

## IV-BELLI-BRASIL-1

### REMOÇÃO DE H<sub>2</sub>S ATRAVÉS DE BIOFILTRAÇÃO NA ETE DO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC

#### **PAULO BELLI FILHO** <sup>(1)</sup>

Eng. Sanitarista - UFSC. Professor da Universidade Federal de Santa Catarina (ENS). Mestre em Hidráulica e Saneamento (Escola de Engenharia de São Carlos – SP). Doutor em Química Industrial e Ambiental (Université de Rennes I, U.R.I., França).

#### **FLAVIA ANDREA DA SILVA CABRAL** <sup>(1)</sup>

Eng. Sanitarista - UFPA. Mestre em Engenharia Ambiental (USC - Florianópolis). Doutorando em Engenharia Ambiental – UFSC.

#### **HENRIQUE DE MELO LISBOA**

Professor Dr. do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil.

#### **ANTONIO WILLEMANN**

Administrador, Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE de Orleans, Santa Catarina, Brasil.

**Endereço de Contato (1):** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campus Universitário, Trindade, cep 88110-970, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, tel: (48) 3331 9794, Email:flavia\_asc@yahoo.com.br

#### **RESUMO**

A emissão de odores provenientes de ETE's tem se tornado um dos principais motivos de reclamações públicas. Com o objetivo de resolver os problemas de emanção desses odores, causados pelo tipo de processo de tratamento, instalou-se um biofiltro em escala real na Estação de Tratamento de Esgoto do SAMAE de Orleans. A eficiência do biofiltro será avaliada através de análises químicas, quantificando o gás sulfídrico, e olfatométricas tomando como parâmetros a concentração que é obtida através do olfatômetro ODILE® e expressa em UO.m<sup>-3</sup>; intensidade, utilizando a escala de referencia de 1-butanol e a hedonicidade que é realizada através do preenchimento de uma ficha contendo figuras que representam o nível de agrado ou desagrado a um odor. Todas essas análises utilizam o sentido olfativo do ser humano. Tanto as análises químicas quanto as olfatométricas apresentam eficiências de até 95%. As concentrações de gás sulfídrico quantificadas através da análise gravimétrica (são concentrações médias, apresentando variações de 5,032 a 0,382 mg.m<sup>-3</sup>, para a entrada, e 1,0 mg.m<sup>-3</sup> até próximo de zero para a saída do Biofiltro, obtendo-se uma eficiência maior que 90%. Para as análises olfatométricas as concentrações, na entrada do Biofiltro, são da ordem de grandeza de 40.000 UO/m<sup>3</sup> com uma intensidade odorante muito forte e um nível hedônico extremamente incomodante e 242 UO/m<sup>3</sup> na saída, com uma intensidade fraca e sem incômodo. Com relação as análises olfatométricas não só a concentração mas a intensidade e a hedonicidade apresentam resultados que mostram a acentuada diminuição dos inconvenientes odorantes.

Palavras-chave: odor, análise olfatométrica, biofiltro, gás sulfídrico.

## **INTRODUÇÃO**

A emissão de odores provenientes de ETE's tem se tornado um dos principais motivos de reclamações públicas. Em geral o odor é causado por uma mistura complexa de várias substâncias orgânicas e inorgânicas que são produzidas como resultado da atividade biológica na decomposição da matéria orgânica contendo enxofre, nitrogênio, fenóis, aldeídos, álcoois, ácidos graxos e principalmente pela redução de sulfatos e sulfetos, também em anaerobiose.

Apesar do enxofre ser um dos elementos essenciais aos seres vivos, sua presença nos esgotos especialmente na forma de gás sulfídrico, pode causar uma série de problemas chegando a ser letal em determinada concentração. O gás sulfídrico é formado a partir da ação de microorganismos sobre sulfatos e outros compostos a base de enxofre, que são utilizados como agentes oxidantes durante a decomposição de compostos orgânicos em condições anaeróbias.

