

BIOSSOLUBILIZAÇÃO DE NÍQUEL LATERITA POR BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS

BIOSOLUBILIZATION OF A LATERIC NICKEL BY HETEROTROPHIC BACTERIA

Hannah Lima Carpen

Aluna de Graduação da Engenharia Química, 7º período, Universidade Federal Fluminense

Período PIBITI/CETEM :agosto de 2017 a julho de 2018,
carpen.hannah@gmail.com

Ellen Cristine Giese

Orientador, Química, D.Sc.
egiese@cetem.gov.br

Resumo

Existem dois tipos de depósitos de níquel, os sulfetados e os lateríticos (oxidados). Visto que a exploração de níquel laterítico vem aumentando, é necessário realizar estudos visando uma melhor extração do níquel metálico, além das técnicas convencionais de piro- e hidrometalurgia. No presente trabalho, utilizou-se uma bactéria heterotrófica para realizar a biossolubilização da amostra de níquel laterítico. Analisou-se a toxicidade do níquel para a bactéria e descobriu-se que o metal não limita o crescimento da mesma nas concentrações encontradas no minério laterítico. Além disso, foram realizados ensaios cinéticos de biossolubilização com análise estatística de diferentes parâmetros: a) tempo de contato, b) concentração de glucose e c) concentração de minério. A maior extração de níquel (~80%) foi observada com o uso de concentrações mais altas de glucose (15% m/v), concentrações mais baixas de minério (0,25% m/v) e maior tempo de contato (6 semanas). A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o uso de bactérias heterotróficas pode ser promissor para a extração de níquel metálico a partir de lateritas.

Palavras chave: Níquel laterítico, biossolubilização, ensaio cinético.

Abstract

There are two types of nickel deposits, the sulfides and the laterites (oxidized). Since the exploitation of lateritic nickel is increasing, it is necessary to conduct studies aiming at a better extraction of metallic nickel, in addition to the conventional techniques of pyro- and hydrometallurgy. In the present work, a heterotrophic bacterium was used to carry out the biosolubilization of the lateritic nickel sample. Nickel toxicity was analyzed for the bacteria and it was found that the metal does not limit the growth of the same in the concentrations found in lateritic ore. In addition, kinetic biosolubilization tests were performed with statistical analysis of different parameters: a) contact time, b) glucose concentration and c) ore concentration. Higher nickel extraction (~ 80%) was observed with higher concentrations of glucose (15% m/v), lower ore concentrations (0.25% m/v) and longer contact time (6 weeks). From the results obtained, it can be concluded that the use of heterotrophic bacteria may be promising for the extraction of metallic nickel from laterites.

Keywords: nickel lateritic ore, biossolubilization, kinetic tests.

1. INTRODUÇÃO

Existem dois tipos de fontes de níquel espalhadas pelo mundo, os depósitos de níquel sulfetados e os lateríticos (oxidados). A principal fonte de níquel, historicamente, vem dos minérios sulfetados, mas há uma tendência de mudança para a extração em minérios lateríticos em função do número de depósitos lavráveis. Isso se dá devido a facilidade de se processar os minérios sulfetados enquanto os lateríticos necessitam intenso processo hidrometalúrgico (MUDD,2009).

A hidrometalurgia e a pirometalurgia são técnicas convencionais para a extração mineral. Apesar disso, estas possuem várias desvantagens, principalmente quando o minério é de origem laterítica e possui pequena quantidade do metal desejado (ROHWERDER *et al.*, 2003 *apud* GHOSH *et al.*, 2016). Outras técnicas, como a utilização de micro-organismos, podem ser aplicadas para a biossolubilização do minério (CASTRO *et al.*, 2000).

Alguns estudos mostram que as características do meio influenciam diretamente na extração do metal desejado. Aumentar o tempo do ensaio, a concentração do minério na solução (MUBAROK *et al.*, 2013), a concentração da solução ácida e/ou a temperatura na qual os experimentos são realizados (KURSUNOGLU *et al.*, 2015), impactam na solubilização do minério, podendo assim definir uma melhor combinação das propriedades para um melhor resultado.

Neste contexto, o presente trabalho buscou avaliar a influência da concentração de glucose, do tempo e da concentração do minério na biossolubilização do níquel.

