

Sobre a Extração com Solventes em Hidrometalurgia

A. P. Paiva^a
J. Cardoso Pereira^a
L. M. Abrantes^b

Introdução

A produção de metais não ferrosos por via Hidrometalúrgica implica a necessária redução dos respectivos iões contidos nas soluções resultantes da lixiviação das matérias-primas mineiras.

O processo privilegiado é a Electroextração, cuja eficiência depende significativamente da pureza das lixíviás e da sua concentração no metal a depositar catodicamente. Nas últimas décadas, o notável desenvolvimento da extração por solventes aplicada no domínio da selectividade metálica permitiu objectivar essas condições [1].

Assim, na boa prática hidrometalúrgica dos principais metais básicos, pode considerar-se como instituído o seguinte diagrama (Figura 1).

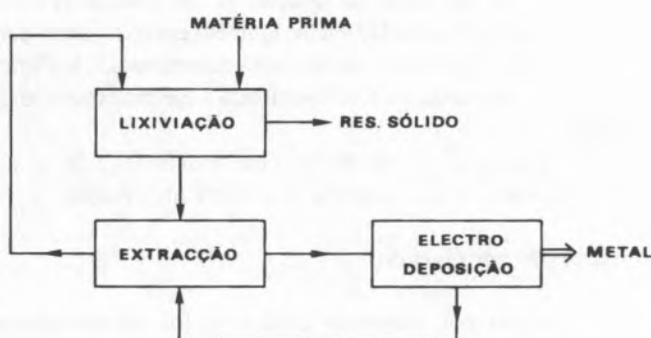


FIGURA 1

Extração hidrometalúrgica de metais básicos.

Em termos ideais, de eficiência e de economicidade, a extração metálica de uma solução aquosa para uma base imiscível, geralmente orgânica, implica que esta última apresente:

- Elevado carácter hidrófobo;
- Fraca volatilidade;
- Rápida e bem definida separação física;
- Mínima solubilização de outros metais existentes na fase aquosa (selectividade);
- Fácil reextração do metal captado para nova fase aquosa (lavagem);
- Cinéticas favoráveis de extração e lavagem;
- Custo compatível com o valor do metal a recuperar.

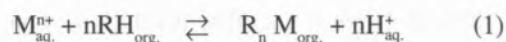
A conjugação plena destes quesitos é, obviamente, incompatível com os sistemas reais. Consequentemente, a selecção dos solventes a empregar traduz o compromisso factível entre a potenciação de vantagens específicas e a

minoração dos inconvenientes intrínsecos face a cada caso concreto.

Noções gerais

Extração Orgânica Aniônica

A passagem de um catião metálico em solução aquosa, M_{aq}^{n+} , para um solvente orgânico, promovendo o contacto íntimo entre as duas fases, pode ser representado pelo equilíbrio



onde RH representa o extractante orgânico ácido, normalmente dissolvido num meio – transportador – que garanta baixa viscosidade.

Se $R_n M_{org.}$ for isolado e lavado com nova solução aquosa, processar-se-á a reextração do metal, com a consequente purificação/concentração.

Neste sentido, parece lógica a escolha de ácidos gordos, já que estes contêm um potencial anião carboxilato e uma cadeia de carbonos suficientemente longa que os torna solúveis em meios hidrófobos. Assim, trabalhos realizados desde a década de 60 verificaram que a ordem de extração para ácidos monocarboxílicos, com cadeias de 7 a 9 átomos de Carbono era Sn^{4+} ; Bi^{3+} ; Fe^{3+} ; Pb^{2+} ; Al^{3+} ; Cu^{2+} ; Cd^{2+} ; Sn^{2+} ; Ni^{2+} ; Co^{2+} ; Mn^{2+} ; Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ [2].

Este processo, que teve aplicação industrial na URSS, foi estudado em colunas de extração pulsantes, com controle de pH adequado, sendo os extractantes orgânicos os sais sódicos dos ácidos gordos dissolvidos em querosene. A reextração dos metais foi feita com soluções de ácido clorídrico [3]. Nestes sistemas, a separação entre os iões consecutivos indicados é diminuta, sendo pronunciada para o caso dos metais alcalinos [4].

A evidente diferença na solubilidade, em meio orgânico, dos sais de metais di e trivalentes em relação aos alcalinos sugere que as interferências entre os catiões metálicos e os aniões carboxilato não sejam puramente iónicas.

Tal facto impede que se possa considerar o processo de extração em termos de simples equilíbrio. Com efeito, é pouco provável que se verifique a existência da mesma espécie num e noutro meio. Pode-se, no entanto, definir o

^a Departamento de Química, F.C.U.L.

^b CECUL (INIC), Departamento de Química, F.C.U.L.

coeficiente de distribuição, D , como a relação entre as concentrações do metal nas duas fases em equilíbrio, a uma dada temperatura, independentemente das espécies envolvidas.

$$D = \frac{[M]_{org.}}{[M]_{aq.}} \quad (2)$$

Verifica-se que D está relacionado com a concentração do extractante na fase orgânica, $[RH]$, e com o pH na fase aquosa por

$$\log D = K + 2 \log [RH]_{org.} + 2 \text{pH}_{aq.} \quad (3)$$

onde K é uma constante que traduz as condições de estabilidade quer do extractante quer da espécie metálica existente na fase orgânica [5].

A equação (3) evidencia a sensibilidade do coeficiente de distribuição aos valores de pH na fase aquosa, justificando a possibilidade de separar diferentes catiões por adequado controle desse parâmetro.

Reconhecidos problemas de separação física com sais de metais alcalinos e de autooxidação dos ácidos gordos (são factores correntes as emulsões com sabão e o ranso das gorduras) desaconselham a sua utilização, induzindo o uso preferencial de um ácido dialquilfosfórico, como por exemplo o representado na Figura 2, que apresenta elevada estabilidade, é pouco solúvel em água, permite rápida e limpa separação de fases e sofre fácil reextractão dos catiões captados [6].

