

Extração de níquel a partir de minérios lateríticos

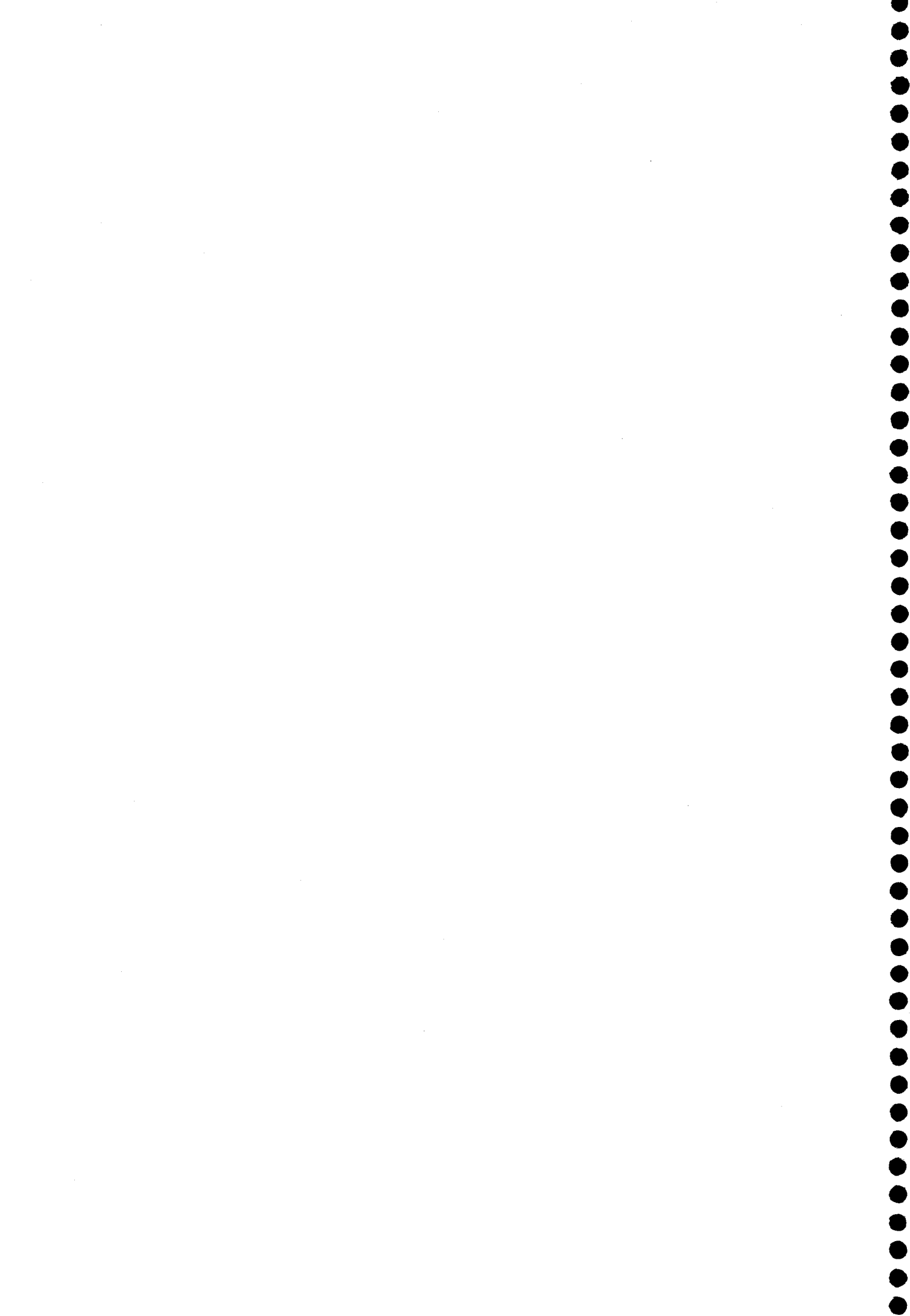
Lafayette Lourenço Caporali de Freitas *
Marco Aurélio Lopes Pires **
Varadarajan Seshadri, Dr. ***
Edwin Auza Villegas, PhD ***

1. INTRODUÇÃO
2. MÉTODO EXPERIMENTAL
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO
4. CONCLUSÕES
5. BIBLIOGRAFIA
6. APÊNDICE

