

Señora Jefe
División de Nuevas Creaciones
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 06-119666- -00003-0000
Fec. 2007-03-28 15:39:58 Dep. 2020 NUECREACIONES
Tra. 2 PATENTES
Eve: 1 REGDEPOSITO
Act 444 RESPUESTAREQUE Fofos. 110

57

Referencia: Solicitud de privilegio para patente de invención
Título: Proceso para la extracción de níquel, cobalto, y otros metales base de menas de laterita mediante usar lixiviado por acumulación y el producto que contiene níquel, cobalto y otros metales de menas de laterita.
Expediente No. 06-119.666
Solicitante: Companhia Vale do Rio Doce
Asunto: Respuesta a oficio No. 14599 notificado el 21 de diciembre de 2006.

JESÚS M. MÉNDEZ BERMÚDEZ, identificado con cédula de ciudadanía No. 13.491.525 de Bogotá y con Tarjeta Profesional de Abogado No. 99.678 del Consejo Superior de la Judicatura, como apoderado de la sociedad Companhia Vale do Doce, teniendo en cuenta la solicitud de prórroga solicitada el día 19 de febrero de 2007, por medio de la presente me permito allegar los siguientes documentos, con el fin de responder al requerimiento citado en la referencia:

1. Cesión de derecho de patente otorgado por los inventores Geysa Santos de Pontes Pereira y Oliver Renato de Araújo Gobbo, al solicitante Companhia Vale do Rio Doce.
2. Documento de prioridad No PI 0505828 del 28 de noviembre de 2005, la cual fue reivindicada en la solicitud de privilegio para patente de invención.
3. Documento de prioridad No PI 0605643-1 del 30 de octubre de 2006, la cual fue reivindicada en la solicitud de privilegio para patente de invención bajo el número preliminar 014060011923 de la Oficina Brasileira de Patentes.
4. Así las cosas amablemente solicito se continúe con el trámite de la solicitud y se conceda el registro para el privilegio de patente en referencia.

NOTIFICACIONES

Recibiré notificaciones en la Secretaría de ése Despacho y en mi oficina, ubicada en la diagonal 83 A No. 23-90 de esta ciudad.

ANEXOS

Lo indicado.

De la Señora Jefe,

JESÚS M. MÉNDEZ BERMÚDEZ
C.C. No. 13.491.525 de Bogotá
T.P.A. 99.678 del C. S. de la J.

CESION DE DERECHOS SOBRE INVENCION

GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA mayor de edad, ciudadano brasilero y residente en Rua Cónsul Walter, 345, Ap. 302, Belo Horizonte- Minas Gerais, 30575-140, Brasil, y OLIVER RENATO DE ARAÚJO GOBBO, mayor de edad, ciudadano brasilero y residente en Rua Deputado André de Almeida, 149/302, Belo Horizonte-Minas Gerais, 31330-530, Brasil, quienes actúan en su propio nombre, en adelante denominados LOS CEDENTES, declaran a través del presente documento que son los inventores de la creación: denominada "PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES BASE DE MENAS DE LATERITA MEDIANTE USAR LIXIVIADO POR ACUMULACIÓN Y EL PRODUCTO QUE CONTIENE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MENAS DE LATERITA"

Ahora considerando que:

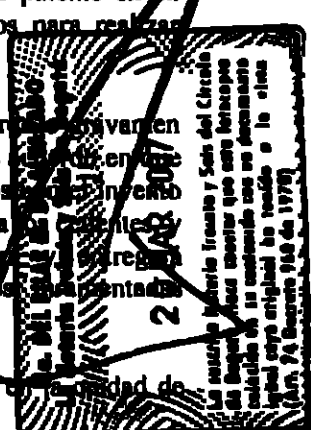
COMPANHIA VALE DO RIO DOCE., sociedad debidamente constituida de acuerdo con las leyes de Brasil, con domicilio en BR 381-Km 450-Caixa Postal 9 -33040-900- Sta. Luzia MG- Brazil, en adelante denominada como LA CESIONARIA desea adquirir todos los derechos de propiedad industrial respecto de la creación anteriormente señalada, incluso el derecho a solicitar y obtener el privilegio de patente en su nombre para Colombia y en cualquier otro país.

En consecuencia:

El presente documento certifica que en consideración al pago realizado por LA CESIONARIA a los CEDENTES de la suma de US \$ 1.00 (Un dólar de los Estados Unidos de América), recibidos a satisfacción, los CEDENTES transfieren a LA CESIONARIA todos los derechos de propiedad industrial sobre la creación mencionada, incluso el derecho a solicitar y obtener el privilegio de patente en su nombre en Colombia y en cualquier otro país. Además incluyendo todos los derechos para realizar cualquier mejora para el invento, división, renovación, sustitución o re-expedición de ella.

Los cedentes manifiestan que no se ha hecho ni se hará ninguna asignación, venta, acuerdo o convenio que pueda entrar en conflicto con la presente transferencia. Los cedentes además están de acuerdo en que el cesionario bajo su solicitud, obtendrá oportunamente todos los documentos relacionados con el invento y sus equivalentes legales en otros países, según como pueden ser conocidos y accesibles a los cedentes. Y testificará ante cualquier interferencia o litigio relacionado con ellos y ejecutará oportunamente a la cesionaria todos los documentos, instrumentos o declaraciones requeridas para solicitar, obtener, mantener, expedir y ejecutar dicha Patente de Invención.

Para constancia se suscribe el presente contrato en dos (2) ejemplares del mismo tenor, en la ciudad de Belo Horizonte a los 09 días de 02 de 2006.



(Firma del Inventor)

Handwritten signature of G. M. Pereira

SEDE DO TRIBUNAL DO J.º OFÍCIO
Belo Horizonte - MG

SEDE DO TRIBUNAL DO J.º OFÍCIO
Belo Horizonte - MG

CONSULADO
DE COLOMBIA

SEDE DO TRIBUNAL DO J.º OFÍCIO
Belo Horizonte - MG

CARTÓRIO OLIVEIRA
RUA DOS GUAYMARAS, 437 - CEP 30180-100 - BELO HORIZONTE - MG - TELEFAX: (011) 3222-45
TABELÃO: ANTÔNIO DANIEL DE OLIVEIRA
Reconheço como verdadeira a(s) firma(s) de:
GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA
Belo Horizonte, 12/02/2007 17:09:45 30498
Em Teste, da verdade.
Cláudio Alberto Ribeiro de Araújo
EML: R\$2,39 F.G.R. Irregularidade: R\$ 0,00 Total: R\$2,39

CARTÓRIO OLIVEIRA
RUA DOS GUAYMARAS, 437 - CEP 30180-100 - BELO HORIZONTE - MG -
TABELÃO: ANTÔNIO DANIEL DE OLIVEIRA
Reconheço como verdadeira a(s) firma(s) de:
OLIVER RENATO DE ARAÚJO GOBBO
Belo Horizonte, 09/02/2007 09:02:15 18537
Em Teste, da verdade.
Cláudio Alberto Ribeiro de Araújo
EML: R\$2,39 F.G.R. Irregularidade: R\$ 0,00 Total: R\$2,39

CONSULADO GENERAL DE COLOMBIA EN SAO PAULO:

N.º 791

El suscrito Cónsul General de Colombia CERTIFICA: que el señor **CLAUDIO ALBERTO R. DE ARAUJO** que exhibe el presente documento ojalado legalmente, en la fecha allí expresada las funciones de **ESCRIBIENTE** y que la firma y sello que en el documento aparecen como suyos, son los que usa y seculumbra en sus roles oficiales. El Cónsul no asume responsabilidad alguna por el contenido del documento.

23 02 2007

Sao Paulo, **23 de febrero de 2007** (water marks)

PAGADO IMPUESTO DE TIMBRE

"Si está conforme con el servicio prestado, diríjase al Área de Cuentas y Reclamos del Ministerio de Relaciones Exteriores, Carrera 8 N.º 8-48, Bogotá, D.C., Colombia; email: cuentas@minrelex.gov.co"

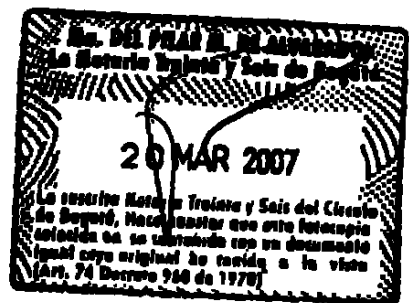


CARLOS MARIANO CERO MONTEJO

JEFE DE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL
2007 MAR 23 A
JEFE DE LEGALIZACIONES
BOGOTA D.C.

MINISTERIO DE
RELACIONES EXTERIORES

578979
DON LOS APO
COPIA PARA APOSELE EN EL
DOCUMENTO DESEMPLEA
LAS FUNCIONES INDICADAS



3
59

EDGAR HERMES PAIXÃO PARDO

Traductor oficial - Tradutor Juramentado

Español - Português
Português - Espanhol

Traducción oficial, parcial, de un documento que me fue presentado en lengua portuguesa, trabajo realizado en función de mi cargo de traductor juramentado de esta ciudad de Santafé de Bogotá:

Contenido del documento:

CESIÓN DE DERECHOS DE INVENCION

Belo Horizonte, 9 de febrero de 2006

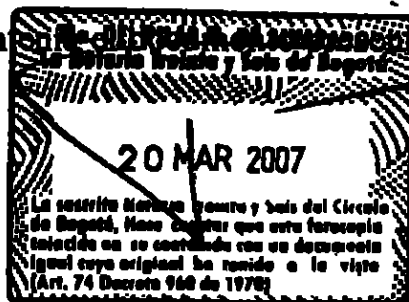
2 Firmas ilegibles. Señales de la notaría 10ª indican las firmas anteriores.

Notaría Oliveira. Notario: Antônio Daniel de Oliveira. Reconozco verdaderas las firmas de Geysa Santos de Pontes Pereira y Oliver Renato de Araújo Gobbo. Belo Horizonte, 9 y 12 de febrero de 2007. Firma ilegible, Cláudio Alberto Ribeiro de Araújo. Estampillas de fiscalización debidamente anuladas por sellos de la notaría. Una señal del Consulado de Colombia indica la firma anterior.

Sello del Consulado de Colombia en São Paulo, N° 731, legalizando la firma de Cláudio Alberto R. de Araújo, escribiente autorizado de la notaría de Belo Horizonte, MG. 23 de febrero de 2007. Firma ilegible, Carlos Mauricio Acero Montejo, Cónsul General. Sello del Consulado.

Sello del Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia legalizando la firma de Carlos Acero. N° 578979. 13 de marzo de 2007. Firma ilegible, Jefe de legalizaciones.

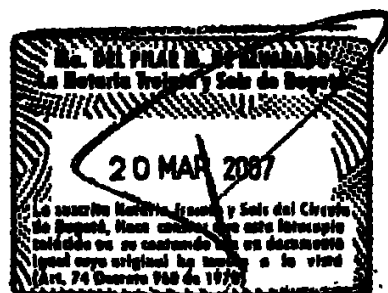
Era todo cuanto contenía el documento presentado. Es una traducción fiel y parcial.

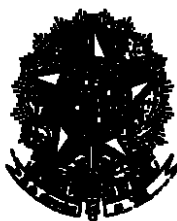


Edgar Hermes Paixão Pardo
C.G. 17-255 Del. de Bogotá
Ministerio de Justicia

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO
2007 MAR 20 A 9 46
Jefe de Realizaciones
BOGOTÁ D.C.

MINISTERIO DE
RELACIONES EXTERIORES
581230
Edgar Pineda
Cuarto de Realizaciones
DOCUMENTO DE SENTENCIA
LAS FUNCIONES INDICADAS





REPUBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior.
Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Diretoria de Patentes

CÓPIA OFICIAL

PARA EFEITO DE REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE

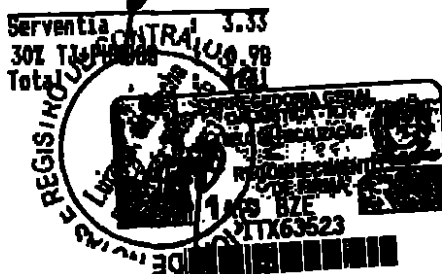
O documento anexo é a cópia fiel de um
Pedido de Patente de Invenção.
Regularmente depositado no Instituto
Nacional da Propriedade Industrial, sob
Número PI 0505828-7 de 28/11/2005.

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.


OSCAR PAULO BUENO
CHIEFE DA SEPDOC
MAT. 00449117

Ofício de Notas e Reg. de Contratos Marítimos. R. do Acre 28-Centro
RJ. 2253-3459. Tabelião: Aloir Melchades de Souza. Reconheço
por semelhança a firma de: OSCAR PAULO BUENO
Cod: 076A15ADC2FD (LUIZA)
Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.
Em testemunho _____ da verdade.
LUIZA SOARES DA ROCHA

Serventia 3.33
30% 114.998
Total 118.331



61

Protocolo

Número (21)

DEPÓSITO

Pedido de Patente ou de
Certificado de Adição



PI0505828-7

Depósito

(de depósito)

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:

O requerente solicita a concessão de uma patente na natureza e nas condições abaixo indicadas:

1. Depositante (71):

1.1 Nome: COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

1.2 Qualificação: Mineradora

1.3 CGC/CPF: 33.592.510/0217-47

1.4 Endereço completo: BR 262 - KM 296 - DISTRITO DE SANTA LUZIA - MG

1.5 Telefone: (31) 3691-4496

FAX: (31) 3691-4412

() continua em folha anexa

2. Natureza:

☒ 2.1 Invenção ☐ 2.1.1. Certificado de Adição ☐ 2.2 Modelo de Utilidade

Escreva, obrigatoriamente e por extenso, a Natureza desejada: **PI (Privilégio de Invenção)**

3. Título da Invenção, do Modelo de Utilidade ou do Certificado de Adição (54):
PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LÁTERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS.

() continua em folha anexa

4. Pedido de Divisão do pedido nº. _____, de ____/____/____.

5. Prioridade Interna - O depositante reivindica a seguinte prioridade:

Nº de depósito _____ Data de Depósito _____ (66)

6. Prioridade - o depositante reivindica a(s) seguinte(s) prioridade(s):

País ou organização de origem	Número do depósito	Data do depósito

() continua em folha anexa

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

62

7. Inventor (72):
() Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) nome(s)
(art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)

7.1 Nome: **GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA**

7.2 Qualificação: Brasileira – Engenheira Química – CRQ 02300656

7.3 Endereço: RUA CÔNSUL WALTER, 345 – APT. 302 – BURITIS – BELO
HORIZONTE - MG

7.4 CEP: 30575-140

Telefone (31) 3373-5916

(x) continua em folha anexa

8. Declaração na forma do item 3.2 do Ato Normativo nº 127/97:

() em anexo

9. Declaração de divulgação anterior não prejudicial (Período de graça):
(art. 12 da LPI e item 2 do Ato Normativo nº 127/97):

() em anexo

10. Procurador (74):

10.1 Nome e CPF/CGC: **DENISE NAIMARA DOS SANTOS TAVARES – 270.098.668-00**

10.2 Endereço: Rua Oliveira, 213 – Ap. 601 – Cruzeiro – Belo Horizonte - MG

10.3 CEP: 30310-150

10.4 Telefone (31) 36914496

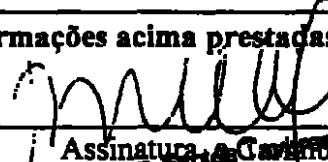
11. Documentos anexados (assinale e indique também o número de folhas):
(Deverá ser indicado o nº total de somente uma das vias de cada documento)

x	11.1 Guia de recolhimento	01 fls.	x	11.5 Relatório descritivo	08 fls.
x	11.2 Procuração	01 fls.	x	11.6 Reivindicações	03 fls.
	11.3 Documentos de prioridade	fls.	x	11.7 Desenhos	02 fls.
	11.4 Doc. de contrato de Trabalho	fls.	x	11.8 Resumo	01 fls.
	11.9 Outros (especificar):				fls.
	11.10 Total de folhas anexadas:				16 fls.

12. Declaro, sob penas da Lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras

Santa Luzia, 28/11/05

Local e Data


Assinatura de Denise Naimara Santos Tavares
Procurador - API 1157

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

7. Inventor (72):

() Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) nome(s)
(art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)

7.1 Nome: **OLIVER RENATO DE ARAÚJO**

7.2 Qualificação: **Brasileiro - Engenheiro Químico - RG 28.204.648-3 - SP**

7.3 Endereço: **RUA DEPUTADO ANDRÉ DE ALMEIDA, 149, AP. 302 - OLHO PRETO -
BELO HORIZONTE - MG**

7.4 CEP: **31330-530**

Telefone (31) 9963-9939

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

8
64

02

**"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL
E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS
UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS".**

O presente relatório a ser descrito, trata de um processo de
5 lixiviação em pilha, ou seja, um processo de extração de componentes solúveis
de uma mistura de sólidos empilhados, pela ação de ácidos, e mais
particularmente, a um processo contínuo onde a lixiviação do minério é realizada
em contra corrente utilizando pelo menos 3 estágios, sendo que cada estágio
corresponde a um setor da pilha ou a uma pilha de minério, tornando assim o
10 processo de extração de níquel em minério laterítico mais atrativo
economicamente.

Como é de conhecimento de todos os técnicos cursados
nessa ciência, o minério de níquel pode ser classificado em dois tipos principais,
segundo sua composição: o sulfetado e o saprolítico (também conhecido como
15 oxidado). Originados em camadas subterrâneas abaixo da região saprolítica
(região rica em argila), os depósitos de minério sulfetado correspondem a cerca
de 20% das reservas de níquel do ocidente, sendo principalmente encontrados
na Austrália, seguidos do Canadá, China, África do Sul e Zimbábue. Cerca de
55% da produção total de níquel é oriunda de minérios sulfetados.

20 O minério saprolítico ocorre em região mais superficial. Seus
depósitos são situados principalmente no Brasil, Cuba, Austrália, Nova
Caledônia e Filipinas e possuem teores médios de níquel em torno de 1,95% e
teores de óxido de ferro acima de 24%, além da presença de cobalto e
magnésio. O minério laterítico corresponde a aproximadamente 80% das
25 reservas conhecidas de níquel.

A crescente preocupação com a oferta de minério e a redução
dos custos de extração tem motivado uma maior utilização do minério de níquel
de origem laterítica. Dois pontos reforçam o aumento de sua utilização, as

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

reservas de níquel sulfetado envolvem elevado custo de extração e os minérios lateríticos apresentam teores de níquel superiores aos minérios sulfetados, proporcionando um maior rendimento, como pode ser evidenciado na tabela a seguir:

	Minério (mil t)	Teor (%)	Níquel (mil t)	%
Níquel sulfetado	10.594	0,58	62	31
Níquel laterítico	10.382	1,34	140	69
Total	20.976	0,96	202	100

5 Fonte: Mineração e Metalurgia, Maio/2000

Os minérios lateríticos podem ser tratados por rota hidrometalúrgica ou pirometalúrgica, sendo que esses processos normalmente têm alto consumo energético, como é o caso dos processos de fusão de matte, fusão para produção de FeNi e lixiviação amoniaca, tornando assim
10 antieconômico o aproveitamento de minérios lateríticos de níquel de baixo teor. A lixiviação sulfúrica a altas pressões apresenta um menor consumo energético, mas requer um elevado investimento em função dos equipamentos e do ambiente corrosivo.

Atualmente, os processos de lixiviação amoniaca e lixiviação
15 sulfúrica sob pressão têm sido as duas principais tecnologias hidrometalúrgicas utilizadas para a recuperação de níquel e cobalto de lateritas. Além do tratamento químico relativamente agressivo e alto investimento de capital, têm forte dependência nos custos de combustível e ácido sulfúrico/enxofre, respectivamente.

20 O processo de lixiviação sulfúrica sob pressão, embora não apresente ganhos significativos em termos de custo de capital em relação às tecnologias mais convencionais, possibilita a obtenção de níquel com grandes vantagens econômicas em termos de custo operacional. O processo possibilita também a recuperação de cobalto em níveis elevados, gerando energia

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

suficiente ao ciclo operacional. Porém, requer elevadas escalas de produção.

Os altos preços do níquel e do cobalto também têm influenciado a indústria a buscar alternativas de processos que reduzam os custos operacionais, para manter a rentabilidade do negócio em níveis de
5 preços mais baixos para o níquel e cobalto.

O grande interesse despertado nos últimos anos para a produção de níquel está fazendo surgir uma série de novas rotas de processo para o tratamento de minérios lateríticos, destacando-se dentre essas, a aplicação de lixiviação em pilhas. A lixiviação em pilhas é uma operação que se
10 caracteriza por envolver baixos custos de investimento e operacionais, e também já bastante conhecida e extensivamente aplicada a minérios de cobre, urânio e ouro, principalmente.

Apesar de amplamente utilizadas, as técnicas convencionais de extração de metais de minério lateríticos podem tornar o processo inviável
15 economicamente, principalmente pela variação de preço de combustíveis e ácidos necessários nos ditos processos.

A utilização de lixiviação em pilhas para minérios lateríticos representa um marco tecnológico para a indústria do níquel, pois além de viabilizar a exploração de depósitos pequenos ou de baixos teores, pode ser
20 uma alternativa de processamento mineral com investimento significativamente menor quando comparado aos processos convencionais já mencionados anteriormente.

Embora já estudado e publicado em outros documentos, tais como os processos de patente GR 1001555, GR 1003569T, US 6312500, WO
25 2004/031422 e WO 2005/005671, os conceitos de lixiviação em pilha já alvitados, apresentam condições de processo e configurações de sistemas diferentes dos que serão propostos no pedido de patente em questão, como podemos evidenciar ao longo do relatório descritivo.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

4
67
30

A patente GR 1001555 reivindica o que diz respeito à utilização de múltiplas recirculações da solução lixivante na pilha de minério, com ou sem correção de pH e com substituição da solução quando necessário, além de reivindicar a umidificação homogênea do minério com água antes da disposição em pilhas.

A patente GR 1003569T descreve praticamente as mesmas características que as descritas na patente GR 1001555, com a substituição da água comum por água de variadas composições químicas ou água proveniente de efluentes industriais/municipais ou ainda por água do mar, alegando-se que isso não afeta a extração de níquel e ainda aumenta as quantidades recuperáveis de Mg, Ca e Na a partir do licor percolado.

A patente US 6312500 reivindica o método da formação de uma pilha pela mistura de minério com ácido sulfúrico concentrado, aplicação de solução lixivante de ácido sulfúrico no topo e recolhimento do licor percolado em um reservatório para processamento, porém o minério de níquel deve conter pelo menos 10% em peso de componentes argilosos, possuir tamanho inferior a 1 polegada e ser submetido a uma etapa de cura.

A mesma patente ainda reivindica a adição de solução de ácido sulfúrico em fluxos de cerca de $10\text{L}/(\text{h}.\text{m}^2)$ e de $20\text{L}/(\text{h}.\text{m}^2)$ e a utilização de mais de uma pilha, sendo uma em espera.

A patente WO 2004/031422 menciona que o método não é específico para o níquel, porém em uma de suas reivindicações inclui esse elemento. Reivindica-se que o minério deve ser aglomerado. A solução lixivante, reivindicada, contém ácido sulfúrico e dióxido de enxofre dissolvido e é feita uma purga da solução para o circuito de recuperação de níquel, sendo que dito ácido sulfúrico da solução lixivante apresenta uma concentração de cerca de 75 g/l.

A patente WO 2005/005671 reivindica a utilização da fração de baixos teores do minério na lixiviação em pilhas e da fração rica na lixiviação

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

atmosférica e/ou em alta pressão. Ainda reivindica-se a recuperação do níquel (via processos hidrometalúrgicos conhecidos) a partir dos licores, sejam eles resultantes da lixiviação em pilhas, da lixiviação atmosférica de alta pressão ou de uma mistura deles.

5 A mesma patente também reivindica a utilização do minério após a separação da fração limonítica da fração saprolítica (formação de pilhas separadas para cada fração de baixos teores).

O pedido de patente em questão, diferentemente dos já aludidos, apresenta como proposta um método de processamento contínuo
10 onde a lixiviação do minério é realizada em sistema contra-corrente (4) onde são usados pelo menos 3 estágios, sendo que cada estágio é representado por um setor de pilha ou por uma pilha.

É ainda objetivo da presente invenção apresentar uma opção bastante competitiva para extração do níquel, cobalto, zinco, cobre entre outros
15 metais básicos de minério laterítico, com investimento e custos operacionais inferiores às demais rotas tecnológicas estabelecidas, bem como resolver economicamente o problema de extração de níquel de minério de baixo teor e/ou de depósitos pequenos.

Outro objetivo da presente invenção é reduzir
20 significativamente o consumo de ácido sulfúrico pelo sistema, atingindo níveis de 350kg de ácido por ton de minério tratado, com extrações de níquel variando de 70% a 90% dependendo da composição mineralógica, além de proporcionar um menor ciclo de lixiviação e favorecer o balanço hídrico do sistema e apresentando melhor seletividade para a extração dos metais de interesse, em
25 relação à ganga, além de diminuir drasticamente o volume total da solução

Esses e outros objetivos e vantagens da presente invenção são alcançados ao se executar uma lixiviação em pilhas por método contínuo, em sistema de contra-corrente (4).

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

A seguir a presente invenção será descrita com referência aos desenhos anexos, nos quais:

O diagrama de blocos da figura 1 representa esquematicamente o fluxograma global do processo até a obtenção de uma
5 solução rica no metal de interesse; e a figura 2 representa um desenho esquemático da etapa de lixiviação em pilhas.

De acordo com essas ilustrações, o processo de lixiviação em pilha, objeto da presente invenção, pode ser aplicado a minérios com alta quantidade de finos naturais, como também é uma opção ao tratamento de
10 frações grosseiras ($>0,5\text{mm}$). Nesse último caso a fração fina, seria submetida ao tratamento convencional via autoclavagem a alta pressão combinada ou não, com uma etapa de lixiviação atmosférica.

De acordo com o fluxograma 1, para o processo de lixiviação em pilhas é necessário primeiramente que o minério lavrado (M) seja britado (1)
15 para ter sua granulometria adequada ao processo, sendo submetido à britagem (1) primária e secundária. Essas operações unitárias devem minimizar a geração de finos, de modo que o produto final seja de pelo menos 95% abaixo de 2". O processo também é adequado para minérios cujo tamanho da maior partícula esteja entre 4" e 1", preferencialmente 2".

