

RECICLAGEM DE ALUMÍNIO A PARTIR DE ESCÓRIAS DA PRODUÇÃO DE FERRO-NIÓBIO

Adriana Forés Porto

Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UERJ

Francisco Lapido Loureiro

Orientador, Engº. Geólogo, PhD

Luiz Gonzaga Santos Sobral & Fábio Henrique Silva dos Santos

Co-orientadores, Eng. Químico, PhD e Químico Estudante MSc.

RESUMO

Esse estudo visou recuperar alumínio a partir de uma escória proveniente da produção da liga Ferro-Nióbio. A recuperação foi realizada utilizando-se duas rotas hidrometalúrgicas distintas que consistiram de lixiviação ácida, com

solução de HCl (2:1 v/v) e alcalina, com NaOH (2M). As amostras foram suspensas, mecanicamente, num volume de 500ml de cada solução lixiviante por um período pré-determinado.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém as maiores reservas conhecidas (88%) de pirocloro, cuja fórmula geral é $A_{2-m}B_2O_6(O,OH,F)_{1-n} \cdot pH_2O$ (American Mineralogist, 1997), é simultaneamente, responsável por 94,5% da oferta de nióbio. Pirocloro é um termo geral que designa-se um grupo de 48 minerais. Os átomos-B (Nb,Ta,Ti) servem para designar os sub-grupos e os átomos-A (Ba, Sr, K, Sn, ETR, Pb, Bi, U, Th), as espécies.

O Brasil gera grande volume de ligas de Ferro-Nióbio, com uma produção de 18.886 toneladas em 1999 e cerca de 20.774 toneladas de escórias. Se os elementos contidos na escória fossem totalmente recuperados, seriam obtidas 9.971 toneladas de Al_2O_3 ; 830 toneladas de TR_2O_3 ; 830 toneladas de TiO_2 ; 10 toneladas de U_3O_8 e o volume de rejeitos seria reduzido à metade (Sumário Mineral, 2000).

A liga ferro-nióbio, obtida através da aluminotermia, é o produto final mais importante da cadeia do nióbio, sendo destinado à produção de alguns aços especiais, especialmente os microligados e os inoxidáveis. Nos aços microligados, mesmo com um reduzido consumo específico (cerca de 400g de FeNb por tonelada de aço), o nióbio confere ao produto características de resistência mecânica, tenacidade e soldabilidade. Já para os inoxidáveis, seu valor está em neutralizar o efeito do carbono e nitrogênio, afastando o risco de deterioração do produto por corrosão. Vale ressaltar que o nióbio, como metal puro, apresenta pouca aplicação (Informe setorial, abril/2000 ; Filho e Júnior, 1982).

Durante a produção da liga Fe-Nb, por um processo aluminotérmico, é gerada uma escória, rica em alumínio, com a seguinte composição: SiO₂ (1,04%), Al₂O₃ (60,20%), TiO₂ (5,30%), Fe₂O₃ (0,60%), CaO (20,10%), Na₂O (2,20%), K₂O (<0,10%), MnO (0,10%), MgO (0,90), TR (4%) e U (0,005%). Observa-se, portanto, amplas possibilidades de exploração, no que concerne ao aspecto econômico, principalmente em relação à recuperação de alumínio, devido ao seu elevado teor presente na escória, bem como os outros elementos que agregam, também, importância econômica. Cabe ainda ressaltar que a recuperação do alumínio torna-se viável, principalmente no próprio processo de extração, do qual a escória se origina (aluminotermia), por poder retornar ao processo produtivo, sob a forma de alumina, proporcionando, assim, economia no processo, bem como ser utilizada na produção daquele elemento.

2. OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi otimizar processos hidrometalúrgicos que viabilizassem o reaproveitamento/reciclagem econômica do alumínio contido na escória em questão, na forma de alumina, quer seja no processo aluminotérmico de produção da liga ferro-nióbio quer na produção de alumínio metálico com conseqüente redução do volume de rejeitos produzidos no processo convencional.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

