

6. LIXIVIAÇÃO QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DE MINÉRIOS BRASILEIROS DE
COBRE

por

CLAUDIO T. NAVARRA

I P T

Apresentado no 19 ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS
COPPE/UF RJ 24-25 de maio de 1973 Ilha do Fundão

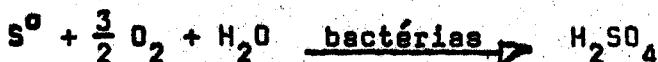
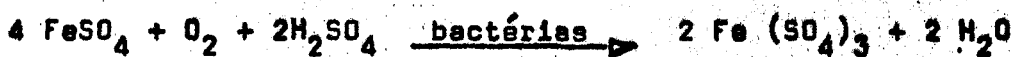
LIXIVIAÇÃO QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DE MINÉRIOS BRASILEIROS DE COBRE

CLAUDIO TORT NAVARRA (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, SP)

I. Introdução - O processamento de minérios de cobre por via hidrometalúrgica não tem deixado de aumentar nos últimos anos. Atualmente mais de 20% da produção mundial de cobre é obtida por alguma de suas numerosas variantes.

O método de lixiviação bacteriana tira proveito da atividade de certas bactérias do genero thiobacillus caracterizada por mobilizar a energia produzida pela oxidação de ions ferrosos e ferricos assim como pela oxidação de formas de S elementar, sulfeto ou tiosulfato em sulfatos, em benefício de seus processos vitais. O resultado prático é a solubilização de minérios sulfetados com produção de sulfatos e formação de ácido sulfurico.

Embora muitos aspectos deste processo não sejam bem compreendidos, o mecanismo global das oxidações de minérios sulfetados de cobre e ferro pode ser posto sob o seguinte esquema:



II. Métodos e Materiais - Foram efetuadas lixiviações químicas e bacteriológicas de minérios de cobre em escala de laboratório. Os minérios estudados eram: minério oxidado de cobre presente no escarnito da Mina de Santa Blandina, no município de Itapeva (SP) (teor de S = 0,60 %, teor de Cu = 7,02%) e minério constituído de sulfuretos disseminados em rochas eruptivas básicas da jazi-

da de Caraiba, do Vale do Caraçu, no município de Jaguarari (Ba) (Teor de S = 1,18 %, teor de Cu = 2,28). A relação Cu/S era pois, de 11,6 e 1,9 respectivamente.

Procedeu-se à lixiviação química sobre minérios na granulometria - 100 mesh em percoladores contínuos usando como lixiviante soluções de ácido sulfúrico a temperatura ambiente e a diversas concentrações, na faixa compreendida entre 8,0% e 0,4% de ácido em volume. Os percoladores usados, de vidro, mediam 4 cm de diametro interno por 30 cm de altura com uma capacidade útil de 200 ml agindo sobre minérios (na granulometria indicada) em quantidades fixas de 5 - 20 g. Portanto, a densidade da polpa era baixa (de 2,5% - 10% de sólidos).

A velocidade de percolação correspondia a uma vazão de cerca de 120 litros/m²/hora. Um "air lift" lateral recirculava o líquido efluente funcionando o conjunto de maneira contínua.

A lixiviação bacteriológica foi feita em percoladores contínuos análogos aos anteriores usando como líquido percolante soluções nutrientes de caldos de cultura a pH 2 - 3, inoculados com bactérias obtidas de culturas puras de thiobacillus ferrooxidans identificados e isolados das águas efluentes da mina de Sta. Blandina, em Itapeva.

Com respeito à lixiviação química determinou-se o rendimento da extração de cobre expresso em porcentagem do Cobre recuperado na solução sobre o total de cobre contido no minério do percolador assim como a taxa de solubilização por unidade de tempo e volume do efluente (que é um índice de eficiência da percolação). Além disso determinou-se o consumo de ácido por kg do minério e por grama de cobre contido.

