

II-071 - USO DE AMIDO DE MILHO COMO FLOCULANTE NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE POLIMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Bruna Corrêa Alves⁽¹⁾

Graduanda do 7º período de Engenharia de Minas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES.

Maurício Sartori

Engenheiro de Minas (UFRGS), Mestre em Engenharia Ambiental (PPGEA-UFES), Doutorando em Engenharia Ambiental (PPGEA-UFES), Professor do Curso Técnico em Mineração e da Graduação em Engenharia de Minas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES.

Endereço⁽¹⁾: Rod-ES 482, Cachoeiro x Alegre, km 05, Morro grande- Cachoeiro de Itapemirim – ES – CEP.: 29.300-970- Brasil – Tel (28)3526-9000 e-mail: bruninha.cefetes@gmail.com

RESUMO

O segmento de rochas ornamentais brasileiro que em 2007 foi responsável por cerca de 140.000 empregos diretos, produziu naquele ano cerca de 8 milhões de toneladas de rochas. Parte deste material foi comercializada na forma de chapas polidas ou produtos acabados, gerando uma grande quantidade de efluente com um percentual de sólidos (em massa) de cerca de 0,3%. Para viabilizar a recirculação da água no processo produtivo, o efluente tem que ter sua carga de sólidos bastante reduzida. Para tanto, é submetido a um processo de separação física (sedimentação) precedida de uma etapa de aglomeração de partículas (floculação). Para promover esta aglomeração é usual o emprego de polímeros floculantes sintéticos, cuja composição é particular a cada fabricante. Além da dificuldade de obtenção de informações técnicas detalhadas dos polímeros floculantes sintéticos, alguns deles não são biodegradáveis e podem reagir com determinadas substâncias, tornando-se nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. Por outro lado, os floculantes naturais, tais como o amido de milho, vêm sendo empregados com sucesso tanto na indústria mineral (depressão de óxidos de ferro na flotação catiônica reversa de minérios itabiríticos; depressão de carbonatos e minerais portadores de ferro na flotação direta de rochas fosfáticas, etc) quanto no tratamento de água e efluentes (auxiliares de floculação). Embora esses amidos, quando aplicados em excesso, possam deixar concentrações residuais no efluente tratado, tratam-se de substâncias de composição conhecida e sabidamente não nocivos a vida, uma vez que são consumidos como alimento humano. Diante desse cenário, o presente trabalho apresenta um estudo sobre o comportamento do amido de milho gelatinizado, quando empregado como floculante, no processo de floculação/sedimentação de efluentes de polimento de rochas ornamentais. Executou-se uma série de testes de floculação em equipamento Jar-test, utilizando efluente real de polimento de rochas ornamentais. Realizou-se variações de concentração de amido de milho gelatinizado com o objetivo de avaliar o efeito da dosagem do reagente na turbidez residual do efluente (após um período de sedimentação de 2 minutos). Os resultados demonstram redução de turbidez acima de 50% já nas menores concentrações de amido estudadas (50mg.L⁻¹), apresentando melhora desse desempenho com o aumento da concentração do reagente. Com base nesses resultados pode-se concluir que há viabilidade técnica na aplicação do amido de milho como floculante no tratamento de efluentes do polimento de rochas ornamentais.

PALAVRAS-CHAVE: Floculação, Amido de milho, Rochas ornamentais, Tratamento de efluentes.

INTRODUÇÃO

O setor de rochas ornamentais é um segmento da mineração que trata da extração e beneficiamento de materiais rochosos, também conhecido como pedras naturais. Embora sejam beneficiados diversos tipos de materiais rochosos, no segmento, estes são classificados de maneira geral como mármore e granitos, sendo os mármore relacionados às rochas carbonáticas e os granitos, às rochas silicáticas. Essas rochas são bastante utilizadas na construção civil com aplicação em pisos, colunas, pilares, dentre outras (SPINOLA et al., 2004).

O estado do Espírito Santo, no Brasil, é um dos maiores produtores mundiais de rochas ornamentais, destacando-se como maior produtor do país, sendo responsável por 65% das exportações brasileiras em 2006.

