



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE DO AR - LCQAr

## METODOLOGIAS OLFATOMÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO ODORANTE



Coordenador:

HENRIQUE DE MELO LISBOA

Colaboradores:

MARINA ELLER QUADROS

GERINA NOBRE DA R. CARMO

PAULO BELLI FILHO

LEONARDO HOINASKI

VALÉRIA VIDAL DE OLIVEIRA

VICENTE CÂMARA

WALDIR NAGEL SCHIRMER

MARIANA GODKE

Florianópolis

Edição de Setembro de 2010

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2. OLFATOMETRIA .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.1. PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGENS .....</b>                               | <b>4</b>  |
| 2.1.1. Amostragem indireta .....   | 4         |
| 2.1.2. Amostragem direta .....   | 5         |
| 2.1.3. Amostragem em fontes superficiais.....                                | 5         |
| <b>2.2. ANÁLISES OLFATOMÉTRICAS .....</b>                                    | <b>12</b> |
| 2.2.1. Determinação da concentração odorante .....                           | 13        |
| 2.2.2. Determinação da intensidade, hedonicidade e caráter do odor .....     | 15        |
| 2.2.3. PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA DO OLFATÔMETRO E SACOS.....                  | 19        |
| <b>2.3. AVALIAÇÃO DO IMPACTO ODORANTE VIA QUESTIONÁRIOS.....</b>             | <b>21</b> |
| 2.3.1. Avaliação do impacto odorante pelo uso de enquete .....               | 21        |
| 2.3.2. Avaliação do impacto odorante via júri móvel.....                     | 28        |
| 2.3.3. Avaliação do impacto odorante via júri permanente.....                | 32        |
| <b>3. CÁLCULO DA EMISSÃO ODORANTE EM FONTES PONTUAIS FIXAS (CHAMINÉS) 34</b> |           |
| 3.1. Determinação de pontos de amostragem para tomada de velocidade.....     | 34        |
| 3.2. Distribuição dos pontos .....   | 36        |
| 3.3. Determinação da vazão e velocidade.....                                 | 38        |
| <b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                   | <b>41</b> |
| <b>ANEXO 1: CÓDIGO DE CONDUTA DO JÚRI PARA ANÁLISES OLFATOMÉTRICAS .....</b> | <b>43</b> |
| <b>APÊNDICE 2: QUESTIONÁRIO DE ODORES-JÚRI MÓVEL.....</b>                    | <b>46</b> |
| <b>APÊNDICE 3: QUESTIONÁRIO DE ODORES-JÚRI PERMANENTE.....</b>               | <b>47</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O crescente interesse do homem pela boa qualidade de vida e do meio ambiente o tem levado a reconhecer os odores irritantes como forma de poluição do ar, indicando-os como um impacto negativo ao meio ambiente. Para muitas pessoas os maus odores estão associados a condições de insalubridade do ar e muitas vezes são tidos como um risco toxicológico ambiental e à saúde humana, além de causar repulsa e incômodo.

Apesar do olfato humano não ser muito desenvolvido quando comparado à maioria das espécies animais, não se pode desprezar a importância da percepção olfativa para o ser humano. Nosso sentido olfativo é muito especializado, sendo que as células olfativas são capazes de perceber substâncias especiais, mesmo que só haja um milionésimo de grama destas substâncias em um metro cúbico de ar. Quando ligado às emoções, é o mais eficaz de todos os sentidos, porque está intimamente conectado ao sistema nervoso central, diretamente associado aos estados emocionais.

As técnicas de medição de odor são divididas em 2 classes complementares: análises sensoriais, ou olfatométricas, as quais empregam o olfato humano e são utilizadas para medir os efeitos que o odor produz quando é percebido por um observador; e análises físico-químicas, usadas para determinar as características dos odores em termos de sua composição química e da quantificação dos principais compostos odorantes presentes. Outra técnica emergente para a medição de odores em tempo real consiste na utilização de Narizes Eletrônicos.

Este relatório apresenta os diversos procedimentos olfatométricos para identificação do impacto odorante causado por diversas fontes, bem como os procedimentos relacionados a amostragens e análises laboratoriais dos odores. Esses procedimentos e metodologias norteiam as atividades do LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE DO AR (LCQAr), pertencente ao DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL da UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.

## 2. OLFATOMETRIA

Apesar dos odores estarem ligados à presença de certos compostos químicos no ar, as determinações físico-químicas (por cromatografia gasosa, por exemplo) não são suficientes para se identificar 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. Isto já ocorre em vários países, tais como Canadá, Bélgica, Holanda e França, onde esta metodologia está sendo disseminada para avaliação do conforto ambiental, tendo o princípio de que somente o ser humano pode dizer se uma amostra gasosa é odorante ou não (JONES *et al*, 1992).

A olfatometria (medida dos odores) está fundamentada na importância das mucosas olfativas, como os únicos captadores disponíveis para avaliação dos odores. Nestes estudos, o detector de avaliação dos odores é o sistema olfativo do ser humano, encarregado de discriminar e identificar os corpos odorantes. Evidentemente, este método apresenta seus problemas práticos. Com efeito, a sensação olfativa, que resulta da interação de um determinado número de moléculas odorantes com a mucosa olfativa, varia não apenas de um indivíduo a outro, mas também, para o mesmo indivíduo, em função de seu estado fisiológico (Perrin, 1994). Este método está fundamentado em bases científicas, podendo ser utilizado com proveito pelas indústrias, comunidades e órgãos ambientais, para avaliação dos incômodos dos maus odores. Da mesma maneira, a medida dos odores em Unidades Olfatométricas (UO) é imprescindível para os estudos de dispersão de odores (DE MELO LISBOA, 1996).

As mais finas análises por cromatografia gasosa e espectrometria de massa (CG/EM) não podem rivalizar com o aparelho olfativo humano para detectar, por exemplo, a trimetilamina numa concentração de 2,1 ppb ou de essência de baunilha a uma concentração de 3,2 ppb. É freqüente constatar que os poluentes atmosféricos apresentam limites de percepção olfativa detectáveis a concentrações da ordem de 500 a 10.000 vezes mais fracos que seus limites de tolerância (TLV) (MAES, 1990).

A olfatometria consiste, portanto, na utilização do olfato, poderosa ferramenta sensorial do ser humano, como um instrumento de análise laboratorial. Diversas são as técnicas olfatométricas que podem ser utilizadas para a estimativa do impacto odorante sobre uma comunidade ou para determinação das emissões odorantes a partir de fontes antrópicas ou naturais. Muitos destes procedimentos serão descritos na seqüência.

## 2.1. PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGENS

As amostras de ar são coletadas em sacos fabricados em Tedlar® (marca registrada DuPont) que são resistentes à adsorção de odores e formam uma barreira a gases. Estes têm capacidade aproximada de 60 litros de ar (Figura 1). A amostragem pode ser feita de forma direta ou indireta.



Figura 1: Saco Tedlar usado para amostragem.

### 2.1.1. Amostragem indireta

Neste procedimento, o saco de amostragem é colocado no interior de um vaso hermeticamente fechado (Figura 2). O vaso é conectado para sucção a uma bomba de aspiração de ar (pela válvula A, conforme a figura), provocando depressão em seu interior. Após o vácuo no vaso, o saco é então enchido (com a abertura da válvula B) até as pressões interior e exterior equivalerem-se novamente. Este método é conhecido como da caixa pulmão de amostragem. Antes de atingir o saco, porém, o gás passa por um sistema de resfriamento para condensação dos vapores de água contidos na corrente gasosa da chaminé (STUETZ & FRENCHEN, 2001).

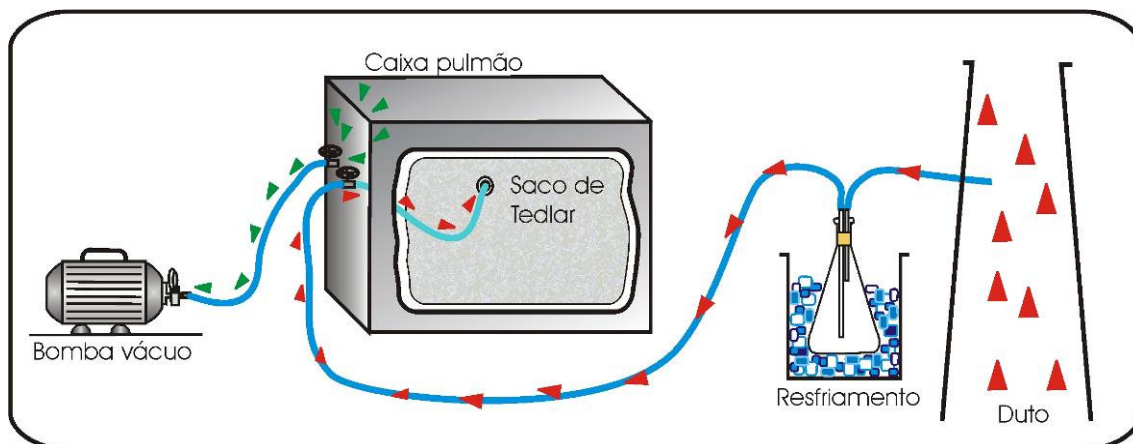


Figura 2: Sistema de coleta das amostras em campo (com caixa pulmão).

### 2.1.2. Amostragem direta

Neste caso, a amostra passa por uma bomba diafragma pressão/vácuo, que possui interior revestido de inox, para não absorver odores (Figura 3). No caso de amostras com alta temperatura ou alta umidade, é usado um sistema de resfriamento da amostra para condensação da umidade excedente. Para amostragem de locais com concentração odorantes muito discrepantes, a bomba deve ser limpa entre duas amostragens consecutivas.

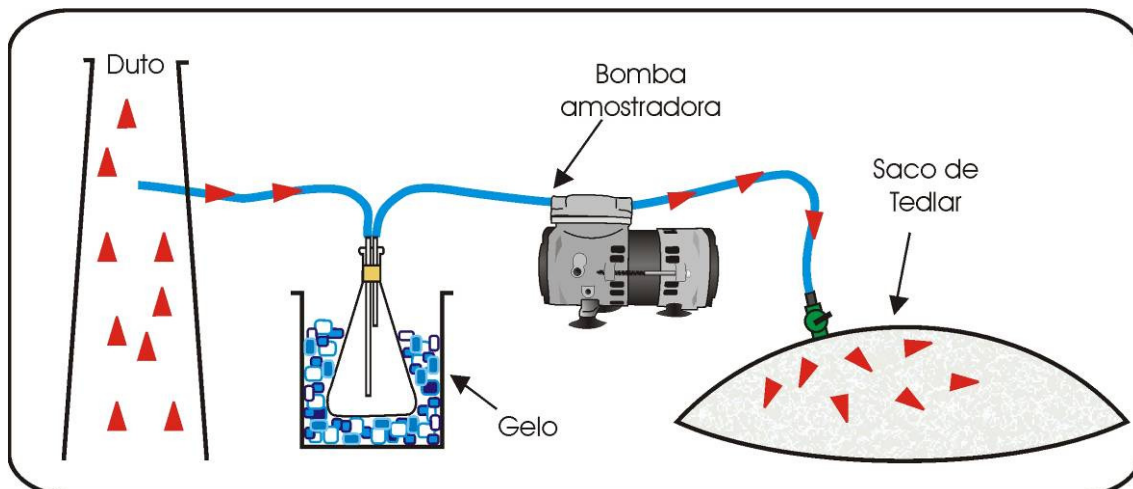


Figura 3: Sistema de coleta das amostras em campo (com bomba diafragma)

### 2.1.3. Amostragem em fontes superficiais

#### A - Amostragem mediante o uso de câmara de fluxo dinâmica:

Em locais onde as emissões de odores ocorrem a partir de uma superfície (sólida ou líquida), utiliza-se uma câmara de fluxo. A partir da área superficial coberta pela câmara é possível determinar a taxa de emissão específica dos compostos odorantes por unidade de área. Este procedimento é representado esquematicamente na Figura 4.

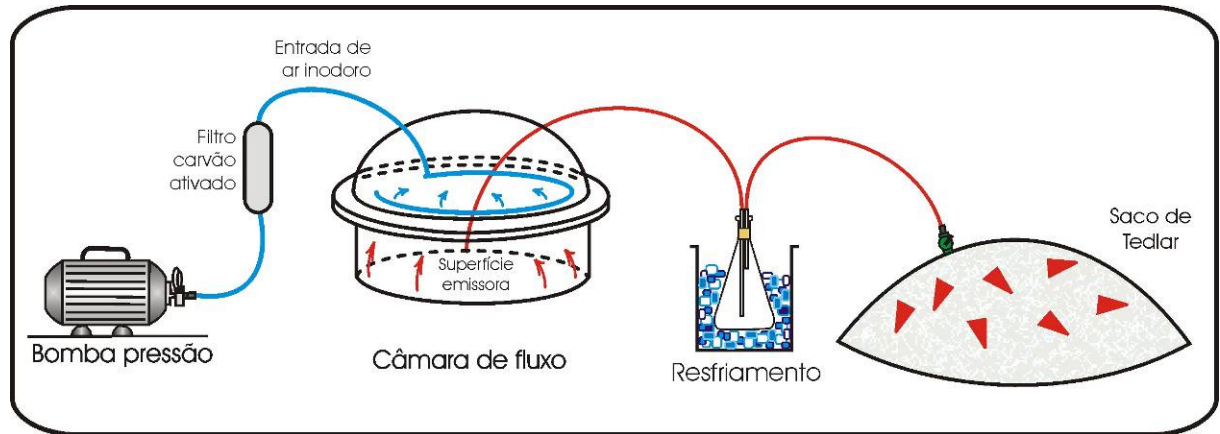


Figura 4 - Esquema da coleta de ar a partir de uma superfície líquida.

