



INPI
INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0707951-6

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0707951-6

(22) Data do Depósito: 09/02/2007

(43) Data da Publicação do Pedido: 23/08/2007

(51) Classificação Internacional: C22B 11/00; C22B 3/00

(30) Prioridade Unionista: FI 20060149 de 17/02/2006

(54) Título: MÉTODO PARA RECUPERAÇÃO DE OURO

(73) Titular: OUTOTEC OYJ. Endereço: Riihitontuntie 7, 02200 ESPOO, FINLÂNDIA(FI)

(72) Inventor: HAAVANLAMMI, LIISA; HYVÄRINEN, OLLI; TONTTI, REIJO; TIIHONEN, MARIKA

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 02/10/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 02/10/2018

Assinado digitalmente por:
Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

"MÉTODO PARA RECUPERAÇÃO DE OURO"

[001] A presente invenção se refere a um método para recuperação de ouro, em conexão com a produção hidrometalúrgica de cobre, a partir de um resíduo ou produto intermediário contendo enxofre e ferro, que é gerado na lixiviação da matéria-prima de cobre. A recuperação de cobre e ouro ocorre em um ambiente de cloreto. O ouro contido no resíduo ou produto intermediário é lixiviado por meio de cobre divalente, oxigênio e brometo, em uma solução de cloreto de cobre(II)/cloreto de sódio, em condições em que o potencial de redução de oxigênio é no mínimo de 650 mV e o pH entre 0,5 e 2,5.

[002] O método "Hydrocopper™" para fabricação de cobre pela via hidrometalúrgica, a partir de uma matéria-prima contendo cobre, tal como, concentrado de sulfeto de cobre, é descrito na publicação da Patente U.S. No. 6.007.600. De acordo com o método, a matéria-prima é lixiviada em contracorrente com uma solução de cloreto alcalino/cloreto de cobre, em diversos estágios, de modo a formar uma solução monovalente de cloreto de cobre(I). Uma parte da solução que é formada é direcionada para oxidação, executada com gás cloro, após o que o cloreto de cobre(II) gerado é circulado de volta para lixiviação do concentrado. A purificação da solução é realizada no restante da solução formada na lixiviação da matéria-prima. A solução de cloreto cuproso puro é precipitada por meio de hidróxido alcalino em óxido de cobre(I) e o óxido é reduzido posteriormente em cobre elementar. A solução de cloreto alcalino formada durante a

precipitação de óxido de cobre(I) é posteriormente processada em eletrólise de cloro-álcali, a partir da qual o gás cloro e/ou a solução de cloreto obtida é usada para oxidar o cloreto de cobre(I) e/ou lixiviar a matéria-prima, o hidróxido alcalino gerado na eletrólise sendo usado para precipitação do óxido e o hidrogênio gerado sendo usado para redução do cobre elementar. A recuperação do ouro do resíduo da lixiviação não é descrita separadamente em conexão com o referido método.

[003] Diversos métodos são conhecidos no estado da técnica que são usados para lixiviação do ouro, a partir de materiais contendo enxofre e ferro, em conexão com um processo de recuperação de cobre baseado em cloreto.

[004] A Patente U.S. No. 4.551.213 descreve um método, de acordo com o qual o ouro pode ser lixiviado a partir de materiais contendo enxofre, particularmente, de resíduos de processos hidrometalúrgicos. O material de partida preferido para o método é o resíduo do processo CLEAR. O processo CLEAR é um processo de recuperação de cobre hidrometalúrgico, o qual ocorre em um ambiente de cloreto e sob elevada temperatura. O resíduo contendo ouro é elutriado em água e a suspensão obtida é ajustada, de modo a conter 12-38% em peso de cloreto. O potencial de redução-oxidação (redox) é ajustado para a faixa de 650-750 mV e o valor de pH para abaixo de 0. Em seguida, são adicionados à suspensão cloreto de cobre(II) ou cloreto de ferro(III), de modo a oxidar o ouro contido na matéria-prima, após o que o mesmo se dissolve. Na publicação é mencionado que o potencial de

oxidação-redução não deve se elevar acima de 750 mV, pelo fato de que acima desse valor o enxofre irá se dissolver. Não existe nenhuma informação na referida publicação sobre a quantidade de enxofre ou ferro dissolvidos.

