



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1014376-9 B1



(22) Data do Depósito: 05/04/2010

(45) Data de Concessão: 15/10/2019

(54) Título: MÉTODO PARA A REMOÇÃO DE SÍLICA EM UM PROCESSO DE REFINO DE ALUMINA

(51) Int.Cl.: C01F 7/06; C01F 7/47.

(30) Prioridade Unionista: 06/04/2009 US 12/418,988.

(73) Titular(es): NALCO COMPANY.

(72) Inventor(es): TIMOTHY LA; JI CUI; JOHN D. KILDEA; DAVID H. SLINKMAN; KIM RICHARD COLEMAN.

(86) Pedido PCT: PCT US2010029968 de 05/04/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/117949 de 14/10/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 06/10/2011

(57) Resumo: MÉTODO PARA A REMOÇÃO DE SÍLICA EM UM PROCESSO DE REFINO DE ALUMINA A invenção fornece um método de controle de sílica no circuito líquido do processo Bayer. O método envolve a adição de um material promotor a fim de melhorar a precipitação de DSP e inclui a adição de um ou mais materiais de dispersão de sílica ou de formas de sílica secas às partes do circuito onde a precipitação de DSP e remoção de sílica a partir da solução são desejáveis; por exemplo, o estágio de dessilicação de uma instalação de processo Bayer. A remoção de DSP da solução reduz a concentração de sílica em licor e assim permite um melhor controle de questões de processo, tais como contaminação de sílica em produto de alumina e formação de DSP em fases posteriores do processo onde a precipitação como depósito sobre as paredes dos recipientes e equipamentos é problemática. Como resultado, a invenção fornece uma redução significativa no custo total de operação de um processo Bayer.

MÉTODO PARA A REMOÇÃO DE SÍLICA EM UM PROCESSO DE REFINO DE
ALUMINA

Fundamentos da invenção

A presente invenção refere-se a composições de matéria
5 e métodos de utilização desses a fim de tratar várias
correntes de processo industrial, em especial certas
composições que foram descobertas particularmente eficazes
a fim de promover a formação de aluminossilicato de sódio
(também conhecido como produto de dessilicação ou DSP) em
10 uma corrente de processo Bayer.

Conforme descrito entre outros lugares na patente
norte-americana 6,814,873, o processo Bayer é utilizado
para a fabricação de alumina a partir do minério de bauxita
bruto. Pelo fato de o processo Bayer utilizar solução
15 cáustica a fim de extrair valores de alumina da bauxita,
ele é de custo proibitivo para o uso perpétuo de solução
cáustica fresca. Como resultado, uma solução cáustica,
conhecida como "licor" e / ou "licor gasto" é reciclada de
volta dos últimos estágios do processo Bayer para os
20 estágios anteriores, e, assim, forma um circuito fluido.
Para fins deste pedido, o presente relatório descritivo
define o termo "licor". A reciclagem do licor dentro do
circuito fluido; no entanto, ela possui suas próprias
complexidades.

25 A bauxita bruta contém sílica em várias formas e
quantidades. Algumas sílicas não são reativas, e por isso
não se dissolvem e permanecem como areia ou lama sólida
dentro do circuito de Bayer. Outras sílicas (por exemplo,
argilas e caulinita) são reativas e se dissolvem em
30 cáustica quando adicionadas em licores do processo Bayer.

Como licor gasto flui repetidamente através do circuito líquido do processo Bayer, a concentração de sílica no licor aumenta eventualmente a um ponto onde precipita, normalmente em conjugação com alumínio e soda a fim de
5 formar aluminossilicato de sódio insolúvel. Esse material pode precipitar como particulados no licor, mas é mais frequentemente encontrado como um depósito duro nas paredes do recipiente em várias partes do circuito do processo Bayer. O depósito de aluminossilicato vem em pelo menos
10 duas formas, sodalita e cancrinita. Essas e outras formas de depósito de aluminossilicato são comumente referidas como, e, para efeitos do presente pedido, definem os termos "produto de dessilicação" ou "DSP".

O DSP foi descrito de forma variada, em alguns casos,
15 considera-se possuir uma fórmula de $3(\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 0-2\text{H}_2\text{O})\cdot 2\text{NaX}$, onde x representa OH^- , Cl^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} . Pelo fato de o DSP possuir uma solubilidade inversa (a precipitação aumenta em temperaturas mais elevadas) e poder precipitar como depósitos de sólidos cristalinos duros, a
20 acumulação de sílica no licor do processo Bayer é problemática. A concentração aumentada de sílica em solução leva a uma maior propensão de precipitação de DSP. Como o depósito de DSP sólido acumula em tubos do processo Bayer, em recipientes, equipamentos de transferência de calor e
25 outros equipamentos de processo, ele forma gargalos e obstruções de fluxo e pode afetar o rendimento de licor. Devido às suas propriedades de condutividade térmica, os depósitos de DSP no troca de calor também reduzem a eficiência de troca de calor. Além disso, o controle
30 deficiente de sílica na solução também pode afetar a

qualidade do produto de trihidrato de alumina final resultando em alumina contaminada por SiO₂.

Estes efeitos adversos exigem instalações para operar uma faixa de medidas de controle a fim de mitigar o impacto da dissolução de sílica sobre o funcionamento do processo. Em termos de formação de depósitos, uma das questões-chave é o tempo necessário de inatividade significativo dos equipamentos do processo Bayer. O equipamento é geralmente desconectado como parte de uma operação de rotina de eliminação dos depósitos a fim de remover o acúmulo de depósitos. Além disso, o DSP é de difícil remoção e a eliminação de depósitos exige o uso de ácidos concentrados perigosos, tais como o ácido sulfúrico.

Além disso, as instalações normalmente também incorporam uma etapa de "dessilicação" no processo Bayer. Essa etapa fornece uma saída controlada de silicato do circuito (sob a forma de sólidos "livres" de DSP) e, dessa maneira, reduz o acúmulo de sílica na solução. A etapa de dessilicação é realizada normalmente antes do estágio de digestão e remove parte da sílica dos líquidos do processo Bayer. Normalmente, a dessilicação é um processo que envolve a manutenção da pasta de Bayer sob condições de temperatura e tempo de armazenamento que conduzam à precipitação de sílica a partir da solução na forma de partículas de sodalita (DSP). As partículas sólidas de sodalita que são formadas em tais condições podem ser, em seguida, removidas do processo junto com outros insolúveis (areia, lama) nos processos de separação sólido-líquido existentes à jusante. As condições são normalmente organizadas a fim de minimizar a formação e o impacto de

qualquer DSP que possa formar como depósito.

Alguns exemplos de etapas de dessilicação são descritos em pedidos internacionais publicados WO 1996/006043 e WO 2006/003470, e artigos publicados *Product*
5 *Silica Control Options*, de B. J. Robson, página 87, Light Metals, (1998), e *A Novel Approach to Post-Desilicating Bayer Process Liquor*, de K. I. O, página 117, Light Metals, (1998). A operação e a remoção eficiente de sílica no processo de dessilicação são um processo-chave que os
10 operadores de instalações utilizam para controlar a sílica na solução. Dessa forma, os operadores são capazes de mitigar os efeitos adversos da concentração elevada de sílica, incluindo a contaminação de produto e formação de depósito de DSP. Essas etapas de dessilicação, no entanto,
15 são caras e não são eficazes na remoção de toda a sílica da solução. Como resultado, as quantidades substanciais de sílica dissolvida normalmente passam para as etapas subsequentes do processo Bayer e assim permanece o potencial de contaminação de produto e formação de depósito
20 de DSP. Sendo assim, várias outras estratégias foram sugeridas a fim de controlar o depósito de DSP no processo Bayer.