2. OBJETIVOS

Avaliar a toxicidade de íons níquel em solução para uma bactéria heterotrófica, assim como avaliar os parâmetros tempo de contato, concentração de minério e concentração de glucose podem influenciar na biossolubilização de um minério de níquel laterita.

3. METODOLOGIA

3.1. Preparo do meio de nutrientes

O meio utilizado para os ensaios de solubilização com a bactéria foi composto por $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (5 g/L), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,26 g/L), $(NH_4)_2SO_4$ (0,1 g/L) e KH_2PO_4 (5 g/L).

3.2. Preparo do pré-inóculo

O pré-inóculo foi preparado transferindo-se uma alçada da colônia contida em placas de Petri de batata-ágar-dextrose (BDA) para frascos de Erlenmeyer de 500mL contendo 10mL de glucose 10% (m/v) e 90mL do meio de nutriente, previamente autoclavado e neutralizado para pH 7,0. Os frascos foram mantidos sob agitação de 150 rpm e 30°C por 48 horas.

3.3. Ensaio para avaliação da toxicidade do níquel

Preparou-se cinco Erlenmeyers de 500mL com 90mL de meio e diferentes concentrações de sulfato de níquel hexahidratado ($NiSO_4 \cdot 6H_2O$): 0, 1, 5, 10 e 50 g/L. Os frascos, previamente autoclavados, receberam 10mL de glucose 10% (m/v) e 2mL de pré-inóculo. Os mesmos foram mantidos sob agitação de 150 rpm e 30°C. Posteriormente, foi feita a contagem das unidades formadoras de colônia (UFC), utilizando-se a técnica de espalhamento em superfície (*spread-plate*), no dia que o experimento foi iniciado (dia zero) e com 1, 2, 3, 4 e 7 dias de duração.

3.4. Ensaio cinéticos

A biossolubilização de níquel a partir de uma amostra de níquel laterítico de um depósito brasileiro foi avaliada utilizando-se um planejamento 2^3 -fatorial completo. Também foram realizadas as análises de variância e de regressão múltipla utilizando-se o software

STATISTICA versão 13.2 (StatSoft Inc., 2001). Para os ensaios cinéticos foram preparados diferentes meios de solubilização, em Erlenmeyers de 500mL, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Meios utilizados para os ensaios cinéticos de biossolubilização de níquel.

Erlenmeyer	Volume de pré-inóculo (mL)	Volume de meio (mL)	Concentração da solução de glicose (%)	Volume de glicose (mL)	Concentração de Níquel Laterita (%)	Tempo de duração no shaker (semanas)
1	2	90	5	10	0,25	2
2	2	90	5	10	0,25	6
3	2	90	5	10	0,75	2
4	2	90	5	10	0,75	6
5	2	90	15	10	0,25	2
6	2	90	15	10	0,25	6
7	2	90	15	10	0,75	2
8	2	90	15	10	0,75	6
9	0	100	0	0	0,25	2
10	0	100	0	0	0,75	2
11	0	100	0	0	0,25	6
12	0	100	0	0	0,75	6

Após o período de incubação, os meios de cultivo foram centrifugados à 4000 rpm e 4°C durante 15 minutos. O sobrenadante foi utilizado para as determinações analíticas realizadas na COAMI/CETEM, utilizando-se espectrometria de absorção atômica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da toxicidade do níquel

Este experimento teve a finalidade de avaliar se o aumento da quantidade de íons níquel no em solução seria tóxico a ponto de impedir o crescimento bacteriano. No dia zero, ou seja, o dia no qual os ensaios foram inoculados adicionou-se $2,45 \times 10^5$ (UFC) de células em todos os frascos testes de Erlenmeyer. O gráfico de crescimento bacteriano na presença de diferentes concentrações de íons níquel pode ser visto na Figura 1.