[005] A Patente EP 646185 concerne à recuperação de cobre de concentrados sulfídicos mediante lixiviação com cloreto em condições atmosféricas. No estágio final da lixiviação em contracorrente, o ouro é lixiviado diretamente no eletrólito de cobre, zinco e eletrólise de chumbo com um alto potencial de oxidação. É uma característica essencial do método que o alto potencial de oxidação seja obtido por meio de um halogeneto complexo, tal como, BrCl_2^- , que se forma na eletrólise. De acordo com o Exemplo 4, que descreve a lixiviação do ouro, o ouro se dissolve em um potencial de oxidação-redução de cerca de 700 mV, versus Ag/AgCl.

[006] O Pedido de Patente WO 03/091463 descreve um método para lixiviação de ouro a partir de um resíduo de lixiviação ou produto intermediário contendo ferro e enxofre, que são gerados na lixiviação sob condições atmosféricas de cloreto, a partir de concentrado de sulfeto de cobre. A publicação indica que é possível a lixiviação do ouro a partir de um material contendo ferro e enxofre em uma solução aquosa de cloreto de cobre(II) e cloreto de sódio, por meio de cobre divalente e oxigênio, em condições em que o potencial de oxidação-redução é abaixo de 650 mV e o valor de pH da solução se encontra na faixa de 1-3. Nessas condições, o ferro ainda não se dissolve e o enxofre permanece não dissolvido, dessa forma, evitando os custos que são incorridos quando da

remoção de ferro e enxofre da solução. A recuperação do ouro da solução é realizada por meio de um dos métodos citados pelo estado da técnica, tal como, eletrólise ou carbono ativado. O método em questão é satisfatoriamente razoável, mas, na prática, é um pouco lento.

[007] Agora, foi desenvolvido um novo método para lixiviação de ouro a partir de um resíduo de lixiviação ou produto intermediário contendo ferro e enxofre, que são gerados na lixiviação sob condições atmosféricas de cloreto, a partir de concentrado de sulfeto de cobre, sendo essencialmente isento de cobre. Os inventores descobriram que quando o ouro é lixiviado a partir de um material contendo ferro e enxofre em uma solução aquosa de cloreto de cobre(II) e cloreto alcalino e se alimenta um gás contendo oxigênio dentro da solução, uma pequena quantidade de brometo acelera o tempo requerido para o ouro se dissolver. Assim, a lixiviação ocorre por meio de cobre divalente, em condições em que o potencial de oxidação-redução é regulado com oxigênio, na faixa de 600-650 mV, versus eletrodo de Ag/AgCl e o valor do pH da solução é ajustado para a faixa de 0,5-2,5, preferivelmente, 0,5-1,5. A alimentação do brometo acelera a dissolução do ouro, sem fazer com que o potencial de oxidação-redução da lixiviação se eleve acima do valor de 650 mV.

[008] O resíduo ou intermediário contendo ouro é elutriado em uma solução de cloreto alcalino contendo cloreto de cobre(II), proporcionando uma suspensão e o potencial de oxidação-redução requerido para a lixiviação do ouro é obtido

apenas por meio do cobre divalente e do oxigênio. Para intensificar a lixiviação, alguma quantidade de brometo alcalino, tal como, brometo de sódio ou potássio, é alimentada dentro da suspensão que é formada, de modo que a concentração do íon Br da etapa de lixiviação do ouro é de 0,5-30 g/L, preferivelmente, 8-15 g/L. Após o estágio de lixiviação do ouro, a solução contendo ouro é direcionada para a etapa de recuperação de ouro, após o que, a solução é circulada de volta para o estágio de lixiviação.

[009] A lixiviação ocorre em condições atmosféricas a uma temperatura que se situa na faixa entre a temperatura ambiente e o ponto de ebulição da suspensão, preferivelmente, a uma temperatura entre 80°C e o ponto de ebulição da suspensão. A recuperação do ouro da solução é feita usando algum método conhecido do estado da técnica, tal como, eletrólise ou por meio de carbono ativado. O resíduo restante é um resíduo descartável. Quando o ouro tiver sido recuperado da solução, a solução é circulada de volta para o estágio de lixiviação do ouro.

[0010] As características principais da invenção serão evidentes a partir da descrição das reivindicações anexas.

[0011] É vantajoso se correlacionar o método agora desenvolvido com um processo de lixiviação de um concentrado de cloreto de cobre, na forma de um subprocesso. Conforme mencionado acima, um de tal processo é descrito, por exemplo, na Patente U.S. No. 6.007.600. No método em questão, uma matéria-prima contendo sulfeto de cobre, tal como, um concentrado, é lixiviada em contracorrente com uma solução

de cloreto alcalino e cloreto de cobre(II), NaCl-CuCl_2 , em diversos estágios, de modo a formar uma solução monovalente de cloreto de cobre(I), CuCl . A solução de cloreto alcalina formada no processo é processada em eletrólise alcalina de cloro e o hidróxido alcalino, cloro e hidrogênio formados na eletrólise são expulsos em diversos estágios do processo. Um resíduo permanece após a lixiviação do concentrado, o qual contém, principalmente, o enxofre e o ferro da matéria-prima, assim como, o ouro contido na matéria-prima. O método agora desenvolvido focaliza o resíduo da lixiviação do ouro, o qual se forma no tipo de processo mencionado acima. A etapa de lixiviação de um resíduo ou produto intermediário que contém ouro, ocorre, a princípio, separadamente da verdadeira etapa de lixiviação do concentrado, uma vez que a solução da qual o ouro é separado, ao invés de retornar ao circuito de lixiviação do concentrado, é circulada de volta para a lixiviação do ouro.

[0012] O potencial de oxidação-redução no estágio de lixiviação do ouro é medido com eletrodos de Pt e Ag/AgCl e o potencial é mantido com um valor de no máximo 640 mV. Quando o potencial de oxidação-redução é mantido abaixo de um valor de 650 mV, o enxofre não se dissolve do resíduo e permanece como enxofre elementar. A faixa de pH preferido se situa entre 0,5 e 1,5, de modo que o ferro no resíduo permanece a maior parte não dissolvido. O gás de oxidação usado pode ser o ar, ar enriquecido de oxigênio ou oxigênio. A quantidade de cobre divalente, Cu^{2+} na solução é, preferivelmente, de 40-100 g/L, e a quantidade de cloreto de

sódio na faixa de 200–330 g/L.

[0013] Se a solução de cloreto usada na lixiviação do ouro for uma solução de cloreto de sódio, o brometo alcalino a ser alimentado é também, preferivelmente, brometo de sódio. O sódio é de menor preço que o potássio, portanto, o seu uso é justificado. A maior parte do brometo a ser alimentado ao estágio de lixiviação do ouro é na circulação interior ao estágio de lixiviação. No entanto, uma pequena parte do mesmo, 0,5–10%, é removida com o filtrado que se forma durante a filtração executada no resíduo de lixiviação do ouro. Para evitar perdas de bromo, o filtrado é direcionado para o estágio de oxidação pertencente à etapa de lixiviação do concentrado. No estágio de oxidação, uma parte do cloreto de cobre(I) formada na lixiviação do concentrado é oxidada de volta ao cloreto de cobre(II) por meio do cloro formado na eletrólise alcalina do cloro, a qual é alimentada ao estágio final do processo de lixiviação do concentrado. O gás cloro também oxida o brometo no filtrado em gás bromo, o qual é recuperado em um dispositivo lavador/purificador conectado ao estágio de oxidação, no qual o mesmo se dissolve dentro do fluido de lavagem. Quanto ao fluido de lavagem do dispositivo lavador, o mesmo é direcionado para o estágio de lixiviação do ouro. O fluido de lavagem do dispositivo lavador é circulado de volta para o estágio de lixiviação do ouro, no qual a lama do estágio de lixiviação reduz o bromo de volta ao brometo.

[0014] O método da invenção é descrito ainda no fluxograma da Figura 1, em que a recuperação de ouro é combinada com um

processo de lixiviação de concentrado de sulfeto de cobre.

