



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

(11) PI 0810024-1 B1



(22) Data do Depósito: 20/03/2008

(45) Data de Concessão: 19/03/2019

(54) Título: POLÍMERO HIDROXAMADO CONTENDO SILÍCIO, E, MÉTODO DE FLOCULAÇÃO

(51) Int.Cl.: C01F 7/06; B01D 21/01.

(30) Prioridade Unionista: 20/04/2007 US 60/912981.

(73) Titular(es): CYTEC TECHNOLOGY CORP..

(72) Inventor(es): QI DAI; DONALD PAUL SPITZER; HOWARD I. HEITNER; H-L TONY CHEN.

(86) Pedido PCT: PCT US2008057676 de 20/03/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/130766 de 30/10/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/10/2009

(57) Resumo: POLÍMERO HIDROXAMADO CONTENDO SILÍCIO, E, MÉTODO DE FLOCULAÇÃO O teor de sólidos suspensos de uma corrente de processo Bayer é reduzido contatando-se a corrente com um floculante polimérico hidroximado contendo silício solúvel em água ou dispersável em água.

“POLÍMERO HIDROXAMADO CONTENDO SILÍCIO, E, MÉTODO DE FLOCULAÇÃO”

CAMPO DA INVENÇÃO

Esta invenção refere-se à remoção de sólidos suspensos das correntes do processo de alumina Bayer, contatando-se as correntes com polímeros contendo Si-.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

A bauxita é a matéria prima básica para quase todos os compostos de alumina manufaturados. No curso da produção dos compostos de alumínio, a maior parte da bauxita é refinada em hidróxido de alumínio pelo processo Bayer. O processo Bayer envolve lixiviação quente de bauxita com solução da NaOH em vasos de pressão, para obterem-se soluções de aluminato de sódio supersaturadas, de que Al(OH)_3 é precipitado por sementeação. As refinarias do processo Bayer compartilham seis estágios de processamento comuns: mineração da bauxita; preparação da matéria prima; digestão da bauxita; separação, lavagem, descarte de resíduo de bauxita insolúvel; precipitação do hidróxido de alumínio (triidrato); e calcinações em alumina anidra. O processo de separar sólidos residuais de bauxita do licor verde supersaturado próximo de seu ponto de ebulição é conhecido como “clarificação”.

No estágio de clarificação, as partículas sólidas mais grosseiras são geralmente removidas com um ciclone “coletor de areia”. Para separar as partículas sólidas mais finas do licor, a lama é normalmente alimentada do poço central de um sedimentador de lama, onde ela é tratada com uma composição flocculante, que pode ser baseada em uma variedade de agentes de floculação, incluindo amido, farinha de trigo, polímero de sal de poliacrilato, copolímero de sal de acrilato/acrilamida e/ou polímeros solúveis em água contendo grupos ácido hidroxâmico ou sal pendentos. A medida que a lama sedimenta, a solução de aluminato de sódio clarificada, referida como licor

verde, extravasa uma barragem no topo do tanque de sedimentação de lama e é passada para as subseqüentes etapas de processamento. A solução de aluminato de sódio é geralmente esfriada para aumentar a supersaturação e então semeada, p. ex., com semente de gibbsita (hidróxido de alumínio) dos ciclos anteriores, para iniciar a precipitação do desejado produto final Al(OH)_3 .

Os sólidos sedimentados pelo procedimento de floculação, conhecidos como lama vermelha, são retirados do fundo do sedimentador de lama e passados através de um circuito de lavagem em contracorrente, para recuperação do aluminato de sódio e soda. O licor de aluminato extravasando o sedimentador pode ainda conter quantidades significativas de sólidos suspensos. Este licor é geralmente ainda clarificado por filtragem, para fornecer um filtrado que contém um nível muito baixo de sólidos suspensos. Dependendo do nível de silicatos na bauxita, a lama vermelha e/ou licor de aluminato podem conter aluminossilicatos de sódio. Aluminossilicatos de sódio dissolvidos podem precipitar-se para formar incrustação. Os aluminossilicatos de sódio insolúveis, também conhecidos como produto de dessilicação (DSP), podem permanecer suspensos na lama vermelha e/ou licor de aluminato.

A alumina em forma relativamente pura é precipitada do filtrado como cristais de triidrato de alumina. A fase líquida restante é retornada para a etapa de digestão inicial e, após ser reconstituída com cáustico adicional, é empregada como um digestante de minério adicional.

Os sólidos suspensos são preferivelmente separados em uma velocidade relativamente rápida se o processo Bayer total for para ser eficiente. A remoção eficiente de sólidos suspensos das correntes de processo Bayer tem sido um principal desafio por muitos anos. Entre os métodos de acelerar a separação dos sólidos suspensos das correntes do processo, bem como prover uma separação mais limpa dos constituintes, estão aqueles

descritos na Patente U.S. No. 3.390.959, que empregam poliacrilatos como
floculantes, e na Patente U.S. No. 3.681.012, que utilizam combinações de
poliacrilatos e amido em circuitos de recuperação de alumina Bayer. A
Patente U.S. No. 4.083.925 descreve o uso de poliacrilamida dentro do
5 sedimentador de lama. A Patente U.S. No. 4.678.585 mostra que os diferentes
estágios no circuito de recuperação de alumina Bayer são vantajosamente
tratados com diferentes composições floculantes. A Patente U.S. No.
4.767.540 descreve um processo para remover sólidos suspensos de correntes
de processamento de alumina Bayer, contatando-se e misturando-se uma
10 corrente de processo Bayer com polímeros hidroxamados. Os polímeros
hidroxamados podem ser empregados com poliacrilato aniônico. A Patente
U.S. No. 5.516.435 e Patente U.S. No. 5.539.046 utilizam misturas de
emulsões poliméricas hidroxamadas com emulsões de poliacrilato, para
remover sólidos suspensos das correntes de processamento de alumina Bayer.
15 Outros polímeros descritos para o tratamento de lama vermelha no processo
Bayer incluem polímeros contendo ácido fosfônico (Patente U.S. No.
5.534.235), polímeros de emulsão de metil acrilato contínuos aquosos
(Patente U.S. No. 6.036.869) e polímeros contendo ácido salicílico (Patente
U.S. No. 6.527.959).

20 Os polímeros contendo silício foram descritos para clarificação
de água. Por exemplo, a Patente U.S. No. 3.779.912 utiliza
aminometilfosfonatos contendo silício para flocular sólidos suspensos em
água. Os copolímeros de haleto de dialildimetilamônio e um
viniltrialcoxissilano são descritos como um coagulante usado em
25 desmulsificação de águas residuais oleosas (Patente U.S. No. 5.560.832),
desidratação de lamas minerais (Patente U.S. No. 5.597.475) e clarificação de
águas residuais (Patente U.S. No. 5.679.261). A Patente U.S. No. 6.605.674
descreve o uso de viniltrialcoxissilanos como agentes de reticulação para
modificar a estrutura de polímeros solúveis em água não-iônicos, catiônicos e

aniônicos e o uso dos polímeros estruturalmente modificados como agentes flocculantes. Nenhuma das patentes de polímero contendo silício acima mencionadas refere-se ao tratamento de sólidos suspensos das correntes de processo Bayer.

5 O uso de polímeros contendo silício, para controlar incrustação de aluminossilicato, foi descrito, vide Patente U.S. No. 6.814.873 e Pub. de Pat. U.S. Nos. 2004/0162406 A1, 2005/0010008 A2 e 2005/0274926 A2. Estas publicações descrevem métodos para utilizar os polímeros contendo silício, para inibir a deposição de aluminossilicatos dissolvidos (tais como
10 aluminossilicato de sódio) em superfícies para formar incrustação, porém não para floculação DSP.

Foi agora descoberto que floculação grandemente melhorada de sólidos suspensos, especialmente DSP, das correntes de processo Bayer, podem ser obtidas adicionando-se e eficientemente misturando-se um
15 polímero contendo silício na corrente de processo Bayer sozinho ou subsequente a, seguido por ou em associação com um flocculante convencional. Este tratamento é particularmente eficaz no tratamento de sólidos residuais de bauxita contendo elevados silicatos e aluminossilicatos de sódio, quando comparado com processos do estado da arte, como
20 exemplificado pelas patentes mencionadas acima. Tais reduções de sólidos suspensos podem significativamente reduzir a necessidade de filtração. Uma vez que os sólidos suspensos podem conter impurezas indesejáveis, as reduções de sólidos suspensos obtidas pela prática da presente invenção podem também resultar em pureza melhorada do produto de alumina
25 resultante.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção provê polímeros contendo silício, composições flocculantes e processos para a redução de sólidos suspensos de uma corrente de processo do processo de alumina Bayer. Os processos

envolvem contatar uma corrente de processo Bayer com um tal polímero contendo silício e/ou composição floculante para flocular sólidos suspensos nas correntes de processo Bayer. Em formas de realização preferidas, os polímeros contendo silício e composições floculantes descritos aqui são particularmente úteis para flocular DSP suspenso em correntes de processo Bayer. A corrente de processo Bayer que pode vantajosamente ser contatada com os polímeros contendo silício e/ou composições floculantes de acordo com a presente invenção podem ser qualquer parte da alimentação, p. ex., alimentação de sedimentador, extravasamento de sedimentador, descarga de sangria ou do circuito de precipitação de alumina (isto é, recuperação). A corrente de processo Bayer contatada com o polímero pode também ser alimentada a um lavador de lama do trem de lavador.

Uma forma de realização provê uma composição floculante compreendendo um floculante polimérico contendo silício para um DSP e um floculante polimérico aniônico para uma lama vermelha do processo Bayer. A relação em peso da quantidade de floculante polimérico contendo silício para a quantidade de floculante polimérico aniônico de dita composição floculante pode ser na faixa de cerca de 100:1 a cerca de 1:10, p. ex., na faixa de cerca de 10:1 a cerca de 1:2, tal como cerca de 1:1. Outra forma de realização provê um método de floculação compreendendo intermisturar tal composição floculante com uma corrente de processo Bayer em uma quantidade eficaz para flocular pelo menos uma parte de sólidos suspensos nela, em que os sólidos suspensos são selecionados do grupo consistindo de lama vermelha, DSP e suas misturas.

Outra forma de realização provê um método de floculação compreendendo intermisturar um floculante polimérico contendo silício com uma corrente de processo Bayer em uma quantidade eficaz para desse modo flocular pelo menos uma parte de um DSP suspenso ali; e separar pelo menos uma parte do DSP floculado assim formado.