No estado, destaque deve ser feito a Cachoeiro de Itapemirim, conhecida nacionalmente como a pioneira no setor (MEC, 2007).

Os blocos de rochas ornamentais são extraídos de jazidas minerais e posteriormente levados para as serrarias, onde ocorre o desdobramento dos blocos em chapas por equipamentos próprios chamados Teares. A etapa de transformação das placas, em produto final, se dá através das politrizes.

Cada rocha compõe-se de características físicas distintas como dureza, texturas e estruturas que podem requerer procedimentos diferentes e operações específicas de acordo com cada material. O polimento e o lustro de chapas rochosas são compostos por várias etapas de operações que diminuem a rugosidade da superfície, para proporcionar determinado brilho. Para tanto, são usados elementos abrasivos (Abrasivos Magneesianos ou Diamantados) que são pressionados sobre o material rochoso e submetidos a movimentos rotacionais promovendo o desbaste da superfície do material até o polimento desejado. Essa operação imprime brilho, beleza e durabilidade à chapa (FERREIRA, 2011).

O segmento de rochas ornamentais brasileiro produziu em 2007 cerca de 8 milhões de toneladas de rochas (ABIROCHAS, 2008). Parte deste material foi comercializada na forma de chapas polidas ou produtos acabados, gerando uma grande quantidade de efluente com um percentual de sólidos (em massa) de cerca de 0,3% (PREZOTTI, 2003). Para viabilizar a recirculação da água no processo produtivo, o efluente tem que ter sua carga de sólidos bastante reduzida. Para tanto, é submetido a um processo de separação física (sedimentação) precedida de uma etapa de aglomeração de partículas (floculação) (TASAICO E GONÇALVES, 2007).

Na floculação aplicada ao tratamento de efluentes é comum o emprego de compostos orgânicos (floculantes), sendo estes sintéticos ou naturais. Os floculantes, quando dissolvidos em água, resultam em soluções com viscosidade distinta, dependente do seu peso molecular, teor de sais no solvente e grau de carga iônica (TASAICO E GONÇALVES, 2007).

Estes reagentes devem ser adicionados ao efluente de maneira que haja uma completa homogeneização, no menor tempo possível. Para isso, o efluente é submetido a uma etapa com elevado gradiente de velocidade por um curto espaço de tempo. Esta etapa é chamada mistura rápida. Na etapa de floculação são fornecidas condições que propiciam o contato e agregação de partículas, resultado na formação de flocos com densidade e tamanho adequados para, futuramente, ocorrer à sedimentação. Esta etapa é também chamada de mistura lenta.

Os floculantes sintéticos podem ser classificados de acordo com a carga elétrica na cadeia de polímeros: Não iônicos (sem carga); Aniônico (grupo carboxílicos); ionização negativa; Catiônicos (grupo amino) ionização positiva (TASAICO E GONÇALVES, 2007).

Os naturais, apesar de sua grande abundância na natureza, numericamente, sua produção industrial é pequena. O milho, a bata, a mandioca e o trigo apresentam amidos naturais comerciais, sua composição pode variar de acordo com: idade, clima, solo e etc. Cada um possui características próprias inerentes como forma e tamanho (DI BERNARDO E DI BERNARDO, 2000).

O amido de milho é composto por amilose (27%) e amilopectina (72%), estes podem variar sendo: amido híbrido (100% amilopectina) e amido de milho de alto conteúdo de amilose (50 a 80% de amilose). Os amidos são divididos em três grupos, no caso dos comerciais. O primeiro: batata, raízes e cerne; o segundo: cereais comuns como milho, trigo, sorgo e arroz; o terceiro os amidos híbridos como milho, sorgo e arroz (MARINELLI et al., 2000).

O aquecimento ou adição de soda cáustica do amido de milho pode resultar na gelatinização ou solubilização. Quando uma suspensão de amido é aquecida em água acima de 56° C, o hidrogênio enfraquece e os grânulos incham, resultando no aumento da clareza e da viscosidade da solução. A solução de amido de milho não pode ser armazenada por muito tempo devido ao fenômeno de retrogradação, que faz com que haja decréscimo em viscosidade precipitação do amido (PERES E CORREA, 1996).