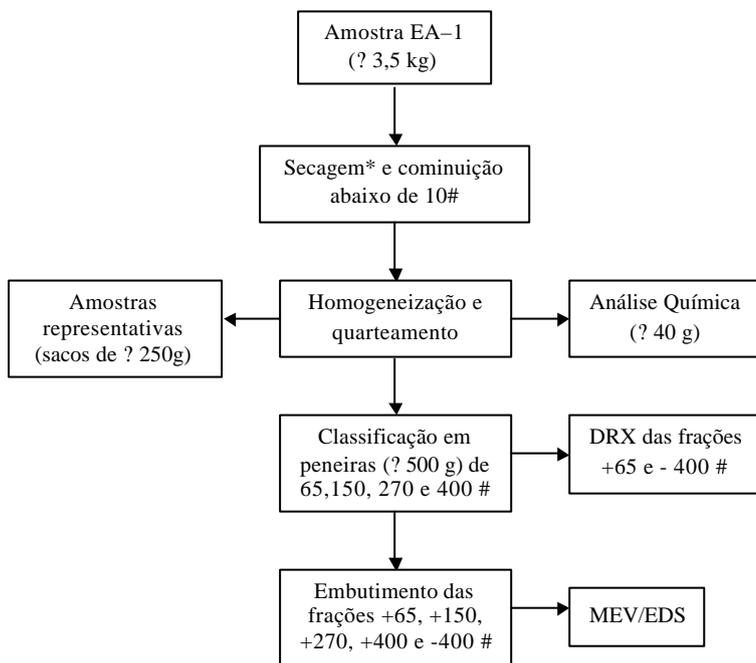
A metodologia utilizada no tratamento da escória bruta pode ser definida em duas etapas:

3.a- Tratamento físico (processos unitários)

Aproximadamente 3,5 Kg da amostra úmida, fornecida pelo setor produtivo, foram secos em estufa a 40°C e, em seguida, cominuídos abaixo de 1.651 μ m (10 malhas) e homogeneizados. Uma fração de aproximadamente 40 g foi cominuída abaixo de 0,104 mm (150 malhas) e enviada para a análise química para a quantificação dos teores de SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃ (total), CaO, Na₂O, K₂O, MnO, MgO, Nb, ETR_(total) (elementos de terras raras) e também a perda de fogo (P.F.). Uma alíquota de aproximadamente 2g dessa mesma amostra moída foi reservada para a análise por difração de raios X.

Uma amostra de proximadamente 500g foi classificada em peneiras de 0,208, 0,104, 0,053 e 0,037 mm, respectivamente, 65,150, 270 e 400 malhas (série Tyler). As frações, assim obtidas, foram embutidas em resina epoxy, desbastadas, polidas com pó de diamante com granulometrias de até 1 μ m, e recobertas com carbono condutor para a caracterização morfológica, química e mineralógica utilizando-se a microscopia eletrônica de varredura (MEV) com analisador pontual por dispersão de energia acoplado (EDS). Dessas frações, a de granulometria abaixo de 0,037 μ m (400 malhas) foi também caracterizada por DRX. O equipamento de difração de raios X utilizado foi um Siemens/Brucker - AXS D5005.

O fluxograma da Figura 1 mostra, de forma resumida, a metodologia comentada



* estufa a 40° C

Figura 1 - Fluxograma esquemático do tratamento efetuado na caracterização da amostra EA - 1.

3.b- Processos químicos (lixiviação)

Os testes em laboratório consistiram na lixiviação da escória cominuída, por duas rotas distintas, sendo uma ácida, utilizando-se uma solução de ácido clorídrico, de concentração pré-determinada, e uma rota alcalina com uso de uma solução de hidróxido de sódio. Os fluxogramas, a seguir, mostram as etapas utilizadas em cada uma das rotas mencionadas.

