

Caracterização mineralógica e tecnológica de cobalto como subproduto de minérios de níquel laterítico

Technological and mineralogical characterization of cobalt as byproduct in lateritic nickel ore

Edivaldo da Conceição Silva
Bolsista PCI, Técnico em química

Vivian Fernandes Moutinho
Geóloga

Reiner Neumann
Supervisor, Geólogo, D.Sc.

Resumo

Cobalto é um elemento estratégico e portador de futuro pois é imprescindível para baterias com alta densidade de carga elétrica, com consumo crescente e previsão de explosão de consumo principalmente em veículo elétricos e em acumuladores nas redes de distribuição de energia elétrica. Uma das fontes de cobalto mais importantes é como subproduto da produção de Ni em minérios lateríticos, resultantes da alteração intempérica de rochas máficas e ultramáficas. Nos processos lateríticos, Ni e Co podem ser retidos em minerais secundários diversos, não formando fases onde são predominantes. São principalmente nos óxidos e hidróxidos de Fe Mn (como goethita) e nos silicatos, como minerais dos grupos da clorita, serpentina ou esmectita. A determinação da fase carreadora de Ni e Co (e nem sempre as mesmas fases são as portadoras dos dois elementos), e a distribuição dos principais carreadores, é de extrema importância para a definição do melhor processo para a sua concentração e/ou recuperação metalúrgica. Nesta etapa de caracterização mineralógica e tecnológica a adequada preparação das amostras é delicada e especializada, e tem potencial efeito sobre os resultados, devendo estar perfeitamente sintonizada às etapas de mineralogia determinativa.

Palavras chave: cobalto, minério de Ni lateríticos, subproduto, níquel oxidado.

Abstract

Cobalt is a strategic and future-bearing element, unreplaceable for high electric density batteries whose demand is soaring for electrical vehicles and grid storage-related applications. One of the most important cobalt sources are lateritic nickel ores bearing Co, which could be recovered as a byproduct. Co might be carried by several minerals in this class of ores, mostly by oxides and hydroxides (as goethite, magnetite, chromite) and silicates as chlorite, serpentine or smectite group minerals. As the technology to recover the elements is different for each of the carriers, a detailed mineralogical and technological characterisation is required. Sample preparation might influence the results. Here we present the careful sample preparation that allowed for precise and representative results.

Key words: cobalt, lateritic Ni ore, byproduct, oxidized niquel.

1. Introdução

Cobalto é um elemento estratégico e portador de futuro pois é imprescindível para baterias com alta densidade de carga elétrica, com consumo crescente e previsão de explosão de consumo principalmente em veículo elétricos e em acumuladores nas redes de distribuição de energia elétrica. O aumento de consumo no período de 1993 a 2013 foi de 8,6% ao ano, e há projeções que situam o consumo do metal em tecnologias emergentes, que ainda não o consomem em 2013, superior à atual produção, da ordem de 130 kt (MARSCHIEDER-WEIDEMANN et al, 2016).

Uma das fontes de cobalto mais importantes é como subproduto da produção de Ni em minérios lateríticos, resultantes da alteração intempérica de rochas máficas e ultramáficas. Nos processos lateríticos, Ni e Co podem ser retidos em minerais secundários diversos, não formando fases onde são predominantes. São carregados principalmente nos óxidos e hidróxidos de Fe e Mn (como goethita) e nos silicatos, como minerais dos grupos da clorita, serpentina ou esmectita (RIBEIRO et al, 2019).

A determinação da fase carreadora de Ni e Co (e nem sempre as mesmas fases são as portadoras dos dois elementos), e a distribuição dos principais carreadores, é de extrema importância para a definição do melhor processo para a sua concentração e/ou recuperação metalúrgica. Nesta etapa de caracterização mineralógica e tecnológica, a adequada preparação das amostras é delicada e especializada, e tem potencial efeito sobre os resultados, devendo estar perfeitamente sintonizada às etapas de mineralogia determinativa.

2. Objetivo

Adequada preparação das amostras, sintonizada às etapas de mineralogia determinativa. Caracterização mineralógica e tecnológica das amostras de laterita com definição da mineralogia principal e acessória, e determinação quantitativa da distribuição dos elementos de interesse (Co e Ni) pelos seus minerais portadores.

