

TRATAMENTO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA: CARACTERIZAÇÃO E BIOATIVÇÃO DE LODO ANAERÓBIO EM REATOR UASB

Tatiane Franco Machado

Aluna de Graduação de Eng. de Bioprocessos, 4º período, UFRJ,
Período PIBIC/CETEM: Agosto de 2011 a Agosto de 2012,
tatianefranco91@gmail.com

Claudia Affonso Barros

Orientadora, Química, M.Sc.
cbarros@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A drenagem ácida de mina (DAM) é reconhecida como problema ambiental decorrente da atividade de mineração. Tal efluente consiste em uma solução ácida que atua como lixiviante dos minerais presentes, cuja origem está associada a oxidação dos minerais sulfetados quando expostos ao oxigênio atmosférico em presença de água, disseminando em solução íons metálicos e sulfato (THOMAS; HERMAN 1994). O tratamento físico-químico é o mais utilizado para DAM, porém os custos operacionais são altos e a eficiência na remoção não atende aos parâmetros permitidos por lei.

Desta forma, a redução biológica vem sendo utilizada, oferecendo baixo custo e eficiência. Esse método utiliza bactérias redutoras de sulfato (BRS), microrganismos que realizam a redução desassimilativa do íon sulfato, na qual este íon atua como acceptor final de elétrons, formando normalmente H_2S livre (OLIVEIRA, 2007).

Muitos estudos têm sido realizados propondo a utilização de sulfeto gerado biologicamente, a partir da redução de sulfato pelas BRS, para remover metais pesados presentes em diversos tipos de efluentes da indústria minero-metalúrgica (GONÇALVES, 2001)

Para ter sucesso no processo anaeróbio deve-se ter uma massa bacteriana bem adaptada com elevada atividade metabólica, o que faz da bioativação no biorreator uma etapa muito importante (CHERNICHARO, 2007).

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é a remoção de sulfato e manganês, presentes em excesso nos efluentes das drenagens ácidas de minas (DAM), decorrentes da exposição dos estéreis e rejeitos da mineração do carvão na região carbonífera de Criciúma (SC).

O objetivo específico visa o tratamento de um efluente de mineração sintético através do processo anaeróbio, principalmente as bactérias redutoras de sulfato (BRS), utilizando biorreator tipo UASB, visando primeiramente a caracterização e bioativação do lodo anaeróbio utilizado.

3. METODOLOGIA

O sistema de tratamento biológico utilizado foi um reator de fluxo ascendente com leito de lodo (UASB), com capacidade de 10L, sendo composto com os seguintes componentes: tanque de

alimentação, bomba peristáltica e um sistema de coleta de biogás (gasômetro). O reator foi inoculado (parte inferior do biorreator UASB) com 5,6 litros de lodo anaeróbio, procedente do Centro Experimental de Tratamento de Esgotos da UFRJ (CETE/UFRJ).

Na pré-operação e adaptação do lodo, o monitoramento do processo de digestão anaeróbia foi realizado em 54 dias, com os seguintes parâmetros realizados: controle de vazão de alimentação (em média 10 ml/min) e tempo de retenção hidráulica (TRH) do biorreator (em média 17h); contagem de bactérias redutoras de sulfato (BRS), determinação sólidos voláteis totais (SVT) no lodo anaeróbio; medidas de pH, Eh e alcalinidade, e determinação de DQO total e sulfato, no afluente e efluente.

Nessa primeira etapa, optou-se pela utilização do lactato de sódio (1,65mL/L), como fonte de energia; sulfato (1g/L), na forma de sulfato de sódio; e macronutrientes necessários ao desenvolvimento do inoculo, como uréia e ácido orto-fosfórico, fontes de nitrogênio (5,25mg/L) e fósforo (0,21mg/L), respectivamente.

A estimativa da população de bactérias redutoras de sulfato (BRS) foi realizada no início do processo, empregando-se o método do Numero Mais Provável (NMP) e como meio de cultivo utilizado, meio Postgate semi-sólido.

A determinação da DQO, do pH, Eh, alcalinidade total, SST, SSV e concentração de íons sulfato em solução, tanto do afluente como do efluente e foi aplicada a metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Para medidas de pH e Eh foi utilizado um medidor ANALION, modelo PM608, com eletrodo combinado ANALION, numero, K9461. Para determinação da DQO foi utilizado um espectrofotômetro SMARTSPECTRO – LA MOTTE, Todas as determinações desses parâmetros foram realizados em média 2 vezes por semana.

Paralelamente à pré-operação e ao monitoramento inicial da adaptação do lodo, estão sendo implementadas metodologias analíticas como: atividade metanogênica específica e acidez volátil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – Caracterização do lodo anaeróbio

Na tabela 1 pode-se observar os resultados dos parâmetros avaliados na caracterização do lodo, indicando que o lodo coletado possui características físico-químicas adequadas à inoculação e condução do processo de tratamento. O pH do lodo caracteriza-se como favorável para a existência de bactérias anaeróbias incluindo as bactérias redutoras de sulfato (BRS), como evidenciado na contagem microbiana.

Tabela 1. Caracterização inicial do lodo anaeróbio coletado na CETE/UFRJ.

	Lodo Anaeróbio (T = 0)
pH	7,35
Eh (mV)	-0,37
SVT	69%
Bactérias Redutoras de Sulfato (BRS)	T = 10 ⁶ NMP/mL

T = 0 – entrada do lodo anaeróbico no Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) – Novembro de 2011.

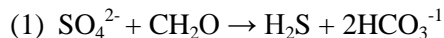
Para um bom desempenho de bactérias anaeróbias, incluindo as BRS, o meio deve estar anóxico, o que foi observado em parte pois o valor de Eh encontrado se encontrava abaixo da faixa ideal de cultivo.