As câmaras de fluxo dinâmicas são semelhantes às câmaras de fluxo estáticas, mas estas últimas utilizam uma corrente de ar de vazão controlada como parte da medição da taxa de emissão. Essa taxa é determinada pelo produto da vazão de ar inodoro inserida na câmara pela concentração odorante. As câmaras de fluxo dinâmicas geralmente possuem uma seção transversal circular e uma entrada de ar radial (FRENCHEN et al., 2003).

O ar insuflado na câmara deve ser desprovido de umidade e de compostos orgânicos. Deve-se usar um regulador de vazão na entrada e na saída da câmara, ajustável para a faixa de 1 a 10 L.min<sup>-1</sup>. A câmara deve possuir um orifício para liberar qualquer pressão excedente, sendo que este orifício nunca deve ser fechado. Também deve haver um termômetro acoplado à câmara para a medição da temperatura em seu interior durante todo o período de amostragem (USEPA, 1986).

#### **Posicionamento da câmara:**

Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 1986), a área total (A) deve ser dividida em zonas de amostragem ("grids"), sendo que o número de zonas depende do tamanho da área:

- $A \leq 500\text{m}^2$ : Dividir em 20 zonas.
- $500\text{m}^2 < A \leq 4.000\text{m}^2$ : Dividir em zonas de 25m<sup>2</sup> cada.
- $4.000\text{m}^2 < A \leq 32.000\text{m}^2$ : Dividir a área em 160 zonas.
- $32.000\text{m}^2 < A$ : Dividir a área em zonas de 200 m<sup>2</sup> cada.

Ainda, segundo a USEPA, esta estratégia de posicionamento possibilita um intervalo de 20% da média dos valores medidos (com 95% de confiança) (USEPA, 1986).

#### **Operação:**

Todas as superfícies expostas à amostra devem ser limpas com água e secas antes da montagem do sistema. A câmara de fluxo deve ser colocada sobre a superfície a ser avaliada em uma profundidade de 2 a 3 cm (profundidade de submersão da câmara). A profundidade deve ser suficiente de modo que a câmara permaneça submersa durante todo o tempo (mesmo em situações de ondas na superfície) sem, no entanto, haver isolamento de uma coluna deste efluente (Reinhart, 1992). O início da amostragem propriamente dita dá-se apenas após um período de homogeneização da mistura no interior da campânula, dado pela Equação 1 (KINBUSH, 1986)

$$\tau = \frac{V}{Q}$$

Eq. (1)

Na qual:  $\tau$  = tempo de homogeneização do ar na câmara antes da coleta da amostra;

V = Volume de ar acima da superfície da água no interior da câmara;

Q = Vazão de entrada e saída de ar na câmara (amostragem isocinética).

Exemplificando, para uma câmara com 0,5 m de diâmetro, cobrindo assim uma área de 0,196m<sup>2</sup> (a disponível no LCQAr) A vazão de amostragem deve ser ajustada em 5 L/min. O volume da câmara é de 30 L e, assim, o tempo de residência ( $\tau$ ) é de 6 minutos. A cada intervalo de 6 minutos ( $\tau$ ), as vazões de entrada e saída da câmara devem ser verificadas e reajustadas para 5L/min e a temperatura dentro da câmara deve ser medida e anotada (USEPA, 1986). O sistema deve estar em funcionamento durante 24 minutos antes do início da amostragem, equivalentes a 6 vezes o tempo de residência, para que todas as conexões dentro da câmara de fluxo sejam homogeneizadas com a mistura de gás odorante e gás de varredura (USEPA, 1986).

### **Cálculos:**

A câmara de fluxo dinâmica funciona como um reator de mistura perfeita, de forma a assegurar que a concentração da mistura gasosa na saída da câmara seja a mesma que aquela presente em seu interior. O fluxo superficial de um composto "i" é definido na Equação 2 (USEPA, 1986; FRENCHEN et al., 2003).

$$F_i = \frac{[i].C.Q_{ar}}{S}$$

Eq. 2

Na qual:  $F_i$  : fluxo do composto, em UO.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>



[i] : concentração do composto i, em  $\text{UO.m}^{-3}$

Qar : vazão de ar puro que alimenta a câmara, em  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$

S : área da superfície coberta pela câmara de fluxo, em  $\text{m}^2$

C : Fator de correção da temperatura

Uma correção para a temperatura dentro da câmara deve ser realizada, pois variações na temperatura influenciam a taxa de emissão das superfícies. Para tanto, utiliza-se a Equação 3 (USEPA, 1986):

$$C = \exp[0,13x(Ta-Tc)]$$

Eq. 3

Onde:

C: Fator de correção

Ta: Temperatura atmosférica média durante a amostragem

Tc: Temperatura média dentro da câmara

Estes cálculos devem ser realizados para cada zona de medição e, posteriormente, os fatores de emissão de cada zona devem ser integrados para gerar o fator de emissão total da área em estudo. O fator de emissão da área total é calculado pela média dos fatores de emissão das áreas avaliadas.

## **B - Amostragem mediante o uso da campânula:**

Em biofiltros abertos, as emissões de odores ocorrem a partir de uma superfície sólida. Para medir a taxa de emissão odorante e investigar a homogeneidade do biofiltro é recomendado o uso de uma campânula amostradora (Figura 5), conforme norma alemã VDI 3477. A partir da área superficial coberta pela campânula é possível retirar amostras para as análises olfatométricas e ao mesmo tempo analisar a homogeneidade do substrato do biofiltro, mediante a determinação da velocidade de emissão. Isto permite detectar a existência de possíveis caminhos preferenciais dos gases de saída através do corpo do biofiltro.

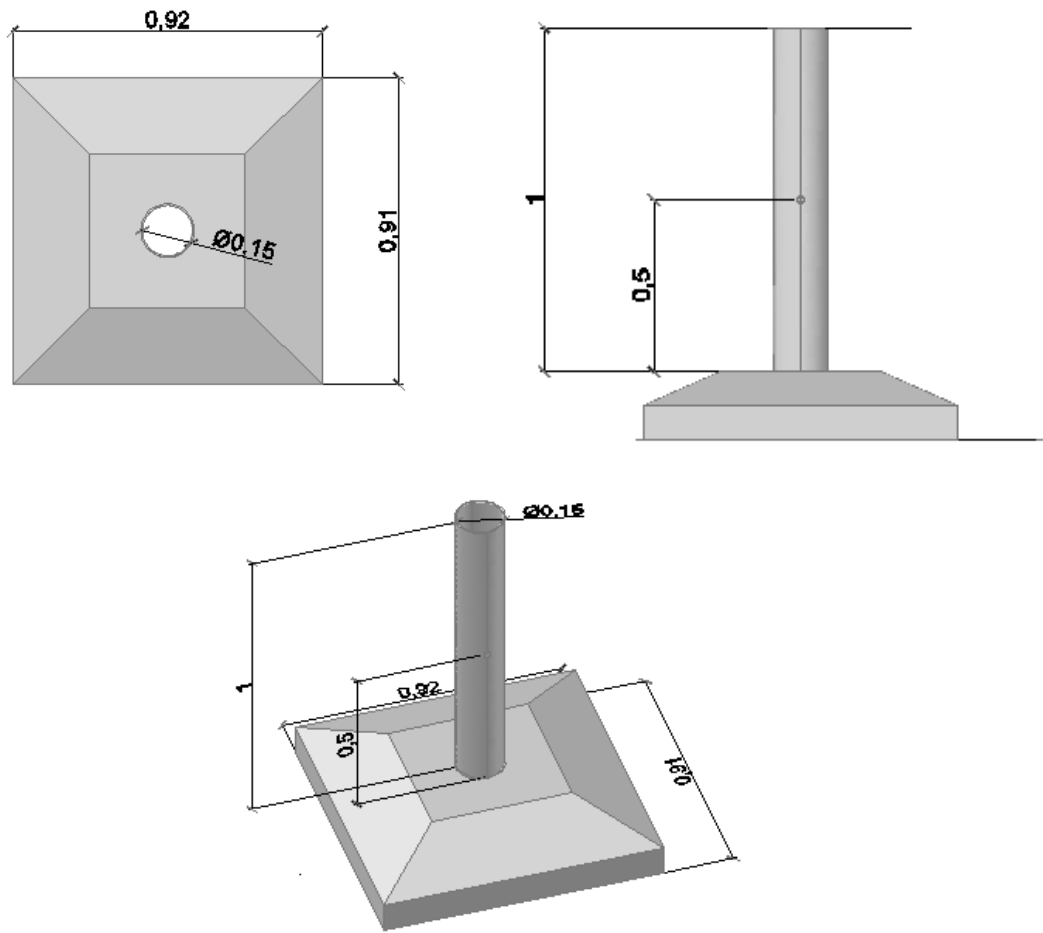


Figura 5 - Desenho esquemático da campânula amostradora para biofiltros. As dimensões estão cotadas em metros. Fonte: VDI 3477.

Para medição da velocidade do fluxo no orifício da campânula utiliza-se um anemômetro a fio quente (Figura 6). Este aparelho fornece dados de velocidade e temperatura do ar através de um sensor de fio quente. O sensor está fixado em uma haste que o torna ideal para medição na saída de dutos e difusores. Os dados são medidos em intervalos de aproximadamente 0,5 seg. Utiliza-se a função "média" do aparelho, onde se estabelece o início e fim das medições (usa-se um período de aproximadamente 1 minuto), e o equipamento fornece o valor médio dos dados coletados no período. As especificações do aparelho são as seguintes (AIRFLOW, 2001):

- Velocidade do ar: (0,00 a 30,00 m/s  $\pm$  0,01 m/s);
- Temperatura do ar: (0,0 a 80,0 °C  $\pm$  0,1 °C).



Figura 6 - Termo-anemômetro marca AIRFLOW®, modelo TA45

Pode-se, por este modo, determinar a taxa de emissão específica (emissão odorante por unidade de área) para a área a ser analisada. Este procedimento é representado esquematicamente através da Figura 7.

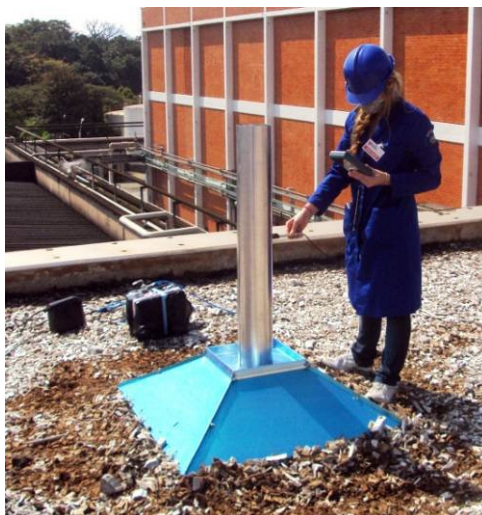


Figura 7: Campânula amostradora para biofiltros sendo utilizada.

No cálculo da concentração total de odores gerada pela superfície do biofiltro será efetuada a ponderação mostrada pela Equação 4, a seguir. Nesta é levado em conta que as regiões do biofiltro as quais possuem maior fluxo, são aquelas que contribuem mais perante a emissão total do biofiltro. Assim, cada concentração obtida nas análises olfatométricas é multiplicada pela velocidade do fluxo onde a amostra foi coletada. Posteriormente, para se obter a concentração média em toda a superfície do biofiltro é feita então a divisão das concentrações ponderadas pela média das velocidades, multiplicada pelo número de medições ou ponderação feitas.

$$C_f = \frac{C_1 \cdot v_1 + C_2 \cdot v_2 + \dots + C_n \cdot v_n}{n \cdot v_m}$$

Equação 4

Na qual,

$C_t$  = concentração média considerando todo o biofiltro;

$C_1$  = concentração de odores do ponto número 1;

$v_1$  = velocidade no ponto número 1 (medida com o anemômetro à fio quente);

$n$  = número de pontos avaliados e coletados;

$v_m$  = velocidade média entre os pontos de coleta (medida com o anemômetro à fio quente).

A taxa de odor emitida pelo biofiltro, em  $UO.h^{-1}$ , é obtida multiplicando-se a concentração média considerado todo o biofiltro ( $C_t$ ) pela vazão no duto que alimenta o próprio, dada pela Equação 5.

$$T = C_t * Q$$

Eq. 5

Observando-se os valores de velocidades médias encontrados nos pontos avaliados no biofiltro, pode-se inferir a uniformidade da constituição do biofiltro, detectando-se caminhos preferenciais ou sobrecarga de trabalho sobre parte dele. A possível consequência de tal constatação pode ser a maior emissão de odores em determinadas partes do biofiltro, resultante de um tratamento inadequado do gás.