No tratamento de efluentes de polimento de rochas ornamentais, a aglomeração das partículas é usualmente realizada com o emprego de polímeros floculantes sintéticos (TASAICO E GONÇALVES, 2007), cuja composição é particular a cada fabricante. Sabe-se, no entanto, que tratam-se de macromoléculas, formadas

pela associação de diversos monômeros que formam longas cadeias de carbono, de alto peso molecular, com algum radical (em diversos casos, radicais NH_x , além de outros) que pode conferir carga iônica e estiramento da molécula (BALTAR, 2010).

Além da dificuldade de obtenção de informações técnicas detalhadas dos polímeros floculantes sintéticos (BOLTO, 1995), alguns deles não são biodegradáveis e podem reagir com determinadas substâncias, tornando-se nocivos à saúde humana e ao meio ambiente (BALTAR, 2010).

Por outro lado, os floculantes naturais, tais como o amido de milho, vêm sendo empregados com sucesso tanto na indústria mineral (depressão de óxidos de ferro na flotação catiônica reversa de minérios itabiríticos; depressão de carbonatos e minerais portadores de ferro na flotação direta de rochas fosfáticas, etc) (PERES E CORREA, 1996; MONTE E PERES, 2010) quanto no tratamento de água e efluentes (auxiliares de floculação) (MORUZZI E NAKADA, 2009; MARINELLI et al., 2000; DI BERNARDO E DI BERNARDO, 2000). Embora os amidos, quando aplicados em excesso, possam deixar concentrações residuais no efluente tratado, estes são substâncias de composição conhecida e sabidamente não nocivos a vida, uma vez que são consumidos como alimento humano.

Diante desse cenário, o presente trabalho apresenta um estudo sobre o comportamento do amido de milho gelatinizado, quando empregado como floculante, no processo de floculação/sedimentação de efluentes de polimento de rochas ornamentais. Foram conduzidos testes de variação de concentração e tempo de floculação, com o objetivo de determinar a concentração de amido de milho que proporciona a maior remoção de turbidez, assim como qual o tempo mínimo de floculação necessário para promover uma remoção satisfatória.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a determinação da concentração ótima de amido de milho gelatinizado, assim como do tempo de floculação necessário para uma remoção satisfatória de turbidez, foram realizados experimentos em jar-test (modelo Poli Control II).

O equipamento é composto por 6 cubas prismáticas de 2L cada. Para cada cuba, o equipamento dispõe de dispositivos para a dosagem de reagentes, assim como dispositivo para coleta de amostras, localizados a 7cm do nível do líquido no interior de cada cuba.

Os ensaios foram feitos empregando-se efluente real de polimento de rochas ornamentais, coletado em uma empresa de polimento localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, estado do Espírito Santo, Brasil.

A coleta do efluente se deu na calha de recolhimento do efluente da politriz semiautomática da empresa que no momento processava chapas da rocha comercialmente conhecida como Verde Labrador, com o abrasivo 800#.

Para a realização dos experimentos, foram produzidas duas soluções estoque de amido de milho gelatinizado, com as seguintes concentrações: 12.000mg.L^{-1} e 24.000mg.L^{-1} . O procedimento de preparo dessas soluções será descrito abaixo.

A solução estoque com concentração de 12.000mg.L^{-1} foi empregada nos ensaios de variação de concentração até 550mg.L^{-1} . Acima dessa concentração, optou-se por utilizar uma solução estoque mais concentrada, devido aos elevados volumes necessários para alcançar as concentrações desejadas, a partir da primeira solução.

PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO DE AMIDO DE MILHO GELATINIZADO

Para a preparação das soluções estoque de amido de milho, empregou-se a gelatinização com NaOH, adotando-se a proporção amido:NaOH de 4:1.