[0015] A Figura 2 é uma representação gráfica do efeito da adição de brometo como uma função de rendimento da velocidade de dissolução do ouro e do potencial de oxidação-redução, de acordo com o Exemplo 1.

[0016] A Figura 3 é uma representação gráfica do efeito adição de brometo na velocidade de dissolução do ouro e no potencial de oxidação-redução, de acordo com o Exemplo 2.

[0017] O fluxograma de acordo com a Figura 1 é um exemplo de uma modalidade da presente invenção. As setas cheias mostradas na Figura 1 descrevem o fluxo de sólidos e as setas tracejadas o fluxo da solução.

[0018] Uma matéria-prima de sulfeto de cobre, tal como, concentrado de sulfeto de cobre, é alimentada dentro do primeiro estágio de lixiviação (1), dentro do qual é circulada uma solução (3), que é uma solução aquosa de cloreto de cobre(II) e cloreto alcalino que sai do segundo estágio de lixiviação (2). Quando se menciona cloreto alcalino, por razões de simplicidade, se menciona apenas cloreto de sódio, embora alguns outros álcalis possam ser usados em seu lugar, se necessário. Cada estágio de lixiviação é apresentado como um bloco único, mas, é evidente, que cada estágio consiste, geralmente, de diversos reatores e de etapas de espessamento. Nos estágios de lixiviação do concentrado de cobre, o cobre se dissolve dentro da solução do processo e a solução é direcionada para a fase de espessamento. Após espessamento no primeiro estágio de lixiviação, a solução transbordante (4) contém cloreto de

cobre, na qual existe cerca de 70 g/L de principalmente cobre monovalente, este sendo direcionado de acordo com o processo Hydrocopper™ para recuperação de cobre (não mostrado em detalhes na figura). A lixiviação dos sólidos contidos no transbordamento mínimo (5) é continuada no segundo estágio de lixiviação (2) com a solução de cloreto (6). A solução de cloreto é formada a partir da solução de cloreto de sódio que é obtida da eletrólise alcalina do cloro pertencente ao processo Hydrocopper™ e a solução de cloreto de cobre(II) que é formada no estágio de oxidação (7) pela parte oxidante do cloreto de cobre(I) (4), o qual é formado no primeiro estágio de lixiviação.

[0019] A solução (3) que sai da fase de espessamento do segundo estágio de lixiviação (2) é direcionada para o primeiro estágio de lixiviação (1) para lixiviar o concentrado. A lixiviação do resíduo (8) que sai do segundo estágio de lixiviação é continuada em um estágio de lixiviação separado (9) para lixiviar o ouro contido no mesmo. O estágio de lixiviação do ouro (9) também, geralmente, ocorre em diversos reatores, porém, por razões de simplicidade, todo o estágio é ilustrado como uma unidade. O precipitado formado no estágio de lixiviação do ouro é lixiviado com uma solução concentrada de cloreto de cobre(II) e cloreto de sódio (10), em que a concentração de Cu^{2+} é de 40-100 g/L e a concentração de cloreto de sódio de 200-330 g/L e a quantidade de brometo calculada como íons bromo é de 0,5-30 g/L. O oxigênio, além disso, é direcionado dentro do estágio de lixiviação, o que permite ao potencial de

oxidação-redução da solução ser elevado para um adequado nível, para a lixiviação do ouro, isto é, para uma faixa de 600-650 mV, versus eletrodo de Ag/AgCl.

[0020] O brometo alcalino, preferivelmente, é brometo de potássio ou brometo de sódio e no estágio anterior de lixiviação, o brometo é direcionado como um sólido finamente moído dentro do estágio de lixiviação de ouro. Uma vez que existe uma circulação fechada da solução no estágio de lixiviação de ouro, a adição contínua de brometo não é necessária e somente uma pequena quantidade que é consumida no processo é substituída subsequente por uma alimentação de brometo. A alimentação de brometo encurta o tempo de lixiviação do ouro, pelo fato do ouro dissolvido como resultado da adição de brometo permanecer na solução e não se precipitar de volta. O ouro, também, possivelmente, se dissolve na forma de um complexo de brometo, mais facilmente que na forma de um complexo de cloreto.