## 2.2. ANÁLISES OLFATOMÉTRICAS

Mediante o uso de técnicas olfatométricas pode-se determinar:

- A concentração de moléculas odorantes no ar;
- O limite de percepção olfativa (K<sub>50</sub>). O limite de percepção olfativa de um odor corresponde à concentração de moléculas odorantes no ar para a qual a probabilidade de percepção por um júri de pessoas é de 50% (Figura 8). Pode ser determinado para um composto puro ou para mistura de compostos (LE CLOIREC et al., 1991). Ele é expresso por um número adimensional. Este índice encontra-se normalizado em alguns países, para dentre os quais destaca-se a norma americana ASTM E679-04 (AMERICAN NATIONAL STANDARD, 2004).

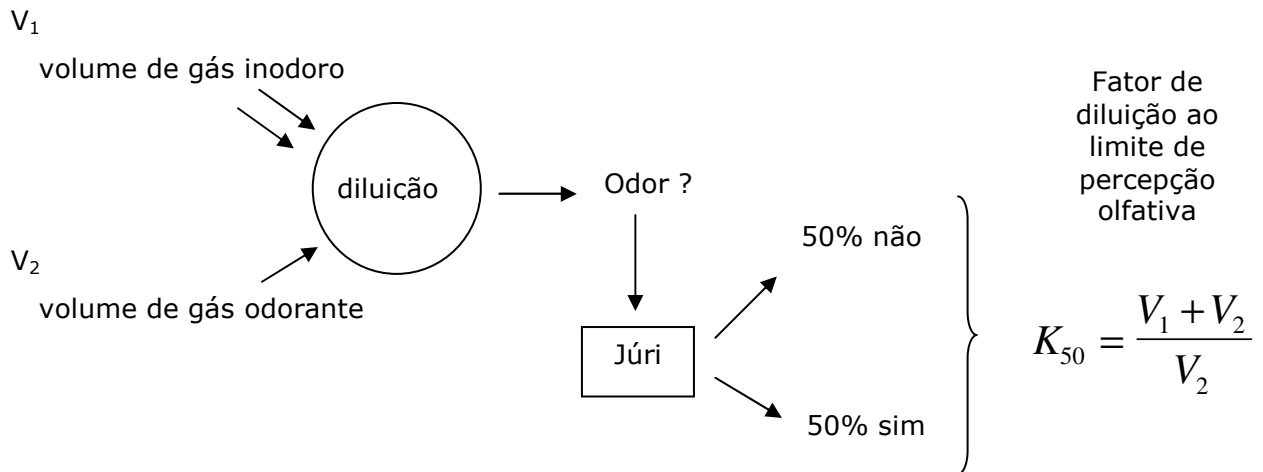


Figura 8 - Determinação do fator de diluição para o limite de detecção olfativa (K<sub>50</sub>)  
(adaptado de Martin e Laffort, 1991)

- O limite de caracterização olfativa: Concentração de odor na qual 50% dos membros de um júri são capazes de reconhecer nominalmente um produto odorante (SIAAP, 1991);
- O limite de identificação olfativa: Concentração de odor na qual 100% dos membros de um júri caracterizam o odor analisado. Corresponde à possibilidade de reconhecimento da presença do composto e de sua natureza (AFNOR X 43-103, 1990; GAUTHIER, 1993);
- A eficiência de um processo de tratamento de gases odorantes;
- A intensidade odorante de uma amostra gasosa;
- A hedonicidade odorante de uma amostra gasosa;
- O caráter intensidade odorante de uma amostra gasosa.

- O impacto odorante de uma fonte mediante o uso de questionários, enquetes ou júri móvel.

### 2.2.1. Determinação da concentração odorante

Para a detecção do limite de percepção olfativo ( $k_{50}$ ) é utilizado, no LCQAr, um olfatômetro de diluição dinâmica, da marca Odile versão 2000 (Figura 9). Um olfatômetro de diluição dinâmica é definido como o instrumento que emite um fluxo de mistura de um gás odorante (amostra) com um gás neutro (sem odor) em fatores de diluição conhecidos para apresentação a um jurado (CEN, 2003).



Figura 9 - Componentes do sistema do olfatômetro ODILE 2000

O Olfatômetro Odile 2000 é composto por sistema de ar puro; unidade de pressurização; unidade de diluição; mesa olfatométrica com seis baias (ou *boxes*); e aplicativo de operação em computador.

As diluições são realizadas de maneira decrescente e logarítmica. O *software* faz a análise contínua dos resultados, trabalhando com a média logarítmica de cada um dos jurados e depois com a média dos seis jurados. Cada baia é provida de um painel para votação e três saídas de ar, dentre as quais apenas uma apresenta a saída da mistura de ar odorante com ar puro. As outras duas saídas recebem somente ar puro. A amostra diluída é apresentada de maneira aleatória aos jurados, e ocorre em diversas ordens de diluição (Figura 10).

No momento da votação o jurado tem 15 segundos para cheirar os gases provenientes de cada uma das três saídas. Percebendo algum tipo de odor, deverá apertar o botão correspondente, abaixo do tubo de saída do odor, e o voto será registrado pelo aplicativo. Caso o jurado perceba um odor muito forte deverá apertar duas vezes o botão. Caso não perceba nenhum odor, deverá apertar o botão "Nenhum odor".



Figura 10: Saídas de ar propostas a um jurado

Os resultados do Limite de Percepção de Odor podem ser apresentados pela norma EN 13725 (2003) da comunidade europeia, ou pela norma ASTM E679-04, dos Estados Unidos. A norma EN 13725 (2003) é baseada na estimativa dos limites de percepção individuais de cada jurado e calcula a média geométrica dos limites pessoais estimados ( $EZ_{50p}$ ) para chegar ao valor do limite de percepção do júri ( $EZ_{50}$ ). As amostras são analisadas em três etapas consecutivas (3 *rounds*) e estas são posteriormente unificadas para a determinação do limite de percepção. Já em uma análise utilizando a ASTM E679-04 apenas uma etapa (*round*) é utilizada, podendo ser repetida mais vezes. Esta última torna-se muito prática em casos em que se tenha poucas amostras a serem analisadas.

Os limites de percepção individuais passam então por um teste lógico, no qual as respostas muito distantes da média geométrica são descartadas e a média é recalculada, em etapas sucessivas, até que o teste lógico seja atendido. A norma americana propõe o cálculo de forma similar, mas sem a realização deste teste lógico.

Também é apresentado, na análise dos dados pelo olfátometro, o modelo de regressão linear Probit aplicado a todas as respostas dos jurados para cada análise. Este modelo trabalha com todas as respostas dos jurados, considerando até mesmo as respostas consideradas ruins, pelo sistema operacional do olfátometro, no caso representadas pelos pontos vermelhos nos gráficos. Já a norma EN 13725 (2003) só considera as boas respostas.

O resultado da análise é dado na forma de concentração, em unidades de odor por metro cúbico: U.O.m<sup>-3</sup>. Isto significa que a concentração da amostra representa o número de vezes que esta deve ser diluída para que seja atingido o seu limite de detecção (quando existe apenas 50% de probabilidade que este odor seja percebido).

Anteriormente às análises de amostras, é realizada a análise de um branco laboratorial, que representa a concentração do odor de fundo dos sacos de Tedlar, do sistema de ar puro e de quaisquer impurezas porventura existentes no sistema de diluição do olfatômetro. Para tanto, é procedida a análise laboratorial de um saco preenchido com ar puro do próprio sistema que fornece ar comprimido para o olfatômetro. O valor da concentração desta amostra é então subtraído dos valores de concentração encontrados para as demais amostras.

Além deste branco, recomenda-se, para as situações em que as amostras sejam coletadas em ambiente externo, que seja feita uma amostragem de um ponto externo, distante da(s) fonte(s) emissora(s) que represente o "ruído de fundo" do local. Esta amostra representa, portanto, a concentração de odor já existente no local sem a presença da fonte emissora em estudo.

Segundo a norma da comunidade europeia para olfatometria (EN 13.725), é recomendado que as amostras sejam analisadas até aproximadamente 30 horas após a sua coleta.

Ao painel de jurados é apresentado o código de conduta descrito pela EN 13725 – CEN 2003, o qual restringe a participação de certos grupos de pessoas, além de estabelecer regras de comportamento para antes e durante a avaliação de odores - Ver Anexo 1.

A taxa de emissão de odores deve ser apresentada em unidades de odor por hora: U.O.h<sup>-1</sup>. Para chegar nesta unidade faz-se necessário multiplicar a concentração do odor, em unidades de odor por metro cúbico, pela vazão de gases, em m.s<sup>-1</sup>.

### **2.2.2. Determinação da intensidade, hedonicidade e caráter do odor**

Este tipo de análise complementar à olfatometria com olfatômetro se faz necessário à medida que o resultado da olfatometria com olfatômetro, ou seja, a concentração de odor é apenas um número (em unidades de odor por metro cúbico, UO.m<sup>-3</sup>). Assim, um determinado valor de concentração de odor não pode indicar se este odor é agradável ou não. Outro exemplo típico da necessidade destas análises complementares é o uso de produtos perfumantes, mascarantes ou absorventes de odor com perfume, pois nestes



casos o efluente do sistema de tratamento possui um odor adicional, que será mensurado com o olfatômetro, independente do seu grau de agradabilidade.

Para se determinar a intensidade odorante, a hedonicidade, e o caráter do odor de uma amostra, as mesmas são apresentadas para um júri, composto por seis ou mais pessoas treinadas e calibradas, e estas devem responder a um pequeno conjunto de perguntas em relação às características odorantes da amostra.

### **A - Intensidade odorante**

A metodologia utilizada para avaliação da intensidade odorante utiliza como elemento de referência a solução de 1-Butanol, diluída em diferentes concentrações em água. Cada membro do júri passa por um teste olfatométrico para sua calibração e posterior identificação das amostras analisadas. O objetivo do teste é submeter, individualmente, os membros do júri às diferentes concentrações da solução de 1-butanol as quais apresentam diferentes intensidades (Figura 11).



Figura 11: Apresentação das soluções de 1-Butanol

As soluções são colocadas em cinco frascos de vidro numerados aleatoriamente. Estas concentrações apresentam a seguinte ordem crescente das intensidades odorantes com seus respectivos níveis de intensidade: muito forte (5), forte (4), médio (3), fraco (2) e muito fraco (1) - Tabela 1. Esta avaliação segue o procedimento recomendado pela norma americana ASTM E-544-75 (1997).

Após a memorização destas intensidades, o júri é orientado a comparar a intensidade do odor em cada amostra com as intensidades da escala de referência, não levando em conta sua qualidade (

Figura 12).

Tabela 1: Níveis de intensidade de odor.

| <b>Nível de intensidade</b> | <b>1- Butanol (<math>g \cdot L^{-1}</math>)</b> | <b>IO (Intensidade odorante)</b> |             |
|-----------------------------|---|----------------------------------|-------------|
| 1                           | 0,001   | mf                               | muito fraco |
| 2                           | 0,01  | f                                | fraco       |
| 3                           | 0,1   | m                                | médio       |
| 4                           | 1,0   | f                                | forte       |
| 5                           | 10  | mf                               | muito forte |

Fonte: AFNOR,1990, apud Belli Filho e De Melo Lisboa, 1998.



Figura 12: Apresentação da amostra ao jurado

## **B - Hedonicidade odorante**

O valor hedônico é uma medida da agradabilidade e desagradabilidade de um odor. Valor hedônico é derivado da palavra "hedonístico". A derivada da palavra grega "hedone" significa prazer. O valor hedônico é independente do caráter do odor (McGINLEY e McGINLEY, 2002). O valor hedônico é uma categoria de julgamento quanto à característica do odor de ser ou não prazeroso. A polaridade prazer/desprazer é acompanhada de forte regularidade na sensação olfativa. Certos autores consideram que a tonalidade hedônica dos odores é o resultado de uma aprendizagem associada à infância (STUETZ e FRENCHEN, 2001).

Na análise da hedonicidade utiliza-se um painel representando o nível de incômodo inerente ao odor percebido. Para avaliação da hedonicidade a orientação é comparar o incômodo odorante, em cada amostra, com uma escala que representa o nível de agrado ou desagrado de um odor – Quadro 1.

Quadro 1 – Escala para avaliação da Hedonicidade odorante

|   |
|---|
| -5-----0-----+5   |
| Desagradável                  Neutro                  Agradável |

A Figura 13 representa a estética do odor (o belo ou o feio), a qual pode ser apresentada aos jurados para que eles apontem com qual “carinha” se identificam ao sentir o odor ao qual estão sendo expostos.



Figura 13 - Olfatinhos olfatométricos. Fonte: LCQAr.

### C - Caráter odorante

Além dos testes de intensidade e hedonicidade, é também solicitado aos jurados que estes tentem identificar o caráter do odor da amostra. Assim, cada jurado dá a sua opinião pessoal sobre o que aquele odor o faz lembrar. Conforme já colocado, a determinação do caráter do odor é plenamente subjetiva.

