

## **X-003 - TRATAMENTO DE ODORES DE SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ATRAVÉS DE BIOFILTRAÇÃO**

**Paulo Belli Filho<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Doutorado em Química Industrial e Ambiental – Université de Rennes I. Professor Doutor na Universidade Federal de Santa Catarina.

**Maria Joana Allievi<sup>(2)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestranda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina.

**Eduardo Atanázio dos Santos<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Engenheiro da Multiágua Engenharia Ambiental LTDA.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Universitário Trindade - Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Caixa Postal: 476 – Trindade – Florianópolis – Santa Catarina - CEP: 88.040-970 – Brasil - Tel: +55 (48) 3721-7704 - e-mail: **paulo.belli@ufsc.br**.

### **RESUMO**

A expansão das cidades para áreas não urbanizadas acarretou em um problema de saúde pública: a aproximação das comunidades às instalações de transporte e de tratamento de esgotamento sanitário. Essas instalações eram distantes justamente por causa do odor, o qual é gerado através da degradação anaeróbia da matéria orgânica presente no esgoto. O processo de degradação ocorre desde as tubulações de transporte, estações elevatórias e também na etapa de tratamento. Dentre os gases gerados acentua-se o sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ), composto odorante em maior quantidade, embora outros compostos também estão presentes como as aminas, os fenóis e os aldeídos. Para tentar resolver ou minimizar o problema, são aplicadas técnicas de tratamento de gases, entre as quais se destaca a biofiltração, devido ao seu baixo custo de operação e manutenção, facilidade de instalação e implantação e alta eficiência na remoção de  $H_2S$ .

O presente trabalho teve como objetivo operar e avaliar um biofiltro automatizado com leito de turfa para tratamento de odores de uma estação elevatória localizada na Ponta do Leal - Florianópolis. O biofiltro automatizado reduziu a necessidade de um operador e quando necessário, as manobras operacionais foram simples, como ajustar a umidade no controlador de irrigação e recolher o efluente percolado. Para que o biofiltro obtivesse uma eficiência próxima dos 100% no que tange a remoção de  $H_2S$  teve-se que controlar alguns parâmetros como temperatura, pH da turfa e umidade. O biofiltro é feito em material de polipropileno (paredes e teto) e sua estrutura é feita em aço galvanizado a fogo.

Com este trabalho, avaliou-se a eficiência na redução de odor e do gás sulfídrico. O resultado mostrou reduções de odor a níveis de concentração de  $H_2S$  imperceptível ao olfato humano, ou seja, inferior a 0,003ppm mensurada através de um aparelho específico, além de resultados sentidos pela comunidade local de trabalhadores e moradores das adjacências da estação, como a redução drástica de odor e de problemas de saúde, dos quais pode-se citar náuseas e dores de cabeça, entre outros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Odor, Biofiltração, Sulfeto de Hidrogênio.

### **INTRODUÇÃO**

Com a recente urbanização das cidades brasileiras a aproximação das zonas residenciais e comerciais das instalações dos sistemas de tratamento de esgotamento sanitário tornou-se inevitável. Devido à degradação anaeróbia do esgoto (ausência de oxigênio) o odor proveniente das instalações e estações de tratamento, afeta a qualidade de vida das comunidades próximas a estas fontes poluidoras.

O estudo avalia a utilização da técnica de biofiltração para o tratamento de gases provenientes de uma estação elevatória de esgoto, que atualmente, encontra-se em um bairro altamente habitado. Para avaliar a eficiência

foram adotadas metodologias de avaliação olfatométricas (através do uso do olfato humano) e metodologias mecânicas para atestar a eficiência do sistema.

Visto que o estado de Santa Catarina e de um modo geral, o Brasil, ainda não tem leis que combatam a poluição atmosférica, este trabalho é de suma importância, pois visa à melhora da qualidade de vida da população adjacente a estas instalações com uma tecnologia de baixo custo de implantação e facilidade de operação, podendo ser instalada para tratar odores gerados em atividades altamente odoríferas.

A biofiltração ocorre em um meio chamado de leito filtrante, podendo este orgânico ou inorgânico, entre eles destacam-se o solo e o cavaco de madeira, entretanto, qualquer material que sirva de apoio às bactérias pode ser utilizado. As bactérias se fixam no leito filtrante e assim então, conseguem fazer o tratamento do gás.