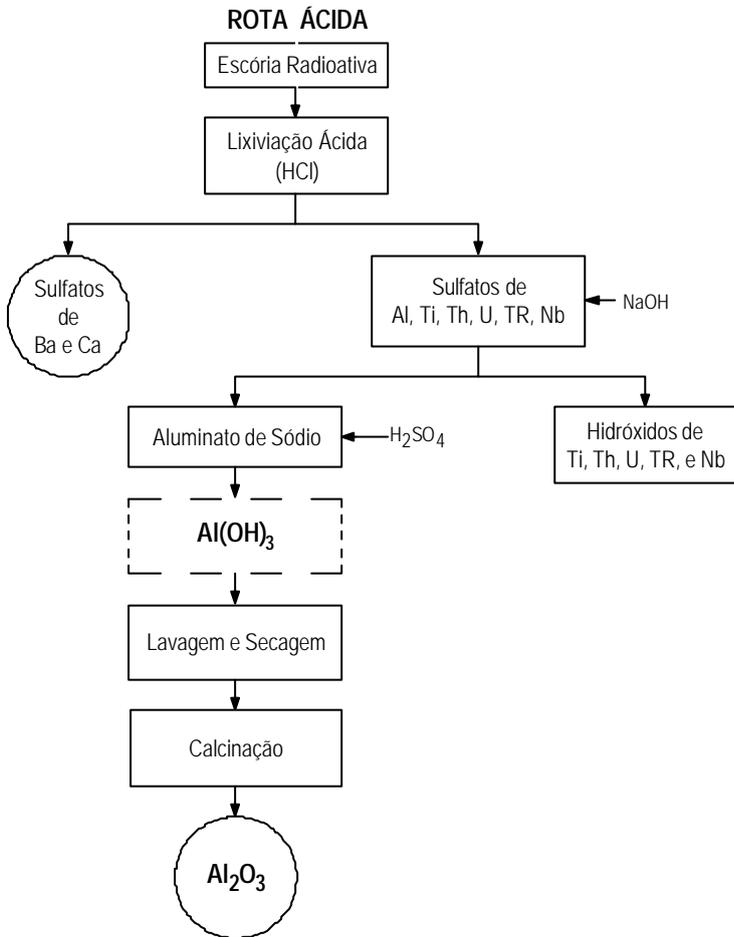


Figura 2 - Fluxograma da rota ácida utilizada na recuperação de alumínio.

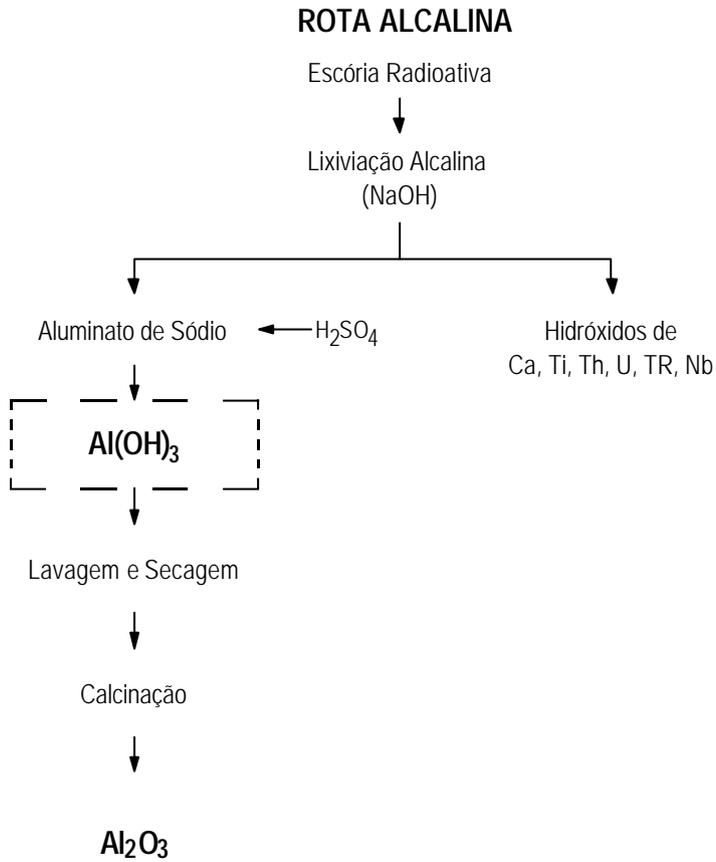


Figura. 3 - Fluxograma da rota alcalina utilizada na recuperação de alumínio.

Quantidades distintas de amostra, previamente pesadas, foram introduzidas em um reator de vidro Pyrex[®], e suspensas, mecanicamente, em 500ml das soluções lixiviantes, a uma velocidade de 1000 RPM, perfazendo relações sólido/líquido variando de 10 a 20%. A massa de amostra utilizada, a sua granulometria e o tempo reacional foram modificados visando o acompanhamento desses parâmetros de processo. O consumo energético médio nas lixiviações foi de aproximadamente 840 kWh/t. A Figura 4, mostra de forma esquemática, o sistema reacional utilizado nos testes de lixiviação.

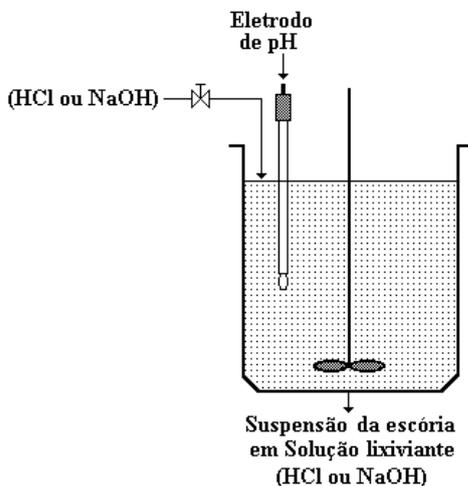


Figura 4 Sistema reacional utilizado nos testes de lixiviação.