Outra forma de realização provê um polímero contendo silício solúvel em água ou dispersável em água, compreendendo um grupo contendo silício fixado nele, em que o polímero contendo silício é configurado de modo que o grupo contendo silício aumente a capacidade do polímero contendo silício floccular um DSP suspenso. Em uma forma de realização, o grupo contendo silício é $-\text{Si}(\text{OR})_3$, em que R é Na^+ , K^+ ou NH_4^+ . Em outra forma de realização, a quantidade do grupo contendo silício no polímero contendo silício é de pelo menos cerca de 5 % em peso. Outra forma de realização provê um método de floculação compreendendo intermisturar tal polímero contendo silício com uma corrente de processo Bayer em uma quantidade eficaz para floccular pelo menos uma parte de sólidos suspensos ali, em que os sólidos suspensos são selecionados do grupo consistindo de lama vermelha, DSP e suas misturas.

Outra forma de realização provê um polímero contendo silício solúvel em água ou dispersável em água, hidroxamado, compreendendo um grupo contendo silício fixado nele. Outra forma de realização provê um método de floculação compreendendo intermisturar tal polímero contendo silício hidroxamado com uma corrente de processo Bayer em uma quantidade eficaz para floccular pelo menos uma parte dos sólidos suspensos nela, em que os sólidos suspensos são selecionados do grupo consistindo de lama vermelha, DSP e suas misturas.

Estas e outras formas de realização são descritas em maiores detalhes abaixo.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A seguinte descrição e exemplos ilustram formas de realização preferidas da presente invenção em detalhes. Aqueles hábeis na arte reconhecerão que há numerosas variações e modificações desta invenção que são abrangidas por seu escopo. Portanto, a descrição de formas de realização preferidas não deve ser julgada como limitando o escopo da presente

invenção.

Foi agora constatado que vários polímeros contendo silício são úteis como flocculantes para sólidos do processo Bayer suspensos, particularmente aqueles contendo DSP suspenso. Exemplos de polímeros contendo silício úteis nos métodos de floculação descritos aqui (p. ex., como flocculantes para DSP) incluem aqueles descritos na Patente U.S. No. 6.814.873 e Pub. de Patente U.S. Nos. 2004/0162406 A1, 2005/0010008 A2 e 2005/0274926 A2, todas sendo por este meio incorporadas por referência em sua totalidade e particularmente para fins da descrição de flocculantes poliméricos contendo silício e métodos de produzi-los. Outros exemplos de flocculantes poliméricos contendo silício para DSP são descritos aqui. Aqueles hábeis na arte podem utilizar experimentação de rotina em vista da orientação provida aqui para identificar outros flocculantes poliméricos contendo silício nos métodos descritos aqui, p. ex., como flocculantes para DSP.

Uma forma de realização provê um polímero contendo silício solúvel em água ou dispersável em água, compreendendo um grupo contendo silício fixado nele, em que o polímero contendo silício é configurado de modo que o grupo contendo silício aumente a capacidade do polímero contendo silício flocular um DSP suspenso.

Uma forma de realização provê um polímero contendo silício solúvel em água, dispersável em água, p. ex., um polímero que contém um grupo(s) contendo silício pendente(s), tal como um silano. Em uma forma de realização, o polímero contendo silício é um flocculante para um DSP, p. ex., é configurado de modo que o(s) grupo(s) contendo silício aumente a capacidade do polímero contendo silício flocular um DSP suspenso. O polímero contendo silício pode ser incluído em uma composição flocculante. Em uma forma de realização, a composição flocculante contém um polímero aniônico, tal como um flocculante polimérico aniônico para uma lama vermelha de processo Bayer. Vários polímeros contendo silício, composições poliméricas e métodos

para utilizá-las são descritos abaixo.

Exemplos de polímeros contendo silício incluem aqueles tendo grupos silano pendentes, p. ex., grupos pendentes contendo silício de Fórmula (I) fixados neles:



em que cada R é independentemente hidrogênio, C₁₋₂₀ alquila, C₁₋₂₀ alquenila, C₆₋₁₂ arila, C₇₋₂₀ arilquila, um íon metálico do grupo I, um íon metálico do grupo II ou NR'₄⁺; em que cada R' é independentemente hidrogênio, C₁₋₂₀ alquila, C₁₋₂₀ alquenila, C₆₋₁₂ arila e C₇₋₂₀ arilquila; e onde R e R' são, cada um independentemente não substituído, hidróxi-substituído ou beta-hidróxi substituído. Exemplos de grupos R incluem grupos alquila inferior, p. ex., grupos alquila C₁₋₆ e grupos alquila C₁₋₃; fenila, benzila, Na⁺, K⁺ e NH₄⁺. A quantidade de grupo contendo silício no polímero contendo silício pode variar em uma faixa relativamente larga e o polímero pode ser configurado para prover aumentada floculação de sólidos.

A experimentação de rotina informada pela orientação provida aqui pode ser usada para selecionar um polímero contendo silício que seja eficaz para uma aplicação particular, p.ex., selecionando-se uma cadeia principal polimérica, peso molecular, grupo contendo silício e sua quantidade para produzir um polímero que seja eficaz para flocular DSP. Por exemplo, a experimentação de rotina informada pela orientação provida aqui pode ser usada para configurar o polímero, de modo que o(s) grupo(s) contendo silício aumente a capacidade do polímero contendo silício flocular um DSP suspenso. Quantidades adequadas de grupos contendo silício no polímero contendo silício podem variar, dependendo do tipo do polímero e da aplicação. Por exemplo, em uma forma de realização o polímero contendo silício contém pelo menos cerca de 1 % em peso do grupo -Si(OR)₃, p. ex., pelo menos cerca de 5 % em peso do grupo -Si(OR)₃. A experimentação de rotina informada pela orientação provida aqui pode ser usada para selecionar

um polímero tendo um apropriado peso molecular. Por exemplo, o peso molecular do polímero contendo silício pode variar em uma larga faixa, p. ex., de cerca de 1000 a cerca de 15 milhões e é com frequência de cerca de 10.000 ou maior, ou cerca de 100.000 ou maior, por exemplo, na faixa de cerca de 10.000 a cerca de 10 milhões, tal como cerca de 100.000 a cerca de 5 milhões. Os pesos moleculares como descritos aqui são média ponderal como determinado por cromatografia de exclusão de tamanho de alta pressão (detecção de dispersão de luz), a menos que de outro modo citado.

Em algumas formas de realização, o grupo $-\text{Si}(\text{OR})_3$ é um grupo trimetoxissilano ($\text{R} = \text{metila}$) ou um grupo trietoxissilano ($\text{R} = \text{etila}$). Outros grupos alquila podem também ser vantajosamente empregados como R nos grupos pendentes de Fórmula (I). O termo “alquila” como aqui usado é um termo amplo e é usado em seu sentido ordinário, incluindo, sem limitação, referindo-se a um hidrocarboneto alifático, de cadeia reta ou ramificada, não cíclico ou cíclico, insaturado ou saturado, contendo de um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove ou dez átomos de carbono, enquanto que a expressão “alquila inferior” tem o mesmo significado que alquila, porém contém um, dois, três, quatro, cinco ou seis átomos de carbono. Grupos alquila de cadeia reta saturada representativos incluem metila, etila, n-propila, n-butila, n-pentila, n-hexila e similares. Exemplos de grupos alquila ramificados saturados incluem isopropila, butila-sec., isobutila, terc-butila, isopentila e similares. Grupos alquila cíclicos saturados representativos incluem ciclopropila, ciclobutila, ciclopentila, cicloexila, $-\text{CH}_2\text{ciclopropila}$, $-\text{CH}_2\text{ciclobutila}$, $-\text{CH}_2\text{ciclopentila}$, $-\text{CH}_2\text{cicloexila}$ e similares. Grupos alquila cíclicos insaturados representativos incluem ciclopentenila e cicloexenila e similares. Grupos alquila cíclicos podem também ser referidos como “anéis homocíclicos” e incluem anéis di e poli-homocíclicos, tais como decalina e adamantano. Grupos alquila insaturados contém pelo menos uma dupla ou tripla ligação entre átomos de carbono adjacentes (referidos como uma

“alquenila” ou “alquinila”, respectivamente). Grupos alquenila de cadeia reta e ramificada representativos incluem etilenila, propilenila, 1-butenila, 2-butenila, isobutilenila, 1-pentenila, 2-pentenila, 3-metil-1-butenila, 2-metil-2-butenila, 2,3-dimetil-2-butenila e similares. Grupos alquinila de cadeia reta e ramificada representativos incluem acetilenila, propinila, 1-butinila, 2-butinila, 1-pentinila, 2-pentinila, 3-metil-1 butinila e similares. Embora os grupos alquila não substituídos sejam geralmente preferidos, os grupos alquila substituídos podem também ser vantajosamente empregados.

Em certas formas de realização, R pode ser ou incluir um grupo arila. O termo “arila” como aqui usado é um termo amplo e é usado em seu sentido ordinário, incluindo, sem limitação, referência a um componente carboxílico aromático, tal como fenila ou naftila, bem como componentes arilalquila e alquilarila. O termo “arilalquila” como aqui usado é um termo amplo e é usado em seu sentido comum, incluindo, sem limitação, referência a uma alquila tendo pelo menos um átomo de hidrogênio alquila substituído por um componente arila, tal como benzila, $-\text{CH}_2$ (1 ou 2-naftila), $-(\text{CH}_2)_2$ fenila, $-(\text{CH}_2)_3$ fenila, $-\text{CH}(\text{fenila})_2$ e similares. O termo “alquilarila” como aqui usado é um termo amplo e é usado em seu sentido comum, incluindo, sem limitação, referência a uma arila tendo pelo menos um átomo de hidrogênio em arila substituído por um componente alquila. Grupos arila particularmente preferidos incluem grupos C_{6-12} arila e C_{7-20} aralquila.

Embora grupos alquila ou arila não substituídos sejam geralmente preferidos, em certas formas de realização grupos alquila ou arila substituídos podem vantajosamente ser empregados. O termo “substituído”, como aqui usado, é um termo amplo e é usado em seu sentido ordinário, incluindo, sem limitação, referência a qualquer um dos grupos acima (p. ex., alquila, arila), em que pelo menos um átomo de hidrogênio é substituído por um substituinte. No caso de um substituinte ceto ($-\text{C}(=\text{O})-$) dois átomos de hidrogênio são substituídos. Quando substituídos, “substituintes”, dentro do

contexto da forma de realização preferida, incluem halogênio, hidróxi, ciano, nitro, sulfonamida, carboxamida, carboxila, éter, carbonila, amino, alquilamino, dialquilamino, alcóxi, alquiltio, haloalquila e similares. Alternativamente, um ou mais dos átomos de carbono do grupo R podem ser substituídos por um heteroátomo, p. ex., nitrogênio, oxigênio ou enxofre.

Em algumas formas de realização, o grupo contendo silício inclui um ou mais grupos hidróxi, p. ex., um grupo hidróxi beta, como substituintes. Por exemplo, em algumas formas de realização o polímero contendo silício inclui um ou mais grupos hidroxamato (-CONH(OH)).