A descrição da qualidade de um odor percebido é uma tarefa difícil. A linguagem olfativa é efetivamente baseada na comparação da percepção, a um odor fundamental freqüentemente encontrado (FERNANDEZ, 1999).

A qualidade de um odor é uma escala de medida nominal (categoria). O odor é caracterizado utilizando-se um vocabulário de referência para gosto, sensação, e descritores de odor. Numerosos padrões, de descrição do odor estão disponíveis para o uso como vocabulário de referência. McGinley e McGinley, (2002) apresentam oito categorias reconhecidas da descrição do odor, onde são ilustradas como a “roda de odor”: vegetal, frutífero, floral, medicinal, químico, piscoso, ofensivo e térreo. São listadas descrições específicas do odor para cada categoria como mostra a Figura 14.

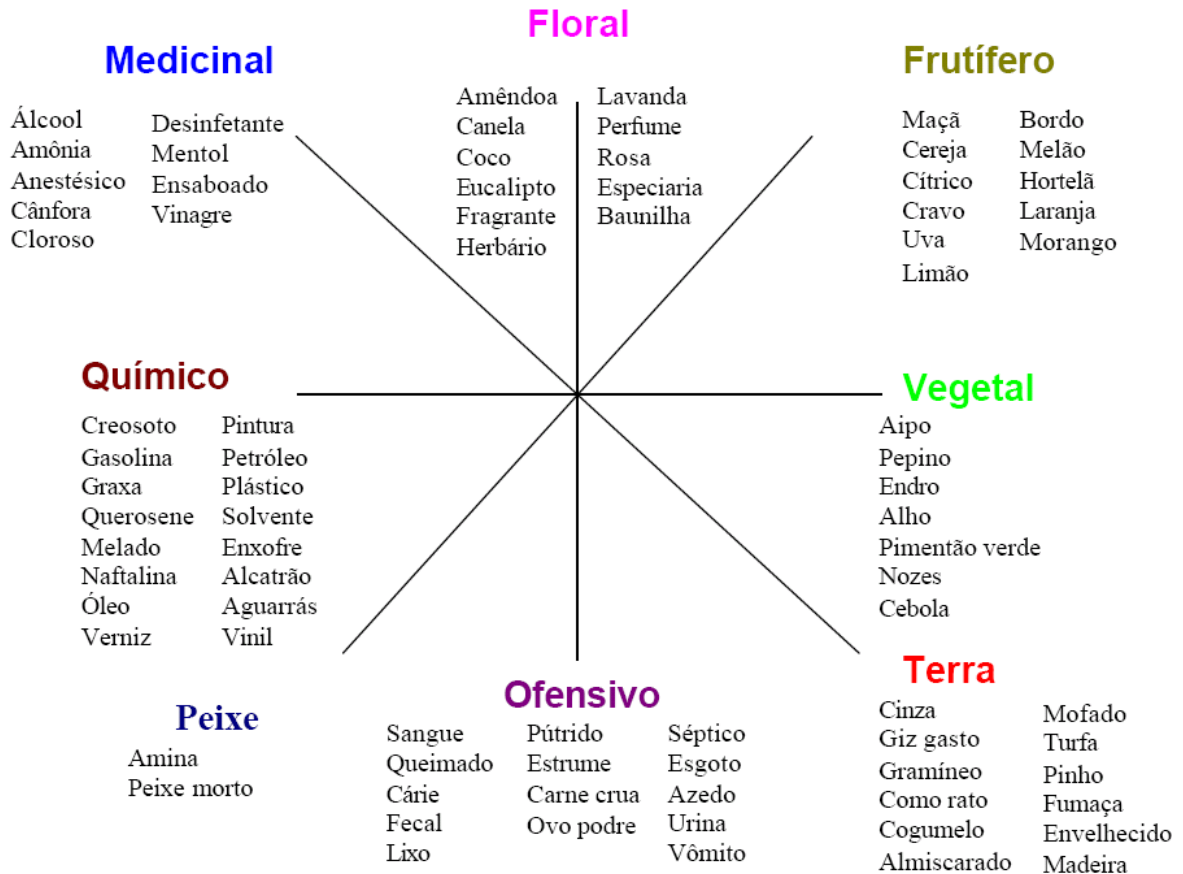


Figura 14: Roda de odores (adaptado de McGinley e McGinley, 2002).

A qualidade de uma substância odorante é uma medida inteiramente subjetiva. Nela usa-se uma linguagem de analogia baseada em interpretações pessoais (ex. cheiro de fruta, de peixe, de ovos, de menta). Essa característica influencia significativamente as respostas aos odores. O cheiro se “parece” com o de uma substância (STUETZ e FRENCHEN, 2001).

### 2.2.3. PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA DO OLFATÔMETRO E SACOS

Depois de cada campanha de amostragem, todos os materiais são levados para o laboratório para limpeza. As bombas diafragma são desmontadas e todas as suas partes “úmidas” (que entram em contato com a amostra) são deixadas de molho em água com detergente por 24 horas. Depois, cada peça é escovada individualmente, enxaguada em água corrente e seca. A bomba é então remontada e testa-se o seu funcionamento. Caso ainda haja odor perceptível na saída de ar da bomba, o procedimento é repetido.

Os sacos de Tedlar são ligados por uma de suas válvulas a um sistema de ar comprimido. A outra válvula dos sacos é deixada aberta para permitir a circulação de ar. São tomadas duas medidas para aumentar a rapidez de limpeza dos sacos: o aquecimento e a utilização de uma solução de acetona.

O sistema de aquecimento de ar é composto por um forno e duas caixas de isopor. O forno aquece o ar proveniente do sistema de ar comprimido, e as caixas armazenam os sacos a serem limpos ajudando a manter uma temperatura de limpeza elevada (em torno de 60°C), o que reduz consideravelmente o tempo necessário para a limpeza.

A solução de acetona visa solubilizar compostos apolares presentes no saco, para que sejam removidos mais rapidamente. Essa solução é feita com 1/3 de Acetona (Propanona) e 2/3 de água destilada. A solução é inserida nos sacos Tedlar por meio de uma pissete, os sacos então são agitados em torno de cinco minutos e então colocados no sistema de limpeza. Este sistema de limpeza é mantido em funcionamento até que não se sinta odor perceptível dos sacos, o que pode levar de 4 a 60 horas, dependendo da intensidade odorante que havia sido amostrada.

O ar comprimido usado para a limpeza é o mesmo empregado nas análises olfatométricas, para a diluição das amostras com olfatômetro. Este é coletado do ambiente externo, na cobertura do edifício do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFSC), e passa por uma seqüência de filtros para a retirada de impurezas. O primeiro é um elemento coalescente, para retirada de umidade, depois passa por um filtro-manta para retirada de material particulado grosseiro, por um filtro de retirada de material particulado fino, e por dois filtros de carvão ativado, um na saída da tubulação e outro localizado dentro do olfatômetro. Este último só é usado no momento das análises olfatométricas e limpeza do olfatômetro. Cada um destes filtros é inspecionado a cada seis meses e trocado a cada 6-12 meses, dependendo da sua condição de deterioração.

A limpeza do equipamento é feita pelo próprio olfatômetro. Depois de cada análise é ligado o ciclo de purga, e este é deixado em funcionamento dependendo da concentração odorante da análise realizada. O período de purga pode durar de 1 hora (5 ciclos) até 24 horas (120 ciclos). O mesmo tipo de limpeza também é realizado individualmente em cada tubo de saída de ar (corneto) antes e depois de cada análise. Sugere-se limpar cada corneto por 10 minutos antes e depois das análises. Os cornetos, feitos de vidro, são fechados quando o equipamento não está sendo utilizado, para evitar a queda de poeiras. Periodicamente (após a realização de análises com concentração odorante elevada), o painel de votação é desmontado e estes tubos são retirados e lavados com água e detergente.

Também é realizada a limpeza de válvulas do olfatômetro (porta zero), a qual também é realizada antes e depois das análises por um período mínimo de 30 minutos. Quando são realizadas análises em que a concentração odorante da amostra é grande, o filtro de partícula em inox do olfatômetro também é limpo. Ele é retirado do sistema, desmontado e então submetido a um banho de ultra-som de uma hora. A peça é então seca, montada e reinstalada no sistema.

### **2.3. AVALIAÇÃO DO IMPACTO ODORANTE VIA QUESTIONÁRIOS**

Para uma primeira avaliação do impacto ambiental nas pessoas que moram na circunvizinhança das fontes odorantes, dois modos de avaliação por questionários são recomendados: questionário de caráter eventual e de caráter permanente.

Questionários de caráter eventual podem ser aplicados mediante o uso de envelope junto à vizinhança do empreendimento ou mediante o emprego de um júri móvel. O questionário de caráter permanente são utilizados mediante o emprego de um júri fixo.

A aplicação dos questionários seguiu as instruções da VDI 3883 - Parte 2 (1993), que descreve em detalhes como se faz uma investigação de incomodo olfativo e em áreas atingidas por odores. Os questionários de caráter eventual foram adaptados daqueles apresentados pela *Comission International du Génie Rural* (CIGR, 1994), no capítulo *Aerial Environment in Animal Housing*, e outro proposto por Cudmore e Dons (2000) em *Environmental Standards for Industrial Odour Effects: A Recommended Approach*. Além deste, foi levado em conta o questionário aplicado por Silva (2002) para a avaliação de incômodos olfativos pela suinocultura.

#### **2.3.1. Avaliação do impacto odorante pelo uso de envelope**

O uso de questionários para entrevistas consiste num excelente procedimento preliminar na avaliação da percepção ambiental dos odores, especialmente em regiões urbanas.

Numa primeira etapa de avaliação é interessante a aplicação de um questionário dirigido à população circunvizinha à fonte odorante.

Para se determinar o número total de questionários a serem aplicados utiliza-se Equação 6 (Barbetta, 2001), admitindo-se um erro máximo tolerável de 5%:

$$n = \frac{N * n_o}{N + n_o} \quad \text{e} \quad n_o = \frac{1}{E_0^2} \quad (\text{Equação 6})$$

Na qual,

N = Tamanho da população

n = tamanho da amostra

E<sub>0</sub> = Erro amostral tolerável.

### **Questionário aplicado para avaliação do impacto odorante em uma comunidade:**

O questionário aqui aplicado é de **caráter eventual**, onde o primeiro estágio de avaliação é realizado de forma a identificar as possíveis fontes odorantes, período de ocorrência dos odores, locais mais atingidos, direção do vento, proporção de homens e mulheres e idade (ver modelo de um questionário aplicado no Apêndice 1).

O questionário utilizado é do tipo fechado, com as questões com várias respostas prontas, o que permite ao entrevistado responder qual será aquela que corresponda a sua vivência em relação aos odores percebidos. Estas questões estão descritas a seguir, para um número sugerido de onze questões.

A aplicação do questionário deve ser de forma estruturada, e o entrevistado deve responder verbalmente as perguntas do entrevistador, que as transcreve para a ficha.

Antes da entrevista, a pessoa deve ser abordada e informada sobre o objetivo da pesquisa para saber do seu aceite ou não. Após o aceite, é feita a leitura de cada pergunta, solicitando que as respostas sejam fornecidas ao término das mesmas.

As perguntas constantes no questionário aplicado têm como princípios: caracterizar os entrevistados, embora mantendo o anonimato; avaliar a compreensão do vínculo entre os odores e a poluição atmosférica; verificar a adaptação aos odores; identificar as condições do clima (temperatura, direção do vento, período do dia e do ano) para a análise das possíveis associações com os odores; identificar a principal origem dos odores; relacionar alguns sintomas de doenças aos odores.

### **Questão 1: Avaliação da existência do problema**

Esta primeira questão é de caráter eliminatório, ou seja, caso o entrevistado responda "não" a esta pergunta, ele não responderá às próximas nove perguntas, visto que estas se referem a sua vivência em relação aos odores – Quadro 2. Entretanto, ainda assim, são coletados os dados da Questão 11, referente ao perfil do entrevistado.

Quadro 2: Questão 1.

**1. Você sente algum odor que o incomoda?**

SIM ( )

NÃO ( )

**Questão 2: Avaliação do incômodo**

Nesta questão, os incômodos produzidos pelos odores são questionados e os entrevistados podem escolher diversas mais de uma opção – Quadro 3.

Quadro 3: Questão 2.

**2. Quais tipos de incômodos os odores provocam em você?**

2a. ( ) Intranqüilidade

2b. ( ) Náusea

2c. ( ) Insônia

2d. ( ) Irritação

2e. ( ) Irritação na garganta

2f. ( ) Irritação nos olhos

2g. ( ) Vômito

2h. ( ) Dor de cabeça

2i. ( ) Perda do apetite

2j. ( ) Outros

2k. ( ) Não sei

**Questão 3: Avaliação do caráter do odor**

Na Questão 3, o odor percebido pelo jurado é comparado a outros odores conhecidos para que assim a fonte do odor possa ser identificada, sem que seu nome seja propriamente dito pelo entrevistado – Quadro 4. Os odores de ovo estragado e de esgoto são comumente relacionados com a presença de Ácido Sulfídrico no ar.

Quadro 4: Questão 3.