20 Em seguida, o produto britado será encaminhado à unidade de pré-neutralização (2), através de um transportador de correia. Durante este transporte, pode ser adicionado água (A) ao minério (M), adequando, se necessário, a umidade do processo.

Na unidade de pré-neutralização (2), o minério será
25 submetido a uma acidificação, ambientando-o para etapa de lixiviação em pilhas. O ácido adicionado é o ácido sulfúrico (S) concentrado ou em solução, neutralizando as espécies minerais prontamente consumidoras de ácido.

Ainda na pré-neutralização (2), a fração ultrafina presente no

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

minério (M), que pode ser de 30 a 70% menor que 200# (0,074mm) sendo preferencialmente 50% menor do que 0,074mm, é aglomerada através de adição de água (A) em quantidade definida de acordo com a quantidade de finos presentes, sendo a quantidade de água (A) suficiente para se atingir a umidade
5 de aglomeração.

Para aglomerar a fração ultrafina, pode ser adicionado agente aglomerante (G) de inúmeras origens, tal como, orgânicos sintéticos, naturais ou ainda bentonita, desde que sejam inertes ao ácido da solução lixiviante. Esta etapa deve ser realizada em aglomerador de tambor ou disco, preferencialmente
10 em tambor, e não deve haver a presença de finos livres, ou seja, qualquer fração de minério inferior a 10#.

Após a pré-neutralização (2) o minério (M) será empilhado (3) (3), formando pilhas com altura final que pode variar de 2 a 7 metros, preferencialmente 4 metros.

15 O sistema de lixiviação proposto é em contra-corrente (4), com multi-estágios, cujo número de estágios pode ser de 2 a 6 estágios, preferencialmente 3 estágios. A solução lixiviante (L), uma nova solução de ácido sulfúrico (S) com concentração variando de 50 a 200g/L, sendo preferencialmente 100g/L é aplicada no topo da pilha, e as soluções percoladas
20 de cada estágio são recolhidas separadamente, em reservatórios específicos.

A solução carregada com os metais de interesse, (PLS) ("pregnant leaching solution"), possui acidez residual na faixa de 10 a 30g/L.

Ao final da lixiviação (4) em pilhas por contra-corrente (4), a solução (PLS) será encaminhada para precipitação do ferro (5). Nesta etapa, a
25 solução (PLS) deve entrar em contato com calcário, através de reatores de leito estático, cujo leito é formado por calcário na faixa granulométrica de 1" a 0,3mm, preferencialmente entre ½" e 2mm.

Em seguida, a solução (PLS) será encaminhada para a

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

extração de níquel e cobalto (6), podendo ser extraídos ou recuperados por diversas técnicas, tais como, precipitação, extração por solventes ou ainda por troca-iônica. Por extração por solventes ou ainda resina por troca iônica, chega-se a níquel metálico; por precipitação é produzido um hidróxido misto de níquel, cobalto, cobre e zinco.

De acordo com a ilustração 2 a lixiviação em pilha inicia-se ao se passar ácido sulfúrico pelo último estágio, primeiro montante de minério, posteriormente o ácido percolado será recolhido do primeiro reservatório e reutilizado no estágio seguinte e consecutivamente acompanhará esse processo até atingir o estágio 1, quando a solução, que contém os metais de interesse, (PLS) será encaminhada para precipitação do ferro (5) e em seguida para a extração de níquel e cobalto (6).

A presente solicitação faz referência a certas condições operacionais, tais como, altura da pilha, granulometria do minério, concentração do ácido sulfúrico, dentre outras, sem, contudo limitar sua exclusividade, salientando que essas condições podem sofrer variações em cada uma das etapas de lixiviação em pilha, sem prejudicar o resultado final do processo.

Apesar de ter sido descrito e ilustrado um processo operacional preferido, cabe ressaltar que alterações nesse processo são possíveis e realizáveis sem que se fuja do escopo da presente invenção

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 25 de Janeiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

Reivindicações

1-"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", caracterizado por um processo contínuo onde a
5 lixiviação do minério é realizada em sistema contra-corrente (4) onde são usados pelo menos 3 estágios, sendo que cada estágio é representado por um setor de pilha ou uma pilha, podendo ser aplicado a minérios com alta quantidade de finos naturais, como também é uma opção ao tratamento de frações grosseiras (>0,5mm), dita lixiviação em pilhas apresenta-se como uma ótima alternativa
10 para a extração do níquel, cobalto, zinco, cobre entre outros metais básicos de minério laterítico, com investimento e custos operacionais inferiores às demais rotas tecnológicas estabelecidas, bem como resolver economicamente o problema de extração de níquel de minério de baixo teor e/ou de depósitos pequenos.

15 2-"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a lixiviação em pilhas acontecer em etapas, sendo que a primeira etapa constitui um processo de britagem (1) do minério lavrado, a segunda etapa
20 consiste na pré-neutralização (2) do minério britado através da acidificação e aglomeração das frações ultrafinas, em seguida ocorre a lixiviação em pilhas por contra-corrente (4), e a solução percolada será tratada a fim de se retirar primeiramente o ferro da solução e em seguida o níquel e o cobalto.

25 3-"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o minério lavrado ser britado de modo que minimize a geração de finos, sendo que tamanho da maior partícula deve estar entre 4" e 1";

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

preferencialmente 2", de modo que o produto final seja de pelo menos 95% abaixo de 2".

4-"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de na segunda etapa do processo o produto britado ser encaminhado à unidade de pré-neutralização (2), através de um transportador de correia podendo ser adicionado água (A) ao minério (M), adequando, se necessário, a umidade do processo; na dita unidade de pré-neutralização (2), o minério será submetido a uma acidificação, ambientando-o para etapa de lixiviação em pilhas, dito ácido adicionado é o ácido sulfúrico (S) concentrado ou em solução, neutralizando as espécies minerais consumidoras de ácido.

5-"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato da fração ultrafina presente no minério, que pode ser de 30 a 70% menor que 200# (0,074mm) sendo preferencialmente 50% menor do que 0,074mm, é aglomerada através de adição de água em quantidade definida de acordo com a quantidade de finos presentes, sendo a quantidade de água suficiente para se atingir a umidade de aglomeração, dita aglomeração pode ser feita através de agentes aglomerantes de inúmeras origens, tais como, orgânicos sintéticos, naturais ou ainda bentonita, desde que sejam inertes ao ácido da solução lixiviante, dita etapa de aglomeração deve ser realizada em aglomerador de tambor ou disco, preferencialmente em tambor, e não deve haver a presença de finos livres no produto aglomerado, ou seja, qualquer fração de minério inferior a 10#.

6-"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de depois da pré-neutralização (2) o minério ser empilhado (3), formando pilhas com altura final que pode variar de 2 a 7 metros, preferencialmente 4 metros, iniciando a lixiviação em contra-corrente (4), com multi-estágios, cujo
5 número de estágios pode ser de 2 a 6 estágios, preferencialmente 3 estágios, sendo a solução lixiviante, uma solução de ácido sulfúrico com concentração variando de 50 a 200g/L, sendo preferencialmente 100g/L, que é aplicada no topo da pilha, e as soluções percoladas de cada estágio serem recolhidas separadamente, em reservatórios específicos.

10 7-"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de ao final da lixiviação em pilhas por contra-corrente (4), a solução (PLS) ser encaminhada para precipitação do ferro (5), sendo que nesta etapa, a
15 solução (PLS) deve entrar em contato com calcário, através de reatores de leito estático, cujo leito é formado por calcário na faixa granulométrica de 1" a 0,3mm, e preferencialmente entre ½" e 2mm.

8-"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO
20 LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de após ser retirado o ferro da solução (PLS), esta ser encaminhada para a extração de níquel e cobalto (6), podendo ser extraídos ou recuperados por diversas técnicas, tais como, precipitação, produzindo um hidróxido misto de níquel, cobalto cobre e zinco, ou por extração por solventes ou ainda por troca-
25 iônica, obtendo-se, nessa rota, como produto final níquel metálico e o cobalto na forma de sal ou mesmo como metal.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

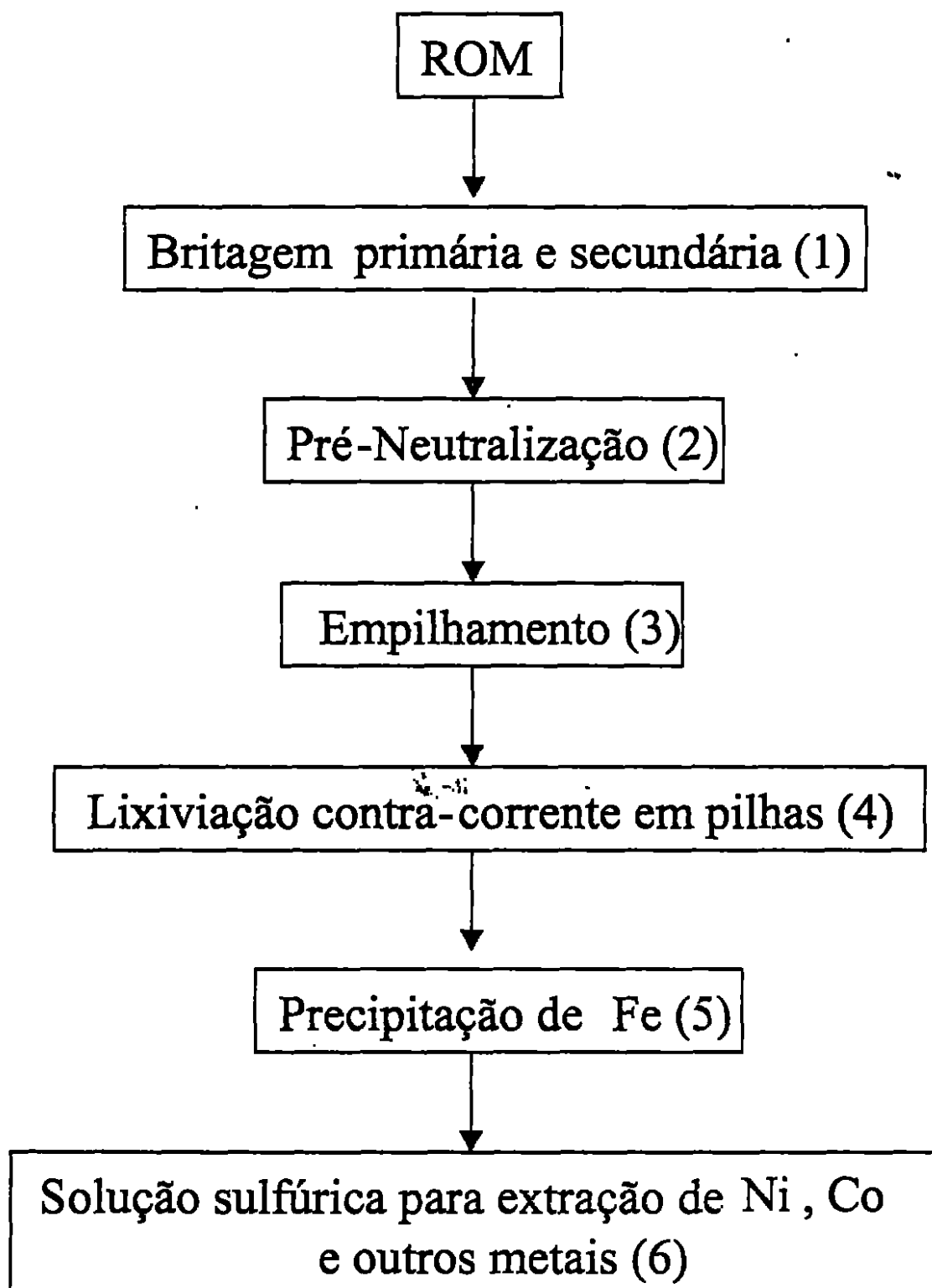


FIGURA 1

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

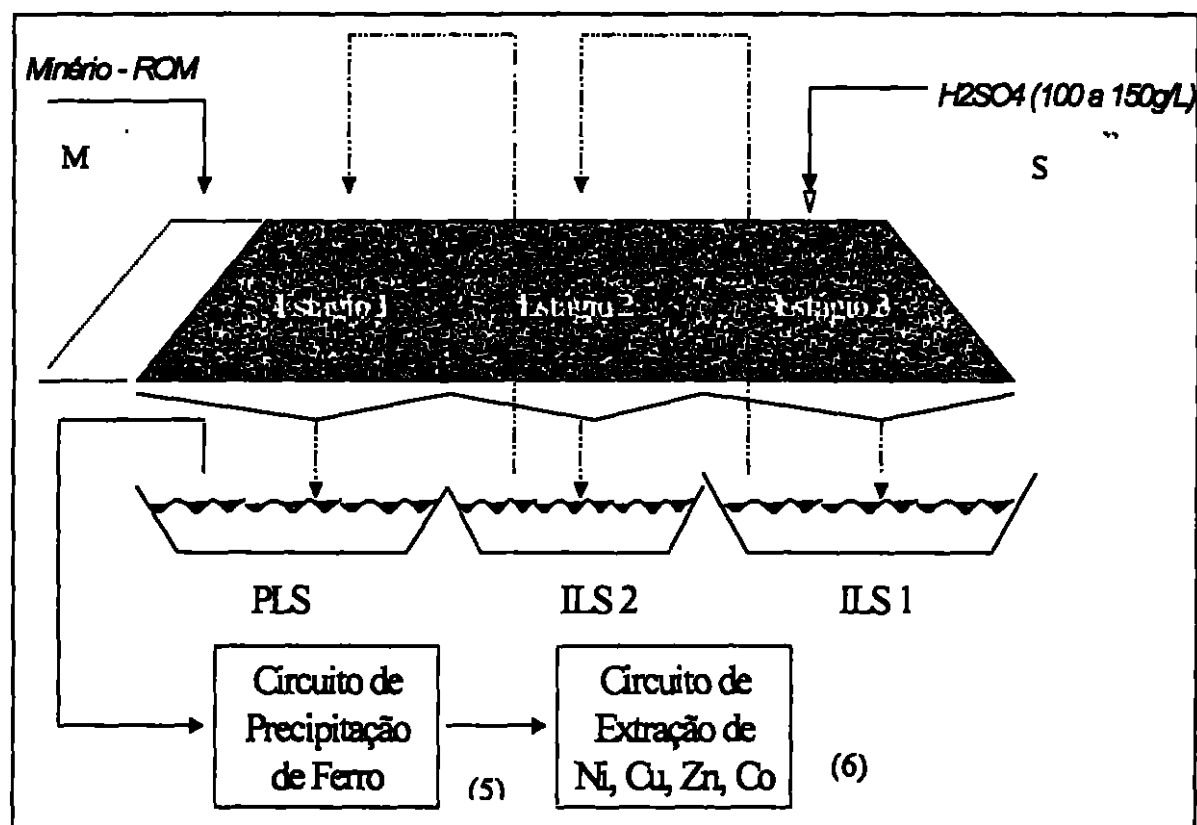


FIGURA 2

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

Resumo

"PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS BÁSICOS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS", compreende um processo contínuo onde a lixiviação do minério é realizada em sistema contra-corrente (4) onde são usados pelo menos 3 estágios, sendo que cada estágio é representado por um setor de pilha ou por uma pilha, podendo ser aplicado a minérios com alta quantidade de finos naturais, como também é uma opção ao tratamento de frações grosseiras (>0,5mm), dita lixiviação em pilhas apresenta-se como uma ótima alternativa para a extração do níquel, cobalto, zinco, cobre entre outros metais básicos de minério laterítico, com investimento e custos operacionais inferiores às demais rotas tecnológicas estabelecidas, bem como resolver economicamente o problema de extração de níquel de minério de baixo teor e/ou de depósitos pequenos.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 25 de Janeiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

EDGAR HERMES PAIXÃO PARDO**Traductor oficial - Tradutor Juramentado****Español - Português
Português - Español**

Traducción oficial de un documento que me fue presentado en lengua portuguesa, trabajo realizado en función de mi cargo de traductor oficial de esta ciudad de Santafé de Bogotá.

Contenido del documento:

REPÚBLICA FEDERATIVA DEL BRASIL

Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior

INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

DIRECCIÓN DE PATENTES

COPIA OFICIAL

PARA EFECTOS DE REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

El documento anexo es la copia fiel de un pedido de patente de invento, regularmente radicado en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial, bajo el N° PI 0505828-7 del 28 de noviembre de 2005.

Rio de Janeiro, 9 de febrero de 2007.

Firma ilegible, Oscar Paulo Bueno, Jefe de la SEPDOC. Matrícula 00449117.

Notaría de registro de contratos marítimos de Rio de Janeiro. Reconozco, por semejanza, la firma de Oscar Paulo Bueno. Rio de Janeiro, 9 de febrero de 2007. Firma ilegible, Luiza Soares da Rocha. Estampilla de autenticidad, debidamente anulada por un sello de la notaría.

Radicación de pedido de patente o de certificado de adición.

PI 0505828-7.

Edgar Hermes Paixão Pardo
C.C. 19.043.930 de Bogotá
C.E. 849 Minjusticia

Al Instituto Nacional de la Propiedad Industrial:

El solicitante pide la concesión de una patente de naturaleza y condiciones siguientes:

1. Solicitante (71)

1.1 Nombre: COMPANHIA VALE DO RIO DOCE.

1.2 Calificación: Mineradora.

1.3 CGC/CPF: 33.592.510/0217-47

1.4 Dirección completa: BR 262 – Km 296, Distrito de Santa Luzia, MG.

1.5 Teléfono: (31) 3691 4496 - Fax: (31) 3691 4412.

2. Naturaleza:

2.1 Invento

Naturaleza deseada: PI (Privilegio de invento)

3. Nombre del invento, del modelo de utilidad o del certificado de adición (54): PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN.

7. Inventor (72)

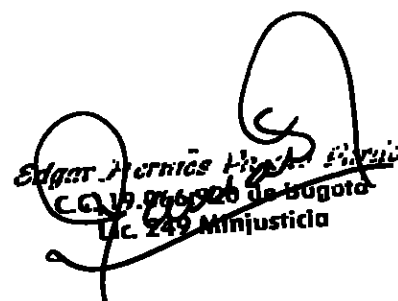
7.1 Nombre: Geysa Santos de Pontes Pereira.

7.2 Calificación: Brasileira - Ingeniera química. CRQ 02300656.

7.3 Dirección: Rua Cônsul Walter 345, apto. 302, Buritis, Belo Horizonte, MG.

7.4 CEP: 30575-140. Teléfono: (32) 3373 5916. (Continúa en hoja anexa)

10. Apoderado (74)


Edgar Hernán Pérez
C.C. 19.966.926 de Bogotá
U.C. 249 Minjusticia

10.1 Nombre y CPF/CGC: Denise Naimara dos Santos Tavares,
270.098.666-00.

10.2 Dirección: Rua Oliveira 213, apto. 601, Cruzeiro, Belo Horizonte,
MG.

10.3 CEP: 30310-150 - 10.4 Teléfono: (31) 3691 4496.

11. Documentos anexos

11.1 Formulario de pago	1 hoja
11.2 Poder	1 hoja
11.5 Informe descriptivo	8 hojas
11.6 Reivindicaciones	3 hojas
11.7 Dibujos	2 hojas
11.8 Resumen	1 hoja
11.10 Total de hojas anexas	16 hojas

12. Declaro, so penas legales, que todas las informaciones suministradas
anteriormente son completas y verdaderas.

Santa Luzia, 28 de noviembre de 2005.

Firma ilegible, Denise Naimara Santos Tavares, apoderada. API 1157.

7. Inventor (72)

7.1 Nombre: Oliver Renato de Araújo.

7.2 Calificación: Brasileño - Ingeniero químico. CRQ 02300656.

7.3 Dirección: Rua Deputado André de Almeida 149, apto. 302. Ouro
Preto, Belo Horizonte, MG.

7.4 CEP: 31330-530. Teléfono: (31) 9963 9939.

Instituto Nacional de la Propiedad Industrial.

Certifico que esta fotocopia, en número de una, reproduce fielmente el
documento archivado en este Instituto. Rio de Janeiro, 25 de enero de 2007.

Edgar Hernandes Pinheiro Pinheiro
CPF 098.666.000-00
L. 249 Ministério

Firma ilegible, Sheila Killings Gerth, Res. INPI/PR 152/2006.
DIRPA/CGPROP.

**“PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS
METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO
LIXIVIACIÓN EN MONTÓN”**

El informe que vamos a presentar trata de un proceso de lixiviación en montón, o sea de un proceso de extracción de componentes solubles de una mezcla de sólidos amontonados, por la acción de ácidos y, principalmente, de un proceso continuo en el cual la lixiviación de la mena se realiza en contracorriente, utilizando, por lo menos, 3 niveles, siendo que cada uno corresponde a un sector del montón o a un montón de mena, haciendo así más atractivo, económicamente, el proceso de extracción de níquel en mena laterítica.

Como es de conocimiento de todos los técnicos conocedores de esta ciencia, la mena de níquel puede ser clasificada en dos tipos principales, según su composición: la sulfurada y la saprolítica (también conocida como oxidada). Originadas en capas subterráneas, debajo de la región saprolítica (región rica en arcilla), los depósitos de mena sulfurada corresponden a, más o menos, 20% de las reservas de níquel de occidente, y se encuentran, principalmente en Australia, siguiendo Canadá, China, Sudáfrica y Zimbabwe. Aproximadamente 55% de la producción total de níquel es oriunda de menas sulfuradas.

La mena laterítica ocurre en región más superficial. Sus depósitos se localizan principalmente en el Brasil, Cuba, Australia, Nueva Caledonia y Filipinas y poseen tenores medios de níquel de, aproximadamente, 1,95%, y tenores de óxido de hierro superiores a 24%, además de la presencia de cobalto

Edgort Hernanes Pujari, Presi.
C.I. 956.970 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

y magnesio. La mena laterítica corresponde a, aproximadamente, 80% de las reservas conocidas de níquel.

La creciente preocupación con la oferta de mena y la reducción de los costos de extracción han motivado mayor utilización de la mena de níquel de origen laterítico. Dos puntos refuerzan el aumento de su utilización; las reservas de níquel sulfurado involucran un elevado costo de extracción y las menas lateríticas presentan contenidos de níquel superiores a las menas sulfuradas, proporcionando mayor rendimiento, como se puede ver en la tabla a continuación:

	Mena (mil t)	Tenor (%)	Níquel (mil t)	%
Níquel sulfurado	10,594	0,58	62	31
Níquel laterítico	10,382	1,34	140	69
Total	20,976	0,96	202	100

Fuente. Minería y metalurgia, mayo/2000

Las menas lateríticas pueden ser tratadas por ruta hidrometalúrgica o pirometalúrgica, siendo que esos procesos, normalmente, tienen alto consumo de energía, como en el caso de los procesos de fusión de matte, fusión para producción de FeNi y lixiviación amoniacal, haciendo que sea antieconómico el aprovechamiento de menas lateríticas de níquel de bajo tenor. La lixiviación sulfúrica a altas presiones presenta menor consumo de energía pero necesita una alta inversión en función de los equipos y del ambiente corrosivo.

Actualmente, los procesos de lixiviación amoniacal y lixiviación sulfúrica bajo presión han sido las dos principales tecnologías hidrometalúrgicas utilizadas para la recuperación de níquel y de cobalto de lateritas. Además del tratamiento químico, relativamente agresivo y con alta inversión de capital,

Edgar J. Torres J. *[Firma]*
C.C. 198.066.820 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

depende fuertemente de los costos de combustible y ácido sulfúrico/azufre, respectivamente.

El proceso de lixiviación sulfúrica bajo presión, a pesar de no presentar ganancias significativas en términos de costo de capital con relación a las tecnologías más convencionales, hace posible la obtención de níquel con grandes ventajas económicas en términos de costo operacional. El proceso también hace posible la recuperación de cobalto en niveles altos, generando energía suficiente al ciclo operacional, pero requiere altas escalas de producción.

Los altos precios del níquel y del cobalto también han tenido influencia en la industria en la búsqueda de alternativas de procesos que reduzcan los costos operacionales para mantener la rentabilidad del negocio en niveles de precios más bajos para el níquel y el cobalto.

El gran interés despertado en los últimos años para la producción de níquel está haciendo surgir una serie de nuevas rutas de proceso para el tratamiento de menas lateríticas, destacándose, entre ellas, la aplicación de lixiviación en montón. La lixiviación en montón es una operación que se caracteriza por involucrar bajos costos de inversión y operacionales y, también, ya es bastante conocida y extensivamente aplicada a menas de cobre, uranio y oro, principalmente,

A pesar de ampliamente utilizadas, las técnicas convencionales de extracción de metales de mena laterítica pueden hacer que el proceso sea inviable económicamente, principalmente por la variación de precio de combustible y ácidos necesarios para mencionados procesos.

La utilización de lixiviación en montón para menas lateríticas representa un marco tecnológico para la industria del níquel ya que, además de viabilizar la explotación de depósitos pequeños, o de bajos tenores, puede ser una alternativa

Edgar Hernán Pérez
C.C. 19.046.881 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

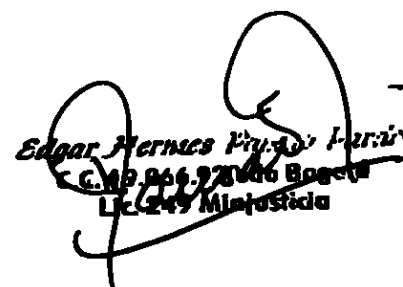
de procesamiento mineral con inversión significativamente más baja cuando se compara con los procesos convencionales ya mencionados anteriormente.

A pesar de ya haber sido estudiado y publicado en otros documentos, tales como los procesos de patente GR 1001555, GR 1003569T, US 6312500, WO 2004/031422 y WO 2005/005671, los conceptos de lixiviación en montón ya sugeridos presentan condiciones de proceso y configuraciones de sistemas diferentes a los que serán propuestos en el pedido de patente en cuestión, como podemos ver a lo largo del informe descriptivo.

La patente GR 1001555 reivindica lo que se refiere a la utilización de múltiples recirculaciones de la solución lixivante en el montón de la mena, con o sin corrección del pH, y con sustitución de la solución cuando es necesario, además de reivindicar la humidificación homogénea de la mena con agua antes de la disposición en montones.