Após as lixiviações quantificou-se, preliminarmente, as perdas de massa das amostras ensaiadas, no sentido de se avaliar as condições mais favoráveis de lixiviação. A Tabela 1 mostra as condições operacionais utilizadas nos testes de lixiviação bem como os resultados das perdas de massa quando da utilização dos distintos agentes lixiviantes.

Tabela 1- Condições operacionais utilizadas nos teste de lixiviação e as respectivas perdas de massa.

Testes	Granul.	Massa	Massa final	Perda (%)	Lixivante	Tempo
teste 1	original	100,04 g	93,91 g	6,12	HCl (1:1)	03:00 h
teste2	-100#	100,00 g	89,44 g	10,56	HCl (1:1)	03:25 h
teste3	-100#	100,00 g	89,8 g	10,20	NaOH (2M)	03:05 h
teste 4	-150#	100,02 g	86,11 g	13,91	NaOH (2M)	06:00 h
teste5	-150#	100,03 g	86,31 g	13,71	HCl (2:1)	06:00 h
teste 6	-200#	50,01 g	12,08 g	75,84	NaOH (2M)	08:00 h
teste 7	-200#	49,99 g	16,60 g	66,79	HCl (2:1)	08:00 h

Após os testes de lixiviação, efetuou-se o controle de pH visando uma faixa ideal para obtenção de alumínio sob a forma de hidróxido de alumínio, $Al(OH)_3$. Nas lixiviações ácida e básica, a precipitação iniciou-se no momento da adição do NaOH ou do HCl, respectivamente. Sendo considerado como produto final, o precipitado obtido em pH 6,0. Na lixiviação ácida, antes do controle do pH, foi adicionado H_2SO_4 para precipitação de bário e cálcio sob a forma de seus respectivos sulfatos. Depois de filtrado, o precipitado de $Al(OH)_3$ obtido foi devidamente lavado e seco em estufa a $60^\circ C$ por aproximadamente 24h. Sendo então encaminhados para a análise de alumínio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 mostra a quantidade percentual de alumínio recuperado nos diversos testes realizados.

Tabela 2 - Quantidade de alumínio recuperado

Testes	Al recuperado (%)
teste 1	20,79
teste2	26,78
teste3	32,06
teste 4	28,19
teste5	35,46
teste 6	86,39
Teste 7	84,88

Os resultados dos testes mostram um acréscimo de recuperação do alumínio quando da diminuição da granulometria da amostra em virtude da maior liberação da alumina presente. Além disso a recuperação de alumínio aumenta com o tempo de reação bem como com a diminuição da relação sólido/líquido. A escolha das condições operacionais mais favoráveis ao processo de lixiviação levaram à recuperação máxima de alumínio de 86,39%, valor considerado satisfatório considerando a necessidade de otimização dessas condições quando se der continuidade a esse estudo. Cabe ressaltar que com o acréscimo de recuperação do alumínio, observa-se a diminuição da sua pureza em virtude da precipitação conjunta de outros elementos presentes na escória, viabilizando a otimização do processo para o seu aproveitamento.

5. CONCLUSÕES

Até o presente momento, observa-se a relevância desse projeto pois contribui para o desenvolvimento da indústria minero-química do Brasil, reciclando um material do ciclo produtivo, viabilizando o aproveitamento das escórias da indústria de Nióbio com a reciclagem do Alumínio e adicionalmente, de outros elementos presentes como ETR, Ti e U. A importância industrial e econômica são relevantes justificando um estudo mais detalhado para a sua extração e aproveitamento. Por último, faz-se necessário ressaltar o apelo ambiental do processo que minimiza a liberação de rejeitos industriais.

BIBLIOGRAFIA

"AMERICAN MINERALOGIST", v.62, p. 403-410, 1997.

FILHO, O. S. P., JUNIOR, R. F., Mining Magazine, Fev.1982, Vol.146, nº. 2.

INFORME SETORIAL, "MINERAÇÃO E METALURGIA", BNDES, ABRIL/2000

SUMÁRIO MINERAL 2000, REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL.