

Tratamento da Escória da Produção de Alumínio Visando a Remoção e Destruição de Cianeto e Recuperação de Insumos Inorgânicos

André Luiz Ventura Fernandes
Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UERJ

Luis Sobral
Orientador, Engo. Químico, Ph.D.

Ary Caldas
Apoio técnico e analítico

RESUMO

Foi estudado o tratamento da escória proveniente do processo de produção de alumínio, visando a remoção e destruição do cianeto contido, bem como a definição de rotas para a recuperação dos insumos inorgânicos. Os resultados mostraram que a remoção do cianeto livre é factível suspendendo-se a escória, devidamente cominuída, em água, e procedendo, em seguida, uma separação sólido-líquido. A lixívia, assim obtida foi tratada para a destruição do cianeto livre contido, e o resíduo sólido tratado para a separação dos insumos básicos utilizados na célula eletrolítica (a criolita (Na_3AlF_6) e alumina (Al_2O_3)).

1. INTRODUÇÃO

O processo de produção de alumínio, também conhecido como processo Hall-Héroult, consiste, basicamente, na dissolução da alumina em um banho de sais fundidos, constituído por criolita e fluoreto de alumínio, em uma célula de aço chamada *pot*. O interior da célula é revestido com um material refratário, usualmente com tijolos de alumina. Um revestimento espesso de carbono é, então, aplicado sobre a camada de refratário para proporcionar alta condutividade elétrica e proteção contra o ataque corrosivo da estrutura metálica das células pelo banho em fusão. Para completar o arranjo eletrolítico, ânodos de carbono são inseridos no banho de sais fundidos. Uma corrente elétrica que passa através dos eletrodos libera alumínio metálico fundido, que é coletado no fundo dos *pots*. O revestimento de grafite da célula Hall-Héroult constitui-se no catodo na eletrólise de sais fundidos onde se acumula o alumínio fundido. Nas laterais da célula, nitrogênio, do ar

atmosférico, entra em contato com o carbono do revestimento, que, com a elevação de temperatura, favorece a formação de cianeto

Durante o processo eletrolítico, os ânodos são consumidos e devem ser substituídos, periodicamente, sendo que o catodo, ou revestimento catódico (*potlining*), não é consumido. Eventualmente, o banho de sais e metal fundidos e outros produtos químicos penetram nessa camada de carbono destruindo sua integridade, necessitando, por conseguinte, ser substituído. A Figura 1, a seguir, mostra, de forma esquemática, a célula eletrolítica.

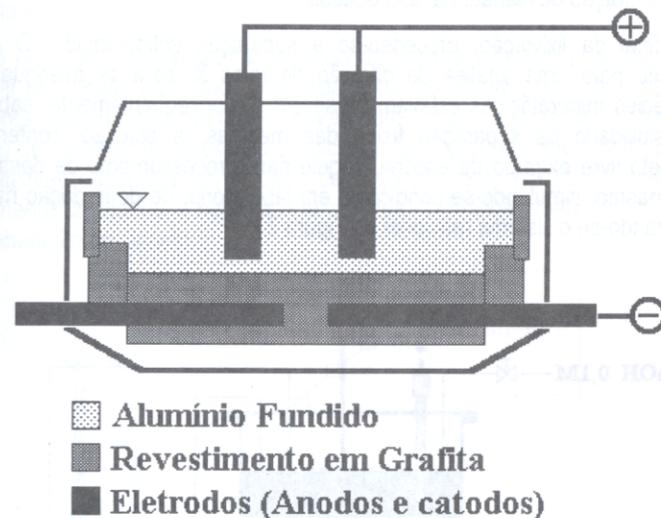


Figura 1 - Célula eletrolítica de produção de alumínio

2. OBJETIVO

Esse trabalho visa o tratamento de escórias das células eletrolíticas da produção de alumínio (*Hall-Héroult cell*), também chamado de resíduo SPL (*spent potlining*), objetivando a remoção e destruição do cianeto contido, bem como a recuperação dos insumos inorgânicos. Os insumos inorgânicos são, principalmente, a criolita (Na_3AlF_6), o solvente das células de sais fundidos, e a alumina (Al_2O_3) o soluto. Adicionalmente, durante o processo de cominuição e peneiramento, etapa prévia à lixiviação, proceder-se-á a recuperação do alumínio metálico contido na escória em questão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi determinado o índice de trabalho para a devida cominuição da escória (<100#). Esse índice foi de 19,2 kWh/tonelada de escória, perfazendo um total de energia necessária para a devida cominuição de 15 kWh/tonelada de escória. Em seguida, amostras da escória cominuída foram tiradas para a realização dos testes de lixiviação com água. A quantidade de sólidos na polpa foi de 30%. Durante o processo de lixiviação, alíquotas da suspensão foram retiradas, a cada 15 minutos, para se determinar a concentração de cianeto na fase aquosa.

Ao final da lixiviação, procedeu-se a separação sólido-líquido. O sólido seguiu para uma análise de difração de raios X, para se averiguar que espécies mineralógicas estavam presentes e, conseqüentemente, saber da possibilidade da separação física das mesmas. A solução, contendo o cianeto livre extraído da escória, seguiu para processamento de destruição do mesmo, simulando-se condições, em laboratório, de degradação natural, utilizando-se o sistema reacional da Figura 2.

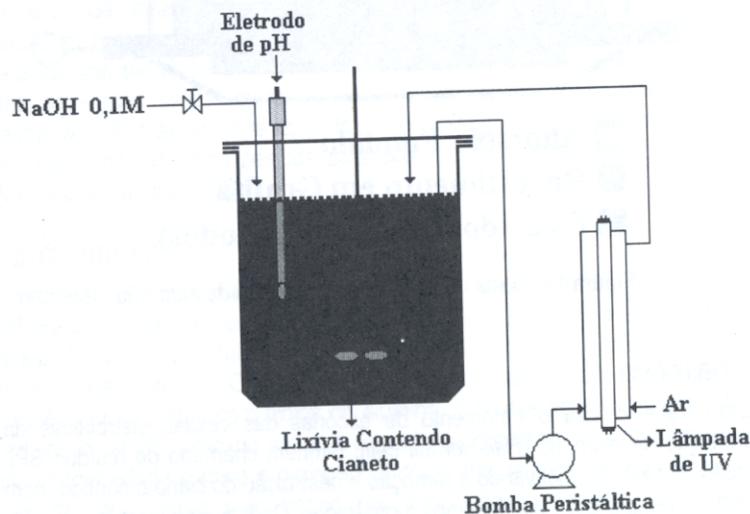


Figura 2 - Sistema reacional para simulação da degradação natural de cianeto

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como mencionado anteriormente, após a cominuição da escória, foi realizado o peneiramento para se retirar e aferir a quantidade de alumínio metálico contido que se acumula, no processo produtivo, no banho de sais fundidos. O teor de alumínio encontrado na amostra em estudo foi de 18%.

Amostras da escória, devidamente cominuída, foram suspensas em água destilada, e o pH das fases aquosas variava entre 11 e 12. A Figura 3, a seguir, mostra como variou a concentração de cianeto livre com o tempo de contato sólido-meio aquoso.

Como pode ser observado, a extração do cianeto livre (CN⁻) é bastante factível em função da grande solubilidade do cianeto em água. A extração aumenta substancialmente nas primeiras duas horas de lixiviação, visto que o grau de cominuição da escória propiciou a liberação do cianeto dos outros constituintes mineralógicos. A partir da segunda hora, a extração cresceu lentamente, indicando a necessidade de uma cominuição mais fina para a total liberação do cianeto.

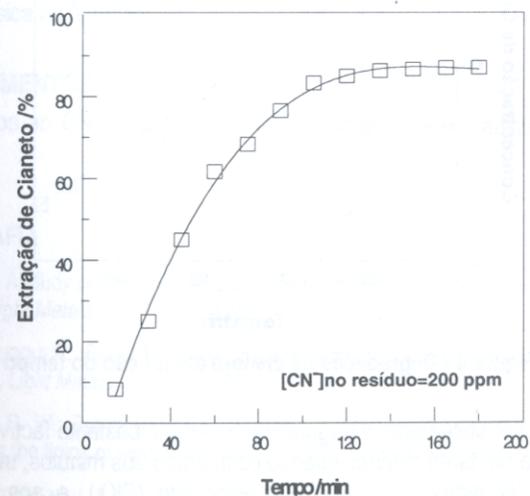


Figura 3 - Extração de cianeto em função do tempo de lixiviação

Em seguida foi realizada a separação sólido/líquido, e o resíduo sólido lavado com solução levemente alcalina, para evitar a hidrólise do cianeto presente na solução que humedecia o resíduo sólido. Devidamente lavado e seco, o