La patente GR 1003569T describe prácticamente las mismas características que las descritas en el documento GR 1001555, con la sustitución del agua común por agua de variadas composiciones químicas o agua proveniente de efluentes industriales/municipales, o también por agua de mar, alegando que eso no afecta la extracción de níquel y aumenta las cantidades recuperables de Mg, Ca y Na, a partir del licor percolado.

La patente US 6312500 reivindica el método de formación de un montón por la mezcla de mena con ácido sulfúrico concentrado, aplicación de solución lixivante de ácido sulfúrico en lo alto y colecta del licor percolado en un reservorio para procesamiento, pero la mena de níquel debe contener, por lo menos, 10% en peso de componentes argilosos, poseer tamaño inferior a 1 pulgada y ser sometido a una etapa de cura.


Edgar Hernán Pérez
C.M.B. 866.970 de Bogotá
Lic. 249 Minjstida

La misma patente también reivindica la adición de solución de ácido sulfúrico en flujos de, más o menos, $10\text{L}/(\text{h.m}^2)$ y de $20\text{L}/(\text{h.m}^2)$ y la utilización de más de un montón, siendo una en espera.

La patente WO 2004/031422 menciona que el método no es específico para el níquel; sin embargo, una de sus reivindicaciones incluye ese elemento. Se reivindica que la mena debe ser aglomerada. La solución lixiviante reivindicada contiene ácido sulfúrico y dióxido de azufre disuelto e se hace una purga de la solución para el circuito de recuperación de níquel, siendo que dicho ácido sulfúrico de la solución lixiviante presenta una concentración con cerca de 75g/L .

La patente WO 2005/005671 reivindica la utilización de la fracción de bajos tenores de la mena en la lixiviación en montón y de la fracción rica en la lixiviación atmosférica y/o a alta presión. También se reivindica la recuperación del níquel (por procesos hidrometalúrgicos conocidos) a partir de los licores, sean ellos resultantes de la lixiviación en montón, de la lixiviación atmosférica de alta presión o de una mezcla de las dos.

La misma patente también reivindica la utilización de la mena después de la separación de la fracción limonítica de la fracción saprolítica (formación de montones separados para cada fracción de bajos tenores).

El pedido de patente en cuestión, diferente de los ya aludidos, presenta, como propuesta, un método de procesamiento continuo donde la lixiviación de la mena se realiza en sistema contracorriente y se usan, por lo menos, 2 niveles, siendo que cada nivel se representa por un sector de montón o por un montón.

También es un objetivo del presente invento presentar una opción bastante competitiva para la extracción de níquel, cobalto, zinc, cobre, entre otros metales básicos de mena laterítica, con una inversión y costos operacionales

Edgar Hernán Pérez, inventor
C.C. 19.066.970 de Bogotá
C.U. 044 Minjusticia

inferiores a las demás rutas tecnológicas establecidas, así como para resolver económicamente el problema de extracción de níquel de mena de bajo tenor y/o de depósitos pequeños.

Otro objetivo del presente invento es el de reducir significativamente el consumo de ácido sulfúrico por parte del sistema, alcanzando niveles de 350 Kg de ácido por tonelada de mena tratada, con extracciones de níquel que varían de 70 a 90%, dependiendo de la composición mineralógica, además de proporcionar un menor ciclo de lixiviación y favorecer el equilibrio hídrico del sistema y presentando mejor selectividad para la extracción de los metales de interés, con relación a la ganga, además de disminuir drásticamente el volumen total de la solución.

Esos, y otros objetivos y ventajas del presente invento, se alcanzan al ejecutar una lixiviación en montones por método continuo, en sistema contracorriente (4).

A continuación, el presente invento será descrito con relación a los dibujos anexos, en los cuales:

El diagrama de bloques de la figura 1 representa, esquemáticamente, el flujograma global del proceso hasta la obtención de una solución rica en el metal de interés, y la figura 2 representa un dibujo esquemático de la etapa de lixiviación en montón.

De acuerdo con esas ilustraciones, el proceso de lixiviación en montón, objeto del presente invento, puede aplicarse a menas con alta cantidad de finos naturales, como también es una opción para el tratamiento de fracciones groseras ($>0,5$ mm). En este último caso, la fracción fina sería sometida al tratamiento convencional, por autoclave a alta presión, combinado o no, con una etapa de lixiviación atmosférica.

Edgar Hernán Pineda Pineda
C.G. 19.044.928 de Bogotá
B.C. 249 Minjusticia

De acuerdo con el flujograma 1, para el proceso de lixiviación en montón es necesario, primero, que la mena labrada (M) sea picada (1) para que tenga su granulometría adecuada al proceso, siendo sometida al picado (1) primario y secundario. Esas operaciones unitarias deben minimizar la generación de finos, de manera que el producto final sea de, por lo menos, 95% por debajo de 2". El proceso también es adecuado para menas cuyo tamaño de la menor partícula esté entre 4" y 1", preferentemente 2".

Enseguida, el producto picado será encaminado a la unidad de preneutralización (2), por medio de un transportador de correa. Durante ese transporte, se puede adicionar agua (A) a la mena (M), adecuando, si es necesario, la humedad del proceso.

En la unidad de preneutralización (2), la mena será sometida a una acidificación, ambientándola para la etapa de lixiviación en montón. El ácido agregado es el ácido sulfúrico (S) concentrado o en solución, neutralizando las especies minerales prontamente consumidoras de ácido.

Todavía, en la preneutralización (2), la fracción superfina presente en la mena (M), que puede ser de 30 a 70% inferior a 200# (0,074 mm), siendo, preferentemente 50% menor que 0,074 mm, se aglomera por medio de adición de agua (A) en cantidad definida de acuerdo con la cantidad de finos presentes, siendo la cantidad de agua (A) suficiente para alcanzar la humedad de la aglomeración.

Para aglomerar la fracción superfina, se puede adicionar un agente aglomerante (G) de varios orígenes, tales como orgánicos sintéticos, naturales o también bentonita, siempre y cuando sean inertes al ácido de la solución lixivante. Esta etapa debe realizarse en aglomerador de barril o disco,

Edgar Hernán Pérez Pizarro
C.C. 19.000.878 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

preferentemente en barril, y no debe haber presencia de finos libres, o sea, cualquier fracción de mena inferior a 10#.

Después de la preneutralización (2), la mena (M) será amontonada (3), formando montones con una altura final que puede variar entre 2 y 7 metros, preferentemente 4 metros.

El sistema de lixiviación propuesto es en contracorriente (4), con multietapas, cuyo número de etapas puede ser de 2 a 6, preferentemente 3. La solución lixivante (L), una nueva solución de ácido sulfúrico (S), con concentración que varía entre 50 y 200g/L, preferentemente 100g/L, se aplica en lo alto del montón y las soluciones percoladas de cada etapa se recogen por separado, en reservorios específicos.

La solución cargada con los metales de interés (PLS) ("pregant leaching solution"), posee acidez residual entre 10 y 30g/L.

Al final de la lixiviación (4), en montones por contracorriente (4), la solución (PLS) será encaminada para precipitación del hierro (5). En esta etapa, la solución (PLS) debe entrar en contacto con calcáreo por medio de reactores de lecho estático cuyo lecho está formado por calcáreo en el intervalo granulométrico de 1" a 0,3 mm, preferentemente entre ½" y 2 mm.

Enseguida, la solución (PLS) será encaminada para la extracción de níquel y cobalto (6), pudiendo ser extraídos o recuperados por diferentes técnicas tales como precipitación, extracción por solventes o también por intercambio iónico. Por extracción por solventes o también resina por intercambio iónico, se llega a níquel metálico; por precipitación se produce un hidróxido mixto de níquel, cobalto, cobre y zinc.

De acuerdo con la ilustración 2, la lixiviación en montón comienza al pasar ácido sulfúrico por la última etapa, primer nivel de mena, posteriormente

Edgar Hernán J. A. ...
C.G. 30.026.944 de Bogotá
E.C. 249 Minjusticia

33
89

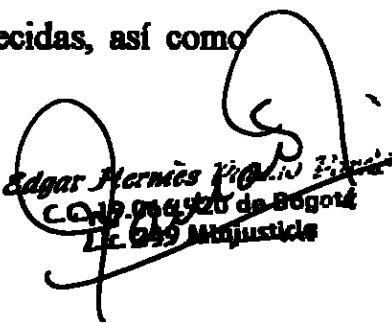
el ácido percolado se recogerá del primer reservorio y reutilizado en la etapa siguiente y, consecutivamente, acompañará este proceso hasta alcanzar la etapa 1, cuando la solución, que contiene los metales de interés (PLS) será encaminada para precipitación del hierro (5) y, enseguida, para la extracción de níquel y cobalto (6).

La presente solicitud hace referencia a algunas condiciones operacionales tales como altura del montón, granulometría de la mena, concentración del ácido sulfúrico, entre otras, sin limitar su exclusividad, destacando que esas condiciones pueden sufrir variaciones en cada una de las etapas de lixiviación en montón, sin perjudicar el resultado final del proceso.

A pesar de haber sido descrito e ilustrado un proceso operacional preferido, vale la pena destacar que alteraciones en ese proceso son posibles y realizables sin huir del objetivo del presente invento.

REIVINDICACIONES

1. "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN", caracterizado por un proceso continuo en el cual la lixiviación de la mena se realiza en sistema contracorriente (4), en el cual se utilizan, por lo menos, 3 niveles, siendo que cada nivel es representado por un sector de montón, o un montón, pudiendo ser aplicado a menas con alta cantidad de finos naturales, y también es una opción para el tratamiento de fracciones groseras ($>0,5$ mm); dicha lixiviación en montón se presenta como una excelente alternativa para la extracción de níquel, cobalto, zinc, cobre, entre otros metales básicos de mena laterítica, con una inversión y costos operacionales inferiores a las demás rutas tecnológicas establecidas, así como


Edgar Hernán Figuera
C.O. 19 de mayo de Bogotá
T.C. 649 Minjusticia

para resolver económicamente el problema de la extracción de níquel de mena de bajo tenor y/o de depósitos pequeños.

2. "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN", de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la lixiviación en montón se da en etapas, siendo que la primera etapa constituye un proceso de picado (1) de la mena labrada, la segunda etapa consiste en la preneutralización (2) de la mena picada, por medio de la acidificación y aglomeración de las fracciones superfinas; enseguida, ocurre la lixiviación en montón por contracorriente (4), y la solución percolada será tratada con el fin de retirar, primero, el hierro de la solución y, enseguida, el níquel y el cobalto.

3. "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN", de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que la mena labrada es picada de manera a minimizar la generación de finos, siendo que el tamaño de la mayor partícula debe estar entre 4" y 1", preferentemente 2", de manera que el producto final sea de, por lo menos, 95% por debajo de 2".

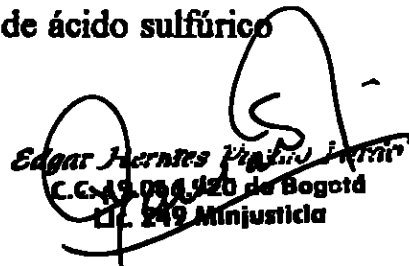
4. "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN", de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que en la segunda etapa del proceso, el producto picado puede ser encaminado a la unidad de preneutralización (2), por medio de un transportador de correa, pudiendo ser agregada agua (A) a la mena (M), adecuando, si es necesario, la humedad del proceso; en dicha unidad de

Elgar Hernán Jarama
C.M.B. 96420 de Bogotá
L.E. 249 Minjusticia

preneutralización (2), la mena será sometida a una acidificación, ambientándola para la etapa de lixiviación en montón. El ácido agregado es el ácido sulfúrico (S) concentrado o en solución, neutralizando las especies minerales consumidoras de ácido.

5. "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN", de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que la fracción superfina presente en la mena, que puede ser de 30 a 70% inferior a 200# (0,074 mm), siendo, preferentemente, 50% menor que 0,074 mm, se aglomera por medio de adición de agua (A) en cantidad definida de acuerdo con la cantidad de finos presentes, siendo la cantidad de agua suficiente para alcanzar la humedad de la aglomeración. Tal aglomeración puede hacerse por medio de agentes aglomerantes de varios orígenes tales como orgánicos sintéticos, naturales o también bentonita, siempre y cuando sean inertes al ácido de la solución lixivante. Esta etapa de aglomeración debe realizarse en aglomerador de barril o disco, preferentemente en barril, y no debe haber presencia de finos libres en el producto aglomerado, o sea, cualquier fracción de mena inferior a 10#.

6. "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN", de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que, después de la preneutralización (2), la mena es amontonada (3), formando montones con altura final que puede variar entre 2 y 7 metros, preferentemente, 4 metros, iniciando la lixiviación en contracorriente (4), con multietapas, cuyo número de etapas puede ser de 2 a 6, preferentemente 3, siendo la solución lixivante una solución de ácido sulfúrico


Edgar Jaramas
C.C. 49.054.420 de Bogotá
C.E. 249 Minjusticia

con concentración que varía entre 50 y 200g/L, preferentemente 100g/L, que se aplica en lo alto del montón y las soluciones percoladas de cada etapa se recogen por separado, en reservorios específicos.

7. "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN", de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que al final de la lixiviación en montón por contracorriente (4), la solución (PLS) es encaminada para precipitación del hierro (5) siendo que, en esta etapa, la solución (PLS) debe entrar en contacto con calcáreo por medio de reactores de lecho estático cuyo lecho está formado por calcáreo en el intervalo granulométrico de 1" a 0,3 mm, preferentemente entre ½" y 2 mm.

8. "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN", de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que después de ser retirado el hierro de la solución (PLS), ésta debe ser encaminada para la extracción de níquel y cobalto (6), pudiendo ser extraídos o recuperados por diferentes técnicas tales como precipitación, produciendo un hidróxido mixto de níquel, cobalto, cobre y zinc, o por extracción por solventes o también por intercambio iónico. Por extracción por solventes, o también por intercambio iónico, obteniendo, en esa forma, como producto final, níquel metálico y el cobalto en forma de sal o, inclusive, como metal.

ROM

Picado primario y secundario (1)

Preneutralización (2)

Edgar J. Hernández
S. C. 12.000.000.000.000
I. E. 12.000.000.000.000

Amontonamiento (3)

Lixiviación contracorriente en montón (4)

Precipitación de Fe (5)

Solución sulfúrica para extracción de Ni, Co y otros metales (6)

FIGURA 1

Mena - ROM		H ₂ SO ₄
Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
PLS	ILS	ILS 1
(Circuito de precipitación de Fe) (5)	(Circuito de extracción de Ni, Cu, Zn, Co) (6)	

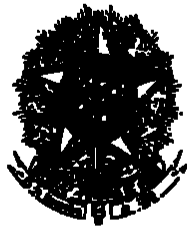
FIGURA 2

RESUMEN

“PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES BÁSICOS DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN” comprende un proceso continuo, en el cual son usados, por lo menos, 3 niveles, siendo que cada uno se representa por un sector de montón, o por un montón, pudiendo ser aplicado a menas con alta cantidad de finos naturales, y también es una opción para el tratamiento de fracciones groseras ($>0,5$ mm). Dicha lixiviación en montón se presenta como una excelente alternativa para la extracción de níquel, cobalto, zinc, cobre, entre otros metales básicos de mena laterítica, con una inversión y costos operacionales inferiores a las demás rutas tecnológicas establecidas, así como para resolver económicamente el problema de la extracción de níquel de mena de bajo tenor y/o de depósitos pequeños.

Era todo lo que contenía el documento presentado. Es una traducción fiel y completa.

Edgardo J. ...
C.C. 20.066.954 ...
E.C. ...



REPUBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior.
Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Diretoria de Patentes

CÓPIA OFICIAL.
PARA EFEITO DE REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE

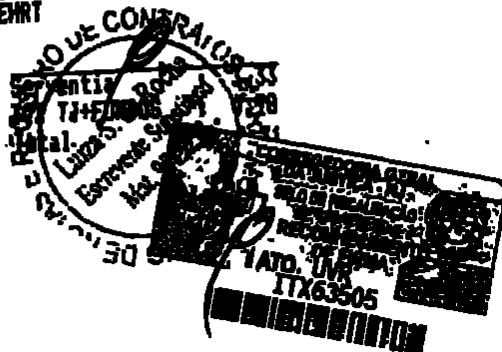
O documento anexo é a cópia fiel de um
Pedido de Patente de Invenção.
Regularmente depositado no Instituto
Nacional da Propriedade Industrial, sob
Número PI 0605643-1 de 30/10/2006.

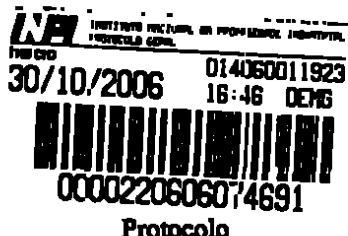
Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


SHEILA KILINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA/CGPROP

Ofício de Notas e Reg. de Contratos Marítimos. R. do Acre 28-Centro
RJ. 2253-3459. Tabelião: Aloir Melchhiades de Souza. Reconheço
por semelhança a firma de: SHEILA KILINS GERTH
Cod: 076A1342D1F9 (LUIZA)
Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.
Em testemunho _____ da _____

LUIZA SOARES DA ROCHA





Número (21)

DEPÓSITO Pedido de Patente ou de Certificado de Adição	 PI0605643-1 Esp. de depósito (número e data de depósito)	depósito / /
---	---	--------------

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:

O requerente solicita a concessão de uma patente na natureza e nas condições abaixo indicadas:

1. Depositante (71):

1.1 Nome: **COMPANHIA VALE DO RIO DOCE**

1.2 Qualificação: Mineradora

1.3 CGC/CPF: **33.592.510/0001-54**

1.4 Endereço completo: **BR 262 - KM 296 - DISTRITO DE SANTA LUZIA - MG**

1.5 Telefone: (31) **3691-4496**

FAX: (31) **3691-4412**

() continua em folha anexa

2. Natureza:

☒ 2.1 Invenção ☐ 2.1.1. Certificado de Adição ☐ 2.2 Modelo de Utilidade

Escreva, obrigatoriamente e por extenso, a Natureza desejada: **PI (PRIVILÉGIO DE INVENÇÃO)**

3. Título da Invenção, do Modelo de Utilidade ou do Certificado de Adição (54):

PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL E COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS UTILIZANDO LIXIVIAÇÃO EM PILHAS E PRODUTOS CONTENDO NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS (VIDE RELATÓRIO)

() continua em folha anexa

4. Pedido de Divisão do pedido nº _____, de ____/____/____.

5. Prioridade Interna - O depositante reivindica a seguinte prioridade:

Nº de depósito **PI 0505828-7** Data de Depósito **28/11/2005 (66)**

6. Prioridade - o depositante reivindica a(s) seguinte(s) prioridade(s):

País ou organização de origem	Número do depósito	Data do depósito

() continua em folha anexa

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

10 96

7. **Inventor (72):**
() Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) nome(s)
(art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)

7.1 **Nome: GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA**

7.2 **Qualificação: Engenheira Química – CRQ 02300656**

7.3 **Endereço: Rua Cônsul Walter, 345, Ap. 302 – Belo Horizonte - MG**

7.4 **CEP: 30575-150** **Telefone (32) 3373-5916**
(X) continua em folha anexa

8. **Declaração na forma do item 3.2 do Ato Normativo nº 127/97:**

() em anexo

9. **Declaração de divulgação anterior não prejudicial (Período de graça):**
(art. 12 da LPI e item 2 do Ato Normativo nº 127/97):

() em anexo

10. **Procurador (74):**

10.1 **Nome e CPF/CGC: DENISE NAIMARA DOS SANTOS TAVARES – 270.098.666-00**

10.2 **Endereço: Rua Oliveira, 213 – Ap. 601 – Cruzeiro – Belo Horizonte - MG**

10.3 **CEP: 30310-150** 10.4 **Telefone (31) 36914496**

11. **Documentos anexados (assinale e indique também o número de folhas):**
(Deverá ser indicado o nº total de somente uma das vias de cada documento)

☒	11.1 Guia de recolhimento	01 fls.	☒	11.5 Relatório descritivo	33 fls.
☒	11.2 Procuração	01 fls.	☒	11.6 Reivindicações	04 fls.
	11.3 Documentos de prioridade	fls.	☒	11.7 Desenhos	01 fls.
	11.4 Doc. de contrato de Trabalho	fls.	☒	11.8 Resumo	01 fls.
	11.9 Outros (especificar):				fls.
	11.10 Total de folhas anexadas:				41 fls.

12. **Declaro, sob penas da Lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras**
Santa Luzia, 30/10/2006
Local e Data

Assinatura e Carimbo

Denise Naimara Santos Tavares
Procurador - API 1157

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

7. **Inventor (72):**

() Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) nome(s) **97**
(art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)

7.1 **Nome: OLIVER RENATO DE ARAÚJO GOBBO**

7.2 **Qualificação: Engenheiro Químico – CRQ 02300656**

7.3 **Endereço: Rua Deputado André de Almeida, 149/302 – Belo Horizonte - MG**

7.4 **CEP: 31330-530** **Telefone (31) 9963-9939**

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

Relatório descritivo de Patente de Invenção relativo a "PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS E PRODUTO CONTENDO NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS".

5

A presente invenção trata de um processo para a extração do níquel, cobalto, zinco, ferro e cobre entre outros metais básicos de minério laterítico, com investimento e custos operacionais inferiores aos processos conhecidos do homem da técnica. O processo segundo a invenção emprega lixiviação em pilha, ou seja, um processo de extração de componentes solúveis de uma mistura de sólidos de laterita empilhados, por percolação com soluções ácidas.

10

ESTADO DA TÉCNICA

15

Em geral define-se a metalurgia extrativa como a arte e a ciência de extração de metais de seus minerais e/ou materiais que os contém, por métodos físicos e químicos. Divide-se em três grandes áreas: a Hidrometalurgia, a Pirometalurgia e a Eletrometalurgia.

20

A Hidrometalurgia corresponde à tecnologia de extrair os metais mediante processos físico-químicos aquosos, a Pirometalurgia envolve processos físico-químicos a seco e a temperaturas elevadas e a Eletrometalurgia trata de métodos eletrolíticos. Normalmente a Eletrometalurgia é aplicada integrada aos dois primeiros processos, sendo que quando incorporada à Hidrometalurgia a eletrólise se realiza a partir de meios aquosos, e à Pirometalurgia, a eletrólise se realiza a partir de meios fundidos.

25

A metalurgia extrativa também se apóia em operações unitárias distintas objetivando melhorar e viabilizar a concentração e/ou separação dos metais e entre elas destacam-se: métodos de cominuição (britagem e moagem), métodos de concentração física (separação magnética, gravítica, eletrostática), métodos de concentração físico-química (flotação) e métodos de separação sólido-líquido (espessamento, filtração e

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL . . .

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, . . . - -
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

secagem).

A Hidrometalurgia se desenvolve em três etapas físico-químicas distintas e seqüenciais, sendo (a) dissolução seletiva dos metais contidos na fase sólida (lixiviação); (b) purificação e/ou concentração das soluções aquosas contendo os metais de interesse (precipitação, cementação, troca iônica ou extração por solventes); (c) recuperação seletiva dos metais (eletrorecuperação, eletrorefino, redução por hidrogênio).

A partir dos últimos cinquenta anos a aplicação de rotas hidrometalúrgicas na recuperação de metais tem crescido significativamente, estando esse crescimento intimamente relacionado ao fato de que depósitos de alto teor estão se esgotando e depara-se mais e mais com minerais de baixo teor ou complexos, onde etapas de pré-concentração são requeridas. Essa alternativa também apresenta um menor impacto ambiental e é menos intensiva em custo de capital quando comparada a processos pirometalúrgicos tradicionais.

A extração de uma fração solúvel de um constituinte sólido insolúvel mediante um solvente chama-se genericamente, lixiviação; sendo um processo de transferência de massa. Taggart apud Arbiter, em Copper Hydrometallurgy – Evolution and milestones, Hydrometallurgy – Fundamentals, Technology and Inovations, páginas 549-565, 1993, define-a como "a operação de contato efetivo entre o minério a ser lixiviado e o solvente".

A lixiviação pode ocorrer em condições ambientes ou a temperaturas elevadas e/ou sob pressão. As condições de processo dependem das reações químicas que ocorrem. O objetivo em todos os casos é produzir íons ou complexos metálicos que podem ser extraídos seletivamente da solução.

Qualquer reagente que vier a ser utilizado como solvente num processo de lixiviação deve seguir, pelo menos, as seguintes qualificações, conforme descrito por Gupta et al in Hydrometallurgy in Extraction Processes, vol I, p. 39:

- Deve dissolver os minerais de maneira rápida o suficiente para tornar o processo

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, ..
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

comercialmente possível, e deve ser preferencialmente quimicamente inerte aos minerais de ganga.

- Deve ter baixo custo e prontamente obtido em grandes quantidades.
- Se possível, deve ser um que possa ser regenerado em processos subsequentes à etapa de lixiviação.

Além da água, que é usada para lixiviar sulfatos solúveis ou cloretos, muitos solventes diferentes tem sido usados para diferentes aplicações de lixiviação, conforme apresentado em alguns exemplos na TABELA 1 a seguir.

Classificação de reagentes de lixiviação

Categoria	Reagente	Aplicação
Ácidos	H ₂ SO ₄ diluído	óxidos de cobre, óxido de zinco, níquel laterítico
	H ₂ SO ₄ diluído com oxidante	Sulfetos de Cu, Ni e Zn, minério oxidado de urânio
	H ₂ SO ₄ concentrado	Concentrado sulfetado de cobre, lateritas
	Ácido nítrico	Sulfetos de Cu, Ni, Mo, concentrados de urânio, óxido de zircônio
	Ácido fluorídrico	Minério de columbita-tantalita
	Ácido clorídrico	Minérios de titânio, mate de níquel, cassiterita reduzida
Alcalis	Hidróxido de sódio	Bauxita
	Carbonato de sódio	Óxido de urânio, scheelita
	Hidróxido de amônio	Sulfeto de níquel, sulfeto de cobre, laterita reduzida
Sais	Sulfato/Cloreto férrico	Concentrados de sulfetos de metais básicos
	Cloreto cúprico	Concentrados de sulfetos de metais básicos
	Cianeto de sódio ou potássio	Minérios de ouro e prata
	Cloreto ferroso	Sulfeto de níquel
Água	Água	Sulfatos e cloretos, vanadato de sódio, molibdato de sódio, tungstanato de sódio

TABELA 1

Ácidos como sulfúrico, clorídrico e nítrico são os mais empregados em

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.