O H<sub>2</sub>S, maior causador da geração de maus odores é facilmente liberado para a atmosfera, sendo detectado pela maioria dos indivíduos em concentrações extremamente baixas. Sua volatilização é a principal responsável por sua geração, que ocorre com maior intensidade em valores de pH inferiores a 7,0 (BOWKER et al., 1989) sua emissão se constitui num incômodo às populações vizinhas às estações de tratamento de esgotos.

Apesar dos odores estarem ligados à presença de certos compostos químicos no ar, as determinações físico-químicas não são suficientes para se conhecer as propriedades odorantes das moléculas. Em muitas situações somente a análise olfatométrica é suficiente para a avaliação dos incômodos provenientes de emissões com maus odores.

Segundo a EPA (2000), os odorantes quando inalados, interagem com o sentido do olfato e as pessoas percebem o odor. A percepção de um odor é um processo complexo. Uma demonstração disto é a variedade de conceitos comumente usados para definir odor. Para Hesketh e Cross (1989 apud CARVALHO, 2001), o odor é uma experiência sensorial. O nariz humano é um instrumento altamente sensível capaz de detectar os odores de certos compostos químicos em concentrações extremamente baixas. Prokop (1996) define os odores como resultantes das sensações de moléculas químicas de natureza diversas, que interagem com o sistema olfativo, causando impulsos que são transmitidos ao cérebro.

Distinguem-se duas famílias de métodos para medir os odores: a primeira é constituída pelos métodos físico-químicos que permitem identificar e quantificar com auxílio de instrumentos analíticos, os diferentes produtos presentes no ar odorante; a segunda são medidas sensoriais que são baseadas na resposta do sistema olfativo do ser humano, a olfatometria (LE CLOIREC, 1991).

No estudo da olfatometria, só o ser humano é capaz de dizer se uma mistura de moléculas é odorante ou não. Desta forma, a capacidade de perceber um odor varia notavelmente de um indivíduo a outro, o que confere uma subjetividade a este tipo de medida.

Dentre as várias tecnologias aplicadas ao tratamento dos odores, a biofiltração através de processo biológico merece destaque. Este tipo de tecnologia quando comparada aos métodos físicos e químicos, apresenta como vantagem o baixo custo e baixa manutenção, não apresentando necessidade de adição de produtos químicos diariamente e troca do material filtrante continuamente.

O aparato utilizado na biofiltração dos gases é chamado biofiltro. Um biofiltro consiste de um reator preenchido com material orgânico ou inorgânico, povoado de microorganismos, onde os gases odoríferos atravessam a camada filtrante através de fluxo ascendente ou descendente. O mecanismo do processo de biofiltração inclui uma combinação de adsorção, absorção e degradação microbiana. A umidade do meio filtrante fornece condições físicas e químicas apropriadas para a transferência dos contaminantes do ar na fase líquida e a biodegradação dos contaminantes na camada do biofilme (PHILIPS, 1997). O processo de biofiltração tem sido eficiente na redução dos incômodos olfativos bem como na redução das concentrações de alguns compostos odorantes.

## **OBJETIVOS**

Diagnosticar, monitorar e avaliar os odores em uma ETE e implantar em suas instalações uma unidade de biodesodorização em escala real objetivando a redução de seus incômodos olfativos e utilizar o experimento como modelo de gestão dos odores.

## METODOLOGIA

### Descrição da unidade experimental

O Biofiltro está instalado no Sul do Estado de Santa Catarina em uma Estação de Tratamento de Esgoto. A ETE em questão é composta por um sistema de lagoas de estabilização (lagoas facultativas), administrado pelo SAMAE. O sistema é composto de duas lagoas facultativas com área de 0,5 ha cada, profundidade de 1,30m e vazão média de 7 a 10 l/s. As lagoas facultativas por sua característica conceitual não emitem maus odores, porém frente a algumas condições operacionais e ambientais podem trabalhar de forma inversa emitindo odores muitas vezes desconfortáveis à quem opera o sistema ou reside próximo a estação. O Biofiltro foi construído em fibra de vidro, com diâmetro interno de 1,5 m, altura total de 2,0 m e altura do meio filtrante de 1,3 m. O material usado como meio filtrante neste estudo é a turfa sendo um material de origem vegetal do tipo húmica, semi-esponjosa, de natureza fibrosa com baixa densidade.