Qualquer um dos polímeros contendo silício descritos aqui podem ser hidroxamados. Por exemplo, uma forma de realização provê um polímero contendo silício solúvel em água ou dispersável em água hidroxamado, compreendendo um grupo contendo silício fixado nele.

O(s) grupo(s) contendo silício pendente podem ser ligados diretamente a um átomo (p. ex., um átomo de carbono) da cadeia principal do polímero contendo silício, ou à cadeia principal do polímero através de um grupo de ligação adequado. Exemplos de grupos de ligação incluem cadeias de C₁₋₆ alquila lineares saturadas, bem como cadeias de alquila com ligações éter (p. ex., grupos de ligação alcóxi ou poli(alcóxi)). Outros grupos de ligação incluem cadeias alquila com ligações amida e substituintes hidróxi, por exemplo:



Em uma forma de realização, os grupos contendo silício pendentes são incluídos ou fixados na cadeia principal polimérica e/ou qualquer parte adequada do polímero (p. ex., como um grupo final, em uma parte enxertada ou cadeia lateral, ou similar). Em certas formas de realização, pode ser desejável incluírem-se outros grupos pendentes além do grupo

pendente do grupo contendo silício. Exemplos de outros grupos pendentes incluem grupos carboxilato, tais como $-\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$ ou $-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$, grupos amida tais como $-\text{C}(\text{O})\text{NH}_2$, grupos hidroxamados tais como $-\text{C}(=\text{O})\text{NHO}^-$ e grupos amina, tais como $-\text{NH}_2$. Outros grupos pendentes podem também ser empregados, como será observado por uma pessoa hábil na arte.

Em algumas formas de realização, a cadeia principal polimérica compreende unidades recorrentes de etileno substituídas, p. ex., $[\text{CH}_2\text{C}(\text{R}^x)\text{H}]^-$, em que R^x compreende um grupo silano com ou sem um grupo de ligação como descrito em outra parte aqui, ou outro substituinte pendente. Uma espécie única de grupo de ligação pode ser empregada, ou combinações de grupos de ligação podem ser empregadas. Em certas formas de realização, átomos de hidrogênio adicionais da unidade recorrente de etileno podem ser substituídos por um grupo silano pendente ou algum outro grupo pendente.

Os polímeros contendo silício descritos aqui podem ser produzidos em uma variedade de maneiras. Vide, p. ex., Patente U.S. No. 6.814.873 e Pub. de Patentes U.S. Nos. 2004/0162406; 2005/0010008; e 2005/0274926, todas sendo incorporadas por este meio aqui por referência, e particularmente para fins de descrever polímeros contendo silício e métodos de produzi-los. Por exemplo, Em algumas formas de realização eles podem ser produzidos polimerizando-se um monômero contendo o grupo $-\text{Si}(\text{OR})_3$ de Fórmula (I) ou copolimerizando-se tal monômero com um ou mais comonômeros. Monômeros de silano adequados incluem mas não são limitados a viniltriethoxissilano, viniltrimethoxissilano, aliltriethoxissilano, butenil-triethoxissilano, γ -N-acrilamidopropiltriethoxissilano, p-triethoxissililestireno, ácido 2-(metil-trimethoxissilil) acrílico, 2-(metiltrimethoxissilil)-1,4-butadieno, N-triethoxissililpropil-maleimida e outros produtos de reação de anidrido maleico e outros anidridos insaturados com compostos amino contendo um grupo $-\text{Si}(\text{OR})_3$. Os monômeros ou unidades

recorrentes resultantes podem ser hidrolisados por base aquosa, antes ou após polimerização. Comonômeros adequados incluem mas não são limitados a vinil acetato, acrilonitrila, estireno, ácido acrílico e seus ésteres, acrilamida e acrilamidas substituídas tais como ácido acrilamidometilpropanossulfônico.

5 Os copolímeros podem também ser copolímeros de enxerto, tais como ácido poliacrílico-g-poli(viniltrietoxissilano) ou ácido poli(vinilacetato-co-crotônico)-g-poli(viniltrietoxissilano). Estes polímeros podem ser produzidos em uma variedade de solventes, tais como acetona, tetraidrofurano, tolueno, xileno e similares. Em alguns casos, o polímero é solúvel no solvente de
10 reação e pode ser convenientemente recuperado por extração do solvente, ou, se o polímero não for solúvel no solvente de reação, o produto pode ser convenientemente recuperado por filtração; entretanto, qualquer método de recuperação adequado pode ser empregado. Iniciadores adequados incluem 2,2'-azobis-(2,4-dimetilvaleronitrila) e 2,2'-azobisisobutironitrila,
15 benzoilperóxido, hidroperóxido de cumeno e similares.

Em certas formas de realização, os polímeros contendo silício descritos aqui podem ser produzidos reagindo-se um composto contendo um grupo $-\text{Si}(\text{OR})_3$, bem como grupo reativo que possa reagir com um grupo
pendente ou átomo de cadeia principal de um polímero existente. As
20 poliaminas podem ser reagidas com uma variedade de compostos contendo um ou mais grupos $-\text{Si}(\text{OR})_3$ para fornecer polímeros que possam ser usados nas formas de realização preferidas. O grupo reativo pode ser um grupo haleto de alquila, tal como cloropropila, bromoetila, clorometila, bromoundecila ou outro grupo adequado. O composto contendo um ou mais grupos $-\text{Si}(\text{OR})_3$
25 pode conter uma funcionalidade epóxi, tal como glicidoxipropila, 1,2-epoxiamila, 1,2-epoxidecila ou 3,4-epoxiciclo-hexiletila. O grupo reativo pode também ser uma combinação de um grupo hidroxila e um haleto, tal como 3-cloro-2-hidroxipropila. O componente reativo pode também conter um grupo isocianato, tal como isocianatopropila ou isocianatometila, que

reage para formar uma ligação uréia. Além disso, grupos anidrido contendo silanos, tais como anidrido trietoxissililpropilsuccínico, podem ser usados. As reações podem ser realizadas puras ou em um solvente adequado. Além disso, outros grupos funcionais, tais como grupos alquila, podem ser adicionados reagindo-se outros grupos amino ou átomos de nitrogênio no polímero com haletos de alquila, epóxido ou isocianatos. As poliaminas podem ser produzidas por uma variedade de métodos. Por exemplo, elas podem ser produzidas por uma polimerização de abertura de anel de compostos de aziridina ou similares. Elas também podem ser produzidas por reações de condensação de aminas, tais como amônia, metilamina, dimetilamina, etilenodiamina ou similares, com compostos reativos tais como 1,2-dicloroetano, epicloroidrina, epibromoidrina ou compostos similares.

Polímeros contendo grupos anidrido podem se reagidos com uma variedade de compostos contendo silício (p. ex., contendo um ou mais grupos $-\text{Si}(\text{OR})_3$ para produzir formas de realização dos polímeros contendo silício descritos aqui. Polímeros de partida adequados incluem homopolímero de anidrido maleico e copolímeros de anidrido maleico com monômeros tais como estireno, etileno, metilviniléter e similares. O polímero de partida pode também ser um copolímero de enxerto, tal como anidrido de poli(1,4-butadieno)-g-maleico ou anidrido de polietileno-g-maleico, ou similar. Outros monômeros de anidrido adequados incluem anidridos itacônicos citracônicos. Compostos de silano reativos adequados incluem mas não são limitados a γ -aminopropiltriethoxissilano, bis(γ -trietoxissililpropil) amina, N-fenil- γ -aminopropiltriethoxissilano, p-aminofeniltriethoxissilano, 3-(m-aminofenoxipropil)-trimetoxissilano, γ -aminobutiltriethoxissilano e similares. Outros grupos funcionais podem ser adicionados ao polímero reagindo-o com aminas, álcoois e outros compostos.

Polímeros contendo grupos hidroxila podem ser reagidos com uma funcionalidade epóxi, tal como glicidoxipropiltrimetoxissilano.

Exemplos de polímeros que contêm grupos hidroxila incluem polissacarídeos, tais como amido e hidroxietilcelulose.

Em uma forma de realização, o polímero contendo silício é selecionado do grupo consistindo de uma polietilenoimina contendo silício, um copolímero de vinil trietoxissilano, um copolímero de ácido acrílico e trietoxissililpropilacrilamida, um copolímeros de ácido acrílico e trietoxivinilsilano, um polissacarídeo contendo silício (p. ex., um amido contendo silício ou uma celulose contendo silício, tal como hidroxietilcelulose), um copolímero contendo silício/anidrido maleico, um copolímero de anidrido maleico/alquil vinil éter contendo silício (p. ex., um copolímero de anidrido maleico/metil vinil éter contendo silício) e suas misturas.

Em uma forma de realização, o polímero contendo silício compreende unidades recorrentes compreendendo uma primeira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^1\text{)H]-}$ e uma segunda unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^2\text{)H]-}$, em que R^1 é $-\text{C(=O)O}^-$ e em que R^2 é $-\text{C(=O)NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si(O}^-\text{)}_3$. Em uma forma de realização, a quantidade da primeira unidade recorrente é de pelo menos cerca de 90%, p. ex., pelo menos cerca de 96% em número com base no número total de unidades recorrentes no polímero.

Em uma forma de realização, o polímero contendo silício compreende unidades recorrentes, as unidades recorrentes compreendendo uma primeira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^1\text{)H]-}$, uma segunda unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^2\text{)H]-}$, uma terceira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^3\text{)H]-}$, uma quarta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^4\text{)H]-}$ e uma quinta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^5\text{)H]-}$, em que R^1 é $-\text{C(=O)NHO}^-$, em que R^4 é $-\text{NHC}_2\text{H(OH)CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si(O}^-\text{)}_3$ e em que R^5 é $-\text{NH}_2$. Em uma forma de realização, o polímero contendo silício compreende até

cerca de 50% em número da primeira unidade recorrente, até cerca de 90% em número da segunda unidade recorrente, de cerca de 1% a cerca de 60% em número da terceira unidade recorrente, de cerca de 1% a cerca de 30% em número da quarta unidade recorrente e de cerca de 1% a cerca de 30 % em número da quinta unidade recorrente. Em uma forma de realização, a primeira unidade recorrente e a segunda unidade recorrente, juntas, compreendem cerca de 80% a cerca de 85% em número das unidades recorrentes, a terceira unidade recorrente compreende cerca de 5% a cerca de 15% em número das unidades recorrentes e as quarta e quinta unidades recorrentes, juntas, compreendem o resto das unidades recorrentes.

