

Fontes Alternativas para a Obtenção de Níquel, Cobalto e Cobre

Barbara Bruna Alves Francisco

Bolsista de Iniciação Científica, Química Industrial, UFF.

Flávio de Almeida Lemos

Orientador, Eng. Químico, M. Sc.

Ivan Ondino de Carvalho Masson

Co-orientador, Eng. Químico, D. Sc.

Resumo

A partir do ano de 2002 verifica-se uma elevação acentuada nos preços dos metais o que desperta o interesse no desenvolvimento de processos industriais visando utilizar fontes alternativas. O presente trabalho propõe o estudo da obtenção de cobre, níquel e cobalto a partir de mattes oriundos de fornos elétrico e “flash” produzidos na Mineradora Serra de Fortaleza. Foram analisados os efeitos de granulometria, relação de ácido/matte, mantidos fixos os parâmetros tempo em 90min e temperatura em 160°C. Além disto, os concentrados foram processados juntos, obedecendo uma relação de massa 1:1, a fim de apurar o seu comportamento frente a presença de oxigênio em excesso no meio reacional. O melhor resultado foi a lixívia do matte tratado em forno elétrico, que forneceu uma extração de 92,14% de níquel e a menor solubilização de ferro. O projeto encontra-se na fase inicial, sendo os testes aqui apresentados corresponderem somente ensaios preliminares, que irão servir de base de um posterior planejamento experimental.

1. Introdução:

Nos últimos três anos verifica-se um aumento significativo dos metais níquel, cobre e cobalto, que vêm tomando um espaço expressivo no mercado econômico, evolução esta expressa na Figura 1.

Isto porque o níquel, por exemplo, pode ser utilizado puro ou em ligas, e além disto está presente em 300 mil produtos para consumo, nas indústrias, materiais militares, moedas, transporte/aeronaves e em aplicações voltadas para a construção civil. Sob outro aspecto, o níquel também se apresenta, na forma eletrolítica, o qual se aplica na fabricação de aço inoxidável com tratamento de superfície, liga com cobre e alumínio, ligas eletroeletrônicas e superligas, e produtos químicos.

O cobre, pelo fato de ser um material condutor, é utilizado principalmente em cabos e fios, eletroímãs, materiais elétricos, interruptores e relés, tubos de vácuo, magnetrons de forno de microondas, cunhagem de moedas, esculturas e estátuas, lentes de cristal entre outras aplicações. O cobalto é utilizado em ligas metálicas: superligas usadas em turbinas de gás de aviões, ligas resistentes a corrosão, aços rápidos, carbetos e ferramentas de diamante; ímãs do tipo (Alnico) e em cintas magnéticas; catálise do petróleo e indústria química; revestimentos metálicos por eletrodeposição devido ao seu aspecto, dureza e resistência a corrosão; secante

para pinturas: tintas e vernizes; revestimento base de esmaltes vitrificado; pigmentos: cobalto azul e cobalto verde; eletrodos de baterias elétricas; cabos de aço de pneumáticos; o Co-60, radioisótopo é usado como fonte de radiação gama em radioterapia, esterilização de alimentos (pasteurização fria) e radiografia industrial para o controle de qualidade de metais (detecção de fendas).



Figura 1: Aumento do consumo de níquel e cobre nos últimos anos

Pelo fato destes metais não serem encontrados puros na natureza, estes necessitam sofrer tratamentos metalúrgicos e de refino após a sua extração e beneficiamento. Muitos destes envolvem alterações na natureza química dos minerais lavrados. De maneira geral, a concepção básica desse processo envolve o isolamento de um metal de seus outros componentes como óxidos, carbonatos ou outros. Este tipo de processo é conhecido e chamado de metalurgia extrativa e pode ser amplamente dividido em três grupos:

- a) Pirometalurgia: no quais temperaturas elevadas são usadas para auxiliar na reação na reação extrativa;
- b) Hidrometalurgia: no qual um líquido solvente é usado para lixiviar o metal dos seus minerais;

- c) Eletrometalurgia: no qual a energia elétrica é usada para afetar a dissociação de metais em solução produzida através da água.

Nesta primeira etapa, focamos o tratamento dos materiais fornecidos, chamados de Matte Forno Elétrico e Matte Forno Flash, fazendo-se do uso da hidrometalurgia, a qual é tratada por Rademan (1999) como um dos mais importantes métodos de recuperação de metais a partir de mattes Ni-Cu, sem produzir SO_2 , como ocorre no processo pirometalúrgico.

