

Tratamento de efluentes com elevado teor de sulfatos

Faesa Cristina Fernandes Bastos

1. INTRODUÇÃO

Os íons sulfato são largamente distribuídos na natureza e podem estar presentes em águas naturais e em minerais, tais como mirabilita, tenardita, barita entre outros (APHA, 1985). A presença de alto teor de sulfatos na água pode causar gosto amargo e provocar diarreia e desidratação tanto no homem quanto nos animais. Problemas de corrosão em encanamentos na rede coletora também são frequentes devido à presença de altos níveis de sulfatos na água. As características dos efluentes industriais dependem das matérias primas, das águas de abastecimento e do processo industrial sendo que a concentração dos poluentes é função das perdas no processo ou pelo consumo de água (GIORDANO, 2004). No processo em estudo, o efluente é proveniente da produção de ácido sulfônico, ou seja, do processo de sulfonação do Alquilbenzeno Linear, o mais importante precursor para a fabricação de tensoativos biodegradáveis para o setor de detergentes domésticos e produtos de limpeza industrial.

A reação ocorre da seguinte forma:

Após a produção do alquilbenzeno linear sulfonado - LAS (ácido sulfônico), nas tubulações do processo pode haver interferência de ácido sulfúrico residual, então procede-se a lavagem destas tubulações com solução de hidróxido de sódio. Esta água de lavagem caracteriza o efluente em estudo. Tabela 1-Dados Químicos do efluente estudado: Parâmetros Resultado

pH	11,90
Sulfatos	20.110mg/L
Óleos e Graxas	26,5mg/L
ABS (detergentes)	10,4mg/L
DQO	3.085mg/L
DBO	160,0mg/L

Os tratamentos de efluentes com alto teor de sulfatos se dividem em três tipos principais: físico-químico através de coagulantes, por precipitação química de sulfatos e tratamento biológico anaeróbico. O tratamento físico-químico consiste na remoção de sólidos em suspensão de através da adição de produtos químicos, formando compostos insolúveis e, conseqüentemente, passíveis de serem removidos por processos físicos de separação. Os processos físicos envolvidos são "peneiramento, filtração, gradeamento, flotação ou outros meios de separação física" (KUNZ, PERALTA-ZAMORA, 2002). Os processos de tratamentos químicos ocorrem por meio de reações químicas que removem poluentes ou facilitam um tratamento posterior do efluente. Alguns processos de tratamento químico são: clarificação, precipitação, redução de íons, oxidação por ozônio, adsorção e troca iônica. (KUNZ, PERALTA-ZAMORA, 2002; ALMEIDA, ASSALIN, DURÁN, 2004). Os processos químicos para tratamento de efluentes envolvem frequentemente dois processos: Coagulação: o efluente recebe dosagens, sob forte agitação, de coagulantes que são substâncias com a função de desestabilizar e aglomerar (juntar) partículas sólidas que se encontram no líquido. Floculação: o efluente recebe dosagens de polieletrólito (polímeros ou taninos) e, sob agitação lenta, proporciona que as partículas sólidas se aglutinarem em flocos maiores, facilitando a remoção das mesmas do meio líquido. O tratamento através de precipitação química pode ser feito com "a utilização de sais de Bário e Chumbo... porém tais processos ainda não são considerados economicamente atraentes. A precipitação química pela adição de sais de Bário, Chumbo e Cálcio, é uma alternativa, principalmente se aplicada ao tratamento de efluentes com alto teor de sulfato. Neste caso, os custos para separação e disposição apropriada dos grandes volumes de lodo gerado, bem como a toxicidade dos resíduos, deverão ser observados" (NUNES, D.G. et al, 2003). Outro método de precipitação química que tem

apresentado resultados positivos é o da precipitação do sulfato em solução na forma do mineral Etringita, com fórmula química $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$. O resultado alcançado em estudos feitos pela UFRGS reduziu em até 97% a concentração do íon sulfato. O tratamento biológico anaeróbico também tem sido utilizado para remoção de íons sulfato. O sulfato é utilizado por microorganismos redutores de sulfato na geração dos íons sulfeto S^{2-} em solução tendo consequentemente a precipitação de íons metálicos como sulfetos insolúveis no lodo e a redução de matéria orgânica e sulfato no efluente. O objetivo deste trabalho é comparar os resultados dos tratamentos de efluentes industriais com alto teor de sulfato tendo como efluente em estudo a água de processo de sulfonação proveniente da fabricação do ácido sulfônico.

