

6 Conclusões e Recomendações para Trabalhos Futuros

6.1. Conclusões

O presente estudo avaliou parâmetros de bioissorção da interação entre a bactéria *Rhodococcus ruber* e os metais Co(II) e Ni(II) na busca do melhores condições ou padrões para determinação de remoção destes metais em soluções aquosas.

Os ensaios microbiológicos apontaram apresentaram o meio de cultivo TSB como o mais adequado para a manutenção e crescimento de *R. ruber*. A curva de crescimento demonstrou que após 12 horas o crescimento já havia atingido o fim da fase logarítima e o máximo de crescimento no sistemas, já podendo ser utilizada como bioissorvente, pois atinge sua fase de estabilidade no crescimento, chamada de fase estacionária.

As análises de MEV e MET foram importantes ferramentas para entendimento e conhecimento de aspectos morfológicos e de área superficial externa do bioissorvente e na sua interação com os íons metálicos de Co(II) e Ni(II) nos levando a sugerir algumas possíveis situações no processo.

No estudo eletrocinético, ficou caracterizado que, tanto para bactéria sem tratamento como da tratada com NaOH, o ponto isoelétrico (PIE) evidencia que o processo de bioissorção se dá por adsorção química. Os estudos de FTIR não foram conclusivos em afirmar que grupamentos funcionais são responsáveis pelo processo de bioissorção existente entre a bactéria *R. ruber* e os íons metálicos de Co(II) e Ni(II).

A determinação das condições ótimas dos parâmetros a serem usados nos experimentos de bioissorção propriamente dito, pH, concentração de biomassa, concentração inicial do metal e tempo de contato colaboraram para a comparação do comportamento de *R. ruber* como bioissorvente nas diferentes condições testadas, com *R. ruber* não tratada e tratada com NaOH e com a adição única, dupla e tripla de biomassa. Tanto o Co(II) quanto o Ni(II) tiveram como melhores resultados de parâmetros iniciais: pH 6,0; concentração de

biomassa 3 g.L⁻¹; concentração inicial do metal 30 mg.L⁻¹ e tempo de contato de 30 minutos.

O modelo cinético de pseudo-segunda ordem foi o que melhor se ajustou ao processo de remoção para os dois metais do presente estudo e dentre as isotermas de adsorção testadas, o melhor ajuste se deu para o modelo de Freundlich tanto para Co(II) e Ni(II) frente a bactéria *R. ruber*.

Quando comparamos o processo de bioadsorção em série (com novos acréscimos de biomassa não tratada com NaOH) e o tratamento do bioadsorvente com NaOH, a remoção de aproximadamente 97 % para o Co(II) e 89 % para o Ni(II) indicou que o tratamento com NaOH foi considerado o mais eficiente na escolha dos melhores parâmetros de bioadsorção por *R. ruber*.

Como conclusão geral ficou estabelecido que *R. ruber* tem grande potencial como bioadsorvente quando tratado com NaOH na remoção de íons metálicos de Co(II) e Ni(II), pois apresentou grandes incrementos na remoção e captação quando comparado com outros tratamentos.

6.2. Recomendações para Trabalhos Futuros

As sugestões abaixo apresentadas são de primordial importância para o contínuo melhoramento dos estudos de bioadsorção, que visam a remoção de metais pesados utilizando a bactéria *R. ruber*, tanto no processo batelada quanto em escala piloto.

- Modelagem e simulação numérica para o estudo do efluente real;
- Estudos de flotação, visando tratar grandes volumes e análise de viabilidade econômica nos ciclos de operação da célula de flotação;
- Nos estudos de FTIR, utilizar em trabalhos futuros, uma técnica de maior sensibilidade quantitativa, que consiga diferenciar os grupamentos responsáveis pelo processo na comparação entre a bactéria *R. ruber* e suas interações com os metais Co(II) e Ni(II), sendo a Ressonância Magnética Nuclear no Estado Sólido o processo mais indicado.