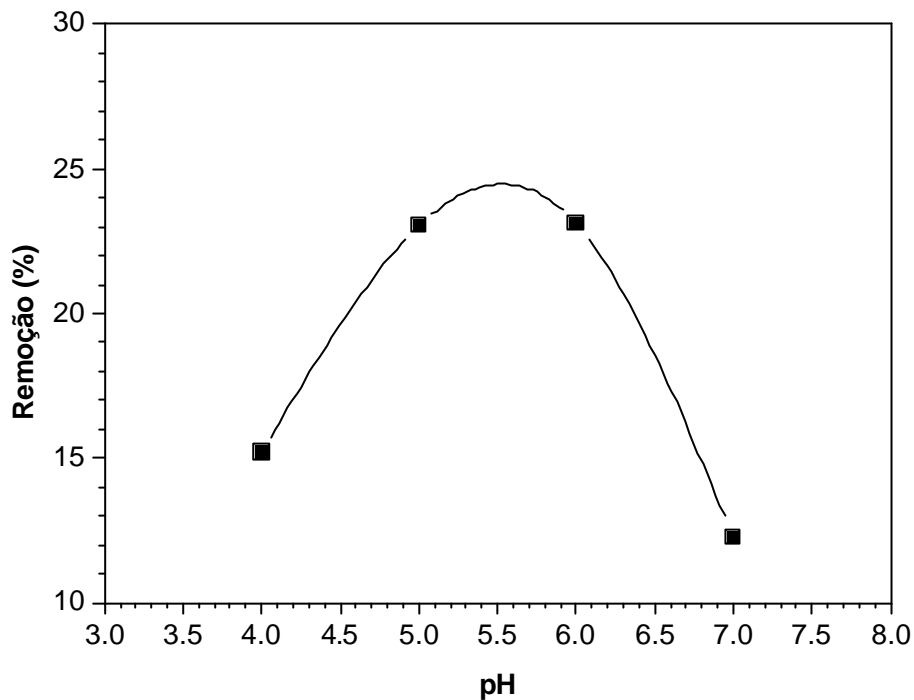


Figura 1: Efeito do pH na biossorção de Co(II) pela biomassa *R. ruber*. Concentração inicial do metal: 50 mg.L⁻¹; concentração de biomassa: 1,0 g.L⁻¹; velocidade de agitação: 125 rpm; temperatura: 25°C; tempo de contato: 120 min.

A Figura 3 mostra a influência da concentração de íon metálico na percentagem de remoção de Co(II) na presença de 5 g.L⁻¹ de biomassa. Observa-se que a remoção de Co(II) diminuiu com o aumento da concentração do metal em solução. Um remoção superior a 90% foi obtida para concentrações de Co(II) inferiores a 30 mg.L⁻¹. Este fato pode ser relacionado à diminuição de sítios ativos disponíveis para a biossorção (saturação da biomassa) à medida que a concentração de íon metálico em solução aumenta.

