

# **ANÁLISES OLFATOMÉTRICAS PARA DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO ODOR NO MANGUEZAL DO ITACORUBI, MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA**

**Waldir Nagel Schirmer<sup>1</sup>**  
**Marina Eller Quadros Lacey**  
**Henrique de Melo Lisboa**  
**Magnun Vieira**  
**Leandro Rosso**  
**Guilherme Fantozzi Campos**  
**Mauricio Zanchet Rodrigues**

## **RESUMO**

Em cidades litorâneas, é comum o uso de manguezais como destino final de resíduos domésticos, principalmente efluentes líquidos. Esses despejos, todos com elevado teor de matéria orgânica, alteram de modo significativo o funcionamento natural desse ecossistema, ocasionando grande variabilidade em suas condições físicas e, principalmente, químicas. Nesse caso, tende a predominar condições anóxicas (ausência de oxigênio), consumido por microrganismos do meio degradantes dessa carga orgânica. A redução de sulfatos por bactérias sulfato-redutoras com a produção de H<sub>2</sub>S (gás extremamente odorante) é considerada a mais importante reação de geração de odor. Os odores ambientais, por sua vez, sempre fazem parte de uma situação ou processo, provocando as mais diversas reações e, por vezes, caracterizando situações de desconforto ambiental em toda uma população. Atualmente, no Brasil, nenhuma metodologia relacionada à Olfatometria (medida da resposta de um júri a um estímulo olfativo) é padronizada ou mesmo reconhecida, o que torna imprescindível ao menos uma referência metodológica acerca do assunto. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivos aplicar metodologias olfatométricas (baseadas em normas internacionais vigentes) na caracterização dos odores provenientes de um dos maiores manguezais urbanos do país: o de Florianópolis (SC). No caso avaliado, as metodologias empregadas na caracterização do odor (intensidade, hedonicidade e concentração do cheiro), representaram de

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro-oeste, Departamento de Engenharia Ambiental. Campus Irati, Rodovia PR 153, Km 07, Bairro Riozinho, Irati (PR). CEP 84.500-000. Tel.: (42) 34213014 e-mail: wanasch@yahoo.com.br

modo bastante satisfatório a real situação dos odores para o ecossistema em estudo, apontando, principalmente, grande intensidade no odor percebido nas regiões circundantes ao mangue.

**Palavras-chave:** Florianópolis, manguezal, odor, olfatométrica.

## ABSTRACT

**Odor characterization of a wetland area in Florianópolis (Brazil) through olfactometric analyses.** The disposal of domestic residue, especially of sewage, in natural wetland areas, is common in coastal cities. These effluents, highly concentrated in organic matter, alter significantly the ecosystem's natural dynamics, leading to a great variety in its physical and chemical conditions. Anoxic conditions tend to prevail due to the oxygen consumption by microorganisms working on degrading the excess load of organic matter. The activity of sulfate-reducing bacteria produce  $H_2S$  (an extremely odorous gas), which is the main source of odors in these areas. Environmental odors are inherent parts of any given situation or process and may provoke an array of reactions. This is a frequent cause of public environmental discomfort. In Brazil, there are no standard practices established for olfactometry (the measurement of a jury response to an olfactory stimulus). This makes it important that standard academic methodologies are established on this matter. Thus, this paper had the objective of applying different olfactometric methodologies (based on international standards) to characterize the odors emitted by one of Brazil largest wetlands, in the city of Florianópolis (SC). In this case study, the following methodologies were applied: odor intensity, concentration and hedonic tone. These proved satisfactory to represent the odor situation in the studied ecosystem, pointing, mainly, to the high intensity of odors in the surrounding areas.

**Key words:** Florianópolis, natural wetland, odor, olfactometry.

## INTRODUÇÃO

De modo geral, o ecossistema “mangue” desenvolve-se em regiões litorâneas, quase sempre associadas a cursos de águas salobras e calmas, sob influência das marés, porém sem a intervenção direta da ação de suas ondas. Por ser o sistema de transição entre os ambientes marinho e terrestre, desempenha papel importante como exportador de matéria orgânica para os estuários e estabilização dos sedimentos costeiros, além de apresentar uma rica flora e fauna, servindo inclusive de berçário no período de reprodução de várias espécies (Firme, 2003; Fortunato et al., 2007; Roman et al., 2007).