Outra estratégia consiste em reduzir a escala de DSP no processo Bayer através da utilização de um inibidor de
25 DSP. Os inibidores de DSP previnem a formação de depósito de DSP sobre os equipamentos do processo Bayer, inibindo a precipitação de DSP e/ou alterando a morfologia de DSP, de modo a não aderir ao equipamento. Alguns exemplos de inibidores são descritos no pedido de patente norte-
30 americana 12/236946, na patente norte-americana 6,814,873

B2, nos pedidos norte-americanos publicados 2004/0162406 A1, 2004/0011744 A1, 2005/0010008 A2, nos pedidos internacionais publicados WO 2008/045677, WO 1997/041075, e WO 1997/041065, e nos artigos publicados *Max HT™ Sodalite Scale Inhibitor: Plant Experience and Impact on the Process*, de Donald Spitzer et. al., páginas 57-62, Light Metals 2008, (2008) e *Performance Appraisal of Evaporation System with Scale Inhibitor Application in Alnorte Plant*, de A. Oliveira et al., páginas 133-136, Light Metals 2008, (2008). No entanto, todas essas tentativas envolvem a tolerância da presença de sílica no circuito fluido do processo Bayer e a compensação dos efeitos da sílica.

Outra estratégia alternativa para lidar com o depósito de DSP é aumentar a remoção de sílica à montante no processo Bayer. O aumento da massa de sílica removida pode resultar em uma redução da concentração de sílica na solução em processos à jusante subsequentes. Esse resultado pode ter algum impacto sobre a formação de depósito de DSP, e também pode causar um impacto sobre as questões de qualidade de produtos, tais como sílica em um produto de alumina.

Assim, é clara a necessidade e utilidade de um método para a melhora da remoção de sílica dissolvida a partir do licor do processo Bayer de forma controlada. A técnica descrita nesta seção não se destina a constitui uma admissão de que qualquer patente, publicação ou outras informações aqui referidas seja "estado da técnica" em relação a esta invenção, a menos que especificamente assim designado. Além disso, esta seção não deve ser interpretada como se tivesse sido realizada uma pesquisa ou que não

existam outras informações pertinentes, conforme definido no Título 37 do Código Federal norte-americano, Seção 1.56 (a).

Breve Sumário da Invenção

5 Ao menos uma modalidade da invenção visa um método para a melhora da precipitação de sílica a partir do licor do processo Bayer compreendendo a etapa de: adição a um licor do Bayer de um promotor de DSP, a precipitação da sodalita, e a remoção da sodalita a partir do licor do
10 Bayer. O promotor é uma composição de matéria que compreende ao menos uma dispersão de sílica. O promotor pode ser adicionado à etapa de dessilicação de um processo Bayer. O promotor pode ser selecionado a partir da lista que consiste em: sílica coloidal, borossilicato, sol de
15 sílica, sílica fumada, sol de organo-sílica, sol de sílica ácida, silicatos de sódio, um derivado de óxido de silício e qualquer combinação desses. O promotor pode ser misturado com um inibidor de DSP.

Ao menos uma modalidade da invenção é dirigida a um
20 método no qual o promotor tem um tamanho de partícula entre 2 nm e 200 nm. A dosagem do promotor no licor do Bayer pode ser entre 1 e 10.000 pp m. Após a adição do promotor ao licor de Bayer, o licor de Bayer pode ser impedido de proceder para um estágio subsequente do processo Bayer por
25 no máximo 8 horas. Um sólido semente também pode ser adicionado ao licor de Bayer. O sólido semente pode ser DSP não-dissolvido.

Pelo menos uma modalidade é dirigida a um método no qual o promotor é dopado com ao menos um item selecionado
30 da lista que consiste em: boro, compostos orgânicos, ferro,

titânio, zircônio ou alumínio. O promotor pode ser à base de sódio. O promotor pode ser um borossilicato de sódio dopado com boro com um tamanho de partícula de 4 nm. O promotor pode ser estabilizado por lítio, potássio e
5 qualquer combinação desses.

Breve descrição dos Desenhos

Uma descrição detalhada da invenção é adiante descrita com referência específica aos desenhos nos quais:

A FIG. 1 é um fluxograma de ao menos uma parte de uma
10 típica operação de processo do tipo Bayer.

A FIG. 2 é uma curva de concentração de sílica em função do tempo obtida a partir da lama de pasta de uma refinaria de alumina.

A FIG. 3 é uma curva de concentração de sílica em
15 função do tempo obtida a partir da pasta de bauxita de outra refinaria de alumina.

A FIG. 4 é um gráfico que compara o percentual de massa de DSP precipitada em relação a uma amostra de controle não dosada utilizando o licor gasto.

20 A FIG. 5 é um gráfico do percentual de massa de DSP precipitada em relação a uma amostra de controle não dosada no licor gasto.

A FIG. 6 é um gráfico do percentual de massa de DSP precipitada em relação a uma amostra de controle não dosada
25 no licor gasto.

A FIG. 7 é um gráfico do percentual de massa de DSP precipitada em relação a uma amostra de controle não dosada no licor gasto.

A FIG. 8 é um gráfico do percentual de massa de DSP
30 precipitada em relação a uma amostra de controle não dosada

no licor gasto.

A FIG. 9 é uma curva de concentração de sílica em função do tempo obtida a partir da pasta de bauxita de uma refinaria de alumina.

5 A FIG. 10 é um gráfico do percentual de massa de DSP precipitada em relação a uma amostra de controle não dosada no licor gasto.

Descrição Detalhada da invenção

10 Para os fins do presente pedido, a definição destes termos é a seguinte:

"Meio de Processo de Alumina" significa um ou mais materiais presentes em um processo de refino de alumina que inclui, entre outros, licor, licor gasto, licor enriquecido, pasta, pasta de digestor, licor de Bayer, 15 bauxita, licor reciclado, depósito, minério contendo alumínio e uma combinação desses.

"Dispersão" significa um sistema fluido que inclui uma fase sólida ou líquida dispersa, que é substancialmente dispersado dentro de um meio de dispersão fluido, e a 20 dispersão inclui, entre outros, suspensões e coloides.

"Sílica seca" significa uma coleção de partículas de sílica amorfas, não porosas e/ou esféricas de tamanho fino (com ou sem dopagem de metal e/ou incorporação de grupo orgânico) em uma forma seca.

25 "Incrustante" significa um depósito de material que se acumula sobre o equipamento durante a operação de um processo de fabricação e/ou químico que pode ser indesejado e que pode prejudicar o custo e/ou eficiência do processo. DSP é um tipo de incrustante. Outros tipos de incrustante 30 incluem, entre outros: depósito de gibbsita que se acumula

em partes mais frias do circuito do processo Bayer, boemita que se acumula nos vasos e tubos do Digestor do processo Bayer, oxalato e combinações de um, alguns ou todos esses tipos.

5 "Licor da instalação" ou "licor de Bayer" é o licor real que correu através de um processo Bayer em uma instalação industrial.

"Sílicas pozolânicas" significa compostos de sílica que reagem em um ambiente de pH elevado a fim de formar a sílica polimérica. Alguns exemplos de sílicas pozolânicas são cinzas volantes, cinzas vulcânicas, cinzas de casca de arroz, perlita, terra diatomácea, sílica microcristalina (tal como a Imsil da Unimin Corporation, New Canaan, CT) e microssílica.