Em uma forma de realização, o polímero contendo silício compreende unidades recorrentes, as unidades recorrentes compreendendo uma primeira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^1\text{)H]-}$, uma segunda unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^2\text{)H]-}$, uma terceira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^3\text{)H]-}$, uma quarta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^4\text{)H]-}$ e uma quinta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^5\text{)H]-}$, em que R^1 é C(=O)NH_2 , em que R^2 é $-\text{C(=O)O}^-$, em que R^3 é $-\text{C(=O)NHO}^-$, em que R^4 é $-\text{NHC(=O)NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si(O}^-\text{)}_3$ e em que R^5 é $-\text{NH}_2$. Em uma forma de realização, a primeira unidade recorrente e a segunda unidade recorrente, juntas, compreendem cerca de 65% a cerca de 70 % em número de unidades recorrentes, a terceira unidade recorrente compreende cerca de 20 a cerca de 30 % em número de unidades recorrentes e as quarta e quinta unidades recorrentes, juntas, compreendem o resto das unidades recorrentes.

Em uma forma de realização, o polímero contendo silício compreende unidades recorrentes, as unidades recorrentes compreendendo uma primeira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^2\text{)H]-}$, uma terceira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^3\text{)H]-}$, uma quarta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^4\text{)H]-}$ e uma quinta unidade

recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^5\text{)H]}-$, em que R^1 é C(=O)NH_2 , em que R^2 é $-\text{C(=O)O}^-$, em que R^3 é $-\text{C(=O)NHO}^-$, em que R^4 é $-\text{NHCH}_2\text{CH(OH)CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si(O}^-\text{)}_3$ e em que R^5 é $-\text{NH}_2$. Em uma forma de realização, a primeira unidade recorrente e a segunda unidade recorrente, juntas, compreendem cerca de 80 % a cerca de 85 % em número das unidades recorrentes, a terceira unidade recorrente compreende cerca de 5% a cerca de 15 % em número das unidades recorrentes e a quarta e quinta unidades recorrentes, juntas, compreendem o resto das unidades recorrentes.

As composições flocculantes e métodos para utilizá-las descritos aqui podem incluir qualquer flocculante adequado ou combinações de flocculantes. Por exemplo, uma forma de realização provê uma composição flocculante, compreendendo um flocculante polimérico contendo silício como descrito aqui (p. ex., um flocculante polimérico contendo silício para um DSP) e um flocculante polimérico para uma lama vermelha de processo Bayer. Em uma forma de realização, o flocculante polimérico para a lama vermelha de processo Bayer pode ser um flocculante polimérico aniônico. Em uma forma de realização, a relação em peso da quantidade do flocculante polimérico contendo silício para a quantidade do flocculante polimérico aniônico da composição flocculante é na faixa de cerca de 100:1 a cerca de 1:10, p. ex., na faixa de cerca de 10:1 a cerca de 1:2, tal como cerca de 1:1.

Flocculantes poliméricos úteis no processo Bayer incluem polímeros aniônicos sabidos por aqueles hábeis na arte serem úteis como flocculantes poliméricos para lama vermelha de processo Bayer. Exemplos de flocculantes poliméricos aniônicos incluem homopolímeros de ácido acrílico ou acrilatos; copolímeros de ácido acrílico ou monômeros de acrilato; homopolímeros de ácido metacrílico ou metacrilatos; copolímeros de ácido metacrílico ou monômeros de metacrilato; poliacrilamidas, metal alcalino, metal alcalino terroso ou sais de amônio de ditos ácidos; ou uma combinação de qualquer um dos precedentes. Em uma forma de realização, o flocculante

polimérico aniônico é um polímero hidroximado, p. ex., um poliacrilamida hidroxamado. A quantidade de unidades recorrentes aniônicas no polímero aniônico pode variar em uma larga faixa. Por exemplo, em uma forma de realização, o floculante polimérico aniônico compreende pelo menos 50% de unidades recorrentes aniônicas. Os pesos moleculares médios ponderais de floculantes poliméricos aniônicos são tipicamente próximos de 1000 ou mais, p. ex., cerca de 10.000 ou mais; cerca de 100.000 ou mais; cerca de 1.000.000 ou mais ou cerca de 5.000.000 ou mais. Em algumas formas de realização, os pesos moleculares são 30.000.000 ou menos. Aqueles hábeis na arte observarão que o precedente provê descrições de faixas entre cada um dos valores citados e, assim, entenderão, por exemplo, que o floculante polimérico aniônico pode ter um peso molecular médio ponderal de cerca de 5.000.000 a cerca de 30.000.000.

Outros tipos de floculantes comumente empregados no processo Bayer incluem floculantes não-iônicos tais como amido (p. ex., pregelatinizado, de milho ou batata), polissacarídeos, alginatos, dextrano ou farinha de trigo. Embora os floculantes aniônicos sejam particularmente preferidos para uso no processo Bayer, floculantes catiônicos, não-iônicos ou anfotéricos selecionados podem também ser vantajosamente empregados em quantidades adequadas, como será observado por uma pessoa hábil na arte.

As composições floculantes, incluindo aquelas contendo um floculante polimérico contendo silício como descrito aqui (p. ex., um floculante polimérico contendo silício para um DSP) e/ou um floculante polimérico para uma lama vermelha de processo Bayer, podem ser concentradas ou diluídas (p. ex., em água) e podem incluir ingredientes adicionais. Será observado por aqueles hábeis na arte que os locais do processo Bayer são com frequência localizados afastados dos fabricantes de floculantes e, assim, é com frequência desejável transportar a composição floculante para o local do processo Bayer em uma forma relativamente

concentrada, a fim de minimizar os custos do embarque. A composição flocculante concentrada pode então ser convenientemente diluída em um meio aquoso no local para formar uma composição flocculante diluída, na ou próximo da ocasião que é para ser usado. O meio aquoso com que a
5 composição flocculante concentrada é diluída pode ser água em uma forma relativamente pura, água reciclada de várias fontes ou uma corrente de processo Bayer aquosa.

Em vista do precedente, aqueles hábeis na arte observarão que uma composição flocculante, incluindo aquelas contendo um flocculante
10 polimérico contendo silício como descrito aqui (p. ex., um flocculante polimérico contendo silício para um DSP) e/ou um flocculante polimérico para uma lama vermelha de processo Bayer, pode ser formada durante a manufatura (p. ex., em uma forma relativamente concentrada) e/ou antes do uso, p. ex., por uma intermistura no local com um meio aquoso e podendo
15 conter componentes adicionais. Exemplos de componentes adicionais incluem água, sais, estabilizantes e agentes de ajuste do pH, bem como ingredientes tais como DSP e lama vermelha de processo Bayer. O DSP pode compreender, por exemplo, um aluminossilicato de sódio. Em uma forma de realização, pelo menos uma parte do DSP é suspensa na composição
20 flocculante. A concentração de qualquer flocculante polimérico particular em uma composição flocculante pode variar em uma larga faixa, p. ex., de cerca de 0,1 parte por milhão a cerca de 100 % (p. ex., forma altamente concentrada contendo pouca ou nenhuma água). Para composições flocculantes relativamente diluídas, exemplos de concentrações adequadas do flocculante
25 polimérico aniônico da composição flocculante incluem quantidades na faixa de cerca de 0,1 parte por milhão a cerca de 1000 partes por milhão, e exemplos de concentrações adequadas do flocculante polimérico contendo silício na composição flocculante incluem quantidades na faixa de cerca de uma parte por milhão a cerca de 500 partes por milhão. Para composições

floculantes contendo múltiplos componentes flocculantes poliméricos, incluindo aqueles contendo um flocculante polimérico contendo silício como descrito aqui (p. ex., flocculante polimérico contendo silício para um DSP) e um flocculante polimérico para uma lama vermelha de processo Bayer, observamos que os componentes podem ser combinados na ou próximo da ocasião de manufatura e/ou embarque, ou combinados na ou próximo da ocasião de uso, p. ex., no local nas vizinhanças de uma corrente de processo Bayer.

Os flocculantes poliméricos e composições flocculantes descritos aqui são úteis como flocculantes. Por exemplo, uma forma de realização provê um método de flocculação compreendendo intermisturar um flocculante polimérico contendo silício e/ou composição flocculante como descrito aqui com uma corrente de processo Bayer em uma quantidade eficaz para floccular pelo menos uma parte de sólidos suspensos ali. Em uma forma de realização, os sólidos suspensos incluem um ou mais de lama vermelha e/ou DSP. Outra forma de realização provê um método de flocculação, compreendendo intermisturar um flocculante polimérico contendo silício com uma corrente de processo Bayer em uma quantidade eficaz para, desse modo, floccular pelo menos uma parte de um produto de dessilicificação suspenso; e separar pelo menos uma parte do produto de dessilicificação flocculado assim formado.

Uma forma de realização provê um método de reduzir o nível de sólidos suspensos em uma corrente de processo Bayer, por meio do qual um polímero com o grupo pendente ou grupo final contendo $-\text{Si}(\text{OR})_3$ (onde R é H, um grupo alquila, Na, K ou NH_4) é adicionado sozinho, subsequente a, seguido por ou em associação com um flocculante convencional, a fim de eficazmente floccular os sólidos suspensos, de modo que eles possam ser convenientemente separados da corrente de processo. A quantidade de redução no teor de sólidos suspensos pode ser medida e comparada com os controles, que geralmente compreendem amostras de processo de alumina do

estado da arte. As quantidades de floculante(s) poliméricos eficazes para flocular um tipo particular de sólidos em uma corrente de processo Bayer particular podem ser determinadas por experimentação de rotina informada pela orientação provida aqui. A quantidade de floculante é com frequência na faixa de cerca de 0,005 kg a cerca de 18,14 kg de floculante por 0,907t de sólidos (base seca), p. ex., em várias faixas de cerca de 0,05, 0,09, 0,14, 0,18, 0,23, 0,27, 0,32, 0,36, 0,41 kg a cerca de 6,8, 9,07, 11,34, 13,61, 17,52 kg. Aqueles hábeis na arte apreciarão que o precedente provê descrições de faixas entre cada um dos valores citados e, assim, entenderão, por exemplo, que o floculante polimérico pode ser usado em uma quantidade na faixa de cerca de 0,45 a 4,53 kg de floculante por 0,907t de sólidos (base seca).

Em uma forma de realização, a corrente de processo Bayer compreende DSP suspenso, p. ex., de cerca de 0,02 gramas por litro a cerca de 200 gramas por litro de DSP suspenso. Como ilustrado nos exemplos abaixo, em algumas formas de realização os floculantes poliméricos e as composições floculantes descritos aqui são particularmente úteis para flocular DSP suspenso das correntes de processo Bayer.

No contexto de operação de planta comercial, os floculantes poliméricos e/ou composições floculantes podem ser adicionados à alimentação do sedimentador, como os floculantes aniônicos descritos acima. Alternativamente, os polímeros podem ser adicionados ao extravasamento de um sedimentador primário ou à descarga dos digestores. Os polímeros podem também ser usados na sedimentação de lamas no circuito de lavagem de lama. Os polímeros, sozinhos ou em combinação com outros produtos químicos do processo, podem vantajosamente ser adicionados em outros pontos da operação da planta comercial também.

