

Sedimentação de resíduo Bayer utilizando floculantes hidroxamatos e poliacrilamida

Cristiane Corradi Góis

Mestranda do PPGEM/UFOP, Eng. de Minas da Alcoa/Poços de Caldas-MG
E-mail: cristiane.gois@alcoa.com.br

Rosa Malena Fernandes Lima

Prof^a. Adjunto do Departamento de Eng. de Minas/EM/UFOP
E-mail: rosa@demin.ufop.br

Antônio Cardoso Melo

Superintendente do Departamento Técnico/Poços de Caldas-MG
E-mail: antonio.melo@alcoa.com.br

Resumo

A sedimentação de lamas vermelhas resultantes da digestão de bauxitas pelo processo Bayer é uma etapa importantíssima para a eficiência da separação sólido/líquido nas plantas industriais de alumina. Nesse trabalho foi feito um estudo comparativo da sedimentação de uma amostra de resíduo Bayer (concentração de sólidos de 43 g/l) proveniente da planta industrial de Poços de Caldas, utilizando floculantes hidroxamatos e poliacrilamida comerciais. Através desses estudos observou-se que a taxa de sedimentação obtida com a poliacrilamida alcançou valores entre 15 e 30 m/h para concentrações bem menores que os hidroxamatos, porém a capacidade de clarificação da mesma foi bem inferior que a dos hidroxamatos. Misturas de poliacrilamida e hidroxamato podem propiciar melhores resultados em termos de taxa de sedimentação e clarificação do “overflow”.

Palavras-chave: Resíduo Bayer, bauxita, sedimentação, floculantes.

Abstract

The red mud sedimentation from Bayer process of bauxite digestion is a very important step in a solid/liquid separation at industrial alumina plants. In this work a comparative study of red mud sedimentation from Alcoa/Poços de Caldas industrial plant of alumina (43 g/l of solids concentration) using different flocculants (hydroxamates and polyacrylates) was done. The concentration of polyacrylate flocculent to obtain 15 to 30 m/h sedimentation rates was smaller than the concentration of the hydroxamates flocculants, but the clarification overflow obtained with this reagent was worse than the other ones. The mixture of polyacrylamide and hydroxamate in adequate proportions can give better results of sedimentation rates and overflow clarification.

Keywords: Bayer residue, bauxite, sedimentation, flocculants.

1. Introdução

A produção de alumina via processo Bayer resulta na geração de uma grande quantidade de resíduo de bauxita conhecido como “lama vermelha”, que é o resíduo gerado após a solubilização da alumina contida na bauxita utilizando-se de uma solução de hidróxido de sódio a altas temperaturas e pressões. Na indústria, essa etapa é denominada digestão.

Uma das etapas-chaves do processo de produção da alumina é a etapa de clarificação. A etapa de clarificação é a etapa de separação sólido/líquido, onde o resíduo de bauxita é separado do licor verde que contém alumina solubilizada e que deve ser direcionado às etapas posteriores livre de quaisquer partículas de resíduo. Normalmente, as fábricas de alumina utilizam duas técnicas de separação sólido/líquido combinadas, que são: espessamento seguido de filtração. O espessamento do resíduo proveniente da etapa de digestão é realizado em tanques denominados espessadores/lavadores, que utilizam um circuito de decantação contra-corrente, cujo objetivo é espessar o resíduo de bauxita recuperando o máximo de soda cáustica possível e fornecer um “overflow” para a etapa de filtração contendo uma concentração baixa de resíduos.

Polímeros solúveis em água são utilizados para induzir a floculação de partículas do resíduo Bayer e tornar possível o processo de separação lama/licor utilizando-se a técnica de espessamento. Apesar do grande número de polímeros disponíveis, apenas um pequeno número deles são efetivos o suficiente para serem utilizados em escala comercial, o que se deve em parte às características do processo. Os floculantes utilizados são o amido, os poliácridatos e copolímeros de poliácridatos e poliácridamidas e copolímeros polihidroxamatados.