15 "Promotor" significa uma composição de matéria que melhora a remoção de sílica de um ambiente, sendo que os promotores incluem algumas dispersões de sílica e algumas formas secas de sílica.

"Dispersão de sílica" significa uma dispersão estável ou instável de partículas de sílica amorfas, não porosas e/ou esféricas de tamanho fino (com ou sem dopagem de metal e/ou incorporação de grupo orgânico) em uma fase líquida.

"Fumo de sílica" significa um subproduto compreendendo silício de baixa pureza e barato de produção de silício e ferrosilício.

"Licor sintético" ou "Licor sintético gasto" é um líquido criado em laboratório utilizado para a experimentação, cuja composição em relação à alumina, soda, e cáustica corresponde ao licor produzido pela reciclagem através do processo Bayer.

No caso de as definições acima ou uma definição definida em outro lugar neste pedido serem incompatíveis com um significado (explícito ou implícito) que seja normalmente utilizado em um dicionário, ou definido em uma fonte incorporada por referência neste pedido, o pedido e os termos da reivindicação em particular devem ser interpretados de acordo com a definição neste pedido não de acordo com a definição comum, definição de dicionário ou a definição que foi incorporada por referência.

10 Agora, em referência à Fig. 1, mostra-se um fluxograma que ilustra ao menos uma parte de um processo Bayer para a fabricação de alumina a partir do minério de bauxita bruta. O minério de bauxita bruta, que contém sílica em diversas formas, passa por um estágio de moagem e a alumina
15 juntamente com algumas impurezas, incluindo s sílica, dissolvem-se no licor adicionado. Alguns sólidos permanecem não dissolvidos de modo que o rendimento resultante do estágio de moagem é uma pasta. Durante o estágio de moagem, quantidades significativas de sílica reativa presentes no
20 minério de bauxita bruta ficam dissolvidas na pasta.

Nos processos do estado da técnica, a pasta, em seguida, passa por um estágio de dessilicação onde as condições de manutenção induzem a precipitação de grande parte da sílica dissolvida como DSP, reduzindo, assim, a
25 quantidade de sílica na solução. A pasta passa para um estágio de digestão onde mais da sílica reativa sólida restante se dissolve. O licor é mais tarde separado dos sólidos não dissolvidos e a alumina é recuperada por precipitação como gibbsita. O licor gasto de Bayer completa
30 o seu circuito conforme passa através de um trocador de

calor e volta para o estágio de moagem. O depósito de DSP
acumula durante todo o processo Bayer, mas particularmente
no estágio de digestão e mais particularmente no, ou
próximo, dos trocadores de calor pelos quais o licor
5 reciclado passa repetidamente.

Em ao menos uma modalidade, um composto de promotor é
adicionado à pasta no estágio de dessilicação. O promotor
melhora a formação de sodalita sólida na pasta de bauxita.
Esse processo aumenta a remoção de sílica da solução e,
10 assim, melhora o desempenho do processo dessilicação. Em ao
menos uma modalidade, o promotor é a dispersão da sílica,
tal como a sílica coloidal. Em ao menos uma modalidade, a
dispersão de sílica ou a sílica na forma seca é selecionada
da lista que consiste em: borosilicato, sol de sílica,
15 sílica fumada, fumo de sílica, sol de organo-sílica,
silicatos de sódio, sílica coloidal dopada com boro,
pozolanas, sílicas pozolânicas, sílica precipitada,
polissilicatos, ácido silicílico, silicatos de potássio,
sílica aglomerada seca de alta área superficial,
20 aluminossilicatos, silicatos de óxido metálico, silicatos
de sódio, silicatos de sódio parcialmente neutralizados,
ácido silicílico parcialmente neutralizado, TEOS,
partículas aglomeradas de sílica amorfa, sílica modificada
por silano, sílica modificada por siloxano, e qualquer
25 combinação desses. Em ao menos uma modalidade, o promotor é
a sílica microcristalina com um tamanho tão reduzido quanto
100 nm. Em ao menos uma modalidade, o promotor é dopado com
um estabilizador de aluminato de sódio (tal como Ludox AM,
da DuPont), Al, Ti, V, Fe, Cu, Ni, Cr, B, Zr e Ce. Em ao
30 menos uma modalidade, o promotor é uma sílica reativa. Em

ao menos uma modalidade, o promotor é um derivado de óxido de silício. Em ao menos uma modalidade, o promotor é uma das composições de matéria divulgada nas patentes norte-americanas 6,569,908, 6,808,768, e nos pedidos norte-americanos publicados 2007/0231249 e 2005/0234136.

Em ao menos uma modalidade, o promotor é dopado com um metal. O metal pode incluir qualquer material adequado e pode ser derivado de qualquer material adequado incluindo os sais metálicos que são solúveis ou substancialmente solúveis em uma solução aquosa. Em ao menos uma modalidade, o metal inclui um metal alcalino, um metal alcalino-terrosos, um metal de primeira série de transição, um metal de segunda série de transição, um lantanídeos e combinações desses. Os componentes metálicos preferidos incluem alumínio, cério, titânio, estanho, zircônio, zinco, cobre, níquel, molibdênio, ferro, rênio, vanádio, boro, similares e qualquer combinação desses.

Em ao menos uma modalidade, o promotor compreende um componente metálico e um componente estabilizador a fim de formar um coloide de partículas de sílica. Os exemplos de tais estabilizadores são um composto de amina ou quaternário. Os exemplos não limitativos de aminas adequadas para o uso como estabilizador incluem dipropilamina, trimetilamina, trietilamina, tri-n-propilamina, dietanolamina, monoetanolamina, trietanolamina, diisobutilamina, isopropilamina, diisopropilamina, dimetilamina, ácido etilenodiaminotetracético, piridina, similares e combinações desses. Preferivelmente, o componente estabilizador é uma amina quaternária que forma uma solução

alcalina quando dispersa em água, tal como os hidróxidos de amônio quaternários. Além disso, prefere-se ainda mais que a amina quaternária inclua um íon de amônio tetraalquílico em que cada grupo alquila tenha um comprimento de cadeia de carbono de 1 a 10, sendo os grupos alquila iguais ou diferentes. Os exemplos não limitativos de aminas quaternárias adequadas para o uso como estabilizador incluem hidróxido de tetrametilamônio (TMAOH), hidróxido de tetrapropilamônio (TPAOH), hidróxido de tetraetilamônio (TEAOH), hidróxido de tetrabutilamônio (TBAOH), hidróxido de tetrahexilamônio, hidróxido de tetraoctilamônio, hidróxido de tributimetilamônio, hidróxido de trietilmetilamônio, hidróxido de trimetilfenilamônio, hidróxido de metiltripropilamônio, hidróxido de dodeciltrimetilamônio, hidróxido de hexadeciltrimetilamônio, hidróxido de dimetildodeciletilamônio, hidróxido de dietildimetilamônio, similares e combinações desses. Além disso, as formas de brometo e cloreto dos sais de amônio acima mencionados podem ser utilizados através da passagem por uma coluna de troca (aniônica) de hidróxido a fim de produzir os materiais de hidróxido de alquilamônio.

Os exemplos a seguir são apresentados a fim de descrever modalidades e utilitários da invenção e não são destinados a limitar a invenção, salvo indicação em contrário nas reivindicações.

EXEMPLOS

Método

As garrafas de polipropileno e um banho-maria rotatório termo controlado foram utilizados para as

experiências isotérmicas de dessilicação em lote. A pasta de bauxita dos moinhos de moagem da instalação e o licor de Bayer gasto da instalação foram testados.

