

## X-001 – CONTROLE DE ODOR EM SISTEMAS ANAERÓBIOS

**Helvécio Carvalho Sena**

Sabesp, São Paulo/SP, Brasil – hcsena@sabesp.com.br

**Wesley Arradi**

Sabesp, São Manuel/SP, Brasil

### RESUMO

No Brasil existe uma grande quantidade de sistemas de tratamento com base na anaerobiose. Porém, via de regra, este processo produz compostos que geram mau cheiro como o sulfeto de hidrogênio.

Esta característica levanta dúvidas quanto à eficiência do processo, pois existem diversas ações impetradas por órgãos de fiscalização, pelo Ministério Público e pelas prefeituras para eliminar o incômodo causado por esse tipo de tratamento.

Na cidade de São Manuel, com 40.000 habitantes, todo o esgoto coletado é tratado em uma lagoa facultativa e, devido ao desprendimento de sulfeto de hidrogênio, havia reclamações da população mais próxima à unidade de tratamento o que não é desejável para qualquer companhia de saneamento, posto que tais reclamações podem resultar em sanções legais.

A insatisfação da população devido ao odor de um sistema de tratamento de esgotos é comum em várias partes do mundo. Neste contexto, citamos o ocorrido em torno da unidade de tratamento Eugene-Springfield Regional Water Pollution Control Facility, Oregon/EUA (WOLSTENHOLME, 2013), que teve de implantar um programa que identificou e eliminou as fontes de odor para manter um bom relacionamento com a população vizinha.

O presente trabalho visa demonstrar que é possível controlar a emissão de sulfeto em um sistema de tratamento por lagoas anaeróbias com a aplicação de produtos químicos. Porém, como se trata de uma operação delicada, é necessário um controle rigoroso para não inibir o processo de tratamento.

O controle do sulfeto de hidrogênio (odor) foi realizado em duas etapas: a primeira com a aplicação de peróxido de hidrogênio que teve o papel de oxidar o sulfeto de hidrogênio à sulfato reduzindo as reclamações rapidamente e a segunda, com a aplicação de nitrato de cálcio para o desenvolvimento de bactérias nitrato redutoras/sulfeto oxidativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sulfeto de hidrogênio, Controle de Odor, Nitrato de Cálcio, Tratamento anaeróbio.

### METODOLOGIA

Na cidade de São Manuel o tratamento de esgotos é realizado através de lagoas de estabilização, mais especificamente do tipo australiano.

Neste processo, parte da carga orgânica é reduzida através de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa.

Nessas lagoas são tratados 17.280 m<sup>3</sup> de esgotos por dia com uma elevada eficiência de remoção de demanda bioquímica de oxigênio igual a 92%.

Porém, devido ao processo anaeróbio há desprendimento de gás sulfídrico para a atmosfera e, conseqüentemente, há reclamações por parte da população. O processo anaeróbio é um processo bioquímico complexo (FOREST et al., 1999 apud TRUPPEL, 2002) que envolve pelo menos quatro etapas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese.

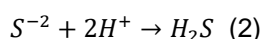
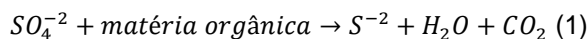
Para que a etapa da metanogênese ocorra satisfatoriamente é necessário o controle de pH do meio, sendo que as condições ótimas se situam entre valores de pH de 6,6 até 7,6.

Uma fase que normalmente não é citada é a sulfetogênese que se desenvolve na presença de sulfato (CHERNICHARO, 1997 apud SENA, 2001; FOREST et al, 1999 apud TRUPPEL, 2002). Nesta etapa, as bactérias crescem por meio do catabolismo oxidativo.

Na sulfetogênese, os compostos à base de enxofre são utilizados como aceptores de elétrons e as bactérias responsáveis são anaeróbias estritas e sulforredutoras. Estas competem com as bactérias fermentativas, acetogênicas e metanogênicas por substratos disponíveis.

A redução do sulfato é termodinamicamente mais favorável e, na competição pelo substrato, há um aumento na remoção de DQO (SORENSEN, J., 1981 apud CHOI e RIM, 1991).

Apesar de haver maior eficiência na remoção de matéria orgânica, no processo de sulfetogênese é produzido o sulfeto de hidrogênio que é desprendido para a atmosfera conforme demonstrado nas equações 1 e 2.