resíduo foi submetido a uma análise por difração de raios X que revelou a presença, basicamente, de criolita e alumina. De posse dessa análise, o resíduo foi submetido a uma separação em meio denso, visto que os constituintes supracitados possuem densidades distintas ($Al_2O_3 = 4,05$ e $Na_3AlF_6 = 2,97$) possibilitando a separação pelo uso do iodeto de metila. O resultado dessa separação revelou que os constituintes se apresentavam numa proporção de $\cong 30\%$ de alumina e $\cong 70\%$ de criolita, proporção essa utilizada na alimentação das cubas eletrolíticas na produção do alumínio.

De posse das lixívia, contendo em torno de 60 ppm em cianeto livre, procedeu-se aos testes de degradação do cianeto livre no sistema reacional mostrado na Figura 1. A Figura 4 mostra a degradação do cianeto livre contido em função do tempo.

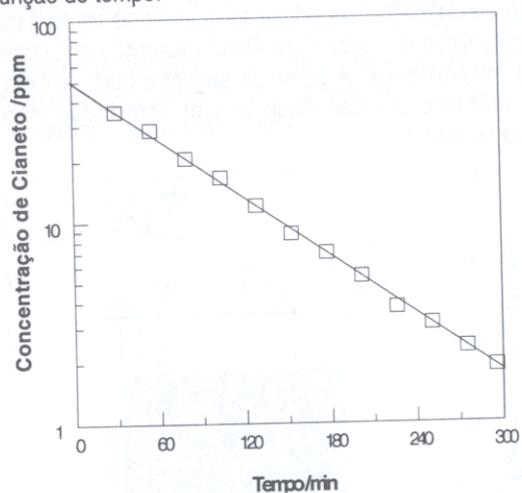


Figura 4 - Degradação de cianeto em função do tempo

Como pode ser observado, a degradação natural é bastante factível, embora o tempo seja um tanto extenso quando comparado aos minutos, utilizando-se o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) ou hipoclorito (ClO^-), e aos segundos, quando da utilização do par peróxido-hipoclorito.

5. CONCLUSÕES

A periculosidade devido aos efeitos toxicológicos do cianeto apontam para a necessidade do tratamento rigoroso de resíduos contendo esse íon. No caso em questão, foi mostrado que a escória, devidamente cominuída, pode ser lixiviada com água, obtendo-se uma lixívia contendo cianeto livre em concentrações que apontam a utilização da degradação natural como bastante factível. As lixívias obtidas já possuíam um pH que variava de 11 a 12, faixa que impossibilita a hidrólise do cianeto, fato que geraria HCN, composto volátil bastante tóxico.

O resíduo proveniente da lixiviação aquosa, após análise por difração de raios X, foi submetido a uma separação por meio denso, que revelou a possibilidade de separação das duas espécies mineralógicas, alumina e criolita, numa proporção próxima à utilizada na alimentação das cubas de produção de alumínio. Esse tipo de teste mostra quão factível é a separação dessas espécies mineralógicas, em escala industrial, pela utilização da operação física de flotação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo patrocínio e oportunidade de realização deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

1. YAP, B. K., A study of cyanide distribution and formation in aluminium reduction cell linings. *Light Metals*, 1427-1441, (1985).
2. PAWLEK, RUDOLF P., SPENT POTLINING: water soluble components, landfill alternative solutions. *Light Metals*, 399-405, (1993b).
3. PETERSON, R. W.; BLAYDEN, L. C. & MARTIN, E. S., Formation and distribution of cyanide in the lining of aluminium reduction cells. *Light Metals*, 1411-1425, (1985).
4. ROBUECK, STEPHEN, J. & LUTHY, RICHARD G., Destruction of iron-complexed cyanide by alkaline hydrolysis. *Wat. Sci. Tech.* 21: 547-558, 1989.
5. NEWTON, J. R., Pilotscale studies of the leaching of industrial wastes in simulated landfills. *Wat. Pollut. Control*, 76(4), 468-480, 1977.
6. DEUTSCHMANN, J. E.; LOBOS, J. S.; JOHNSON, D.O & REID, A. S., A process to produce from potlining an inert residue suitable for landfill sites. *Light Metals*, 669-675, (1987).