EXEMPLOS

Procedimento de Teste

Um licor Bayer sintético é produzido adicionando-se 256 de

aluminato de sódio, 66 g de hidróxido de sódio e 40 g de carbonato de sódio à água para produzir um total de 1000 ml e aquecendo-se a 100 °C.

Um DSP é produzido aquecendo-se caulim em solução de hidróxido de sódio a 150 °C, seguido por filtragem, lavagem e secagem para recuperar DSP seco. Sólidos de lama vermelha são obtidos da lama vermelha tipicamente sendo descarregada para refugo em uma planta Bayer operando. Esta lama é liberada por lavagem da solução de aluminato de sódio diluída associada, secada e moída.

Para os testes de sedimentação, apenas DSP ou uma mistura de DSP e sólidos de lama vermelha são dispersos no licor acima, genericamente para fornecer uma lama contendo cerca de 40 g/l de sólidos suspensos. Reagente diluído é misturado dentro da lama contida em um cilindro graduado, empregando-se um mergulhador perfurado, e o tempo para sedimentar por uma distância fixa é medido de modo que a taxa de sedimentação para os sólidos floculados pôde ser calculado. Também após cinco minutos uma amostra do licor sobrenadante é tirada e filtrada; os sólidos coletados no filtro são então lavados e secados para fornecer uma medida da clareza do sobrenadante.

Exemplo 1 – Reagente A

81,4 g de uma polietilenoimina livre de água são misturados com 18,6 g de glicidoxipropiltrimetoxissilano e a mistura é aquecida a 60 °C por 16 horas. 50 g do gel friável resultante são misturados com 5 g de NaOH e água a um total de 250 g e aquecidos a 90 °C para produzir uma solução de 20%. A eficácia do Reagente A em aumentar a floculação, quando empregado em combinação com floculantes comercialmente disponíveis, é testada. Os floculantes comerciais testados incluíam Superfloc HX-400, um floculante baseado em hidroxamato, baseado em poliacrilamida, e Superfloc 1227, um floculante de poliacrilato de amônio, ambos disponíveis na Cytec Industries Inc. of West Paterson, New Jersey, USA. Polietilenoimina não reagida é

empregada como um controle. Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 1, o Reagente A, em combinação com floculante, aumentou significativamente a taxa de sedimentação de uma mistura de lama vermelha tanto de 30/70 como de 40/60, quando comparado apenas com o floculante, o floculante em combinação com controle de polietilenoimina. Uma significativa melhoria de clareza é também observada para a combinação de Reagente A e floculante. O Reagente A é também eficaz na floculação de DSP, mesmo sem floculante comercial adicionado.

Tabela 1

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
1	100% DSP	PEI ^a	100	Sem floco	--
2	100% DSP	A	100	9	--
3	30/70 DSP! lama vermelha	HX-400 ^c	10	6,5	3 58
4	“ “	PEI ^a /HX-400 ^c	100/10	Demasiado turvo	3,88
5	“ “	A/HX-400 ^c	100/10	10	0,50
6	“ “	SF1227 ^d	3,3	Demasiado turvo	10,3
7	“ “	PEI ^a /SF1227 ^d	100/3,3	Demasiado turvo	5,27
8	“ “	A/SF1227 ^d	100/3,3	18	0,77
9	40/60 DSP! lama vermelha	PEI ^a /HX-400 ^c	100/10	7	2,70
10	“ “	A/HX-400 ^c	100/10	9,4	0,43
11	“ “	PEI ^a /SF1227 ^d	100/3,3	Demasiado turvo	3,99
12	“ “	A/SF1227 ^d	100/3,3	20	0,62

^aA polietilenoimina empregou um material de partida para Reagente A – exemplo comparativo.

^bSem floculação

^cFloculante Superfloc HX-400

^dFloculante Superfloc 1227

15 Exemplo 2 – Reagente B

32 g de acrilamida, 82,8 g de água e 11,1 g de 50% NaOH são misturados. 8 g de viniltriethoxissilano e 0,4 g de AIBN (azobisisobutironitrila) em 12 ml de etanol são adicionados e a mistura é aquecida a 80 °C por 16 horas. 20 g da mistura de reação são misturados com 5,4 g de 50% NaOH e 4,6 g de água e aquecidos a 90 °C para produzir uma solução de 20%. O

produto é o Reagente B. Em uma dosagem de 200 ppm, o Reagente B é constatado flocular DSP suspenso.

Exemplo 3 – Reagente C

Uma pasta fluida de 9 g de amido perolizado (National Starch and Chemical Co., Bridgewater, New Jersey, USA) é misturado com 2 g de glicidoxipropiltrimetoxissilano e agitada em temperatura ambiente por 16 h. O produto de reação é parcialmente secado a 50 °C, em seguida aquecido a 95 °C em 20 g/l de NaOH aquoso para produzir uma solução de 3%. O produto é Reagente C. Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 2, o Reagente C exibe taxas de sedimentação significativamente aumentadas para DSP suspenso ou lama vermelha, em comparação com amido perolizado não funcionalizado, indicado que o Reagente C é um agente floculante eficaz por si só. O Reagente C é mesmo mais eficaz na floculação de misturas suspensas de DSP/lama vermelha (10/70, 20/80 e 40/60). Boa clareza é também observada para lama vermelha e misturas de DSP/lama vermelha tratadas com Reagente C.

Tabela 2

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
13	100% DSP	Amido	100	Sem flocos	--
14	100% DSP	C	100	7	--
15	100% lama vermelha	C	200	5,1	0,66
16	10/90 DSP/ lama vermelha	C	200	4,6	0 60
17	20/80 DSP/ lama vermelha	C	200	3,3	0,68
18	40/60 DSP/ lama vermelha	C	200	1 5 2,1	0,67 0,88

^aAmido perolizado como usado para material de partida para Reagente C – exemplo comparativo.

20 ^bFloculante Superfloc HX-400

Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 3, o

Reagente C significativamente aumenta a taxa de sedimentação da lama vermelha e substancialmente melhora a clareza quando empregado em combinação com Superfloc HX-400.

Tabela 3

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
19	100% lama vermelha	HX-400 ^b	10	24	0,56
20	100% lama vermelha	C/HX-400 ^b	25/10	27	0,30
21	10/90 DSP/ lama vermelha	HX-400 ^b	10	18	1,40
22	10/90 DSP/ lama vermelha	C/HX-400 ^b	25/10	18	0,34
23	20/80 DSP/ lama vermelha	HX-400 ^b	10	12,7	1,82
24	20/80 DSP/ lama vermelha	C/HX-400 ^b	25/10	10,8	0,45
25	30/70 DSP/ lama vermelha	HX-400 ^b	10	8,0	2,7
26	30/70 DSP/ lama vermelha	C/HX-400 ^b	25/10	8,3	0,49
27	40/60 DSP/ lama vermelha	HX-400 ^b	10	5,1	3,36
28	40/60 DSP/ lama vermelha	C/HX-400 ^b	25/10	4,9	0,85

5 ^bFloculante Superfloc HX-400.

Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 4, o Reagente C melhora a floculação de misturas de DSP/lama vermelha (10/70, 20/80 e 40/60, quando empregado em combinação com Superfloc 1227. A clareza é também substancialmente melhorada quando o Reagente C é empregado em combinação com Superfloc 1227.

10

Tabela 4

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação(m/h)	Clareza (g/l)
29	100% lama vermelha	SF1227°	3,3	Demasiado turvo	5,9
30	100% lama vermelha	C/SF1227°	25/3,3	Demasiado turvo	1,22
31	10/90 DSP/ lama vermelha	SF1227'	3 3	Demasiado turvo	11 3
32	10/90 DSP/ lama vermelha	C/SF1227°	25)3,3	22	1,10
33	20/80 DSP/ lama vermelha	SF1227°	3,3	Demasiado turvo	11,6
34	20/80 DSP/ lama vermelha	C/SF1227°	25/3,3	12,0	1,38
35	30/70 DSP/ lama vermelha	SF1227°	3,3	Demasiado turvo	13,7
36	30/70 DSP/ lama vermelha	C/SF1227°	25/3,3	9,0	1,33
37	40/60 DSP/ lama vermelha	SF1227°	13	Demasiado turvo	17,2
38	40/60 DSP/ lama vermelha	C/SF1227°	25/3,3	5,5	1,56

°Floculante Superfloc 1227

Exemplo 4 – Reagente D

8 g de hidroxietilcelulose seca são misturados com 2 g de glicidoxipropiltrimetoxissilano e aquecidos a 100 °C por 16 horas. 2 g do produto de reação são misturados com 40 ml de solução aquosa de 100 g/l NaOH e aquecidos a 95 °C para produzir uma solução de 5%. O produto é Reagente D.

Em uma dosagem de 500 ppm, o Reagente D é observado floccular DSP suspenso. A hidroxietilcelulose usada como material de partida (exemplo comparativo) não produz floculação do DSP suspenso na mesma dosagem de 500 ppm.

Exemplo 5a – Reagente E

Um reagente é produzido por um processo similar àquele do

Exemplo 3. Uma lama de 0,080 mols (12,96 g) de amido perolizado, 0,015 mols (3,55 g) de glicidoxipropiltrimetoxissilanos e 0,005 moles (0,36 g) de epoxibutano é misturada em temperatura ambiente por 16 horas. O produto de reação é parcialmente secado, em seguida aquecido em 20 g/l NaOH a 95 °C para produzir uma solução de 3%. O produto é Reagente E.

Exemplo 5b – Reagente F

Um reagente é produzido por um processo similar àquele do Exemplo 5a, exceto que 0,005 mols (0,92 g) de epoxidodecano são usados em vez de epoxibutano. O produto é o Reagente F.

Exemplo 5c – Reagente G

Um reagente é produzido por um processo similar àquele do Exemplo 5a, exceto que 0,005 mols (0,60 g) de estireneóxido são usados em vez do epoxibutano. O produto é o Reagente G.

Exemplo 5d – Reagente H

Um reagente é produzido por um processo similar àquele do Exemplo 5a, exceto que 0,005 mols (1,49 g) de glicidilexa-deciléter são usados em lugar do epoxibutano. O produto é o Reagente H.

Exemplo 5e – Reagente I

Um reagente é produzido por um processo similar àquele do Exemplo 5a, exceto que 0,005 mols (0,75 g) de glicidilfenil-éter são usados em lugar do epoxibutano. O produto é Reagente I.

A eficácia dos Reagentes E a I sem flocculante adicionado é testada em uma mistura de DSP/lama vermelha de 40/60 e exibe taxa de sedimentação e clareza satisfatórias em uma dosagem de 200 ppm, como demonstrado pelos dados da Tabela 5.