Para a solução de 12.000mg.L^{-1} , adicionou-se 12g de amido de milho em aproximadamente 700mL de água sob agitação em agitador magnético. Após completa dispersão, adicionou-se 3g de NaOH e agitou-se por 30 minutos.

Após o tempo de mistura, essa solução foi transferida para um balão volumétrico e teve seu volume acrescido com água para completar 1L. Após a adição de água, o conteúdo do balão foi homogeneizado mediante agitação manual.

Para o preparo da solução de 24.000mg.L^{-1} , o procedimento foi análogo, apenas alterando os valores das massas de amido de milho e NaOH para 24g e 6g respectivamente.

TESTES PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO ÓTIMA

Para a determinação da concentração ótima de amido de milho gelatinizado, foram realizadas diversas baterias de testes (6 variações de concentração por bateria) em jarrest variando-se a concentração de reagente em cada uma das cubas.

Inicialmente, o efluente era homogeneizado por agitação manual. Após homogeneização, as cubas eram preenchidas com o efluente. Nos dispositivos para dosagem de reagentes de cada cuba, eram adicionados os volumes da solução estoque de amido de milho correspondentes a cada variação de concentração.

Uma vez que tanto as cubas quanto os dispositivos de dosagem dos reagentes estavam com seus respectivos volumes, iniciavam-se os testes. A Tabela 1 abaixo apresenta as condições de cada ensaio.

Tabela 1: Condições dos testes para determinação da concentração ótima de amido de milho.

| Teste | Amido de Milho | Mistura Rápida | | Mistura Lenta | | Solução Estoque | Sedimentação |
|-------|--------------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|--------------------------|--------------|
| | C [mg.L^{-1}] | G [s^{-1}] | t [s] | G [s^{-1}] | t [s] | C [mg.L^{-1}] | t [s] |
| 1 | 0 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 50 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 100 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 150 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 200 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 250 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| 2 | 300 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 350 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 400 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 450 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 500 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| 3 | 600 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 650 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 700 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 750 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 800 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 850 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| 4 | 900 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 950 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 1000 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 1050 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 1100 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |
| | 1150 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 24000 | 120 |

Após a realização das etapas de mistura rápida e mistura lenta, a agitação do equipamento era cessada e deixava-se o efluente em repouso por um tempo de 2 minutos, para simular uma situação de sedimentação. Decorrido esse tempo, procedia-se a coleta das amostras para medidas de turbidez.

TESTES PARA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE FLOCULAÇÃO

A partir da concentração ótima encontrada nos testes descritos acima, procedeu-se os testes de variação de tempo de floculação adotando-se aquela concentração. Estes também foram realizados em equipamento jar test.

Nessa bateria de ensaios, os procedimentos empregados são semelhantes ao descrito para os testes para determinação da concentração ótima, variando-se apenas o tempo de mistura lenta de cada cuba, cessando-se a agitação no tempo correspondente a cada variação. O tempo de sedimentação empregado também foi de 2 minutos (120s). As condições desses ensaios são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Condições dos testes de determinação do tempo de floculação.

| Teste | Amido de Milho | Mistura Rápida | | Mistura Lenta | | Solução Estoque | Sedimentação |
|-------|-------------------------|----------------------|-------|----------------------|-------|-------------------------|--------------|
| | C [mg.L ⁻¹] | G [s ⁻¹] | t [s] | G [s ⁻¹] | t [s] | C [mg.L ⁻¹] | t [s] |
| 1 | 550 | 150 | 20 | 20 | 300 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 600 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 900 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 1200 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 1500 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 1800 | 12000 | 120 |
| 2 | 550 | 150 | 20 | 20 | 2100 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 2400 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 2700 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 3000 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 3300 | 12000 | 120 |
| | 550 | 150 | 20 | 20 | 3600 | 12000 | 120 |

RESULTADO E DISCUSSÕES

Uma vez rodados os experimentos para a determinação da concentração ótima de amido de milho gelatinizado, procedeu-se a medição da turbidez residual correspondente a cada concentração, assim como a determinação da remoção percentual de turbidez, obtendo os valores constantes na Tabela 3.