* Bolsista do CNPq, Depto. de Engenharia Metalúrgica da Escola de Engenharia da UFMG

** Engenheiro Metalurgista da Mineração Morro Velho

*** Engenheiros Metalurgistas, Professores do Depto. de Engenharia Metalúrgica da Escola de Engenharia da UFMG



Resumo

O Brasil está entre os cinco países de maiores reservas estimadas de minério laterítico. O teor de níquel desse minério situa-se entre 2-3%. Tendo em vista esse contexto, a extração do metal é analisada através de um processo que envolve uma redução carbotérmica da laterita e em

seguida lixiviação com sulfato de cobre.

A redução é feita a 1000°C, com quantidade estequiométrica de carbono, em atmosfera inerte e por um tempo de 1,0 hora.

A lixiviação do reduzido envolve a cementação do ferro e níquel metálicos pelo íon cobre em solução. A 90°C atinge-se 85% de extração de níquel e 75% para o ferro entre 20 e 30 minutos.

1. Introdução

Embora o níquel seja frequentemente extraído em grande parte de minérios sulfetados, 80% dos depósitos mundiais desse metal estão sob a forma de minérios lateríticos. Durante os últimos anos o níquel de lateritas tem suprimido mais de 30% das necessidades mundiais (1,2).

Os lateritos são estruturas rochosas decompostas, friáveis, cujos elementos componentes sofreram transformações de natureza física ou química, por ação conjunta e contínua dos agentes ar, água e temperatura. Ocorrem principalmente em regiões tropicais e sub-tropicais. Em contraste com os minérios sulfetados que ocorrem em regiões profundas, os lateritos encontram-se à pequenas profundidades.

O Brasil, estando entre os cinco países de maiores reservas estimadas de minério laterítico, estará numa posição de vantagem no contexto das demandas de níquel no mercado internacional num futuro próximo.

Atualmente, o níquel é recuperado através de processos pirometalúrgicos como fusão a "matte" ou a ferro-níquel e por processos hidrometalúrgicos através de lixiviação ácida sob pressão e lixiviação amoniacal.

Ansari(3) realizou estudos em lateritas de alto teor de MgO (14%) para os processos hidrometalúrgicos acima citados. Para a lixiviação ácida sob pressão, 92% de níquel é extraído a 220°C com um tempo de 3h, utilizando-se 75% de ácido em excesso. Apenas 4% do ferro foi recuperado. Para a lixiviação amoniacal, que envolve uma etapa anterior de redução com CO:CO₂:3:1 a 750°C

por 1 hora, 47,5% do níquel pode ser extraído. Com a adição de 5% de NaCl ao minério na etapa de redução, a recuperação do metal elevou-se para 55%.

Distin(4) pesquisou a extração de níquel de lateritas reduzidas através da lixiviação com sulfato de cobre e obteve 87% de recuperação do metal a 90°C, com um tempo médio de 30 minutos.

No presente trabalho, o comportamento de lateritas brasileiras é investigado através de um processo que envolve uma redução carbotérmica em atmosfera inerte e em seguida a lixiviação com sulfato de cobre onde níquel e ferro metálico são solubilizados pelo íon cobre por cementação.

Um aspecto de interesse econômico da lixiviação com sulfato de cobre é a possibilidade de reutilização do cobre. Esse metal pode ser recuperado por flotação, regenerando-se a partir daí o sulfato.

2. Método experimental

2.1. Material

A laterita utilizada é proveniente do estado do Piauí. A análise química da amostra apresentou os seguintes resultados para os elementos de interesse:

	%
SiO ₂	17,59
Fe	20,87
Ni	2,26
MgO	6,52

2.2. Redução carbotérmica

- Utilizou-se um forno vertical a resistência elétrica capaz de atingir até 1300°C.
- Realizou-se a pré-redução do minério com carvão vegetal (cf=67,56%), em quantidades diferentes de carbono e em várias temperaturas. Através desses testes, concluiu-se que a melhor fração reduzida é obtida nas seguintes condições:

- temperatura de 1000°C;
- proporção estequiométrica de carbono;
- tempo de reação superior a 1,0 hora.