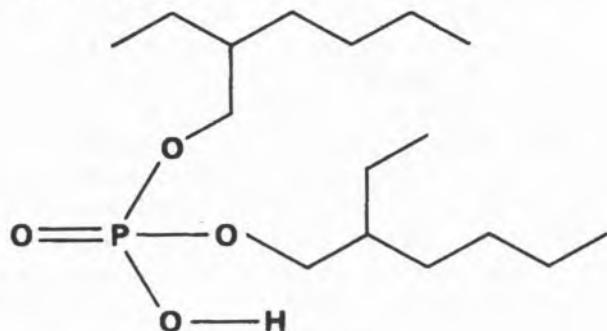


FIGURA 2

Ácido Di-2-Etilhexilfosfórico (vulgarmente designado por D_2 EHPA).

Para alguns metais apresenta-se, na Figura 3, a selectividade da extracção pelo D_2 EHPA em função do pH [7].

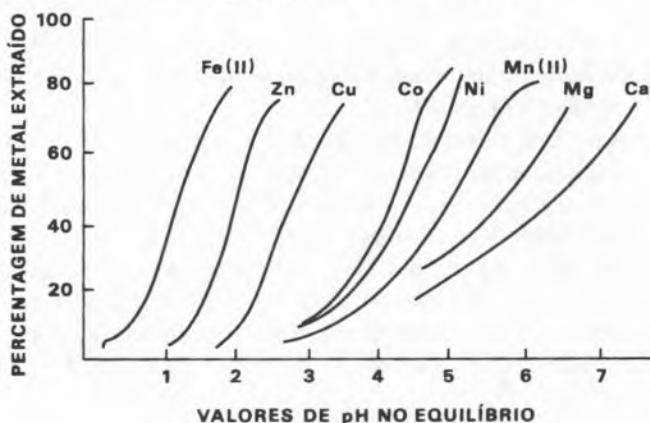


FIGURA 3

Curvas de Extracção de alguns metais pelo D_2 EHPA.

A inclusão de iões metálicos na fase orgânica promove a formação de complexos, envolvendo várias moléculas do ácido para além das estequiometricamente necessárias [8].

Extracção Orgânica Catiónica

A capacidade de espécies iónicas metálicas para formarem complexos aniónicos em meio aquoso tem particular importância na área da extracção por solventes.

A existência desses complexos possibilita a sua remoção na fase aquosa, recorrendo a catiões orgânicos. Preferentemente recorre-se a amins com cadeias alquílicas suficientemente grandes para melhor conseguir a solubilização do complexo a formar com o metal.

Na hidrometalurgia do Urânio, onde ocorre a formação do complexo $UO(SO_4)_3^{+}$, foram inicialmente empregues amins primárias, tendo-se concluído que a selectividade aumentava usando amins secundárias e terciárias [5], normalmente a tri-n-octilamina e a tri-n-decilamina ou ainda misturas de ambas.

Neste caso, o catião orgânico, azoto quaternário, ligado a três grupos alquilo e a um protão, só pode interferir ionicamente com o anião metálico. Todavia, as cadeias alquílicas, embora pouco polares, terão sempre algum envolvimento na solvatação do complexo.

Em Portugal, no complexo do Barreiro da Quimigal, tem estado em laboração há mais de dez anos um processo para extrair zinco de meios cloretados. O $ZnCl_4^{2-}$ é primeiro removido por dioctilamina em querosene, separando-o da maior parte do Ferro existente na solução. A fase aquosa reextractada é contactada com D_2 EHPA, também em querosene, para capturar Zn^{2+} . Lavando esta fase orgânica com ácido sulfúrico obtém-se uma solução fértil destinada à electroextractão do metal.

Assim, este processo promove a combinação feliz da extracção catiónica com a aniónica anteriormente descrita.

Extracção por Quelatos

A extracção por solventes orgânicos foi intensivamente estudada na hidrometalurgia do Cobre, consequência de muitas lixívias terem baixas concentrações de metal, devido ao fraco teor dos minérios em tratamento.

Nas usuais soluções sulfúricas, o Cobre não apresenta espécies aniónicas e o D_2 EHPA não mostrou eficiência para extrair selectivamente o metal.

Consequentemente, o desenvolvimento das técnicas de extracção centrou-se em substâncias que formavam, especificamente, quelatos com o Cobre. A acção pioneira data dos primeiros anos da década de 60, pela General Hills Corporation, recorrendo a hidroxioximas, comercializadas com o nome de LIX [9].

O primeiro, LIX 63, era constituído por cadeias alifáticas ramificadas, R e R', contendo em dois átomos de carbono centrais e adjacentes um grupo oxima e um grupo hidróxilo (Figura 4).

Embora apresente selectividade e cinética de extracção favoráveis, é facilmente degradável. A substituição do grupo R por um anel aromático acentua a acidez da função oxima; do mesmo modo, o grupo hidróxilo torna-se mais

ácido quando está ligado a um anel aromático. É o que sucede no LIX 64 (Figura 5), adoptado em 1968 pela 1.^a unidade de metalurgia que substituiu a tradicional cementação com Ferro pela nova tecnologia (Rancher's Bluebird, Arizona, [10], actualmente encerrada). Desde então, a tendência evolutiva da extracção por solventes na metalurgia do Cobre tem sido constante. A Ashland Chemicals, primeiro, recorrendo a hidroxiquinolinas (nome comercial KELEX), seguida pela Shell, que privilegiou as dioximas (nome comercial SME) e, finalmente, a Acorga Lda., com a série P50.