**3. Você pode descrever esse odor?**

3a. ( ) Ovo estragado

3b. ( ) Esgoto

3c. ( ) Óleo queimado

3d. ( ) Tinta

3e. ( ) Fertilizante

3f. ( ) Gasolina

3g. ( ) Gás

3h. ( ) Não sei

Também nesta questão o entrevistado é orientado a dar respostas positivas ao número de alternativas que desejar ou identificar, pois há diversos casos em que pessoas se sentem incomodadas por mais de um tipo de odor.



#### Questão 4: Avaliação da intensidade

Na questão 4, a intensidade do odor percebido é investigada. Neste caso, o entrevistado é orientado a escolher apenas uma das alternativas oferecidas – Quadro 5.

Quadro 5: Questão 4.

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>4. O odor que você percebe é:</b> |   |
| <input type="checkbox"/> Muito fraco | 1 |
| <input type="checkbox"/> Fraco       | 2 |
| <input type="checkbox"/> Médio       | 3 |
| <input type="checkbox"/> Forte       | 4 |
| <input type="checkbox"/> Muito forte | 5 |

A intensidade média pode ser calculada através de uma média ponderada onde cada nível de intensidade tem um peso (0, 25, 50, 75 e 100 - Equação 7). Desta forma, a intensidade média do odor varia numa escala de 0 (Muito Fraco) a 100 (Muito forte). Para os jurados que não sentem nenhum tipo de odor suas repostas terão peso 0, assim como os que sentem odores de intensidade muito fraca. Esta escala valoriza a resposta do jurado que sente odores mais intensos (mais afetados), prevalecendo sobre os que não sentem ou julgam o odor muito fraco.

$$I = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^5 W_i N_i \quad (\text{Equação 7})$$

Na qual,

N : Número total de observadores que sentem odor (entrevistados);

I : Categoria da Resposta;

$W_i$  : Coeficiente da categoria  $i$ ;

$N_i$  : Número de respostas da categoria  $i$ .

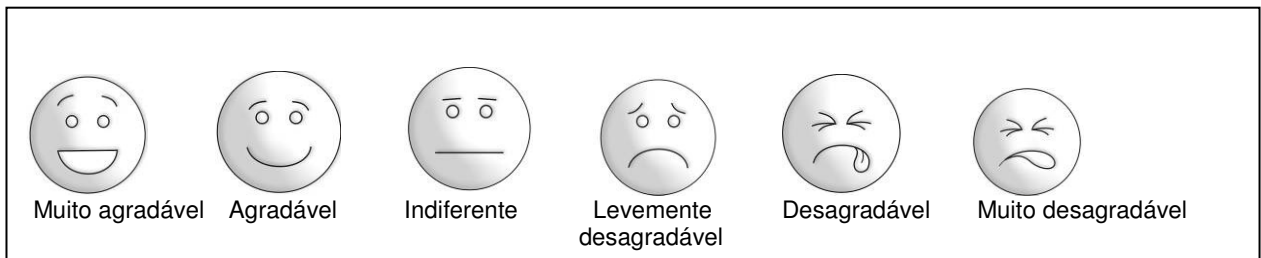
O LCQAr pondera (atribui pesos) aos índices da seguinte forma: 0 para entrevistados que sentem odores "muito fracos", 25 para o item "fraco", 50 para o item "médio", 75 para o item "forte" e 100 para o item "muito forte"

#### Questão 5: Avaliação da hedonicidade

Na Questão 5 o perfil hedônico do odor é investigado, ou seja, o aceite ou não, pelo entrevistado e a sensação de intranquilidade causada é questionada – Quadro 6. Odores, fortes ou fracos, podem variar entre "extremamente agradáveis", que "não incomodam", como a fragrância de um perfume, flores, ou um determinado alimento, a

odores “extremamente desagradáveis”, que deixam o entrevistado “extremamente incomodado”. Estes últimos normalmente são odores freqüentes e persistentes, compostos por fragrâncias desagradáveis. Os jurados são convidados a avaliar suas percepções odorantes em cada ponto segundo as seguintes respostas: muito agradável; agradável; indiferente; levemente desagradável; desagradável; muito desagradável – Quadro 6.

Quadro 6: Questão 5, avaliação da hedonicidade causada pelo odor.



Essa questão foi elaborada para verificar o grau de incômodo ocasionado pelos jurados e a partir dela pode ser calculado o *Índice de Incômodo* da população entrevistada, utilizando-se também a Equação 7 para se obter uma média ponderada das respostas dos jurados.

O valor do índice de desconforto olfativo é zero para a situação em que as pessoas se declaram não incomodadas com os odores e igual a -5 para aquela situação em que todos os participantes ficam extremamente incomodados. O LCQAr pondera os índices da seguinte forma: 0 para entrevistados que não sentem odores ou não consideram como um incômodo, -1,67 para o item “levemente desagradável”, -3,33 para “Desagradável” e -5 para as pessoas que se apontam “Muito desagradável”. A questão 5, assim como a de número 4, valoriza a resposta da população mais incomodada, dando peso mais elevado.

### Questão 6: Freqüência dos odores

A questão 6 foi elaborada para investigar a periodicidade em que ocorrem os odores na área onde o entrevistado habita. Os itens estão listados no Quadro 7.

Quadro 7: Questão 6

**6. Qual a freqüência que você sente esse odor?**

( ) Todos os dias ( ) Periodicamente ( ) Raramente

### Questão 7: Avaliação dos períodos de percepção

Nesta questão, o período do dia de maior percepção de odores é investigado – Quadro 8. Mais uma vez é permitido ao entrevistado selecionar mais de uma das alternativas.

Quadro 8: Questão 7.

**7. Qual o período do dia que o odor te incomoda?**

- Manhã ( 6 às 12 horas)
- Tarde (12 às 18 horas)
- Noite (18 às 24 horas)
- Madrugada (24 às 6 horas)
- Não sei

### Questão 8: Avaliação do tempo

Esta questão é referente às condições do tempo de maior percepção dos odores. Nesta questão, o entrevistado pode assinalar mais de uma alternativa como resposta, exceto quando optar por uma das duas últimas alternativas (“Independente da condição da meteorológica” e “Não sei”) – Quadro 9.

Quadro 9: Questão 8.

**8. Você sente mais odor desagradável quando o tempo está:**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ensolarado                                | <input type="checkbox"/> Sem vento           |
| <input type="checkbox"/> Nublado                                   | <input type="checkbox"/> Com vento forte     |
| <input type="checkbox"/> Chuvoso                                   | <input type="checkbox"/> Outra condição_____ |
| <input type="checkbox"/> Antes da chuva                            |  |
| <input type="checkbox"/> Independente da condição da meteorológica |  |
| <input type="checkbox"/> Não sei                                   |  |

### Questão 9: Avaliação da estação do ano

Esta questão busca verificar se existe alguma relação da percepção do odor com as estações do ano, se em uma das estações o odor é percebido com maior frequência – Quadro 9. Nesta questão, o entrevistado pode assinalar mais de uma alternativa como resposta, exceto quando optar por uma das duas últimas alternativas (“Não sei” e “Todas”). Entretanto, é recomendado que o entrevistado assinale somente uma alternativa.

Quadro 10: Questão 9.

**9. Qual estação do ano é mais frequente a percepção dos odores desagradáveis?**

Verão     Outono     Inverno     Primavera     Não sei     Todas

#### **Questão 10: Avaliação da direção do vento**

A questão 10 tem por objetivo investigar o percentual de percepção dos odores em relação à direção do vento. Este fator permite determinar a fonte do odor devido à sua localização – Quadro 11

Quadro 11: Questão 10.

**10. Você sente o odor quando a direção do vento vem de:**

Norte     Sul     Leste     Oeste     Independente     Não sei

Para apontar direções predominantes particulares pode-se indicar mais de um ponto cardinal.

#### **Questão 11: Avaliação da proveniência**

Esta é uma questão aberta, na qual o entrevistado pode citar o nome de uma ou mais prováveis fontes do odor que o incomoda, ou pode se abster da resposta, respondendo desconhecer a sua origem – Quadro 12.

Quadro 12: Questão 11.

**11. Você sabe dizer a proveniência do odor que percebe?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### **Questão 12: Informações complementares**

A Questão 11 (“Outras Informações”) é referente às informações pessoais do entrevistado – Quadro 13. Dados como “idade”, “sexo”, e “grau de escolaridade” permitem ao entrevistador definir o perfil da população entrevistada. É também questionado se o entrevistado é fumante, pois se sabe que estes possuem geralmente uma sensibilidade odorante menos apurada.

Quadro 13: Questão 12.

|  |
|--|
| <p><b>11. Outras Informações</b></p> <p><b>Idade:</b> _____ <b>Sexo:</b> _____</p> <p><b>Grau de escolaridade:</b> _____</p> <p>( ) Fumante      ( ) Não fumante</p> <p><b>Local da entrevista:</b></p> <p>_____</p> |
|--|

Deve-se observar que não existe algum mecanismo de exclusão do entrevistado ou presunção de algum impedimento para sua sensibilização de odores (como estar gripado ou estar sujeito a alergias, por exemplo). Isto acontece uma vez que a enquete é referente à memória do entrevistado em relação ao odor e não à sua condição no momento. Não se quer questionar a habilidade de perceber odores no momento da entrevista, pois este não é um jurado treinado especificamente para este fim (que deve seguir padrões estabelecidos) e sim um representante da população local. Entretanto, pergunta-se se o entrevistado é fumante. Esta pergunta pode ser eventualmente útil para a análise dos resultados obtidos nas entrevistas.

**Observação:** Ao final do questionário pode ser reservado um espaço para evidenciar outras observações feitas em campo, no qual o entrevistado pode levantar ou enfatizar qualquer aspecto concernente a sua percepção odorante e que não tenha sido objeto das perguntas realizadas.

### 2.3.2. Avaliação do impacto odorante via júri móvel

Recomenda-se esta avaliação como uma segunda etapa na determinação do impacto odorante em comunidades. Este procedimento consiste na determinação da intensidade, hedonicidade e caráter do odor utilizando um painel de pessoas constituindo um júri (ou Painel de Jurados), pré-qualificado para determinações olfatométricas. Nesta etapa, os jurados são levados diretamente aos locais a serem investigados e nele respondem a um questionário para realizar uma avaliação "in loco". Um modelo deste tipo de questionário está presente no Apêndice 2.

Este procedimento é útil para a avaliação do impacto odorante nos arredores de uma fonte emissora. Esta avaliação diferencia-se do questionamento de percepção olfatométrica aplicado à população (enquete), pois enquetes à população local apenas levantam experiências acumuladas ao longo do tempo. São diversos os casos onde

indivíduos que habitam na região afetada perdem a sensibilidade olfativa. Como consequência, este indivíduo passa a não se sentir incomodado ou até mesmo a não sentir os odores. O método de Avaliação do Impacto Odorante através de Júri Olfatométrico Móvel permite verificar a percepção odorante em diversos cenários meteorológicos. Além disso, a utilização periódica do júri móvel permite maior confiabilidade na determinação dos perfis da intensidade e incômodo do odor.

As determinações olfatométricas são realizadas através das avaliações da intensidade odorante, hedonicidade e caráter do odor, com a utilização de um painel de pessoas, constituindo um júri (ou Painel de Jurados), pré-qualificado para as respectivas determinações.

### **Seleção do Júri Móvel Olfatométrico:**

Para a realização da análise olfatométrica, seleciona-se um grupo de pessoas (sugere-se pelo menos 10 pessoas) para fazer parte do júri. Cada membro do júri passa por um teste olfatométrico para sua calibração e posterior identificação das amostras analisadas.

Uma seleção é realizada para avaliar a sensibilidade de cada membro do painel, buscando com isso descarte daqueles indivíduos que apresentem sensibilidade olfativa fora da média, ou seja, aqueles indivíduos com anosmia/ hiposmia<sup>1</sup> ou sensibilidade muito aguçada.

A seleção também deve seguir o código de comportamento descrito pela norma EN 13725 – CEN 2003 (Anexo 1).

Em primeira etapa serão selecionados os integrantes do júri olfatométrico através de avaliações sensoriais olfativas individualizadas - aplica-se uma calibração olfativa a fim de avaliar a capacidade de avaliação de diferentes níveis de odores em referencia às distintas concentrações de um composto conhecido. Esta calibração deve ser realizada em local inodoro e sem influências ambientais adversas. Após a calibração, o corpo de jurados está apto a realizar as avaliações olfativas. Cada integrante recebe um questionário para realizar a avaliação "in loco" (ver questionário no Apêndice 1).

Para selecionar os jurados é apresentado para cada membro a escala de referência de butanol, em ordem aleatória, até o nível 3; ou seja, muito fraco (1), fraco (2) e médio (3), e é solicitado que os jurados coloquem a escala em ordem crescente. Somente depois são apresentados os outros dois níveis; forte (4) e muito forte (5). São dadas duas chances para que cada membro do júri coloque os frascos na seqüência certa. O indivíduo

---

<sup>1</sup> Anosmia é a perda total do olfato e hiposmia é a diminuição do olfato, ocorrida por lesão no nervo olfativo, obstrução das fossas nasais ou outras doenças. Fonte: [pt.wikipedia.org/wiki/Anosmia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anosmia)

que apresentar dificuldade para emparelhar a seqüência de intensidade de odor, não poderá fazer parte do painel de jurados.