O minério, após redução, apresentou as seguintes porcentagens para ferro e níquel:

	%
Fe	20,10
Ni	2,14

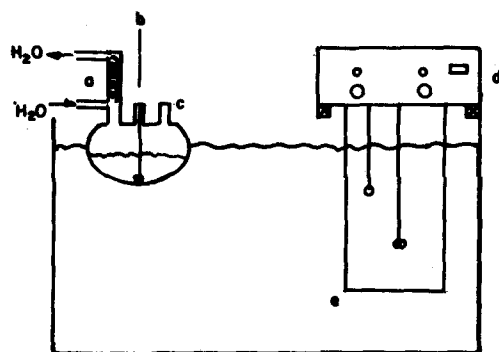
A redução foi feita com o minério na granulometria de (-) 200 mesh.

2.3. Lixiviação do reduzido

- o equipamento é constituído de um banho de óleo, um agitador do banho que através de resistência elétrica aquece e controla a temperatura desse com precisão de até 1°C. Um balão volumétrico de três bocas, um agitador para a solução (atuando dentro do balão) com velocidade variável e um condensador helicoidal refrigerado a água (Fig. 1).

Figura 1: Esquema da montagem utilizada nos testes de lixiviação:

- condensador;
- agitador para a solução;
- balão volumétrico;
- controlador de temperatura do banho;
- resistência elétrica.



- Analisou-se o reduzido e calculou-se o peso de sulfato de cobre necessário para preparar uma solução onde o número de moles de Cu^{2+} fosse igual a duas vezes a soma do número de moles de níquel e ferro presentes em 2,5g de minério.
- Com uma proporção de 5% peso por volume, foram realizados testes na montagem já descrita, nas temperaturas de 25, 50, 70 e 90°C. Os tempos utilizados estão compreendidos no intervalo de 0 a 45 minutos. As demais variáveis foram mantidas constantes.

2.4. Análise do material lixiviado

Após separação sólido/líquido, resíduo e solução foram analisados pelo método de espectrofotometria de absorção atômica.

Os resíduos de lixiviação apresentaram dificuldades de análise devido à grande quantidade de silicatos presentes. Essa dificuldade é a mesma encontrada na realização da análise do próprio minério. A dosagem do níquel só é possível através da absorção atômica e a solubilização das amostras é extremamente trabalhosa. Tendo em vista essa dificuldade, foi desenvolvido no laboratório um método de análise levando-se em conta as características do minério. O método é descrito em apêndice.

3. Resultados e discussão

Os resultados da lixiviação são apresentados nas Tabelas I a IV e nas figuras 2 a 7.

TABELA I: Resultados da Lixiviação para a Temperatura de 25°C.

TEMPO DE RESIDÊNCIA (MINUTOS)	RECUPERAÇÃO (%)	
	Ni	Fe
20	4,54*	15,06
30	6,84	17,99
35	7,85	-
40	-	14,69**
45	-	15,57

* erro admitido no balanço de massa de +7,59%

** erro admitido no balanço de massa de -5,74%

TABELA II: Resultados para a Temperatura de 50°C

TEMPO DE RESIDÊNCIA (MINUTOS)	RECUPERAÇÃO (%)	
	Ni	Fe
4	24,86	46,71
10	72,38	63,14
10	-	66,92
20	78,36	69,62*
30	78,33	65,52
45	75,60	58,23

* erro admitido no balanço de massa de -6,08%

TABELA III: Resultados para a Temperatura de 70°C

TEMPO DE RESIDÊNCIA (MINUTOS)	RECUPERAÇÃO (%)	
	Ni	Fe
4	59,44	58,00
8	59,01	-
10	80,40	73,19
20	80,05	68,16
30	81,89	68,01
45	83,17*	-