O gás é coletado diretamente da caixa de chegada do esgoto e direcionado através de um ventilador para o interior do Biofiltro e a eficiência do tratamento do gás é obtida através de um sistema de amostragem instalado na entrada e na saída do equipamento. A **Figura 1** ilustra o Biofiltro instalado na ETE do SAMAE de Orleans.



**FIGURA 1: Biofiltro para tratamento dos odores gerados na ETE de Orleans.**

### Metodologia de coleta e análise dos gases odorantes

De acordo com experiências práticas desenvolvidas no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC decidiu-se avaliar o  $H_2S$  como parâmetro de eficiência na redução dos odores já que esse composto é o principal causador de incômodos odorantes nos processos de tratamento de esgotos.

Para quantificar e qualificar os odores, através das análises olfatométricas, é tomado como parâmetro a concentração ( $UO.m^{-3}$ ) a intensidade e a hedonicidade dos odores. A concentração é obtida através do olfatômetro ODILE® e expressa em  $UO.m^{-3}$ , a intensidade utilizando a escala de referencia de 1-butanol (**Tabela 1**) e a hedonicidade através de uma ficha contendo figuras que representam o nível de agrado ou desagrado a um odor. Todas essas análises utilizam o sentido olfativo do ser humano.

**Tabela - Escala de diluição da solução padrão de 1-butanol.**

| 1- Butanol ( $g.l^{-1}$ ) | IO<br>(Intensidade odorante) | Níveis de intensidade |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 10                        | MF-muito forte               | 5                     |
| 1,0                       | F-forte                      | 4                     |
| 0,1                       | M-médio                      | 3                     |
| 0,01                      | f- fraco                     | 2                     |
| 0,001                     | mf- muito fraco              | 1                     |

Fonte: (AFNOR, 1993), apud Belli Filho e De Melo Lisboa, 1998

A determinação do composto de  $H_2S$  é obtido utilizando como metodologia de análise a gravimetria. Esta metodologia é, principalmente, aplicada para dosar o sulfeto de hidrogênio e as mercaptanas. Este método consiste em passar o gás através de uma solução específica de captura, no caso do  $H_2S$  a solução utilizada é o cloreto de mercúrio ( $HgCl_2$ ). A fixação do composto é obtida através do borbulhamento produzido quando o gás é passado através da solução. Após o borbulhamento e precipitação do cloreto de mercúrio, o conjunto dos produtos é quantificado sob a forma de  $H_2S$ . Na **Figura 2** observa-se primeiramente o sistema de amostragem da análise química e em seguida a coleta da amostra odorante para análise olfatométrica.



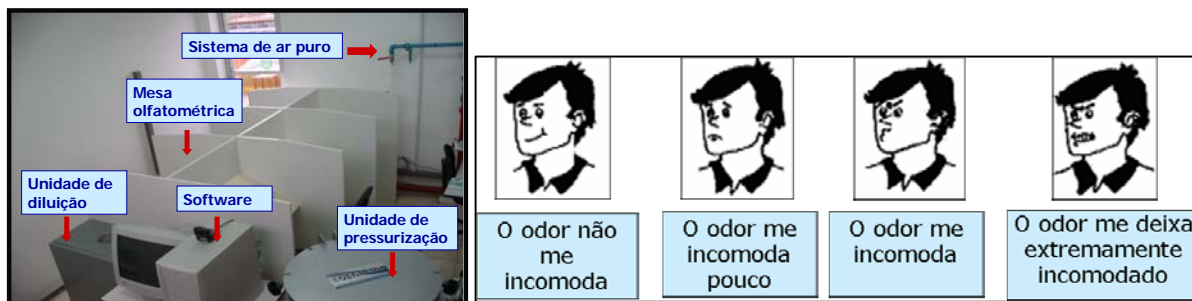
**FIGURA 2: Sistema de amostragem das análises químicas e olfatométricas.**