[0021] Ao final do estágio de lixiviação do ouro (9), é realizada a separação dos sólidos. O excesso de fluxo (11) que é formado é direcionado como tal ou é filtrado para recuperação do ouro (12), o que acontece, por exemplo, por meio de carbono ativado em colunas de carbono. Um produto de ouro (13) é obtido das colunas. A solução removida das colunas é uma solução isenta de ouro (10), a qual é recirculada para o estágio de lixiviação do ouro (9). O transbordamento mínimo de espessamento proveniente do estágio de recuperação do ouro, isto é, o precipitado, depois de adicional tratamento normal, tal como, filtração e lavagem

(14), compreende o resíduo final (15), o que inclui quase todo o enxofre do concentrado e a maior parte do ferro. O filtrado do resíduo e a água de lavagem (16) contêm ferro dissolvido em uma pequena quantidade do brometo que circula no estágio de lixiviação do ouro. O filtrado e a água de lavagem (16) são direcionados para o estágio de oxidação (7) do processo de lixiviação do concentrado. O cloro alimentado ao estágio de oxidação oxida o brometo em gás bromo. O gás gerado no estágio de oxidação é direcionado ao dispositivo lavador/purificador de gás pertencente ao estágio, onde o bromo que é gerado se dissolve dentro do fluido de lavagem do dispositivo lavador. O fluido de lavagem do dispositivo lavador (17) é direcionado para o estágio de lixiviação de ouro e a lama do estágio de lixiviação reduz o bromo de volta a brometo. Isso garante que o brometo circula somente nesse estágio.

[0022] A invenção é descrita ainda através dos exemplos seguintes.

[0023] Exemplo 1

[0024] Em um determinado teste, um resíduo contendo uma média de 7 g/t de ouro, que foi formado na lixiviação de uma matéria-prima contendo sulfeto de cobre, foi lixiviado como um teste de batelada. O resíduo foi lixiviado em testes de batelada em um reator de 5 L, o qual foi equipado com eletrodos on-line, para a medição do pH e do potencial de oxidação-redução. Os testes foram realizados a uma temperatura de 95°C. O tempo de lixiviação do ouro estimado foi de 30-40 horas. No início da lixiviação, o pH foi ajustado

para um valor de 2,0 por meio de alimentação de oxigênio e ácido clorídrico, após o que, o pH foi deixado diminuir livremente, mas não abaixo de um valor de 0,5. O pH deve ficar abaixo de um valor de 2,5, também, no início da lixiviação, para prevenir o cobre da solução se precipitar como atacamita. Durante a lixiviação, o potencial redox foi elevado gradualmente (acima de 5-8 horas) para um valor de 580 mV e, em seguida, foram adicionados 15 g/L de brometo de sódio para melhorar a lixiviação do ouro. A adição de brometo foi repetida em intervalos de 10 horas e, nesse ponto, a quantidade foi de 10 g/L. Os resultados são ilustrados no diagrama 2. A adição de brometo apresenta um efeito benéfico com relação à dissolução do ouro, particularmente, em níveis de potencial mais baixos. Quando teve a presença de brometo de sódio na solução, o ouro se dissolveu com um potencial de 630 mV, o que é um potencial fácil de ser obtido com alimentação de oxigênio.

[0025] Exemplo 2

[0026] O efeito do bromo em um circuito contínuo de lixiviação foi testado em uma corrida piloto de laboratório. A circulação de lixiviação do circuito do ouro não foi conectada ao circuito de lixiviação do concentrado de cobre; somente os sólidos isentos de cobre do circuito de lixiviação do concentrado de cobre foram transferidos para o estágio de lixiviação do ouro. Havia dois reatores de lixiviação de 5 litros no estágio de lixiviação do ouro, ambos compreendendo chicanas, misturadores e eletrodos on-line para medição do pH e do potencial redox. A temperatura do circuito de