### **Procedimentos de julgamento em campo:**

Após a seleção e calibração, são apresentadas aos jurados amostras dos odores característicos da empresa avaliada, para que os mesmos saibam diferenciá-los dos odores de outras fontes ou empresas instaladas próximas aos locais de pesquisa – Figura 15.

Na seqüência, os jurados são apresentados à empresa investigada, para o reconhecimento do odor emitido pela mesma “in loco”. Em seguida, após um período de estabilização, o corpo de jurados é direcionado aos locais a serem investigados, com o intuito de responder o questionário para realizar uma avaliação “in loco”.

Os jurados já treinados são transportados aos locais das análises. O treinamento passa pela memorização das intensidades da escala de butanol. Em cada local, solicita-se que o júri descreva a intensidade do odor, comparando-a com as intensidades da escala de referência, não levando em conta sua qualidade (ou caráter).

Solicita-se também que o painel de jurados descreva o tipo de odor sentido (caráter do odor) sendo-lhes sugeridos, no questionário, alguns odores característicos. Neste mesmo questionário consta um item onde o jurado pode expressar algum possível incômodo causado pelo odor no local. É permitido conferir o ponto de análise mais de uma vez, ou seja, quantas vezes o jurado julgar necessário.



Figura 15: Apresentação e memorização dos odores emitidos por uma empresa.

Cada membro do júri recebe uma ficha e é instruído para cheirar o ar ambiente no local em análise e, então, assinalar na ficha a ausência ou presença de algum odor. Caso um membro do júri detecte a presença de odor, este deverá indicar na ficha a sua intensidade, referente à escala de butanol.

Aos jurados é permitido proceder da forma que julgar mais confortável, de forma a garantir a individualidade de cada um, sem interferência da pessoa que estiver conduzindo a análise. Após a exposição de cada indivíduo nos pontos de avaliação são feitas pausas de 10 minutos em um ambiente com fraca intensidade de odores, de modo a não prejudicar a percepção dos indivíduos nos locais seguintes.

Para não haver influência da percepção de um jurado sobre outro, não é permitido conversa no momento da análise. Cada jurado preenche a sua ficha individualmente e em silêncio.

O tempo utilizado para o julgamento de cada ponto de análise é de 10 a 20 minutos. A Figura 16 apresenta um exemplo de júri móvel em ação.



Figura 16 : Exemplo de júri móvel em ação.

- **Motivação e instruções ao painel de jurados antes e durante as investigações:**

A motivação dos jurados é um importante fator para que as análises obtenham resultados confiáveis. Deve ser sempre enfatizada a importância da participação de cada membro antes, durante e após as investigações. É necessário que o jurado esteja ciente



do propósito do trabalho. O júri precisa estar convencido de que a investigação é necessária e sua participação contribuirá para a construção de um ambiente saudável.

### 2.3.3. Avaliação do impacto odorante via júri permanente

Uma terceira etapa é recomendada na avaliação do impacto ambiental de fontes odorantes. Ela consiste na aplicação de um questionário, de caráter permanente, composto por moradores circunvizinhos à fonte odorante investigada. Este questionário foi adaptado da norma alemã VDI 3883-parte 2, do tipo "cartão resposta". Cada membro do júri permanente recebe um cartão resposta para cada dia da semana, de segunda a domingo. O cartão resposta é bem objetivo, constando somente o nome do observador, local, descrição do caráter do odor, hora e dia que o odor foi percebido e grau de incômodo. O modelo do cartão resposta está apresentado no Apêndice 3.

Um exemplo de aplicação de júri permanente é apresentado na Figura 17. Nela pode-se observar a disposição das casas de oito moradores circunvizinhos a uma fonte emissora de odores situada em meio urbano, que aceitaram fazer parte do júri permanente, em um caso investigado pelo LCQAr.

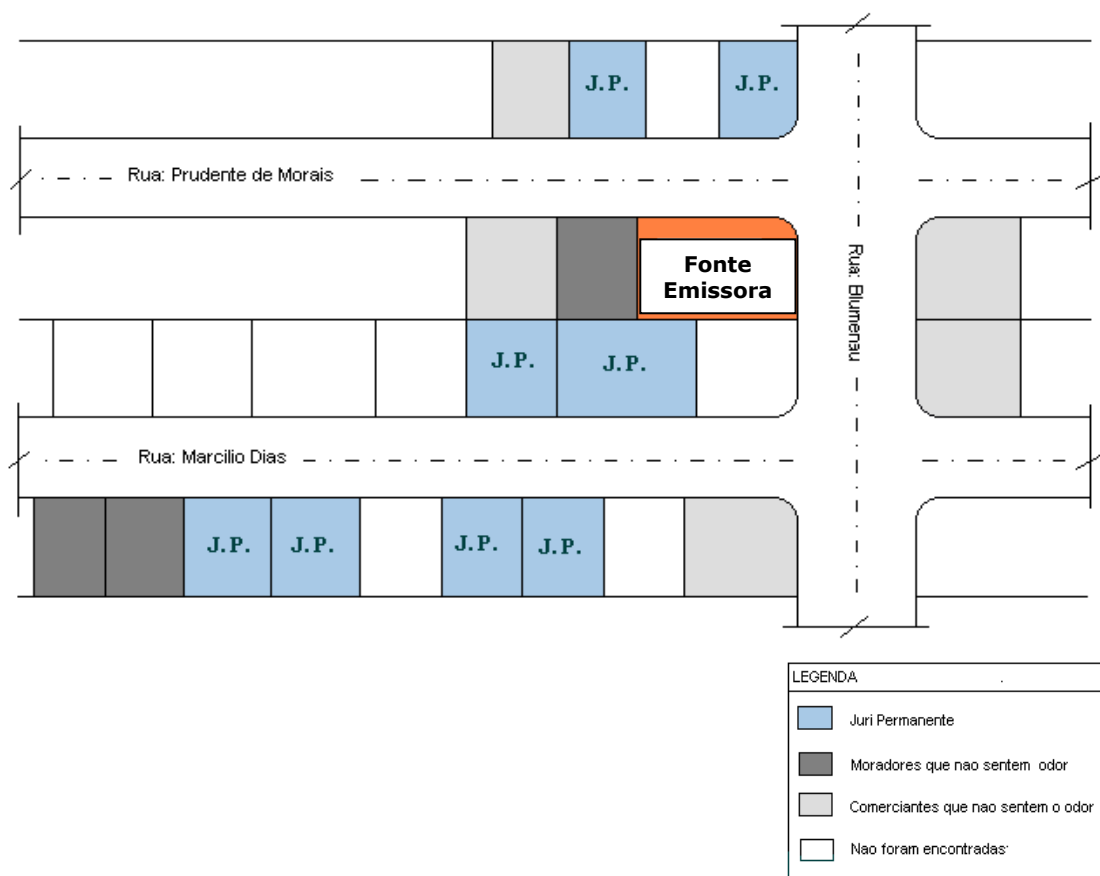


Figura 17: Disposição das casas circunvizinhas a fonte odorante que fizeram parte de um júri permanente.

Aos membros do júri permanente é solicitado que, a cada momento que um odor seja percebido durante a semana, que este seja registrado no cartão resposta. Semanalmente, os cartões respostas são recolhidos e substituídos por novos.

- **Motivação e instruções ao painel de jurados antes e durante as investigações:**

Assim como no caso do júri móvel, a motivação dos jurados permanentes também é um importante fator para que se obtenham resultados confiáveis. Neste caso em especial, o júri é composto da população local, que pode ter um nível de instrução variado. Como este estudo ocorre no decorrer de um longo período, o jurado também pode perder o estímulo em participar do estudo no decorrer dos dias, ou até mesmo se esquecer do estudo. Assim, é importante que o treinamento dos jurados e a sua motivação sejam feitos de maneira que os jurados compreendam a importância do estudo para o seu futuro bem-estar.

### 3. CÁLCULO DA EMISSÃO ODORANTE EM FONTES PONTUAIS FIXAS (CHAMINÉS)

Quando a fonte emissora de odores é uma chaminé, é possível obter uma taxa de emissão odorante que pode ser comparada a valores estabelecidos em legislação (no Estado do Paraná, por exemplo, existe a SEMA 056/2006).

Para se poder expressar a emissão odorante em Unidades de Odor por hora (UO. h<sup>-1</sup>) faz-se necessário multiplicar o resultado da análise na forma de concentração, em unidades de odor por metro cúbico: (UO.m<sup>-3</sup>) pela vazão volumétrica dos gases (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>). Por esta razão, deve-se determinar a velocidade e vazão dos gases. Os procedimentos de amostragem, bem como a determinação dos valores de velocidade e vazão na chaminé, seguem as Normas NBR 11966 (MB-3080), NBR 11967 (MB-3081) e NBR 10702, correspondendo, respectivamente, às metodologias de determinação de velocidade e vazão em dutos, determinação da umidade em dutos e determinação da massa molecular do gás em base seca em dutos (ABNT, 1989).

Para a realização dos trabalhos, o LCQAr utiliza um tubo Pitot do tipo "S", um manômetro digital e um aparelho termopar para medição das temperaturas de bulbo seco e úmido.

#### 3.1. Determinação de pontos de amostragem para tomada de velocidade

Para a determinação de pontos de amostragem, utiliza-se como base a norma NBR 11966 (1989).

##### a) Seção circular

Para chaminés ou dutos de seção circular a amostragem ou tomada de velocidade deve ser realizada, sempre que possível, na seção transversal situada a pelo menos **8 diâmetros internos a jusante e pelo menos 2 diâmetros internos a montante** de qualquer distúrbio de fluxo, tal como o causado por curva, expansão, contração, chama visível, entrada ou desvios.

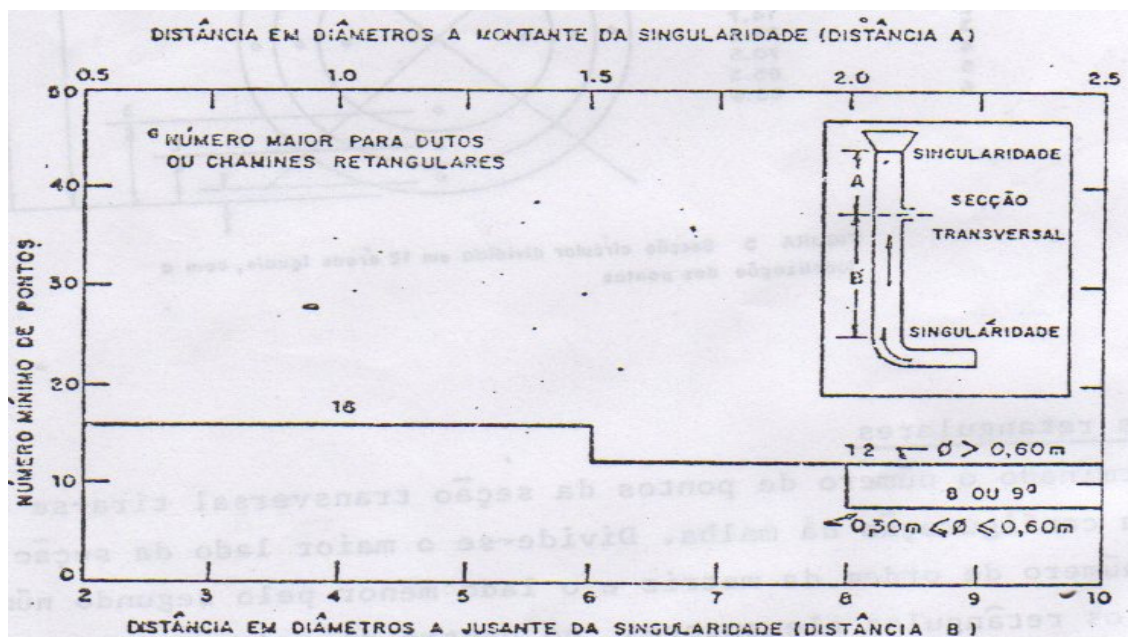
Neste caso, o número de pontos será:

- 8 pontos: para diâmetro interno entre 0,30m e 0,60m
- 12 pontos: para diâmetro interno maior que 0,60m

Caso isto seja impraticável, deve ser selecionada uma seção transversal que esteja a pelo menos **2 diâmetros internos a jusante e 0,5 diâmetro interno a montante** de qualquer distúrbio de fluxo.

Se ainda assim as condições não forem satisfeitas, deve-se recorrer à Figura 18, na qual, a partir dos valores de A e B inseridos nos eixos, lê-se o número mínimo de pontos correspondente de cada um, escolhendo o maior deles.

Nos dutos e chaminés circulares, o número de pontos deve ser sempre **múltiplo de 4**.