3. Material e Métodos

As amostras preparadas são da Mina de Barro Alto, Goianésia, GO, de propriedade da Anglo American Níquel. Foram amostrados o horizonte limonítico na frente de lavra (amostra Limonita C) e a pilha de acumulação do material, já que esse horizonte não pode ser processado na planta (baseada em forno rotativo) da empresa atualmente (Stockpile 1B).

A amostra foi seca, desagregada para 100% passante em peneira de 0,300 mm, e classificada seguindo série Tyler até 38 µm, adicionando-se a peneira mais fina de 20 µm. Da cabeça e de cada fração granulométrica foram retiradas alíquotas (sempre com quarteador rotativo) para análise química e por difração de raios X, e das frações também para por MEV/EDS e mineralogia automatizada (MLA).

As amostras para análise química foram moídas em moinho planetário com jarro e bolas de carvão de tungstênio por 5 minutos.

A alíquota destinada à quantificação de fases por DRX/método de Rietveld, foi moída em moinho McCrone por 10 minutos, em 12 mL de água deionizada. Após moagem, as suspensões foram descarregadas em placa de Petri de teflon, para secagem em estufa a 60°C. Depois de seca, a amostra foi retomada com auxílio da espátula plástica, desagregada por suave moagem manual num gral de ágata, montada no suporte do tipo backload (para redução de orientação preferencial) de aço, e analisada no difratômetro de raios X.

A última alíquota, de aproximadamente 5 g, foi adicionada de ~0,5 g de esferas de carbono amorfo medindo de 2 a 12 µm, misturadas manualmente até atingir uma coloração homogênea, vertidas em formas plásticas de 30 mm de diâmetro sobre papel de filtro, e recobertas com resina epóxi (Struers Epofix). O papel de filtro permite que o ar aprisionado abaixo da resina seja eliminado, sem perda de amostra e (principalmente) sem segregação dos minerais, já que não há ação mecânica. Após cura de um dia para o outro, a etiqueta é adicionada à montagem, e recoberta com uma camada de resina nacional, em quantidade ajustada para altura total do briquete da ordem de 20 mm. Após cura final, as amostras foram desbastadas em politrizes Struers Tegrapol 15 ou Tegramin 20, usando-se diamante em matriz metálica de 70 e 25 µm para correta exposição das partículas, e de 15 até 6 µm para acabar inicial da superfície. Nas mesmas politrizes foram depois polidas com suspensão de diamante de 3 e 1 µm sobre panos muito duros, para evitar a formação de relevo devido à dureza diferencial dos minerais. Entre os abrasivos de diferentes granas, e ao final do polimento, as secções polidas foram lavadas com água deionizada em banho ultrassônico.

4. Resultados e Discussão

A Figura 1 ilustra os procedimentos de secagem, classificação granulométrica e quarteamento da amostra.



Figura 1. Amostra Limonita C: após secagem (esquerda), classificação granulométrica (centro), e quarteamento (direita).

Algumas das etapas da preparação das amostras para as análises por difração de raios X são exemplificadas na Figura 2.