Por muitos anos, muitas áreas de mangue têm sido gradualmente aterradas e mesmo servido como destino de águas residuárias e demais resíduos urbanos, ocasionando, assim, profundas alterações no seu equilíbrio natural de “funcionamento”. Nos manguezais, as condições físicas e químicas existentes são muito variáveis. Os solos são muito moles (lodosos) e ricos em matéria orgânica em decomposição. Assim, são pobres em oxigênio, que é totalmente retirado por bactérias (em grande parte anaeróbias) que o utilizam para decompor essa matéria orgânica. Como consequência dessa carência de oxigênio, predominam condições anóxicas, com a formação de compostos causadores de odor, como é o caso de grande parte dos sulfurados (AmbienteBrasil, 2007). Assim, quanto maior a carga orgânica poluidora desse meio, mais o equilíbrio do sistema será deslocado no sentido de formar compostos odorantes.

### **O manguezal do Itacorubi**

No Brasil, esse tipo de ecossistema ocorre em quase toda a região litorânea (cobrindo cerca de 26.000 Km<sup>2</sup>) de forma mais ou menos contínua, desde o extremo norte (Rio Oiapoque, aos 4°20' N) até o sul de Santa Catarina (Laguna, aos 28°30' S). O manguezal do Itacorubi, Florianópolis (SC), é um dos maiores mangues urbanos do Brasil, com área aproximada de 23 Km<sup>2</sup>, sendo a segunda maior bacia da ilha de Santa Catarina (figura 1). Abrange, hoje, cinco bairros, reunindo centros comerciais, “shopping centers” e milhares de residências em seu entorno.

O manguezal do Itacorubi está localizado junto à porção estuarina da bacia hidrográfica do Rio Itacorubi. A água que chega ao manguezal – em virtude da carência e ineficiência do sistema de saneamento - possui uma grande quantidade de poluentes orgânicos e inorgânicos. Atualmente, o mangue recebe parte dos efluentes domésticos dos bairros circundantes, apresentando ainda canais de drenagem que alteram seus padrões naturais de circulação. Além disso, o já desativado aterro sanitário (instalado na década de 50) continua contribuindo para a poluição do mangue, através da percolação de chorume, decomposição de sólidos e liberação de gases. Todo esse despejo faz com que as áreas no entorno do mangue (muitas delas de lazer, com ciclovias e caminhódromos) sejam marcadas por um forte odor, alvo de inúmeras reclamações por parte do público residente e frequentador da região.



Figura 1. Vista do manguezal do Itacorubi, em Florianópolis (SC).

### **A problemática dos odores**

Os odores, de maneira geral, sempre fazem parte de uma situação ou processo, provocando as mais diversas reações, tanto em uma única pessoa quanto em toda uma população a eles exposta. O maior problema que se enfrenta, quando se tenta oferecer solução para as reclamações de odor feitas por uma comunidade, é a falta de padrões adequados para orientar as autoridades e administradores ambientais em relação às fontes da indústria e/ou do empreendimento responsável pela emissão do odor.

Entre todos os tipos de poluição ambiental, os maus odores estão entre os mais difíceis de regular, isso porque um cheiro desagradável é considerado algo subjetivo e, portanto, legalmente indefinível. Com base nesse princípio, as autoridades ficam impedidas de atuar, a não ser que os maus odores causem, simultaneamente, outro tipo de poluição reconhecida por lei. Por isso são poucos os países onde há legislação para tal forma de poluição.

Apesar da crescente preocupação em relação à questão descrita, em nível de Brasil, são poucos os estudos realizados em torno do tema. A maior parte das pesquisas, em Engenharia Sanitária, ainda apóia-se em tratamento de resíduos sólidos e líquidos bem como águas de abastecimento. Entretanto, similarmente ao que já se observa em âmbito internacional, a expectativa é de que, também no Brasil, ocorra um aumento no controle das fontes odorantes, como a adoção de medidas mais rigorosas de saneamento (específicas para fontes de diferentes naturezas) e a inclusão de um programa de medida e controle/abatimento de odores (Schirmer, 2004).

