



UTILIZAÇÃO DA OLFATOMETRIA DINÂMICA NA VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DE NEUTRALIZADOR DE ODOR INDUSTRIAL

Henrique de Melo Lisboa⁽¹⁾

Prof. do ENS/UFSC; Eng. Civil pela UFSC (1980); Especialização em Hidrologia pela Escola de Hidrologia e Recursos Hidráulicos - Madrid (1981); Mestre em Meteorologia - USP (1986); DEA em Química da Poluição Atmosférica e Física do Meio-ambiente pela Université Paris VII (1993); Doutorado em Poluição Atmosférica pela Université de Pau/Ecole des Mines d'Alès (França, 1996).

Marina Eller Quadros Lacey

Engenheira sanitária graduada pela Universidade Federal de Santa Catarina

Waldir Nagel Schirmer

Prof. Eng. Ambiental da Universidade Estadual do Centro-oeste (2006). Eng^o Químico graduado pela Universidade Federal de Santa Catarina (1998/1). Especialista em Marketing Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (2001). Mestre em Eng. Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (2004). Doutorando em Eng^a Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Paulo Belli Filho

Prof. do ENS/UFSC; Eng. Sanitarista pela UFSC (1982); Mestrado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (1985); Doutorado em Doutorado Em Química Industrial e Ambiental pela Université de Rennes I (1995); Pós-doutorado pela Ecole Polytechnique de Montreal (2005)



Endereço⁽¹⁾: Campus Universitário-Trindade, Florianópolis, SC. Universidade Federal de Santa Catarina- Depto. de Engenharia Sanitária e Ambiental, CEP.: 88040-970 Brasil. Fone (48) 3331-7739 Fax: (048) 3234-6459 - e-mail: hlisboa@ens.ufsc.br

RESUMO

Apesar do olfato humano não ser muito desenvolvido quando comparando à maioria das espécies animais, não se pode desprezar a importância da nossa percepção olfativa. O sentido olfativo humano é muito especializado, as células olfativas são capazes de perceber substâncias especiais, mesmo em baixas concentrações. Quando ligado às emoções é o mais eficaz de todos os sentidos, isto porque está intimamente conectado ao sistema nervoso central, diretamente associado aos estados emocionais. Por este motivo, inúmeros produtos neutralizantes e mascarantes de odores são atualmente comercializados por todo o mundo. Este trabalho apresenta um diagnóstico que avalia a eficácia de um produto neutralizante de odores industriais. Foram realizados dois testes, um em um ambiente saturado com fumaça de cigarro e outro saturado com *t*-butil-mercaptana. A *t*-butil-mercaptana é o elemento odorizante adicionado ao gás natural veicular (GNV). A avaliação do produto se deu através de olfatometria. Além da realização de análises olfatométricas por olfatômetro (Odile®), para determinar a concentração odorante das amostras, realizaram-se também análises de olfatometria estática para determinação da intensidade odorante e caráter hedônico do odor. Em relação ao teste da neutralização da fumaça de cigarro, foi observado, além do decaimento natural, um aumento da neutralização com o passar do tempo, pois, avaliando cada conjunto de amostras separadamente, têm-se que o rendimento do neutralizante em amostras analisadas no 1º dia foi de 40%, e o rendimento naquelas analisadas no segundo dia foi de 66%. Em relação ao teste 2, referente à neutralização da mercaptana, observou-se que um aumento no tempo de contato da *t*-butil-mercaptana como neutralizante não resultou numa alteração substancial (aumento da neutralização ou reversão das reações) da sua capacidade neutralizante. O rendimento do neutralizante foi de 60,5% para as amostras analisadas no primeiro dia e de 61,2% para aquelas analisadas no segundo dia. Em relação à intensidade e hedonicidade dos odores neutralizados, houve uma pequena melhoria da qualidade dos odores quando neutralizados.

PALAVRAS-CHAVE: EFICIÊNCIA, MERCAPTANA, NEUTRALIZADOR DE ODORES, ODOR, OLFATOMETRIA DINÂMICA.

INTRODUÇÃO

Apesar do olfato humano não ser muito desenvolvido quando comparado à maioria das espécies animais, não se pode desprezar a importância da nossa percepção olfativa. O sentido olfativo humano é muito especializado, sendo que as células olfativas são capazes de perceber substâncias especiais, mesmo que só haja um milionésimo de miligramas destas em um metro cúbico de ar. Quando ligado às emoções é o mais eficaz de todos os sentidos, isto porque está intimamente conectado ao sistema nervoso central, diretamente associado aos estados emocionais. Por este motivo, inúmeros produtos neutralizantes e mascarantes de odores são atualmente comercializados por todo o mundo.