Método A: Teste de pasta de bauxita

5 A pasta de bauxita foi coletada de uma instalação e amostras (aproximadamente 200 mL) foram adicionadas em uma série de garrafas de polipropileno de 250 mL. Essas amostras, em seguida, foram variadas vezes dosadas com o produto de sílica coloidal (dosadas a 0, 500 e 1000 ppm)

10 com amostras duplicadas para cada taxa de dosagem a ser empregada. As amostras foram então colocadas em banho-maria rotativo com temperatura mantida a 95°C durante toda a duração do teste (6 horas). As subamostras das pastas foram coletadas de cada garrafa em intervalos regulares e uma

15 pequena amostra do licor limpo foi separada dos sólidos. A concentração de sílica em cada amostra de licor foi determinada por ICP. A fim de obter amostras (controle) não dosadas, a redução da concentração de SiO₂ na solução ao longo do experimento é indicativa da formação do DSP sólido

20 e imita a operação da instalação típica do estágio de dessilicação. As mudanças na concentração das amostras de controle não dosadas indicam o impacto do promotor.

Método B: Teste de licor gasto da instalação

Uma série de testes foi realizada utilizando o líquido

25 gasto da instalação. As amostras do licor gasto (200ml) foram colocadas em garrafas de polipropileno de 250 mL e, em seguida, uma solução concentrada de silicato de sódio foi adicionada de modo que ~1g/L de SiO₂ foi adicionado a cada garrafa. Esse aumento da concentração de silicato na

30 solução foi projetado a fim de promover a formação de DSP

durante o período de testes. As amostras foram adicionalmente dosadas com os produtos promotores (dosadas a 0, 50 e 100 ppm). As amostras resultantes foram então aquecidas em banho-maria rotativo com temperatura constante

5 mantida a 95°C durante toda a duração do teste (4 horas). Após 4 horas de aquecimento, um material sólido substancial havia precipitado em todas as amostras. Essas misturas foram filtradas a fim de coletar os sólidos de DSP, que foram lavados com água deionizada quente e secadas com ar

10 durante a noite. A eficácia dos promotores foi determinada por meio da comparação da massa do sólido de DSP obtido com as amostras de controle não dosadas. As alterações na massa de material precipitado nas amostras dosadas (quando em comparação com as amostras de controle não dosadas)

15 indicam o impacto da adição do promotor. Os reagentes utilizados nos testes são descritos na tabela 1.

Tabela 1.

Produto	Química/Tipo	Detalhes
A	Sílica coloidal	À base de sódio, tamanho de partícula ~4 nm
B	Sílica coloidal	Dopado com boro com borossilicato de sódio, tamanho de partícula ~4 nm
C	Sol de sílica	À base de lítio, tamanho de partícula 5 - 35 nm
D	Sílica coloidal	À base de potássio, tamanho de partícula 8 - 90 nm
E	Sílica coloidal	Sol de sílica ácida, tamanho de partícula ~20 nm
F	Sílica fumada	Comercialmente disponível, tamanho de partícula 4 - 6 nm,
G	Sol de organosílica	Sol de sílica modificada com epóxi, tamanho de partícula 20 - 50 nm
H	Sol de sílica	À base de sódio, tamanho de partícula 13 - 16 nm
I	Sol de sílica	À base de sódio, tamanho de partícula 20 nm
J	Sílica coloidal	À base de sódio, tamanho de partícula 35 - 70 nm
K	Sílica coloidal	À base de sódio, tamanho de partícula >70 nm
L	Sol de organosílica	Sol de organosílica deionizada estabilizado com ~8% em peso de piperazina e 3% em peso de hidróxido de tetrametilamônio, tamanho de partícula 50 - 70 nm
M	Sílica coloidal	Dopado com alumínio, tamanho de partícula ~ 6 nm

Resultados

No Método A, testes separados foram conduzidos utilizando a pasta de bauxita de diferentes refinarias de alumina. A redução na concentração de SiO_2 no licor indica a formação de sólido de DSP. Os resultados obtidos a partir da amostra testada foram comparados com da amostra de controle não dosada com base nas alterações da concentração de sílica na solução (medida por ICP) ao longo do período de teste.

Os resultados estão resumidos FIGs. 2 e 3. A FIG. 2 mostra a curva de concentração de sílica em função do tempo obtida a partir da pasta de bauxita de uma instalação de processamento da bauxita. Três regimes de tratamento diferentes são mostrados; as amostras de controle não dosadas e as amostras dosadas com o produtos E em duas concentrações diferentes, 500 e 1000 ppm, respectivamente. A adição de produto E melhora a formação de DSP com relação a esse controle (sem aditivo). A FIG. 3 mostra uma curva de concentração de sílica em função do tempo semelhante obtida em um teste utilizando a paste de bauxita de outra instalação de processamento da bauxita. Nesse teste, o produto E dosado a ~ 1000 ppm aumenta novamente de maneira eficaz a precipitação de sílica da solução.

Os resultados dos testes no licor gasto da instalação (Método B) de uma variedade de refinarias utilizando uma faixa de produtos são similares aos encontrados utilizando o método A, ou seja, a precipitação de sílica da solução e a formação de sólidos de DSP foram melhoradas através da adição do produto promotor. Esses resultados são ilustrados nas FIGs. 4, 5, 6, 7 e 8 respectivamente.

Enquanto que os exemplos acima mostram a utilização de materiais à base de sílica a fim de melhorar a precipitação de sílica a partir da solução, a magnitude do impacto nos exemplos acima é surpreendente. Os métodos do estado da
5 técnica divulgam a utilização de sólidos de DSP a fim de melhorar a formação de DSP (veja: *Product Silica Control Options*, de B.). J. Robson, página 87, Light Metals, (1998), mas nunca para grau e extensão mostrados nos exemplos A-L.

10 A adição de sólidos de DSP para a melhora do processo de precipitação foi ainda avaliada utilizando o Método de teste A. Com o uso de doses de 2500 ppm de sólidos de DSP (bem mais das doses utilizadas para as amostras de promotores nos exemplos acima), determinou-se o impacto
15 sobre a precipitação de DSP. A concentração de sílica resultante no licor ao longo do tempo para uma amostra de pasta dosada com 2500 ppm de sólidos de DSP é comparada a uma amostra de controle não dosada na FIG. 9. Os resultados não mostram nenhuma mudança significativa na concentração
20 de sílica entre os dois tratamentos, indicando que o uso de sólido de DSP como uma fonte de sementes para a melhora da precipitação é ineficaz com essa dose. Por outro lado, os resultados da adição das amostras A-L mostram a melhora significativa de precipitação de DSP, ainda que em doses
25 significativamente mais baixas. Observe que os sólidos de DSP utilizados nesse teste foram gerados a partir de amostras de controle não dosadas em testes utilizando o Método B. (ou seja, os sólidos de DSP precipitaram do licor).

30 Além da sílica coloidal e dos produtos de

borossilicato, conforme mostrado na FIG. 10, uma faixa de misturas de produtos modificados estão englobadas por esta invenção, incluindo, entre outros, sílicas coloidais estabilizadas com lítio ou potássio e aquelas dopadas com diferentes concentrações de compostos orgânicos, ferro, titânio, zircônio, alumínio e qualquer combinação desses. Em todos os casos, a sílica coloidal/borossilicato é o componente predominante, indicando que a sílica coloidal/borossilicato sozinho(a), bem como em tais misturas, possui o impacto desejado de precipitação de DSP melhorada.