Alguns parâmetros que devem ser analisados para que o tratamento dos gases seja efetivo na biofiltração, são eles: pH, temperatura e umidade.

A linha de estudos deste projeto é a gestão de odor integrada ao saneamento e teve participação efetiva do Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAr) e do Laboratório de Efluentes (LABEFLU) ambos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os dois laboratórios foram necessários nos estudos de pré-instalação e ajudaram com análises para avaliar a eficiência do tratamento.

As parcerias presentes neste trabalho na parte de projeto e execução são a UFSC, representada pelo Professor Paulo Belli Filho, juntamente com uma empresa privada do ramo de tratamento de efluentes industriais, como órgão financiador o FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e a instalação do biofiltro foi feita em uma estação elevatória da Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN).

## **MATERIAIS MÉTODOS**

### **BIOFILTRO**

O biofiltro é uma unidade modular, o modelo apresentado na Figura 1 foi escolhido devido à facilidade de instalação, transporte e comercialização. Com estrutura de aço carbono galvanizado a fogo, paredes e telhado de polipropileno, totalizando uma área superficial de 6m<sup>2</sup>. A forma do biofiltro é retangular, para que se tenha um melhor aproveitamento do espaço, e também caso haja necessidade de instalação de mais uma unidade esse formato facilita a implantação. O material filtrante escolhido foi a turfa natural do tipo fibra-flor. A camada filtrante tem 1m de espessura, totalizando 6m<sup>3</sup> de volume, os grãos tem granulometria que varia entre 0,007 e 0,012m. A turfa está assentada sobre uma camada suporte de cavaco de madeira, com espessura de 0,15m.

Para a sucção dos gases odorantes, a estação elevatória foi vedada e os gases direcionados para uma tubulação de PVC de 0,2m de diâmetro. Para que os gases entrem na tubulação, foi instalado um ventilador centrífugo industrial de 0,5CV na entrada do biofiltro. Esse ventilador succiona os gases da estação direcionando-os para o tratamento. Como o sulfeto de hidrogênio tem propriedades corrosivas, a carcaça e o rotor do ventilador foram fabricados em fibra de vidro, evitando assim o desgaste dos mesmos. O controle da vazão de gases acontece no próprio ventilador, o qual é dotado de um inversor de frequência, que regula a vazão de acordo com a necessidade.

A distribuição do gás depois de succionado se dá por orifícios na camada suporte, os quais distribuem o gás de maneira igualitária e assim o tratamento ocorre em todas as partes da camada filtrante, da mesma maneira. Posteriormente, os gases já tratados saem pela chaminé, a qual está localizada na parte superior do biofiltro.

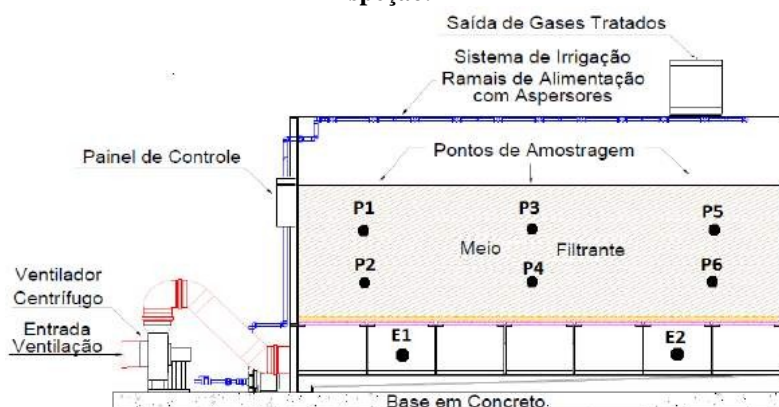
O sistema também conta com irrigação automatizada com sondas da marca Rainbird, as quais medem a umidade relativa da camada filtrante, a condutividade e a temperatura da mesma. O acionamento da bomba de irrigação (potência de ¾ CV) é comandado pelos sensores das sondas, os quais enviam um sinal para o temporizador assim que a turfa chega a uma umidade relativa crítica, estabelecida pelos operadores. O tempo de irrigação também é pré-estabelecido por quem opera o biofiltro. A água para irrigação vem da rede pública de abastecimento e é distribuída por aspersores que ficam próximos ao teto do biofiltro e formam uma “nuvem” de água, tornando assim a irrigação uniforme e branda.