O amido ($C_6H_{10}O_5$)_n foi utilizado por muitos anos como floculante para espessamento da lama vermelha. Sua performance era considerada relativamente baixa com relação à sua capacidades de clarificação e velocidade de sedimentação de partículas, além de requerer altas dosagens, o que levava ao aumento da carga de componentes orgânicos circu-

lantes no processo. Por essa razão, foi substituído quase que totalmente pelos floculantes sintéticos, uma vez que o peso molecular dos mesmos é bem maior que o peso molecular do amido (Pearse & Sartowski, 1984).

Os floculantes sintéticos utilizados no processo Bayer são de natureza altamente aniônica e tem como matéria-prima básica o ácido acrílico. Uma grande variedade de floculantes são fabricados atualmente pela copolimerização com monômeros que induzem à formação de polímeros, cuja carga iônica pode variar de 100% aniônica a 100% não iônica, dependendo do tipo de monômero utilizado (Pearse & Sartowski, 1984).

Em 1970 foram desenvolvidos os floculantes poliácridamidas de alto peso molecular os quais são capazes de produzir maiores taxas de sedimentação a dosagens relativamente mais baixas quando comparadas ao amido. Dessa forma, o amido passou a ser substituído em muitas plantas por esse tipo de floculante, embora o mesmo tenha continuado a ser utilizado em algumas plantas combinado com os poliácridatos ou sozinho para melhorar a clarificação (Avotins & Ryles, 1996).

Além da variação da carga iônica, a copolimerização também é utilizada para a produção de floculantes com alto peso molecular. As condições de manufatura são variadas para ajustar a distribuição do peso molecular e dos grupos funcionais ao longo da cadeia dos polímeros. Essa possibilidade de utilizar a copolimerização para a fabricação de floculantes com cargas altamente aniônicas e alto peso molecular tem sido a chave para o sucesso das operações de espessamento de lama vermelha no processo Bayer. Isto é importante porque a composição do floculante e a dosagem utilizada mostram uma forte correlação com o teor cáustico da solução espessada, que diminui de estágio para estágio. Obviamente a existência de diferentes floculantes com diferentes cargas iônicas e pesos moleculares também é importante devido às grandes diferenças entre as bauxitas utilizadas, a adição de cal, as diferentes condições de digestão, a adição de anti-espumantes, etc. (Pearse & Sartowski, 1984).

Os floculantes hidroxamatos foram desenvolvidos na década de 80 especialmente para a indústria da alumina. Foram introduzidos no mercado em função de sua característica de melhorar a clarificação do “overflow” dos espessadores e melhorar as taxas de sedimentação da lama vermelha, a medida que sua dosagem era aumentada (Avotins & Ryles, 1996). A estrutura dos polihidroxamatos é baseada em componentes etanoaminas os quais são conhecidas por complexarem o ferro em soluções básicas. Os floculantes desse tipo são normalmente produzidos como um copolímero de acrilamida, acrilato e hidroxamato. Essa classe de floculantes hidroxamatados para processo Bayer possui uma estrutura química diferente da química dos floculantes poliácridatos e copolímeros de poliácridatos e poliácridamidas. Esses floculantes contêm grupos funcionais complementares aos grupos aminas e carboxílicos. A inclusão desses grupos hidroxamatos conferem a esta classe de floculantes certas particularidades tais como maior capacidade de clarificação do “overflow” e forte estabilidade dos flóculos formados (Spitzer et alii, 1990).

Estudos realizados por Jones em 1998 mostraram que a floculação da hematita, mineral comum no resíduo Bayer, usando poliácridatos em condições altamente alcalinas e na ausência de cálcio, ocorre por pontes não simétricas.

Avotins e Ryles em 1996 relatam que os floculantes hidroxamatados são bastante flexíveis ao tipo de bauxita utilizada ou a variações nas características de processo, citando também que esses polímeros têm sido efetivos para alguns depósitos de bauxita contendo goethitas aluminosas, mundialmente conhecidas como bauxitas que apresentam dificuldades de floculação mediante a utilização de poliácridamidas.

Nesse trabalho foi feito um estudo de sedimentação da lama vermelha, proveniente da planta de alumina da Alcoa de Poços de Caldas, usando floculantes hidroxamatos e poliácridamida, visando à obtenção de taxa de sedimentação compreendida entre 15 e 30 m/h; turbidez do “overflow” menor que 160 NTU.