Como pode ser observado na Tabela 3 e no gráfico da Figura 1, a remoção de turbidez apresentou uma elevação, até a concentração de 550mg.L⁻¹ de amido de milho. Após essa concentração, percebe-se uma redução nos valores de remoção.

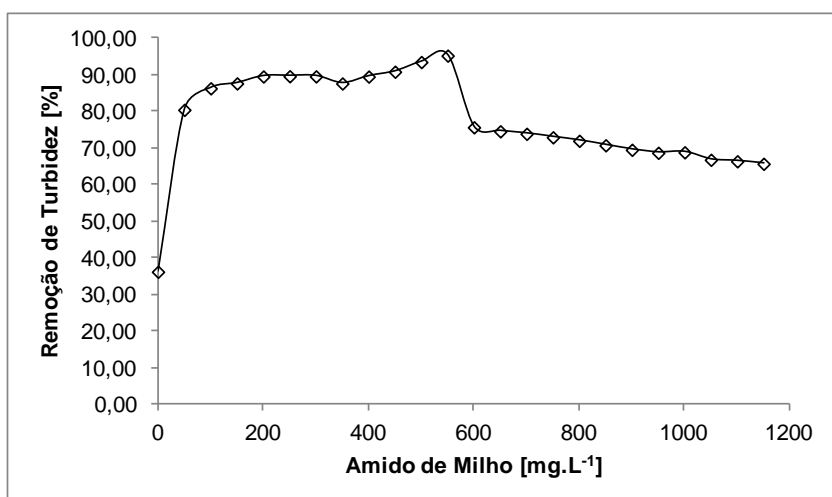


Figura 1: Remoção de turbidez versus concentração de amido de milho.

Tabela 3: Resultados dos experimentos para determinação da concentração ótima de amido de milho.

| Teste | Amido de Milho C [mg.L ⁻¹] | Turbidez [NTU] | | Remoção de Turbidez [%] |
|-------|---|----------------|-------|----------------------------|
| | | Inicial | Final | |
| 1 | 0 | 73,3 | 46,8 | 36,15 |
| | 50 | 73,3 | 14,4 | 80,35 |
| | 100 | 73,3 | 10,1 | 86,22 |
| | 150 | 73,3 | 9,12 | 87,56 |
| | 200 | 73,3 | 7,73 | 89,45 |
| | 250 | 73,3 | 7,68 | 89,52 |
| 2 | 300 | 73,3 | 7,71 | 89,48 |
| | 350 | 73,3 | 9,13 | 87,54 |
| | 400 | 73,3 | 7,75 | 89,43 |
| | 450 | 73,3 | 6,78 | 90,75 |
| | 500 | 73,3 | 4,84 | 93,40 |
| | 550 | 73,3 | 3,56 | 95,14 |
| 3 | 600 | 73,3 | 17,9 | 75,58 |
| | 650 | 73,3 | 18,7 | 74,49 |
| | 700 | 73,3 | 19,2 | 73,81 |
| | 750 | 73,3 | 19,9 | 72,85 |
| | 800 | 73,3 | 20,6 | 71,90 |
| | 850 | 73,3 | 21,5 | 70,67 |
| 4 | 900 | 73,3 | 22,4 | 69,44 |
| | 950 | 73,3 | 23 | 68,62 |
| | 1000 | 73,3 | 22,9 | 68,76 |
| | 1050 | 73,3 | 24,4 | 66,71 |
| | 1100 | 73,3 | 24,7 | 66,30 |
| | 1150 | 73,3 | 25,2 | 65,62 |

Observa-se também que, com a mudança da concentração estoque, ocorreu uma queda abrupta da remoção de turbidez. Ambos os efeitos foram provavelmente ocasionados pelo fenômeno de adesão estérica, onde, devido a elevada concentração, o polímero se adere a algumas poucas partículas de maneira a recobri-las totalmente, não sendo capazes de formar as pontes entre as partículas e os agregados (BALTAR, 2010).