### Características dos odores

A sensação provocada pela percepção de um odor pode ser considerada sob quatro dimensões: concentração, caráter, hedonicidade e intensidade (Gostelow et al., 2001).

#### a) Concentração de um odor

A concentração odorante é expressa mediante resposta de um olfatômetro. A norma VDI 3882-Part 1 (1992) estabelece que a concentração de uma dada amostra odorante é determinada pela diluição com ar puro até que o limite de percepção seja atingido. A concentração odorante de uma determinada amostra gasosa é dada em  $\text{UO.m}^{-3}$  (leia-se: unidades de odor por metro cúbico de ar avaliado), onde, a nível de referência, 1  $\text{UO.m}^{-3}$  equivale à concentração em que 50% dos jurados percebe o odor e 50% não o percebe (limite de percepção odorante).

#### b) Caráter de um odor

O caráter (ou qualidade) odorante é uma escala de medida nominal (categorias). Neste caso, a caracterização do odor ocorre mediante a utilização de um vocabulário de referência para gosto e sensação de odor. As noções são muito subjetivas já que a sensação olfativa é individualizada, embora os tipos de respostas sejam geralmente análogos a uma população homogênea (Fernandez, 1997; Schirmer, 2004). Diante disso, uma forma de representar a qualidade do odor torna-se tarefa bastante complexa, uma vez que deve “traduzir” que o odor percebido se parece com o odor de alguma outra substância contida no “repertório” da pessoa. Entre as formas mais comuns de representação do odor está a *roda de odores* (figura 2), descrita por McGinley e McGinley (2002), onde são destacadas oito categorias (famílias) de odores facilmente reconhecidos: floral, vegetal, frutífero, medicinal, químico, ofensivo, térreo e piscoso.

A partir daí, o número (ou percentual) de respostas pode vir representado na forma de um histograma ou gráfico (do tipo radar, por exemplo) de modo a melhor visualizar a tendência das respostas.

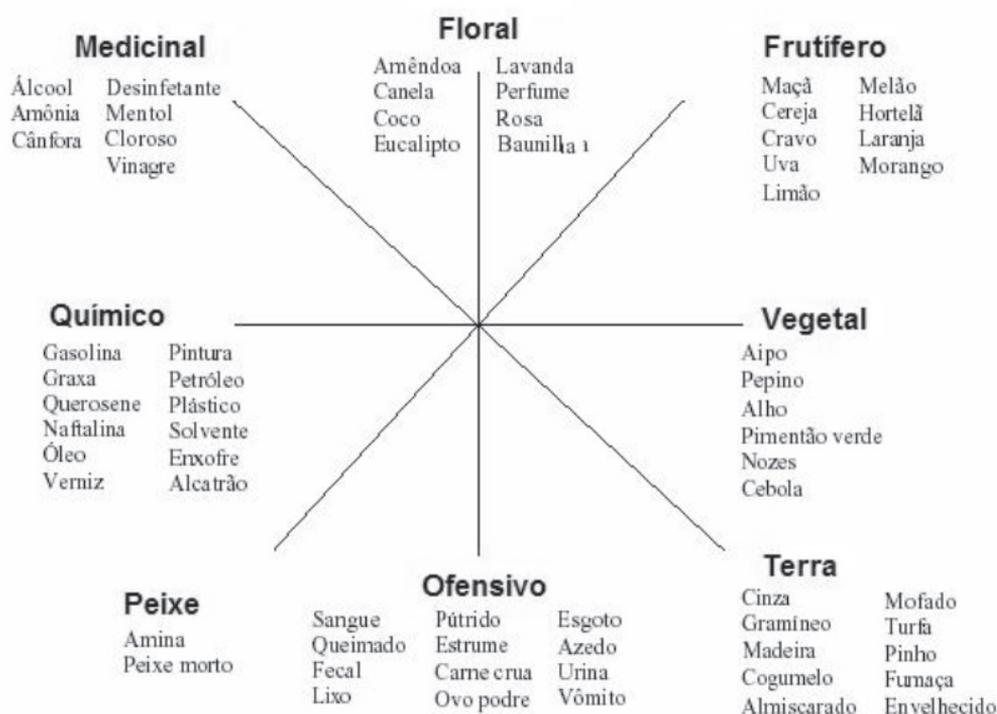


Figura 2. Roda de odores (fonte: Mcginley E Mcginley, 2002).

