

# **BIOPROCESSO PARA EXTRAÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO DE LATERITAS BRASILEIRAS**

## **BIOPROCESS FOR EXTRACTION OF NICKEL AND COBALT FROM BRAZILIAN LATERITE**

### **Louise Neves Nascimento**

Aluna de Graduação de Ciências Biológicas, 5º período  
Universidade Estadual da Zona Oeste  
Período PIBITI/CETEM: fevereiro de 2020 a julho de 2020  
neveslouise32@gmail.com

### **Ellen Cristine Giese**

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

### **Ana Carolina de Oliveira Santana**

Coorientadora, Biotecnologista, M.Sc.  
asantana@cetem.gov.br

## **RESUMO**

As demandas crescentes por metais valiosos e minerais estratégicos, promovida pelo crescimento econômico mundial e pelo desenvolvimento de novas tecnologias, têm impulsionado o setor mineral a buscar constantemente novas rotas tecnológicas que possibilitem melhor aproveitamento de suas reservas minerais. Por consequência, devido ao esgotamento contínuo de minérios de sulfeto de níquel de alto teor, a exploração de reservas de minérios cada vez mais pobres, antes tidos como não econômicos, tem sido justificada. Os depósitos de baixo teor representam até três quartos das reservas mundiais para determinados metais, entre eles o níquel e o cobalto. Portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para a recuperação de metais a partir dos minérios lateríticos de baixo teor. Além das rotas convencionais de pirometalurgia e lixiviação sob alta pressão (HPAL), tecnologias alternativas baseadas na biolixiviação já vêm sendo utilizadas no bioprocessamento de metais a partir de depósitos sulfetados e na recuperação de rejeitos metálicos. Assim, o uso de micro-organismos capazes de solubilizar metais a partir de minérios de baixo teor através da geração biológica de ácidos *in situ* é uma alternativa promissora que se enquadra nas tendências atuais de sustentabilidade. Neste sentido, o presente projeto visa o desenvolvimento de um bioprocessamento de extração de níquel e cobalto a partir de minério de níquel laterítico, buscando o melhor aproveitamento dos recursos minerais e a minimização da geração de resíduos e do consumo de energia. Considerando o objetivo acima exposto, foi realizada uma pesquisa literária visando o aprimoramento dos conhecimentos técnico-científicos acerca do assunto em questão. E para isto, foi feito um levantamento de artigos e dados que podem auxiliar na compreensão e na execução do projeto.

**Palavras-chave:** Biolixiviação, níquel, cobalto, lateritas.

## ABSTRACT

The growing demands for valuable metals and strategic minerals, promoted by global economic growth and the development of new technologies, have encouraged the mineral sector to constantly seek new technological routes that make better use of its mineral reserves. Consequently, with the continuous depletion of high-grade nickel sulphide ores, the use of increasingly poor ore reserves, previously considered to be uneconomical, has been justified. Low-grade deposits represent three quarters of the world's reserves for certain metals, including nickel and cobalt. Therefore, it is necessary to develop new technologies for the recovery of metals from low-grade lateritic ores. In addition to conventional pyrometallurgy and high-pressure leaching (HPAL) routes, alternative technologies based on bioleaching are already being used in the bioprocessing of metals from sulphide deposits and in the recovery of metal tailings. The use of microorganisms capable of solubilizing metals from low-grade ores through biological generation of acids *in situ* is a promising ecological alternative. In this sense, the present project aims to develop a bioprocess for the extraction of nickel and cobalt from lateritic nickel ore, seeking the best use of mineral resources and minimizing the generation of waste and energy consumption. Therefore, a literary research was carried out in order to improve technical and scientific knowledge about the subject in question.

**Keywords:** Bioleaching, nickel, cobalt, laterites.

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos convencionais empregados na metalurgia de minerais não-ferrosos envolvem, de modo geral, operações unitárias de concentração (moagem, britagem, flotação e secagem), seguido de pirometalurgia ou hidrometalurgia. Entretanto, tal metodologia quando aplicada na extração de metais a partir de minérios oxidados ou minérios de baixo teor não é economicamente viável visto os elevados custos de energia e insumos despendidos (GIESE, 2017).