A **Figura 3** apresenta o processo de calibração do júri para posterior análise do saco contendo a amostra odorante. Esta metodologia é utilizada para realização das análises da Intensidade odorante e da Hedonicidade.



**FIGURA 3: Análise olfatométrica através da escala de referência do 1-Butanol e da hedonicidade**

A **Figura 4** mostra o equipamento utilizado para obtenção das concentrações odorantes e a ficha utilizada para obtenção da hedonicidade de uma amostra odorante.



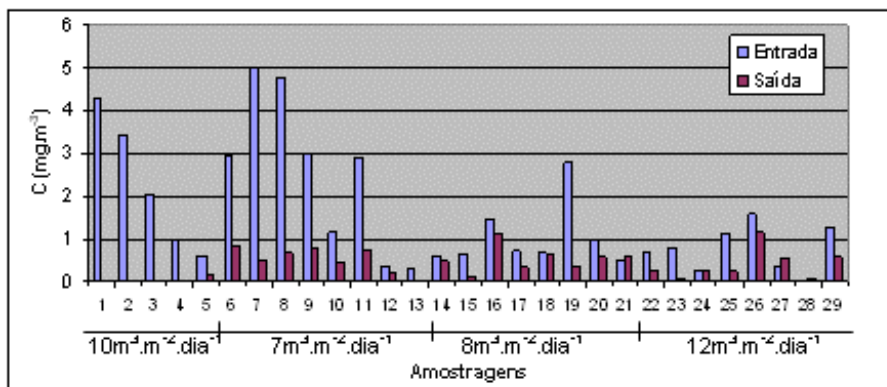
**FIGURA 4: Análise olfatométrica através do olfatômetro e da hedonicidade**

## RESULTADOS

### Análise química

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos utilizando as metodologias descritas anteriormente. Para a análise do gás sulfídrico foram realizadas vinte e nove amostragens, aplicando-se Velocidades Superficiais de Gás (VSG) de 7 a 12 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> com Tempos de Contato (TC) variando de 5 a 10 minutos. As concentrações quantificadas através da análise gravimétrica são concentrações médias, apresentando variações de 5,032 a 0,382 mg.m<sup>-3</sup>, para a entrada, e 1,0 mg.m<sup>-3</sup> até próximo de zero para a saída do Biofiltro, obtendo-se uma eficiência maior que 90%.

A **Figura 4** apresenta o gráfico gerado com as concentrações de H<sub>2</sub>S para a entrada e saída do biofiltro.



**FIGURA 4: Gráfico da concentração de H<sub>2</sub>S na entrada e saída do sistema**

Credita-se as maiores eficiências observada nas primeiras amostragens a manutenção da umidade natural do meio filtrante no início do processo. A umidade tem papel fundamental no desempenho de um processo de biofiltração. A queda da eficiência do tratamento atribui-se a dificuldade do controle de umidade em determinados períodos. Para um melhor controle, a umidade passou a ser monitorada adicionando-se uma certa quantidade de água e retirando, após algumas horas, amostras do meio filtrante para determinação do teor de umidade em laboratório. Com isso chegou-se ao volume de 18L de água adicionados ao meio filtrante a cada 4 dias. A faixa de temperatura no biofiltro varia em média de 21 a 30°C que, segundo a literatura, está dentro da faixa de temperatura para a remoção do gás sulfídrico. Segundo Zhang et al, 2002, a temperatura ótima para a biofiltração apresenta-se na faixa entre 30 e 50°C

### Análise olfatométrica

Os resultados obtidos com o olfatômetro foram gerados com base na norma ASTM E679-91 e utilizando o programa estatístico PROBIT usado exclusivamente para o tratamento estatístico dos dados da referida análise. A **Tabela 1** apresenta os resultados obtidos referentes a concentração odorante (UO.m<sup>-3</sup>), a Intensidade Odorante (IO) e a hedonicidade de cada amostra analisada.