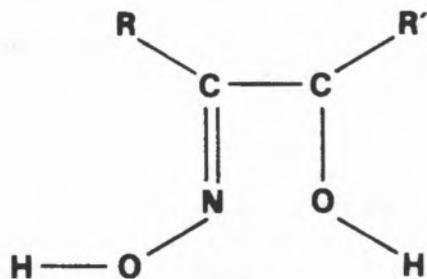


FIGURA 4
Esquema do LIX 63.

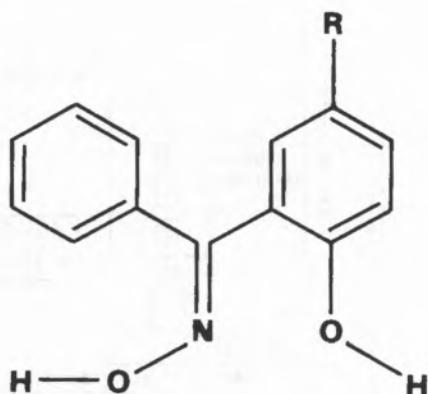


FIGURA 5
LIX 64: R representa uma cadeia alquílica de 12 átomos de carbono (mais tarde substituída por outra mais pequena de 9, no LIX 65).

Actualmente, após a Henkel adquirir as áreas da General Hills e da Shell dedicadas à extracção por solventes no foro metalúrgico e a ICI absorver as actividades da Acorga, o espectro da produção de Cobre, recorrendo à extracção por solventes atinge 700 000 toneladas/ano em 26 unidades do mundo ocidental (ligeiramente inferior a 10% da produção mundial do metal, basicamente pirometalúrgica), com uma taxa de crescimento calculada em 37 000 toneladas anuais [9].

É óbvio que os diversos solventes têm evoluído, sendo actualmente conhecidas gerações sucessivas de reagentes comerciais postos à disposição da Indústria do Cobre. Esta Indústria tem tentado estabelecer o equilíbrio entre a vantagem de custos operativos atractivamente baixos e a crescente melhoria da qualidade do cobre electroextraído. Na quelação o composto orgânico (oxima ou outro) forma, pelo menos, uma ligação com o catião metálico (por troca protónica).

No caso dos LIX pode dar-se a substituição do hidrogénio do grupo fenólico e é a oxima com o grupo mais afastado a que

melhor forma complexos [11]. Note-se que a síntese produtiva deste composto orgânico forma preferencialmente o isómero trans (Figura 6).

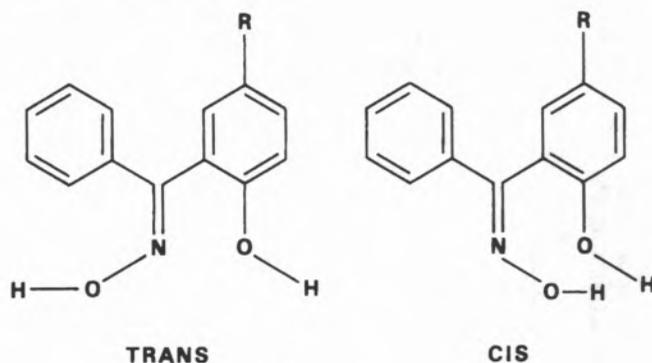


FIGURA 6
Forma Cis e Trans de um LIX.

A interpretação relativa aos reagentes KELEX e SME é análoga formando-se, igualmente, quelatos, como exemplifica a Figura 7.

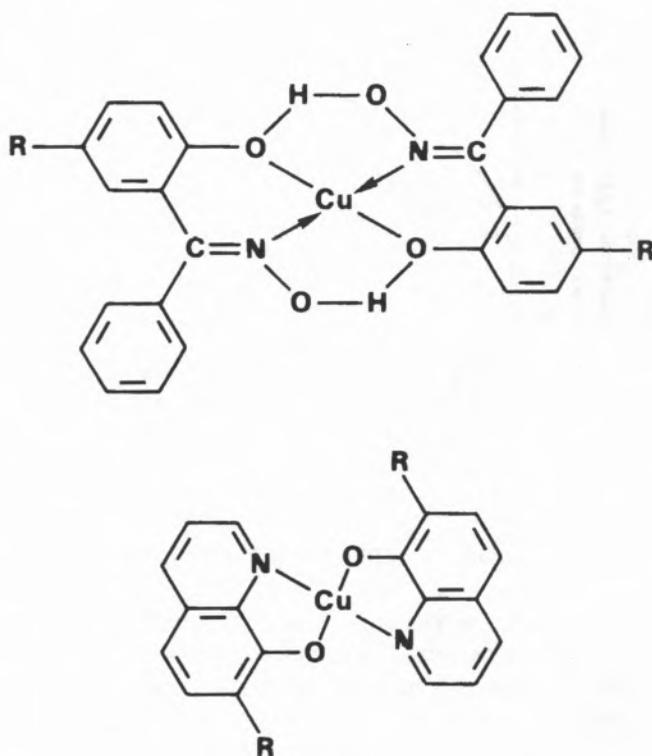


FIGURA 7
Estrutura de Quelatos de Cobre para um LIX e um KELEX.

Isotérmicas de equilíbrio típicas dos mesmos extractantes em soluções de hidrocarbonetos constam das Figuras 8 e 9 [12].

Extracção de Espécies Neutras

É aceite que os solventes orgânicos podem também extrair espécies neutras, substituindo moléculas de água presentes no complexo aquoso [5].

Por exemplo, o catião Uranilo UO_2^{2+} forma com o anião nitrato várias espécies em meio aquoso. Uma delas, o dinitrato, é

neutra e estudos de extracção com Tributilfosfato (TBP) [13] indicam que para baixas concentrações de Urânio e elevadas de Nitrato, na fase aquosa, e para altas concentrações de TBP na fase orgânica, a espécie extraída é o complexo neutro. Assim, duas moléculas de TBP terão substituído duas das moléculas de água de hidratação.