2. METODOLOGIA: A metodologia utilizada neste trabalho é avaliar baseado em revisão bibliográfica qual o método mais eficiente para remoção de sulfatos em tão alta concentração como no efluente de sulfonação. Primeiramente, avaliou-se o método de tratamento físico-químico no qual ocorre a precipitação química pela adição de sais de bário, chumbo e cálcio antes do tratamento convencional. Neutralização e precipitação com cal, oxidação com peróxido, osmose reversa, adsorção e troca iônica e muitas têm se mostrado economicamente inviáveis ou tecnicamente deficientes, de tal modo que não têm sido utilizadas em tratamento de efluentes industriais. A elevação do pH do efluente com cal “promove a precipitação da Gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) contaminada com hidróxidos de metais pesados e, devido a alta solubilidade da Gipsita, a concentração residual de íons sulfato é quase sempre da ordem de 1400 - 1600 mg/L.” (NUNES et.al.2004). Portanto, o método físico-químico não atinge o limite padrão de liberação de sulfato que seria de 1.000mg/L de sulfato. Depois avaliou-se a utilização de processo biológico de remoção de sulfatos (SO_4^{2-}) pela via anaeróbia através do tratamento em um reator biológico. O sistema elaborado pelo engenheiro químico Arnaldo Sarti da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) utiliza uma unidade contendo carvão mineral e microorganismos aderidos com características biológicas específicas para a redução de sulfato a sulfeto (H_2S). O processo biológico faz a remoção do sulfato, transformando-o em sulfeto, em um reator de batelada equipado com carvão mineral. “Para fazer a ativação ou inoculação do sistema, utilizou-se lodo biológico da estação de tratamento de esgoto da EESC, para fazer a introdução dos microorganismos”, explica o engenheiro. Durante dez dias, foi feita a recirculação do líquido e microorganismos para adesão dos mesmos ao carvão. “O efluente com sulfato é diluído em esgoto doméstico para se obter uma concentração que possa ser reduzida pelo sistema, de até 3.000 miligramas (mg) por litro”. Ao mesmo tempo, é feita a adição de etanol, que serve como fonte orgânica para a redução do sulfato. “Em 48 horas, é possível reduzir o teor de sulfato de 3 mil mg para 2 a 3 mg por litro”, conta Sarti. “Nos testes, conseguiu-se 92% de remoção dos sulfatos.” (SARTI, et.al. 2008). Portanto, este método pode necessariamente não atender ao efluente em estudo, pois o efluente de sulfonação apresenta concentração de sulfato por volta de 20.000mg/L. No processo de precipitação química do sulfato como mineral etringita, adiciona-se ao efluente “íons Cálcio e Alumínio em concentrações variadas a partir da concentração estequiométrica para formação do mineral. Para tanto, utiliza-se Hidróxido de Cálcio e Cloreto de Alumínio de pureza analítica.” (NUNES, et.al.2004). Com a finalidade de verificar a influência do pH na precipitação da etringita, foram realizados testes de precipitação de sulfato, com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e AlCl_3 , em condição de pH controlada. Os reagentes foram adicionados em concentrações variadas em função da relação estequiométrica para a formação total ou parcial da etringita. “Os resultados mostraram a viabilidade técnica, em escala de laboratório, da remoção de íons sulfato, por precipitação química com sais de alumínio e $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Os resultados obtidos, em termos de remoção de íons sulfato foram, em condições otimizadas de pH e concentração de íons Ca^{+2} e Al^{+3} , superiores a 95% independente do tipo de efluente, sintético ou industrial.” (NUNES, et.al.2004).

3.0. CONCLUSÃO: Analisando os três tipos de tratamento para redução de sulfato, conclui-se que o método que mais se mostrou eficiente para o efluente de sulfonação foi o da precipitação do mineral etringita, pois foi o único método que alcançou resultado em altos níveis de concentração

de sulfato independente da origem do efluente. Pretende-se agora, avaliar a viabilidade econômica e operacional para tratamento do efluente em questão para escolher qual tratamento é mais viável em todas as esferas: ambiental, técnica e econômica.

4.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALMEIDA, Edna; ASSALIN, Márcia Regina; DURÁN, Nelson. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. Química Nova vol.27, no.5. São Paulo. 2004
APHA. - Standart Methods For The Examination Of Water And Wastewater.16ed.Washigton, 1985.1268p

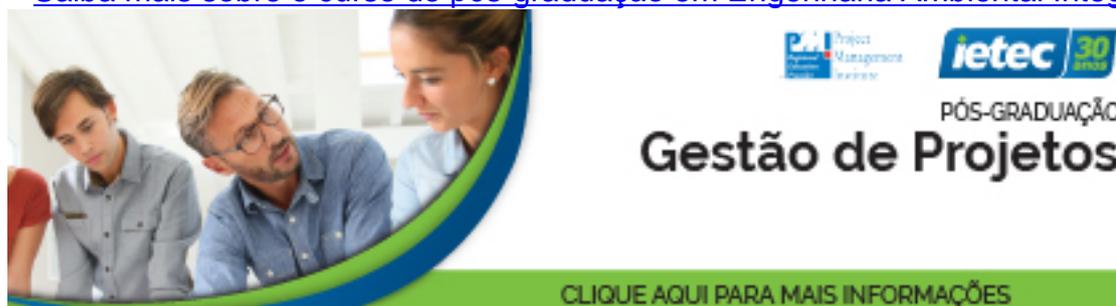
GIORDANO, Gandhi, Tratamento e Controle de Efluentes Industriais, Rio de Janeiro, RJ, p. 5-6, 2004.

KUNZ, Airton; PERALTA-ZAMORA, Patricio; DURÁN, Nelson. Novas Tendências No Tratamento De Efluentes Têxteis. Química Nova, vol.25 no.1, São Paulo, 2002.

NUNES, D.G. et al, Remoção De Íons Sulfato de Águas de Drenagem Ácida de Carvão Por Precipitação Química. 2003. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2010.

SARTI, A. et.al.Remoção de Sulfato de Água Residuária Industrial Utilizando Reator Anaeróbio de Leito Fixo Operado em Bateladas Seqüenciais. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol.13 - Nº 1 - jan/mar 2008, 15-22.

[Saiba mais sobre o curso de pós-graduação em Engenharia Ambiental Integrada, clicando aqui.](#)



 **iETEC** 30 anos
PÓS-GRADUAÇÃO
Gestão de Projetos
CLIQUE AQUI PARA MAIS INFORMAÇÕES