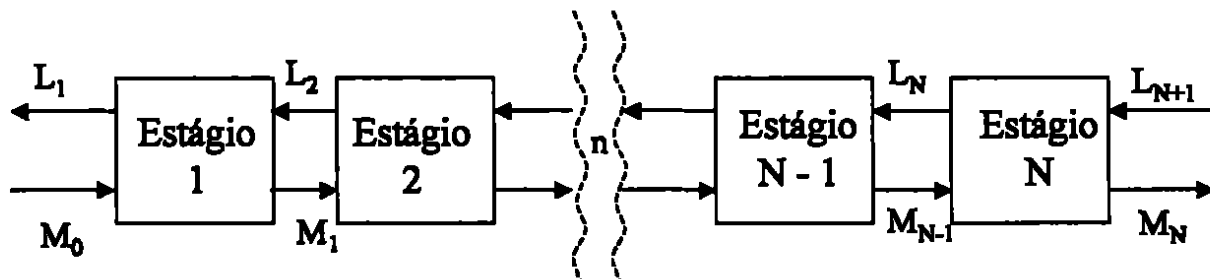


**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/FR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

processos de dissolução, como a lixiviação. Dentre esses, o ácido sulfúrico é o mais amplamente utilizado e de menor custo.

Como é de conhecimento dos técnicos versados na matéria, Perry and Chilton, em Chemical Engineer's Handbook, apresentam que os sistemas de lixiviação distinguem-se pelo ciclo de lixiviação (batelada, contínuo ou multibatelada intermitente); pela direção dos fluxos (co-corrente, contra-corrente ou híbrido); pelo tipo de estágios (estágio simples, múltiplos estágios ou estágios diferenciais) e pelo método de contactação (percolação ou sólidos dispersos).

Num sistema em contra-corrente multi-estagiado, (Foust et alli, Principles of Unit Operations, 1960, p. 43-49) conforme apresentado no ESQUEMA 1 abaixo, as duas fases entram em pontos opostos de uma série de estágios em equilíbrio. As fases fluem em direções contrárias a cada uma. Dessa forma a concentração do soluto no produto da fase L pode ser aumentada e maior recuperação do soluto é possível com o uso de uma menor quantidade de solvente.



ESQUEMA 1

Com referência ao método de contactação, a lixiviação pode ser agrupada em lixiviação in-situ, em pilhas (heap leaching e dump leaching), em tanques estáticos ou lixiviação por percolação (vat leaching) e em tanques agitados (à pressão atmosférica e sob pressão).

Através do DIAGRAMA 1 apresentado a seguir, pode-se verificar em linhas gerais, como as operações unitárias podem estar associadas aos principais métodos de lixiviação disponíveis na atualidade para tratamento de minérios e concentrados,

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, - - - - -
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.

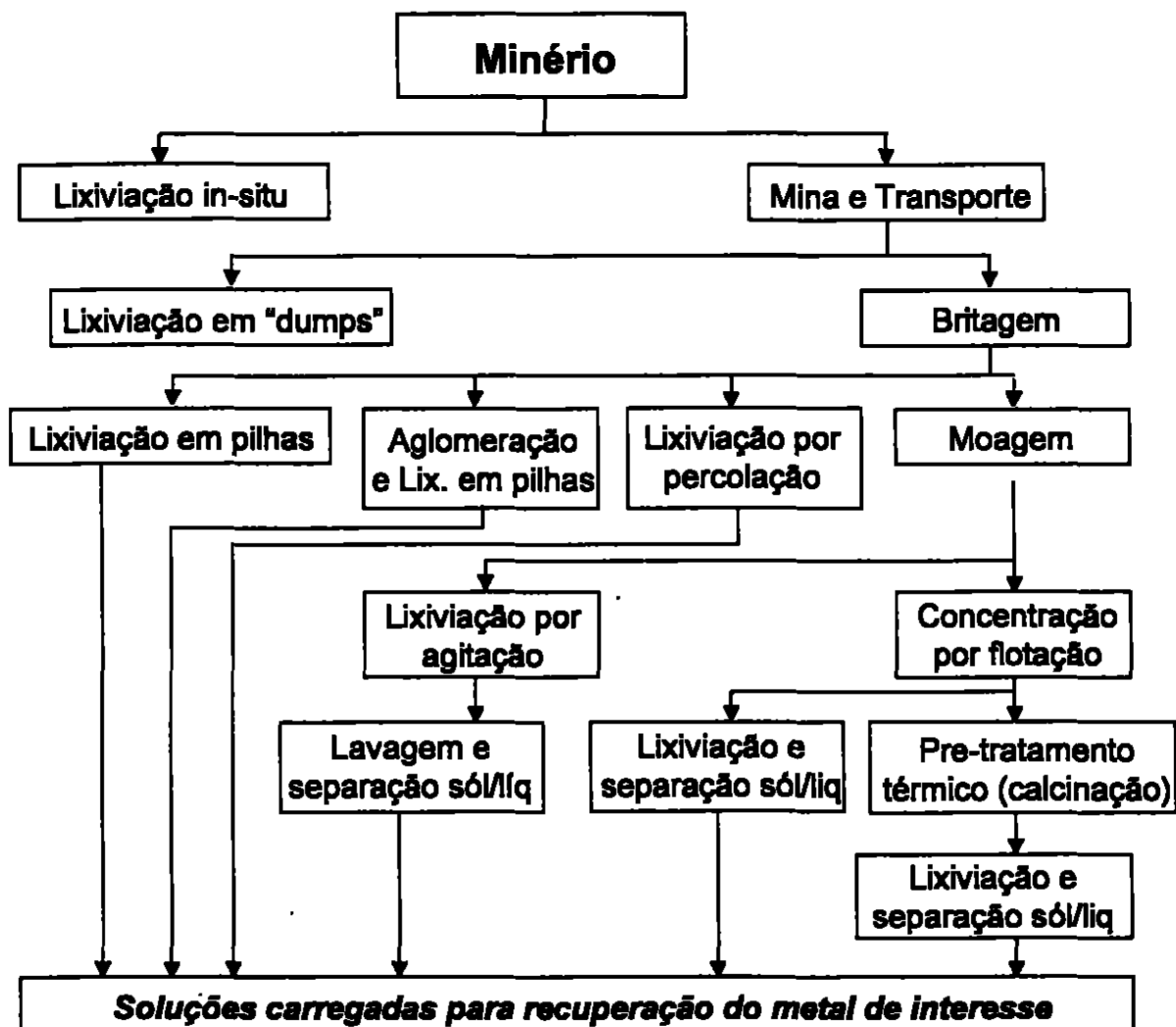


**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

segundo Esteban Domic, em Hidrometalurgia – Fundamentos, procesos y aplicaciones, 2001.

5

DIAGRAMA 1



10

A lixiviação in-situ consiste na aplicação de solução lixiviante diretamente no lugar onde o minério está localizado, no próprio jazimento, sem ter que extraí-lo.

Lixiviação em pilhas (heap leaching) é provavelmente um dos métodos mais antigos, sendo o mais antigo para recuperação de cobre. É usado desde os anos 1700

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

na recuperação de cobre, na Espanha. Nesse método de lixiviação o minério, normalmente aglomerado previamente com ácido sulfúrico concentrado, é empilhado e a solução lixivante aplicada no topo da pilha, percolando por gravidade e sendo recolhida na base da pilha. A aplicação e distribuição da solução lixivante é feita no

5 topo da pilha mediante gotejadores ou por aspersores (tipo "wobblers" ou "sprinklers"). O sistema de irrigação é definido em função da evaporação e da disponibilidade de água. A solução carregada com o metal de interesse é direcionada às etapas seguintes de purificação/extração. Refere-se a lixiviação em pilhas para minérios britados, e a dump leaching para o minério de mina (ROM – Run of Mine). Dump leaching é muito

10 similar ao processo descrito anteriormente e consiste no tratamento de minérios com teores bastante baixos do metal de interesse, normalmente abaixo do teor econômico de corte para a linha de processamento principal conhecido como estéril mineralizado. No processo de lixiviação em pilhas elas podem ser dinâmicas ou permanentes. Utilizando-se o conceito de pilhas dinâmicas, também denominadas "on-off", isto

15 é, o minério após lixiviação é removido e encaminhado a uma área de deposição final de rejeitos, nesse caso a base da pilha é reutilizada. No caso de pilhas permanentes, as novas pilhas são formadas sobre as anteriores, aproveitando-se ou não a impermeabilização existente.

A lixiviação por percolação (tanques estáticos) consiste em um conjunto de

) 20 tanques normalmente com seção quadrada, onde o minério britado é carregado e a solução lixivante aplicada em fluxo ascendente ou ascendente, inundando o leito de minério. É um sistema muito dinâmico, apropriado a lixiviar minerais que apresentem uma cinética de dissolução rápida. Normalmente o ciclo de lixiviação é de 6 a 12 dias.

A lixiviação por agitação, em pressão atmosférica ou sob pressão, requer que o

25 minério esteja finamente móido e é realizada em tanques onde os sólidos são dispersos na solução lixivante por injeção de gás ou por agitação mecânica. Comparado aos outros métodos, possui menor tempo de lixiviação devido ao menor tamanho das partículas (maior área específica) e à turbulência no tanque que proporciona uma maior

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

difusão entre o reagente e o minério.

Duas diferenças principais são evidentes entre os métodos de lixiviação por percolação e em tanques agitados. Primeiramente, em lixiviação agitada, o líquido é a fase contínua, e em segundo lugar, nessa forma de lixiviação as condições são de regime turbulento, enquanto que na percolação o fluxo é mais usualmente laminar. Há, portanto, uma considerável diferença entre as taxas de transferência de massa entre os dois tipos de lixiviação. Maiores transferências de massa são obtidas sob condições de contato turbulento.

A aplicação de lixiviação em pilhas como método para a extração de ouro (cianetação, meio alcalino), cobre, urânio, níquel (lixiviação sulfúrica, meio ácido) e outros minerais, vêm crescendo nos últimos anos, devido à possibilidade de tratar minérios de teores muito baixos, que não seriam economicamente viáveis pelos métodos convencionais, bem como se apresenta como uma opção ao tratamento de minérios cuja cinética de dissolução é muito lenta.

A lixiviação em pilhas para cobre é conhecida amplamente, e, historicamente, o método pioneiro foi observado nas minas de Rio Tinto, na Espanha a cerca de 300 anos.

Nesse tipo de aplicação de lixiviação em pilhas de minérios de cobre, o minério é britado, aglomerado com ácido sulfúrico concentrado e empilhado sobre uma base devidamente preparada e impermeabilizada. A altura das pilhas varia muito, podendo ser 1,5 a 30 metros. A solução lixiviante (ácido sulfúrico diluído) é aplicada na superfície superior da pilha por aspersão, percolando por gravidade através do minério. A solução carregada contendo o cobre solubilizado é recolhida e enviada a um circuito de recuperação do metal, sendo tipicamente extração por solventes e eletrólise. É um processo muito conhecido e o conjunto de operações unitárias Lixiviação em pilhas/Extração por solventes/Eletrólise, vem sendo aplicado em escala comercial há mais de 40 anos.

Independentemente do tipo de minério, uma rota de processo onde a etapa de

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

solubilização do metal de interesse é através da lixiviação em pilhas, requer etapas de britagem/moagem do minério. É fundamental para o processo que a pilha formada tenha uma boa permeabilidade, apresentando um bom contato entre o minério e a solução. Conforme bem relatado no documento US5077021 minérios contendo

5 excessivas quantidades de argilominerais ou finos (geralmente material menor que 100 mesh Tyler) apresentam problemas nesse tipo de processo por terem uma tendência a tornar lenta a percolação ou mesmo cessar a percolação em determinados pontos da pilha por colmatção da mesma. É de conhecimento geral que a colmatção ocorre em função de segregação de materiais, onde as partículas finas e/ou argilominerais migram

10 no interior da pilha para determinadas áreas resultando em zonas com marcadas diferenças de taxa de percolação. O resultado desse efeito é que a solução passa a fluir por regiões de menor resistência formando os canais preferenciais. A formação desses canais preferenciais produz áreas não lixiviadas na pilha o que significa menor recuperação do metal de interesse. A formação de uma "lama" pelas partículas finas

15 liberadas e/ou argilominerais, sendo muito severa, leva à colmatção. Portanto, tornar o leito permeável é mandatório no processo, ou através da remoção dos finos e/ou argilominerais, ou pela aglomeração destes. A etapa de aglomeração, após britagem, como preparação do minério a ser empilhado, é fundamental e inerente à rota de lixiviação em pilhas para qualquer minério, seja ele ouro, urânio, vanádio, prata, cobre,

20 zinco ou níquel, oxidado ou sulfetado.

Como é de conhecimento de todos os técnicos cursados nessa ciência, o minério de níquel pode ser classificado em dois tipos principais, segundo sua composição: o sulfetado e o laterítico (também conhecido como oxidado). Originados em camadas subterrâneas abaixo da região saprolítica (região rica em argila), os

25 depósitos de minério sulfetado correspondem a cerca de 20% das reservas de níquel do ocidente, sendo principalmente encontrados na Austrália, seguidos do Canadá, China, África do Sul e Zimbábue. Cerca de 55% da produção total de níquel é oriunda de minérios sulfetados.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, _____
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

O minério laterítico ocorre em região mais superficial. Seus depósitos são situados principalmente no Brasil, Cuba, Austrália, Nova Caledônia e Filipinas e possuem teores médios de níquel em torno de 1,95% e teores de óxido de ferro acima de 24%, além da presença de cobalto e magnésio. O minério laterítico corresponde a

5 aproximadamente 80% das reservas conhecidas de níquel.

A crescente preocupação com a oferta de minério e a redução dos custos de extração tem motivado uma maior utilização do minério de níquel de origem laterítica. Dois pontos reforçam o aumento de sua utilização, as reservas de níquel sulfetado envolvem elevado custo de extração e os minérios lateríticos apresentam teores de

10 níquel superiores aos minérios sulfetados, proporcionando um maior rendimento, como pode ser evidenciado na TABELA 2 a seguir.

	Minério (mil t)	Teor (%)	Níquel (mil t)	%
Níquel sulfetado	10.594	0,58	62	31
Níquel laterítico	10.382	1,34	140	69
Total	20.976	0,96	202	100

Fonte: Mineração e Metalurgia, Maio/2000

15

TABELA 2

)

Os minérios lateríticos podem ser tratados por rota hidrometalúrgica ou pirometalúrgica, sendo que esses processos normalmente têm alto consumo energético, como é o caso dos processos de fusão de matte, fusão para produção de

20 FeNi e lixiviação amoniacal, tomando assim antieconômico o aproveitamento de minérios lateríticos de níquel de baixo teor. A lixiviação sulfúrica a altas pressões apresenta um menor consumo energético, mas requer um elevado investimento em função dos equipamentos e do ambiente corrosivo.

Atualmente, os processos de lixiviação amoniacal e lixiviação sulfúrica sob

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, ...
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

51
107

pressão têm sido as duas principais tecnologias hidrometalúrgicas utilizadas para a recuperação de níquel e cobalto de lateritas. Além do tratamento químico relativamente agressivo e alto investimento de capital, têm forte dependência nos custos de combustível e ácido sulfúrico/enxofre, respectivamente.

- 5 O processo de lixiviação sulfúrica sob pressão, embora não apresente ganhos significativos em termos de custo de capital em relação às tecnologias mais convencionais, possibilita a obtenção de níquel com grandes vantagens econômicas em termos de custo operacional. O processo possibilita também a recuperação de cobalto em níveis elevados, gerando energia suficiente ao ciclo operacional, porém, requer elevadas escalas de produção.

Os altos preços do níquel e do cobalto também têm influenciado a indústria a buscar alternativas de processos que reduzam os custos operacionais, para manter a rentabilidade do negócio em níveis de preços mais baixos para o níquel e cobalto.

- 15 O grande interesse despertado nos últimos anos para a produção de níquel está fazendo surgir uma série de novas rotas de processo para o tratamento de minérios lateríticos, destacando-se dentre essas, a aplicação de lixiviação em pilhas. A lixiviação em pilhas é uma operação que se caracteriza por envolver baixos custos de investimento e operacionais, e também já bastante conhecida e extensivamente aplicada a minérios de cobre, urânio e ouro, principalmente.

-) 20 Apesar de amplamente utilizadas, as técnicas convencionais de extração de metais de minério lateríticos podem tornar o processo inviável economicamente, principalmente pela variação de preço de combustíveis e ácidos necessários nos ditos processos.

- 25 A utilização de lixiviação em pilhas para minérios lateríticos representa um marco tecnológico para a indústria do níquel, pois além de viabilizar a exploração de depósitos pequenos ou de baixos teores, pode ser uma alternativa de processamento mineral com investimento significativamente menor quando comparado aos processos convencionais já mencionados anteriormente.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

Embora já estudado e publicado em outros documentos, tais como os processos de patente GR 1001555, GR 1003569T, US 6312500, WO 2004/031422 e WO 2005/005671, os conceitos de lixiviação em pilha já alvitados, apresentam condições de processo e configurações de sistemas completamente distintos dos que serão
5 propostos no pedido de patente em questão, como podemos evidenciar ao longo do relatório descritivo.

Os primeiros estudos, realizados por S. Agatzini, visando essa aplicação originaram a patente grega GR 100155. O documento descreve duas técnicas de lixiviação aplicadas a minérios de baixo teor de níquel. A técnica I considera uma opção
10 de circuito onde a solução lixiviante é recirculada, ou seja aplicada ao minério em um número de contatos tal que não sejam observados mais incrementos na concentração de níquel efluente do processo. Após essa estabilização, nova solução é preparada e aplicada ao minério. O solvente empregado é ácido sulfúrico e a concentração inicial da solução ácida é 1N. São consideradas taxas de percolação de cerca de 4 a 33L/h/m²,
15 e preferencialmente entre 12,5 e 25L/h/m². Nessa técnica, segundo discutido, a solução resultante do processo de lixiviação, de uma maneira geral, é diluída, com baixas concentrações dos metais, sendo muito dependente do tipo de minério e do estágio do processo. A técnica II trata basicamente do mesmo processo descrito na técnica I, incluindo uma correção do pH da solução lixiviante após cada reciclo, antes de retomar
20 a alimentar a pilha. O pH é corrigido no valor inicial. O processo de lixiviação é considerado completo quando cessa o aumento da concentração de níquel na solução. A solução resultante pode ser usada subsequente para lixiviar outro material, exatamente do mesmo modo, até que a solução atinja a concentração desejada de níquel. É enfatizado que a técnica apresentada com ciclos contínuos não inibe a
25 lixiviação, exceto quando a solução está saturada em determinado elemento, em cuja situação verifica-se uma precipitação como um sedimento químico. Durante o processo de lixiviação em pilha de minério oxidado de níquel, de acordo com essa técnica, alumínio é o primeiro elemento a precipitar, a partir da saturação da solução.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, - - - - -
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

A patente GR 1003569T descreve praticamente as mesmas características que as descritas no documento GR 1001555, com a substituição da água comum por água de variadas composições químicas ou água proveniente de efluentes industriais/municipais ou ainda por água do mar, alegando-se que isso não afeta a extração de níquel e ainda aumenta as quantidades recuperáveis de Mg, Ca e Na a partir do licor percolado.

O documento US 6312500 apresenta um processo de lixiviação em pilhas para minérios lateríticos de níquel que contêm uma quantidade substancial de materiais argilosos. Refere-se à quantidade significativa de material argiloso como mais que 25% de argilas. O minério, se necessário, é britado no tamanho desejado, menor que 25,0mm, e preferencialmente entre 19,0mm e 3,35mm. O processo utiliza a etapa de aglomeração, prévia à formação da pilha, com ácido sulfúrico devido aos materiais finos presentes no minério. A aglomeração é realizada em equipamentos convencionais ou em qualquer unidade que permita essa operação unitária. O minério após aglomeração é opcionalmente submetido à cura. O tempo de cura pode ser de 1 hora a três dias. Essa etapa é realizada através da disposição do minério aglomerado em uma área aberta, ao ar livre. O minério aglomerado é então empilhado, formando uma pilha cuja altura pode variar de 60cm a cerca de 9m. Podem ser formadas duas ou uma série de pilhas. A solução ácida é aplicada no topo da pilha a uma taxa de 10 a 20L/h/m². O processo de lixiviação em si é descrito conforme a seguir. A primeira pilha é lixiviada com solução nova de H₂SO₄ a uma concentração de pelo menos 10g/L. Se o pH da solução lixiviada, efluente da pilha, for maior do que 2 (ou a acidez livre for menor do que 1g/L), então a solução pode ser direcionada para a recuperação de níquel. Se o pH for menor do que 2, o licor é direcionado para a pilha 2. Além do licor proveniente da pilha 1, à pilha 2 é aplicada também solução nova de H₂SO₄ (tendo uma concentração de pelo menos 10g/L). O licor efluente da pilha 2 também é analisado para determinação da acidez livre. Se o pH é maior do que 2 ou a acidez livre é inferior a 1g/L, então o licor pode ser direcionado para a recuperação de níquel. Nesses níveis de

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, _____
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

acidez não é necessário submeter o licor à etapa seguinte de neutralização, podendo o níquel ser extraído diretamente da solução, por exemplo, por troca iônica. A maior parte do licor é submetido diretamente à extração de níquel, mas uma parte ainda é direcionada a uma terceira pilha. O processo pode continuar ainda por várias pilhas.

- 5 A patente WO 2004/031422 menciona que o método não é específico para o níquel, porém em uma de suas reivindicações inclui esse elemento. Reivindica-se que o minério deve ser aglomerado. A solução lixiviante, reivindicada, contém ácido sulfúrico e dióxido de enxofre dissolvido e é feita uma purga da solução para o circuito de recuperação de níquel, sendo que dito ácido sulfúrico da solução lixiviante apresenta
- 10 uma concentração com cerca de 75g/l. Nessa invenção o dióxido de enxofre é adicionado à solução lixiviante antes de ser aplicada à pilha.

OBJETIVOS E VANTAGENS DA INVENÇÃO

- 15 O pedido de patente em questão, diferentemente dos já aludidos, apresenta como proposta um método de processamento contínuo onde a lixiviação do minério é realizada em sistema contra-corrente onde são usados pelo menos 2 estágios, sendo que cada estágio é representado por um setor de pilha ou por uma pilha.

- 20 Foi objetivo da presente invenção desenvolver uma opção bastante competitiva para extração do níquel, cobalto, zinco, cobre entre outros metais básicos de minério laterítico, com investimento e custos operacionais inferiores às demais rotas tecnológicas estabelecidas, bem como resolver economicamente o problema de extração de níquel de minério de baixo teor e/ou de depósitos pequenos.

- 25 Outro objetivo da presente invenção foi reduzir significativamente o consumo de ácido sulfúrico pelo sistema, atingindo níveis de 350kg de ácido por tonelada de minério tratado, com extrações de níquel variando de 70% a 90% dependendo da composição mineralógica, além de proporcionar um menor ciclo de lixiviação e favorecer o balanço hídrico do sistema e apresentando melhor seletividade para a extração dos metais de

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, -- --
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

interesse, em relação à ganga, além de diminuir drasticamente o volume total da solução.

A invenção compreende um processo contínuo onde a lixiviação do minério é realizada em sistema contra-corrente onde são usados pelo menos 2 estágios, sendo
5 que cada estágio é representado por um setor de pilha ou por uma pilha, podendo ser aplicado a minérios com alta quantidade de finos naturais, como também é uma opção ao tratamento de frações grosseiras ($>0,5\text{mm}$), dita lixiviação em pilhas apresenta-se como uma ótima alternativa para a extração do níquel, cobalto e zinco entre outros metais básicos de minério laterítico, com investimento e custos operacionais inferiores
10 às demais rotas tecnológicas estabelecidas, bem como resolver economicamente o problema de extração de níquel de minério de baixo teor e/ou de depósitos pequenos.

DESCRIÇÃO RESUMIDA

15 A invenção trata de processo para remoção de níquel, cobalto e outros metais de minérios lateríticos por lixiviação em pilhas compreendendo etapas de britagem (I), aglomeração (II), empilhamento (III) e lixiviação em pilhas (IV), sendo esta última um sistema de lixiviação em pilhas dinâmicas, em contracorrente, em contínuo, com dois ou mais estágios, apresentando duas fases, uma composta pelo minério (soluto) e outra
20 pela solução lixiviante ou solvente, que são abastecidos em pontos opostos da série de estágios, fluindo em direções contrárias, sendo que ao cessar a lixiviação do último estágio seu soluto é removido e introduzido novo estágio na primeira posição compreendendo minério novo (soluto) a ser lixiviado pela solução solvente, que é introduzida a partir do último estágio, percolando ou fluindo através de todos os estágios
25 anteriores até chegar ao primeiro estágio, quando carregada de metais de interesse (PLS) é separada.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A invenção trata de processo para remoção de níquel e cobalto e outros metais
30 básicos de minérios lateríticos utilizando lixiviação em pilhas, compreendendo um processo contínuo onde a lixiviação do minério é realizada em sistema contra-corrente onde são usados pelo menos 2 estágios, sendo que cada estágio é representado por

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, . . .
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

um setor de pilha ou por uma pilha, podendo ser aplicado a minérios com alta quantidade de finos naturais, como também é uma opção ao tratamento de frações grosseiras ($>0,5\text{mm}$), dita lixiviação em pilhas apresenta-se como uma ótima alternativa para a extração do níquel, cobalto e zinco entre outros metais básicos de minério laterítico, com investimento e custos operacionais inferiores às demais rotas tecnológicas estabelecidas, bem como resolver economicamente o problema de extração de níquel de minério de baixo teor e/ou de depósitos pequenos.

O DIAGRAMA 2 de blocos, em anexo, representa esquematicamente o fluxograma global do processo até a obtenção de uma solução rica no metal de interesse; e DIAGRAMA 3, em anexo, representa um desenho esquemático da etapa de lixiviação contra-corrente em pilhas, propriamente dita.

A presente invenção trata de uma rota hidrometalúrgica de processo para tratamento de minérios lateríticos de níquel, onde a etapa de solubilização dos valores metálicos se dá por lixiviação em pilhas.