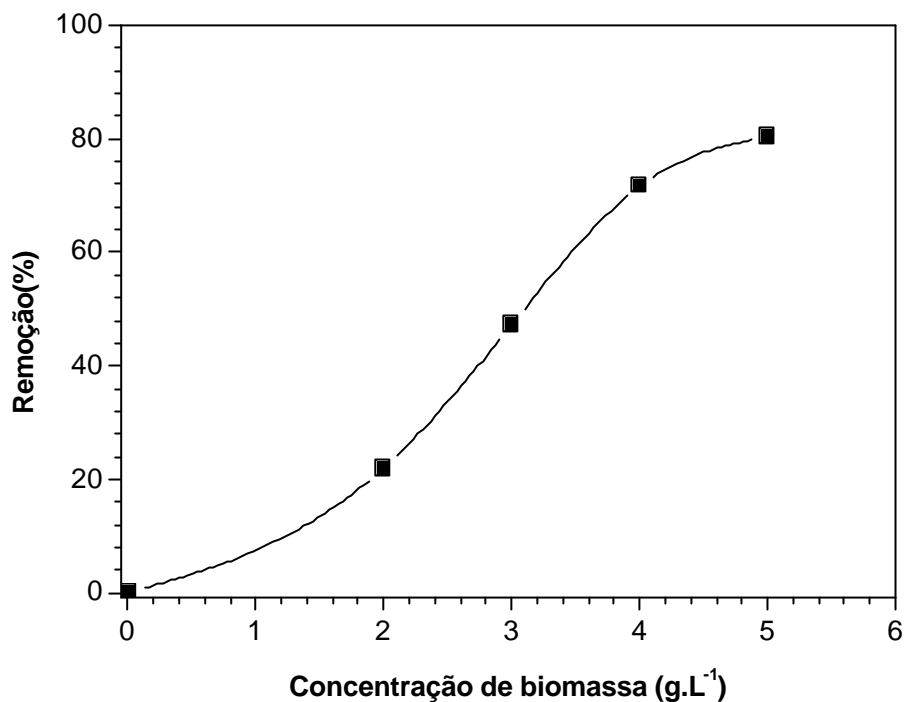


Figura 2: Efeito da concentração da biomassa *R. Ruber* na biossorção de Co (II). Concentração inicial do metal: 50 mg.L⁻¹; pH: 6; velocidade de agitação: 125 rpm; temperatura: 25°C; tempo de contato: 120 min.

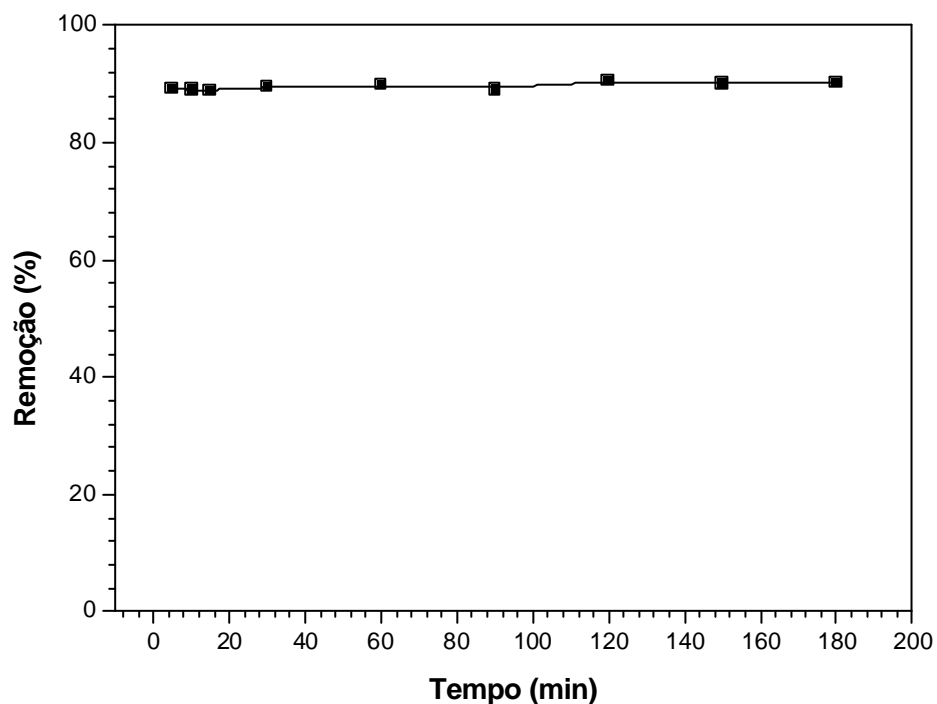


Figura 3: Efeito do tempo de contato da solução metálica com a biomassa na biossorção de Co (II) por *R. Ruber*. Concentração de biomassa: 5 g.L⁻¹; Concentração de Co(II): 10 g.L⁻¹; pH: 6; velocidade de agitação: 125 rpm; temperatura: 25°C.

A influência do tempo de contato para biossorção de Co(II) é apresentada na Figura 4. Observa-se que em toda faixa de tempo estudada a porcentagem de remoção foi praticamente a mesma, indicando que a velocidade do processo de biossorção Co(II) por *R. ruber* é muito rápida. Após 5 min de contato da biomassa com a solução metálica contendo 10 mg.L^{-1} de Co(II) 90% do metal foi removida da solução.