Tabela 5

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
39	40/60 DSP/lama vermelha	E	200	2,3	0,77
40	40/60 DSP/lama vermelha	F	200	2,3	0,63
41	40/60 DSP/lama vermelha	G	200	3,3	0 38
42	40/60 DSP/lama vermelha	H	200	2,9	0,82
43	40/60 DSP/lama vermelha	I	200	3,3	0,49

Quando empregado em combinação com Superfloc HX-400, o Reagente E e Reagente I melhoram a taxa de sedimentação e clareza em uma mistura de DSP/lama vermelha 40/60, como demonstrado pelos dados da

5 Tabela 6.

Tabela 6

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
44	40/60 DSP/lama vermelha	HX-400 ^a	10	Demasiado turvo	4,48
45	40/60 DSP/lama vermelha	E/HX-400 ^a	25/10	6,5	0,47
46	40/60 DSP/lama vermelha	E/HX-400 ^a	10/20	7,4	0,52
47	40/60 DSP/lama vermelha	I/HX-400 ^a	25/10	5,7	0,82

^aFloculante Superfloc HX-400

Exemplo 6 – Reagente J

10 Uma solução de 25% de N-trietoxissililpropilacrilamida é produzida reagindo-se cloreto de acrilóila com aminopropiltriethoxissilano em 2-butanona na presença de trietilamina. O cloreto de amina resultante é removido por filtração e a solução monomérica é usada sem qualquer mais purificação. 46,4 gramas da solução monomérica são combinados com 57,0 g de ácido acrílico e 140 ml de 2-butanona. 60 mg de iniciador de radical livre

15 Vazo® 65B (da E. I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware, USA) em 50 ml de 2-butanona são adicionados. A mistura é

aquecida a 50 – 60 °C por três horas. 37,5 g de hidróxido de sódio são adicionados em uma solução aquosa e a mistura aquecida a 80 °C para destilar a 2-butanona. O produto é uma solução aquosa contendo 11,5 % de polímero, referido como Reagente J.

5 Em uma dosagem de 100 ppm, o Reagente J é constatado flocular uma suspensão de DSP suspenso.

Exemplo 7 – Reagente K

10 Um copolímero de ácido acrílico e trietoxivinilsilano é produzido em uma maneira similar ao Exemplo 6. O polímero é referido como Reagente K.

Exemplo 8 – Reagentes L e M

15 10,0 g de Gantrez AN 169 (um copolímero de metilviniléter-anidrido maleico produzido por International Specialty Products Inc. of Wayne, New Jersey, USA) são dissolvidos em 150 ml de acetona. 1,42 g de aminopropiltrietoxissilano em 50 ml de acetona são adicionados. A mistura gelada, 10,8 g de 50% NaOH, é diluída com 250 ml de água e aquecida a 80 °C. O gel é adicionado à solução NaOH e a acetona retirada por ebulição, deixando uma solução aquosa contendo 7,0% de polímero, referido como Reagente L. Um produto similar é produzido em dioxano em vez de acetona.

20 O polímero é referido como Reagente M.

25 Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 7, os Reagentes L e M exibem ambas taxas de sedimentação significativamente aumentadas para DSP suspenso, quando comparados com o controle Gantrez. O reagente M significativamente melhora a sedimentação quando usado em combinação com Superfloc HX-400 em uma mistura de DSP/lama vermelha 40/60 e quando usado em combinação com Superfloc 1227 em uma mistura de DSP/lama vermelha 30/70.

Tabela 7

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa sedimentação(m/h)	de Clareza (g/l)
48	100% DSP	L	100	4,0	--
49	100% DSP	M	100	5,0	--
50	100% DSP	Gantrez ^a	100	Sem floculação	--
51	30/70 DSP// lama vermelha	M/HX-400 ^b	100/10	8,3	0,45
52	30/70 DSP/ lama vermelha	Gantrez ^a / HX-400 ^b	100/10	Demasiado turvo	5,53
53	30/70 DSP/ lama vermelha	M/SF 1227 ^c	100/5	18,	1,64
54	30/70 DSP/ lama vermelha	Gantrez ^a / SF1227 ^c	100/5	Demasiado turvo	10,75
55	40/60 DSP/ lama vermelha	M	200	3,0	0,72
56	40/60 DSP/ lama vermelha	M/IDC-400 ^b	100/10	6,5	0 32
57	40/60 DSP/ lama vermelha	Gantrez ^a / HX-400 ^b	100/10	Demasiado turvo	6,83
58	40/60 DSP/ lama vermelha	M/SF1227 ^c	100/5	Demasiado turvo	1,30
59	40/60 DSP/ lama vermelha	Gantrez ^a / SF1227 ^c	100/5	Demasiado turvo	17,1

^aGantrez AN169 usado como material de partida para o Reagente L e M

^bFloculante Superfloc HX-400

^cFloculante Superfloc 1227

5 Exemplo 9 – Reagente N

10,0 g de Scripset 520 (um copolímero de estireno-anidrido maleico produzido por Hercules Inc., Wilmington, Delaware, USA) é suspenso em uma mistura de 40 g de dioxano e 80 g de tolueno. 2,19 g de aminopropil-trietoxissilano em 10 g de tolueno são adicionados. A mistura é refluxada por 2 horas e então esfriada à temperatura ambiente. O polímero sólido é filtrado, lavado com hexano e secado a 60 °C para produzir o Reagente N.

Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 8, o

Reagente N exibe taxas de sedimentação significativamente aumentadas, quando usado em combinação com Superfloc HX-400 em uma mistura de DSP/lama vermelha 40/60. A clareza é também significativamente melhorada.

Tabela 8

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
60	100% DSP	N	100	5,7	--
61	40/60 DSP/lama vermelha	N	200	4,8	0,50
62	40/60 DSP/lama vermelha	N/HX-400 ^a	25/10	5,5	0,33
63	40/60 DSP/lama vermelha	HX-400 ^a	10	Demasiado turvo	4,48

5 ^aFloculante Superfloc HX-400

Exemplo 10 – Reagente O

10,0 g de Gantrez AN 169 são suspensos em uma mistura de 0,20 g de metanol, 4,0 g de tetraidrofurano e 96,0 g de dioxano. Uma solução de 2,84 g de aminopropiltriethoxissilano em 10 g de dioxano é adicionada. A
 10 mistura é refluxada por 2 h e esfriada à temperatura ambiente. Uma solução de 0,90 g de cloridreto de hidroxilamina em 10 ml de metanol é misturada com uma solução de 0,75 g de 95% de metóxido de sódio em 20 ml de metanol. O sólido que se formou é permitido sedimentar-se e a solução sobrenadante é adicionada à mistura polimérica, que é agitada por 1 hora em
 15 temperatura ambiente. Em repouso, a mistura forma um gel friável, que é transformado em lama com hexano e filtrado. O polímero sólido é lavado com hexano e secado a 60 °C para produzir o Reagente O.

Exemplo 11 – Reagente P

10,0 g de Gantrez AN 169 são suspensos em uma mistura de
 20 0,20 g de metanol, 4,0 g de tetraidrofurano e 96,0 g de dioxano. Uma solução de 2,84 g de aminopropiltriethoxissilano em 10 g de dioxano é adicionada. A mistura é refluxada por 2 h e esfriada à temperatura ambiente. 10 g de metanol são adicionados e a mistura é agitada por 1 hora. 100 ml de hexano

são adicionados e o polímero sólido é retirado por filtragem, lavado com hexano e secado a 60 °C para produzir o Reagente P.

Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 9, os Reagentes O e P exibiram ambos taxas de sedimentação significativamente aumentadas, quando usados em combinação com Superfloc HX-400 em uma mistura de DSP/lama vermelha 40/60. A clareza é também significativamente melhorada.

Tabela 9

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
64	40/60 DSP/lama vermelha	O	200	2,3	0,53
65	40/60 DSP/lama vermelha	Gantrez ^a	200	Sem floculação	—
66	40/60 DSP/lama vermelha	O/11X-400 ^b	25/10	9,0	0,20
67	40/60 DSP/lama vermelha	HX-400 ^b	10	12,0	0,61
68	40/60 DSP/lama vermelha	P	200	11	1,25
69	40/60 DSP/lama vermelha	P/HX-400 ^b	25/10	9,4	0,37

^aGantrez AN169 usado como material de partida para Reagente O

^bFloculante Superfloc HX-400

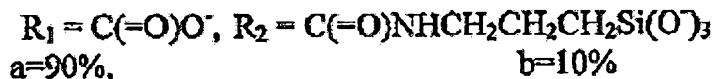
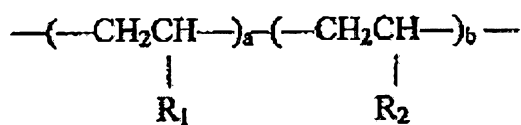
Exemplo 12 – Reagente Q

O monômero de silano N-(3-trietoxissilil)propilacrilamida é preparado como segue. 197,4 g de (3-aminopropil)trietoxissilano e 89,9 g de trietilamina são dissolvidos em 330 g de THF, purgados com nitrogênio e esfriados a 0 °C. Com mistura, 83,9 g de cloreto de acrilóila são adicionados em gotas. Após a adição, a mistura é aquecida a 40 °C por 2 horas. A mistura é esfriada à temperatura ambiente e o sal filtrado. O solvente THF é removido por evaporação rotativa antes do uso.

11,5 g de água deionizada e 10,8 g de 50% de solução de hidróxido de sódio são adicionados a uma ampola de 50 ml. 6,45 g de ácido acrílico são adicionados lentamente dentro da ampola. A temperatura é mantida abaixo de 35 °C durante a adição de ácido acrílico com um banho de

gelo. A solução é bem misturada até todo o ácido acrílico ser dissolvido. 2,82 g do monômero de silano N-(3-trietoxissilil)propilacrilamida são então adicionados. A solução é bem misturada até todo o monômero de silano ser dissolvido. 0,2 g de uma solução 16,75% aquosa de azobis(ácido 4-cianoalérico) (Wako V-501, disponível na Wako Chemicals USA, Inc. of Richmond, Virginia, USA) são adicionados. A solução monomérica é espargida com nitrogênio por 20 minutos e é submetida a ciclo de congelamento-evacuação-descongelamento três vezes e é selada sob vácuo. Após a solução ser descongelada, a ampola é colocada em um banho de 65 °C e a polimerização é realizada por 16 horas para produzir o Reagente Q. O polímero é descarregado e dissolvido em uma solução cáustica (2% de hidróxido de sódio) para teste de desempenho

PA-silano – Estrutura Reagente Q



Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 10, o Reagente Q exibe taxas de sedimentação e clareza significativamente aumentadas, quando usado em combinação com Superfloc X-400 em uma mistura de DSP/lama vermelha 40/60.