Dessa forma, o setor mineral enfrenta grande desafio na busca constante de melhor aproveitamento de suas reservas minerais, visto que estas estão se tornando paulatinamente esgotadas, devido a elevada demanda por metais valiosos e minerais estratégicos. Portanto, o progresso econômico mundial e crescimento tecnológico dos últimos anos, impõe a exploração de reservas de minérios cada vez mais pobres, denominados também como minérios de baixo teor (GIESE, 2017, 2019).

Dentre as reservas de minério, os depósitos minerais de baixo teor representam até três quartos das reservas mundiais para determinados metais, entre eles o níquel e o cobalto. Mais da metade das reservas disponíveis destes metais encontram-se na forma de minérios lateríticos, enquanto somente 40% correspondem a depósitos de minérios sulfetados (GIESE, 2019). Vale ressaltar que denominação laterita é empregada para designar depósitos residuais endurecidos advindos do intemperismo de rochas preexistentes e materiais superficiais em modificação, situados em posições variadas do relevo regional (SIQUEIRA *et al.*, 2014). Dentre os minérios lateríticos, predominam os limoníticos (60%-70%) sobre os saprolíticos (30%-40%) (GIESE, 2019).

No Brasil, a produção de níquel de minério sulfetado se concentra principalmente nos municípios de Fortaleza de Minas (MG) e Americano do Brasil (GO), todavia os depósitos de minério laterítico representam quase a totalidade dos projetos de produção de níquel no país (SILVA, s.d.).

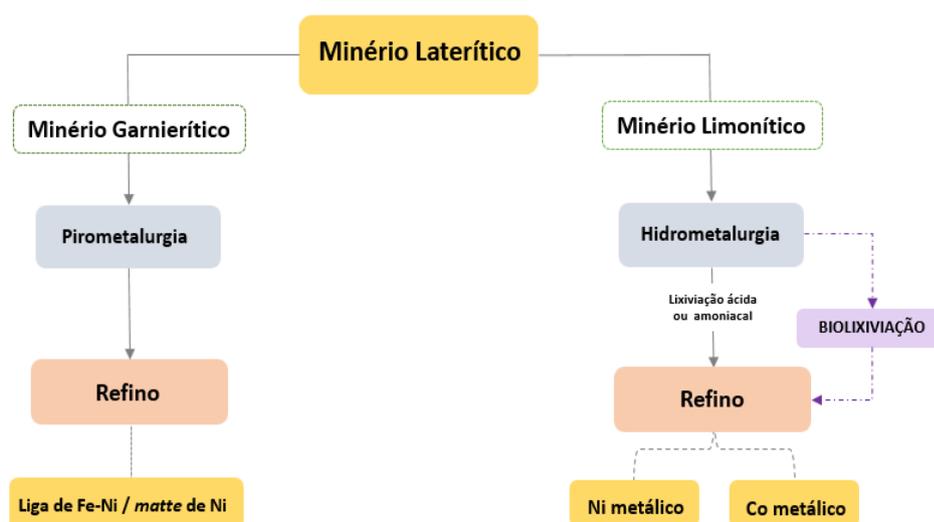
O níquel é muito usado em sua forma pura, para fazer o revestimento de peças metálicas pois promove grande resistência à oxidação, com maior aplicações em ligas ferrosas e não-ferrosas para consumo no setor industrial, em material militar, em moedas, em aeronaves, em aplicações voltadas para a construção civil e em diversos tipos de aços especiais, como os aços inoxidáveis, bem como em ligas para fabricação de ímãs. O óxido de níquel também é utilizado em diversos processos industriais como catalisador de sais como o sulfato mais utilizado em banhos para niquelagem, que é realizado através da galvanoplastia (técnica industrial que utiliza a eletrólise em meio aquoso para cobrir uma determinada peça metálica com outro metal) usando banhos de

sais de níquel (SILVA, s.d.). Em 2017, os preços do níquel aumentaram 27,51% devido à demanda sólida de aço inoxidável da China. Com a demanda crescente constantemente impulsionada pelo “boom” dos veículos elétricos, estima-se um aumento anual das *commodities* de níquel até 2020 (BOHLSSEN, 2018).