lixiviação nos reatores de lixiviação foi de 95°C. O tempo de retenção dos sólidos nos reatores foi de 10-15 horas. O pH do primeiro reator de lixiviação foi mantido em um valor de 1,0 e o pH do segundo reator foi de 0,9. O potencial redox na lixiviação foi no mínimo de 630 mV. A concentração do íon Cu^{2+} da solução foi de 60 g/L e a concentração de NaCl de 250 g/L. O progresso da lixiviação é ilustrado no diagrama 3. Foram adicionados 8-10 g/L de bromo à solução do circuito de ouro no ponto número (5). Como mostra o diagrama, após a adição de bromo, a concentração do ouro da solução duplicou.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para recuperação de ouro a partir de um resíduo ou intermediário de lixiviação essencialmente isento de cobre, compreendendo ferro e enxofre, o qual é gerado em um processo sob condição atmosférica de lixiviação por cloreto de uma matéria-prima sulfídica de cobre, em que o ouro é lixiviado a partir do resíduo ou do intermediário por:

colocar o resíduo ou intermediário em contato com uma solução aquosa de cloreto de cobre (II) e cloreto alcalino à pressão atmosférica para formar uma suspensão;

introduzir um gás contendo oxigênio à suspensão;

manter o potencial de oxidação-redução da suspensão em um valor de no máximo 650 mV versus eletrodo de Ag/AgCl;

adicionar brometo alcalino à suspensão em uma quantidade tal que a quantidade de íons bromo dissolvidos na solução seja de 0,5 - 30,0 g/L;

manter a quantidade de cobre divalente na suspensão de 40 - 100 g/L;

manter a temperatura da suspensão na faixa entre 80°C e o ponto de ebulição da suspensão;

manter o pH da suspensão em um valor de 0,5 - 2,5; e

recuperar o ouro lixiviado, e um precipitado não dissolvido formado no estágio de lixiviação do ouro compreendendo um resíduo contendo enxofre e ferro;

caracterizado pelo fato de que recuperar um precipitado não dissolvido compreende:

filtrar (14) e lavar com água o precipitado não dissolvido

para obter um filtrado (16) em que o filtrado e a água de lavagem contêm uma amostra de brometo que é 0,5 - 10% da quantidade total de íons brometo dissolvidos na suspensão; e oxidar o filtrado e a água de lavagem (16) em um estágio de oxidação (7) de um processo de lixiviação de concentrado de sulfeto de cobre, em que o brometo no filtrado e na água de lavagem (16) é oxidado em gás bromo por meio do gás cloro;

recuperar o gás bromo resultante por meio de um dispositivo lavador/purificador no estágio de oxidação (7); e recircular um fluido de lavagem (17) do dispositivo lavador/purificador de gás contendo gás bromo para o estágio de lixiviação do ouro (9).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a quantidade de íons brometo dissolvidos na suspensão é de 8 - 15 g/L.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o brometo alcalino é brometo de sódio ou potássio.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente reduzir o gás bromo contido no fluido de lavagem do dispositivo lavador/purificador de gás em brometo no estágio de lixiviação do ouro.

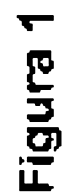
5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a manutenção do potencial de oxidação-redução da suspensão no estágio de lixiviação do ouro compreende manter o potencial de oxidação-redução na

faixa de 580 - 640 mV.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a manutenção do pH da suspensão no estágio de lixiviação do ouro compreende manter o pH em um valor de 0,5 - 1,5.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a quantidade de cloreto alcalino na suspensão no estágio de lixiviação do ouro é de 200 - 330 g/L.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o gás contendo oxigênio é ar, oxigênio ou ar enriquecido com oxigênio.