Ao passo que esta invenção pode ser incorporada de muitas formas diferentes, são mostradas nos desenhos e aqui descritas em detalhes as modalidades preferidas da invenção. A presente divulgação é uma exemplificação dos princípios da invenção e não se destina a limitar a invenção às modalidades particulares ilustradas. Todas as patentes, pedidos de patentes, artigos científicos e outros materiais referenciados aqui mencionados são incorporados por referência em sua totalidade. Além disso, a invenção abrange qualquer combinação possível de algumas ou todas as várias modalidades aqui descritas e aqui incorporadas.

A divulgação acima se destina a ser indicativa e não exaustiva. Essa descrição sugerirá muitas variações e alternativas a um técnico no assunto. Todas essas alternativas e variações devem ser incluídas no escopo das reivindicações, onde o termo "compreendendo" significa "incluindo, entre outros". Aqueles que estão familiarizados com a técnica podem reconhecer outros equivalentes para as modalidades específicas aqui descritas, cujos equivalentes

também são destinados à incorporação pelas reivindicações.

Aqui se conclui a descrição das modalidades preferidas e modalidades alternativas da invenção. Os técnicos no assunto podem reconhecer outros equivalentes para as 5 modalidades específicas aqui descritas, cujos equivalentes são destinados à incorporação pelas reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a remoção de sílica em um processo de refino de alumina, **caracterizado** pelo fato de que compreende as etapas de:

5 adição de um promotor a um meio de processo de alumina,

 formação de um precipitado à base de sílica, e

 remoção de DSP a partir do meio de processo de alumina, em que

10 em que o promotor melhora a eficiência da formação de DSP; e

 o promotor é uma composição de matéria que compreende uma dispersão de sílica ou uma forma seca de sílica, selecionado da lista que consiste em sol de sílica, sílica fumada, sol de organo-sílica, sílica coloidal, sílica precipitada, sílica aglomerada seca de alta área superficial, partículas aglomeradas de sílica amorfa, sílica modificada por silano, sílica modificada por siloxano, e qualquer combinação desses.

20 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o precipitado à base de sílica é a sodalita.

 3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o promotor é adicionado à etapa de dessilicação de um processo de refino de alumina.

 4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que o promotor é selecionado da lista que consiste em: sol de sílica, sílica fumada, sol de organo-sílica e sílica coloidal.

30 5. Método, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que o promotor é misturado com um inibidor de DSP.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que após o promotor ser
5 adicionado ao meio de processo de alumina, o meio de processo de alumina ser impedido de proceder para um estágio subsequente do processo de refino de alumina por um máximo de 8 horas.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1,
10 caracterizado pelo fato de que um sólido semente também é adicionado ao meio de processo de alumina.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o sólido semente é DSP não-dissolvido.

15 9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o promotor compreende ainda pelo menos um item selecionado da lista que consiste em: metal, compostos orgânicos, alumínio, cério, titânio, estanho, zircônio, zinco, cobre, níquel, molibdênio, ferro,
20 rênio, vanádio, boro, e qualquer combinação desses.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o promotor compreende ainda um estabilizador selecionado da lista que consiste em uma amina, um composto quaternário e qualquer combinação
25 desses.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o estabilizador é uma amina quaternária que inclui um íon de amônio tetraalquílico em que cada grupo alquila possui um comprimento de cadeia de
30 carbono de 1 a 10, os grupos alquila sendo iguais ou

diferentes.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o promotor compreende ainda um borossilicato de sódio com um tamanho de partícula na
5 ordem de 4 nm.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o promotor é estabilizado por lítio, potássio, sódio, amônio e qualquer combinação desses.

10 14. Método, de acordo com a reivindicação 4 caracterizado pelo fato de que o promotor compreende ainda um composto orgânico selecionado da lista que consiste em: uma amina, piperazina, hidróxido de tetrametilamônio, amino propil propanolamina, amino metil etanolamina, grupos
15 funcionais epóxi, etil propil propanolamina, e qualquer combinação desses.

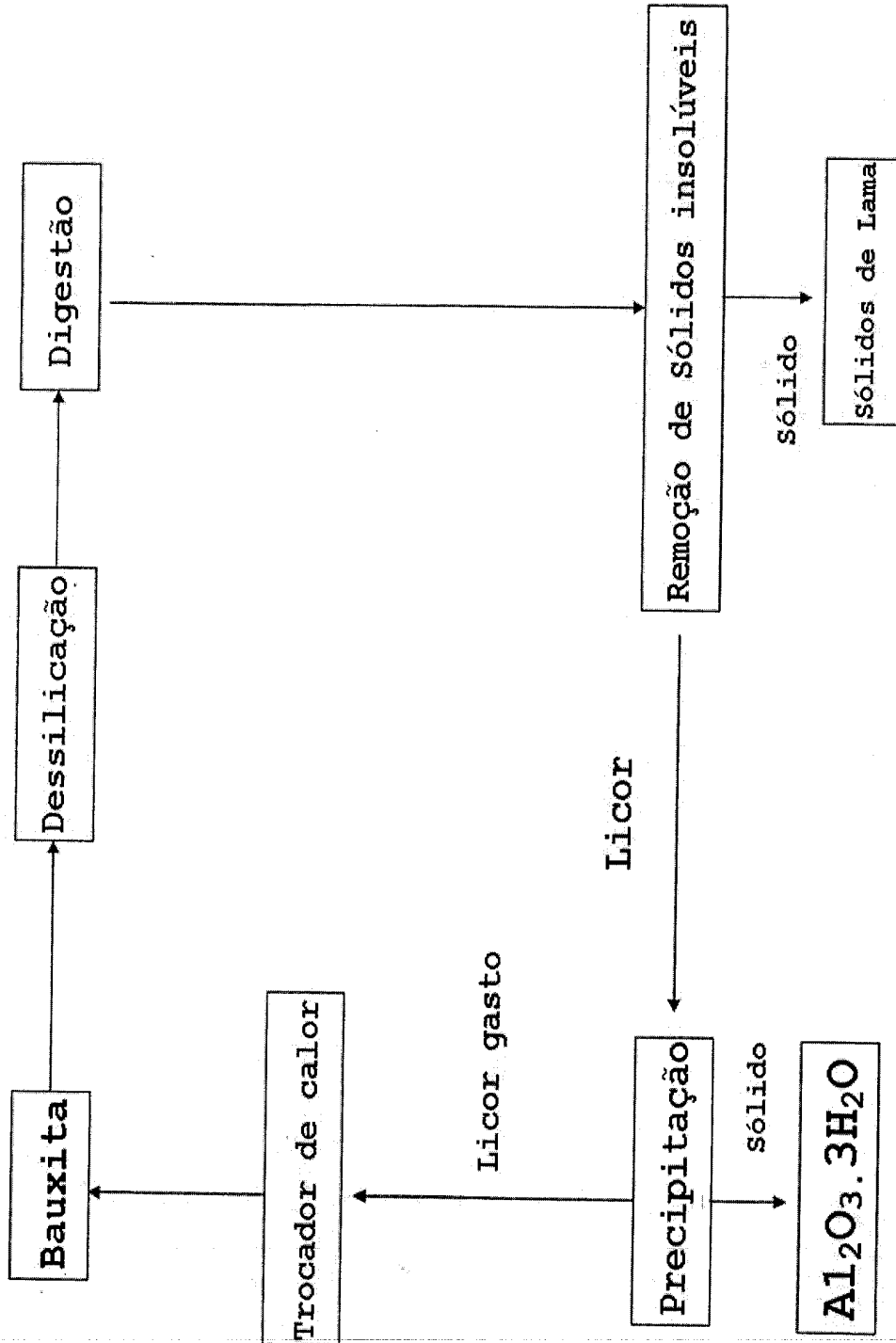


FIGURA 1

Gráfico de Plotagem da Concentração de SiO₂ em Função do Tempo; aditivo:

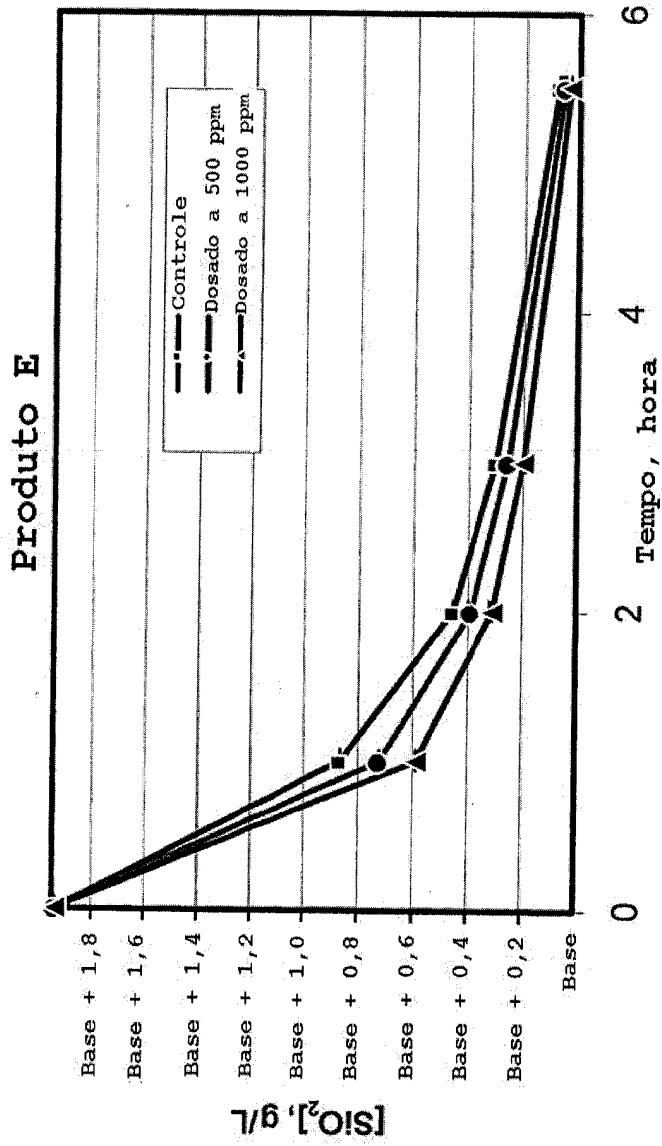


FIGURA 2

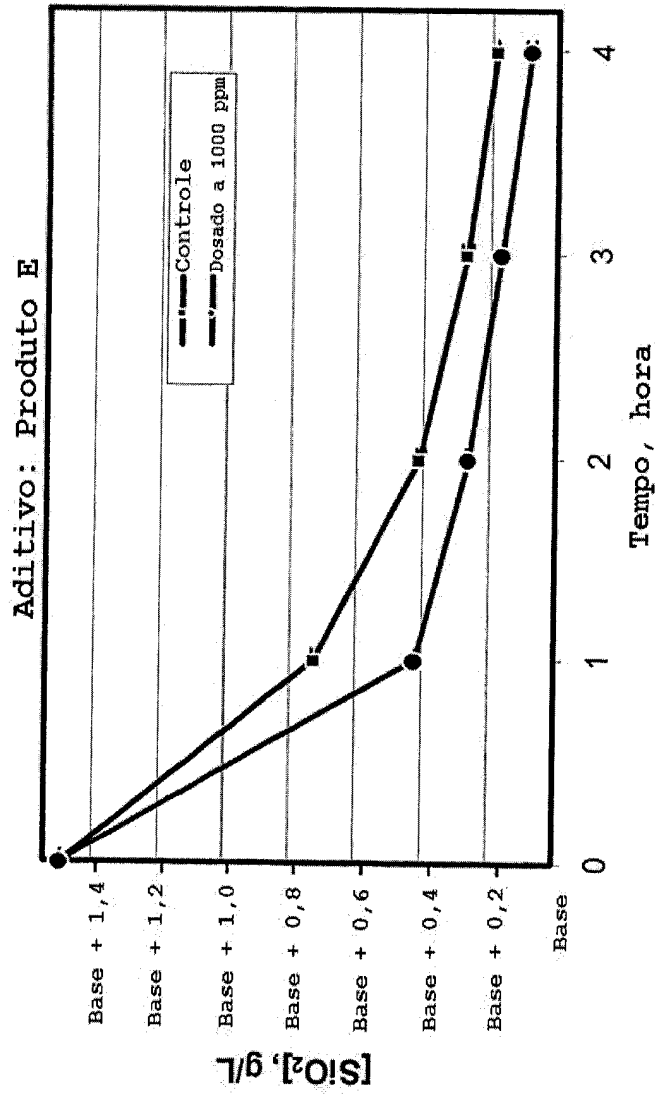
Gráfico de Plotagem da Concentração de SiO_2 em Função do Tempo

FIGURA 3

% de DSP Precipitado Relativo o Controle Não-Dosado
Condições de Reação: 4h a 95°C

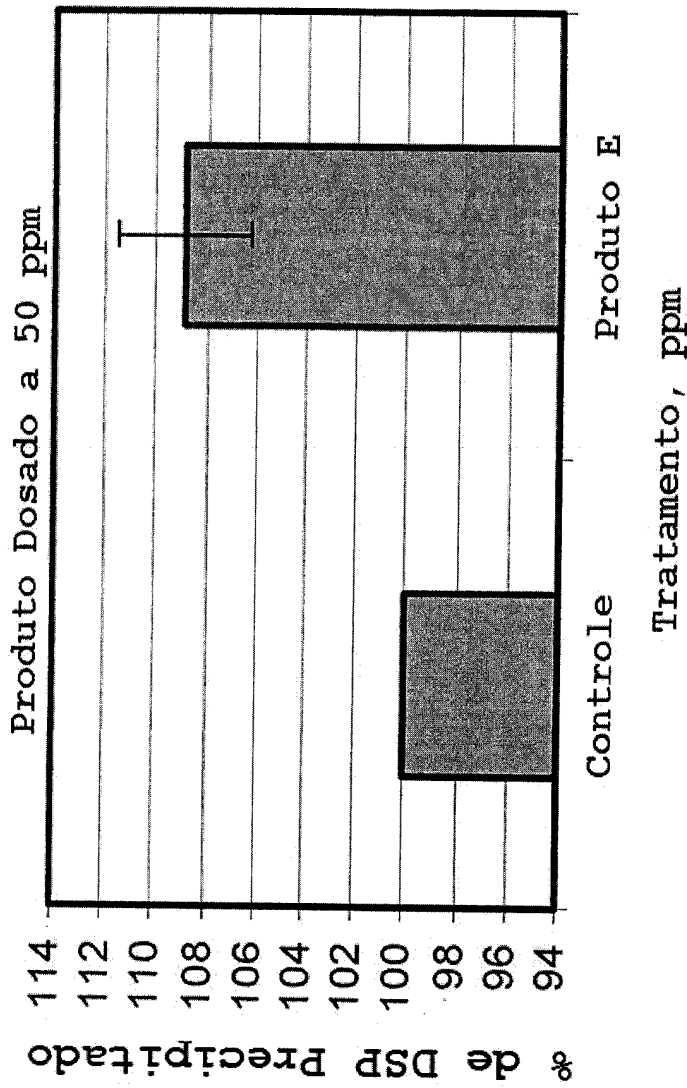


FIGURA 4

% de DSP Precipitado Relativo o Controle Não-Dosado
Condições de Reação: 4h a 95°C