O cobalto é um elemento estratégico com grande capacidade de crescimento e importância na indústria, com diversas utilidades, sendo essencial para baterias com alta densidade de carga elétrica, com grande consumo principalmente em veículos elétricos e em acumuladores nas redes de distribuição de energia elétrica e também como o níquel é utilizado em superligas, ferramentas de corte, revestimento de superfícies (SILVA, s.d.). Especialistas afirmam que o aumento da demanda por cobalto, a qual deve aumentar em quase oito vezes até 2026, aliada a escassez deste mineral, pode ocasionar uma crise no mercado de carros elétricos, por exemplo (MEYER, 2018).

Conforme supracitado, o mercado do níquel e cobalto está em plena expansão e, portanto, há um estímulo crescente por tecnologias viáveis de extração e de recuperação destes valores metálicos a partir de depósitos anteriormente considerados não passíveis de exploração, devido ao alto custo associado ao processo.

Além dos métodos convencionais de pirometalurgia e lixiviação sob alta pressão (HPAL) aplicados com maior frequência na cadeia produtiva de metais extraídos a partir de minérios de alto teor, procedimentos alternativos baseados na biolixiviação estão sendo desenvolvidos (figura 1), na tentativa de viabilizar a exploração de jazidas onde encontram-se minérios de baixo teor (GIESE, 2019).



**Figura 1:** Esquema simplificado de rotas de processo de minério laterítico de níquel e cobalto. Fonte: Adaptado de GIESE, 2019.

Em consonância com as tendências mundiais de preservação do meio ambiente e melhoria de processos, nas últimas décadas os procedimentos industriais que empregam micro-organismos, seja na extração ou na recuperação de metais não-ferrosos vêm se tornando economicamente atrativos e bastante viáveis devido, principalmente, a três fatores: otimização dos processos; melhoria nos custos econômicos e busca por uma mineração sustentável (GIESE, 2017).

Tratando-se de processos sustentáveis, a biolixiviação pode ser considerada uma alternativa bastante viável e até mesmo econômica no campo de processamento de minerais com baixo teor. Os processos bio-hidrometalúrgicos baseiam-se na atividade metabólica de micro-organismos que, na maior parte dos processos, catalisam a oxidação do ferro e de compostos de enxofre inorgânico reduzidos, tendo como produto o ácido sulfúrico e ferro férrico. Estes agentes lixiviantes contribuem para a dissolução de minerais sulfurados por oxidação, liberando metais para solução, resultando em uma tecnologia verde empregada mundialmente (VERA *et al.*, 2013; AHMADI *et al.*, 2015).

O uso de micro-organismos capazes de solubilizar metais a partir de minérios de baixo teor através da geração biológica de ácidos *in situ* é uma alternativa interessante e que já vem sendo empregada no bioprocessamento de metais a partir de depósitos sulfetados e na recuperação de rejeitos metálicos. Recentemente, a literatura tem relatado a existência de projetos que tem como objetivo a extração de cobre, cobalto e níquel de minérios de sulfeto de baixo. Diferentes processos de biolixiviação são utilizados comercialmente para a recuperação de valores metálicos, como por exemplo a biolixiviação em pilhas para a produção de cobre e a biolixiviação em tanques agitados para a extração de cobalto (GIESE, 2019).

Em paralelo, a bio-hidrometalurgia também vem sendo empregada para a extração de cobalto associado a lateritas de níquel. Por exemplo, Biswas et al. (2013), avaliaram a extração de níquel e cobalto de cromita (níquel, 0,87%; cobalto, 0,03%; ferro, 48,88%; cromo 1,88% e manganês, 0,37%) das minas de Sukinda de Orissa (Índia) com o filtrado de cultivo do fungo *Aspergillus niger*, o qual continha ácido oxálico. Embora este ácido desempenhasse o papel principal na lixiviação de metais, outros metabolitos não identificados presentes no filtrado de cultura influenciaram significativamente a dissolução dos metais. As porcentagens de extração foram de aproximadamente 65% tanto para níquel quanto para cobalto após 21 dias de processo.