O DIAGRAMA 2, em anexo, representa esquematicamente o fluxograma global do processo até a obtenção de uma solução rica no metal de interesse. De uma maneira geral, a rota proposta engloba as etapas de britagem (I), aglomeração (II), empilhamento (III) e lixiviação em pilhas (IV).

O minério proveniente da mina (O) é britado para ter sua granulometria adequada ao processo. A britagem ocorre em quantos estágios forem necessários para se atingir a granulometria adequada ao processo, dependendo das características do minério. Em geral na britagem secundária, obtém-se tamanho máximo de partícula entre cerca de 25,0mm a cerca de 50,0mm e para britagem terciária o tamanho máximo entre cerca de 12,5mm a cerca de 6,30mm. A britagem em dois estágios é suficiente para minérios com elevada porosidade (alta superfície específica) e grande quantidade de finos. No caso de minérios mais compactos e competentes, a britagem terciária, e mesmo a quaternária, pode vir a ser utilizada para proporcionar uma maior superfície de reação. A geração de finos deve ser minimizada nessas operações unitárias.

A FIGURA 1, em anexo, ilustra um tipo de minério com alta porosidade, o que facilita a acessibilidade do lixiviante.

Em seguida, o produto britado é encaminhado à unidade de aglomeração (II), através de um transportador de correia. Durante este transporte, pode ser adicionada água ao minério, se necessário, por exemplo, em casos em que o minério esteja muito seco e tenha elevada quantidade de finos. A adição de água no transportador de correia, podendo ser realizada de diversas maneiras, dentre elas por aspersão, minimiza a formação de poeira, tomando as condições de trabalho mais favoráveis.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

Além disso, e muito importante, minimiza a perda de níquel, já que uma característica de minérios lateríticos é a concentração desse elemento nas frações mais finas. A aglomeração se realiza em equipamentos convencionais, tais como tambores ou discos rotativos ou mesmo em qualquer aparato que proporcione o resultado esperado.

5 Nessa etapa, são adicionados ácido sulfúrico, concentrado ou em solução, e água ao minério em quantidades definidas de acordo com a quantidade de finos presentes (que pode ser de 30 a 70% menor que 0,075mm), sendo o ácido e a água adicionados em dosagens suficientes para atingir a umidade de aglomeração. A umidade de aglomeração é determinada previamente em ensaios em bancada e é
10 dependente das características físicas e mineralógicas do minério. Em função da fração ultrafina presente, pode ser adicionado um agente aglomerante de inúmeras origens, tal como, inorgânicos ou orgânicos, sintéticos ou naturais, ou ainda de origem mineral como por exemplo bentonita, desde que tais agentes sejam inertes ao ácido da solução lixiviante. No produto aglomerado não deve haver a presença de finos livres, ou seja,
15 qualquer fração de minério inferior a 1,70mm.

Vale ressaltar que minérios que contêm uma basicidade natural devido aos elevados níveis de componentes básicos, tais como MgO ou CaO, possuem potencial de neutralização e esse é o caso de minérios saprolíticos. Portanto, além dos benefícios já bastante conhecidos da aglomeração, essa etapa é também importante na rota
20 proposta como uma pré-neutralização do minério. A definição da quantidade de ácido sulfúrico adicionado leva em conta as espécies minerais prontamente consumidoras de ácido na granulometria do processo. Essa reação de neutralização nessa etapa, acelera o início de extração dos metais de interesse. Quando não há adição de ácido nessa etapa e a aglomeração é feita apenas com água com ou sem agente aglomerante,
25 verifica-se um retardamento na extração dos metais de interesse, no caso principalmente níquel e cobalto, apesar de não ser verificado impacto significativo no ciclo total de lixiviação. As principais espécies consumidoras de ácido normalmente são magnésio, ferro, alumínio e cálcio.

Após a aglomeração (II), o minério é empilhado (III), formando pilhas com altura
30 final que podem variar de cerca de 2 a cerca de 7 metros, preferencialmente 4 metros.

O sistema de lixiviação (IV) proposto é em pilhas dinâmicas ("on-off"), em contracorrente, com multi-estágios, cujo número de estágios pode ser maior ou igual a 2 estágios, preferencialmente 3 estágios. O sistema aqui descrito segue a conceituação apresentada por Foust et alli em Principles of Unit Operations, já mencionada na
35 descrição do estado da técnica. Em se tratando de uma operação unitária de lixiviação, as duas fases são compostas pelo minério (soluto) cujos valores metálicos se deseja

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

extrair (Ni e Co, principalmente) e pela solução de ácido sulfúrico (solvente). As duas fases entram em pontos opostos de uma série de estágios em equilíbrio, "fluindo" em direções contrárias a cada uma. Através dessa técnica, obtêm-se concentrações de Ni e Co mais elevadas no produto da fase líquida e um menor ciclo de lixiviação, empregando-se uma menor quantidade de solvente se comparado com o circuito em co-corrente ou fluxos paralelos.

A solução lixiviante nova, uma solução de ácido sulfúrico com concentração variando de cerca de 50 a cerca de 200g/L, é aplicada no topo ou superfície superior da pilha do último estágio, ou estágio 3 no caso de sistema com 3 estágios, e as soluções percoladas de cada estágio são recolhidas separadamente, em reservatórios específicos e empregadas no estágio seguinte de acordo com o sentido do fluxo.

As soluções provenientes dos estágios 2 e 3, são designadas como solução intermediária 2 (ILS2) e solução intermediária 3 (ILS3), respectivamente e assim sucessivamente.

A solução carregada com os metais de interesse final, (PLS) ("pregnant leaching solution"), possui acidez residual entre cerca de 10 a cerca de 30g/L.

Ao final do processo de lixiviação (IV), no último estágio ou estágio 3, se for o caso, o minério é lavado com água nova ou de processo. Após lavagem, o minério lixiviado é retomado e transportado a uma área impermeabilizada, preparada para a deposição final dos resíduos de lixiviação. É importante entender, que por se tratar de um processo contínuo, logo que cessar a lixiviação do minério no último estágio ou estágio 3, por exemplo, aquele que estava no estágio 2 passa a estágio 3, e o estágio 1 a estágio 2 e uma nova seção (ou pilha) passa para o estágio 1.

O processo de lixiviação em pilha, objeto da presente invenção, pode ser aplicado a minérios com alta quantidade de finos naturais, como também é uma opção ao tratamento de frações grosseiras (por exemplo, maior que 0,5mm). Nesse último caso a fração fina seria submetida ao tratamento convencional via autoclavagem a alta pressão, ou por lixiviação atmosférica ou por uma combinação das duas lixiviações.

A invenção também considera o produto final obtido contendo níquel, cobalto e outros metais de minérios lateríticos obtidos por processo de lixiviação em pilhas (IV), ou a solução carregada com metais de interesse (PLS), obtida pelo processo segundo a invenção e já relatado.

Avaliam-se diferentes alternativas para o tratamento da solução rica (PLS), solução efluente do estágio 1, sendo, por exemplo, a produção de precipitado misto ou verticalizar o processo até a produção de níquel metálico.

A solução rica é submetida à extração de ferro e alumínio presentes por

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

precipitação estagiada com adição de um reagente alcalino. Em seguida, a solução isenta, ou com níveis aceitáveis pelo processo, de ferro e alumínio, é encaminhada para a extração de níquel e cobalto (6), podendo ser extraídos ou recuperados por diversas técnicas, tais como, precipitação, extração por solventes ou ainda por troca-iônica. Por

5 extração por solventes ou ainda resina por troca iônica, chega-se a níquel metálico; por precipitação produz-se um hidróxido ou sulfeto misto de níquel, cobalto, zinco e outros metais básicos.

A presente solicitação faz referência a certas condições operacionais, tais como, altura da pilha, granulometria do minério, concentração do ácido sulfúrico, dentre outras,

10 sem, contudo limitar sua exclusividade, salientando que essas condições podem sofrer variações em cada uma das etapas de lixiviação em pilha, sem prejudicar o resultado final do processo.

Apesar de ter sido descrito e ilustrado um processo operacional preferido, cabe ressaltar que alterações nesse processo são possíveis e realizáveis, sem que se fuja do

15 escopo da presente invenção.

EXEMPLO 1

Visando avaliar a aplicabilidade da lixiviação em pilhas a uma fração de rejeito (maior que 0,5mm) do beneficiamento de um minério laterítico pela rota

20 HPAL /Lixiviação Atmosférica, foram compostas três amostras, cujas análises químicas são apresentadas na TABELA 3 a seguir, que foram submetidas a ensaios em colunas de 1m de altura.

Análise química alimentação dos ensaios

Descrição	Al (%)	Co (%)	Cr (%)	Cu (%)	Fe (%)	Mg (%)	Mn (%)	Ni (%)	Si (%)	Ti (%)	Zn (%)
Amostra 1	0,83	0,03	0,58	0,02	9,85	1,55	0,21	0,31	33,85	0,05	0,02
Amostra 2	0,72	0,03	0,87	0,03	8,54	9,52	0,11	0,48	25,10	0,03	0,03
Amostra 3	2,37	0,09	0,78	0,08	10,20	8,42	0,37	1,38	24,70	0,24	0,05

TABELA 3

25 O GRÁFICO 1, em anexo, mostra como o níquel está distribuído nessas amostras, sendo principalmente encontrado nos filosilicatos (serpentinhas e cloritas).

A granulometria das amostras foi definida em 100% abaixo de 1,27 cm. As distribuições granulométricas são apresentadas no GRÁFICO 2, em anexo. As demais condições para execução desses ensaios foram: taxa de percolação de 10L/h/m²;

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

concentração de ácido sulfúrico na solução lixiviante de 20g/L; dosagem de ácido na aglomeração igual a 20kg/t de minério; ensaios em circuito aberto.

Esses ensaios preliminares indicaram o potencial para a extração de níquel através da operação unitária de lixiviação em pilhas. As curvas de extração de níquel, GRÁFICO 3 em anexo, entretanto mostram que o sistema requiritava mais ácido, através, por exemplo, de solução lixiviante com concentração mais elevada. A baixa concentração de ácido pode ter sido um fator para a cinética lenta. Em 100 dias de operação as amostras 1, 2 e 3 atingiram 34, 58 e 69% de extração de níquel, respectivamente.

10

EXEMPLO 2

Foram realizados ensaios em colunas de 1m e 4m de altura, nessas últimas visando uma avaliação prévia da influência da altura na extração de níquel. Esses ensaios foram executados com amostras de quatro diferentes litologias e também com uma amostra composta a partir dos litotipos individuais. Todas as amostras foram britadas a uma granulometria 100% abaixo de 12,5mm. A taxa de percolação foi constante e igual a 10L/h/m². A concentração de ácido sulfúrico na solução lixiviante foi de 20 a 200g/L nas colunas de 1m e de 50g/L nas colunas de 4m.

20

As curvas de extração de níquel para os diferentes tipos de minério, sob condições distintas de acidez, confirmaram a influência dessa variável no processo. Uma acidez mais elevada conduz a uma cinética mais rápida.

A extração de níquel variou em função da mineralogia. A mineralogia que apresentou maior refratariedade ao processo obtendo portanto menores níveis de extração de níquel, foi aquela onde parte significativa do níquel está nos hidróxidos de ferro. Entende-se essa refratariedade pela forma de ocorrência do Ni, que estando na estrutura cristalina dos hidróxidos de ferro necessita de uma maior energia no sistema

25

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

que supere a elevada energia de ligação nesses hidróxidos. Os átomos de Ni estão menos acessíveis à solução lixiviante.

Nos GRÁFICO 4 (extração de níquel minério saprolítico) e GRÁFICO 5 (extração de níquel minério ferruginoso ou limonítico), em anexo, são apresentadas as curvas de extração dos ensaios em colunas de 1m de altura para dois dos tipos de minério avaliados.

Através dos ensaios em mini-colunas pode-se avaliar a máxima extração de níquel possível de ser obtida. Considerando que em 100 dias de ciclo todos os tipos atingiram uma estabilização, decidiu-se assumir esse tempo como o ciclo total e variar, de 20 em 20 dias, a concentração de ácido, em regime crescente e decrescente, ou seja, de 20 a 200g/L e de 200 a 20g/L. Foi confirmada mais uma vez a influência da concentração de ácido no processo, onde através do ensaio com variações crescentes de acidez, à medida que se aumenta a acidez nota-se a mudança de inflexão da curva. No ensaio com mudanças de acidez de maneira decrescente, esse efeito não é notado significativamente.

Nesses ensaios, identificou-se que no processo de lixiviação em avaliação, destacam-se três principais etapas: neutralização, lixiviação primária e lixiviação secundária, conforme ilustrado no GRÁFICO 6 (etapas de lixiviação), em anexo. No primeiro estágio, as principais reações envolvem os minerais prontamente solúveis, destacando-se as espécies portadoras de magnésio, daí identificá-lo como neutralização. Dependendo de como o níquel está distribuído nos minerais, têm-se diferentes cinéticas: Ni adsorvido entre as placas (inter-placas) dos filossilicatos é mais facilmente extraído do que aquele que se encontra na estrutura (intra-placas) desses mesmos minerais, que por sua vez, têm maior extração do que o Ni contido nos hidróxidos de ferro.

Esse comportamento de diferentes zonas de lixiviação indicou a importância em se avaliar o circuito dentro do princípio de contracorrente.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, .
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

O GRÁFICO 7, em anexo, apresenta as curvas de extração de níquel obtidas para as quatro tipologias nos ensaios em colunas de 4m.

EXEMPLO 3

5

Foram avaliadas três diferentes opções de circuito de lixiviação, cujas curvas de extração são apresentadas no GRÁFICO 8, em anexo, sendo: circuito aberto, circuito em contracorrente com 3 estágios (circuito com ILS) e circuito com recirculação de PLS e correção da concentração de ácido.

10

Para o circuito ILS, o ciclo total foi considerado 150 dias, 3 etapas de 50 dias cada. O circuito em contracorrente (ILS) apresenta-se como a melhor alternativa para os minérios avaliados, diminuindo consideravelmente o ciclo de lixiviação, o volume total de solução bem como consumo de ácido, conforme ilustrado na TABELA 4, a seguir:

Tipo Circuito	Ciclo Lixiviação (dias)	Extração Ni (%)	Extração Co (%)	Consumo H ₂ SO ₄ (kg/ton minério)
ILS	150	84	70	280
Aberto	270	87	72	560
Com Reciclo e correção de acidez	270	84	70	250

15

TABELA 4

EXEMPLO 4

Foram realizados ensaios em uma mesma amostra em colunas de 4m de altura para avaliar a influência da granulometria na extração de níquel. As demais condições de processo, tais como concentração da solução lixiviante, taxa de percolação, condições de aglomeração, foram mantidas constantes. Foi observado, que para amostras com elevada porosidade além dos finos naturalmente presentes no minério,

20

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

não há um impacto significativo na extração de níquel para top size de 12,5mm ou 50,0mm, como pode ser visto no GRÁFICO 9 (avaliação da influência da granulometria na extração de níquel), em anexo.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

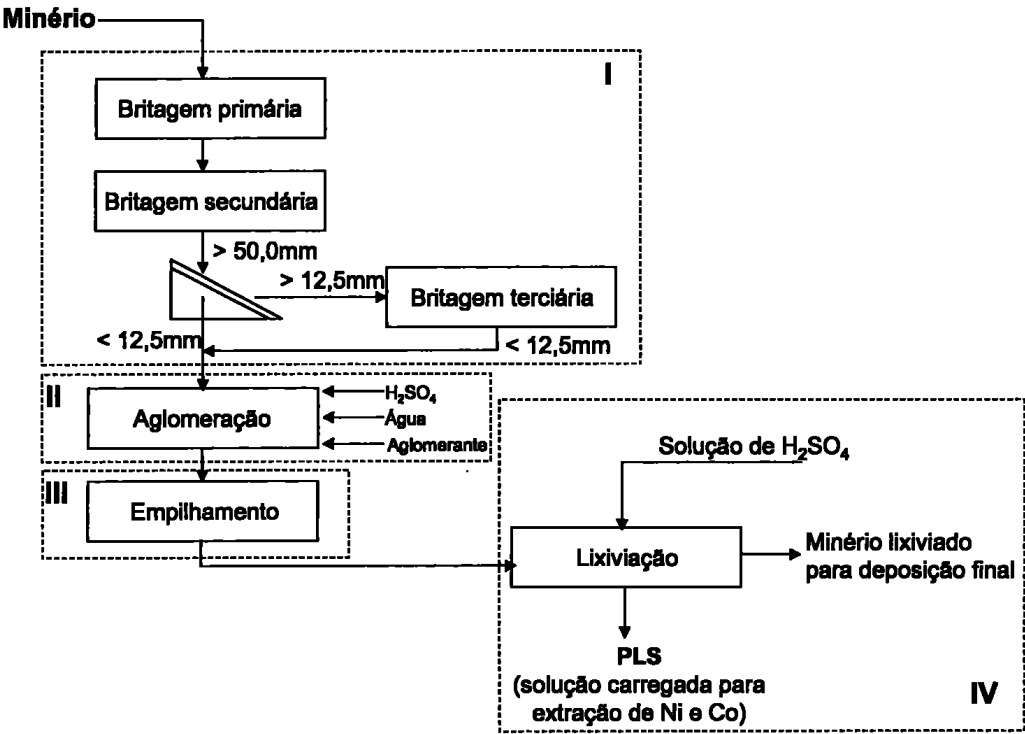
**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

DIAGRAMA 2



Handwritten mark

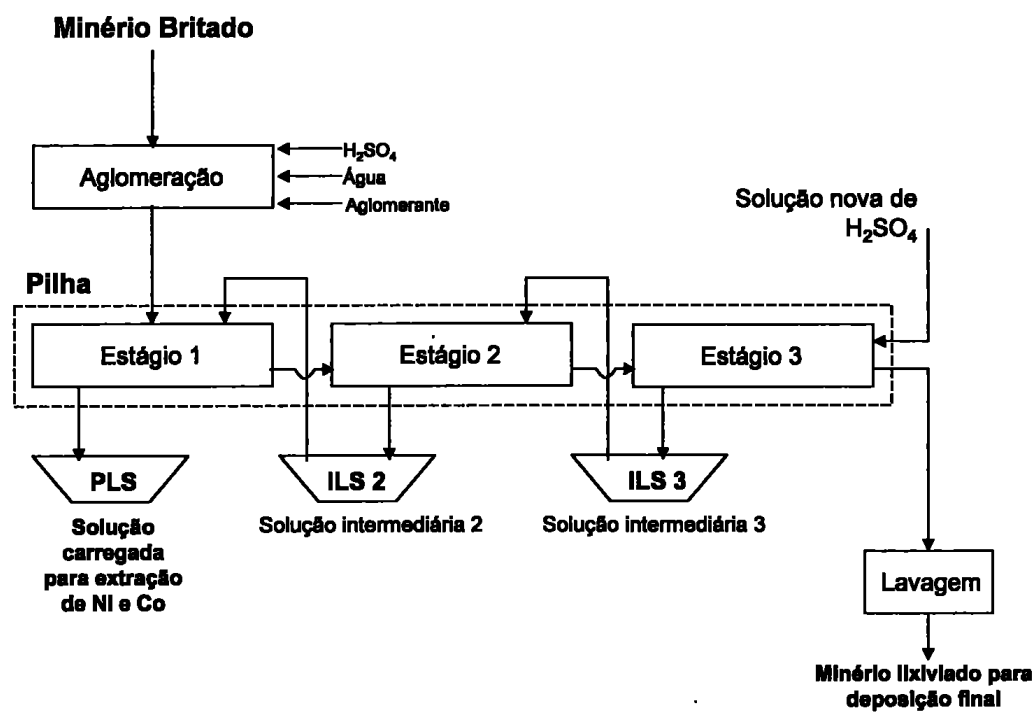
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, ...
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

DIA RAMA 3



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

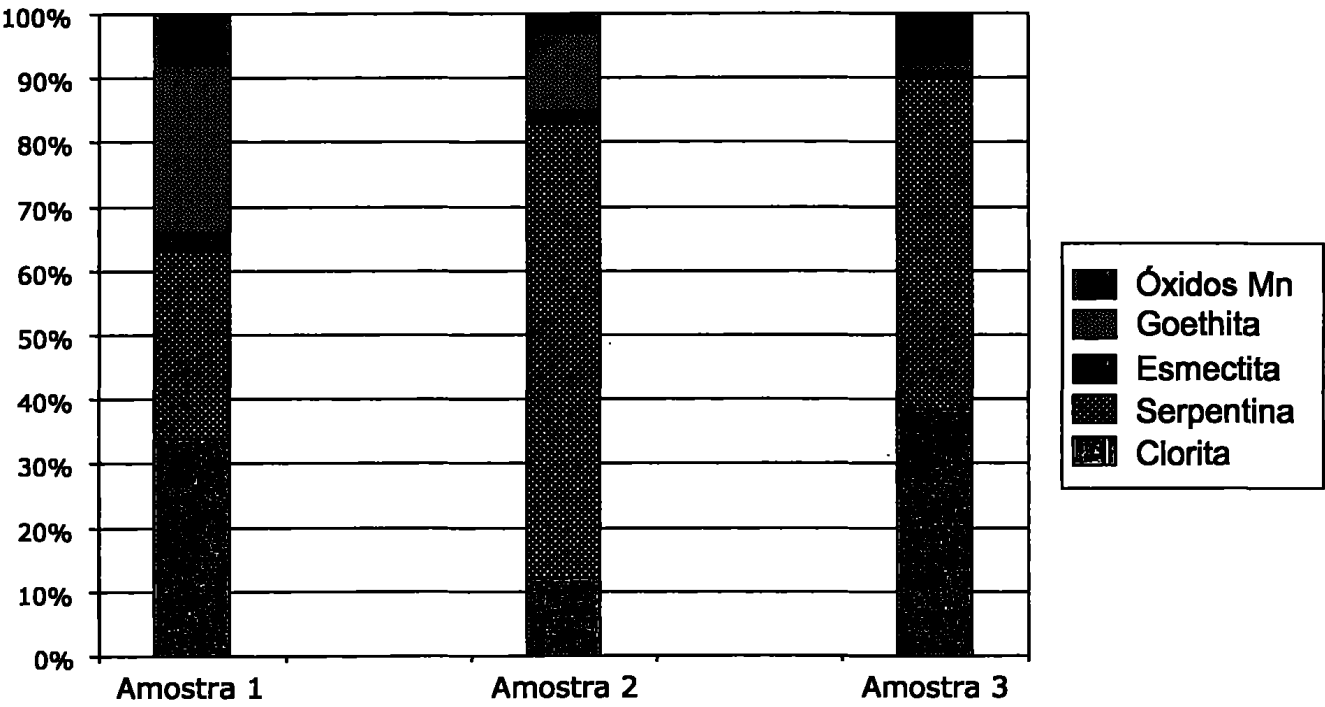
**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

GRÁFIC 1



26/33

68

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

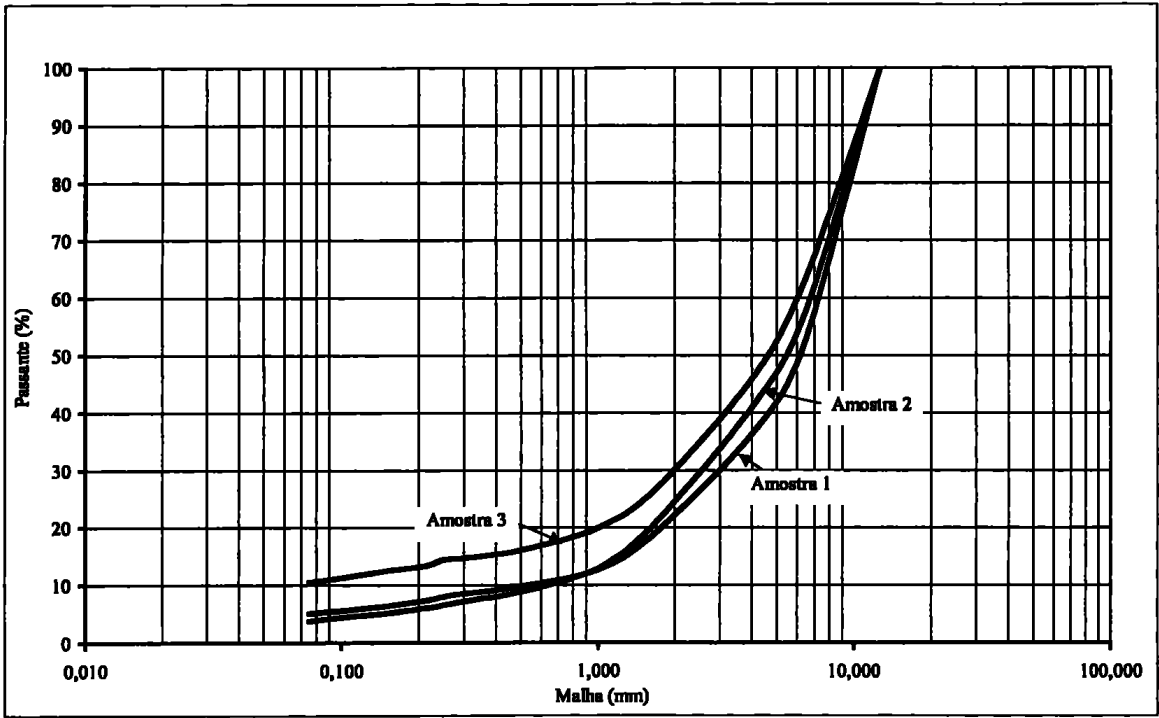
**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