2. Materiais e metodologia

A lama vermelha utilizada nesse trabalho foi coletada após a digestão industrial da bauxita da planta industrial da Alcoa de Poços de Caldas-MG, cuja concentração de sólidos era de 43 g/l. Sua granulometria estava abaixo de 300 μm . Seus principais constituintes mineralógicos (determinados por difratometria de raios X - método do pó) eram a hematita, o quartzo, a goethita e a sodalita.

Os teores de $\text{Al}_2\text{O}_{3\text{total}}$, $\text{Al}_2\text{O}_{3\text{disponível}}$, SiO_2Total , Fe_2O_3 , MnO , Na_2O , TiO_2 , CaO , ZrO_2 e LOI (perda ao fogo) foram de 22,3, 3,3, 11,9, 20,1, 0,4, 6,2, 3,1, 5,1, 0,83 e 13,3%, respectivamente, que foram determinados por plasma de acoplamento indutivo e por absorção atômica.

Os floculantes utilizados nos ensaios de sedimentação foram os hidroxamatos comerciais, que serão denominados nesse trabalho de hidroxamatos 1, 2 e 3, fabricados pela Cytec e uma poliacrilamida, fabricada pela Nalco.

O teor alcalino da amostra de lama vermelha, que foi coletada na planta industrial antes da adição de amido e água do lago causticizada, utilizada para os ensaios de sedimentação, foi ajustado para 216g/l e a concentração de sólidos, para algo entre 40 e 50g/l. Em seguida era efetuada a homogeneização da mesma, que era transferida para provetas de 1000ml. Essas provetas eram, então, colocadas em recipiente de banho térmico denominado “hot box”, cuja função era manter a polpa aquecida e manter a temperatura em 95°C. Após a homogeneização da polpa dentro da proveta através da utilização de agitador tipo “plunger”, adicionava-se metade do floculante, utilizando uma seringa, e homogeneizava-a 10 vezes, fazendo o agitador descer e subir lentamente dentro da polpa. Fazia-se, então, a adição da outra metade de floculante e homogeneizava-a lentamente cinco vezes, fazendo o agitador descer e subir lentamente dentro da polpa. Finalmente, retirava-se o “plunger” e procedia-se a leitura do tempo gasto para espessamento da polpa entre 900 e 700ml para cálculo da taxa de sedimentação. A leitura da compactação da lama vermelha era efetuada após 30 minutos. A tur-

bidez expressa em NTU do “overflow” do ensaios de sedimentação era determinada pela coleta de uma amostra de 50 ml, utilizando uma seringa, após 30 minutos de sedimentação.

4. Resultados e discussão

Na Figura 1 estão apresentadas as curvas de velocidade de sedimentação do resíduo Bayer em função do tipo e dosagem de floculante.

Observa-se que a poliacrilamida (polímero aniônico) proporcionou velocidades de sedimentação do resíduo Bayer no intervalo compreendido entre

15 e 30 m/h para dosagem de 150 g/t. No caso dos hidroxamatos, essas especificações foram alcançadas para dosagens mais altas, 250 g/t, no caso do hidroxamato 1, e, a partir de 300 g/t, para o hidroxamato 2 e o hidroxamato 3. Com base nos ensaios realizados, observa-se que o floculante que resultou em maior velocidade de sedimentação em função da dosagem foi o floculante poliacrilamida.

Em termos de capacidade de clarificação do “overflow”, observa-se, pela Figura 2, que os hidroxamatos possuem maior capacidade de clarificação. O melhor desempenho, no entanto, foi do floculante hidroxamato 1, que, a partir da dosagem de 250 g/t, o valor de turbidez