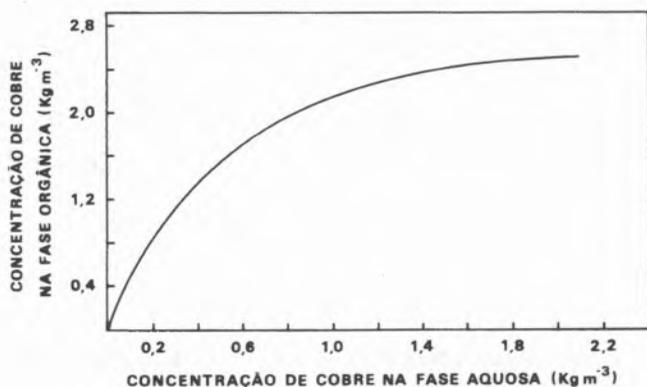


FIGURA 8

Isotérmica de equilíbrio do LIX 64 N (11% em Shellsol, pH = 2).

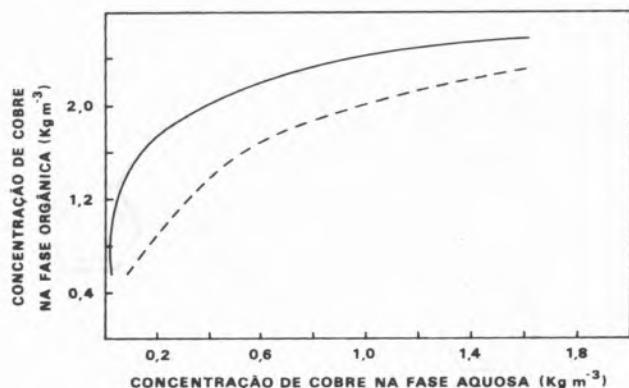
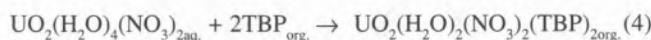


FIGURA 9

Isotérmica de equilíbrio do KELEX 120 (15% em Escald),
(-) pH = 1,9; (---) pH = 1,0.



Situações há, porém, em que não é possível conhecer com exactidão a estrutura do complexo formado. Meios fortemente clorídricos, com FeCl_3 , apresentam espécies catiónicas, neutras e aniónicas em equilíbrio, nomeadamente $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$ e $[\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}_4]^-$. Extractantes como o TBP ou o Éter Etilico podem extrair a espécie neutra ou, simultaneamente, uma aniónica e outra catiónica ou só a aniónica em conjugação com um protão. Para o Cobre foram propostos outros tipos de extractantes derivados da piridina [14] (Ésteres didodeclicos do Ácido Piridina-3,5-dicarboxílico), capazes de remover selectivamente Cobre dos lixiviados de calcopirite em meio clorídrico. Este tipo de compostos foi objecto de um estudo à escala piloto usando o extractante da ICI denominado DS-5443 [15].

Aspectos Tecnológicos

A tecnologia disponível para a aplicação industrial dos

solventes orgânicos em hidrometalurgia condiciona parte dos quesitos presentes no início deste trabalho.

Com efeito, a cinética da extracção, a concentração ideal de metal na fase orgânica, a melhor ou pior facilidade com que esta se separa da fase aquosa, o volume que é necessário manter em circulação, são alguns dos factores que, aliados ao preço, podem forçar a selecção preferencial de um extractante menos específico, bem como o tipo de equipamentos a empregar.

Existem duas situações opostas envolvendo tipos de instalação distintos, que se exemplificam:

Exemplo 1: separação de dois metais com extractantes de baixa especificidade (valores de D muito próximos).

Há evidente necessidade de múltiplos andares em sistemas que são tratados como quási-estacionários. A solução tecnológica privilegia colunas pulsantes de pratos perfurados. O esquema da Figura 10 exemplifica uma instalação com duas colunas em paralelo, uma para extracção, outra para lavagem do solvente e recuperação do metal.

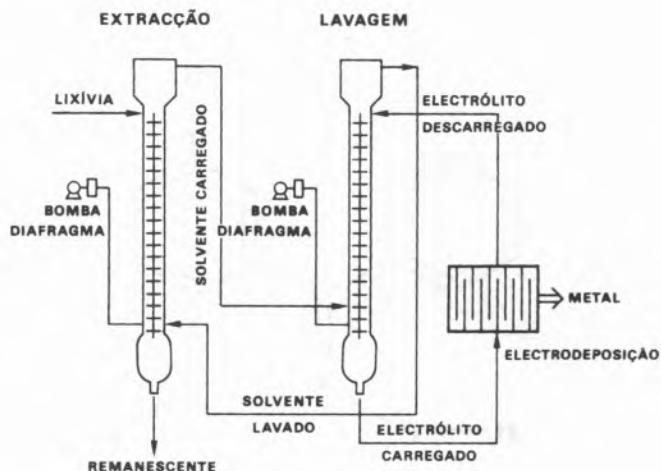


FIGURA 10

Extracção por Solventes em coluna pulsante de pratos perfurados.

Na parte inferior e no topo da coluna existem dois decantadores onde se separam as respectivas fases. Ao longo de toda a coluna é mantido o íntimo contacto entre as fases, por pulsação dos pratos, comandados por uma bomba de diafragma. A fase mais densa é alimentada na parte superior, sendo sucessivamente extraída pela fase menos densa que vai subindo na coluna. No sistema de lavagem, o processo é idêntico.

Em condições normais de trabalho, existe um gradiente de concentrações ao longo da coluna para cada metal, tanto na fase aquosa como na orgânica, sendo possível determinar e estabelecer os pontos mais convenientes de entrada das fases ou de saída de concentrados para cada conjunto de condições extractivas.

Exemplo 2: Situação em que o solvente é altamente específico.

