

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE ETRINGITA OBTIDA ATRAVÉS DA REMOÇÃO DE SULFATO PRESENTE EM EFLUENTE INDUSTRIAL

Agata Luiza Kojii Rodrigues (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Juliana Azoia Lukiantchuki (Orientadora), Cláudia Telles Benatti (Coorientadora), e-mail: ra111542@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Engenharia Civil / Geotécnica

Palavras-chave: Efluente industrial, Etringita, Destinação adequada.

Resumo:

A anodização é um processo eletroquímico, utilizado pela indústria de alumínio, aplicado a superfícies metálicas com o objetivo de aumentar a durabilidade, melhorar a resistência à corrosão e realçar a aparência. No entanto, este processo acarreta a geração de efluentes altamente ácidos, que possuem elevadas concentrações de sulfatos e que quando dispostos inadequadamente podem ser prejudiciais ao ambiente. Desta forma, o presente trabalho de pesquisa teve como objetivo estudar o processo da síntese da etringita, em laboratório, a partir do efluente industrial nas condições bruto e pré tratado. Adicionalmente, foram realizados ensaios de caracterização da etringita. Os resultados indicaram a possibilidade de realizar a produção da etringita a partir do efluente pré tratado. Posteriormente, os resultados dos ensaios de caracterização serão utilizados para promover a destinação adequada desse resíduo.

Introdução

Atualmente, existem diversos ramos do setor industrial onde os processos de produção acarretam a geração de diferentes tipos de resíduos. No setor industrial destacam-se as indústrias de anodização de superfícies de alumínio. A anodização consiste em um processo eletrolítico que proporciona à superfície metálica um revestimento de óxido insolúvel protegendo contra fenômenos de corrosão e assegurando melhores propriedades elétricas e mecânicas ao material (Álvarez-Ayuso, 2009; Chimenos et al., 2006). Para se garantir a ausência de resíduos na superfície das peças e garantir um melhor resultado na formação da película são necessários a realização de etapas de desengraxe, fosqueamento, anodização, coloração, selagem e banhos de enxágue. O efluente do enxágue possui altas concentrações de ácido sulfúrico, resultando em altos teores de íons de sulfato e valores muito baixos de pH (Chimenos et al., 2006). O lançamento de altas concentrações de sulfato na natureza pode ocasionar um desequilíbrio no ciclo natural do enxofre além de elevar a condutividade e o potencial corrosivo nos corpos receptores (Lens et al., 1998; Moret e Rubio, 2003). A remoção de sulfatos dissolvidos nos efluentes pode ser realizada através da osmose inversa,

eletrodialise, nanofiltração, redução biológica, troca iônica e precipitação química (Lens et al., 1998). Dentre essas técnicas destaca-se o tratamento químico por precipitação química, pois além de ser de fácil execução apresenta-se com menor custo operacional (INAP, 2003). Considerando os aspectos apresentados, este trabalho apresenta o processo de síntese da etringita realizado em laboratório através de efluente bruto e efluente pré tratado. Adicionalmente, foram realizados alguns ensaios de caracterização visando a aplicação futura deste subproduto obtido através de efluente industrial.

Materiais e Métodos

Materiais

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi utilizado efluente industrial coletado em uma indústria de anodização de peças de alumínio localizada na cidade de Maringá (PR). Sua identidade foi preservada por questões de sigilo comercial.

Métodos

A coleta do efluente industrial foi feita em etapas e em quantidade compatível ao uso do Laboratório de Saneamento Ambiental da UEM. Foram testadas duas condições: efluente bruto e efluente pré tratado, observando-se que a pesquisa poderia ser conduzida utilizando o efluente pré tratado sem alterações das características do material.

Em laboratório, as etapas da síntese da etringita consistiram em: 1) aferir o pH do efluente pré tratado e constatar o comportamento alcalino; 2) análise da concentração de sulfato para 1000 ml de efluente usando o turbidímetro marca HACH, modelo 2100Q; 3) realizar análise estequiométrica para definir a dosagem de cloreto de cálcio e hidróxido de alumínio; 4) adição dos reagentes, cloreto de cálcio P.A. (CaCl_2 , 99%) comprado na Dinâmica e hidróxido de alumínio P.A. ($\text{Al}(\text{OH})_3$, 99%) comprado na Synth, no efluente pré tratado; 5) decantação do precipitado (24 horas); 6) retirada do sobrenadante e secagem do produto decantado, no caso a etringita; e 7) após a secagem em estufa da marca Fanem LTDA., modelo Retilinea, o material foi destorroado e pesado para ser utilizado nos ensaios de caracterização. Através desta etapa foi possível acelerar o processo de produção da etringita em laboratório, o que é de fundamental importância, uma vez que a sua destinação futura pode necessitar da produção em grande quantidade e, portanto, a viabilidade do seu emprego depende de um processo de produção mais eficiente.

Em relação à caracterização da etringita foram realizados ensaios de atividade pozolânica através do Método Chappelle Modificado, análise granulométrica a laser e ensaios de difração de raio X (difratômetro Shimadzu, passo de $0,04^\circ$ com intervalo 2θ de 10° - 80°).