A análise de sólidos voláteis totais (SVT), avalia a quantidade de sólidos orgânicos presentes no lodo, ou seja, a quantidade de biomassa (massa de material celular) presentes nos reatores mostrando que o lodo utilizado possui 69% (p/p) de massa microbiana.

4.2 Monitoramento da Bioativação

A etapa da bioativação consiste no estímulo do crescimento do consórcio de BRS e o aumento de sua densidade em um curto período de tempo (GONÇALVES, 2001), incluindo a adaptação do inóculo à concentração de sulfato e à fonte de carbono/energia empregada. Esta etapa foi avaliada inicialmente, somente através do consumo de matéria orgânica (DQO). A redução de sulfato presente no afluente está sendo determinada e até a finalização deste trabalho não foi concluída.

Para o monitoramento foram avaliados como condições experimentais, tanto para o afluente como para o efluente, os parâmetros de Eh, pH e alcalinidade total, cujos valores estão expostos na tabela 2. A média do pH no efluente foi superior ao afluente, que pode ser explicado pela neutralização da acidez gerada durante a decomposição da matéria orgânica pelas bactérias hidrolíticas fermentativas. A neutralização do meio pode ser decorrente da formação de bicarbonato a partir da redução do sulfato pelas BRS, de acordo com a reação (1), explicando também a alta alcalinidade do efluente (Gonçalves, 2001).



Onde: "CH₂O"- representa compostos orgânicos simples

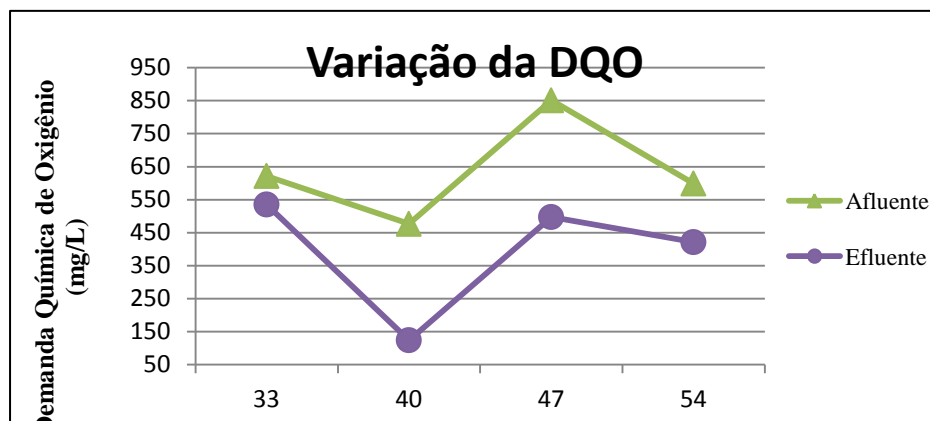
Tabela 2. Valores médios das condições experimentais realizadas no período do tratamento (47 dias).

	Afluente	Efluente
pH	7,3	8,7
Eh	91	-335
Alcalinidade	104	384

Pode-se verificar no figura 1, os valores de DQO tanto do afluente quanto do efluente, apenas nos últimos 21 dias de monitoramento, por causa da interrupção do processo após a 1ª semana, devido a problemas técnicos, sendo retomado o mesmo após 3 semanas, no 33º dia. É possível observar uma diferença significativa nas concentrações da DQO do afluente e efluente, ao longo período. Tal remoção indica a diminuição de compostos orgânicos no efluente, evidenciando a eficácia da operação em termos de consumo de matéria orgânica. A remoção de DQO mostrou-se efetiva pelo fato das condições experimentais do meio serem favoráveis à atividade das bactérias anaeróbias presentes no lodo, ou seja, com pH acima de 5,5; valor do potencial de oxi-redução (Eh) menor que

-100mV, pois ambos os fatores podem limitar o tratamento da DAM (ALMEIDA, 2005); e a utilização de lactato de sódio como substrato.

Figura 1. Valores das concentrações de DQO



5. CONCLUSÃO

Face ao exposto, foi possível obter a caracterização do lodo e o resultado do processo de bioativação, que durante um período de 54 dias ficou dentro das expectativas. Esses resultados prévios indicam um lodo compatível para esse tipo de tratamento, obtendo um desempenho eficaz em sua bioativação, observado na redução média de 27 % de DQO.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço a oportunidade de bolsa concedida pelo CNPq por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC, além de todo o pessoal do CETEM que colaborou na execução do trabalho, em especial, Claudia Affonso que me orientou durante o projeto, ao bolsista Max William pelo companheirismo e a técnica Grace pelo suporte.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. K. **Detecção de bactérias Redutoras de Sulfato em efluente e sedimento de mina de Urânio**. Centro de desenvolvimento da tecnologia nuclear, belo Horizonte, 2005.
- CHERNICHARO, C. A. L **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Reatores anaeróbios**. UFMG, Segrac, Belo Horizonte, volume 5, 2. ed. 246p., 1997.
- THOMAS, V.D.; Herrmann, J.G. **Focusing on the problem of mining wastes an Introduction to Acid Mine Drainage**. EPA/ 625/ R-95/007, USA, Sacramento, 1994.
- GONÇALVES, M. M. M. **Remoção de metais pesados de efluentes em biorreator anaeróbio empregando fontes de carbono alternativas**. 163p., 2001 Tese de Doutorado. Programa de Engenharia Química COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, F. R. **Uso de Bactérias Redutoras de Sulfato no tratamento de efluentes contendo sulfato e metais**. In: XV Jornada de Iniciação Científica. CETEM/MCT, 2007.