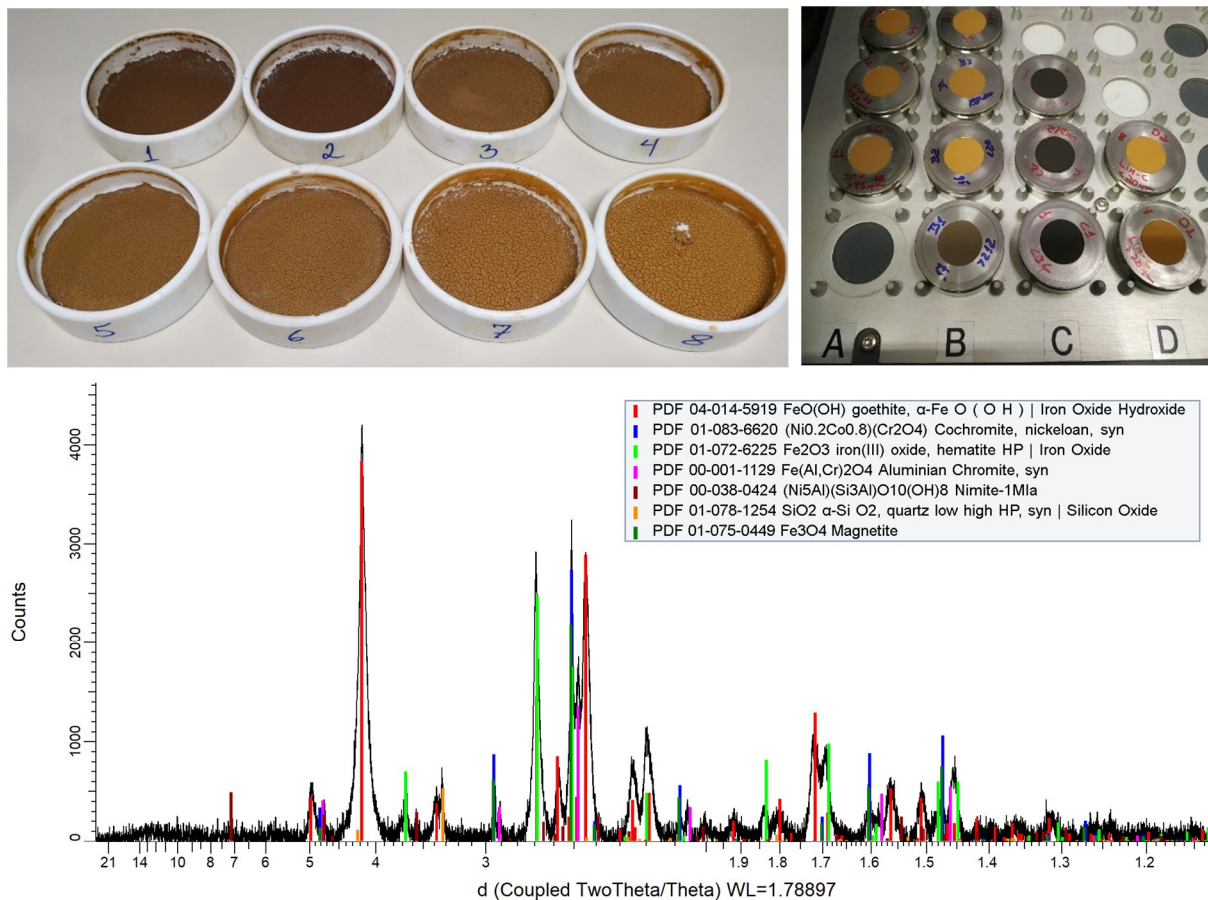
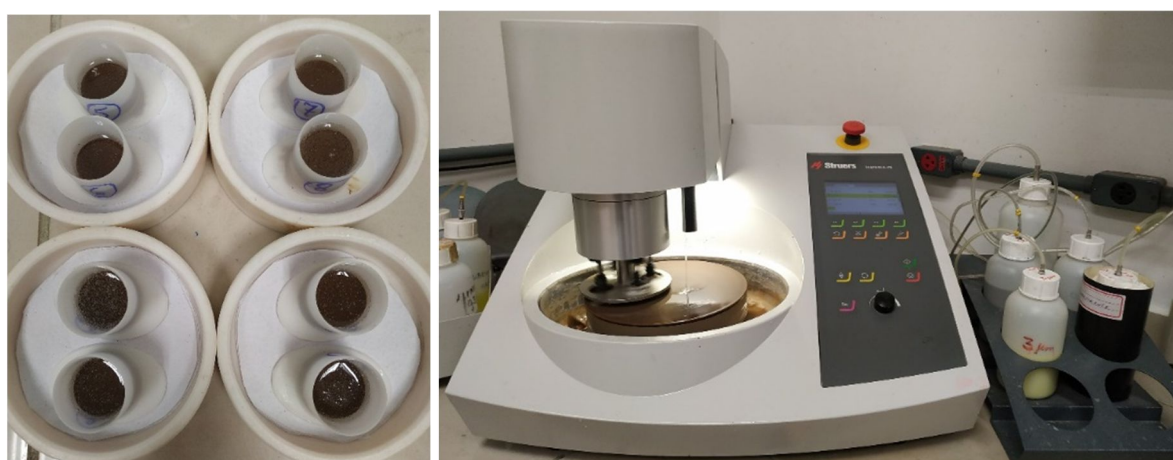


Figura 2. Etapas da preparação das amostras para DRX: amostra moída no moinho McCrone após secagem em placa de Petri de teflon (esquerda), montagem em suporte do tipo *backload* (direita), e o excelente difratograma interpretado (abaixo).