Tabela 10

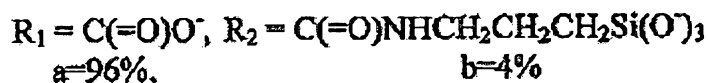
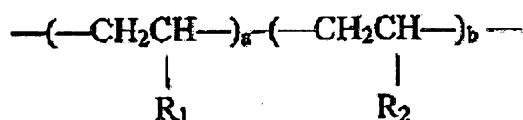
	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
70	40/60 DSP/lama vermelha	Q/11X-400a	50/15	5 5	1,58
71	40/60 DSP/lama vermelha	HX-400a	15	Sem floculação	8,02

^aFloculante Superfloc X-400

Exemplo 13 – Reagente R

29,7 g de 45% de solução de hidróxido de potássio e 2,49 g de água deionizada são adicionados dentro de um reator. 15,68 g de ácido acrílico são então adicionados lentamente dentro do reator com agitação. A temperatura é mantida abaixo de 35 °C durante a adição de ácido acrílico com um banho de gelo. 2,55 g do monômero de silano N-(3-trietoxissilil)propilacrilamida, preparados no Exemplo 12, são então adicionados. A solução é bem misturada até todo o monômero de silano ser dissolvido. A solução monomérica é aspargida com nitrogênio por 30 minutos e é esfriada a 0 °C. 0,99 g de uma solução 1% aquosa de Wako V-501 são adicionados e a purga de nitrogênio é continuada por 15 minutos. 0,08 g de uma solução 0,5% aquosa de persulfato de amônio são carregados, seguido por 0,08 g de solução 0,5% aquosa de ácido hidroximetanossulfínico (diidrato de sal monossódico) e a solução é bem misturada. Após 30 minutos, o reator é colocado em um banho a 75 °C e a polimerização é realizada por 5 horas a 75 °C para produzir o Reagente R. O produto é dissolvido em uma solução cáustica (2% de hidróxido de sódio) para o teste de desempenho.

PA-silano – Estrutura Reagente R



Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 11, o Reagente R exibe taxas de sedimentação e clareza significativamente aumentadas quando usado em combinação com Superfloc HX-400 em uma mistura de DSP/lama vermelha de 30/70.

Tabela 11

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
72	30/70 DSP/lama vermelha	PAIX-400'	25/15	12,7	1,61
73	30/70 DSP/lama vermelha	M-400a	15	Sem floculação	6,01

^aFloculante Superfloc HX-400

Exemplo 14

O Reagente R é submetido a mais teste, produzindo os dados apresentados na Tabela 12. O Reagente R em uma dosagem de 50 ppm exibe uma taxa de sedimentação similar ao Superfloc HX-400 a 100 ppm, porém clareza superior. Quando usado em combinação com Superfloc HX-400 em uma dosagem de 10 ppm em uma mistura de DSP/lama vermelha 30/70, o Reagente R em uma dosagem de 15 ppm significativamente aumenta as taxas de sedimentação e clareza em relação àquelas do Superfloc HX-400 sozinho.

Tabela 12

(19789-50)

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	Clareza (g/l)
74	30/70 DSP/lama vermelha	HX-400a	10	13,5 '	234
75	30170 DSP/lama vermelha	R	50	13,5	1,21
76	30170 DSP/lama vermelha	RR-DC-4003	15/10	16,6	0,6

^aFloculante Superfloc HX-400

Exemplo 15 – Reagente S

A cadeia principal polimérica poli(acrilamida-co-N-vinilformamida-co-ácido acrílico) é sintetizada por processo de polimerização de emulsão inversa, como descrito abaixo. A fase óleo continha 188,91 g de fluido hidrocarbonato desaromatizado (óleo Exxsol D-80 disponível na Exxon Mobil Chemical Company, Houston, Texas, USA), 24 g de monooleato de

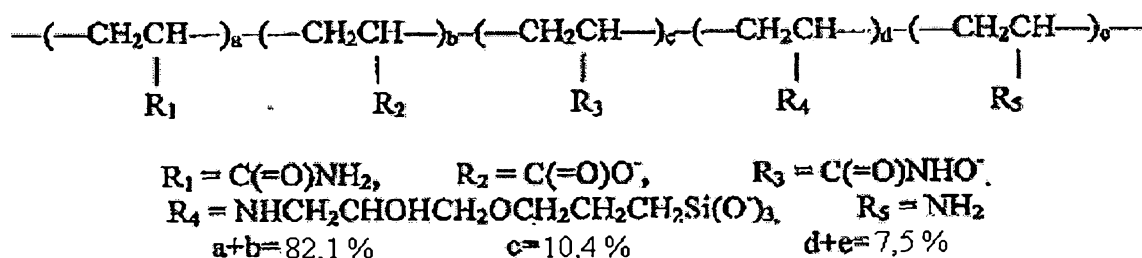
sorbitano (Arlacel 80AC da Ruger Chemical Co., Linden, New Jersey, USA) e 9,17 g de surfactante não-iônico etoxilado de álcool C12-14 (SURFONIC L24-7 da Huntsman Petrochemical Corporation of Houston, Texas, USA). A fase aquosa consistia de 428,88 g de 54,2% de solução aquosa de acrilamida, 19,87 g de N-vinilformamida, 7,86 g de ácido acrílico, 112,33 g de água deionizada, 6,57 g de 28% de hidróxido de amônio, 0,26 g de isopropil álcool e 0,94 g de 40% de dietilenotriaminopentacetato de pentassódio (Versenex-80 da The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, USA). A solução aquosa é misturada dentro da fase óleo e a mistura é homogeneizada para propiciar uma emulsão inversa. 1,22 g de 2% de t-butilidroperóxido 70% (t-BHP-70) são adicionados dentro da emulsão, enquanto purgando a emulsão com nitrogênio. Após purga de nitrogênio por 45 minutos, gás dióxido de enxofre (0,2% em nitrogênio) é carregado através da linha de nitrogênio, para iniciar a polimerização. A polimerização é realizada entre 40 °C a 45 °C por 4 horas. O produto de emulsão contém 32,5% de polímero.

A solução de hidroxil amina a ser carregada na emulsão é preparada como descrito abaixo. 12,68 g de sulfato de hidroxilamina e 71,5 g de água deionizada são carregados em um recipiente e agitados até todo o sulfato ser dissolvido. 9,78 g de tiosulfato de sódio anidro serem adicionados e a solução ser novamente agitada até todo o tiosulfato ser dissolvido. Sob agitação 48,34 g de solução de 50% de hidróxido de sódio são então adicionados em gotas, para produzir a solução de hidroxil amina. A temperatura da solução é mantida abaixo de 30 °C durante a adição do hidróxido de sódio.

Dentro do reator 96,86 g da emulsão de cadeia principal preparada acima são carregados. Sob agitação e cobertor de nitrogênio, 53,3 g de Exxsol D-80 são adicionados, seguido por 3,4 g de Lumulse PEO2 (produto de reação de oleilamina/óxido de etileno comercialmente disponível na Lambent Technologies of Gurnee, Illinois, USA). A emulsão é então

agitada por pelo menos 15 minutos e então a solução de hidroxil amina preparada acima é carregada durante 5 minutos. A emulsão é agitada em temperatura ambiente por 24 horas e a temperatura é elevada a 45 °C e é mantida a 45 °C por uma hora. A temperatura é então abaixada a 35 °C e 8,0 g de (3-gliciciloxipropil)trimetoxissilano) são adicionados durante dois minutos. A reação é mantida a 35 °C por 4 horas e é esfriada à temperatura ambiente antes da descarga. A solução aquosa do produto é preparada rompendo-se a emulsão branca em uma solução de 2% de hidróxido de sódio contendo surfactante não-iônico de nonilfenol etoxilato (SURFONIC N-95 da Huntsman Petrochemical Corporation of Houston, Texas, USA), produzindo o Reagente S.

Estrutura silano-HX - Reagente S



Exemplo 16 – Reagente T

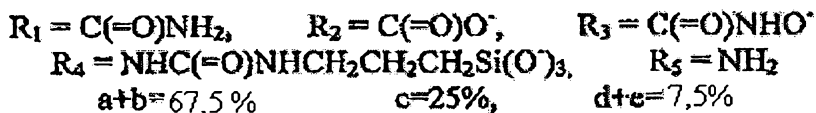
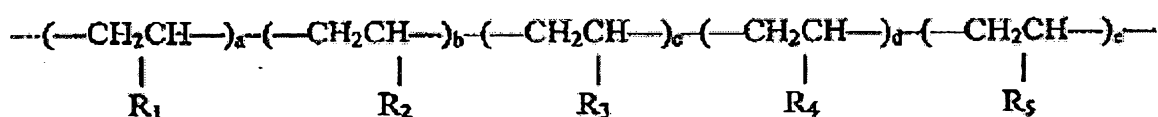
Uma emulsão de cadeia principal polimérica de poli(acrilamida-co-ácido acrílico) é preparada em um processo similar como descrito no Exemplo 15, exceto que N-vinilformamida não é incluído na fase aquosa. O produto de emulsão contém 32% de polímero real.

A solução de hidroxil amina a ser carregada na emulsão é preparada como segue. 9,17 g de sulfato de hidroxilamina e 35 g de água deionizada são carregados em um recipiente e agitados até todo o sulfato ser dissolvido. 0,88 g de tiosulfato de sódio anidro são adicionados e a solução é novamente agitada até todo tiosulfato ser dissolvido. Sob agitação, 17,25 g de 50% de solução de hidróxido de sódio são então adicionados em gotas para produzir a solução de hidroxil amina. A temperatura da solução é mantida

abaixo de 30 °C durante a adição de hidróxido de sódio.

98,26 g da emulsão de cadeia principal polimérica são carregados dentro do reator. Sob agitação e cobertor de nitrogênio, 51,89 g de Exxsol D-80 são adicionados, seguido por 3,4 g de Lumulse PEO2. A emulsão é então esfriada a 0 °C. A emulsão é agitada a 500 rpm, enquanto 10,62 g de 50% de hidróxido de sódio são adicionados, seguido por 20,48 g de solução de hipoclorito de sódio (11,5% de cloro disponível). A taxa de agitação é reduzida para 300 rpm após 5 minutos e a emulsão é agitada por uma hora. A taxa de agitação é então aumentada para 500 rpm e 2,12 g de 50% de hidróxido de sódio, seguido por 4,1 g de hipoclorito de sódio (11,5% cloro disponível) são carregados. Duas horas mais tarde, 7,42 g de 3-aminopropiltriethoxissilano são adicionados. A reação é realizada por 4 horas a 0 °C, 10 horas em temperatura ambiente e 4 horas a 40 °C. Quando a mistura de reação é esfriada à temperatura ambiente, a solução de hidroxil amina é carregada durante 5 minutos. A emulsão é agitada em temperatura ambiente por uma hora e o produto é descarregado. A solução aquosa do produto é preparada rompendo-se a emulsão branca em uma solução de 2% de hidróxido de sódio contendo SURFONIC N-95, produzindo o Reagente T.