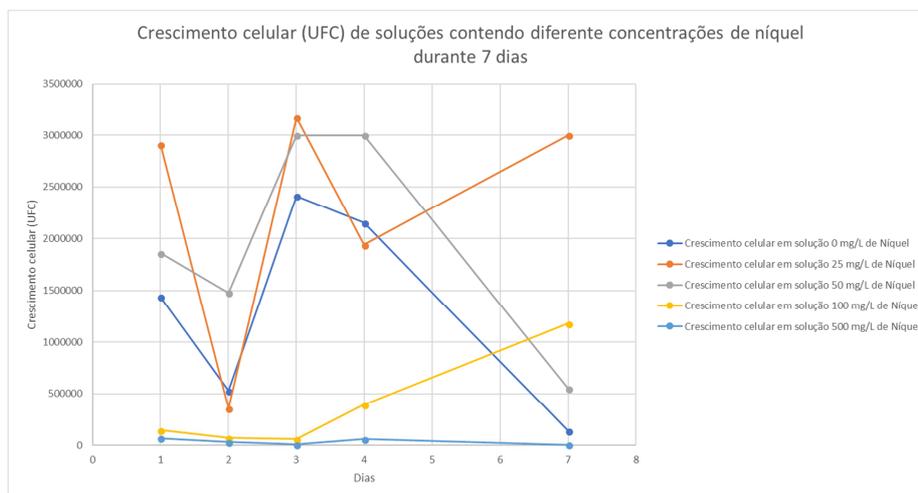


Figura 1: Gráfico do crescimento celular (UFC) em diferentes concentrações de íons níquel.

Apesar da técnica de contagem de UFC não ser precisa, pode-se extrair dos resultados que a concentração de íons níquel em solução de até 100 mg/L não foi tóxico para o crescimento bacteriano.

Sabe-se que a bactéria se adere ao minério devido à produção de um biofilme e nesse meio pode produzir metabólitos que auxiliam na biossolubilização do mesmo, liberando os metais presentes (GIESE, 2014). Dessa forma, como o minério laterítico de níquel possui uma porcentagem de

níquel metálico baixa, pode-se concluir que algum outro metal presente na ganga deve ser determinante para o crescimento da bactéria, limitando o seu crescimento quando na presença do minério.

4.2. Ensaios cinéticos

Através da análise da regressão múltipla dos dados experimentais, foi obtida a Equação 1, uma equação polinomial de segunda ordem para a extração de níquel.

$$\hat{Y}_1 = 35,7454 + 50,7857 x_1 \quad (1)$$

O termo linear para as variáveis x_2 e x_3 , assim como os termos para as interações entre as três variáveis, foram descartados por não serem significativos, como pode ser visto na Figura 2.

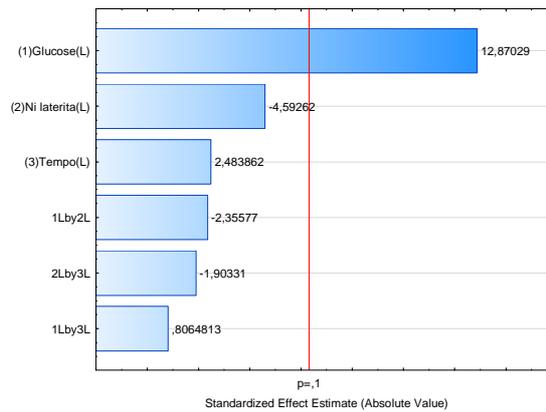


Figura 2: Gráfico de Pareto para a biossolubilização de níquel.

O gráfico de Pareto determina a magnitude e a importância dos efeitos, onde as barras que cruzam a linha de referência são estatisticamente significativas. Assim, percebe-se que a variável mais importante foi a concentração de glucose, pois foi a única a cruzar a linha de referência ($p < 0,10$), sendo significativa, enquanto os outros parâmetros não o foram. Pelo valor de R^2 , pode-se observar que 99 % da variação das respostas podem ser explicadas pelo modelo, ou seja, pelos fatores experimentais e suas interações. De acordo com os resultados obtidos, é possível obter maior biossolubilização de níquel quando se utiliza maiores concentrações de glucose e maiores tempos de contato, na presença de menores concentrações de minério, como demonstrado na Figura 3.