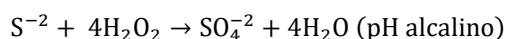
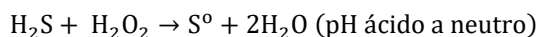
As reclamações resultam ainda da percepção de odor que no caso do gás sulfídrico é extremamente baixo:

- 0,00047 ppm (METCALF & EDDY, 1991)
- 0,002 a 0,1 ppm (BONIN et. al., 1992 apud FILHO et. al., 1999)

A fim de eliminar o sulfeto de hidrogênio gerado no processo, foram aplicados dois produtos químicos na lagoa de tratamento da cidade de São Manuel:

- 1) peróxido de hidrogênio e
- 2) nitrato de cálcio.

O peróxido de hidrogênio é um oxidante forte e de rápido consumo, liberando oxigênio e oxidando o sulfeto a sulfato ou a enxofre elementar, dependendo do pH da reação.



O sulfato formado irá contribuir com o processo de sulfetogênese, causando maior liberação de sulfeto e aumentando as reclamações.

Em primeira análise, a paralisação da dosagem de peróxido de hidrogênio seria adequada, porém como a reação de oxidação é muito rápida, a dosagem seria benéfica para reduzir prontamente o sulfeto de hidrogênio existente na lagoa e que estava sendo liberado de maneira contínua.

Assim, neste caso, dosamos continuamente o peróxido de hidrogênio para e eliminar o sulfeto de hidrogênio o mais rápido possível, reduzindo sensivelmente as reclamações e, ao mesmo tempo, dosamos nitrato de cálcio a uma concentração de 50%.

Para calcular a dosagem de nitrato de cálcio, foi necessário determinar a concentração de sulfeto de hidrogênio na lagoa anaeróbia, principalmente no lodo depositado no fundo desta.

Cada lagoa anaeróbia possui as características abaixo:

- volume de 10.000 m<sup>3</sup>;
- concentração de 100 mg H<sub>2</sub>S por litro;
- manto de lodo com altura aproximada de 2 m;
- lodo com densidade de 1.030 kg/m<sup>3</sup>.

Portanto, teremos uma carga total de 1.061 kg de sulfeto de hidrogênio.

Considerando uma taxa de remoção de 24 g de sulfeto de hidrogênio por quilo de nitrato de cálcio aplicado (24gH<sub>2</sub>S/kgCa(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), deverão ser aplicados 36.945 kg de nitrato de cálcio por mês.

No cálculo acima considerou-se uma remoção de 3% de sulfeto por dia, pois a dosagem excessiva de nitrato de cálcio poderia resultar no colapso do processo anaeróbio devido ao excesso de nitrito.

A dosagem de nitrato de cálcio foi contínua na vazão de 33 L/h com o intuito principal de fomentar o desenvolvimento de bactérias nitrato redutoras/sulfeto oxidantes, como as *thiomicrospira denitrificans*, *thiomicrospira sp*, *thiobacillus denitrificans* e *arcobacter*

A dosagem é realizada na elevatória final, conforme demonstrado através da Figura 1.

Pesquisas recentes demonstram que há bactérias redutoras de nitrato que são capazes de oxidar sulfeto. Há, também, algumas espécies de bactérias redutoras de sulfato que utilizam o nitrato ou nitrito como aceptores finais de elétrons. Sendo assim, esses tipos de bactérias auxiliam a redução de sulfeto no sistema (VOORDOUW, 2008; HUBERT, VOORDOUW, 2007; GARCIA-DE-LOMAS et al, 2007; GREENE et al, 2003; ENERGY INSTITUTE, 2003 apud SOUSA, 2009)

O monitoramento da concentração de sulfeto de hidrogênio é realizado no próprio ar atmosférico com equipamento automático que envia os dados para uma central, conforme demonstrado na Figura 2. Esses dados podem ser acessados em qualquer local com acesso à internet.



Figura 1 - Ponto de dosagem de nitrato de cálcio - EEE Final



Figura 2 - Analisador da concentração de sulfeto de hidrogênio

Para determinar mais precisamente a concentração de sulfeto de hidrogênio, analisador automático foi instalado no centro da lagoa anaeróbia com o auxílio do dispositivo demonstrado através da Figura 3.

Trata-se de uma boia na qual o equipamento de medição fica protegido das intempéries.