Para a realização dos testes para determinação do tempo de floculação, adotou-se a dosagem de 550mg.L^{-1} , tendo em vista que esta foi a dosagem que apresentou melhores resultados de remoção de turbidez nos ensaios anteriores. Os resultados desses testes são apresentados na Tabela 4.

A análise desses resultados (Figura 2) demonstra que a maior remoção se deu para o tempo de floculação de 30 minutos (1800s). No entanto, prefere-se analisar o resultado em relação ao real ganho de remoção entre um determinado tempo e outro. Deste modo, percebe-se que com 15 minutos (900s) de tempo de floculação, os resultados já se apresentam acima dos 90%, não apresentando ganhos significativos a partir desse tempo. Isso demonstra que com um tempo de floculação de apenas 15 minutos (900s) e 2 minutos (120s) de sedimentação foram suficientes para remover a maior parte da turbidez contida no efluente estudado.

Tabela 4: Resultados dos ensaios de variação do tempo de floculação.

| Teste | Amido de Milho C [mg.L^{-1}] | Mistura Lenta | | Turbidez [NTU] | | Remoção de Turbidez [%] |
|-------|--|-----------------------|-------|----------------|-------|----------------------------|
| | | G [s^{-1}] | t [s] | Inicial | Final | |
| 1 | 550 | 20 | 300 | 73,3 | 9,53 | 87,00 |
| | 550 | 20 | 600 | 73,3 | 9,93 | 86,45 |
| | 550 | 20 | 900 | 73,3 | 3,45 | 95,29 |
| | 550 | 20 | 1200 | 73,3 | 2,89 | 96,06 |
| | 550 | 20 | 1500 | 73,3 | 3,36 | 95,42 |
| | 550 | 20 | 1800 | 73,3 | 1,32 | 98,20 |
| 2 | 550 | 20 | 2100 | 73,3 | 4,23 | 94,23 |
| | 550 | 20 | 2400 | 73,3 | 4,02 | 94,52 |
| | 550 | 20 | 2700 | 73,3 | 3,49 | 95,24 |
| | 550 | 20 | 3000 | 73,3 | 3,12 | 95,74 |
| | 550 | 20 | 3300 | 73,3 | 3,85 | 94,75 |
| | 550 | 20 | 3600 | 73,3 | 3,69 | 94,97 |

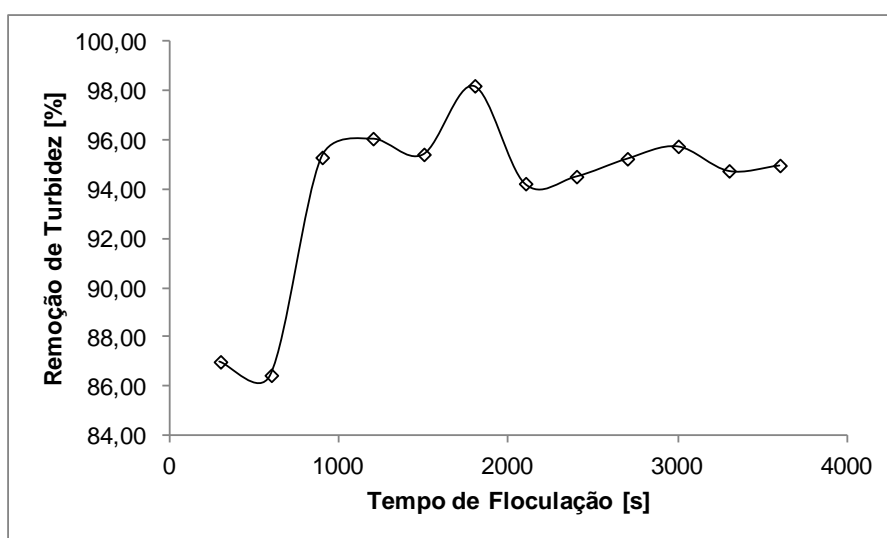


Figura 2: Remoção de turbidez versus tempo de floculação.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o amido de milho gelatinizado apresenta potencial técnico de utilização como floculante no tratamento de efluentes de polimento de rochas ornamentais.