* erro admitido no balanço de massa de +7,66%

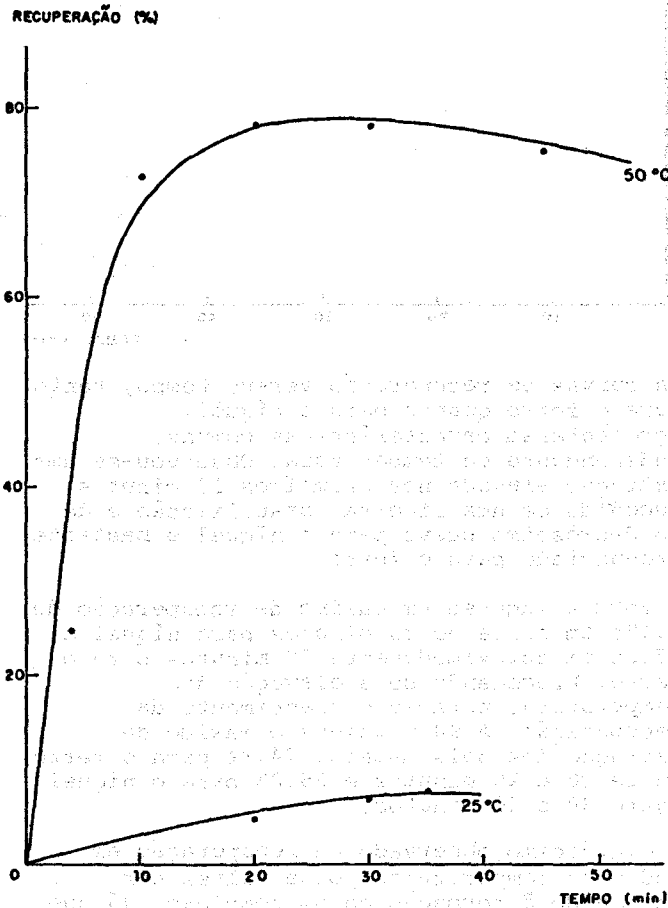
Após a aplicação do método de análise desenvolvido, os balanços de massa para ferro e níquel passaram a apresentar um menor

TABELA IV: Resultados para a Temperatura de 90°C

TEMPO DE RESIDÊNCIA (MINUTOS)	RECUPERAÇÃO (%)	
	Ni	Fe
4	67,48	73,09
8	67,01	70,75
10	77,61	76,99
10	80,43	-
20	86,25*	69,87
30	82,28	66,91
40	-	58,33
45	83,76	58,63

* erro admitido no balanço de massa de +8,67%

FIGURA 2: Recuperação de níquel (%) versus tempo (minutos) para as temperaturas de 25 e 50°C.



erro. Um maior número de pontos pode assim ser considerado, sendo que o erro admitido foi de 5%. Como pode ser visto nas Tabelas I, II, III e IV, alguns resultados apresentaram erros em torno de 7% mas foram considerados uma vez que seguiam a tendência da curva. Isso foi aceito levando-se em conta que a parcela mais significativa do erro é introduzida pela análise do resíduo.

O presente trabalho limitou-se ao estudo da influência das variáveis tempo e temperatura. A princípio o pH também foi considerado como variável mas como não proporcionou variação significativa na recuperação, optou-se por mantê-lo constante (igual a 2).

FIGURA 3: Recuperação de níquel (%) versus tempo (minutos) para uma temperatura de 70°C.

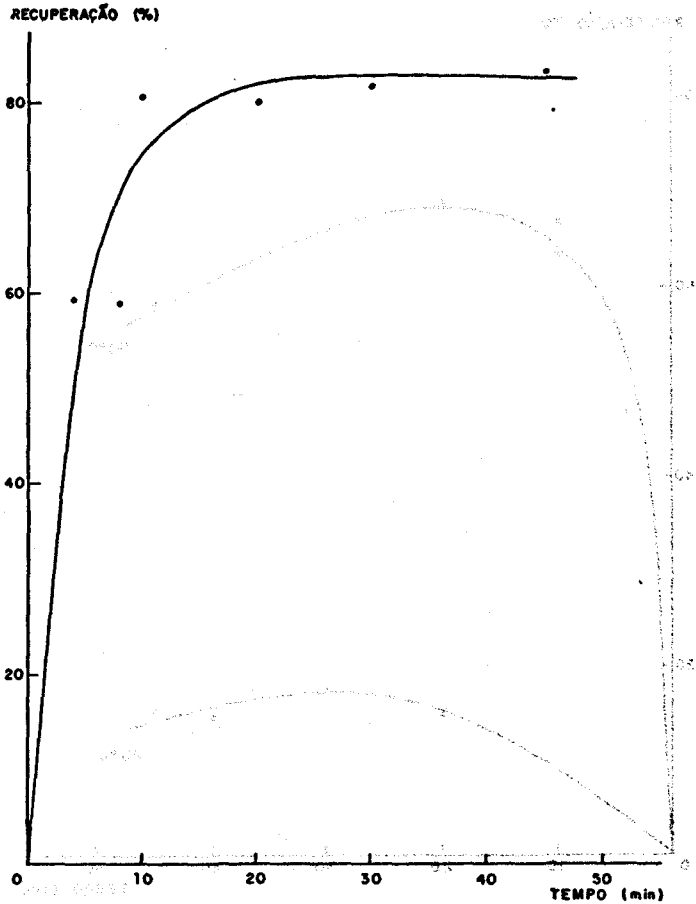


FIGURA 4: Recuperação de níquel (%) versus tempo (minutos) para temperatura de 90°C.