O sistema exige um pequeno número de andares, não sendo muito influenciado pelo tempo de contacto. Neste caso, Figura 11, são usados alternadamente, em bateria, zonas de

mistura ou contacto das duas fases (zona A) com tanques de sedimentação mais ou menos longos (zona B) onde as fases se separam, sendo depois bombeadas para andares seguintes.

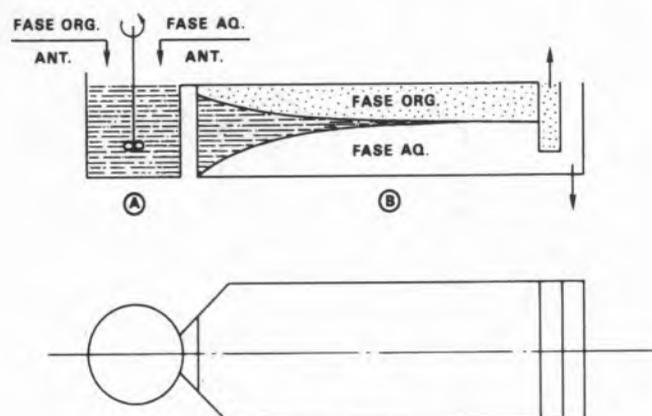


FIGURA 11

Módulo Misturador/Decantador usado em Extração por Solventes.

A cinética de extração condiciona o tempo de residência na zona A, bem como o tipo e velocidade do agitador. A facilidade com que as fases se separam define a extensão e volume da zona B.

O esquema mostra um dos módulos mas, obviamente, uma instalação terá tantos quantos necessários para a extração e lavagem, podendo apresentar dimensionamentos diferentes conforme a conveniência processual.

Um ponto importante a considerar, para ambos os casos, particularmente em extrações com ácidos como o D_2EHPA , é a necessidade de manter ao longo do percurso um pH adequado à extração que se pretende, em função das concentrações na fase aquosa e orgânica.

No segundo tipo de instalação, recorrendo a misturadores decantadores, esse controle de acidez é mais difícil de concretizar.

Nas instalações industriais as várias soluções, tanto as provenientes da lixiviação como as fases orgânica e de lavagem (electrólito carregado) movimentam-se em circuito fechado, de modo a que os efluentes do processo, carentes de tratamento por razões ecológicas, serão unicamente as purgas consequentes da acumulação de impurezas no circuito.

O dimensionamento de uma unidade industrial adequada ao tratamento particular das matérias-primas em causa engloba, além de parâmetros metalúrgicos, a consideração de factores operacionais, envolvendo extensiva investigação laboratorial, modelação computacional dos resultados obtidos e testes em instalações piloto.

Perspectivas futuras

Nos últimos vinte anos, a sensível evolução verificada nos equipamentos, materiais de construção e no desenvolvimento de solventes orgânicos mais selectivos em conjugação com meios computacionais, veio a traduzir-se na ampliação do campo de aplicabilidade da Extração por Solventes, reduzindo significativamente os custos de capital e operativos necessários à implantação industrial.

Independentemente do desenvolvimento que continuará a ocorrer nas áreas dos metais básicos, hoje consagradas e

instituídas, afigura-se como domínio preferencial de investigação o sector de metais preciosos, possibilitando a formulação de extractantes mais sofisticados, cujo preço seria incompatível para metais menos nobres.

É exemplo relevante o processo destinado ao tratamento de resíduos da extração de Cobre e Níquel contendo quantidades significativas de Ouro e Prata e teores de cerca de 1 ppm de Platina, Paládio e outros elementos [16]. Após remoção de alguns dos metais básicos por processos que estão fora do contexto deste trabalho, resulta uma solução clorídrica da qual são extraídos o Ouro, a Platina e o Paládio, sucessivamente, com solventes específicos. O Ródio e Iridio da solução resultante são separáveis com TBP.

As Figuras 12 e 13 resumizam o esquema processual envolvido.

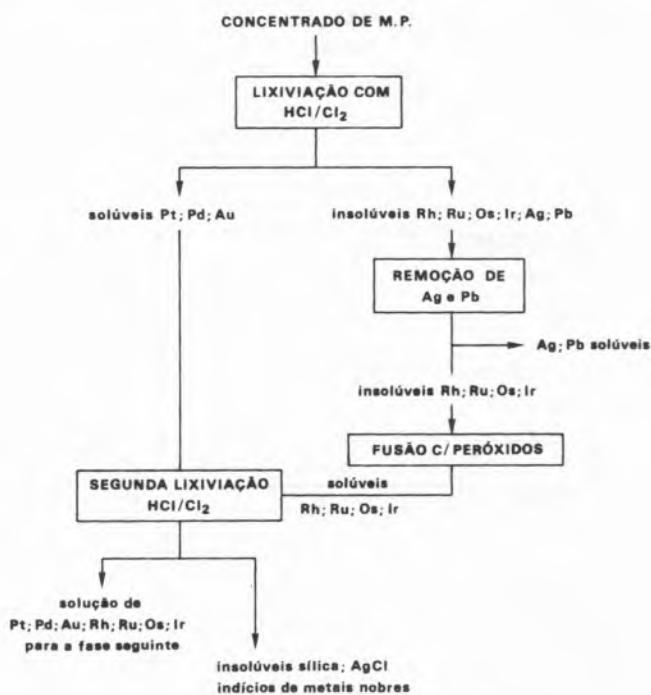


FIGURA 12

Processo de lixiviação de concentrados de Metais Preciosos.

Em 1967 Pedersen [17] provou que certos éteres cíclicos tinham capacidade de incluir íons alcalinos, Sódio e Potássio, de preferência em solventes não próticos. Estes compostos, a que atribuiu o nome de éteres de coroa, são ciclos contendo átomos de oxigénio, como o representado na Figura 14.