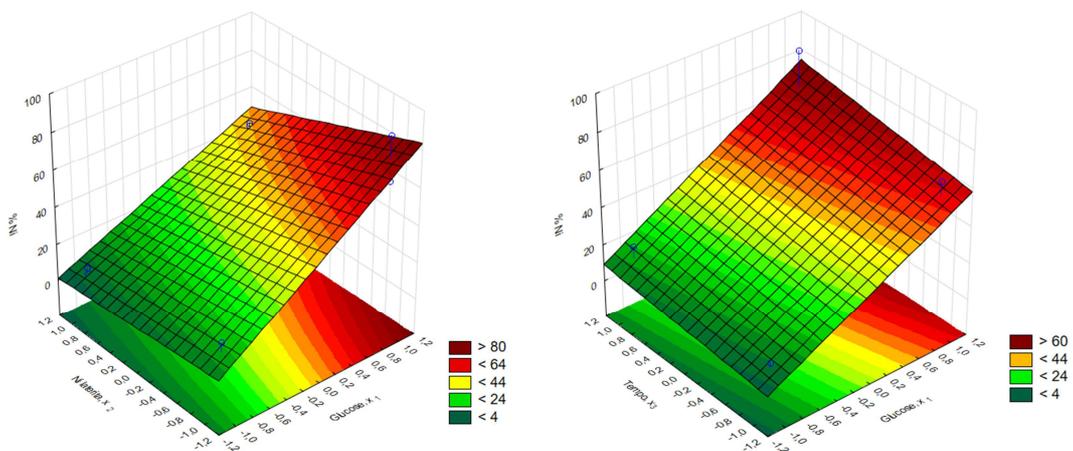


Figura 3: Gráfico de níveis para a biossolubilização níquel laterítico considerando as variáveis minério (x_2) x glucose (x_1), imagem à esquerda, e tempo (x_3) x glucose (x_1), imagem à direita.

A extração de níquel tende a ser maior (~80%) quando a concentração de minério é mais baixa, como visto no gráfico à esquerda. Já no gráfico à direita, percebe-se que quando a concentração de glucose é maior, a extração de níquel também tem tendência a ser maior com o aumento do tempo de contato.

4 CONCLUSÕES

Os resultados indicam que os íons níquel em solução não são tóxicos para a bactéria utilizada no trabalho, pois não impediram significativamente o crescimento da mesma. Entretanto, o ensaio cinético mostra que a maior biossolubilização de níquel pode ser alcançada quando se utiliza menores concentrações de minério e maiores concentrações de glucose no meio, além de maiores tempos de contato. Para as próximas pesquisas, sugere-se realizar análises para descobrir quais metais do minério são tóxicos para a bactéria e quais ácidos que a bactéria produz para um maior entendimento do que ocorre.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação; à Dra. Ellen Giese pela orientação e auxílio durante o projeto; a equipe da COAMI/CETEM pelas análises realizadas; ao Dr. Luis Carlos Bertolino e ao Vitor Schwenck pela atenção nas análises do minério; ao Luciano Borges e a equipe da COPMA pela ajuda no laboratório.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, I.M.; FIETTO, J.L.R.; VIEIRA, R.X.; TRÓPIA, M.J.M.; CAMPOS, L.M.M; PANIAGO, E.B.; BRANDÃO, R.L. Bioleaching of zinc and nickel from silicates using *Aspergillus niger* cultures. **Hydrometallurgy**, v.57, p.39-49, 2000.

GHOSH, S.; PAUL, A.K. Bioleaching of nickel by *Aspergillus humicola* SKP102 isolated from Indian lateritic over burden. **Journal of Sustainable Mining**, v.15, p.108-114, 2016.

GIESE, E.C. Biofilmes: A interação micro-organismo/substrato mineral na biolixiviação. **Série Tecnologia Ambiental**. CETEM, Rio de Janeiro, 2014.

KURSUNOGLU, S.; KAYA, M. Dissolution behavior of Caldag lateritic nickel ore subjected to a sequential organic acid leaching method. **International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials**, v.22, p.1131, 2015.

MUBAROK, M.Z.; KUSUMA, H.; MINWAL, W.P.; CHAERUN, S.K. Effects of Several Parameters on Nickel Extraction from Laterite Ore by Direct Bioleaching using *Aspergillus niger* and Acid Rock Drainage from Coal Mine as an Organic Substrate. **Advanced Materials Research**, v.825, p.356-359, 2013.

MUDD, G.M., 2009, Nickel Sulfide Versus Laterite: The Hard Sustainability Challenge Remains. Proc. "48th Annual Conference of Metallurgists", Canadian Metallurgical Society, Sudbury, Ontario, Canada, August 2009.