Portanto, com o aumento constante na demanda por produtos de alta tecnologia, que possuem quantidades significativas de metais encontrados em jazidas de baixo teor, torna-se necessário delinear e otimizar processos de extração e concentração de minerais de interesse estratégico de forma sustentável e economicamente viável. E neste sentido, a biolixiviação de níquel e cobalto de lateritas brasileiras é uma alternativa ecológica bastante promissora capaz de minimizar a geração de resíduos e o consumo de energia.

## **2. OBJETIVOS**

O presente projeto visa o desenvolvimento de um bioprocessamento de extração de níquel e cobalto a partir de minério de níquel laterítico, com o uso de micro-organismos heterotróficos.

## **3. METODOLOGIA**

Durante os meses de fevereiro a julho de 2020, foi realizado um levantamento bibliográfico que serviu como base para a compilação do atual texto, com vista a fundamentar a futura execução dos experimentos propostos no presente projeto.

Os procedimentos metodológicos para este tipo de pesquisa incluíram a definição da estratégia de busca e análise dos dados pertinentes sobre a literatura selecionada. Portanto, foram realizadas buscas sistemáticas em importantes bases de dados bibliográficos nacionais e internacionais. A busca pelos artigos e trabalhos foi realizada a partir das seguintes palavras-chave: biolixiviação, lateritas, níquel, cobalto.

## **4. CONCLUSÕES**

Após a realização da pesquisa bibliográfica e da escrita da presente composição textual, fica evidente a relevância da adoção de tecnologias limpas para a extração e recuperação de metais estratégicos de minérios de baixos teores. É notório que a utilização de micro-organismos nos processos hidrometalúrgicos é capaz de promover melhor desempenho das instalações extrativas.

Assim, com o desenvolvimento do presente projeto espera-se avaliar os parâmetros envolvidos na biossolubilização de lateritas com o uso de micro-organismos heterotróficos para a obtenção de um bioprocessamento viável de biolixiviação de níquel e cobalto.

Portanto, o incentivo a projetos dedicados ao aperfeiçoamento da extração de níquel e cobalto de lateritas é primordial a recuperação dos produtos e subprodutos minerais.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica; ao CETEM pela oportunidade; à D.Sc. Ellen Giese e M.Sc. Ana Santana pela atenção e constante auxílio na realização do trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMADI, A.; ZHEZRI, M.; ABDOLLAHZADEHB, A.; ASKARIC, M.; Bioleaching of copper, nickel and cobalt from the low grade sulfidic tailing of Golgohar Iron Mine, Iran. **Hydrometallurgy**. v.154, p.1-8, 2015.

BOHLSSEN, M. **Top 5 nickel miners to consider before the nickel boom**. 2018 Disponível em: <<https://seekingalpha.com/article/4159556-top-5-nickel-miners-consider-nickel-boom>> Acesso em 10 out. 2018.

MEYER M. **Como o cobalto poder frear (ou não) o avanço dos carros elétricos**. 2018. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/energiaverde/22865-como-o-cobalto-poder-frear-ou-nao-o-avanco-dos-carros-eletricos>>. Acesso em 10 out. 2018

GIESE, E. C. Biolixiviação: uma avaliação das inovações tecnológicas na biomineração de minerais sulfetados no período de 1991 a 2015. **Tecnologia em Metalurgia Materiais e Mineração**. v.14, p.192-203, 2017.

GIESE, E. C. Inovações tecnológicas na biomineração de minérios lateríticos de níquel e cobalto. **Tecnologia em Metalurgia Materiais e Mineração**. v.16, p.558-566, 2019.

SILVA, C. S. **Níquel**. [s.d.] Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/4-5-niquel>> Acesso em 18 jun. 2020.

SIQUEIRA, A. C. A.; MAGINI, C.; DANTAS, E. L.; FUCK, R. A.; SASAKI, J. M. Lateritas do Domínio Médio Coreaú - comportamento geoquímico de mantos lateríticos do Noroeste do Estado do Ceará. **Braz. J. Geol. [online]**. vol.44, n.2, pp.249-264. ISSN 2317-4889, 2014.

VERA, M.; SCHIPPERS, A.; SAND, W. Progress in bioleaching: fundamentals and mechanisms of bacterial metal sulfide oxidation - part A. **Applied Microbiology and Biotechnology**. v.97(17), p. 7529-7541, 2013.