Os complexos formados não são planares e o anel distorce-se, criando uma cavidade regular que inclui o catião e onde os átomos de oxigénio ficam igualmente distribuídos numa geometria esférica.

Este facto suscitou interesse no estudo da interacção entre compostos orgânicos e metais (também importante nos mecanismos da acção enzimática), conduzindo à síntese de numerosos compostos actualmente classificados por famílias [18], das quais a mais recente é a dos calixarenos [19].

Este tipo de compostos, dada a possibilidade de conceber não só o volume da cavidade para incluir a espécie como também a posição relativa dos átomos coordenadores, apresenta elevado grau de especificidade. No entanto, a síntese destas substâncias é complexa e de fraco rendimento; por isso, têm

sido aplicadas em membranas iónicas [20] ou em eléctrodos selectivos [21], não sendo utilizáveis em metalurgia extractiva com a tecnologia actualmente disponível.

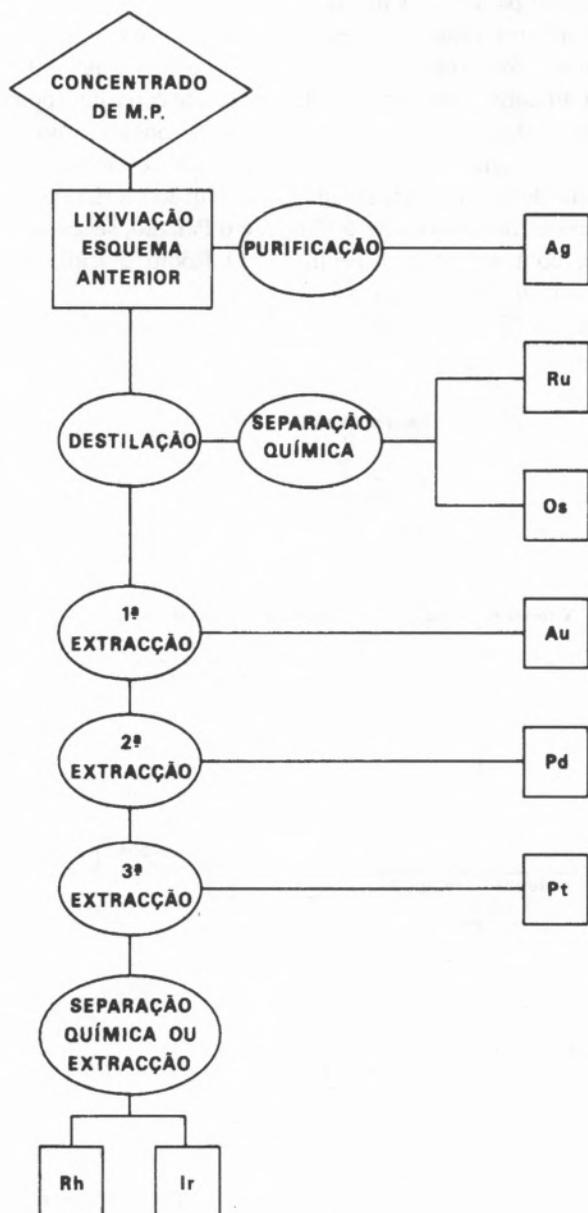


FIGURA 13

Processo de Separação de Metais Preciosos.

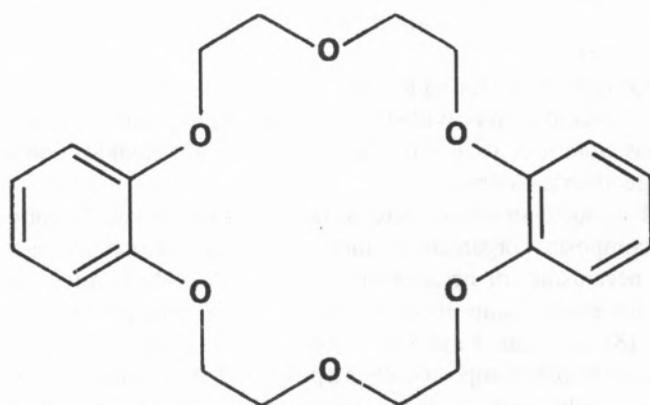


FIGURA 14

2,3,11,12,-dibenzo-1,4,7,10,13,16,-hexaoxociclooctadeca-2,11,-dieno (DB 18 C6)

Neste contexto, verificou-se que a substituição dos átomos de oxigénio por átomos de azoto como, por exemplo, o hexaciclono (Figura 15) e utilizando como solvente a metil-sobutilcetona, é possível separar, a valores controlados de pH, os iões Ag^+ e Pb^{2+} , que têm volumes praticamente idênticos [22].

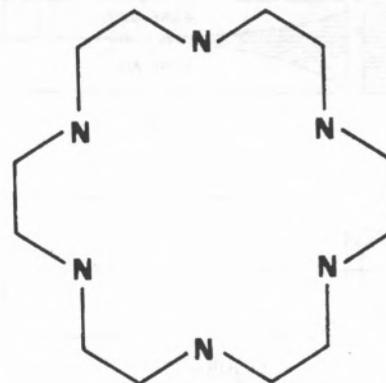


FIGURA 15

1,4,7,10,13,16,-hexaazociclooctadecano (hexaciclono).

Analogamente, a substituição de parte dos átomos de oxigénio por azoto pode também originar melhor especificidade para alguns catiões [23], tendo sido estudados os factores termodinâmicos que condicionam a extracção para cerca de cento e cinquenta diferentes macrociclos em interacção com variados metais [24].

Como seria de esperar para este tipo de compostos, a substituição de alguns oxigénios por enxofre aumenta a sua especificidade para a Prata e Mercúrio, sendo possível extrair selectivamente qualquer dos respectivos catiões [25].