GRÁFICO 2



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL : - - - - -

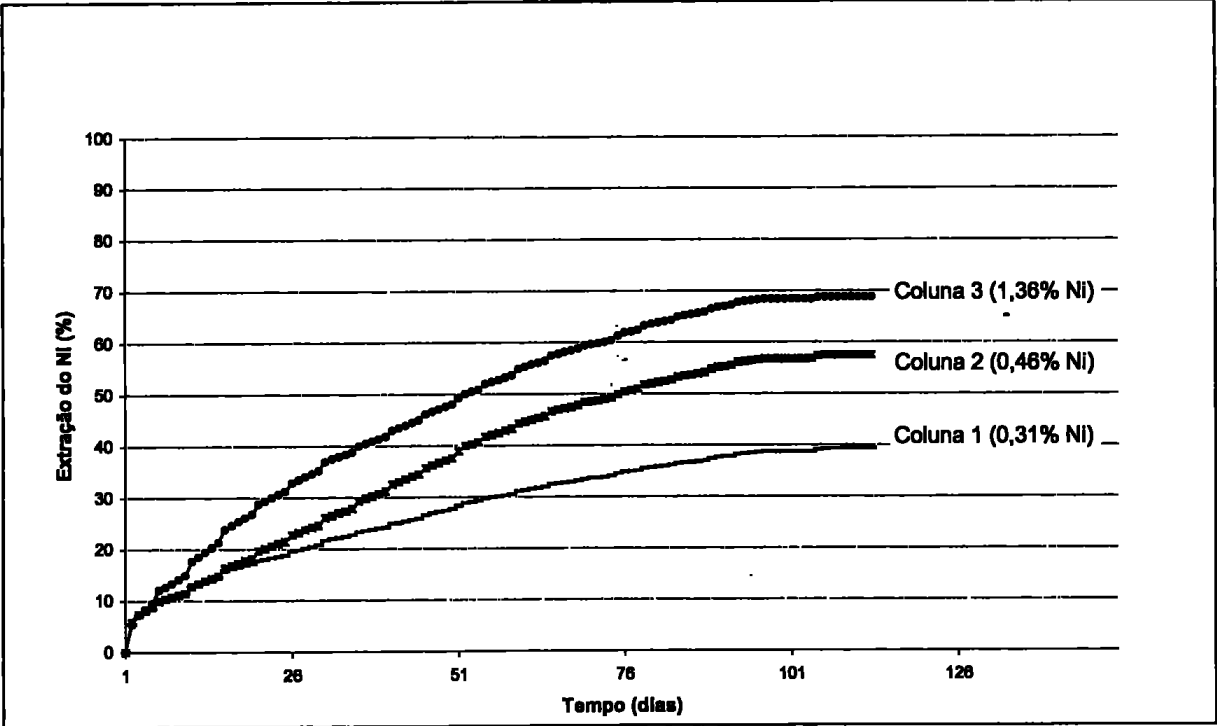
CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, - - - - -
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

GRÁFICO 3



68

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

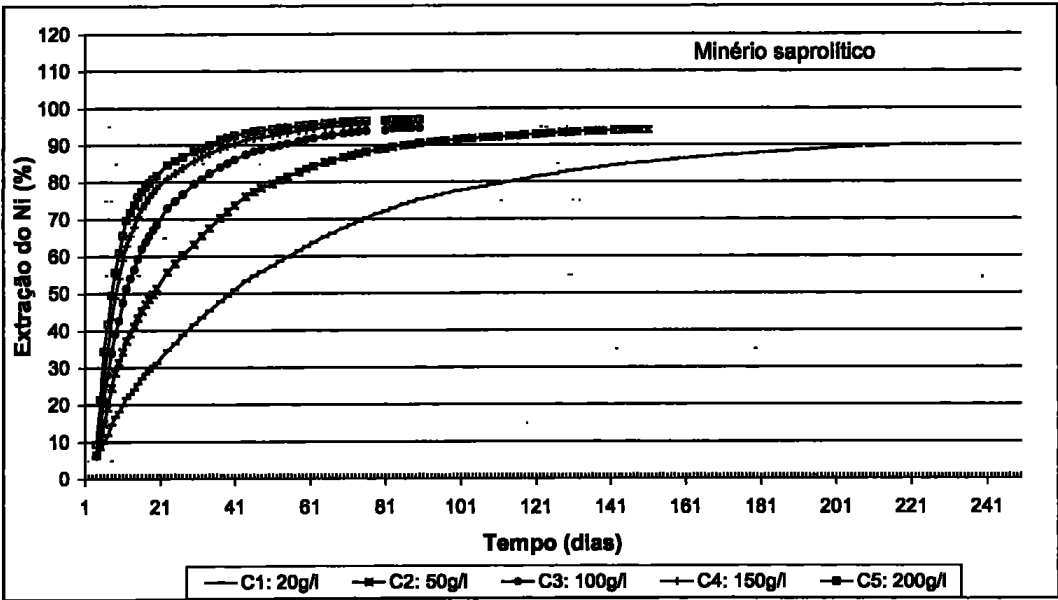
**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, ...
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

GRÁFICO 4



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

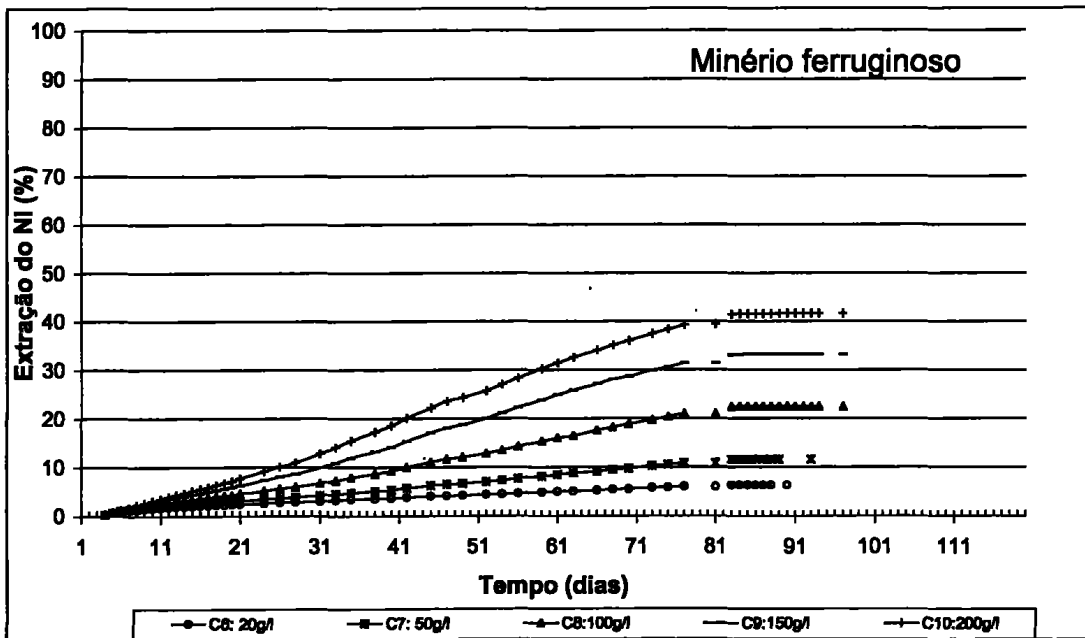
**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

GRÁFIC 5



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

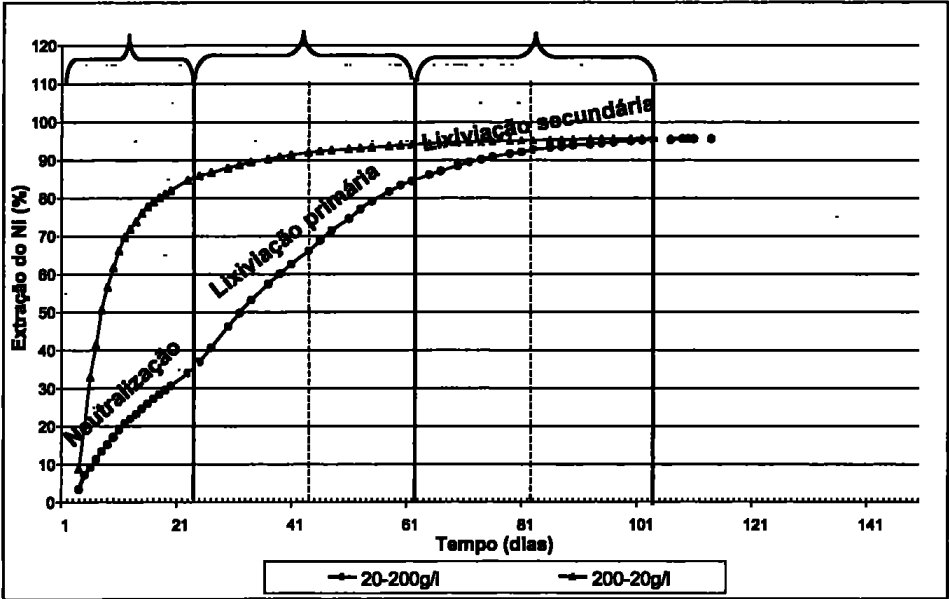
**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, ...
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

GRÁFICO 6



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

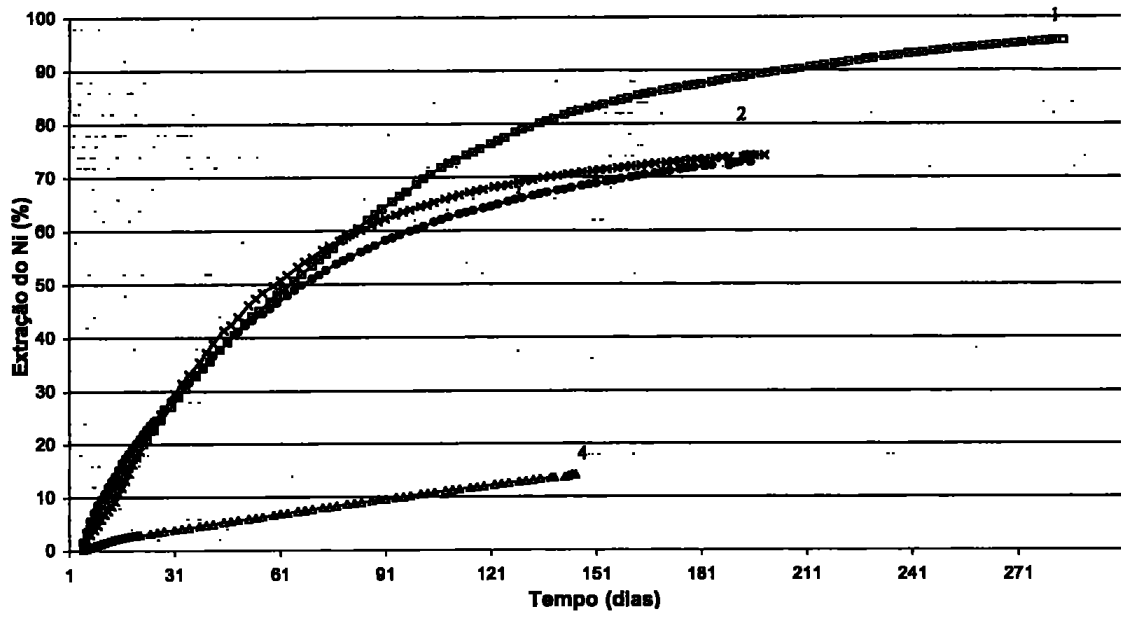
**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, _____
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

GRÁFICO 7



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

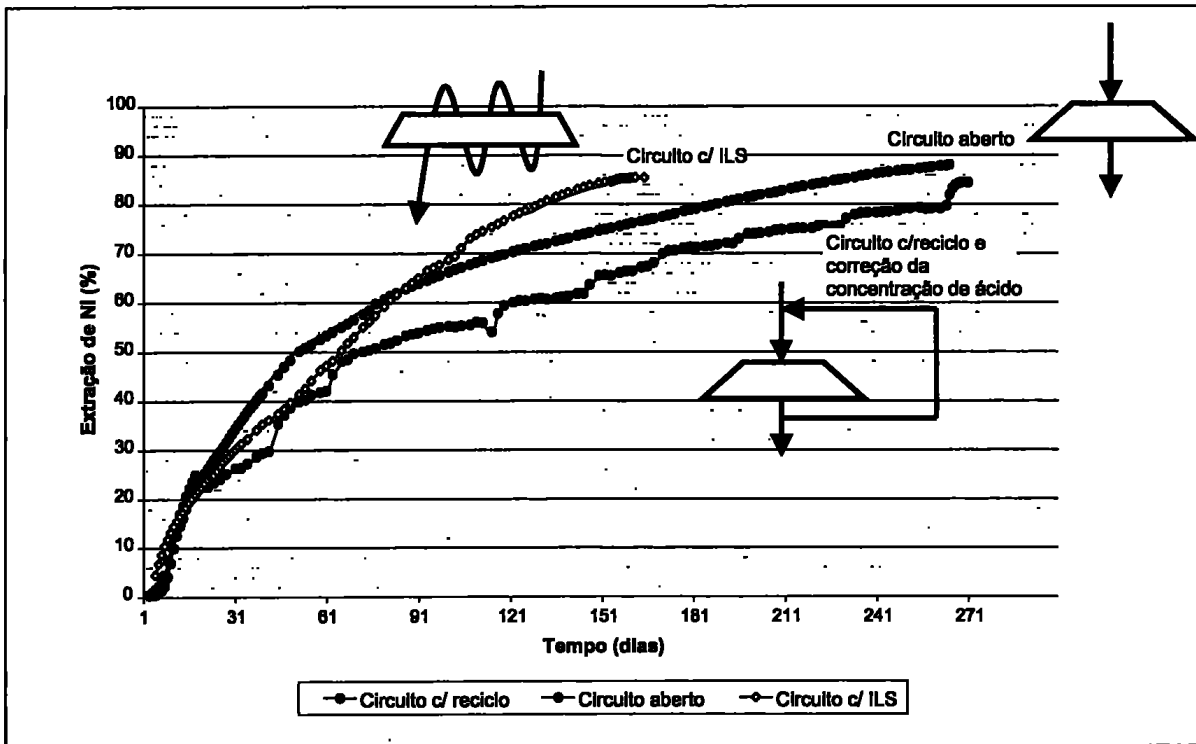
CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, ...
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

GRÁFICO 8



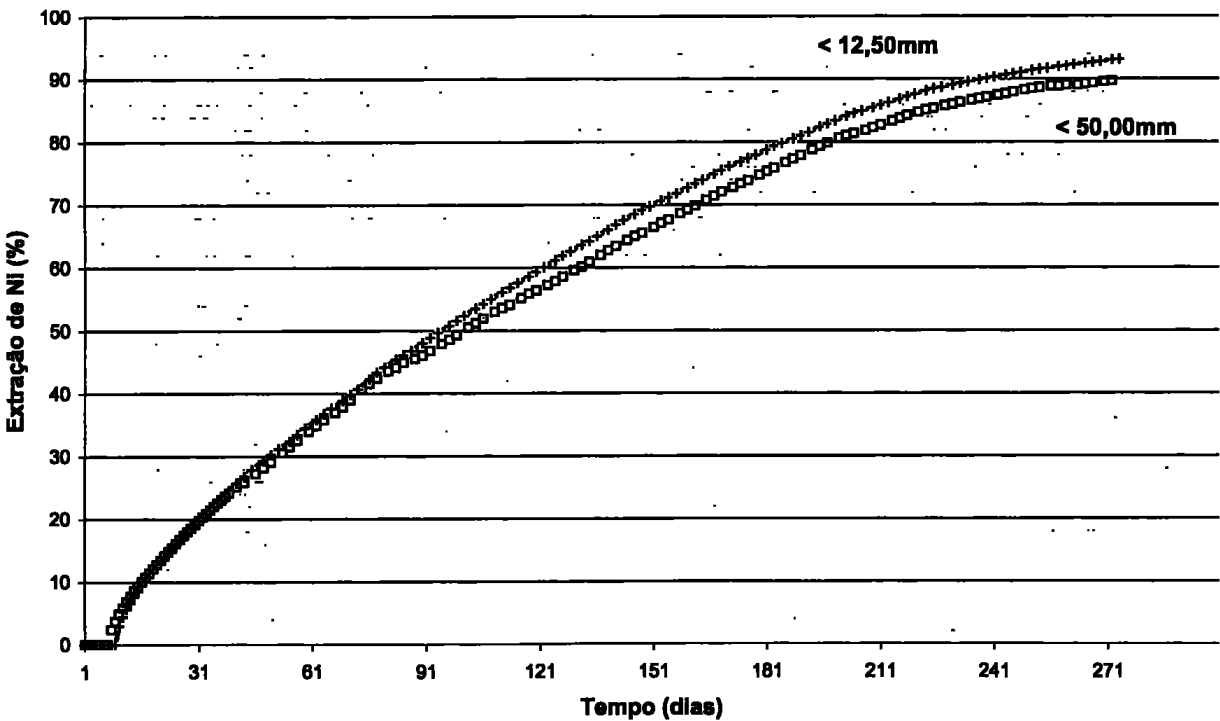
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

GRÁFIC 9



18/4

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

REIVINDICAÇÕES

1. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS**
5 **DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS** caracterizado pelo fato de compreender etapas de britagem (I), aglomeração (II), empilhamento (III) e lixiviação em pilhas (IV), sendo este último um sistema de lixiviação em pilhas, em contracorrente, em contínuo, com dois ou mais estágios, apresentando duas fases, uma composta pelo minério (soluto) e outra pela solução lixiviante ou solvente, que são abastecidos em
10 pontos opostos da série de estágios, fluindo em direções contrárias, sendo que ao cessar a lixiviação do último estágio seu soluto é removido e introduzido novo estágio na primeira posição compreendendo minério novo (soluto) a ser lixiviado pela solução solvente, que é introduzida a partir do último estágio, percolando ou fluindo através de todos os estágios anteriores até chegar ao primeiro estágio, sendo separada quando
5 carregada de metais de interesse (PLS).
2. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS**
DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 1 caracterizado pelo fato da britagem (I) poder ocorrer em quantos estágios forem
20 necessários para se obter a granulometria adequada ao processo.
3. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS**
DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 2 caracterizado pelo fato de obter-se na britagem secundária tamanho máximo de
25 partícula entre cerca de 25,0 mm a cerca de 50,0mm e na britagem terciária tamanho máximo de partícula entre cerca de 12,5mm a cerca de 6,30mm.
4. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS**
DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 1
30 caracterizado pelo fato do produto britado poder opcionalmente sofrer adição de água, antes de passar para a etapa de aglomeração (II).
5. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS**
DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 1
35 caracterizado pelo fato de durante a etapa de aglomeração (II) ocorrer adição de água

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma, ...
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP

e opcionalmente de ácido, ou outros aditivos, como agentes aglomerantes entre outros.

6. PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 5

5 caracterizado pelo fato de empregar-se ácido sulfúrico concentrado ou em solução e água, em dosagens suficientes para atingir a umidade de aglomeração.

7. PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 5

10 caracterizado pelo fato de poder-se empregar como agente aglomerante, compostos inorgânicos, orgânicos, sintéticos ou naturais, ou ainda de origem mineral como a bentonita.

8. PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicações 1

15 ou 5 caracterizado pelo fato de no produto aglomerado não haver presença de finos livres, prejudiciais ao processo de percolação.

9. PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 1

20 caracterizado pelo fato das pilhas serem preferencialmente do tipo dinâmicas, ou "on-off".

10. PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicações 1

25 ou 9 caracterizado pelo fato do minério empilhado (III) formar pilhas cuja altura pode variar entre cerca de 2 a cerca de 7 metros.

11. PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 1

30 caracterizado pelo fato do sistema de lixiviação (IV), ou de pilhas, compreender 3 estágios.

12. PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS segundo reivindicação 1

35

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

caracterizado pelo fato da solução lixiviante nova compreender solução de ácido sulfúrico.

13. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS** segundo reivindicação 12
5 caracterizado pelo fato da sua concentração estar compreendida entre cerca de 50 a 200 g/L.

14. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS** segundo reivindicação 1
10 caracterizado pelo fato da solução nova lixiviante ser introduzida na face superior ou topo do último estágio.

15. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS** segundo reivindicação 1
15 caracterizado pelo fato das soluções percoladas de cada estágio (ILS) serem recolhidas separadamente e empregadas no estágio seguinte, de acordo com o sentido do fluxo.

16. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS** segundo reivindicação 1
20 caracterizado pelo fato da solução final carregada com os metais de interesse (PLS) apresentar acidez residual entre cerca de 10 a cerca de 30 g/L.

17. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS** segundo reivindicação 1
25 caracterizado pelo fato de que ao final do processo de lixiviação do último estágio, o minério lixiviado é lavado com água nova ou do processo, sendo então considerado como resíduo.

18. **PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS** segundo reivindicação 1
30 caracterizado pelo fato da solução carregada de metais obtida (PLS) poder sofrer processo posterior para separação de metais como: níquel, cobalto, zinco, alumínio e ferro, entre outros.

35 19. **PRODUTO CONTENDO NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS** segundo qualquer das reivindicações anteriores

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

caracterizado pelo fato de ser obtido por processo de lixiviação em pilhas (IV), ou compreender solução carregada com metais de interesse (PLS), obtida por tal processo.

)

)

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.


SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP



FIGURA 1

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

RESUMO**5 'PROCESSO PARA REMOÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS POR LIXIVIAÇÃO EM PILHAS E PRODUTO CONTEND NÍQUEL, COBALTO E OUTROS METAIS DE MINÉRIOS LATERÍTICOS'.**

10 A presente invenção trata de processo para remoção de níquel, cobalto e outros metais de minérios lateríticos por lixiviação em pilhas, assim como de produto obtido caracterizado pelo fato de compreender etapas de britagem (I), aglomeração (II), empilhamento (III) e lixiviação em pilhas (IV), sendo este último um sistema de lixiviação em pilhas, em contracorrente, em contínuo, com dois ou mais estágios, apresentando duas fases, uma composta pelo minério (soluto) e outra pela solução lixiviante ou
15 solvente, que são abastecidos em pontos opostos da série de estágios, fluindo em direções contrárias, sendo que ao cessar a lixiviação do último estágio seu soluto é removido e introduzido novo estágio na primeira posição compreendendo minério novo (soluto) a ser lixiviado pela solução solvente, que é introduzida a partir do último estágio, percolando ou fluindo através de todos os estágios anteriores até chegar ao primeiro
20 estágio, sendo separada quando carregada de metais de interesse (PLS).

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2007.



**SHEILA KILLINS GERTH
PORT: INPI/PR 152/2006
DIRPA / CGPROP**

84
137

EDGAR HERMES PAIXÃO PARDO

Traductor oficial - Tradutor Juramentado

Español - Português
Português - Español

Traducción oficial de un documento que me fue presentado en lengua portuguesa, trabajo realizado en función de mi cargo de traductor oficial de esta ciudad de Santafé de Bogotá.

Contenido del documento:

REPÚBLICA FEDERATIVA DEL BRASIL

Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior

INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

DIRECCIÓN DE PATENTES

COPIA OFICIAL

PARA EFECTOS DE REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

El documento anexo es la copia fiel de un pedido de patente de invento, regularmente radicado en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial, bajo el N° PI 0605643-1 del 30 de octubre de 2007.

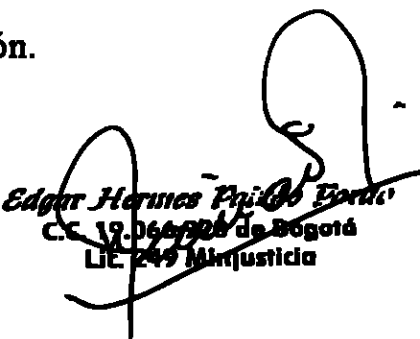
Rio de Janeiro, 9 de febrero de 2007.

Firma ilegible, Sheila Killings Gerth, Res. INPI/PR 152/2006.
DIRPA/CGPROP.

Notaría de registro de contratos marítimos de Rio de Janeiro. Reconozco, por semejanza, la firma de Sheila Killings Gerth. Rio de Janeiro, 9 de febrero de 2007. Firma ilegible, Luiza Soares da Rocha. Estampilla de autenticidad, debidamente anulada por un sello de la notaría.

Radicación de pedido de patente o de certificado de adición.

PI 0605643-1.


Edgar Hermes Paixão Pardo
C.C. 12.066.928 de Bogotá
LIC 249 Minjusticia

Al Instituto Nacional de la Propiedad Industrial:

El solicitante pide la concesión de una patente de la naturaleza y en las condiciones siguientes:

1. Solicitante (71)

1.1 Nombre: COMPANHIA VALE DO RIO DOCE.

1.2 Calificación: Mineradora.

1.3 CGC/CPF: 33.592.510/0001-54

1.4 Dirección completa: BR 262 – Km 296, Distrito de Santa Luzia, MG.

1.5 Teléfono: (31) 3691 4496 - Fax: (31) 3691 4412.

2. Naturaleza:

2.1 Invento

Naturaleza deseada: PI (Privilegio de invento)

3. Nombre del invento, del modelo de utilidad o del certificado de adición (54): "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN Y PRODUCTO QUE CONTENGA NÍQUEL, COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS (VER INFORME)".

7. Inventor (72)

7.1 Nombre: Geysa Santos de Pontes Pereira.

7.2 Calificación: Ingeniera química. CRQ 02300656.

7.3 Dirección: Rua Cônsul Walter 345, apto. 302, Belo Horizonte, MG.

7.4 CEP: 30575-150. Teléfono: (32) 3373 5916. (Continúa en hoja anexa)

Edgar Hernán Pérez
C.C. 19.066.924 de Bogotá
C.E. 249 Minjusticia

10. Apoderado (74)

10.1 Nombre y CPF/CGC: Denise Naimara dos Santos Tavares,
270.098.666-00.

10.2 Dirección: Rua Oliveira 213, apto. 601, Cruzeiro, Belo Horizonte,
MG.

10.3 CEP: 30310-150 - 10.4 Teléfono: (31) 3691 4496.

11. Documentos anexos

11.1 Formulario de pago	1 hoja
11.2 Poder	1 hoja
11.5 Informe descriptivo	33 hojas
11.6 Reivindicaciones	4 hojas
11.7 Dibujos	1 hoja
11.8 Resumen	1 hoja
11.10 Total de hojas anexas	41 hojas

12. Declaro, so penas legales, que todas las informaciones suministradas
anteriormente son completas y verdaderas.

Santa Luzia, 30 de octubre de 2006.

Firma ilegible, Denise Naimara Santos Tavares, apoderada. API 1157.

7. Inventor (72)

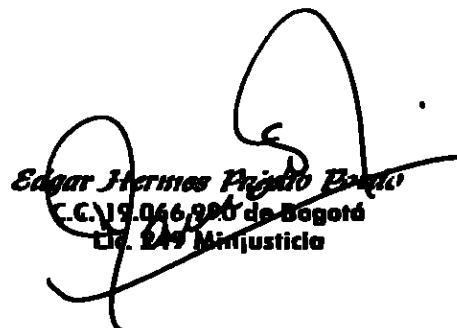
7.1 Nombre: Oliver Renato de Araújo Gobbo.

