

6 Conclusões

Este estudo avaliou a capacidade e a eficiência do bioissorvente *Rhodococcus opacus* para remoção de íons Co(II) e Mn(II) presentes em solução aquosa. Através dos resultados obtidos pode-se concluir que:

A espectroscopia de infravermelho confirmou a presença de grupamentos químicos que são possíveis sítios de adsorção dos íons Co(II) e Mn(II) em solução.

O estudo eletrocinético indicou que ponto isoelétrico do *R. opacus* encontra-se por volta do pH 2,95, acima deste valor as cargas superficiais negativas aumentam com o aumento do pH da solução facilitando a interação com os cátions metálicos.

O estudo com a variação do pH indicou que as melhores remoções ocorrem a pH 7 para o Co(II) e pH 5 para o Mn(II).

No intervalo de concentração estudado, de 5 a 120 mg.L⁻¹, as curvas isotérmicas apresentaram inclinações favoráveis a bioissorção do Co(II) e Mn(II) e as melhores correlações para modelar a isoterma de adsorção foram obtidas com o modelo de Langmuir, R² = 0,98 para o Co e R² = 0,95 para o Mn.

A capacidade máxima de bioissorção, obtida pelo modelo de Langmuir, foi de 13,42 mg.g⁻¹ para o Co(II) e 6,91 mg.g⁻¹ para o Mn(II). A diferença de afinidade entre os metais do estudo e a biomassa *R. opacus* pode ser atribuída às propriedades dos metais e aos mecanismos de captação envolvidos.

Os estudos dos tempos de equilíbrio mostram que a bioissorção do Co(II) e Mn(II) desenvolvem-se em duas etapas: a primeira ocorre nos primeiros 10 minutos de contato onde grande parte dos íons de metal são capturados, cerca de 72% para o cobalto e 80% para o manganês, e a segunda etapa ocorre nos tempos de 10 a 180 minutos de contato, na qual os íons de Co(II) foram sendo adsorvidos mais lentamente e os íons de Mn(II) foram sendo dessorvidos com o aumento do tempo de contato.

O modelo cinético de pseudo-segunda ordem foi o que melhor se ajustou ao processo biossortivo, com fatores de correlação linear superiores a 0,99 para o Co(II) e Mn(II).

No estudo da influência da temperatura no processo de bioissorção foram encontrados os valores de energia de ativação iguais a 58,16 kJ.mol⁻¹ para o Co(II) sugerindo que o mecanismo predominante do processo é a quimissorção ativada. Para o Mn(II) o valor da energia de ativação foi de 3,2 kJ.mol⁻¹ sugerindo os mecanismos de fisissorção e de quimissorção não ativada.

No estudo da termodinâmica foram obtidos os valores da variação da entalpia (ΔH) para o Co(II), 2951,91 kJ.mol⁻¹, e para o Mn(II), -2974,8 kJ.mol⁻¹, indicando a natureza endotérmica e exotérmica do processo, respectivamente. Para todas as temperaturas analisadas na bioissorção do Co(II) e Mn(II), os valores negativos de ΔG indicam que, termodinamicamente o processo é viável. Enquanto que, os valores de ΔS sugerem que o processo é irreversível para o Co(II) ($\Delta S=15,38 \text{ JK}^{-1}.\text{mol}^{-1}$) e reversível para o Mn(II) ($\Delta S=-6,3162 \text{ JK}^{-1}.\text{mol}^{-1}$).