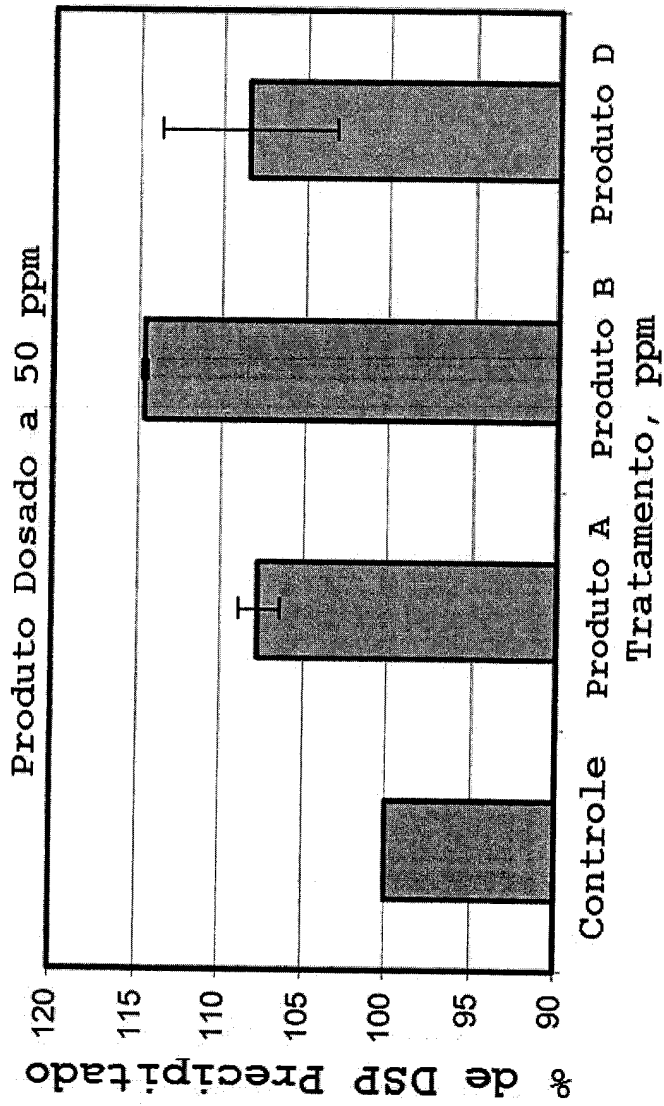


FIGURA 5

% de DSP Precipitado Relativo o Controle Não-Dosado
Condições de Reação: 4h a 95°C

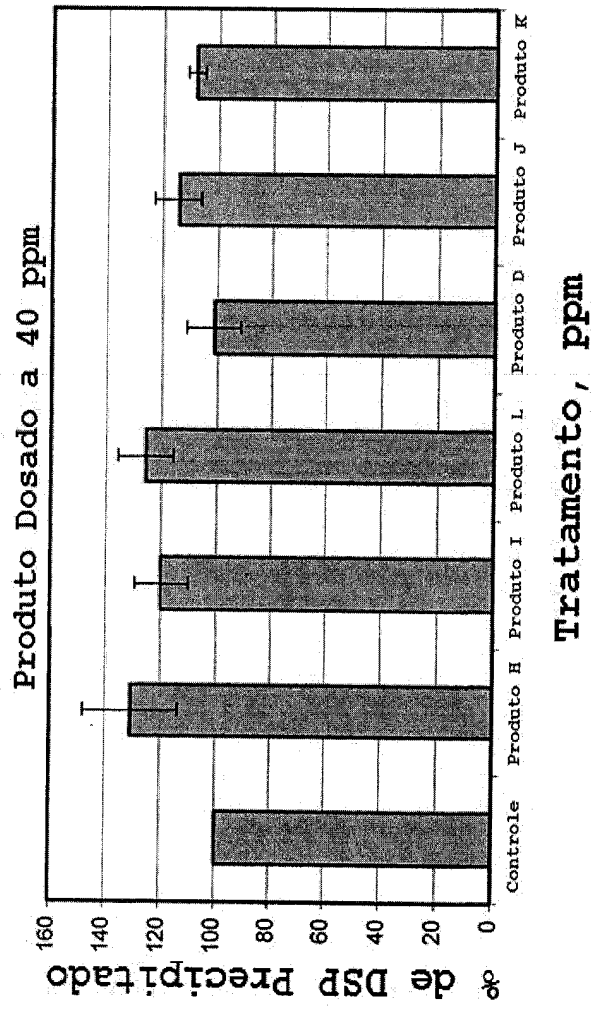


FIGURA 6

% de DSP Precipitado Relativo ao Controle Não-Dosado
Condições de Reação: 4h a 95°C

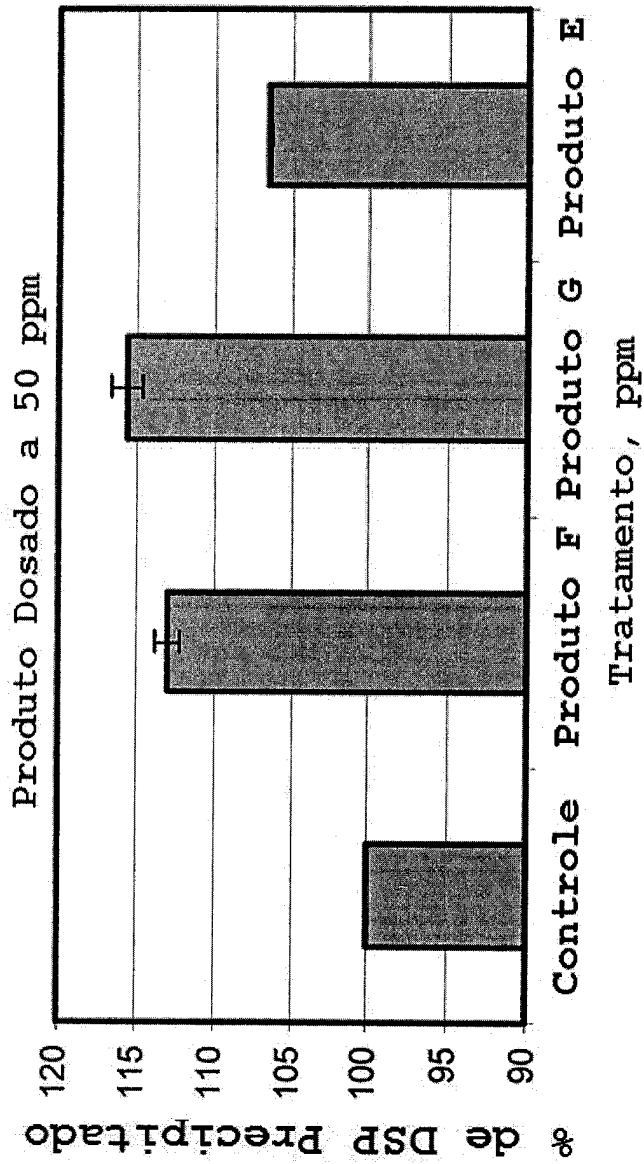


FIGURA 7

% de DSP Precipitado Relativo o Controle Não-Dosado
Condições de Reação: 4h a 95°C
Produto Dosado a 40 ppm