**Figura 3 - Analisador de sulfeto de hidrogênio dentro do dispositivo de proteção**

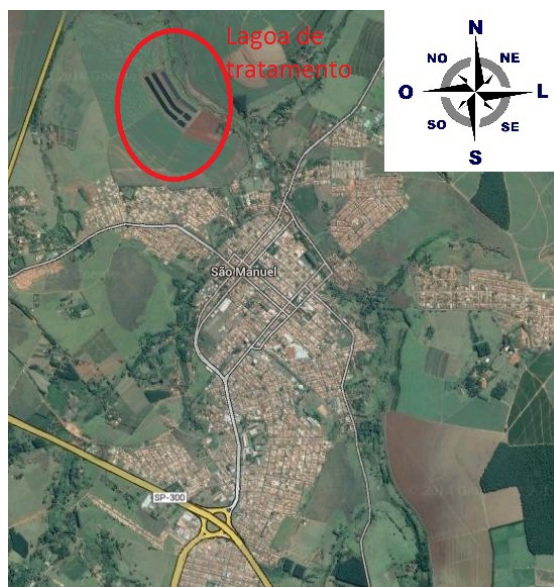
A análise da concentração de sulfeto de hidrogênio na atmosfera é importante, pois pode ser utilizada para comprovar a eficiência no abatimento de sulfeto no meio líquido.

Os resultados analíticos obtidos pelo monitoramento contínuo podem ser utilizados para balizar a redução ou o aumento da dosagem de nitrato de cálcio. Porém, como o aumento das dosagens poderá causar um desequilíbrio ao processo biológico propiciando o excesso de ácidos voláteis e de emissões de odor, é fundamental que se realizem análises da concentração de sulfeto de hidrogênio no meio aquoso.

## RESULTADOS

A percepção de odor é variável e dependente das condições climáticas e da sensibilidade da população.

A equipe da operação da Sabesp (companhia responsável pelo sistema de tratamento de esgotos da cidade) relata haver reclamações quando o vento sopra predominantemente de norte (N) e noroeste (NO), conforme demonstrado através da Figura 4.



**Figura 4 - ETE São Manuel em relação à rosa dos ventos**

A geração de sulfeto de hidrogênio no sistema de coleta de esgotos não foi significativa em termos de reclamações, devido à distância entre a elevatória final e o ponto onde haveria percepção de odores que, por sua vez, está muito longe da lagoa anaeróbia de tratamento.

O monitoramento do esgoto afluyente à unidade demonstrou, ainda, uma concentração significativa de sulfato que contribuiu para o desenvolvimento da 5ª etapa do processo anaeróbio, ou seja, a sulfetogênese.

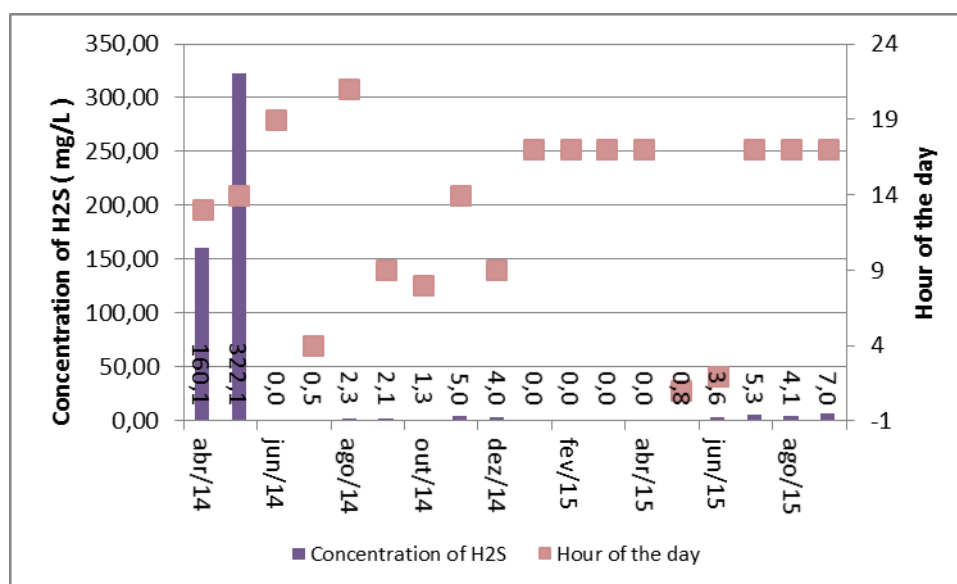
Como a região é caracterizada por altas temperaturas, a atividade microbiológica anaeróbia é favorecida.

A adição de peróxido de hidrogênio e nitrato de cálcio surtiu efeito no controle da produção e, conseqüentemente, na liberação de sulfeto de hidrogênio para a atmosfera.

A Figura 5 mostra que no início do trabalho a concentração de gás sulfídrico liberado para a atmosfera atingia concentrações superiores à 300 mg/L sendo rapidamente reduzido a zero.

Ajustou-se a dosagem de nitrato de cálcio para que houvesse redução dos custos do controle de odor, sem que houvesse novas reclamações.

Isto foi possível, pois a distância entre a lagoa de tratamento e a residência mais próxima é de aproximadamente 700 m. Sendo assim, concentrações de 7 ppm de sulfeto na atmosfera não são suficientes para haver percepção do odor pelos moradores mais próximos à unidade de tratamento de esgotos.