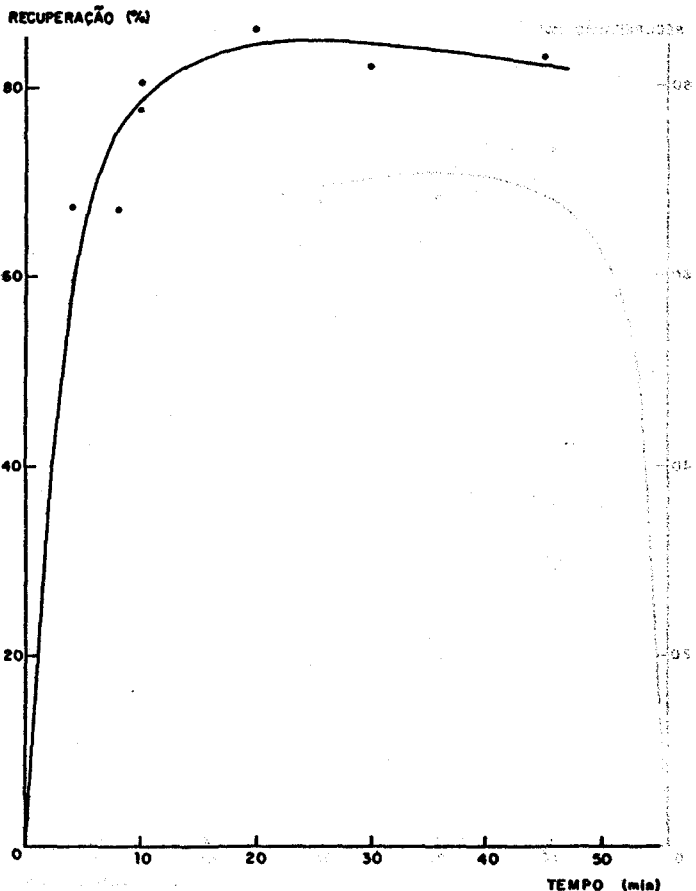


FIGURA 5: Recuperação de ferro (%) versus tempo (minutos) para as temperaturas de 25 e 50°C.

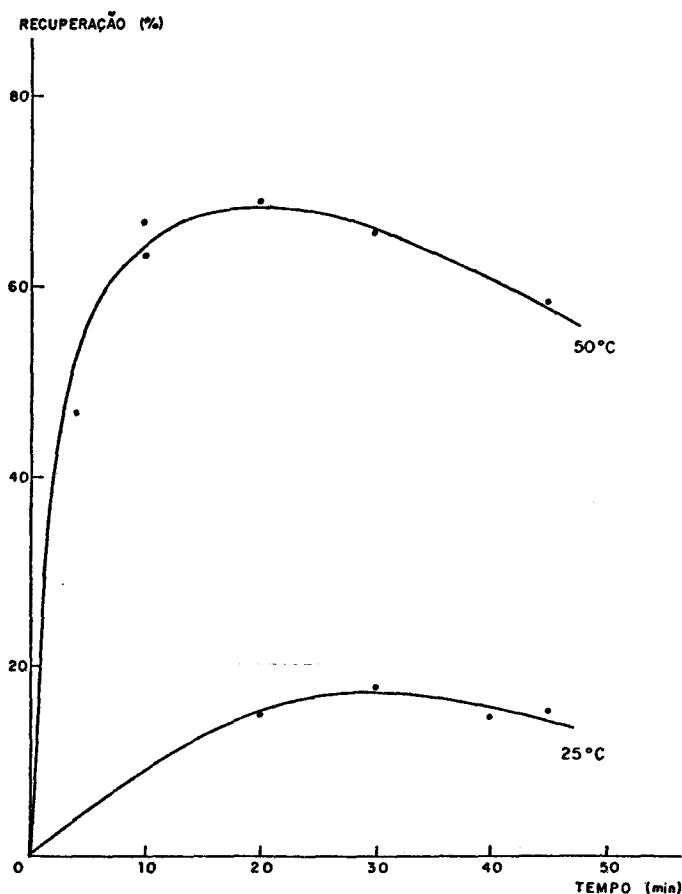


FIGURA 6: Recuperação de ferro (%) versus tempo (minutos) para uma temperatura de 70°C.