**Figura 18:** Número mínimo de pontos para determinação de velocidade

**Exemplo:**

A=1 diâmetro

B= 7 diâmetros

Número mínimo de pontos: 16 e 12 - escolhe-se o maior -> 16

*b) Seção retangular*

Para chaminés ou dutos de seção retangular, calcula-se o diâmetro equivalente pela seguinte fórmula:

$$Deq = \frac{2el}{e+l}$$

(Equação 8)

Na qual:

Deq, diâmetro equivalente, em m

e, comprimento, em m

l, largura, em m

A seção transversal, na qual será executada a amostragem ou a tomada de velocidade, deve estar, sempre que possível, a pelo menos **8 diâmetros equivalentes a jusante e pelo menos 2 diâmetros equivalentes a montante** de qualquer distúrbio de fluxo, tal como descrito na seção circular. Neste caso, o número mínimo de pontos será:

- 9 pontos: para diâmetro equivalente entre 0,30 e 0,60m
- 12 pontos: para diâmetro equivalente maior que 0,60m

Caso isto seja impraticável, deve ser selecionada uma seção transversal que esteja a pelo menos **2 diâmetros equivalentes a jusante e 0,5 diâmetro equivalente a montante** de qualquer distúrbio de fluxo.

No caso de que estas condições não sejam satisfeitas, prossegue-se da mesma forma que descrito no item "a", usando a Figura 18.

### **3.2. Distribuição dos pontos**

A distribuição dos pontos ao longo da seção transversal se dá de acordo com a seção correspondente:

#### *a) Seções circulares*

Em dutos ou chaminés com diâmetro superior a 0,60m, nenhum ponto deve ser disposto a uma distância inferior a 2,5 cm da parede. Caso o diâmetro interno da boquilha seja maior que 2,5 cm, a distância a partir da parede deverá ser no mínimo igual a esse diâmetro.

Em dutos ou chaminés com diâmetro inferior a 0,60m nenhum ponto deve ser disposto a uma distância inferior a 1,5 cm da parede. Caso o diâmetro da boquilha seja maior que 1,5 cm, a distância a partir da parede deve ser no mínimo igual a esse diâmetro. Se alguns pontos coincidirem, estes devem ser tratados como pontos distintos, mesmo não havendo movimentação da sonda. A Figura 19 mostra a disposição dos pontos numa seção circular no caso do número deste ser 12.

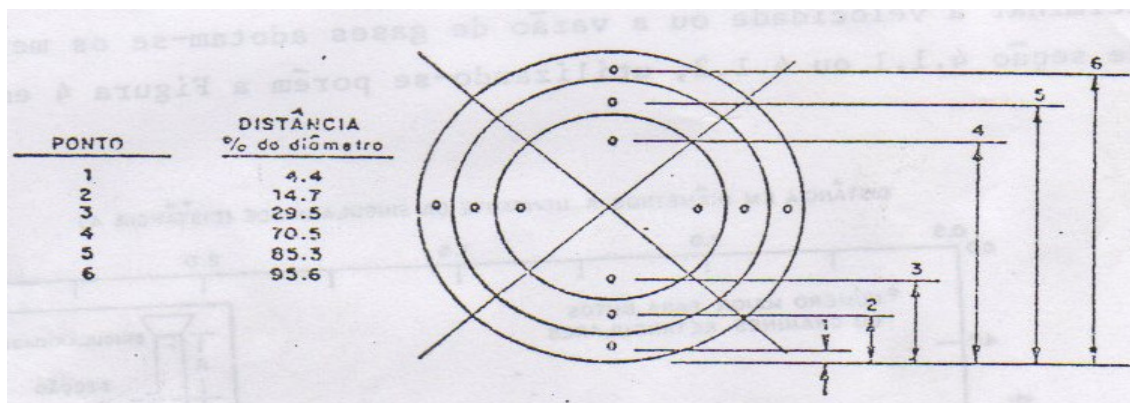


Figura 19: Seção circular dividida em 12 áreas iguais, com a localização dos pontos.

*b) Seções retangulares*

Uma vez determinado o número de pontos da seção transversal tira-se da Tabela 01 a matriz para a configuração da malha. Divide-se o maior lado da seção retangular pelo primeiro número de ordem da matriz e o lado menor pelo segundo número. Assim, configurados os retângulos elementares, no centro de cada um deles será localizado um ponto. Caso se deseje aumentar o número de pontos, deve-se partir da matriz inicial e aumentar o número de divisões em um dos lados da matriz ou em ambos. A Figura 20 mostra a disposição dos pontos para o caso de uma matriz 4 x 3.

Tabela 01: Disposição dos pontos de amostragem em dutos e chaminés circulares  
(Porcentagem do diâmetro a partir da parede ao ponto)

| Número de ordem do ponto no diâmetro | Número de pontos no diâmetro |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                      | 2                            | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   |
| 1                                    | 14,6                         | 6,7  | 4,4  | 3,2  | 2,6  | 2,1  |
| 2                                    | 85,4                         | 25   | 14,6 | 10,5 | 8,2  | 6,7  |
| 3                                    |                              | 75   | 29,6 | 19,4 | 14,6 | 11,8 |
| 4                                    |                              | 93,3 | 70,4 | 32,3 | 22,6 | 17,7 |
| 5                                    |                              |      | 85,4 | 67,7 | 34,2 | 25   |
| 6                                    |                              |      | 95,6 | 80,6 | 65,8 | 35,6 |
| 7                                    |                              |      |      | 89,5 | 77,4 | 64,4 |
| 8                                    |                              |      |      | 96,8 | 85,4 | 75   |
| 9                                    |                              |      |      |      | 91,8 | 82,3 |
| 10                                   |                              |      |      |      | 97,4 | 88,2 |
| 11                                   |                              |      |      |      |      | 93,3 |
| 12                                   |                              |      |      |      |      | 97,9 |

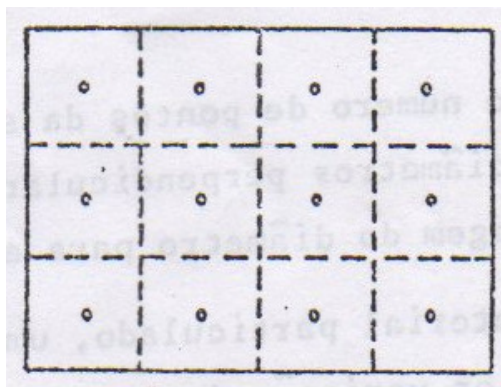


Figura 20: Secção retangular dividida em 12 áreas iguais com o ponto localizado no centro de cada área.

### 3.3. Determinação da vazão e velocidade

Para a determinação da velocidade de um fluido, utiliza-se como base a norma *NBR 11966- Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias- Determinação da velocidade e vazão*, de onde se extrai a seguinte fórmula:

$$v = K_f C_p (\sqrt{\Delta P})_m \sqrt{\frac{T}{P M M_u}} \quad (\text{Equação 9})$$

Na qual:

T = temperatura absoluta média do gás na chaminé ou duto, em K

P = pressão absoluta do gás em mmHg ( $P = P_{atm} + P_e$ )

MMu = massa molecular do gás, base úmida, em g/gmol

Sendo que:

$$MM_u = M M_s (1 - P_{WA}) + 18 P_{WA}$$

Na qual:

18 = massa molecular da água

MMs = massa molecular do gás, base seca, g/gmol

PWA = proporção, em volume do vapor de água no efluente gasoso

A NBR 11966 sugere a utilização das normas *NBR 10702- Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias- Determinação da massa molecular de base seca* e *NBR 11967- Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias- Determinação da umidade*, para a determinação de  $P_{WA}$  e  $MM_s$ .

No LCQAr, utilizam-se duas metodologias alternativas para determinar esses dois parâmetros. Para  $MM_s$ , utilizam-se valores de massa molecular da atmosfera:

$MM_s$  = massa molecular do ar considerando apenas a presença de oxigênio e nitrogênio

$$MM_s = 0,21(\%)*32 + 0,79(\%)*28 = \mathbf{28,84}$$

Para determinar a Umidade Absoluta (UA) e Umidade Relativa (UR) do ar, pode-se utilizar as seguintes equações:

$$UA = 0,622 \left[ \frac{\alpha}{P_{abs} - \alpha} \right]$$

Sendo que:

$$\alpha = \exp \left\{ 60,43 - \left[ \frac{6834,27}{T_{bu} + 273,15} \right] - 5,17 \ln(T_{bu} + 273,15) \right\} - 0,2(T_{bs} - T_{bu})(T_{bs} + 273,15)$$

Onde:

UA- Umidade absoluta do ar em, (gramas de água /gramas de ar seco).

$P_{abs}$ - Pressão absoluta no interior da chaminé em, Pascal.

$T_{bs}$ - Temperatura de bulbo seco do ar em, °C.

$T_{bu}$ - Temperatura de bulbo úmido do ar em, °C.

$$UR = \frac{UA \cdot P_{abs} \cdot 100}{(0,622 + UA) \cdot \exp \left\{ 60,43 - \left[ \frac{6834,27}{T_{bs} + 273,15} \right] - 5,17 \ln(T_{bs} + 273,15) \right\}}$$

UA (gH<sub>2</sub>O/g ar seco) → Neste caso, tanto gH<sub>2</sub>O quanto g ar devem ser transformados em cm<sup>3</sup> vapor d'água e cm<sup>3</sup> de ar, respectivamente, ambos na CNTP ou CPTP.

Finalmente: 
$$P_{WA} = \frac{\text{Volume de vapor d'água}}{\text{volume de vapor d'água} + \text{volume de ar seco}} \quad (\text{Equação 10})$$

O perfil de velocidade de um fluido em dutos ou chaminés é representado pela Figura 21:



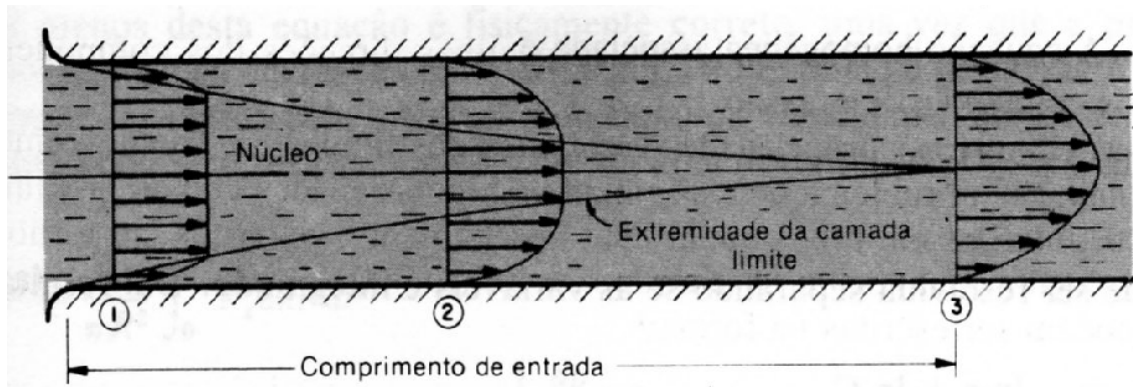


Figura 21: Perfil de velocidade

Onde:

- 1 - Camada limite ainda é uma pequena fração próxima da parede
- 2 - Camada limite se desenvolveu e cresceu consideravelmente
- 3 - O escoamento está *completamente desenvolvido* em relação ao eixo central

A determinação da velocidade deve ser realizada em região de escoamento completamente desenvolvido.

## 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFNOR X 43-103 - Mesure olfactométrique – Mesure de l’odeur d’un échantillon gazeux ou d’une atmosphère – intensité supraliminaire. Norma técnica francesa, 1990.

AIRFLOW - TA45 Thermal Anemometer Operating Instructions, 2001.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Standard Practice E679-04: Determination of Odor and Taste Thresholds by a Forced-Choice Ascending Concentration Series of Limits. 2004.

ASTM. Designation: E 544-75. Standard practices for referencing suprathreshold odor intensity. American National Standard (Reapproved 1997).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11966 (MB-3080): Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da velocidade e vazão. Método de ensaio. Rio de Janeiro. Julho/1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11967 (MB-3081): Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da umidade. Método de ensaio. Rio de Janeiro. Julho/1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10702: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da massa molecular em base seca. Método de ensaio. Rio de Janeiro. Julho/1989.

BARBETTA, P.A. - Estatística Aplicada às Ciências Sociais. 4 ed. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina. 2001.

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.

CIGR - Commission International of Agricultural Engineering / Commission Internationale du Génie Rural. Concentrations in and emission from farm buildings (Working Group report Series nº 94.1) Rennes, p. 55-65. 1994.

CUDMORE, R.S.; DONS, A. Environmental standard for industrial odour effects: A recommended approach. Aurora Environmental Ltd. Report nº A028-01, June 2000.

DE MELO LISBOA, H. - Contribution à la mise en oeuvre et à la validation de modèles de dispersion atmosphérique applicables aux composés odorants. Tese de doutorado. Université de Pau et des Pays de l’Adour – Ecole des Mines d’Alès, 196 p., 1996.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). EN: 13.725 Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry (english version). European Standard. Bruxelles. 2003

FRENCHEN, F.B. FREY, M. WETT, M. LÖSER, C. (2003) Aerodynamic performance of a low speed wind tunnel. 2nd IWA International Conference on Odour & VOCs – Measurement, Regulation and Control Techniques. Singapura.

GAUTHIER O. - Matriser la pollution de l'air: trente ans d'action. Références INERIS, 9, 3, 1993.

JONES, M.; WATTS, P. J.; SMITH, R.J. - Quantification of odours from agricultural waste. Conference on Engineering on Agriculture. Australia, 159-164, 1992.