Estrutura Silano-HX – Reagente T



Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 13, cada um dos Reagente Q, S e T melhora significativamente a taxa de sedimentação e a clareza, quando usados em combinação com Superfloc HX em uma mistura de DSP/lama vermelha 40/60.

Tabela 13

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	clareza (g/l)
77	40/60 DSP/ lama vermelha	HX-400'	10	5,1	6,32
78	40/60 DSP/ lama vermelha	S	10	7,7	2,04
79	40/60 DSP/ lama vermelha	T	10	3,4	3,92
80	40/60 DSP/ lama vermelha	Q	10	9,4	0,98
81	40/60 DSP/ lama vermelha	S/HX-400 ^a	10/10	9 4	1,82
82	40/60 DSP/ lama vermelha	T/HX-400 ^a	10/10	8,3	1,87
83	40/60 DSP/ lama vermelha	Q/HX-400 ^a	10/10	14 4	0,62

^aFloculante Superfloc HX-400

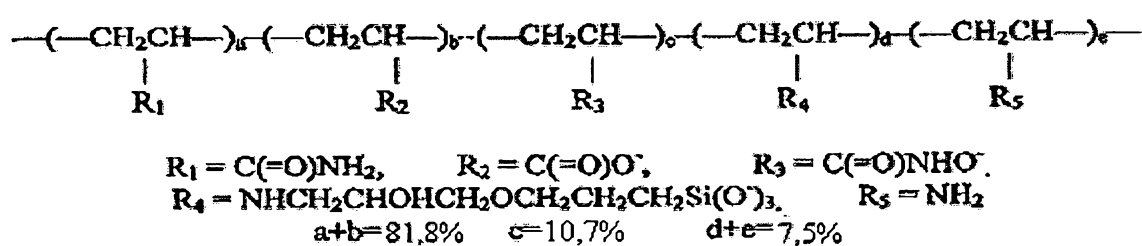
Exemplo 17 – Reagente U

A emulsão de cadeia principal polimérica poli(acrilamida-co-N-vinilformamida-co-ácido acrílico) sintetizada no Exemplo 15 é usada neste exemplo. A solução de hidroxil amina a ser carregada na emulsão é descrita como segue. 10,77 g de sulfato de hidroxilamina e 85,0 g de água deionizada são carregados em um recipiente e agitados até todo o sulfato ser dissolvido. Sob agitação, 57,47 g de 50% de solução de hidróxido de sódio são então adicionados em gotas para produzir a solução de hidroxil amina. A temperatura da solução é mantida abaixo de 30 °C durante a adição de hidróxido de sódio. Neste exemplo, a solução de hidroxil amina não continha tiosulfato de sódio.

115,16 g da emulsão de cadeia principal é carregada dentro do reator. Sob agitação e cobertor de nitrogênio, 63,37 g de Exxsol D-80 são adicionados, seguidos por 4,04 g de Lumulse PE02. A emulsão é agitada por pelo menos 15 minutos. A solução de hidroxil amina é então adicionada durante 5 minutos. A emulsão é agitada em temperatura ambiente por 16

horas e então a 55 °C por duas horas. A temperatura é então abaixada para 12 °C e 9,51 g de (3-glicidiloxipropil)trimetoxissilano são adicionados durante dois minutos. A reação é mantida a 40 °C por 1 hora e então é esfriada à temperatura ambiente. 8,31 g de tiosulfato de sódio anidro são adicionados e a emulsão é agitada por uma hora e é descarregada. A solução aquosa do produto é preparada rompendo-se a emulsão branca em uma solução de hidróxido de sódio de 2% contendo SURFONIC N-95, produzindo o Reagente U.

Estrutura silano-HX - Reagente U



Como demonstrado pelos dados apresentados na Tabela 14, o Reagente U exibe boas taxas de sedimentação em uma mistura de DSP/lama vermelha 40/60.

Tabela 14

	Sólidos suspensos	Reagente	Dosagem (ppm)	Taxa de Sedimentação (m/h)	clareza(g/l)
84	40/60 DSP/lama vermelha	U	5	13,5	0,58
85	40/60 DSP/lama vermelha	HX-400 ^a	5	24,0	0,64

^aFloculante Superfloc HX-400

Todas as referências citadas aqui são incorporadas por referência em sua totalidade. Na extensão de que as publicações e patentes ou pedidos de patentes incorporados por referência contradigam a descrição contida no relatório, o relatório é destinado a substituir e/ou prevalecer em relação a qualquer tal material contraditório.

O termo “compreendendo” como aqui usado é sinônimo de “incluindo”, “contendo” ou “caracterizado por” e é inclusivo ou passível de

ampliação e não exclui elementos ou etapas de método adicionais, não citados.

5 Todos os números expressando quantidades de ingredientes, condições de reação e assim em diante, usados no relatório e reivindicações são para ser entendidos como sendo modificados em todos os exemplos pelo termo “cerca de”. Portanto, a menos que indicado ao contrário, os parâmetros numéricos expostos no relatório e reivindicações anexas são aproximações que podem variar, dependendo das propriedades desejadas procuradas a serem obtidas pela presente invenção. No mínimo e não como uma tentativa de
10 limitar o pedido da doutrina de equivalentes do escopo das reivindicações, cada parâmetro numérico deve ser interpretado à luz do número de dígitos significativos e aproximações de arredondamento comuns.

15 A descrição acima descreve diversos métodos e materiais da presente invenção. Esta invenção é susceptível de modificações nos métodos e materiais, bem como alterações nos métodos de fabricação e equipamentos. Tais modificações tornar-se-ão evidentes para aqueles hábeis na arte por uma consideração desta descrição ou prática da invenção aqui descrita. Consequentemente, não se pretende que esta invenção seja limitada à formas de realização específicas descritas aqui, porém que ela cubra todas as
20 modificações e alternativas situando-se dentro dos verdadeiros escopo e espírito da invenção, como corporificados nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Polímero hidroxamado contendo silício solúvel em água ou dispersável em água, caracterizado pelo fato de compreender pelo menos 5 % em peso de um grupo $-\text{Si}(\text{OR})_3$, em que o polímero contendo silício é configurado de modo que o grupo $-\text{Si}(\text{OR})_3$ aumente a capacidade do polímero contendo silício para flocular um produto de dessilicificação suspenso e em que R é selecionado do grupo consistindo de Na^+ , K^+ e NH_4^+ .

2. Polímero hidroxamado contendo silício solúvel em água ou dispersável em água de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender um grupo contendo silício ligado ao mesmo.

3. Polímero hidroxamado contendo silício de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o polímero contendo silício ser selecionado do grupo consistindo de uma polietilenoimina contendo silício, um copolímero de vinil trietoxissilano, um copolímero de ácido acrílico e trietoxissililpropilacrilamida, um copolímero de ácido acrílico e trietoxivinilsilano, um polissacarídeo contendo silício, um copolímero de estireno/anidrido maleico contendo silício, um copolímero de anidrido maleico/alquil vinil éter contendo silício e suas misturas.

4. Polímero hidroxamado contendo silício de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o polímero contendo silício compreender unidades recorrentes, as unidades recorrentes compreendendo uma primeira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^1\text{)H]-}$ e uma segunda unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^2\text{)H]-}$, em que R^1 é $-\text{C(=O)O}^-$ e em que R^2 é $-\text{C(=O)(NH)CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si(O}^-\text{)}_3$.

5. Polímero hidroxamado contendo silício de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de o polímero contendo silício compreender pelo menos 90% em número da primeira unidade recorrente.

6. Polímero hidroxamado contendo silício de acordo com a

reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o polímero compreender unidades recorrentes, as unidades recorrentes compreendendo uma primeira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^1\text{)H]-}$, uma segunda unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^2\text{)H]-}$, uma terceira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^3\text{)H]-}$, uma quarta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^4\text{)H]-}$ e uma quinta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^5\text{)H]-}$, em que R^1 é C(=O)NH_2 , em que R^2 é $-\text{C(=O)O}^-$, em que R^3 é $-\text{C(=O)NHO}^-$, em que R^4 é $-\text{NHCH}_2\text{CH(OH)CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si(O}^-\text{)}_3$ e em que R^5 é $-\text{NH}_2$.

7. Polímero hidroxamado contendo silício de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de compreender unidades recorrentes, as unidades recorrentes compreendendo uma primeira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^1\text{)H]-}$, uma segunda unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^2\text{)H]-}$, uma terceira unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^3\text{)H]-}$, uma quarta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^4\text{)H]-}$ e uma quinta unidade recorrente tendo uma estrutura $-\text{[CH}_2\text{C(R}^5\text{)H]-}$, em que R^1 é C(=O)NH_2 , em que R^2 é $-\text{C(=O)O}^-$, em que R^3 é $-\text{C(=O)NHO}^-$, em que R^4 é $-\text{NHC(=O)NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si(O}^-\text{)}_3$ e em que R^5 é $-\text{NH}_2$.

8. Método de floculação, caracterizado pelo fato de compreender:

intermisturar um flocculante polimérico hidroxamado contendo silício como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7 com uma corrente de processo Bayer para desse modo flocular pelo menos uma parte de um produto de dessilicificação suspenso ali; e

separar pelo menos uma parte do produto de dessilicificação floculado assim formado.

9. Método de floculação de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de o flocculante polimérico hidroxamado contendo

silício compreender uma pluralidade de grupos $-\text{Si}(\text{OR})_3$, em que R é independentemente selecionado do grupo consistindo de hidrogênio, C_{1-20} alquila, C_{1-20} alquenila, C_{6-12} arila, C_{7-20} aralquila, um íon de metal do grupo I, um íon de metal do grupo II e NR'_4^+ ; em que R' é independentemente selecionado do grupo consistindo de hidrogênio, C_{1-20} alquila, C_{1-20} alquenila, C_{6-12} arila e C_{7-20} aralquila; e em que R e R' são independentemente não substituídos, hidróxi-substituídos ou beta hidróxi substituídos.

10. Método de floculação de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato de o flocculante polimérico hidroxamado contendo silício ser selecionado do grupo consistindo de uma polietilenoimina contendo silício, um copolímero de vinil trietoxissilano, um copolímero de ácido acrílico e trietoxissililpropilacrilamida, um copolímero de ácido acrílico e trietoxivinilsilano, um polissacarídeo contendo silício, um copolímero de estireno/anidrido maleico contendo silício, um copolímero de anidrido maleico/alquil vinil éter, um polissacarídeo contendo silício, um copolímero de anidrido maleico/alquil vinil éter contendo silício e suas misturas.