**Tabela 1: Resumo dos resultados para as análises odorantes**

| Amostra | Entrada               |             |                | Saída                 |             |                |
|---------|-----------------------|-------------|----------------|-----------------------|-------------|----------------|
|         | (UO.m <sup>-3</sup> ) | IO          | Hedonicidade   | (UO.m <sup>-3</sup> ) | IO          | Hedonicidade   |
| 1       | 40.662                | Muito forte | Incom. Extrem. | 663                   | Fraco       | não incomoda   |
| 2       | 11.363                | Muito forte | Incom. Extrem. | 974                   | Fraco/médio | Incomoda pouco |
| 3       | 9.452                 | Muito forte | Incom. Extrem. | 242                   | Fraco       | não incomoda   |
| 4       | 8.499                 | Muito forte | Incom. Extrem. | 575                   | Fraco       | não incomoda   |
| 5       | 20.230                | Muito forte | Incom. Extrem. | 361                   | Fraco       | não incomoda   |

|    |        |             |                |       |             |                |
|----|--------|-------------|----------------|-------|-------------|----------------|
| 6  | 11.752 | Muito forte | Incom. Extrem. | 675   | Fraco/médio | Incomoda pouco |
| 7  | 24.452 | Muito forte | Incom. Extrem. | 1.654 | Médio       | Incomoda pouco |
| 8  | 33.316 | Muito forte | Incom. Extrem. | 1.378 | Médio       | Incomoda pouco |
| 9  | 21.670 | Muito forte | Incom. Extrem. | 989   | Fraco/médio | Incomoda pouco |
| 10 | 26.601 | Muito forte | Incom. Extrem. | 1.100 | Médio       | Incomoda pouco |
| 11 | 29.759 | Muito forte | Incom. Extrem. | 1.071 | Médio       | Incomoda pouco |

Observa-se que a eficiência de remoção da concentração odorante foi da ordem de 95%, e que em algumas análises chegou a uma eficiência de 98%. Fazendo a relação das três análises observa-se que na entrada, independente da ordem de grandeza das concentrações a Intensidade odorante de todas as amostras foi Muito forte correspondendo a um nível hedônico extremamente desagradável. Para a entrada, em todas as amostras, os membros do júri disseram que o nível de intensidade sentido era mais forte que o nível mais alto da escala usada como referência na comparação das intensidades odorantes. Neste caso, a intensidade odorante é atribuída ao nível máximo da escala de referência.

Para as concentrações da ordem de 1000 UO.m<sup>-3</sup> a intensidade variou de fraco a médio apresentando pouco incomodo.