**Figura 5 - Monitoramento da concentração de sulfeto de hidrogênio na atmosfera**

## CONCLUSÕES

Para controlar a emissão de odor em um sistema de tratamento anaeróbio é fundamental que se determine a concentração de sulfeto de hidrogênio no lodo depositado no fundo da lagoa.

Será necessário estimar a produção de sulfeto de hidrogênio produzido no sistema anaeróbio de acordo com a temperatura e o tempo de detenção.

Com as informações acima é possível estimar a quantidade de nitrato de cálcio a ser dosado para controlar a emissão de sulfeto de hidrogênio para a atmosfera, sendo que a dosagem de nitrato de cálcio deverá ser contínua. Na pesquisa conduzida na cidade de São Manuel a dosagem inicial de nitrato de cálcio foi de 39 kg por cada quilo de sulfeto de hidrogênio presente na lagoa anaeróbia. Dosagens elevadas podem levar ao colapso do processo de tratamento anaeróbio liberando ainda mais gases que possuem odor para a atmosfera.

O monitoramento da concentração de sulfeto de hidrogênio na atmosfera é uma técnica que pode ajudar a ajustar a dosagem de nitrato de cálcio

Para que se possa estimar a dosagem inicial de nitrato de cálcio, é fundamental calcular a quantidade de lodo depositado na lagoa, sendo desejável a realização de batimetria.

Recomenda-se coletar amostras de lodo da lagoa anaeróbia e avaliar a inibição da sulfetogênese através da adição de nitrato de cálcio e molibdato de cálcio.

A Figura 6, abaixo, apresenta uma sugestão de montagem do experimento.

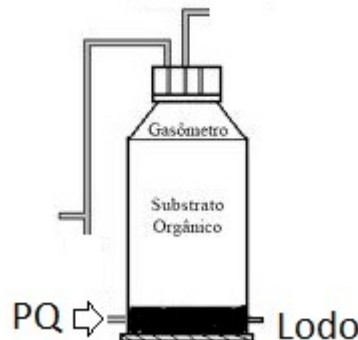


Figura 6 - Experimento de inibição da sulfetogênese (sugestão)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, H. M. (2004, Jan/Jun). Precipitação química e cloração para combate a maus odores em estações de tratamento de esgoto anaeróbias. SANARE, REVISTA TÉCNICA DA SANEPAR, 21, 19-32.
2. CHOI, E., & RIM, J. (1991). Competition and inhibition of sulfate reducers and methane producers in anaerobic treatment. WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY. V.23, Kyoto, p. 1259-1264.
3. FILHO, P. L. (1999). Odor e Desodorização de Estações de Tratamento de Efluentes Líquidos. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - ABES.
4. METCALF & EDDY. (1991). WASTEWATER ENGINEERING: TREATMENT, DISPOSAL, REUSE. 3.ed. Singapore, McGraw Hill.
5. SENA, H. (2001). INFLUÊNCIA DE ALTAS CONCENTRAÇÕES DE SULFATO NO TRATAMENTO DE ESGOTO PELO PROCESSO DE LODOS ATIVADOS CONVENCIONAL. São Paulo: Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 248p.
6. SENA, H. (2013). Impacts of odors in the sewer system and control through application of chemicals in the state of São Paulo - Brazil. BIOTECHNIQUES FOR AIR POLLUTION CONTROL & BIOENERGY, September 10 – 13th, 2013, Nîmes, France.
7. SOUSA, K. A. (2009). AVALIAÇÃO DA BIOGÊNESE DE SULFETO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE BACTÉRIAS REDUTORAS DE NITRATO, BACTÉRIAS REDUTORAS DE SULFATO E NITRATO. Rio de Janeiro/RJ: 141 p. Tese (Doutorado). Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
8. SUBTIL, E. (2007). AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DE SULFATO E PRODUÇÃO DE SULFETO DISSOLVIDO EM REATOR ANAERÓBIO DE MANTA DE LODO (UASB) TRATANDO ESGOTO SANITÁRIO EM ESCALA REAL. ESPIRITO SANTO: Dissertação mestrado: Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. 100 f.
9. TRUPPEL, A. (2002). REDUÇÃO DE ODORES DE UMA LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO E. Florianópolis: Dissertação de Mestrado, UFSC.
10. WOLSTENHOLME, P. M. (2013). When “Green” Really isn’t Greenest: A design employing inorganic Biofilter media restores confidence and advances Biofilter Technology, While saving cost and energy. In: 5th IWA CONFERENCE ON ODOR AND AIR EMISSIONS. San Francisco/EUA.