O processo industrial proposto inclui uma etapa de lixiviação de concentrados mattes, a qual tende alterar a planta industrial usada atualmente. A Figura 2 mostra o mecanismo simplificado:

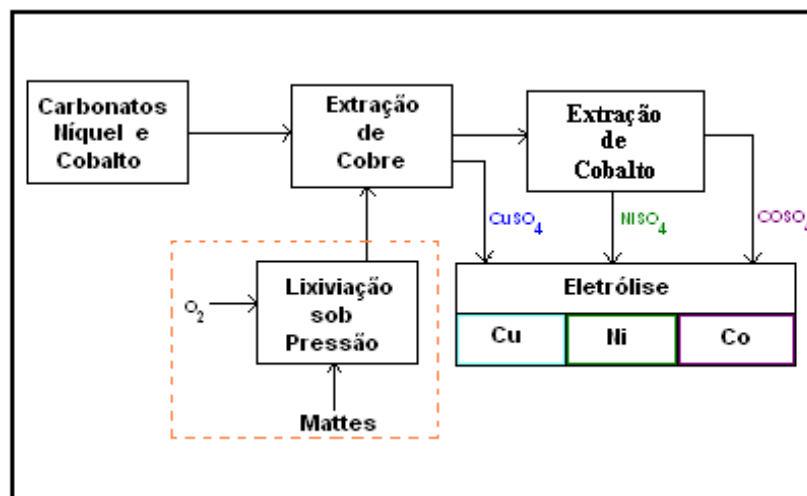


Figura 2: Fluxograma do processo completo de extração de níquel, cobalto e cobre.

A parte vermelha em destaque é a fase preliminar em que o projeto se encontra. Os concentrados matte são tratados através da lixiviação sulfúrica. Em seguida, o licor resultante será misturado em uma próxima etapa com carbonato de níquel, para que então seja submetido a uma extração por solvente do cobre. Após disto, o fluxo segue para a extração de níquel e cobalto. As soluções resultantes passam pelo processo eletrolítico, sendo então obtidos os metais desejados: níquel, cobalto e cobre.

2. Objetivos:

O objetivo deste trabalho é analisar os ensaios preliminares da primeira etapa do projeto, bem como avaliar a viabilidade do processo, de modo a obter como produto final níquel, cobalto e cobre, com o melhor beneficiamento possível.

3. Metodologia Experimental:

Extração e Produção de Matte Forno Flash e Matte Forno Elétrico:

De acordo com Andrade (2000), a produção de concentrados mattes é realizada na Mineração Serra de Fortaleza. O processo de lavra é convencional, com desmonte e carregamento, utilizando-se de explosivos granulados (60%) e emulsão (40%), para preencher os furos de 3" de diâmetro abertos por perfuratrizes pneumáticas. Na britagem é obtido a granulometria de 150mm e uma grelha de 500x 1000mm que separa os matacões desmontados com martelo hidráulico. Da pilha de estocagem o minério é retomado (70 t/h) para abastecimento do moinho semi-autógeno. Uma peneira vibratória horizontal separa a fração fina, que se junta à descarga do moinho de bolas e vai alimentar a ciclonação, formada por quatro equipamentos de 15". Nas etapas de concentração e fundição do níquel, são utilizados os fornos flash e elétrico, tendo como matéria-prima o minério concentrado via flotação a 7,1%. Para a obtenção do matte com 61% de metal, o concentrado é fundido em duas etapas. Na primeira o concentrado é seco por troca indireta de calor, fornecido por caldeiras a óleo, e segue para a estocagem, que tem a capacidade para cinco horas de operação do forno flash, onde ocorre o primeiro processo, tendo como aditivos a sílica obtida com a areia e o oxigênio proveniente da planta Air Liquide (construída no complexo Serra de Fortaleza). Sendo assim, através deste processo, o forno flash gera o matte, que segue por um circuito de granulação comum ao forno elétrico, e a escória, que parte diretamente para o forno elétrico, com 8,2m de diâmetro e potência nominal de 5,3MVA. Nessa fase, quando ocorre a redução dos óxidos de metais pesados presentes, como o ferro, cobalto e cobre, é adicionado o coque e, novamente, são gerados matte e uma segunda escória. Esse segundo matte depois de granulados com jatos de água 1.083m³/h, segue para a estocagem e exportação. No entanto, a escória do forno elétrico é estocada para uso como enchimento da mina subterrânea ou como tapetes drenantes do depósito de rejeito.

Lixiviação Sob Pressão:

Parte dos experimentos desta primeira etapa consiste na lixiviação sulfúrica de concentrados mattes. Os testes foram realizados em autoclave de volume total de 600mL, modelo 4842 de zircônio. Foram realizados dez ensaios, com os valores de temperatura fixados em 160°C e tempo reacional de 90 min, para que fossem avaliados os efeitos da granulometria e consumo de ácido.