Os resultados que aparecem nas curvas de lixiviação (1-3) podem assim ser sumarizados: a) - minério de Santa Blandina: den-

tro do intervalo estudado, a partir da concentração sulfurica de 1% em volume para acima, tanto os teores de cobre recuperados como as taxas de dissolução são quase independentes da concentração do ácido inicial. Obteve-se um rendimento de extração de 87%, em meia hora e um rendimento final próximo a 94% em vinte horas. Isso correspondia a uma eficiência máxima de lixiviação de 22,5 g/litro-hora. As curvas de lixiviação segundo o tempo de percolação permaneciam quase horizontais após um rápido aumento inicial indicando que a lixiviação tinha chegado ao seu fim, por causa do esgotamento do cobre no minério, (caso das altas concentrações) ou por esgotamento do ácido (para concentrações inferiores a 1%). No primeiro caso, com adições de ácido iniciais de 3,6 gramas para cima, sobre amostras de minério de 5 gramas, o consumo de ácido na operação era de cerca de 110 gramas por kg de minério o que correspondia a proporções inferiores a 2 g de ácido por grama de cobre. O consumo era menor quando usavamos ácidos a mais baixas concentrações mas a extração não era total.

b) - Para minério da Caraiba o rendimento da extração sulfurica de cobre era muito menor e ainda menor a eficiência do processo pois a taxa de extração devia ser medida em dias e não mais em horas. Ao cabo de um dia separava-se um 10% do cobre presente chegando-se, após 10 dias a extrações da ordem de 25%. O ácido consumido servia em boa parte para solubilizar o ferro sendo que a solução no primeiro dia continha perto de 10 vezes mais ferro do que cobre.

Com respeito à lixiviação bacteriológica, após o isolamento de culturas de thiobacillus desenvolvidas em vários meios, determinaram-se as curvas de crescimento das bactérias e as de extração do cobre. (vide slides 4 - 5).

As curvas típicas de crescimento tem uma forma em S. Após um período de latencia de 1 semana no minério de Santa Blantina e de 15 dias no minério de Caraiba, aparecia um brusco aumento

de atividade que correspondia a uma divisão bacteriológica exponencial.

A lixiviação bacteriológica só foi efetiva para o minério sulfetado com o qual conseguiu-se uma recuperação do cobre de 44% em 30 dias.

No minério oxidado a atividade biológica não correspondia a um aumento sensível na extração de cobre quando comparado com a extração obtida em estéril. O crescimento bacteriano era possível pela presença de S elementar no meio nutriente. Experiências em duplicata com o mesmo meio na ausência de S elementar, não acusaram desenvolvimento bacteriano.

III: Discussão dos resultados e conclusões

A lixiviação química do minério oxidado por percolação de ácido sulfúrico a baixas concentrações deu um excelente resultado.

Quanto à lixiviação bacteriana, estudada no minério sulfetado ela teve inicialmente um caráter exploratório. Posto que as variáveis envolvidas na lixiviação biológica são muito mais numerosas que na lixiviação química, a primeira é muito mais sensível ao meio e por isso não é estranho que os resultados obtidos por varios investigadores sejam discordantes. Na lixiviação da calcopirita com percoladores, Bryner, em 1954 solubilizou só 2,8% de cobre em 70 dias e, em outra amostra, 6,6 % em 56 dias. Malouf e Prater (1961) solubilizaram 50% de cobre em 170 dias e 60% em 470 dias. Razzel (1962) extraiu 25% de cobre em 60 dias, 35% em 100 dias usando em vez de percoladores frascos estacionários. O grupo de pesquisadores da British Columbia Research Council, desde 1964 usando frascos em agitação e adicionando humectantes, rebaixaram as taxas de extração; Em 12 dias extraíram 72% do cobre

da calcopirita e em 26 dias, 100%. Com outros minérios sulfetados reduziram o tempo necessário, de dias para horas. Com isso, pode-se pensar na aplicação do processo de lixiviação bacteriana não só a minérios de baixo teor, in situ, e às águas das minas de cobre, mas também para concentrados de minérios sulfetados.

IV - Agradecimentos: O presente estudo forma parte de um programa de hidrometalurgia do Cobre sob a coordenação do Prof. Carlos Dias Brosch. A lixiviação bacteriológica teve a orientação do Prof. Lucio de Carvalho Lima. Colaboraram em várias tarefas e na execução das análises, os analistas Rosa Maria Barberulo e Roberto da Silva.