LE CLOIREC P., FANLO J.L. et DEGORCE-DUMAS J.R. - Traitement des odeurs et désodorisation industrielle. Innovation 128, Paris, 266p., 1991

MAES M. - Odeurs nuisibles: Proust, olfactométrie et désodorisation. L'Eau, l'Industrie, les Nuisances, nº141, 43-47, 1990.

MARTIN G. et LAFFORT P. - Odeurs & désodorisation dans l'environnement. Ed. Tec&Doc, Paris, 422 p., 1991

MCGINLEY C.; MCGINLEY M. Odor testing biosolids for decision making. Apresented at: Water Environment Federation Specialty Conference: Residuals and Biosolids Management Conference. Austin, TX: 3-6 March, 2002.

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

REINHART D. R. Flux chamber design and operation for the measurement of municipal solid waste landfill gas emission rates. J. Air Waste Management, 42(8): 67-70, 1992.

SIAAP - Etude de faisabilité de la réduction des odeurs de la station d'épuration d'Achères : partie I - Rapport général de sythèse. Syndicat Interdépartamental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne, Vol. 2/3-3, Paris, France, 97 p., 1991.

SILVA, G. P. Avaliação de incômodos olfativos emitidos pela suinocultura-Estudos na Bacia Hidrográfica do Rio dos Fragosos e na região urbana do Município de Concórdia. Dissertação de mestrado (Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. 96 p. 2002.

STUETZ, R., FRENCHEN, F. B. Odour Wastewater Treatment, Measurement, Modeling and Control. Ed. IWA - Publishing. London. 2001. 437p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Measurement of Gaseous emission rates from land surfaces using an emission isolation flux chamber: User's Guide. EPA Environmental Monitoring Systems Laboratory, Las Vegas, Nevada . NTIS No. PB-86-223161. February, 1986. 60p.

VDI 3883-part 2 VDI -Verein Deutscher Ingenieure. Effects and assessment of odours - Determination of Annoyance Parameters by Questioning -Reapted Brief Questioning of Neighbour Panellist. 1993.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI). VDI-3477: Biological Waste Gas Purification - Biofilters. 2004


.

## ANEXO 1: CÓDIGO DE CONDUTA DO JÚRI PARA ANÁLISES OLFATOMÉTRICAS

### **Conforme a norma EN-13725**

1. Os membros do júri devem ter idade mínima de 16 anos, ser voluntários e capazes de seguir as instruções;
2. Fumantes não podem fazer parte do júri;
3. Os membros do júri devem estar motivados para efetuar o trabalho conscientemente;
4. Estar disponível para uma sessão de medida completa e de preferência uma sessão que dure o suficiente para elaborar e controlar um histórico de medida;
5. A partir de 30 minutos antes, e durante a medida olfatométrica, os membros do júri não devem ser autorizados a fumar, comer, beber (exceto água) ou mastigar goma de mascar ou chupar balas;
6. Os membros do júri devem tomar cuidado em não provocar interferência em sua própria percepção ou mesmo dos outros nas salas de odores por falta de higiene pessoal ou por utilização de perfumes, desodorante, loção corporal ou produtos de beleza;
7. Os membros do júri que estejam sofrendo de gripe ou de outra infecção afetando a sua percepção de odor (por exemplo, crises de alergia, sinusite) devem ser excluídos imediatamente da medida;
8. Os membros do júri devem estar presentes na sala de medida de odores 15 minutos antes do início das medidas a fim de se adaptar ao verdadeiro ambiente de odores da sala de medida;
9. Começando as medidas os membros do júri não devem mais se comunicar entre si sobre os resultados de suas escolhas.

APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO PARA INVESTIGAR OS INCÔMODO CAUSADOS  
PELOS MAUS ODORES

|  | Nunca    | 1 vez por semana | 2 a 3 vezes por semana | Quase todos os dias 1 vez por semana | Todos os dias e várias vezes ao dia |
|---|----------|------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>1. Você sente algum odor que te incomoda?</b>                                  | <b>0</b> | <b>1</b>         | <b>2</b>               | <b>3</b>                             | <b>4</b>                            |
|   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| <b>2. Quais tipos de incômodos os odores provocam em você?</b>                    | <b>0</b> | <b>1</b>         | <b>2</b>               | <b>3</b>                             | <b>4</b>                            |
| 2a. Intranqüilidade   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2b. Náusea  |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2c. Insônia   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2d. Irritação   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2e. Irritação na garganta   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2f. Irritação nos olhos   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2g. Vômito  |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2h. Dor de cabeça   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2i. Perda do apetite  |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2j. Outros  |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 2k. Não sei   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| <b>3. Você pode descrever esse odor?</b>  |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 3 a. Ovo estragado.   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 3b. Esgoto  |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 3c. Óleo queimado   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 3d. Tinta   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 3e. Fertilizante  |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 3f. Gasolina  |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 3g. Gás   |          |                  |                        |                                      |                                     |
| 3h. Não sei   |          |                  |                        |                                      |                                     |

**4. O odor que você percebe:**

- ( ) Não incomoda                      0
- ( ) Incomoda um pouco                1
- ( ) Incomoda                              2
- ( ) Incomoda muito                    3
- ( ) Incomoda extremamente        4

**5. O odor que você percebe é:**

- Muito fraco 1
- Fraco 2
- Médio 3
- Forte 4
- Muito forte 5

**6. Qual o período do dia que o odor te incomoda?**

- Manhã ( 6 a 12 horas)
- Tarde (12 as 18 horas)
- Noite (18 as 24 horas)
- Madrugada (24 as 6 horas)
- Não sei

**7. Você sente mais odor desagradável quando o tempo está?**

- Ensolarado
- Nublado
- Chuvoso
- Antes da chuva
- Independente da condição da meteorológica
- Não sei

**8. Qual estação do ano é mais freqüente a percepção dos odores desagradáveis?**

- Verão     Outono     Inverno     Primavera     Nenhuma     Todas     Não sei

**9. Você sente o odor quando a direção do vento está?**

- Norte     Sul     Leste     Oeste     Independente     Não sei

**10. Outras Informações**

**Idade:**

**Sexo:**

**Grau de escolaridade:**

- Fumante
- Não fumante

## APÊNDICE 2: QUESTIONÁRIO DE ODORES-JÚRI MÓVEL

### AVALIAÇÃO DO INCÔMODO OCASIONADO POR ODORES – PONTO \_\_\_ - Jurado:

**1 Você sente algum odor que te incomoda? SIM ( ) NÃO ( )**

---

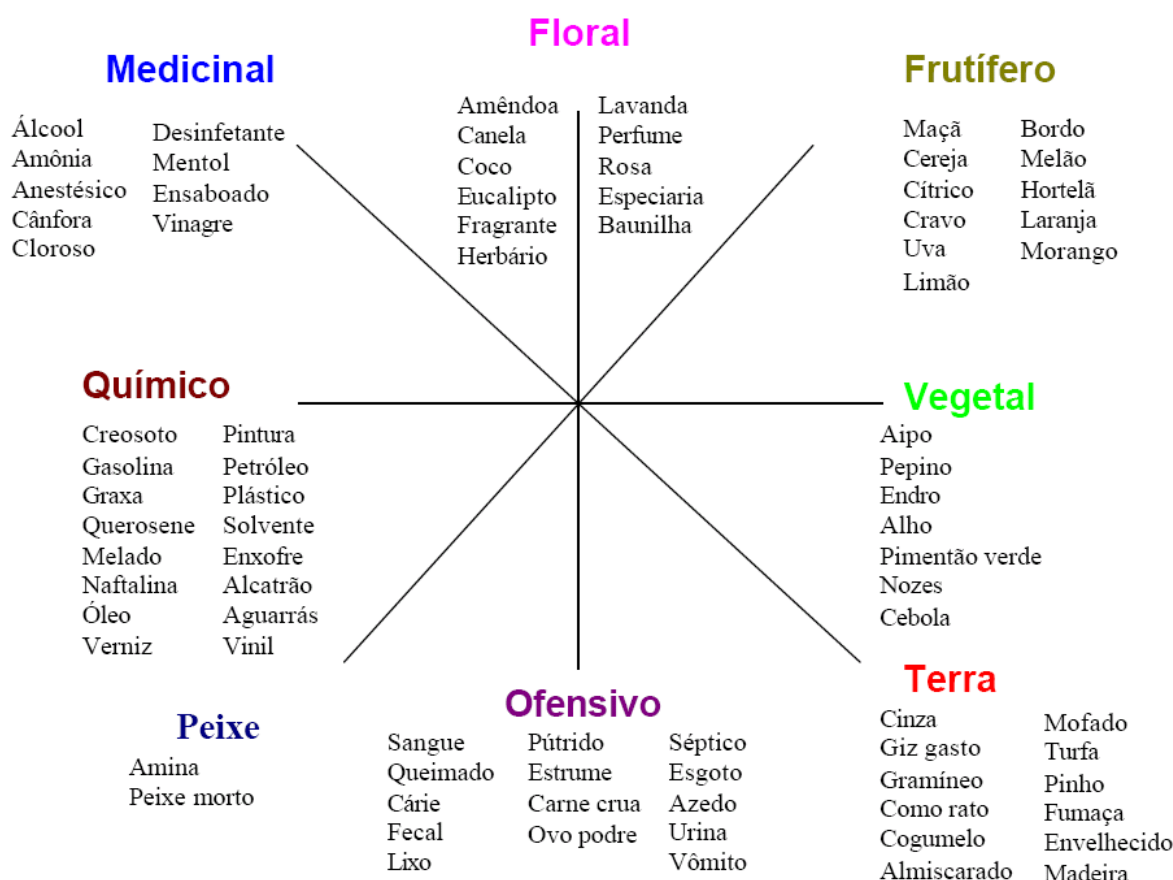
**2 Que tipos de incômodos este odor pode provocar em você? (assinalar diversas)**

2a. ( ) Intranqüilidade      2d. ( ) Irritação na garganta      2g. ( ) Dor de cabeça  
 2b. ( ) Náusea      2e. ( ) Irritação nos olhos      2h. ( ) Outros:  
 2c. ( ) Insônia      2f. ( ) Dificuldade Respiratória      2i. ( ) Não sei

---

**3. Você pode descrever esse odor? (assinalar diversas)**

3a. ( ) Ovo estragado      3d. ( ) Tinta      3g. ( ) Químico  
 3b. ( ) Esgoto      3e. ( ) Fertilizante      3h. ( ) Não sei  
 3c. ( ) Óleo queimado      3f. ( ) Gasolina      3i. ( ) Outro: \_\_\_\_\_



**4. O odor que você percebe é:** (assinalar apenas uma)


( ) Muito fraco 1      ( ) Fraco 2      ( ) Médio 3      ( ) Forte 4  
 ( ) Muito forte 5

**5. Quanto desagradável ou agradável é o odor que você percebe:** (assinalar apenas uma)

|              |         |           |
|--------------|---------|-----------|
| -5-----      | 0 ----- | -----+5   |
| Desagradável | Neutro  | Agradável |

\_\_\_\_\_ -5( ) -4( ) -3( ) -2( ) -1( ) 0( ) 1( ) 2( ) 3( ) 4( ) 5( ) \_\_\_\_\_

APÊNDICE 3: QUESTIONÁRIO DE ODORES-JÚRI PERMANENTE

| UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA            |   |  |
|---|---|---|
| DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  |   |   |
| LABORATÓRIO DE CONTROLE E QUALIDADE DO AR - LCQAr |   |   |
| <i>Segunda-feira</i>                              | <p><b>Você está sentindo algum tipo de odor?</b><br/> <input type="checkbox"/> Sim      <input type="checkbox"/> Não</p> <p><b>Se sim, o odor que você sente :</b> <span style="float: right;"><b>Descreva o odor que você está sentindo:</b></span></p> <p><b>Dia.../.../.....</b> _____</p> <p><b>Hora:.....</b> 1. Não incomoda      <input type="checkbox"/> _____</p> <p>2. Incomoda pouco      <input type="checkbox"/> _____</p> <p><b>Hora:.....</b> 3. Incomoda      <input type="checkbox"/> _____</p> <p>4. Incomoda muito      <input type="checkbox"/> _____</p> <p><b>Hora:.....</b> 5. Incomoda extremamente      <input type="checkbox"/> _____</p> |   |
| <i>Terça-feira</i>                                | <p><b>Você está sentindo algum tipo de odor?</b><br/> <input type="checkbox"/> Sim      <input type="checkbox"/> Não</p> <p><b>Se sim, o odor que você sente :</b> <span style="float: right;"><b>Descreva o odor que você está sentindo:</b></span></p> <p><b>Dia.../.../.....</b> _____</p> <p><b>Hora:.....</b> 1. Não incomoda      <input type="checkbox"/> _____</p> <p>2. Incomoda pouco      <input type="checkbox"/> _____</p> <p><b>Hora:.....</b> 3. Incomoda      <input type="checkbox"/> _____</p> <p>4. Incomoda muito      <input type="checkbox"/> _____</p> <p><b>Hora:.....</b> 5. Incomoda extremamente      <input type="checkbox"/> _____</p> |   |