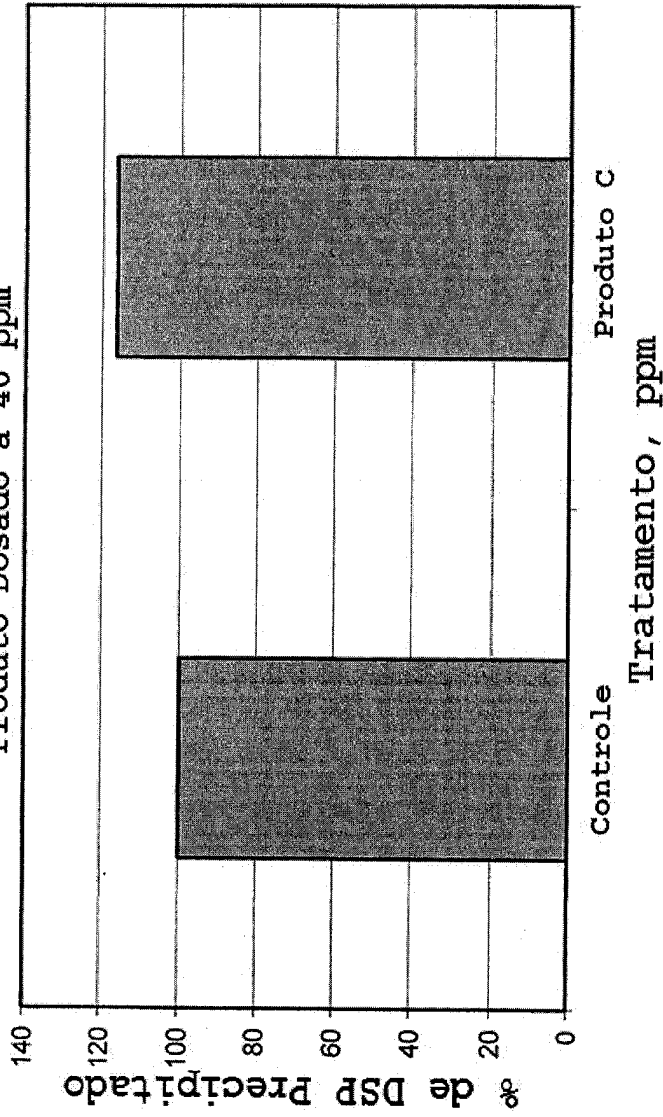


FIGURA 8

Gráfico de Plotagem da Concentração de SiO_2 em Função do Tempo
Aditivo: Sólido Semente de DSP

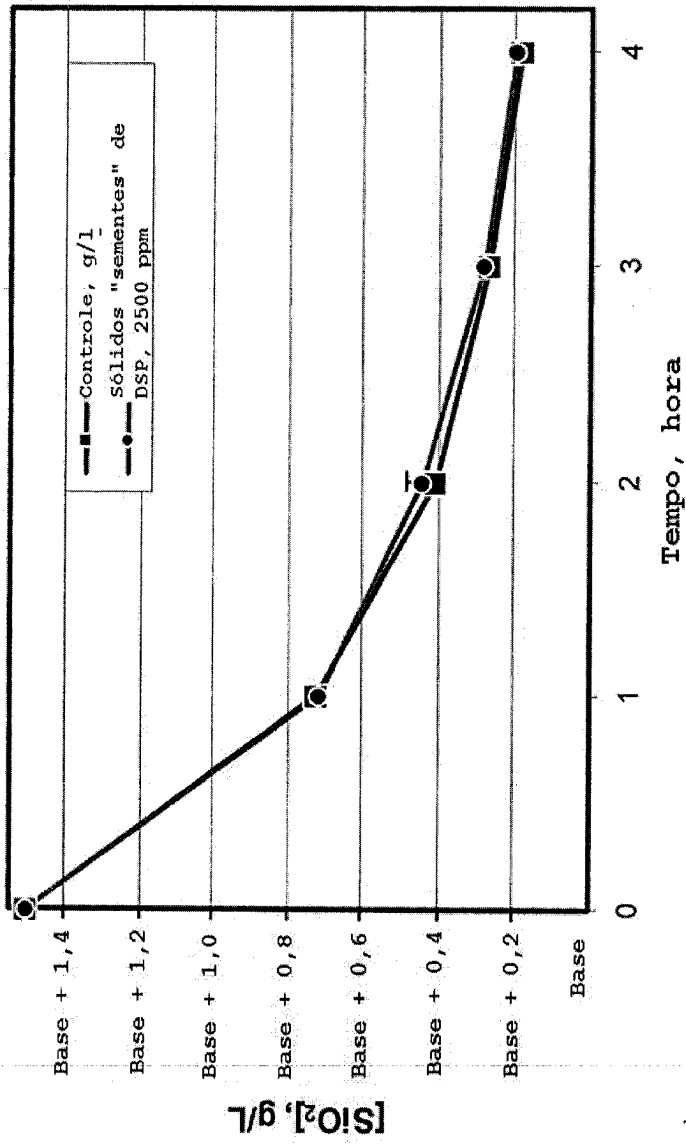
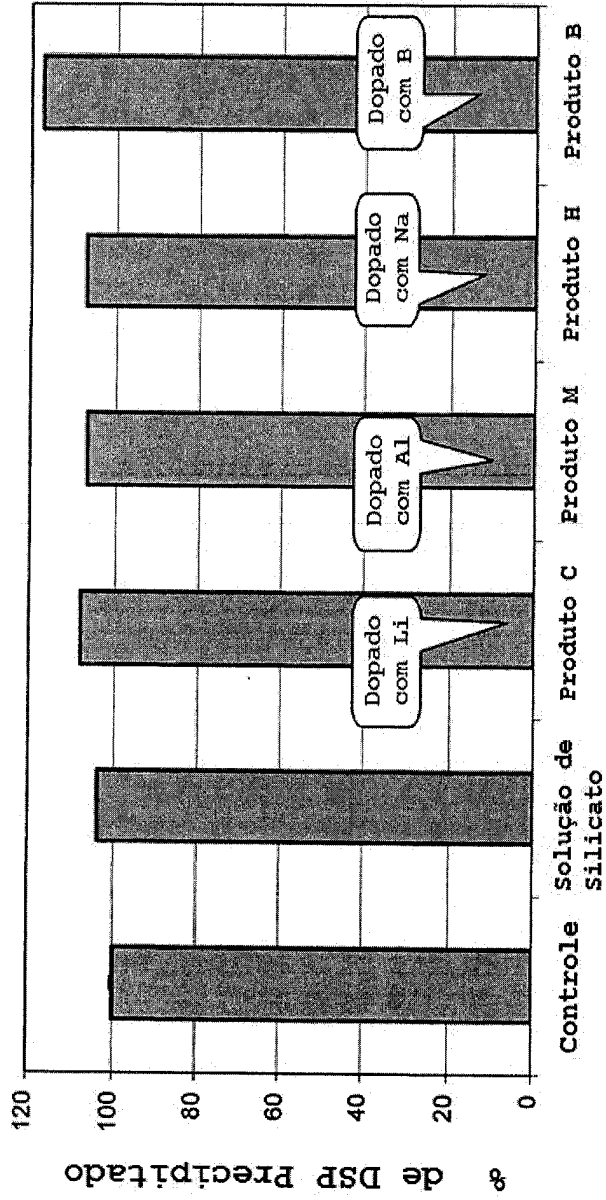


FIGURA 9

% de DSP Precipitado
após 4 horas de Reação a 95°C
Todas as amostras são dosadas com a mesma quantidade de SiO₂



Tratamento

FIGURA 10