Compostos de forma aberta (não cíclicos) contendo enxofre, como os representados nas Figuras 16 e 17, podem ser igualmente selectivos, dependendo do solvente usado [26, 27].

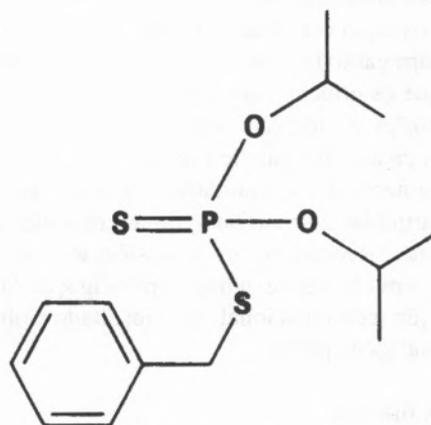


FIGURA 16

0,0-diisopropil-S-benzo-tiofosfato.

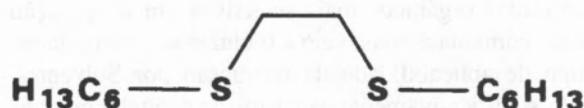


FIGURA 17

1,2-Bis-(hexiltio)-etano.

Por vezes, formas diméricas ou poliméricas destes compostos apresentam melhor especificidade que os monómeros [25]. Foi estudada a influência de alguns factores estereoquímicos na selectividade da extracção [28] e, recentemente, foi proposta uma interdependência espacial entre átomos de oxigénio e de enxofre na extracção de Prata como tioéteres de forma aberta [29].

Pese o extremo interesse, do ponto de vista teórico, deste estudo, deve ter-se em atenção que em extracção metalúrgica é mais frequente a existência de espécies complexas do que de catiões isolados. Por outro lado é possível que novas tecnologias, como o desenvolvimento das membranas em emulsão [30] venham a permitir tirar partido da alta especificidade que este tipo de compostos evidencia.

Conclusão

A versatilidade das técnicas de Extracção por Solventes aplicadas à Hidrometalurgia conduz às soluções purificadas com concentrações metálicas perfeitamente adequadas às exigentes condições da etapa electrometalúrgica que conclui o longo processo extractivo necessário à obtenção do metal, com a qualidade requerida para a subsequente transformação em bens de consumo corrente.

As cada vez mais exigentes condições de protecção ambiental induzirão, forçosamente, o desenvolvimento de novos processos tendentes ao tratamento de resíduos metalúrgicos e de efluentes líquidos contendo metais com teores agressivos para o eco-sistema.

Assim, além do uso intensivo na prática metalúrgica tradicional, novas aplicações se antevêm, obrigando a contínuo trabalho de aperfeiçoamento dos solventes existentes, à investigação de novos sistemas e à evolução e desenvolvimento tecnológico de equipamentos aptos a responderem às necessidades e desafios do futuro.

Agradecimentos

Um dos autores (A.P.P.) agradece ao INIC a bolsa de doutoramento concedida.

Referências

- [1] G. M. Ritcey e A. W. Ashbrook, «Solvent Extraction Principles and Applications to Process Metallurgy», Amsterdam Elsevier Publishers (1984).
- [2] L. M. Ginden e P. I. Bobinov, *Russ J. Inorg. Chem.*, **5**, 906 (1960); *ibid* **5**, 1146 (1960); *ibid* **6**, 1412 (1961).
- [3] P. I. Bobinov e L. M. Gindin, *Int. Chem. Eng.*, **3**, 133 (1963).
- [4] S. Amer. Rev. Metal CENIM, **17**, 31 (1981).
- [5] E. Jackson, «Hydrometallurgical Extraction and Reclamation», Halsted Press, J. Wiley (1986).
- [6] M. Y. Avila, C. Lucion e J. De Cuyper, em Proc. Int. Conf. (Soc. of the Can. Inst. of Mining and Metallurgy) Copper 87 – Vol. 3.
- [7] G. Barthel, *Complex Metallurgy*, **78**, 121 (1978).
- [8] R. Grimm e Z. Kolarik, Proc. Int. Solvent Extraction Conference (Soc. Chem. Ind. London), Lyon (1974), Vol. 1.
- [9] B. Townsend e K. J. Severs, *Mining Magazine* **Jan**, 24 (1989).
- [10] K. J. Suttill, *Engineering & Mining J.*, **Sept**, 24 (1989).
- [11] A. W. Ashbrook, *J. Chrom.* **105**, 141 (1975).
- [12] A. K. Biswas e W. G. Davenport «Extractive Metallurgy of Copper», Pergamon Press, 1980.
- [13] W. D. Jamrack, «Rare Metal Extraction by Chemical Engineering Techniques», Pergamon Press (1968).
- [14] R. F. Dalton, R. Price e P. M. Quan, Proc. Int. Solvent Extraction Conference, Denver (1983).
- [15] R. F. Dalton, R. Price, E. Hermana e B. Hoffmann, *Mining Engineering*, **Jan** (1988).
- [16] J. F. Barnes e J. D. Edwards, *Chem. Ind. March*, 151 (1982).
- [17] C. J. Pedersen, *J. Am. Chem. Soc.*, **89**, 7017 (1967).
- [18] H. M. Powel, «Inclusion Compounds», J. L. Atwood, J. E. Davies e D. D. Mac Nicol Eds. Acad. Press (1984).
- [19] C. D. Gutsche, «Monographie in Supramolecular Chemistry», J. Frazer Ed., the R. Soc. Chem. (1989).
- [20] D. W. McBride, R. M. Izatt, J. D. Lamb e J. J. Christensen, «Inclusion Compounds», J. L. Atwood, J. E. Davies e D. D. Mac Nicol Eds. Acad. Press. (1984).
- [21] N. E. Morf, «The Principles of Ion-Selective Electrodes and of Membrane Transport», Elsevier (1981).
- [22] S. Arpadjan, U. Metewa e P. R. Bontchev, *Talanta* **34**, 953 (1987).
- [23] R. M. Izatt, D. V. Dearden, P. R. Brown, J. S. Bradshaw, J. D. Lamb e J. Christensen, *J. Am. Chem. Soc.* **105**, 1785 (1983).
- [24] R. M. Izatt, J. S. Bradshaw, S. A. Nielsen, J. D. Lamb, J. J. Christensen e D. Sen. *Chem. Rev.* **85**, 271 (1985).
- [25] M. One, K. Kingurg e T. Shono, *Anal. Chim. Acta.* **194**, 293 (1987).
- [26] Y. Shigetoni, T. Kojima, E. Ewamoto e Y. Ymamoto, *Anal. Chim. Acta* **152**, 301 (1983).
- [27] A. Ohki, M. Takagi e K. Ueno, *Anal. Chim. Acta.* **159**, 245 (1984).
- [28] V. F. Toropova, A. R. Garifzyanov e J. E. Panfilova, *Talanta*, **34**, 211 (1987).
- [29] F. Dietze, K. Gloe, R. Jacobi, P. Mühl, J. Beger, M. Petrich, L. Beyer e E. Hoyer, *Solv. Extr. Ion. Exch.*, **7**, 223 (1989).
- [30] R. M. Izatt, G. C. Lindh, R. L. Bruening, P. Huszthy, C. W. Daniel, J. S. Bradshaw e J. J. Christensen, *Anal. Chem.* **60**, 1964 (1988).