Resultados e Discussão

A partir dos resultados obtidos na produção da etringita, verificou-se que é possível remover satisfatoriamente o sulfato, com a adição de íons de cálcio e alumínio ao efluente pré tratado, por meio da precipitação da etringita. Para a otimização desse

processo, foram utilizadas as seguintes proporções molares: $[Ca^{+2}]:[SO_4^{-2}]$ igual a 2 e 3. Complementarmente, as melhores condições foram aplicadas ao efluente pré tratado pela indústria de anodização, que se mostrou efetivo na adequação aos limites estabelecidos pelos órgãos ambientais.

No que se refere à caracterização da etringita, foi observado que o material não apresenta atividade pozolânica. O resultado indicou o valor de 174 mg $Ca(OH)_2$ de amostra, o que é relativamente baixo, pois para que o material seja considerado pozolânico neste método, é necessário que ele apresente um índice de consumo mínimo de 750 mg $Ca(OH)_2/g$.

A curva granulométrica, apresentada na Figura 1, indica que não existem partículas com tamanho superior a 1000 μm . Para a faixa de 100 a 1000 μm , representando o pico de concentração menor a direita no gráfico, que possui concentração de partículas de 23,88%, classificadas como arenito muito fino a arenito grosso segundo a classificação de Udden-Wentworth. No intervalo de tamanho de 10 a 100 μm , encontra-se a faixa de maior concentração de partículas, com um percentual de 54,96%, o que indica a classificação desse material como silito fino a arenito muito fino. Na faixa entre 1 e 10 μm , tem-se um percentual de 19,4% dessas partículas, sendo elas classificadas como argila a silito fino e na fração inferior a 1 μm , classificada como argila, se tem 1,76% da amostra.

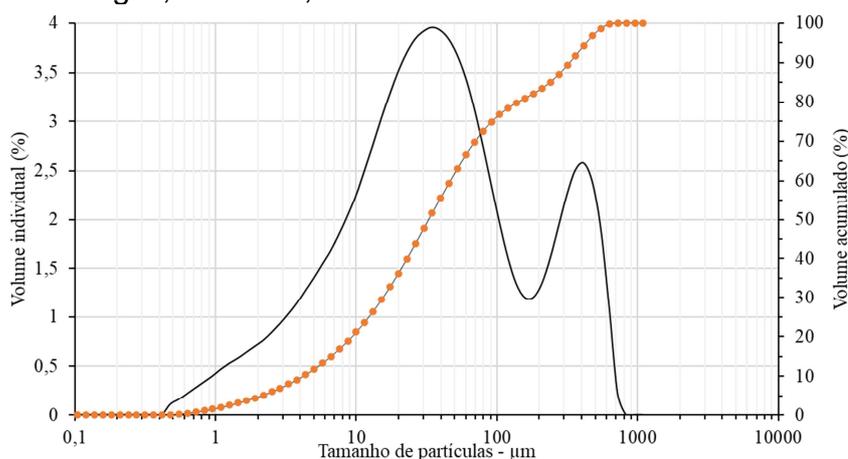


Figura 1 – Curva granulométrica da etringita.

A difração de raio X, indicou a predominância da laumontita e boemita, sendo ainda identificado na etringita a presença de argilominerais. Os argilominerais do tipo esmectita e vermiculita, considerados argilominerais ativos, serão confirmados através de ensaios complementares e específicos. Adicionalmente, para a continuidade da pesquisa serão realizadas outras análises para se comprovar a composição mineralógica da etringita.

Conclusões

Este trabalho de pesquisa demonstrou a viabilidade de se realizar a produção de etringita em laboratório utilizando o efluente pré tratado. Desta forma o processo ganha agilidade para a produção em grandes quantidades. Em relação à caracterização da etringita, visando a sua destinação adequada, observou-se que o material se apresenta muito fino, similar ao cimento Portland, porém sem indícios de atividade pozolânica e com indícios de presença de argilominerais ativos na sua composição.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Maringá, ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida e à Fundação Araucária.

Referências

ÁLVAREZ-AYUSO, E. **Approaches for the treatment of waste streams of the aluminium anodising industry.** Journal of Hazardous Materials, v. 164, p. 409–414, 2009.

CHIMENOS, J.M; FERNÁNDEZ, A. I; HERNÁNDEZ, A; HAURIE, L; ESPIELL, F; AYORA, C. **Optimization of phosphate removal in anodizing aluminium wastewater.** Water Research., v. 40, p. 137-143, 2006.

INAP, **International Network for Acid Prevention, Treatment of Sulphate in Mine Effluents.** Lorax Environmental, 2003. Disponível em: <www.inap.com.au>. Acesso em: 15/02/2017.

LENS, P.N.L., VISSER, A., JANSSEN, A.J.H., HULSHOFF POL, L.W., LETTINGA, G. **Biotechnological treatment of sulfate-rich wastewaters.** Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v. 28, n. 1, p. 41-88, 1998.

MORET, A., RUBIO, J. **Sulphate and molybdate ions uptake by chitin-based shrimp shells.** Minerals Engineering, v. 16, p. 715-722, 2003