A parte inferior do biofiltro possui um dreno, dotado de um registro esfera de PVC, o qual se destina a coleta do efluente percolado. Esse efluente é o excesso de água irrigada que percola sobre o leito filtrante.

Na parte lateral, o biofiltro conta com oito pontos de inspeção, os quais servem para monitoramento das concentrações de  $H_2S$  e coleta de material filtrante para ensaios laboratoriais.

A Figura 2 apresenta uma vista frontal do biofiltro após a instalação.

**Figura 1 - Vista lateral do biofiltro e seus respectivos pontos de inspeção.**



**Figura 2 - Vista frontal do biofiltro.**



## CONCENTRAÇÃO DE $H_2S$

A concentração do sulfeto de hidrogênio foi mensurada através do uso do aparelho da marca Jerome, modelo 631-X, fabricado pela Arizona Instruments. O aparelho mensura as concentrações de  $H_2S$  numa faixa de 0,003 a 50ppm.

A medição no aparelho ocorre através do ouro, sabe-se que o ouro tem variação na sua resistividade elétrica proporcional a concentração de  $H_2S$  do meio, por isso a leitura da concentração de  $H_2S$  é feita indiretamente pelo aparelho através da determinação da resistividade elétrica do ouro, o qual está presente no aparelho na forma de fio.

As medições foram feitas em treze pontos, desses, três encontram-se nas proximidades do biofiltro e os demais fazem parte do mesmo, como a chaminé de saída dos gases, um ponto na tubulação de condução do gás, seis pontos na lateral do biofiltro na altura da camada filtrante e os outros dois pontos na parte anterior a camada suporte. As medidas sempre foram feitas em triplicata, sendo considerada sempre a média dos valores encontrados, diminuindo assim os possíveis erros de medição. Nas medidas feitas na lateral do biofiltro e nas anteriores à camada suporte fez-se uso de um adaptador para o Jerome, com a finalidade de evitar que os gases

provenientes do tratamento pudessem sair para a atmosfera. A frequência de medição foi diária, excetuando-se os finais de semana e dias chuvosos, nos quais a chuva poderia danificar o aparelho.

## **ANÁLISES OLFATOMÉTRICAS**

É a metodologia de avaliação da resposta de um júri a um estímulo olfativo referente a um odor. Para esta medida ser válida, deve ser realizada de modo objetivo e reprodutivo (SNAETH, 2001). A olfatometria é uma técnica psicofísica que utiliza o sentido olfativo para determinar a intensidade dos odores (JIANG.; J. KAYE R., 2001). A olfatometria se baseia na importância das mucosas olfativas como os únicos captadores disponíveis na avaliação dos odores. Nestes estudos, o detector para avaliação dos odores é o sistema olfativo do ser humano, encarregando-se de discriminar e identificar os corpos odorantes (BELLI FILHO e DE MELO LISBOA, 1998). O sistema olfativo humano é o único capaz de caracterizar precisamente um gás, mesmo que este não cause incômodo.

A olfatometria consiste em medir a concentração da mistura odorante, expressa em unidade de odor; e a intensidade odorante de uma atmosfera, normalmente expressa em relação aos níveis de odores em uma escala de referência. (PERRIN, 1994). Na olfatometria, um odor é diluído em ar inodoro para avaliar suas características, como intensidade, que é a força do odor (RIBEIRO, 2003), determinada através da comparação o n-butanol, no método estático, diluído em água destilada, ou com o auxílio de um olfatômetro, que dilui as amostras de gás com um gás inodoro instantaneamente, que é o método dinâmico (ASTM E544-75, 1997).

Júri é a denominação que se dá a um conjunto de pessoas selecionadas e treinadas para expressar a sua opinião/impressão a respeito da presença ou ausência de odor nas amostras de gases analisadas (CARMO JR., 2005). Os jurados devem constituir-se numa amostra representativa da população padrão, quanto a sexo, categoria profissional, entre outros (PERRIN, 1994).

## **OLFATOMETRO ODILE-2000**

O corpo de jurados que avaliaram estas amostras eram certificados pelo laboratório de Controle da Qualidade do Ar da Universidade Federal de Santa Catarina. Os jurados passam por uma seleção e se forem sensíveis ao odor apresentado na seleção estão aptos a analisar outras amostras.