SPQ – QUOTAS

Sócio Efectivo	3000\$00
Estudante	1500\$00

BOLETIM

Assinatura (4 números)	2000\$00 (no país)
.....	US\$ (no estrangeiro)
Número avulso	450\$00
.....	(+150\$00 de porte de correio)

PRÉMIO FERREIRA DA SILVA

1991



Uma das principais tarefas da SPQ é estimular a investigação científica no domínio da Química em Portugal. Como uma das formas de atingir este objectivo decidiu a SPQ criar um prémio bienal para homenagear publicamente o químico português que, pelo seu trabalho realizado em Portugal no período dos dois anos anteriores ao da atribuição do prémio, mais tenha contribuído para o avanço da Química em qualquer das suas áreas.

Uma das razões principais para a criação deste prémio foi a constatação de um certo sentimento de frustração pelo facto de o esforço e a qualidade do trabalho de investigação dos nossos químicos não serem reconhecidos nacionalmente, pouco contando, na prática, para as próprias promoções académicas. Esperamos sinceramente que este prémio não venha a ser mais uma desilusão.

Com a escolha do nome para o prémio pretendemos homenagear um químico ilustre português e um dos fundadores da nossa Sociedade. O prémio consistirá numa medalha em prata, a ser cunhada especialmente para o efeito.

O prémio «Ferreira da Silva» representa apenas um início. É de esperar que, acompanhando o crescimento em dimensão e dinamismo da comunidade química portuguesa, venham a ser instituídos outros prémios em áreas mais específicas (orgânica, inorgânica, analítica, química-física, educação, química industrial, engenharia química, etc.). O patrocínio de entidades públicas e privadas para esses vários prémios deve ser procurado e estimulado. A primeira atribuição do prémio foi feita no 5.º Encontro Anual, em 1982 e a segunda no 7.º Encontro Anual, em 1984. Durante alguns anos não foi atribuído. Resolveu a Direcção Nacional atribuir este Prémio em 1991, pelo que se reproduz o regulamento.

As candidaturas serão aceites até 30 de Junho de 1991. O prémio será entregue em 1992, quando da realização do Encontro Nacional de Química.

REGULAMENTO

1.º – O prémio «Ferreira da Silva» tem como principal objectivo o de encorajar a qualidade e quantidade de investigação científica em Portugal no domínio da Química em qualquer das suas áreas.

2.º – Será atribuído bienalmente ao químico português que pelo trabalho produzido em Portugal no período de dois anos imediatamente anterior ao da atribuição do

prémio, mais tenha contribuído para o avanço da Química em qualquer das suas áreas.

3.º – A composição do júri, da responsabilidade da Direcção da SPQ, é a seguinte: 6, 8 ou 10 membros escolhidos de entre os químicos portugueses e sobre os quais haja garantias de poder de julgamento e isenção; o Presidente da SPQ, como membro nato é que preside ao júri.

4.º – O júri deve ser constituído até 6 meses antes da data da entrega do prémio.

5.º – O júri deve considerar os seguintes aspectos, **por ordem decrescente de prioridade**:

- a) qualidade e quantidade do trabalho de investigação publicado;
- b) criação de escola científica, avaliada principalmente em termos de teses produzidas sob a sua orientação;
- c) outros aspectos.

6.º – As candidaturas devem ser propostas ao Presidente da SPQ por 5 professores universitários até 6 meses antes da data da atribuição do prémio. As propostas devem ser acompanhadas de uma justificação e incluir separatas de todos os trabalhos relevantes dos candidatos. As propostas podem também ser feitas em moldes idênticos, por 3 membros do júri.

7.º – O júri reunirá o número de vezes que seja considerado necessário, por convocatória do Presidente da SPQ.

8.º – De cada reunião será lavrada acta; a votação para a atribuição do prémio deve basear-se numa justificação que será lavrada em acta.

9.º – O júri chegará a uma decisão até 31 de Dezembro do mesmo ano.

10.º – A entrega do prémio será feita na sessão inaugural do Encontro Anual da SPQ pelo Presidente da SPQ (ou seu representante) que lerá um pequeno relatório justificativo da decisão do júri.

11.º – O recipiente do prémio fará parte do júri dos dois prémios seguintes.