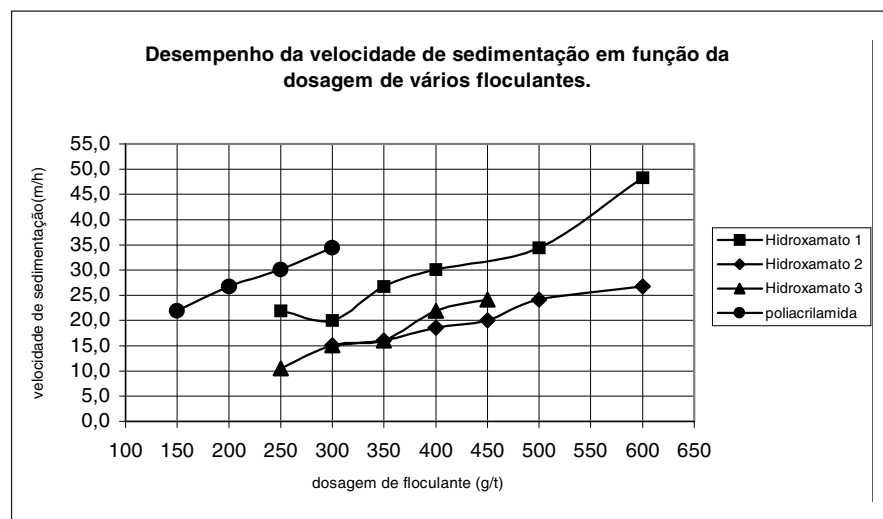


Figura 1 - Velocidade sedimentação do resíduo Bayer em função do tipo e da dosagem de floculante.

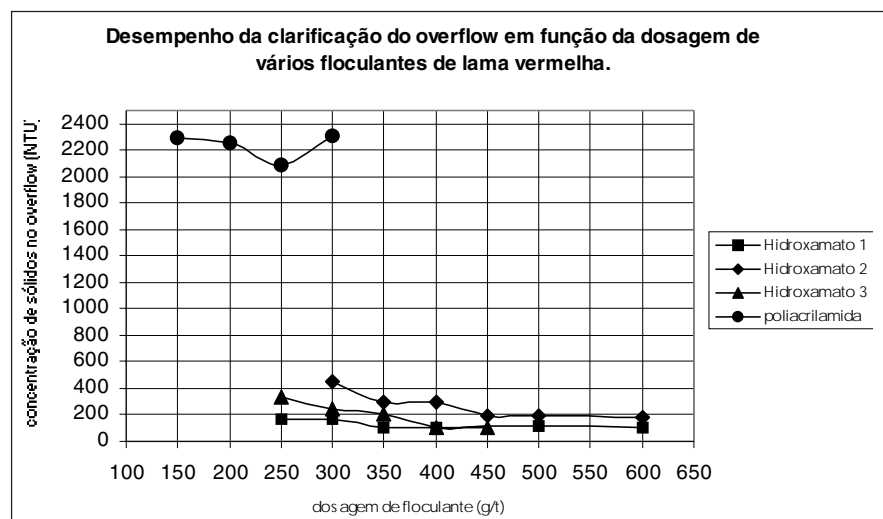


Figura 2 - Turbidez do “overflow” em função do tipo e da dosagem de floculante após 30 minutos de sedimentação.

Tabela 1 - Ensaio de sedimentação da lama vermelha do processo Bayer utilizando misturas do floculante poliacrilamida e hidroxamato 1.

Mistura do Floculante poliacrilamida e hidroxamato 1	Proporção 60%/40% de poliacrilamida / hidroxamato 1	Proporção 40%/60% de poliacrilamida / hidroxamato 1
Dosagem total (g/t resíduo)	165	165
Velocidade de sedimentação (m/h)	30,2	21,9
Clarificação "overflow" (NTU)	265	149

do "overflow" encontrava-se abaixo de 200 NTU. Esses valores foram atingidos também pelos floculantes hidroxamato 2 e hidroxamato 3 para maiores dosagens.

Pela Figura 3, observa-se que, em termos de capacidade de compactação (concentração de sólidos no "underflow" após 30 minutos de sedimentação), o floculante hidroxamato 3 apresentou os melhores resultados seguido do floculante poliacrilamida, hidroxamato 1 e, por último, o hidroxamato 2.