### c) Intensidade de um odor

A intensidade percebida de um odor é relativa à força do odor acima do limite de reconhecimento (supralimite). A norma ASTM E544-75, “Prática padrão para referência supralimite de intensidade de odor”, apresenta dois métodos referenciando a intensidade de ambientes com odor: o Método da Diluição (dinâmica ou estática) e o Método da Escala Estática.

O método da diluição estática consiste na diluição de um determinado volume da amostra em um determinado volume de ar puro (desprovido de qualquer substância que possa mascarar o odor da amostra). Esse método é pouco prático por exigir um número de recipientes esterilizados específicos para cada diluição que será realizada, em pressões controladas. O método da diluição dinâmica utiliza um olfatômetro de diluição dinâmica (figura 3), que é o equipamento mais recomendado na atualidade para a determinação da concentração odorante de amostras, pois neste equipamento a amostra é misturada continuamente com um fluxo de ar puro para apresentação dos

jurados (ocorre a mistura de vazões, e não de volumes). Isso eleva muito a possibilidade da criação de diferentes fatores de diluições e assim, maior precisão no resultado numérico. A precisão de um olfatômetro de diluição dinâmica está intimamente ligada à precisão dos contadores mássicos que regulam as vazões de ar puro e da amostra.

A intensidade e a concentração odorante estão relacionadas, e duas leis são propostas para explicar a relação de intensidade-concentração: a lei de Weber-Fechner [Equação (1)] e a lei de Stevens [Equação (2)] (Gostelow et al., 2001):

$$\text{Lei de Weber-Fechner:} \quad I = a \cdot \log C + b \quad (1)$$

$$\text{Lei de Stevens:} \quad I = KC^n \quad (2)$$

onde  $I$  é a intensidade,  $C$  a concentração odorante e  $a$ ,  $b$ ,  $K$ ,  $n$  são constantes.

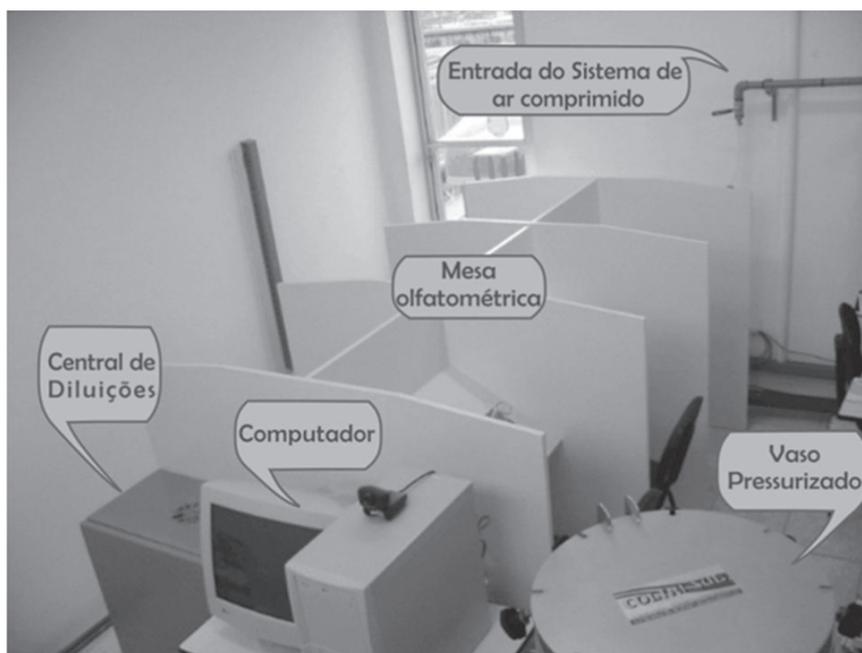


Figura 3. Olfatômetro e seus componentes (fonte: Carmo Jr., 2005).