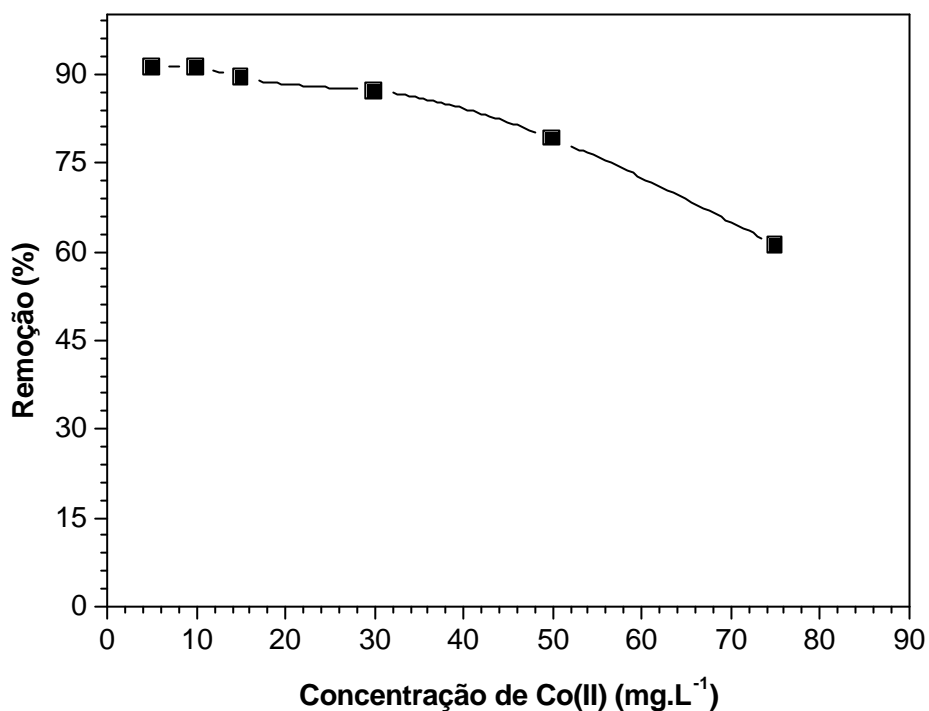


Figura 4: Efeito da concentração do metal na biossorção de Co (II) por *R. Ruber*. Concentração de biomassa: 5 g.L^{-1} ; pH: 6; velocidade de agitação: 125 rpm; temperatura: 25°C ; tempo de contato: 120 min.

Conclusões

A capacidade de remoção de Co(II) pela biomassa *R. Ruber* é altamente influenciada pelo pH da solução devido as alterações nas cargas das paredes celulares das bactérias. Após 120 min de contato utilizando 1 g.L^{-1} de biomassa e uma concentração de 50 mg.L^{-1} de Co(II) foi obtida uma remoção de 23% de Co(II) da solução.

Utilizando uma concentração de 5 g.L^{-1} de biomassa e uma concentração de 50 mg.L^{-1} de Co(II) foi obtida uma remoção de 80% após 120 minutos de contato. E a influência do tempo de contato biomassa/solução metálica mostrou que a cinética de biossorção é rápida. Uma remoção de aproximadamente 90% de Co(II) da solução foi obtida em toda faixa de tempo estudada.

Esse estudo ainda não foi concluído. Portanto, na próxima etapa serão realizados ensaios potencial zeta, de infravermelhos, bioflotação para melhor elucidar os mecanismos envolvidos na bioadsorção de Co(II) por *R. ruber*.

Referências

- 1- Manba, B.B., DLAMINI, N.P., MULABA-BAFUBIANDI, A.F., “**Biosorptive removal of copper and cobalt from aqueous solutions: *Shewanella spp.* Put to the test**”, Physics and Chemistry of the Earth, v. 34, pp. 841-849, 2009
- 2- BHATNAGAR, A., MINOCHA, A., SILLANPÄÄ, M., “**Adsorptive removal of cobalt from aqueous solution by utilizing lemon peel as biosorbent**”, Biochemical Engineering Journal, v. 48, pp. 181-186, 2010.
- 3- Bueno B.Y.M., Torem M.L., Molina F., Mesquita. **Biosorption of lead(II), chromium(III) and copper(II) by *R.opacus*: Equilibrium and Kinetic studies.** Minerals Engineering 21 (1), p. 65-75, 2008.
- 4- Volesky, B. **Removal and Recovery of Heavy Metals by Biosorption.** In: Volesky, B. (Ed.) Biosorption of Heavy Metals. CRC Press, Inc: Boca Raton, FL, 1990, 7-44.
- 5- Liu, Yinghui, Caoc, Qilin, Luo, Fang, Chen, Ji., **Biosorption of Cd²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺ and Zn²⁺ ions from aqueous solutions by pretreated biomass of brown algae**, Journal of Hazardous Materials, v. 163, pp. 931-938, 2009.