### CONCLUSÕES

- A eficiência de remoção do gás sulfídrico é da ordem de 80 a 95%.
- Com relação as análises olfatométricas não só a concentração mas a intensidade e a hedonicidade apresentam resultados que mostram a diminuição dos inconvenientes odorantes,
- As diferentes respostas relatadas por cada membro dos júris, para a intensidade e hedonicidade de cada amostra, fazem com que ocorra uma variação na média dos resultados, o que reforça a aplicação dessas metodologias de análise com um maior número possível de jurados objetivando um melhor tratamento estatístico dos dados.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- AFNOR X 43-103. Qualité de l'air. Mesurage de l'odeur d'une atmosphere gazeuse. Méthode Supraliminaire, 1990.
- 2- ASTM. Designation: E 544-75 Standard Practices for Referencing Suprathreshold odor Intensity. 1997.
- 3- BELLI FILHO; DE MELO LISBOA, H. Avaliação de emissões odorantes. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, Vol. 3, n.º3, p. 101-106, 1998
- 4- BELLI FILHO, P. et al. Tratamento de odores em sistemas de esgotos sanitários. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios - PROSAB, cap. 8, 2001.
- 5- CABRAL, F. A. da S. Biofiltração para desodorização de reatores anaeróbios. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental . Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- 6- CARVALHO, C. M. Odor e biodesodorização em reatores anaeróbios. 2001. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental . Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- 7- GOSTELOW, P.; PARSONS, S.A. Sewage treatment Works odour measurement. Water Science and Technology. Vol 41, nº 6, pp 33-40. 2000.
- 8- LE CLOIREC, P. Les Composés organiques volatils dans l'environnement. 1998
- 9- STUETZ, R. M.; GOSTELOW, P.; BURGESS, J. E. Odour perception. Odours in Wastewater Treatment Measurement, Modelling and control. Part I, cap. 1. 2001.
- 11- ZHANG, Q. et al 2002. Odour production, evaluation and control. Disponível em: <<http://www.manure.mb.ca/projects/completed/pdf/02-hers-03.pdf>>. Acesso em : 07 de mar. 2003, 16:42

**XXX CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE  
INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL (AIDIS)**

| <b>FORMULARIO PARA REGISTRO DE TRABAJO TÉCNICO</b>  |   | <b>F1</b> |
|---|---|-----------|
| <b>Número de Registro:</b><br>IV – BELLI – BRASIL - 1   |   |           |
| <b>TEMA: IV - TRATAMIENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS</b>  |   |           |
| <b>TÍTULO DEL TRABAJO</b>   |   |           |
| <b>REMOÇÃO DE H<sub>2</sub>S ATRAVÉS DE BIOFILTRAÇÃO NA ETE DO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC</b>  |   |           |
| <b>FORMA DE PRESENTACIÓN SOLICITADA</b> (sujeta a la decisión de AIDIS)   |   |           |
| Exposición <b>Oral</b> [ X ]  | Cartel (Póster)                                      [   ]                              |           |
| <b>Autor(es)</b> Señalar con * al principal   | <b>Institución o Empresa</b>  |           |
| 1. Flavia Andrea da Silva Cabral  | Universidade Federal de Santa Catarina  |           |
| 2. Paulo Belli Filho  | Universidade Federal de Santa Catarina  |           |
| 3. Henrique de Melo Lisboa  | Universidade Federal de Santa Catarina  |           |
| 4. Antônio Willemann  | Serviço Autônomo de água e Esgoto - SAMAE   |           |
| 5.  |   |           |
| 6.  |   |           |
| <b>DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA (autor principal)</b>   |   |           |
| Nombre: Flavia Andrea da Silva Cabral   |   |           |
| Institución o Empresa: Universidade Federal de Santa Catarina   |   |           |
| Calle/Av y número: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental, LABEFLU  |   |           |
| Colonia/Urb.: Trindade  | Código Postal:  |           |
| Ciudad: Florianópolis   | Estado: Santa Catarina  |           |
| País: Brasil  | Tel.: (48) 3331-9597  |           |
| FAX:  | E-mail: flavia_asc@yahoo.com.br   |           |
| <b>Firma(s) del(os) Autor(es)</b>   |   |           |
| 1.   | 4.  |           |
| 2.  | 5.  |           |
| 3.   | 6.  |           |
| Lugar:  | Fecha:  |           |
| Utilizar un formulario para cada trabajo técnico. Incluir al texto del resumen ampliado y enviar ambos documentos al Capítulo de AIDIS del país del autor principal, antes del XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX. Enviar simultáneamente una copia al correo electrónico del Comité Técnico del Congreso <a href="mailto:aidis2006@personas.com.uy">aidis2006@personas.com.uy</a> en WORD. |   |           |