A avaliação da intensidade odorante pode ainda ser desenvolvida utilizando o método do butanol (ou método da escala estática), que permite comparar a amostra a ser analisada com amostras de referenciais de odores. Este método utiliza uma

escala de referência, com concentrações diferentes e conhecidas de soluções em água ou diluídas em ar inodoro (Perrin, 1994). A avaliação da intensidade odorante é feita conforme a norma ASTM E-544-75 (1997). Essa prática compara a intensidade de odor da fonte avaliada com a intensidade de uma série de concentrações de referência odorante onde a substância padrão utilizada é o n-butanol. A série de concentrações de butanol (diluído em água), feita para uma específica referência de diluição, serve como escala de referência. A tabela 1 apresenta as diluições recomendadas conforme a norma francesa AFNOR para o 1-butanol (1990, citado por Belli Filho e De Melo Lisboa, 1998). Segundo a norma VDI 3882-Parte 1, para avaliar a intensidade de odor da amostra inalada, o júri deve classificar sua impressão de odor de acordo com o conceito especificado seguindo a escala mostrada na tabela 2.

Tabela 1. Intensidade dos odores para piridina e 1-butanol.

<b>Concentração (g/L)</b>	<b>Nível</b>	<b>Intensidade do odor</b>
0,001	1	Muito fraco
0,01	2	Fraco
0,1	3	Médio
1	4	Forte
10	5	Muito forte

Fonte: AFNOR (1990, citado por Belli F<sup>o</sup> e De Melo Lisboa, 1998).

Tabela 2. Escala de categoria do odor.

<b>Odor</b>	<b>Nível de intensidade</b>
Muito forte	5
Forte	4
Médio	3
Fraco	2
Muito fraco	1

Fonte: VDI 3882 – Parte I (1992).

Em síntese, o método estático possui as vantagens de apresentar baixo custo e poder ser aplicado em qualquer lugar (uma vez que requer apenas os frascos com as soluções de butanol em diferentes concentrações), mas tem como limitação a impossibilidade de fornecer um resultado numérico que expresse a concentração



## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostragem

Em amostragens de gases desta natureza, a técnica mais comum utilizada para a coleta dos odores baseia-se na amostragem indireta, em que um vaso de amostragem (hermeticamente fechado, conforme a figura 4) é conectado a uma bomba para sucção do ar interno. Com a depressão criada, a amostra do ar odorante (por diferença de pressão) é aspirada para dentro do saco (no interior do vaso).

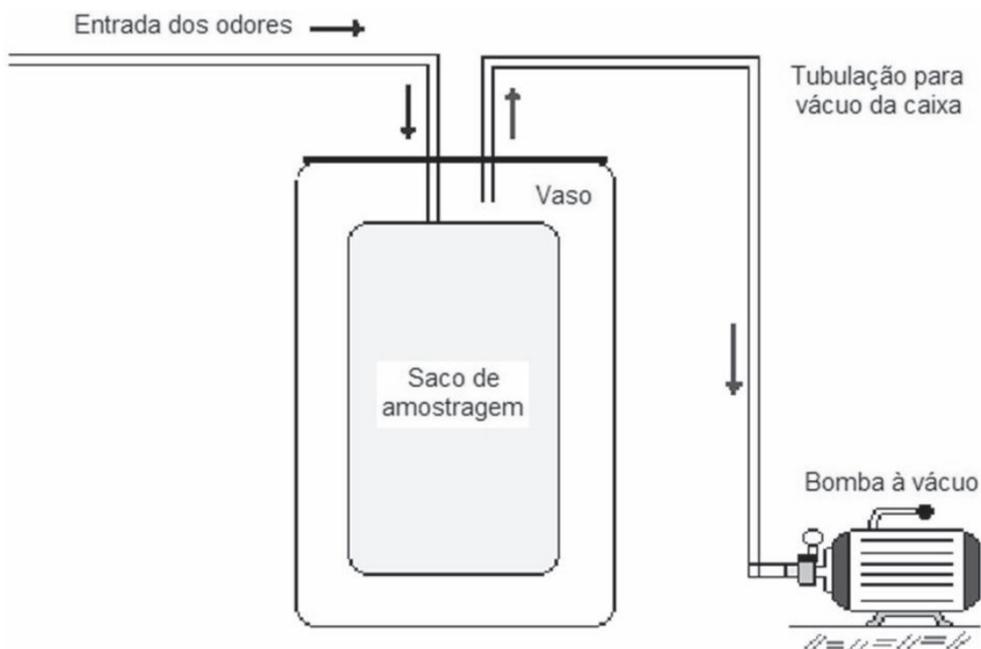


Figura 4. Detalhes de construção do vaso para amostragem dos gases odorantes (fonte: Carmo Jr., 2005).