Lixiviação à Pressão Atmosférica:

Rademan (2000) observou em seu trabalho que a injeção de excesso de oxigênio, poderia acarretar uma melhor extração de Ni, Co e Cu. Baseado nisto, foram realizados dois testes à pressão atmosférica, com a injeção de oxigênio.

4. Resultados e Discussões:

Como resultado de todos os testes, obtivemos o licor de lixiviação, a água de lavagem e o resíduo de lixívia. O licor é o produto de lixiviação, que apresentou-se sob coloração verde, característica das soluções de níquel, sendo que em alguns casos, houve a cristalização do mesmo. O resíduo retido em autoclave é lavado com água destilada até que se forme uma solução de água de lavagem com volume de no máximo 1500mL. As análises foram realizadas a partir da espectroscopia de absorção atômica. Os resultados dos teores de metais

encontrados nos resíduos do concentrado matte do forno “flash” estão dispostos na Tabela 1, bem como o cálculo da eficiência do processo.

Tabela 1: Resultado das eficiências dos ensaios realizados com matte do forno “flash”.

Teste	Granulometria (Mesh)	Relação H ₂ SO ₄ /matte (Kg/Kg)	Eficiências de extração			
			Níquel (%)	Cobalto (%)	Cobre (%)	Ferro (%)
1	270	1:1	48,43	70,31	1,58	70,40
2	270	1:3	66,44	57,55	1,37	70,34
3	Acima de 100	1:1	24,76	97,13	8,26	66,73

Na Tabela 2 estão os resultados das análises feitas por espectroscopia de absorção atômica dos ensaios realizados com o matte do forno elétrico:

Tabela 2: Resultado das eficiências dos ensaios realizados com matte do forno elétrico.

Teste	Granulometria (Mesh)	Relação H ₂ SO ₄ /matte (Kg/kg)	Eficiências de extração			
			Níquel (%)	Cobalto (%)	Cobre (%)	Ferro (%)
4	270	1:1	62,79	55,75	6,87	40,11
5	270	1:3	92,14	66,77	42,49	37,84
6	Acima de 100	1:1	59,54	45,16	7,91	42,32

Na Tabela 3 encontra-se o resultado das eficiências dos ensaios realizados com a mistura de ambos mattes. No entanto, os teste 9 e 10 foram realizados à pressão atmosférica e com oxigênio em excesso:

Tabela 3: Resultado das eficiências dos ensaios realizados com a mistura matte.

Teste	Oxigênio	Relação H ₂ SO ₄ /matte (Kg/kg)	Eficiências de extração			
			Níquel (%)	Cobalto (%)	Cobre (%)	Ferro (%)
7	Não	1:1	45,86	69,55	48,45	70,18
8	Não	1:3	46,11	77,84	27,98	71,28
9	Sim	1:1	66,43	79,33	39,53	84,23
10	Sim	1:1	65,93	79,33	39,54	81,73

Os resultados mostraram que o concentrado matte produzido em forno “flash”, tem um resultado melhor de extração quando aumentado o consumo de ácido sulfúrico. Ao adicionar oxigênio no meio reacional, a extração de níquel aumenta significativamente, utilizando-se relação ácido/ matte de 1:1. Contudo, ainda se verifica uma elevada extração de ferro, o que indica a necessidade de se empregar valores de pressão e temperatura mais elevados. Por essa razão, foi projetada e está em fase de confecção na oficina do CETEM uma autoclave de

600mL de aço inoxidável 316L que possibilitará a realização de novos ensaios em condições mais energéticas, como pode ser visto na Figura 3.