Nesse trabalho, a média de jurados foi de cinco em cada análise realizada. As amostras a serem analisadas com o olfatômetro Odile – 2000 foram coletadas nos pontos de entrada e saída, ou seja, pré e pós-tratamento respectivamente. As amostras serão coletadas através de sistema de enchimento direto de sacos Nalophan em triplicata e analisadas através do olfatômetro de diluição dinâmica da marca Odotech, modelo Odile 2000, e ainda por técnicas de olfatometria estática conforme a norma ASTM E-544 – 75/97.

## **CAMPANHAS DE JÚRI MÓVEL**

O júri descreve a intensidade do odor, comparando-a com as intensidades da escala de referência, não levando em conta sua qualidade (ou caráter) (DE MELO LISBOA, 2010).

O júri móvel de doze trabalhadores da CASAN, já que os mesmos ficam expostos ao odor diariamente. Esse júri respondeu a questionários de intensidade, caracterizando assim o odor de acordo com sua percepção e comparando-o com a escala de referência.

A avaliação olfatométrica da intensidade foi feita através da calibração dos jurados, os quais foram expostos a diferentes soluções de 1-Butanol. Foram preparados cinco frascos com diferentes concentrações de 1-Butanol diluídas em água destilada. Cada frasco tem uma intensidade odorante característica, devido às diferentes diluições. Os frascos variam numa escala de muito fraco a muito forte, de acordo com a concentração de 1-Butanol presente. A escala e as diluições são apresentadas na Tabela 1.

Antes das análises iniciarem, os jurados, membros do corpo técnico da CASAN, eram levados ao laboratório da mesma e submetidos ao processo de calibração com a substância 1-Butanol. Neste processo, os jurados

eram apresentados aos frascos de diferentes intensidades e orientados a fixar a intensidade do odor e não sua agradabilidade. Após o processo de calibração, os jurados foram levados até o biofiltro onde avaliaram primeiramente o pós-tratamento, evitando assim, a saturação do sistema olfativo, e posteriormente o pré-tratamento. Para finalizar a análise, os jurados respondiam a um questionário de intensidade odorante referente ao que sentiram anteriormente. Este modelo de avaliação, a partir de questionário, segue o procedimento recomendado pela norma americana ASTM E-544-75 (1997). Os questionários foram aplicados com uma frequência quinzenal, sendo que as análises foram canceladas em dias chuvosos.

**Tabela 1 - Escala de referência e diluições do 1-Butanol.**

NÍVEL DE INTENSIDADE	CONCENTRAÇÃO DE 1-BUTANOL (g/L)	INTENSIDADE ODORANTE
1	0,001	Muito fraco
2	0,01	Fraco
3	0,1	Médio
4	1	Forte
5	10	Muito forte

## RESULTADOS

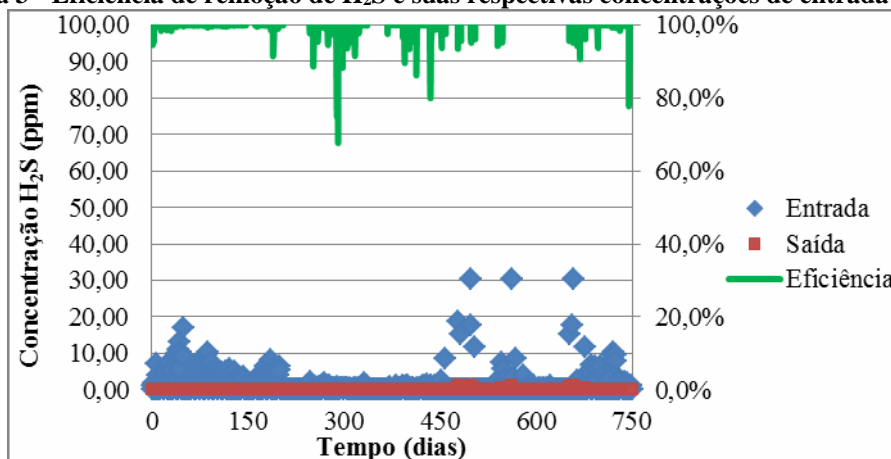
### EFICIÊNCIA DO SISTEMA E CONCENTRAÇÃO DE GÁS SULFÍDRICO

A concentração de  $H_2S$  foi mensurada com o aparelho Jerome 631-X em um total de doze pontos, sendo destes seis pontos de inspeção (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) na parede lateral do biofiltro, dois pontos de pré-tratamento do gás (E1 e E2), também na parede do biofiltro, um ponto na tubulação de sucção do gás, outro ponto era na saída (chaminé) do biofiltro, ou seja, pós-tratamento, e os outros três pontos restantes eram nas redondezas do tratamento.