Foram 3 os pontos de coleta no mangue, amostrados em 3 dias distintos (total de 9 amostras), todos no período matutino. A coleta de amostras foi realizada nos arredores do bairro Santa Mônica (residencial). Havia predomínio de sol em todos os dias, com temperatura entre 21°C e 26°C. Os pontos escolhidos para coleta das amostras foram marginais, devido à dificuldade de acesso a energia elétrica para o funcionamento da bomba, situando-se em torno de 20 a 50 metros de distância da fonte de energia.

**Ponto 1** – *Local*: Rua Lúcio Vitorino de Souza.

**Ponto 2** – *Local*: Rua Prof. Antônio Pereira Gutierrez

**Ponto 3** – *Local*: Rua Protógenes Vieira



Figura 5. Vista aérea do manguezal e pontos de amostragem.

### **Análise da Intensidade do odor**

A avaliação da intensidade odorante seguiu a proposta da ASTM E-544-75 (1997) e Belli Filho (1995). Essa prática é realizada pela comparação da intensidade de odor da fonte com a intensidade de uma série de concentrações de uma substância odorante de referência (1-butanol, conforme a tabela 1). Nesse caso, os jurados são instruídos a sentir e memorizar a amostra de odor e, então, cheirar a escala de referência, e dizer qual a intensidade da escala que se assemelhava ao da amostra, ignorando diferenças de qualidade de odor. Para a realização das análises foi utilizado um total de 13 pessoas, que fizeram parte do painel de jurados.

### **Análise da Hedonicidade do Odor**

Para ordenação do tom hedônico do odor foi utilizada uma escala arbitrária de 21 pontos proposta por McGinley e McGinley (2002). Foi solicitado ao júri, indicar na escala de 21 pontos qual o tom hedônico, utilizando a sua memória olfativa.

Para a realização das análises foram utilizadas as mesmas 13 pessoas que fizeram parte do painel de jurados na determinação da intensidade do odor. A seleção foi realizada mediante a utilização da escala de referência do 1-butanol.

### Análise da Concentração do Odor

Para detecção da concentração do odor foi utilizado um olfatômetro de diluição dinâmica modelo Odile (Odotech). A metodologia de análise deu-se pela norma europeia (prEN1375). A figura 6 apresenta o momento de ação do júri olfatométrico em uma análise com olfatômetro.

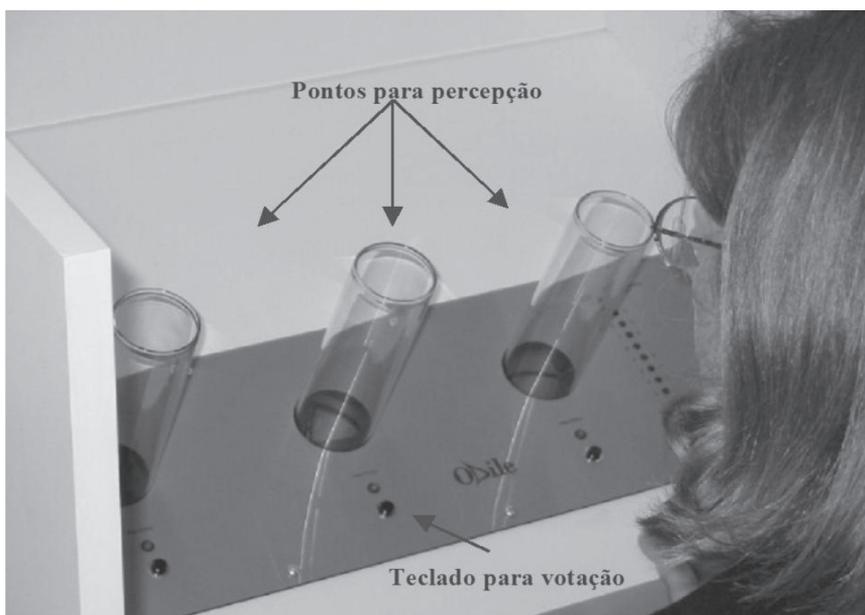


Figura 6. Jurada no momento da análise na cabine de votação.