7.2 Calificación: Ingeniero químico. CRQ 02300656.

7.3 Dirección: Rua Deputado André de Almeida 149/302, Belo
Horizonte, MG.

7.4 CEP: 31330-530. Teléfono: (31) 9963 9939.

Instituto Nacional de la Propiedad Industrial.


Edgar Hernán Pérez Bello
C.C. 19.066.990 de Bogotá
Cra. 249 Minjusticia

Certifico que esta fotocopia, en número de una, reproduce fielmente el documento archivado en este Instituto. Rio de Janeiro, 9 de febrero de 2007. Firma ilegible, Sheila Killings Gerth, Res. INPI/PR 152/2006. DIRPA/CGPROP.

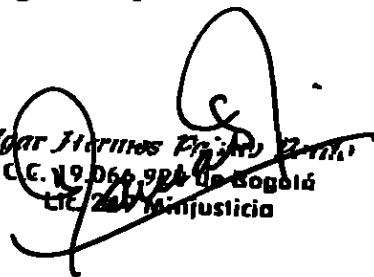
Informe descriptivo de patente de invento referente a "PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS UTILIZANDO LIXIVIACIÓN EN MONTÓN Y PRODUCTO QUE CONTENGA NÍQUEL, COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS"

Este invento se refiere a un proceso para extracción de níquel, cobalto, zinc, hierro y cobre, entre otros metales básicos de mena laterítica, con inversión y costos operativos inferiores a los procesos conocidos del hombre de la técnica. El proceso, según el invento, usa lixiviación en montón, o sea, un proceso de extracción de componentes solubles de una mezcla de sólidos de laterita amontonados, por percolación con soluciones ácidas.

ESTADO DE LA TÉCNICA

En general, se define la metalurgia como el arte y la ciencia de extracción de metales de sus minerales y/o materiales que los contienen, por medio de métodos físicos y químicos. Se divide en tres grandes áreas: Hidrometalurgia, pirometalurgia y electrometalurgia.

La hidrometalurgia corresponde a la tecnología de extraer los metales por medio de procesos físico-químicos acuosos; la pirometalurgia involucra procesos físico-químicos en seco y a altas temperaturas y la electrometalurgia trata de los métodos electrolíticos. Normalmente, la electrometalurgia se aplica


Edgar J. Torres Prada
C.C. 19.066.924 de Bogotá
LIC. 2007 en Justicia

integrada a los dos primeros procesos siendo que, cuando se incorpora a la hidrometalurgia, la electrólisis se realiza a partir de medios fundidos.

La metalurgia extractiva también se apoya en operaciones unitarias diferentes, con el objetivo de mejorar y hacer posible la concentración y/o separación de los metales y, entre ellas, se destacan: métodos de cominución (picado y molienda), métodos de concentración física (separación magnética, gravítica, electrostática), métodos de concentración físico-química (flotación) y métodos de separación sólido-líquidos (espesamiento, filtrado y secado).

La hidrometalurgia se desarrolla en tres etapas físico-químicas diferentes y secuenciales, siendo a) disolución selectiva de los metales que se encuentran en la fase sólida (lixiviación); b) purificación y/o concentración de las soluciones acuosas que contienen los metales de interés (precipitación, cementación, intercambio iónico o extracción por solventes); c) recuperación selectiva de los metales (electrorrecuperación, electrorrefinado, reducción por hidrógeno).

A partir de los últimos cincuenta años, la aplicación de rutas hidrometalúrgicas en la recuperación de metales ha crecido significativamente, y ese crecimiento está íntimamente relacionado con el hecho de que depósitos de alto contenido se están agotando y se encuentran, cada vez más, minerales de bajo contenido o complejos, en los cuales se necesitan etapas de preconcentración. Esa alternativa también presenta menor impacto ambiental y es menos intensiva en costo de capital cuando se compara con procesos pirometalúrgicos tradicionales.

La extracción de una fracción soluble de un constituyente sólido insoluble por medio de un solvente se llama, genéricamente, lixiviación, siendo un proceso de transferencia de masa. Taggart apud Arbiter, en Copper

Edgar Hernán Pérez Zúñiga
C.C. 19.066.880 de Bogotá
D.C. 249 Minjusticia

Hydrometallurgy – Evolution and milestones, Hydrometallurgy – Fundamentals, technology and innovations, páginas 549-565, 1993, la define como “operación de contacto efectivo entre la mena que va a ser lixiviada y el solvente”.

La lixiviación se puede dar en condiciones ambiente o a altas temperaturas y/o bajo presión. Las condiciones de proceso dependen de las reacciones químicas que ocurren. El objetivo en todos los casos es producir iones complejos metálicos que pueden ser extraídos selectivamente de la solución.

Cualquier reactivo que venga a ser utilizado como solvente en un proceso de lixiviación debe seguir, por lo menos, las siguientes calificaciones, según lo describe Gupta et al in Hydrometallurgy in extraction processes, vol. I, p. 39:

- Debe disolver los minerales lo suficientemente rápido para volver el proceso comercialmente posible y debe ser, preferentemente, químicamente inerte a los minerales de ganga.
- Debe tener bajo costo y rápidamente obtenido en grandes cantidades.
- Si es posible, debe ser uno que pueda ser regenerado en procesos siguientes a la etapa de lixiviación.

Además del agua, que es usada para lixiviar sulfatos solubles o cloruros, muchos solventes diferentes han sido usados para diferentes aplicaciones de lixiviación, según se presenta en algunos ejemplos en la tabla 1 a continuación:

TABLA 1

Categoría	Reactivo	Aplicación
	H ₂ SO ₄ diluido	Óxidos de cobre, óxido de zinc, níquel laterítico
	H ₂ SO ₄ diluido con	Sulfuros de Cu, Ni y Zn, mena oxidada

Edgar Hernán Pérez
C.C. 49.066.470 de Bogotá
L. 243 Minjusticia

Ácidos	oxidante	de uranio
	H₂SO₄ concentrado	Concentrado sulfurado de cobre, lateritas
	Acido nítrico	Sulfuros de Cu, Ni, Mo, concentrados de uranio, óxido de circonio
	Acido fluorhídrico	Mena de columbita-tantalita
	Acido clorhídrico	Menas de titanio, mate de níquel, casiterita reducida
Álcalis	Hidróxido de sodio	Bauxita
	Carbonato de sodio	Óxido de uranio, scheelita
	Hidróxido de amonio	Sulfuro de níquel, sulfuro de cobre, laterita reducida
Sales	Sulfato/cloruro férrico	Concentrados de sulfuros de metales básicos
	Cloruro cúprico	Concentrados de sulfuros de metales básicos
	Cianuro de sodio o potasio	Menas de oro y plata
	Cloruro ferroso	Sulfuro de níquel
Agua	Agua	Sulfatos y cloruros, vanadato de sodio, molibdato de sodio, tungstanato de sodio

Ácidos como el sulfúrico, clorhídrico y nítrico son los más utilizados en procesos de disolución, como la lixiviación. Entre ellos, el ácido sulfúrico es el más ampliamente utilizado y el de menor costo.

Como es de conocimiento de los técnicos expertos en la materia, Perry and Chilton, en Chemical Engineer's Handbook, presentan que los sistemas de

Edgar Hernán Pérez Toral
C.C. 19.066.926 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

lixiviación se diferencian por el ciclo de lixiviación (carretada, continuo o multicarretada intermitente); por la dirección de los flujos (co-corriente, contracorriente o híbrido); por el tipo de etapas (etapa simple, múltiples etapas o etapas diferenciales) y por el método de contactación (percolación o sólidos dispersos).

En un sistema en contracorriente multietapas, (Foust et alli, Principles of unit operations, 1960, p. 43-49), como lo presenta el esquema 1 a continuación, las dos etapas entran en puntos opuestos de una serie de etapas en equilibrio. Las etapas fluyen en direcciones contrarias a cada una. De esa manera, la concentración del soluto en el producto de la etapa L puede aumentar y es posible mayor recuperación con el uso de una menor cantidad de solvente.

ESQUEMA 1

Etapa 1 Etapa 2 Etapa N-1 Etapa N

Con referencia al método de contactación, la lixiviación puede agruparse en lixiviación in-situ, en montón (heap leaching y dump leaching), en tanques estáticos o lixiviación por percolación (vat leaching) y en tanques agitados (a la presión atmosférica y bajo presión).

En el diagrama 1, presentado a continuación, se puede verificar, en líneas generales, cómo las operaciones unitarias pueden estar asociadas a los principales métodos de lixiviación disponibles actualmente para tratamiento de menas y concentrados, según Esteban Domic, en Hidrometalurgia - Fundamentos, procesos y aplicaciones, 2001.

DIAGRAMA 1

Mena

Edgar Hernán Pérez
C.C. 19.066.470 de Bogotá
Ministerio de Justicia

89
145

Lixiviación in-situ			Mina y transporte
Lixiviación en dumps			Picado
Lixiviación en montón	Aglomeración y lix. en montón	Lixiviación por percolación	Molienda
	Lixiviación por agitación		Concentración por flotación
	Lavado y separación sól/líqu	Lixiviación y separación sól/líqu	Pretratamiento térmico (calcínación)
			Lixiviación y separación sól/líqu

Soluciones cargadas para recuperación del metal de interés

La lixiviación in-situ consiste en la aplicación de solución lixivante directamente en el local donde la mena está localizada, en el propio yacimiento, sin tener que extraerlo.

Lixiviación en montón (heap leaching) es, probablemente, uno de los métodos más antiguos, siendo el más antiguo para la recuperación del cobre. Se usa desde los años 1700 en la recuperación del cobre en España. En ese método de lixiviación, la mena, normalmente aglomerada previamente con ácido sulfúrico concentrado, es amontonada y la solución lixivante se aplica en lo alto del montón, percolando por gravedad y recogándose en la base del montón. La aplicación y distribución de la solución lixivante se hace en lo alto del montón, por medio de goteros o por aspersores (del tipo "wobblers" o "sprinklers"). El sistema de irrigación se define en función de la evaporación y de la disponibilidad de agua. La solución cargada con el metal de interés se encamina

Edgar Hernández Pineda
C.C. 19.046.844 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

a las etapas siguientes de purificación/extracción. Se refiere a la lixiviación en montón para menas picadas, y la dump leaching para la mena de mina (ROM – Run of Mine). Dump leaching es muy similar al proceso descrito anteriormente y consiste en el tratamiento de menas con contenidos bastante bajos del metal de interés, normalmente por debajo del contenido económico de corte para la línea de procesamiento principal conocido como estéril mineralizado. En el proceso de lixiviación en montón, pueden ser dinámicas o permanentes. Utilizando el concepto de montones dinámicos, también denominadas “on-off”, o sea, la mena después de lixiviación, es removida y encaminada a un área de deposición final de desechos; en ese caso, la base del montón se reutiliza. En el caso de montones permanentes, los nuevos montones son formados sobre los anteriores, aprovechando o no la impermeabilización existente.

La lixiviación por percolación (tanques estáticos) consiste en un conjunto de tanques normalmente con sección cuadrada, en el cual la mena picada se carga y la solución lixivante aplicada en flujo ascendente o ascendente, inundando el lecho de mena. Es un sistema muy dinámico, apropiado para lixiviar minerales que presenten una cinética de disolución rápida. Normalmente, el ciclo de lixiviación es de 6 a 12 días.

La lixiviación por agitación, a presión atmosférica, o bajo presión, necesita que la mena esté firmemente molida y se realiza en tanques en los cuales los sólidos se dispersan en la solución lixivante por inyección de gas o por agitación mecánica. Comparado con los otros métodos, el tiempo de lixiviación es menor debido al menor tamaño de las partículas (mayor área específica) y a la turbulencia en el tanque, que proporciona una mayor difusión entre el reactivo y la mena.

Edgar Hernán Pérez Pardo
C.C. 19.066.920.48 Bogotá
LIC 250 Minjusticia

Dos diferencias principales quedan evidentes entre los métodos de lixiviación por percolación y en tanques agitados. Primero, en lixiviación agitada, el líquido es la fase continua y, en segundo lugar, en esa forma de lixiviación, las condiciones son de régimen turbulento, mientras que, en la percolación, el flujo es, usualmente, más laminar. Existe, por lo tanto, una gran diferencia entre los porcentajes de transferencia de masa entre los dos tipos de lixiviación. Mayores transferencias de masa se obtienen bajo condiciones de contacto turbulento.

La aplicación de lixiviación en montón como método para la extracción de oro (cianuración, medio alcalino), cobre, uranio, níquel (lixiviación sulfúrica, medio ácido) y otros minerales, están creciendo en los últimos años, debido a la posibilidad de tratar menas de tenores muy bajos que no serían económicamente viables por los métodos convencionales, y se presenta como una alternativa para el tratamiento de menas cuya cinética de disolución es muy lenta.

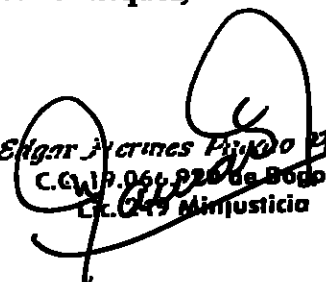
La lixiviación en montón para cobre se conoce ampliamente e, históricamente, el método pionero se observó en las minas de río Tinto, en España, hace 300 años, aproximadamente.

En ese tipo de aplicación de lixiviación en montón de menas de cobre, la mena es picada, aglomerada con ácido sulfúrico concentrado y amontonada sobre una base debidamente preparada e impermeabilizada. La altura de los montones varía mucho, pudiendo ser de 1,5 a 30 metros. La solución lixivante (ácido sulfúrico diluido) se aplica en la superficie superior del montón por aspersión, percolando por gravedad a través de la mena. La solución cargada que contiene el cobre solubilizado se recoge y se envía a un circuito de recuperación del metal, siendo típicamente extracción por solventes y electrólisis. Es un proceso muy conocido y el conjunto de operaciones unitarias lixiviación en

Edgar Jaramás Pineda
C.C. 19.046.828 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

montón/extracción por solventes/electrólisis viene siendo aplicado a escala comercial hace más de 40 años.

Independiente del tipo de mena, una ruta de proceso en la cual la etapa de solubilización del metal de interés es a través de la lixiviación en montón requiere etapas de picado/molienda de la mena. Es fundamental para el proceso que el montón formado tenga buena permeabilidad, presentando buen contacto entre la mena y la solución. Según fue bien relatado en el documento US5077021, menas que contengan excesivas cantidades de argilominerales o finos (generalmente material menor a 100 mesh Tyler) presentan problemas en ese tipo de proceso por tener la tendencia a volver lenta la percolación o, inclusive, cesar la percolación en determinados puntos del montón por colmatación de la misma. Es de conocimiento general que la colmatación se da en función de segregación de materiales, donde las partículas finas y/o argilominerales migran al interior del montón hacia determinadas áreas, resultando en zonas con marcadas diferencias de porcentaje de percolación. El resultado de ese efecto es que la solución pasa a fluir por regiones de menor resistencia, formando los canales preferenciales. La formación de esos canales preferenciales produce áreas no lixiviadas en el montón, lo que significa menor recuperación del metal de interés. La formación de un "lodo" por las partículas finas liberadas y/o argilominerales, si es muy severa, lleva a la colmatación. Por lo tanto, volver el lecho permeable es imperativo en el proceso o a través de la remoción de los finos y/o argilominerales, o por la aglomeración de éstos. La etapa de aglomeración, después de picar, como preparación de la mena que va a ser amontonada, es fundamental e inherente a la ruta de lixiviación en montón para cualquier mena, sea oro, uranio, vanadio, plata, cobre, zinc o níquel, oxidado o sulfurado.


Edgar J. Cárdenas Pinedo Pinedo
C. G. 19.064.820 de Bogotá
C. G. 19.064.820 de Bogotá
C. G. 19.064.820 de Bogotá

Como es de conocimiento de todos los técnicos expertos en esta ciencia, la mena de níquel puede ser clasificada en dos tipos principales, según su composición: el sulfurado y el laterítico (también conocido como oxidado). Originados en capas subterráneas por debajo de la región saprolítica (región rica en arcilla), los depósitos de mena sulfurada corresponden a, más o menos, 20% de las reservas de níquel de occidente, y se encuentran, principalmente en Australia, siguiendo Canadá, China, Sudáfrica y Zimbabwe. Aproximadamente 55% de la producción total de níquel es oriunda de menas sulfuradas.

La mena laterítica ocurre en región más superficial. Sus depósitos se localizan principalmente en el Brasil, Cuba, Australia, Nueva Caledonia y Filipinas y poseen tenores medios de níquel de, aproximadamente, 1,95%, y tenores de óxido de hierro superiores a 24%, además de la presencia de cobalto y magnesio. La mena laterítica corresponde a, aproximadamente, 80% de las reservas conocidas de níquel.

La creciente preocupación con la oferta de mena y la reducción de los costos de extracción han motivado mayor utilización de la mena de níquel de origen laterítico. Dos puntos refuerzan el aumento de su utilización; las reservas de níquel sulfurado involucran un elevado costo de extracción y las menas lateríticas presentan contenidos de níquel superiores a las menas sulfuradas, proporcionando mayor rendimiento, como se puede ver en la tabla 2, a continuación:

TABLA 2

	Mena (mil t)	Contenido (%)	Níquel (mil t)	%
Níquel sulfurado	10,594	0,58	62	31
Níquel laterítico	10,382	1,34	140	69

Edgar J. Hernández
C.E. 17.066.920 de Bogotá
Ministerio de Justicia

97
100

Total	20,976	0,96	202	100
-------	--------	------	-----	-----

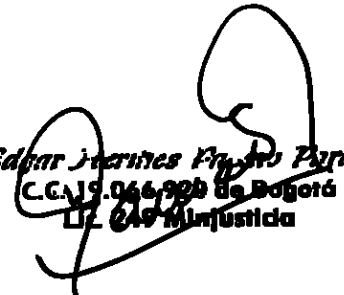
Fuente. Minería y metalurgia, mayo/2000

Las menas lateríticas pueden ser tratadas por ruta hidrometalúrgica o pirometalúrgica, siendo que esos procesos, normalmente, tienen alto consumo de energía, como en el caso de los procesos de fusión de matte, fusión para producción de FeNi y lixiviación amoniaca, haciendo que sea antieconómico el aprovechamiento de menas lateríticas de níquel de bajo tenor. La lixiviación sulfúrica a altas presiones presenta menor consumo de energía pero necesita una alta inversión en función de los equipos y del ambiente corrosivo.

Actualmente, los procesos de lixiviación amoniaca y lixiviación sulfúrica bajo presión han sido las dos principales tecnologías hidrometalúrgicas utilizadas para la recuperación de níquel y de cobalto de lateritas. Además del tratamiento químico, relativamente agresivo y con alta inversión de capital, depende fuertemente de los costos de combustible y ácido sulfúrico/azufre, respectivamente.

El proceso de lixiviación sulfúrica bajo presión, a pesar de no presentar ganancias significativas en términos de costo de capital con relación a las tecnologías más convencionales, hace posible la obtención de níquel con grandes ventajas económicas en términos de costo operacional. El proceso también hace posible la recuperación de cobalto en niveles altos, generando energía suficiente al ciclo operacional, pero requiere altas escalas de producción.

Los altos precios del níquel y del cobalto también han tenido influencia en la industria en la búsqueda de alternativas de procesos que reduzcan los costos operacionales para mantener la rentabilidad del negocio en niveles de precios más bajos para el níquel y el cobalto.


Edgar Jarames Pardo
C.C. 19.066.920 de Bogotá
U.E. 619 Minjusticia

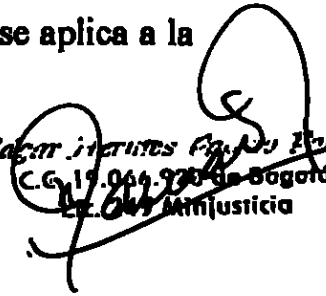
El gran interés despertado en los últimos años para la producción de níquel está haciendo surgir una serie de nuevas rutas de proceso para el tratamiento de menas lateríticas, destacándose, entre ellas, la aplicación de lixiviación en montón. La lixiviación en montón es una operación que se caracteriza por involucrar bajos costos de inversión y operacionales y, también, ya es bastante conocida y extensivamente aplicada a menas de cobre, uranio y oro, principalmente,

A pesar de ampliamente utilizadas, las técnicas convencionales de extracción de metales de mena laterítica pueden hacer que el proceso sea inviable económicamente, principalmente por la variación de precio de combustible y ácidos necesarios para dichos procesos.

La utilización de lixiviación en montón para menas lateríticas representa un marco tecnológico para la industria del níquel ya que, además de viabilizar la explotación de depósitos pequeños o de bajos tenores, puede ser una alternativa de procesamiento mineral con inversión significativamente más baja cuando se compara con los procesos convencionales ya mencionados anteriormente.

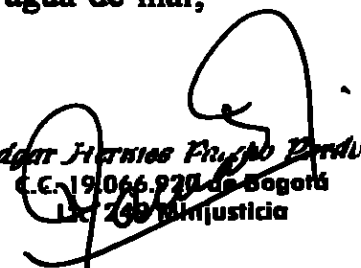
A pesar de ya haber sido estudiado y publicado en otros documentos, tales como los procesos de patente GR 1001555, GR 1003569T, US 6312500, WO 2004/031422 y WO 2005/005671, los conceptos de lixiviación en montón ya sugeridos presentan condiciones de proceso y configuraciones de sistemas completamente diferentes a los que serán propuestos en el pedido de patente en cuestión, como podemos ver a lo largo del informe descriptivo.

Los primeros estudios, realizados por S. Agatzini, visando esa aplicación, originaron la patente griega GR 100155. El documento describe dos técnicas de lixiviación aplicadas a menas de bajo tenor de níquel. La técnica I considera una opción de circuito donde la solución lixivante recircula, o sea que se aplica a la


Escrit. Interiores Pichincha
C.G. 19.064.970 de Bogotá
L. 647 Antijusticia

mena en un número de contactos tal, que no se observen incrementos en la concentración de níquel efluente del proceso. Después de esa estabilización, se prepara una nueva solución y se aplica a la mena. El solvente utilizado es ácido sulfúrico y la concentración inicial de la solución ácida es 1N. se consideran porcentajes de percolación de, más o menos, 4 a 33L/h/m² y, preferentemente, entre 12,5 y 25L/h/m². En esa técnica, según fue discutido, la solución resultante del proceso de lixiviación, de manera general, es diluida con bajas concentraciones de los metales, siendo muy dependiente del tipo de mena y de la etapa del proceso. La técnica II trata, básicamente, del mismo proceso descrito en la técnica I, incluyendo una corrección del pH de la solución lixivante después de cada reciclada, antes de volver a alimentar el montón. El pH se corrige en el valor inicial. El proceso de lixiviación se considera completo cuando cesa el aumento de la concentración de níquel en la solución. La solución resultante puede ser utilizada a continuación para lixiviar otro material, exactamente de la misma manera hasta que la solución alcance la concentración deseada de níquel. Se destaca que la técnica presentada con recicladas continuas no inhibe la lixiviación, excepto cuando la solución está saturada en determinado elemento, en cuya situación se verifica una precipitación como un sedimento químico. Durante el proceso de lixiviación en montón de mena oxidada de níquel, de acuerdo con esa técnica, el aluminio es el primer elemento que precipita a partir de la saturación de la solución.

La patente GR 1003569T describe prácticamente las mismas características que las descritas en el documento GR 1001555, con la sustitución del agua común por agua de variadas composiciones químicas o agua proveniente de efluentes industriales/municipales, o también por agua de mar,


Edgar Hernán Prada
C.C. 19.066.927 de Bogotá
Lic. 298 Minjusticia

alegando que eso no afecta la extracción de níquel y aumenta las cantidades recuperables de Mg, Ca y Na, a partir del licor percolado.

El documento US 6312500 presenta un proceso de lixiviación en montón para menas lateríticas de níquel que contiene una cantidad sustancial de materiales arcillosos. Se refiere a la cantidad significativa de material arcilloso con más de 25% de arcilla. La mena, si es necesario, se pica en el tamaño deseado, inferior a 25,0 mm y, preferentemente, entre 19,0 y 3,35 mm. El proceso utiliza la etapa de aglomeración, antes de la formación del montón, con ácido sulfúrico, debido a los materiales finos presentes en la mena. La aglomeración se realiza en equipos convencionales o en cualquier unidad que permita esa operación unitaria. La mena, después de la aglomeración, es opcionalmente sometido a cura. El tiempo de cura puede ser de 1 hora a tres días. Esa etapa se realiza a través de la disposición de la mena aglomerada en un área abierta, al aire libre. La mena aglomerada se amontona, formando un montón cuya altura puede variar entre 60 cm y 9 m, aproximadamente. Se pueden formar dos o una serie de montones. La solución ácida se aplica en lo alto del montón a un porcentaje de 10 a 20 L/h/m². El proceso de lixiviación en sí se describe como sigue. El primer montón es lixiviado con solución nueva de H₂SO₄ a una concentración de, por lo menos, 10 g/L. Si el pH de la solución lixiviada, efluente del montón, es superior a 2 (o la acidez libre es inferior a 1 g/L), entonces la solución puede ser encaminada hacia la recuperación de níquel. Si el pH es inferior a 2, el licor es encaminado hacia el montón 2. Además del licor proveniente del montón 1, al montón 2 le es aplicada también solución nueva de H₂SO₄ (con una concentración de, por lo menos, 10 g/L). El licor efluente del montón 2 también es analizado para la determinación de la acidez libre. Si el pH es superior a 2, o la acidez libre es inferior a 1 g/L, el licor

Edgar Ferrnres Pineda Pini.
C.C. 9066 874 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

puede ser encaminado para la recuperación de níquel. En esos niveles de acidez, no es necesario someter el licor a la etapa siguiente de neutralización, pudiendo ser extraído el níquel directamente de la solución, por ejemplo, por intercambio iónico. La mayor parte del licor es sometido directamente a la extracción del níquel, pero una parte todavía es encaminada a un tercer montón. El proceso puede continuar todavía por varios montones.

La patente WO 2004/031422 menciona que el método no es específico para el níquel; sin embargo, una de sus reivindicaciones incluye ese elemento. Se reivindica que la mena debe ser aglomerada. La solución lixivante reivindicada contiene ácido sulfúrico y dióxido de azufre disuelto e se hace una purga de la solución para el circuito de recuperación de níquel, siendo que dicho ácido sulfúrico de la solución lixivante presenta una concentración con cerca de 75g/L. En este invento, el dióxido de azufre es agregado a la solución lixivante antes de ser aplicada al montón.