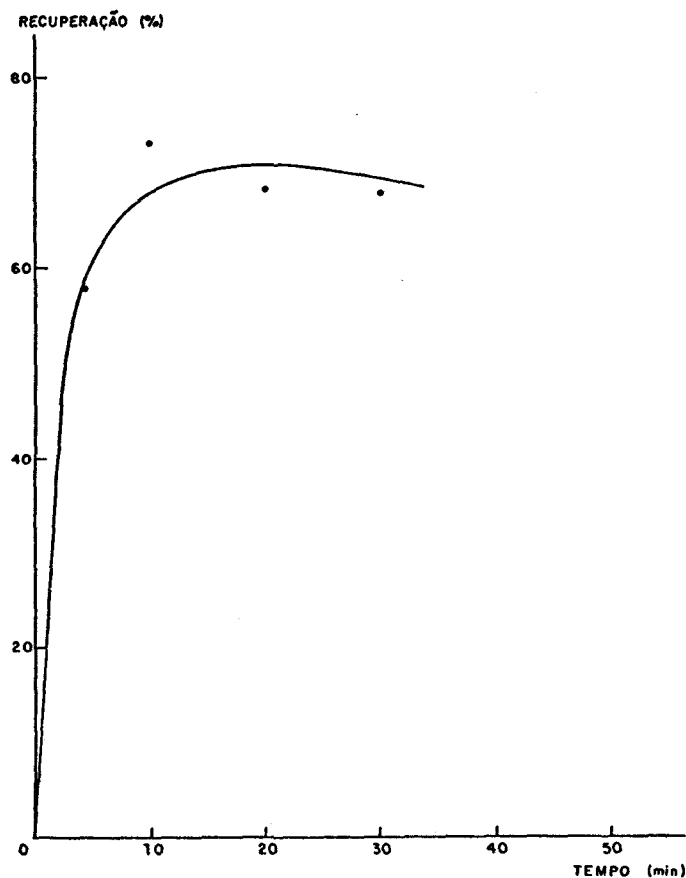
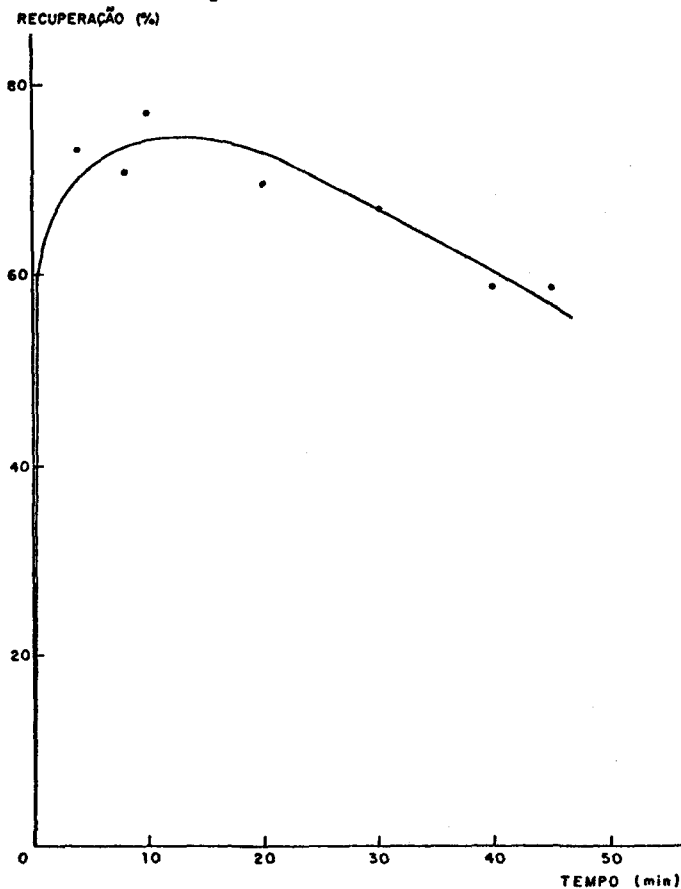


FIGURA 7: Recuperação de ferro (%) versus tempo (minutos) para uma temperatura de 90°C.