Cada baia do olfatômetro possui um teclado para votação dos jurados e três tubos de saídas, como pode ser observado na figura 6.

As diluições são realizadas de maneira decrescente e logarítmica. O “software” faz a análise contínua das respostas dos jurados, trabalhando com a média logarítmica de cada um e depois com a média dos seis jurados.

## RESULTADOS

A tabela 3 apresenta a porcentagem de respostas dos jurados às comparações da intensidade de odor da fonte com a intensidade da série de concentrações.

Tabela 3. Porcentagem de respostas dos jurados – Média Intensidade.

INTENSIDADE DO ODOR						
Local	<i>Muito Fraco</i>	<i>Fraco</i>	<i>Médio</i>	<i>Forte</i>	<i>Muito Forte</i>	Total
	1	2	3	4	5	
1	0	3	3	0	0	6
	0%	50%	50%	0%	0%	100%
2	0	1	4	1	0	6
	0%	16,67%	66,66%	16,67%	0%	100%
3	0	2	2	2	0	6
	0%	33,33%	33,33%	33,33%	0%	100%

O ponto 1 apresentou um percentual maior para a intensidade *fraco*, 50%. Já o ponto 3 foi o que apresentou maior percentual de intensidade *forte*, 33,33%. Nenhum dos pontos analisados apresentou intensidade do odor classificado como *muito forte* nem *muito fraco*.

A relação das respostas dos jurados quanto à hedonicidade do odor pode ser observada na tabela 4.

Tabela 4. Média de hedonicidade.

HEDONICIDADE				
Local	Nº de jurados	<i>Média</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
1	6	-2,33	-4	-1
2	6	-1,83	-3	-1
3	6	-1,83	-4	-1

Por meio da tabela anterior, verifica-se que o ponto 1 foi o local com menor média, sendo assim, o ponto mais desagradável entre os três pontos (apesar de ter tido o maior percentual de índice “fraco” no teste de intensidade).

A tabela 5, a seguir, apresenta os valores de concentração odorante encontrados nos 3 pontos.

Tabela 5. Concentrações odorantes nos pontos avaliados.

Local	Concentração odorante (UO.m <sup>-3</sup> )
1	173
2	616
3	236

Das três ruas próximas ao mangue avaliadas, o ponto 2 (da Rua Antônio Pereira Gutierrez) foi o que apresentou maior concentração odorante. Ainda assim, não foi o local mais desagradável em termos de odor (que foi o ponto 1, no teste de hedonicidade) nem o de maior intensidade (que nesse caso foi o ponto 3).

Para se ter uma idéia melhor do que esses resultados representam em termos de odor são apresentados os seguintes resultados da literatura com trabalho similar, para uma estação de tratamento de efluentes domésticos: intensidade média: fraca a média; concentração média: 461 UO.m<sup>-3</sup>; e hedonicidade média: -3,4 (desagradável).

Ou seja, o odor da ETE doméstica é pouco mais desagradável que o do mangue, sua concentração também é maior que a do mangue, mas a intensidade do odor percebido é bem menor que a do mangue.

A mesma analogia pode ser relação quanto aos dados de caracterização do odor da estação de tratamento de efluentes de uma refinaria de petróleo: intensidade média: forte a muito forte; concentração média: 2328 UO.m<sup>-3</sup>; hedonicidade média: -3,5 (desagradável).

Ou seja, o odor da ETE da refinaria (ambiente com forte concentração de vapores de compostos orgânicos voláteis) é pouco mais desagradável que o do mangue, sua concentração também é maior que a do mangue, mas a intensidade do odor percebido é equivalente à do mangue.

Essas comparações ratificam o forte potencial odorante dos manguezais, ou seja, mesmo em baixas concentrações (pelo menos em relação a outras fontes típicas de elevada concentração), apresentam odor desagradável e altamente intenso (agressivo).