OBJETIVOS Y VENTAJAS DEL INVENTO

El pedido de patente en cuestión, diferente de los ya aludidos, presenta, como propuesta, un método de procesamiento continuo donde la lixiviación de la mena se realiza en sistema contracorriente y se usan, por lo menos, 2 niveles, siendo que cada nivel se representa por un sector de montón o por un montón.

Fue un objetivo del presente invento desarrollar una opción bastante competitiva para la extracción de níquel, cobalto, zinc, cobre, entre otros metales básicos de mena laterítica, con una inversión y costos operacionales inferiores a las demás rutas tecnológicas establecidas, así como para resolver económicamente el problema de extracción de níquel de mena de bajo tenor y/o de depósitos pequeños.

Edgar J. Fuentes Pineda
CC 19.046.928 de Bogotá
C.E. 049 Minjusticia

Otro objetivo del presente invento fue el de reducir significativamente el consumo de ácido sulfúrico por parte del sistema, alcanzando niveles de 350 Kg de ácido por tonelada de mena tratada, con extracciones de níquel que varían de 70 a 90%, dependiendo de la composición mineralógica, además de proporcionar un menor ciclo de lixiviación y favorecer el equilibrio hídrico del sistema y presentando mejor selectividad para la extracción de los metales de interés, con relación a la ganga, además de disminuir drásticamente el volumen total de la solución.

El invento comprende un proceso continuo donde la lixiviación de la mena se realiza en sistema contracorriente donde se utilizan, por lo menos, 2 etapas, siendo que cada etapa se representa por un sector de montón, o por un montón, pudiendo ser aplicado a menas con alta cantidad de finos naturales, como también es una opción para el tratamiento de fracciones groseras ($>0,5$ mm), dicha lixiviación en montón se presenta como una excelente alternativa para la extracción de níquel, cobalto y zinc, entre otros metales básicos de mena laterítica, con una inversión y costos operacionales inferiores a las demás rutas tecnológicas establecidas, así como para resolver económicamente el problema de la extracción de níquel de mena de bajo tenor y/o de depósitos pequeños.

DESCRIPCIÓN RESUMIDA

El invento trata del proceso para la remoción de níquel, cobalto y otros metales de menas lateríticas por lixiviación en montón, comprendiendo etapas de picado (I), aglomeración (II), amontonamiento (III) y lixiviación en montón (IV), siendo esta última un sistema de lixiviación en montones dinámicos, en contracorriente, en continuo, con dos o más etapas, presentando dos fases, una compuesta por la mena (soluto) y otra por la solución lixivante o solvente, que son abastecidos en puntos opuestos de la serie de etapas, fluyendo en

Edgar J. Morales Páez
C.C. 9.066.920 de Bogotá
E. J. Morales Páez
Ministerio de Justicia

direcciones contrarias, siendo que, al cesar la lixiviación de la última etapa, su soluto es removido e introducida nueva etapa en la primera posición, comprendiendo mena nueva (soluto) a ser lixiviada por la solución solvente, que es introducida a partir de la última etapa, percolando o fluyendo a través de todas las etapas anteriores hasta llegar a la primera etapa, cuando es cargada de metales de interés (PLS), es separada.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

El invento trata de un proceso la remoción de níquel, cobalto y otros metales de menas lateríticas por lixiviación en montón, comprendiendo un proceso continuo donde la lixiviación de la mena se realiza en sistema contracorriente donde se usan, por lo menos, 2 etapas, siendo que cada etapa está representada por un sector de montón, o por un montón, pudiendo ser aplicado a menas con alta cantidad de finos naturales, como también es una opción para el tratamiento de fracciones groseras ($>0,5$ mm); dicha lixiviación en montón se presenta como una excelente alternativa para la extracción de níquel, cobalto y zinc, entre otros metales básicos de mena laterítica, con una inversión y costos operacionales inferiores a las demás rutas tecnológicas establecidas, así como para resolver económicamente el problema de la extracción de níquel de mane de bajo tenor y/o de depósitos pequeños.

El diagrama 2 de bloques, anexo, representa esquemáticamente el flujograma global del proceso hasta la obtención de una solución rica en el metal de interés; el diagrama 3, anexo, representa un dibujo esquemático de la etapa de lixiviación contracorriente en montón propiamente dicha.

El presente invento trata de una ruta hidrometalúrgica de proceso para el tratamiento de menas lateríticas de níquel, donde la etapa de solubilización de los valores metálicos se da por lixiviación en montón.

Edgar J. Pineda Pineda
C.C. 19.046.922 de Bogotá
E.C. 249 Minjusticia

El diagrama 2, anexo, representa, esquemáticamente, el flujograma global del proceso hasta la obtención de una solución rica en el metal de interés. De manera general, la ruta propuesta engloba las etapas de picado (I), aglomeración (II), amontonamiento (III) y lixiviación en montón (IV).

La mena proveniente de la mina (O) es picada para que tenga su granulometría adecuada al proceso. El picado ocurre en cuantas etapas sean necesarias para alcanzar la granulometría adecuada al proceso, dependiendo de las características de la mena. En general, en el picado secundario, se obtiene un tamaño máximo de partícula, entre 25,0 y 50,0 mm y, para el picado terciario, el tamaño máximo entre 12,5 y 6,30 mm. El picado en dos etapas es suficiente para menas con alta porosidad (alta superficie específica) y gran cantidad de finos. En el caso de menas más compactas y competentes, el picado terciario, e inclusive el cuaternario, puede ser utilizado para proporcionar una mayor superficie de reacción. La generación de finos debe ser minimizada en esas operaciones unitarias.

La figura 1, anexa, ilustra un tipo de mena con alta porosidad, lo que facilita la accesibilidad del lixivante.

A continuación, el producto picado es encaminado hacia la unidad de aglomeración (II), a través de un transportador de correa. Durante ese transporte, se puede adicionar agua a la mena, si es necesario, por ejemplo en los casos en que la mena está muy seca y tenga alta cantidad de finos. La adición de agua en el transportador de correa, pudiendo ser realizada de varias maneras, entre ellas por aspersión. Minimiza la formación de polvo, haciendo que las condiciones de trabajo sean más favorables.

Además, muy importante, minimiza la pérdida de níquel, ya que una característica de menas lateríticas es la concentración de ese elemento en las

Elgar J. Gaitan
C.C. 19.965.916 de Bogotá
C.C. 249 Minjusticia

fracciones más finas. La aglomeración se realiza en equipos convencionales, tales como barriles o discos rotativos o, inclusive, en cualquier aparato que proporcione el resultado esperado.

En esa etapa, se agrega ácido sulfúrico, concentrado o en solución, y agua a la mena, en cantidades definidas, de acuerdo con la cantidad de finos presentes (que puede ser de 30 a 70% menor que 0,075 mm), siendo el ácido y el agua agregados en cantidades suficientes para alcanzar la humedad de aglomeración. La humedad de aglomeración se determina previamente en ensayos en bancada y depende de las características físicas y mineralógicas de la mena. En función de la fracción superfina presente, se puede agregar un agente aglomerante de numerosos orígenes, tal como inorgánicos u orgánicos, sintéticos o naturales, o también de origen mineral, como por ejemplo bentonita, siempre y cuando tales agentes sean inertes al ácido de la solución lixivante. En el producto aglomerado no debe haber presencia de finos libres, o sea, cualquier fracción de mena inferior a 1,70 mm.

Vale la pena destacar que menas que contienen una basicidad natural debido a los altos niveles de componentes básicos, tales como MgO o CaO, poseen potencial de neutralización y ese es el caso de menas saprolíticas. Por lo tanto, además de los beneficios ya bien conocidos de la aglomeración, esa etapa también es importante en la ruta propuesta como una preneutralización de la mena. La definición de la cantidad de ácido sulfúrico agregado tiene en cuenta las especies minerales consumidoras de ácido en la granulometría del proceso. Esa reacción de neutralización en esa etapa acelera el inicio de extracción de los metales de interés. Cuando no existe adición de ácido en esa etapa, y la aglomeración se hace apenas con agua, con o sin agente aglomerante, se verifica un atraso en la extracción de los metales de interés y, en este caso,

Edgar J. Pardo Pardo
C.C. 19.066.004 de Bogotá
Of. 249 Minjusticia

principalmente, níquel y cobalto, a pesar de no verificarse un impacto significativo en el ciclo total de lixiviación. Las principales especies consumidoras de ácido, normalmente son el magnesio, el hierro, el aluminio y el calcio.

Después de la aglomeración (II), la mena es amontonada (III), formando montones con altura final que puede variar entre 2 y 7 metros, preferentemente 4 metros.

El sistema de lixiviación (IV) propuesto es en montones dinámicos ("on-off"), en contracorriente, con multietapas, cuyo número de etapas puede ser superior o igual a 2, preferentemente 3. El sistema descrito aquí sigue el concepto presentado por Foust et alli en Principles of unit operations, ya mencionado en la descripción del estado de la técnica. Tratándose de una operación unitaria de lixiviación, las dos fases se componen de la mena (solute) cuyos valores metálicos se desean extraer (Ni y Co, principalmente) y de la solución de ácido sulfúrico (solvente). Las dos fases entran en puntos opuestos de una serie de etapas en equilibrio, "fluyendo" en direcciones contrarias a cada una. Por medio de esa técnica, se obtienen concentraciones de Ni y Co más altas en el producto de la fase líquida y un menor ciclo de lixiviación, utilizando una cantidad menor de solvente, si comparamos con el circuito en co-corriente o flujos paralelos.

La solución lixivante nueva, una solución de ácido sulfúrico con concentración variando entre 50 y 200g/L, es aplicada en lo alto o superficie superior del montón del último nivel, o nivel 3, en caso de sistema de 3 niveles, y las soluciones percoladas de cada nivel se recogen por separado, en reservorios específicos y utilizadas en el nivel siguiente, de acuerdo con el sentido del flujo.

Edgar J. Perillo H. J. P. P. P.
C.C. 19.066.920 de Bogotá
D.C. 19.066.920 de Bogotá

Las soluciones provenientes de los niveles 2 y 3 son designadas como solución intermedia 2 (ILS2) y solución intermedia 3 (ILS3), respectivamente, y así sucesivamente.

La solución cargada con los metales de interés final, (PLS) ("pregant leaching solution"), posee acidez residual entre 10 y 30g/L.

Al final del proceso de lixiviación (IV), en el último nivel, o nivel 3, si es el caso, la mena se lava con agua nueva o de proceso. Después de lavar, la mena lixiviada es retomada y transportada a un área impermeabilizada, preparada para la deposición final de los residuos de lixiviación. Es importante entender que, por tratarse de un proceso continuo, así que cese la lixiviación de la mena en el último nivel, o nivel 3, por ejemplo, aquél que estaba en el nivel 2 pasa al nivel 3, y el nivel 1 a nivel 2 y una nueva sección (o montón) pasa al nivel 1.

El proceso de lixiviación en montón, objeto del presente invento, puede ser aplicado en menas con alta cantidad de finos naturales, como también es una opción para el tratamiento de fracciones groseras (por ejemplo, superior a 0,5 mm). En ese último caso, la fracción fina sería sometida al tratamiento convencional por autoclave a alta presión o por lixiviación atmosférica, o por una combinación de las dos lixivitaciones.

El invento también considera el producto final obtenido conteniendo níquel, cobalto y otros metales de menas lateríticas obtenidos por proceso de lixiviación en montón (IV), o la solución cargada con metales de interés (PLS), obtenida por el proceso según el invento ya descrito.

Se evalúan diferentes alternativas para el tratamiento de la solución rica (PLS), solución efluente del nivel 1, siendo, por ejemplo, la producción de precipitado mixto o verticalizar el proceso hasta la producción de níquel metálico.

Edgar J. Reyes Pardo
C.C. 956.970 de Bogotá
C.E. 249 Minjusticia

La solución rica es sometida a la extracción de hierro y aluminio presentes por precipitación nivelada con adición de un reactivo alcalino. Enseguida, la solución exenta, o con niveles aceptables por el proceso, de hierro y aluminio, es encaminada para la extracción de níquel y cobalto (6), pudiendo ser extraídos o recuperados por diferentes técnicas, tales como precipitación, extracción por solventes, o también por intercambio iónico. Por extracción por solventes o también por resina por intercambio iónico, se llega a níquel metálico; por precipitación, se produce un hidróxido o sulfuro mixto de níquel, cobalto, zinc y otros metales básicos.

La presente solicitud hace referencia a algunas condiciones operacionales tales como altura del montón, granulometría de la mena, concentración del ácido sulfúrico, entre otras, sin limitar su exclusividad, destacando que esas condiciones pueden sufrir variaciones en cada una de las etapas de lixiviación en montón, sin perjudicar el resultado final del proceso.

A pesar de haber sido descrito e ilustrado un proceso operacional preferido, vale la pena destacar que, en este proceso, son posibles y realizables alteraciones sin huir del objetivo del presente invento.

EJEMPLO 1

Visando evaluar la aplicabilidad de la lixiviación en montón a una fracción del desecho (superior a 0,5 mm) del beneficiamiento de una mena laterítica por la ruta HPAL/lixiviación atmosférica, fueron compuestas tres muestras cuyos análisis químicos se presentan en la tabla 3, a continuación, que fueron sometidas a pruebas en columnas de 1 m de altura.

Análisis químico alimentación de pruebas

TABLA 3

Edgar Hernán Pardo
C.C. 19.066.924 de Bogotá
E.E. 644 Minjusticia

Descripción	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Si	Ti	Zn
Muestra 1	0,83	0,03	0,58	0,02	9,65	1,55	0,21	0,31	33,65	0,05	0,02
Muestra 2	0,72	0,03	0,67	0,03	8,54	9,52	0,11	0,46	25,10	0,03	0,03
Muestra 3	2,37	0,09	0,78	0,06	10,20	6,42	0,37	1,36	24,70	0,24	0,05

El gráfico 1, anexo, muestra cómo el níquel está distribuido en esas muestras, siendo principalmente encontrado en los filosilicatos (serpentin y cloritas).

La granulometría de las muestras se definió en 100% por debajo de 1,27 cm. Las distribuciones granulométricas se presentan en el gráfico 2, anexo. Las demás condiciones para la ejecución de esas pruebas fueron: porcentaje de percolación de 10L/h/m²; concentración de ácido sulfúrico en la solución lixivante de 20g/L; cantidad de ácido en la aglomeración igual a 20 Kg/t de mena: pruebas en circuito abierto.

Esas pruebas preliminares mostraron el potencial para la extracción de níquel por medio de la operación unitaria de lixiviación en montón. Las curvas de extracción de níquel, gráfico 3, anexo, muestran, sin embargo, que el sistema pedía más ácido por medio, por ejemplo, de solución lixivante con concentración más alta. La baja concentración de ácido puede haber sido un factor para la cinética lenta. En 100 días de operación, las muestras 1, 2 y 3 alcanzaron 34, 58 y 69% de extracción de níquel, respectivamente.

EJEMPLO 2

Se realizaron pruebas en columnas de 1 y 4 m de altura visando, en estas últimas, una evaluación previa de la influencia de la altura en la extracción de níquel. Esas pruebas se ejecutaron con muestras de cuatro diferentes litologías y también con una muestra compuesta a partir de los litotipos individuales. Todas las muestras fueron picadas a una granulometría 100% por debajo de 12,5 mm.

Edgar J. Hernández Pineda
C.C. 29.096.924 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

El porcentaje de percolación fue constante e igual a 10L/h/m^2 . La concentración de ácido sulfúrico en la solución lixiviante fue de 20 a 200g/L , en las columnas de 1 m, y de 50g/L en las columnas de 4 m.

Las curvas de extracción de níquel para los diferentes tipos de mena, en condiciones distintas de acidez, confirmaron la influencia de esa variable en el proceso. Acidez más alta lleva a una cinética más rápida.

La extracción de níquel varió en función de la mineralogía. La mineralogía que presentó mayor refractariedad al proceso, obteniendo, por lo tanto, niveles menores de extracción de níquel, fue aquella en la que parte significativa del níquel está en los hidróxidos de hierro. Se entiende esa refractariedad por la forma de ocurrencia del Ni que, estando en la estructura cristalina de los hidróxidos de hierro, necesita de más energía en el sistema que supere la alta energía de ligación en esos hidróxidos. Los átomos de Ni están menos accesibles a la solución lixiviante.

En el gráfico 4 (extracción de níquel, mena saprolítica) y gráfico 5 (extracción de níquel, mena ferruginosa o limonítica), anexos, se presentan las curvas de extracción de las pruebas en columnas de 1 m de altura para dos tipos de mena evaluados.

Por medio de las pruebas en minicolumnas, se puede evaluar la máxima extracción de níquel que pueda obtenerse. Considerando que, en 100 días de ciclo, todos los tipos alcanzaron una estabilización, se decidió asumir ese tiempo como el ciclo total y variar, cada 20 días, la concentración del ácido, en régimen creciente y decreciente, o sea, de 20 a 200g/L y de 200 a 20g/L . Una vez más, se confirmó la influencia de la concentración de ácido en el proceso, en el cual, por medio de la prueba con variaciones crecientes de acidez, a medida que se aumenta la acidez, se nota el cambio de inflexión de la curva. En la prueba con

Elisaveth J. Ariza Pardo
C.C. 9.944.920 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

108
164

cambio de acidez de manera decreciente, ese efecto no se nota significativamente.

En esas pruebas, se identificó que en el proceso de lixiviación en evaluación, se destacan tres principales etapas: neutralización, lixiviación primaria y lixiviación secundaria, según lo muestra el gráfico 6 (etapas de lixiviación), anexo. En el primer nivel, las principales reacciones involucran los minerales prontamente solubles, destacándose las especies que tienen magnesio; para eso se identifica como neutralización. Dependiendo de cómo el níquel está distribuido en los minerales, existen diferentes cinéticas: Ni adsorvido entre las placas (interplacas) de los filosilicatos es más fácilmente extraído que aquél que se encuentra en la estructura (intraplacas) de esos mismos minerales que, a su turno, tienen mayor extracción que el Ni contenido en los hidróxidos de hierro.

Ese comportamiento de diferentes zonas de lixiviación mostró la importancia de evaluar el circuito dentro del principio de contracorriente.

El gráfico 7, anexo, presenta las curvas de extracción de níquel obtenidas para las cuatro tipologías en las pruebas en columnas de 4 m.

EJEMPLO 3

Se evaluaron tres diferentes opciones de circuito de lixiviación cuyas curvas de extracción están presentadas en el gráfico 8, anexo, siendo: circuito abierto, circuito en contracorriente con 3 niveles (circuito con ILS) y circuito con recirculación de PLS y corrección de la concentración de ácido.

Para el circuito ILS, el ciclo total fue considerado de 150 días, 3 etapas de 50 días cada una. El circuito en contracorriente (ILS) se presenta como la mejor alternativa para las menas evaluadas, disminuyendo considerablemente el ciclo de lixiviación, el volumen total de solución así como el consumo de ácido, como se ve en la tabla 4, a continuación:

[Firma]
Sagat J. Torres
C.C. 15.066.9211 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

TABLA 4

Tipo circuito	Ciclo lixiviación (días)	Extracción Ni (%)	Extracción Co (%)	Consumo H ₂ SO ₄ (kg/ton mena)
ILS	150	84	70	280
Abierto	270	87	72	560
Con reciclada y corrección de acidez	270	84	70	250

EJEMPLO 4

Se realizaron pruebas en una misma muestra en columnas de 4 m de altura para evaluar la influencia de la granulometría en la extracción de níquel. Las demás condiciones de proceso, tales como concentración de la solución lixivante, porcentaje de percolación, condiciones de aglomeración, se mantuvieron constantes. Se observó que, para muestras con alta porosidad, además de los finos naturalmente presentes en la mena, no existe un impacto significativo en la extracción de níquel para top size de 12,5 mm o 50,0 mm, como podemos ver en el gráfico 9 (evaluación de la influencia de la granulometría en la extracción de níquel), anexo.

DIAGRAMA 2

MENA

- I Picado primario
- Picado secundario

Edgar J. Martínez Riquelme
C.C. 19.066.828 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia

$$\text{H}_2\text{SO}_4$$

Agua

III Amontonamiento

Lixiviación

Mena lixiviada

PLS

Extracción de ni y Co)

Mena picada

 H_2SO_4

Agua

Montón

 H_2SO_4

Nivel 3

ILS 3

Solución

intermedia 3

Ni y Co

Mena lixiviada

*Edgar J. Ferreras Páez, Jefe de
C.C. 15.046.904 de Bogotá
Lil. 249 Minjusticia.*

Para deposición
final

Gráfico 1

Gráfico 2

Gráfico 3

Gráfico 4

Gráfico 5

Gráfico 6

Gráfico 7

Gráfico 8

Gráfico 9

REIVINDICACIONES

1. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, caracterizado por el hecho de que comprende etapas de picado (I), aglomeración (II), amontonamiento (III) y lixiviación en montón (IV), siendo este último un sistema de lixiviación en montón, en contracorriente, en continuo, con dos o más niveles, presentando dos fases: una compuesta por la mena (solute) y otra por la solución lixivante o solvente, que son abastecidos en puntos opuestos de la serie de niveles, fluyendo en direcciones contrarias, siendo que, al cesar la lixiviación del último nivel, su soluto es removido e introducido un nuevo nivel en la primera posición, comprendiendo mena nueva (solute) a ser lixiviado por la solución solvente que es introducida a partir del último nivel, percolando o fluyendo a través de todos los niveles anteriores hasta llegar al primer nivel, siendo separada cuando está cargada de metales de interés (PLS).

Edgar J. Torres Pineda
C.C. 19.066.928 de Bogotá
Defensor del Ciudadano

2. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el picado (I) puede darse en cuantos niveles sea necesario para obtener la granulometría adecuada al proceso.

3. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que se obtiene, en el picado secundario, el tamaño máximo de partícula entre 25,0 y 50,0 mm, y en el picado terciario, el tamaño máximo de partícula entre 12,5 y 6,30 mm.

4. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el producto picado podrá sufrir, opcionalmente, adición de agua antes de pasar a la etapa de aglomeración (II).

5. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, durante la etapa de aglomeración (II), ocurre adición de agua y, opcionalmente, de ácido u otros aditivos como agentes aglomerantes, entre otros.

6. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de

Edgar J. Reyes Riquelme
C.C. 19.966.971 de Bogotá
Abogado Ministerio

utilizar ácido sulfúrico concentrado o en solución y agua, en cantidades suficientes para alcanzar la humedad de aglomeración.

7. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de poderse utilizar como agente aglomerante, compuestos inorgánicos, orgánicos, sintéticos o naturales, o también de origen mineral como la bentonita.

8. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 5, caracterizado por el hecho de que en el producto aglomerado no hay la presencia de finos libres, perjudiciales al proceso de percolación.

9. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los montones son, preferentemente, del tipo dinámico, o "on-off".

10. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 9, caracterizado por el hecho de que la mena amontonada (III) forma montones cuya altura puede variar entre 2 y 7 metros.

11. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el sistema de lixiviación (IV), o de montones, comprende 3 niveles.

[Firma]
Edmundo J. García Pardo
C.G. 9.056.901 (U.S. Reg. Off.)
Ministerio de Justicia

12. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la solución lixivante nueva contiene solución de ácido sulfúrico.

13. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por el hecho de que su concentración está comprendida entre 50 y 200g/L.

14. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la nueva solución lixivante es introducida en la cara superior o en lo alto del último nivel.

15. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las soluciones percoladas de cada nivel (ILS) sean recogidas por separado y utilizadas en el nivel siguiente, de acuerdo con el sentido del flujo.

16. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la solución final cargada con los metales de interés (PLS) presentan acidez residual entre 10 y 30g/L.

17. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de

Edgar J. Arrieta Pardo
CC 19.064.870 de Bogotá
E. 248 Minjusticia

que, al final del proceso de lixiviación del último nivel, la mena lixiviada se lava con agua nueva o del proceso, siendo entonces considerado como residuo.

18. PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la solución cargada de metales obtenida (PLS) puede sufrir proceso posterior para la separación de metales como níquel, cobalto, zinc, aluminio y hierro, entre otros.

19. PRODUCTO CONTENIENDO NÍQUEL, COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de ser obtenido por proceso de lixiviación en montón (IV), o contener solución cargada con metales de interés (OLS), obtenida por tal proceso.

RESUMEN

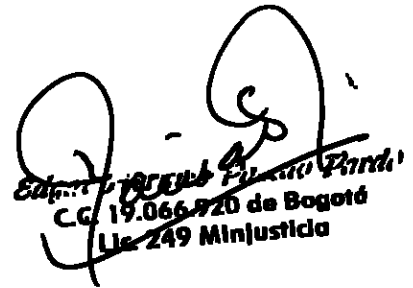
“PROCESO PARA REMOCIÓN DE NÍQUEL Y COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS POR LIXIVIACIÓN EN MONTÓN Y PRODUCTO CONTENIENDO NÍQUEL, COBALTO Y OTROS METALES DE MENAS LATERÍTICAS”.

El presente invento trata de proceso para remoción de níquel, cobalto y otros metales de menas lateríticas por lixiviación en montón, así como de producto obtenido, caracterizado por el hecho de comprender etapas de picado (I), aglomeración (II), amontonamiento (III) y lixiviación en montón (IV), siendo este último un sistema de lixiviación en montón, en contracorriente, en continuo, con dos o más niveles, presentando dos fases, una compuesta por la mena (solute) y otra por la solución lixivante o solvente, que son abastecidos en

Edgar Acruces Parra Parra
C.C. 19.066.220 de Bogotá
E.C. 145 Minjusticia

puntos opuestos de la serie de niveles, fluyendo en direcciones contrarias, siendo que, al cesar la lixiviación del último nivel, su soluto es removido e introducido nuevo nivel en la primera posición, comprendiendo mena nueva (soluto) a ser lixiviada por la solución solvente, que es introducida a partir del último nivel, percolando o fluyendo a través de todos los niveles anteriores hasta llegar al primer nivel, cuando es cargada de metales de interés (PLS).

Era todo lo que contenía el documento presentado. Es una traducción fiel y completa.


Edmundo Pardo Pardo
C.C. 19.066.820 de Bogotá
Lic. 249 Minjusticia