Salienta-se que a indústria onde foi coletado o efluente não utiliza reagentes químicos para promover a aglomeração e posterior separação dos sólidos contidos em seu efluente, empregando apenas a etapa de sedimentação, que apresenta uma eficiência relativamente boa devido ao elevado tempo de sedimentação empregado.

No entanto, como pode ser observado nos resultados apresentados na Tabela 3 e no gráfico da Figura 1, sem a adição do reagente, ocorreu uma remoção de pouco mais de 30% da turbidez, o que não é uma remoção satisfatória para a recirculação dessa água, uma vez que o processo de polimento requer água praticamente isenta de sólidos, o que se traduz em uma baixa turbidez.

Desta forma, conclui-se também caso a empresa adote o amido de milho gelatinizado como floculante, possivelmente poderá reduzir a quantidade de tanques destinados à sedimentação, obtendo ganhos de área em planta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Aquarela Pedras do Brasil por disponibilizar suas instalações para a coleta do efluente, ao Instituto Federal do Espírito Santo pelo apoio operacional e financeiro e ao Centro de Tecnologia Mineral – Campus Avançado de Cachoeiro de Itapemirim pelo empréstimo do turbidímetro e apoio operacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIROCHAS. *Situação atual e perspectivas brasileiras no setor de rochas ornamentais*. Informe 02/2008, São Paulo: ABIROCHAS, 2008.
2. BALTAR, C. A. M. Processos de Agregação. In: LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. *Tratamento de minérios*, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010..
3. BOLTO, B. A. Soluble polymers in water purification. *Progress Polymer Science*, v. 20, n. 6, 1995.
4. DI BERNARDO, A. S.; DI BERNARDO, L. Uso de amido de mandioca catiônico como auxiliar de floculação. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ABES, 2000.
5. FERREIRA, T. C. P. *Análise de influência de variáveis operacionais na qualidade do polimento de rochas ornamentais*. Monografia - Engenharia de Petróleo e Gás, UNES, Cachoeiro de Itapemirim, 2011.
6. MARINELLI, P. S.; FROLLINI, E.; DI BERNARDO, A. S.; DI BERNARDO, L. Emprego de amidos de milho catiônico comum e híbrido como auxiliares de coagulação / floculação. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ABES, 2000.
7. MARINELLI, P. S.; FROLLINI, E.; DI BERNARDO, A. S.; DI BERNARDO, L. Emprego de amidos de milho catiônico comum e híbrido como auxiliares de coagulação / floculação. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ABES, 2000.
8. MEC, *Rochas Ornamentais. Brasília: Mistério da Educação secretária de educação profissional e tecnológica*, 2007.
9. MONTE, M. B. M.; PERES, A. E. C. Química de superfície na flotação. In: LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. *Tratamento de minérios*, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.
10. MORUZZI, R. B.; NAKADA, L. Y. K. Coleta e tratamento de água pluvial para fins não potáveis com emprego de amido de milho como coagulante primário em filtração cíclica em escala de laboratório. *REA – Revista de estudos ambientais*. v.11, n. 1, p. 51-60, jan./jun. 2009.
11. PERES, A. E. C.; CORREA, M. I. Depression of iron oxides with corn starches. *Minerals Engineering*. v. 9, n. 12, p. 1227-1234, 1996.
12. PREZOTTI, J. C. S. Resultados de Monitoramentos de Estações de Tratamento de Efluentes Líquidos de Indústrias de Beneficiamento de Rochas Ornamentais, Implantadas no Município de Cachoeiro de

- Itapemirim, ES. In: V SESMA - Seminário Estadual sobre Saneamento e Meio Ambiente, Vitória. *Anais...* Vitória: ABES, 2003.
13. SPINOLA, V, et al. A indústria de Rochas Ornamentais. Desenharia: Agência de fomento do estado da Bahia, 2004.
14. TASAICO, T. O.; GONÇALVES, R. F. Avaliação do comportamento de bolsas filtrantes e decantador lamelar de fluxo ascendente no tratamento de efluentes da indústria de mármore e granito. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABES, 2007.