## CONCLUSÕES

O ponto 3 (localizado na Rua Protógenes Vieira) foi o que apresentou maior percentual de respostas referentes a “forte” no teste de intensidade odorante. Nem por isso foi o mais desagradável no teste de hedonicidade, ratificando que mesmo um odor menos intenso pode ser bem desagradável (um cheiro fraco de enxofre, por exemplo, é, para quase todos, bem mais desagradável que um cheiro forte de eucalipto). Por outro lado, o ponto 1 foi o mais desagradável, apesar de ser o local com menor concentração odorante (173 UO.m<sup>-3</sup>). Assim, também nem sempre o ponto de odor mais desagradável é o que apresenta maior concentração no método dinâmico (olfatômetro).

## REFERÊNCIAS

AMBIENTEBRASIL. Mangue. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/salgada/index.html&conteudo=./natural/biomas/mangue.html>>. Acesso em: 21 out. 2007.

AFNOR – Association Française de Normalisation. 1990. Mesure olfactométrique- Mesure de l’odeur d’un échantillon gazeux ou d’une atmosphère – intensité supraliminaire (X 43-103), Paris.

AMARAL, P. G. C. 2003. **Contribuição palinológica ao estudo do manguezal do Rio Itanhaém, litoral sul de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, \_\_\_p.

ASTM – American Society for Testing and Materials E 544-75. 1997. Standard practices for referencing suprathreshold odor intensity. American National Standard. Philadelphia.

BELLI F°, P. 1995. **Stockage et odeurs des dejections animales cas du Lisier de porc**. Tese - École Nationale Supérieure de Chimie, Rennes, \_\_\_p.

BELLI F°, P.; DE MELO LISBOA, H. M. 1998. Avaliação de emissões odorantes. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)**, 03(3/4):101-106.

CARMO Jr., G. N. R. 2005. **Otimização e aplicação de metodologias para análises olfatométricas integradas ao saneamento ambiental**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, 174p.

ELLISON, A. M. 2000. Restoration of mangrove ecosystems. **Restoration Ecology**, 08(03):217-218.

FERNANDEZ, B. 1997. **Contribution a l’elaboration d’une methodologie d’analyse physico-chimique de composes odorants**. Tese (Doutorado em Química e Microbiologia da Água) - Université de Pau et des Pays de l’Adour, 145p.

FIGUEIREDO, C. S. et al. 2007. Monitoramento e avaliação dos manguezais do espaço ciência e do memorial arco-verde. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2007, Belo Horizonte. 1 CD-Rom.

FIRME, L. P. 2003. **Caracterização físico-química de solos de mangue e avaliação de sua contaminação por esgoto doméstico via traçadores fecais.** Dissertação (Mestrado em \_\_\_\_\_) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

FORTUNATO, J. M. et al. 2007. Comportamento dos íons Pb, Zn e Ni em região de manguezal associado a antigo lixão. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2007, Belo Horizonte. 1 CD-Rom.

GOSTELOW, P.; PARSONS, S. A.; STUETZ, R. M. 2001. Odour measurements for sewage treatment works. **Wat. Research**, **35**(03):579-597.

McGINLEY C.; McGINLEY, M. 2002. Odor testing biosolids for decision making. In: WATER ENVIRONMENT FEDERATION SPECIALTY CONFERENCE, 2002, Austin (EUA). p. 3-6.

PERRIN, M. L. 1994. L'olfactométrie ou la mesure des odeurs. **L'Environnement**, **38**:4-5.

ROMAN, A. C. F. et al. 2007. Gestão ambiental de áreas degradadas: um estudo de caso nos manguezais do Rio Jaguaribe em Natal - RN. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2007, Belo Horizonte. 1 CD-Rom.

SCHIRMER, W. N. 2004. **Amostragem, análise e proposta de tratamento de compostos orgânicos voláteis (COV) e odorantes em estação de despejos industriais de refinaria de petróleo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. 140p.

VDI – Verein Deutscher Ingenieure – Olfactometry. 1992. VDI 3882 (part 1) - Determination of odour intensity, Berlin.