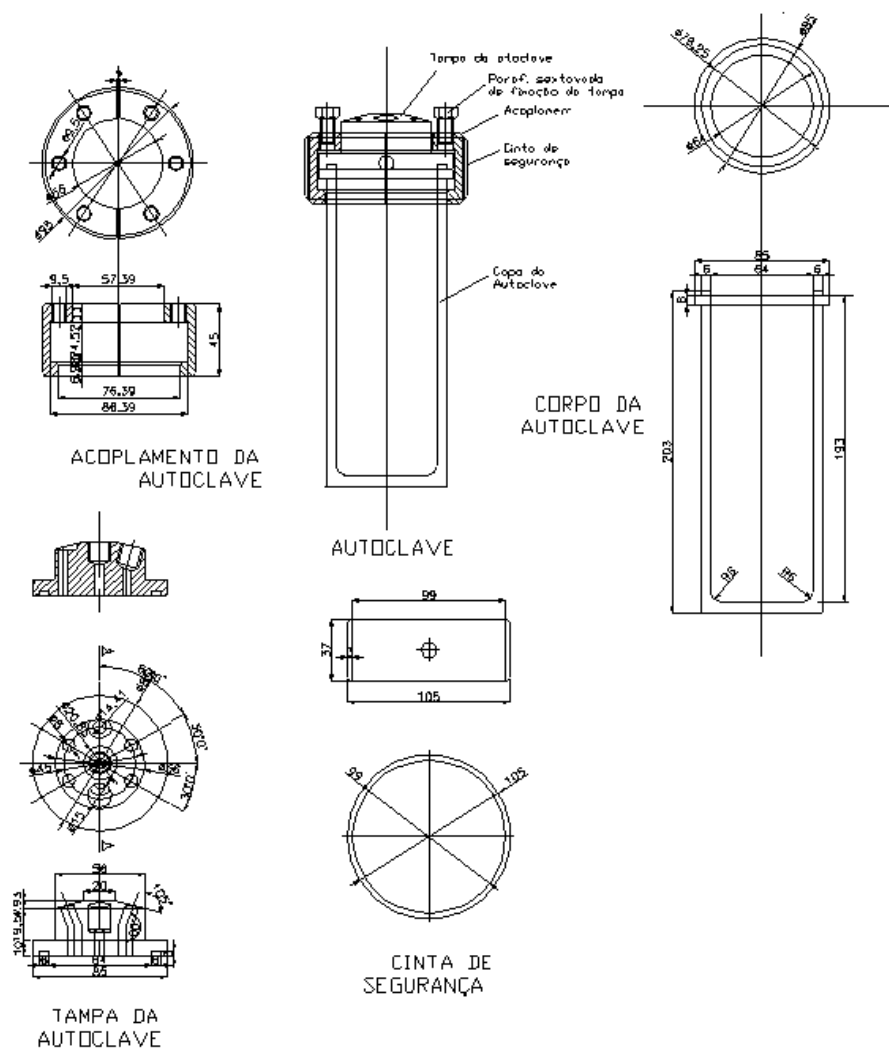


Figura 3: Projeto da autoclave de aço inoxidável 316 L.

As Tabelas 4 e 5 apresentam os valores das concentrações de Ni, Co, Cu e Fe encontrados nos licores de lixiviação dos diferentes tipos de mattes.

Tabela 4 – Composição dos licores de lixiviação dos mattes dos fornos “flash” e elétrico.

Teste	Matte Forno “Flash”				Matte Forno Elétrico				
	Ni (g/l)	Co (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (g/l)	Teste	Ni (g/l)	Co (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (g/l)
1	30,4	401	0,16	25,7	4	50,4	668	0.14	24,3
2	58,1	359	0.60	27.5	5	76,0	784	0,23	26,7
3	19,2	112	549	24,4	6	43,1	7,59	0,16	28,6

Tabela 5- Composição dos licores de lixiviação da misturas dos mattes.

Teste	Ni (g/l)	Co (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (g/l)
7	29,2	931	0,16	35,0
8	42,8	9,55	0,19	35,0
9	46,1	9,99	2,30	47,8
10	48,2	9,77	0,25	48,8

5. Conclusões:

Com os resultados assim obtidos e tomando como base a extração de níquel, conclui-se que a melhor extração é com o concentrado tratado em forno elétrico, na relação ácido/matte 1:3, e com granulometria de 270 mesh. Isto indica que é mais adequado lixiviar os concentrados separadamente.

6. Agradecimentos:

- Ao Centro de Tecnologia Mineral – CETEM – pela bolsa de estágio concedida e principalmente aos colaboradores Jacinto Fragela, João, Sergio, Raimundo e Maurício.
- A Companhia Níquel Tocantis – CNT.

7. Referências Bibliográficas:

Andrade, M. L.A ., Cunha, L. M.S., Gandra G. T., Ribeiro C.C., 2000. Níquel_Novos parâmetros de desenvolvimento. Gerência Setorial de Mineração e Metalurgia. Banco Nacional de Desenvolvimento. Disponível na internet: <http://www.bndes.gov.br>

Rademan, J. A .M., Lorenzen, L., van Deventer, J.S.J., Provis J.L., 2003. A kinetic model for the acid-oxygen pressure leaching of Ni-Cu matte, *Hydrometallurgy* 70, 83-99.

Rademan, J. A .M., Lorenzen, L., van Deventer, J.S.J., 1999. The leaching characteristics of Ni-Cu matte in the acid-oxygen pressure leach process at Impala Platinum, *Hydrometallurgy* 52, 231-252.