Ademais, a eficiência do sistema foi mensurada através da comparação das médias de concentrações entre os pontos de pré-tratamento (E1, E2 e tubulação de sucção) e os valores obtidos na saída do tratamento. Pelo gás sulfídrico ser o gás mais expressivo produzido no processo de tratamento de esgoto, este pode ser utilizado para mensurar a eficiência do sistema de tratamento de odores.

A Figura 3 apresenta a eficiência do biofiltro em relação às concentrações de entrada e saída de  $H_2S$  mensuradas em ppm com o aparelho Jerome 631-X de propriedade do Laboratório de Controle da Qualidade do Ar.

**Figura 3 - Eficiência de remoção de  $H_2S$  e suas respectivas concentrações de entrada e saída.**





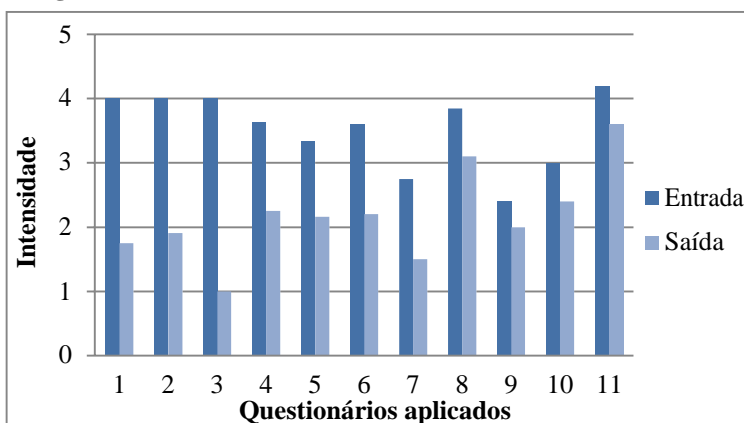
## INTENSIDADE ODORANTE

A intensidade odorante foi avaliada em dois pontos para atestar a eficiência do sistema de acordo com a redução da força do odor. Os dois pontos em questão são a entrada do sistema (pré-tratamento) e a saída (pós-tratamento).

Os questionários foram aplicados no período compreendido entre 03/02/2014 e 27/10/2014, gerando um total de onze aplicações, com uma média de seis jurados por aplicação. A média de respostas para entrada e saída atendeu as expectativas, sendo que na entrada do sistema a média ficou em torno de 3,52, numa escala de intensidade de 1 a 5, pode-se então considerar a intensidade do odor na entrada como média a forte e para a saída a média foi de 2,17, o que caracteriza o odor com intensidade fraca.

A Figura 4 apresenta a média de intensidade sentida pelos jurados em cada um dos questionários aplicados na entrada e saída do biofiltro. A escala de 1 a 5 refere-se à intensidade do odor, a qual vai de muito fraco, fraco, médio, forte a muito forte, respectivamente.