As curvas de recuperação versus tempo, tanto para o ferro quanto para o níquel, apresentaram características comuns, independente da temperatura. Observou-se uma extração elevada nos primeiros 10 minutos sucedida de uma ligeira estabilização e de um decréscimo suave para o níquel e bastante pronunciado para o ferro.

A 25°C atinge-se um máximo de recuperação de 7,40% em cerca de 35 minutos para níquel e 17,2% em aproximadamente 30 minutos para o ferro. Procedendo-se a elevação da temperatura, nota-se o crescimento da recuperação. A 90°C tem-se o máximo de extração dos dois metais, 74,8% para o ferro entre 10 e 20 minutos e 85,2% para o níquel entre 20 e 30 minutos.

O decréscimo observado na recuperação em todas as temperaturas possa talvez ser atribuído à formação de um complexo. Já que a redução da recuperação é mais pronunciada para o ferro, esse complexo estaria aparentemente mais associado a esse metal. Essa suposição poderá ser analisada com mais profundidade em investigações posteriores.

4. Conclusões

- Obtêm-se uma extração máxima de 85,2% para o níquel à temperatura de 90°C com um tempo de 20 a 30 minutos.
- Para o ferro a recuperação máxima é de 74,8% a 90°C e com um tempo entre 10 e 20 minutos.

- Operando-se à 90°C com um tempo de residência de 20 a 30 minutos, obtêm-se extração máxima para o níquel e também um valor elevado para o ferro, ou seja, 71,0%.

- Este resíduo, depois de calcinado, é então passado para um becker de teflon, sendo então atacado com 20 ml de HCl 1:1 (ácido clorídrico), HF conc. -10 ml-(ácido fluorídrico), e gotas de H₂SO₄ 1:1 (ácido sulfúrico). A presença de HF é para eliminar a SiO₂ presente no resíduo. Levar a seco e retomar com HCl. Passar esta solução para um balão volumétrico de 250 ml e então, dosa-se o Fe e Ni pelos processos descritos para a lixívia.

5. Bibliografia

- 1 - PERFIL analítico do níquel s.l., Departamento Nacional de Produção Mineral, 1974.
- 2 - LATERITOS - futura fonte mundial de níquel. Mineração e Metalurgia, 49 (293): 197-8, maio 1969.
- 3 - ANSARI, M.I. The extraction of nickel from high magnesia content lateritic ore. Transactions of The Indian Institute of Metals, 34 (1), Feb, 1981
- 4 - DISTIN, P.A. Nickel extraction reduction-recoasted laterite ores by copper sulfate leaching. Journal of Metals, 11: 30-5, Nov, 1978.

- Aparelho utilizado para Análise:

- Espectrofotômetro de Absorção Atômica, Modelo 5000, da PERKIN-ELMER.

6. Apêndice

Análise da Lixívia

- Dosagem de Ferro:
- Comprimento de Onda: =248,3 nm
- Fenda: 0,2 nm
- Chama: Acetileno-Óxido Nitroso
- Valores dos Padrões: S₁ = 40,00 g/ml
S₂ = 20,00 g/ml
S₃ = 10,00 g/ml

Para esta dosagem, está sendo utilizada a chama acetileno-óxido nitroso que é uma chama mais quente, que minimiza a interferência causada pelo Ni na dosagem do Fe. Esta chama causa uma redução da sensibilidade do Fe, e por isto é necessário utilizar padrões mais elevados e conseqüentemente, há uma redução nas diluições, reduzindo assim os erros.

- Dosagem de Níquel:
- Comprimento de Onda: =232,0 nm
- Fenda: 0,2 nm
- Chama: Acetileno-Ar
- Valores dos Padrões: S₁ = 10,00 g/ml
S₂ = 5,00 g/ml
S₃ = 2,50 g/ml

Análise do Resíduo:

- Pesa-se aproximadamente 0,5 g do resíduo e calcina-se este resíduo em cadinho de porcelana a 900°C por 6 horas, para eliminação do carvão.