A montagem das amostras para análises em MEV/EDS, e por sistema MLA, é retratada na Figura 3.



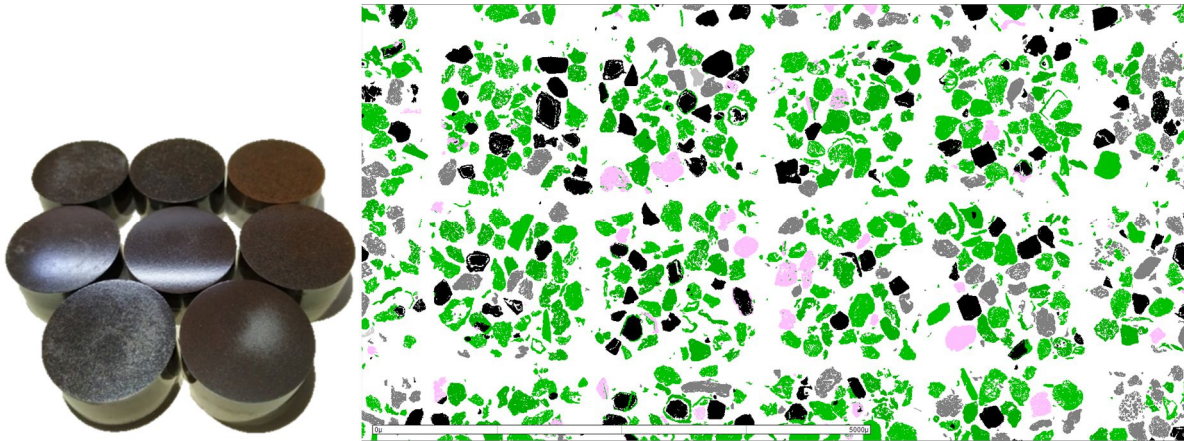


Figura 3. Etapas para preparação das amostras para MEV/EDS e MLA: embutimento em resina Epofix (sup. esquerda), desbaste e polimento (sup. direita), seções polidas prontas (inf. esquerda), e imagem MLA já processada (barra = 500 μ m, inf. direita).

5. Conclusão

A adequada preparação das amostras, muito delicada e especializada, é fundamental para uma caracterização mineralógica e tecnológica de fato útil, que deverá orientar o desenvolvimento de processos para a recuperação do cobalto como subproduto. A preparação das amostras de minério lateríticos da Mina de Ni de Barro Alto está permitindo a geração de dados de elevada qualidade, e os resultados preliminares permitem prever que os resultados serão uma contribuição importante à tecnologia de extração de níquel como elemento principal, e de Co como subproduto.

6. Agradecimento

Agradecimentos ao CETEM e ao MCTIC pela oportunidade e pela bolsa. Aos colegas do SCT pela integração, e particularmente ao técnico Josimar Firmino de Lima pelo companheirismo no dia a dia.

7. Referências Bibliográficas

ESPINOSA, A.C.T.R.1; NEUMANN, N. 2016. Caracterização tecnológica e quantificação de minério de níquel laterítico pelo método de Rietveld. In: Congr. Bras. Geol., 42, **Anais**. ISBN 978-85-99198-12-4.

MARSCHIEDER-WEIDEMANN, F.; LANGKAU, S.; HUMMEN, T.; ERDMANN, L.; TERCERO ESPINOZA, L.; ANGERER, G.; MARWEDE, M. & BENECKE, S. (2016): **Summary | Raw materials for emerging technologies 2016**. – DERA Rohstoffinformationen 28: 13 S., Berlin.

RIBEIRO, P.P.M.; NEUMANN, R.; SANTOS, I.D.D.; REZENDE, M.C.; RADINO-ROUSE, P.; DUTRA, A.J.B.; 2019. Nickel carriers in laterite ores and their influence on the mechanism of nickel extraction by sulfation-roasting-leaching process. **Minerals Engineering**, 131, 90-97.