**Figura 4 - Intensidade odorante na entrada e na saída do biofiltro.**



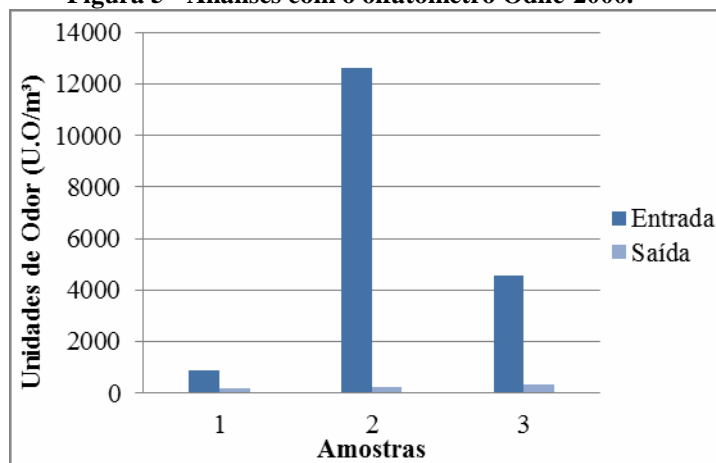
## ANÁLISE COM O OLFATÔMETRO ODILE-2000

As análises com o olfatômetro Odile-2000 foram realizadas nas dependências do Laboratório de Controle da Qualidade do Ar da UFSC. Os jurados foram calibrados com uma amostra de ar inerte antes de todas as análises. Em média, tiveram-se cinco jurados por análise, as quais foram sempre realizadas em triplicata e a média dos resultados em triplicata é o resultado final da análise. Foram coletados três sacos de amostras no pré e no pós-tratamento. As amostras foram mantidas em sacos escuros, para evitar a degradação dos compostos quando em contato com a luz solar, e encaminhadas ao laboratório para análise, as quais eram feitas logo após a coleta.

Ao todo foram realizadas três análises, principalmente devido aos problemas que o aparelho teve durante o tempo de coleta de dados e a dificuldade de conseguir assistência, visto que o aparelho é importado do Canadá.

As duas primeiras análises ocorreram no mês de outubro de 2014, nos dias 15 e 27 e uma terceira análise ocorreu em 27 de maio de 2015. A Figura 5 apresenta as unidades de odor/metro cúbico sentidos na entrada e na saída do sistema.

**Figura 5 - Análises com o olfatômetro Odile-2000.**



## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados apresentados, pôde-se concluir que o biofiltro com leito de turfa automaticamente operado e avaliado é muito eficiente, já que apresentou eficiências de remoção de  $H_2S$  quase sempre superiores a 95% nas médias mensais. Constatou-se ainda a redução da frequência em que os odores foram sentidos de diariamente para apenas uma vez por semana, além da redução da intensidade do odor exalado de médio-forte para fraco, na escala de intensidade.

A comunidade próxima a CASAN e os trabalhadores da mesma sentem a diferença na qualidade do ar após a instalação do biofiltro, o qual só trouxe benefícios à comunidade. Pode-se perceber que antes da instalação as janelas das residências e da própria companhia ficavam fechadas para evitar que o odor entrasse. Atualmente, as janelas estão sempre abertas, pois o remanescente da chaminé, por ter uma concentração muito baixa, quase imperceptível, se dispersa facilmente no ar e não fere a qualidade de vida da população. A incidência de dores de cabeça e ânsia de vômito devido ao odor também foi reduzida após a instalação do biofiltro.

O biofiltro é inteiramente automatizado o que elimina a necessidade de um técnico operando o mesmo diariamente. Com um baixo custo de instalação, operação e manutenção esta é uma ótima opção quando se tem que tratar odores provenientes do sistema de esgotamento sanitário.

Recomenda-se que o tratamento de odores, provenientes de unidades componentes dos sistemas de esgoto sanitário, deve ser uma prática comum prevista em projeto, considerando que esses gases odoríferos constituem um subproduto resultante do tratamento de efluentes. Deste modo os gases produzidos deixam de ser lançados na atmosfera evitando a dispersão de odores e contaminação do meio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BELLI, P. F.; DE MELO LISBOA, H. - Avaliação de Emissões Odorantes. Engenharia Sanitária e Ambiental. 3-Nº 3, Jul/Set, Nº 4 Out/Dez, 1998.
2. CARMO Jr., G. N. R. Otimização e Aplicação de Metodologias para Análises Olfatométricas Integradas ao Saneamento Ambiental. 174 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.
3. DE MELO LISBOA, H. M. et. al. Metodologias Olfatométricas para Avaliação do Impacto Odorante. LCQAr, Universidade Federal de Santa Catarina. 2010.
4. JIANG, J.; KAYE, R. Sampling techniques for odour measurement. Odour in Wastewater Treatment: Measurement, Modeling and Control, p. 95-119, 2001.
5. PERRIN, M.L. L'olfactométrie ou la mesure des odeurs. L'Environnement. 38, 4-5, 1994.
6. RIBEIRO, J. T. Controle de Odores em Sistemas de Esgoto Sanitário. Esgoto Sanitário-Coleta, transporte tratamento e reuso agrícola. 1a Edição, 2003.



7. SNEATH, R.W. In: Odours in Wastewater Treatment: Measurement, Modelling and Control. Olfactometry and the CEN standard prEN17325. Edited by Richard Stuetz and Franz-Bernd Frenken. IWA. 2001.