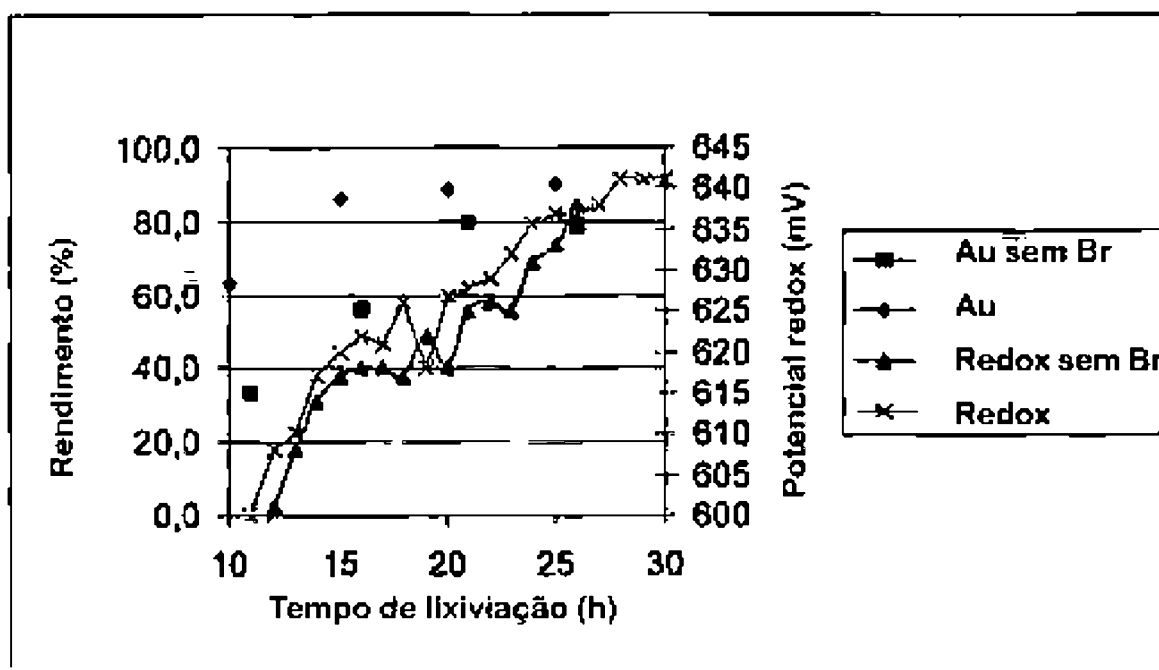


Figura 2

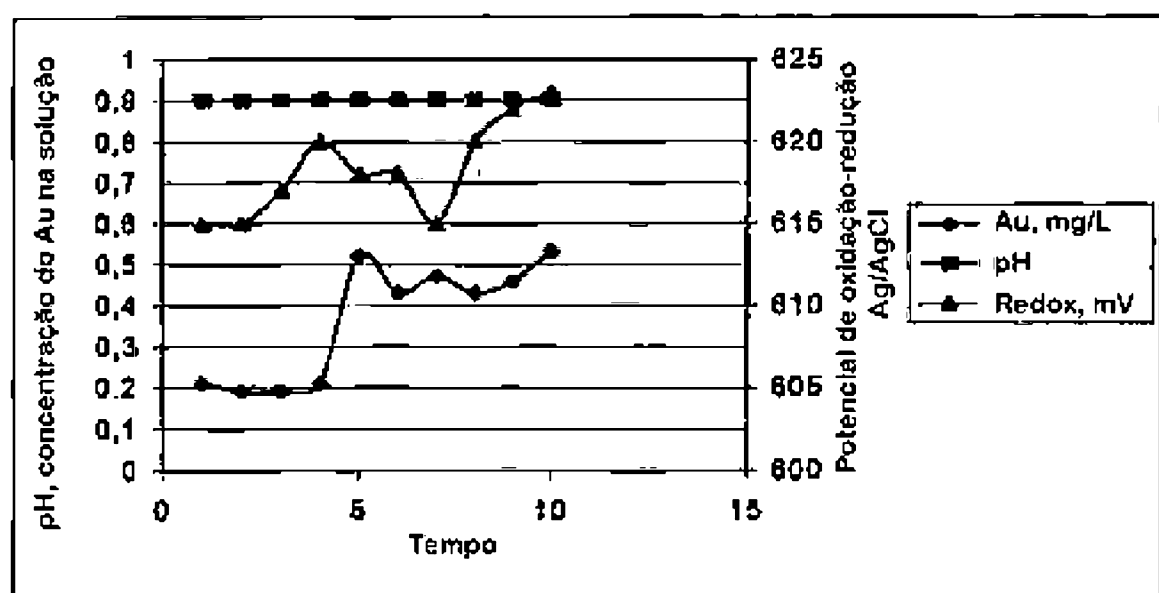


Figura 3