De modo geral, observou-se que a poliacrilamida proporcionou maiores taxas de sedimentação em relação aos hidroxamatos. Porém o desempenho da mesma em termos de capacidade de clarificação do "overflow" e compactação do "underflow" foi bem menor. Por essa razão, utilizou-se uma mistura do floculante poliacrilamida com um dos floculantes hidroxamato (hidroxamato 1) na proporção de 60%/40% e 40%/60%, visando a verificar o comportamento destas misturas em termos de velocidade de sedimentação, capacidade de clarificação do "overflow" e compactação do "underflow" após 30 minutos de sedimentação, ver Tabela 1.

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam a existência de sinergia entre os dois reagentes. Quando uma combinação da poliacrilamida e do hidroxamato 1 é utilizada, observa-se que é possível conseguir ao mesmo tempo altas taxas de sedimentação e uma boa clarificação do "overflow". Através desses resultados pode-se inferir que, quando o objetivo for a obtenção de maiores taxas de sedimentação, pode-se utilizar uma mistura com uma maior proporção

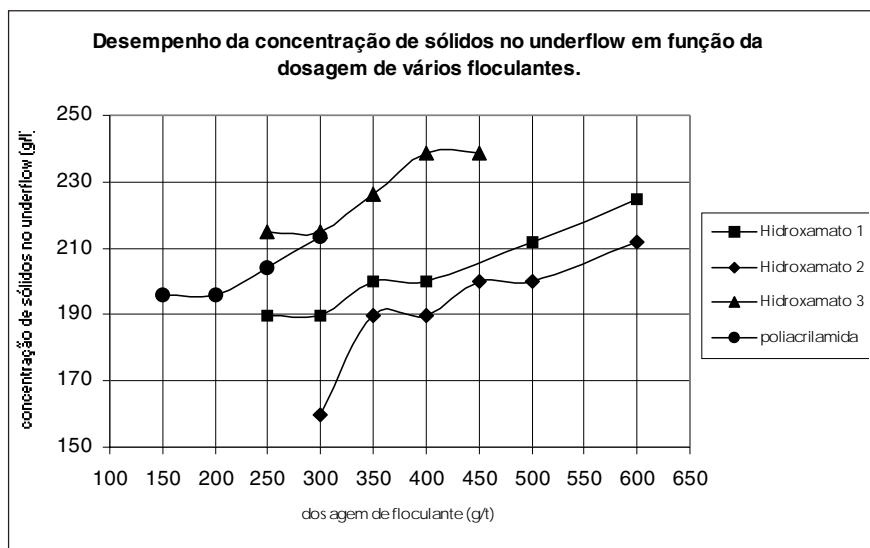


Figura 3 - Concentração de sólidos no "underflow" do resíduo Bayer em função do tipo e da dosagem de floculante após 30 min. de sedimentação.

da poliacrilamida e, quando o objetivo for a obtenção de "overflows" mais clarificados, deve-se usar uma mistura com maior proporção do hidroxamato.

4. Conclusões

- O floculante poliacrilamida foi o reagente que proporcionou a maior taxa de sedimentação do resíduo Bayer de Poços de Caldas.
- Os floculantes hidroxamatos 1, 2 e 3 possuem melhores potenciais de clarificação, quando comparados ao floculante poliacrilamida.
- A combinação da poliacrilamida com o hidroxamato 1 possibilitou a obtenção de melhores taxas de sedimentação e maiores capacidades de clarificação do "overflow", indicando, portanto, um sinergismo entre os dois reagentes.

5. Referências bibliográficas

- AVOTINS, P. V., RYLES R.G. *Superfloc H.X, a new technology for alumina industry*. Cytec Industries, Inc. p. 1-11. 1996.
- JONES, F. *The mechanism of Bayer residue flocculation*. Thesis presented as part of the requirements for the award of the Degree of Doctor of Philosophy of the Curtin University of Technology. p. 1-191. 1998.
- PEARSE, M.J., SARTOWSKI, Z. *Applications of special chemicals (flocculants and dewatering aids) for red mud separation and hydrate filtration*. BAUXITE. Society of Mining Engineers. p. 775-787. 1984.
- SPITZER, D.P., ROTHENBERG, H.I., HEITNER, M.E. *Development of New Bayer Process Flocculants*. Light Metals, 1990.

Artigo recebido em 16/05/2003 e aprovado em 27/06/2003.