Este trabalho apresenta um diagnóstico que avalia a eficácia de um produto neutralizante de odores industriais. Foram realizados dois testes, um em um ambiente saturado com fumaça de cigarro e outro saturado com *t*-butil-mercaptana. A *t*-butil-mercaptana é o elemento odorizante adicionado ao gás natural veicular (GNV), para permitir que o nariz humano detecte a sua presença no ar e acuse prováveis vazamentos. A avaliação do produto se deu através de análises da concentração de odor das atmosferas produzidas durante os testes, em olfatometria dinâmica.

Estes testes aconteceram no dia 19/05/05 e as análises das amostras se decorreram nos dias 19 e 20/05/05. Este trabalho teve como objetivo a apresentação dos resultados da análise olfatométrica das atmosferas produzidas durante os testes. Estes testes seguiram as recomendações da norma ASTM E1593-941 (Standard Practice for Assessing the Efficacy of Air Freshener Products in Reducing Sensory Perceived indoor Air Malodor Intensity). Além da realização de análises olfatométricas por olfatômetro (Odile®), para determinar a concentração odorante das amostras, realizaram-se também análises de olfatometria estática para determinação da intensidade odorante e caráter hedônico do odor.

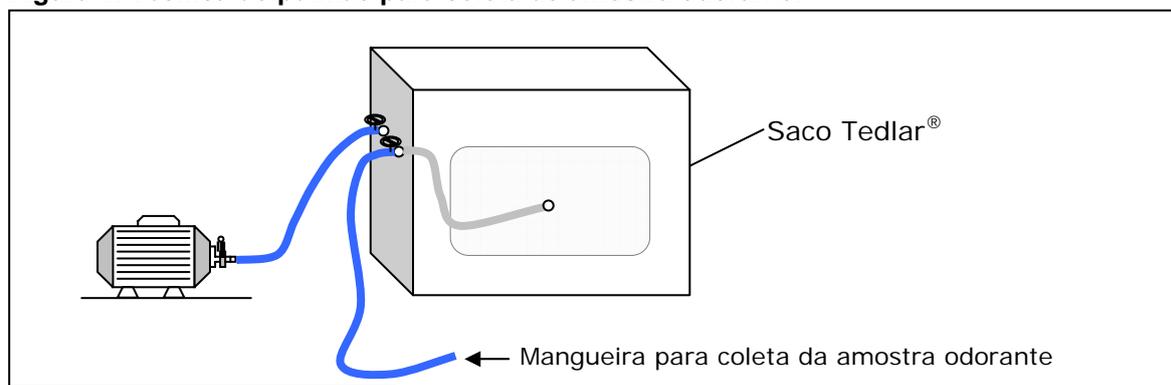
Segundo o fabricante, o produto testado neste trabalho é biodegradável e atóxico, não contém fosfato, não é inflamável, não é corrosivo. Segundo a empresa, o produto testado foi criado para neutralizar, e não mascarar, odores, ou seja, reduzir o seu potencial odorante à percepção humana, e não apenas inserir outro odor para alterar sua hedonicidade (característica referente ao grau de agradabilidade de um odor).

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem e análise

Para coleta das amostras odorantes utilizou-se a técnica do pulmão num sistema composto de: uma caixa confeccionada em fibra de vidro, uma bomba, mangueiras coletoras de uretano e sacos de Tedlar® (material específico para coleta de odores). Desta forma, o saco é colocado no interior da caixa hermeticamente fechada, a qual é conectada ao sistema de vácuo através de bomba, que quando acionada cria um diferencial de pressão negativa dentro da mesma, fazendo com que o ar odorante seja transferido para dentro do saco sem que haja contaminação da bomba e da atmosfera local (figura 1).

Figura 1: Técnica do pulmão para coleta de amostra odorante.



¹ Esta norma foi reprovada em 1999.

Para detecção da concentração odorante foi utilizado o olfatômetro de diluição dinâmica marca Odile, versão 2000 (figura 2). Um olfatômetro de diluição dinâmica é o equipamento capaz de realizar a diluição de uma amostra de ar odorante com ar puro, apresentar esta amostra diluída a um painel de jurados treinados e tratar os resultados estatisticamente, para assim determinar a concentração de odor da amostra. As diluições são realizadas de maneira dinâmica, 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 6 jurados. Os resultados da análise são expressos em unidades de odor por metro cúbico [UO_E/m^3], unidade que exprime o número de diluições necessário para que a amostra atinja o limite de percepção olfativo (k_{50})².

Figura 2: Componentes do sistema do olfatômetro ODILE 2000.



Para se determinar a intensidade odorante e a hedonicidade das amostras, as mesmas foram apresentadas para um painel, composto por 6 pessoas treinadas e calibradas, e estas responderam a um pequeno conjunto de perguntas em relação às características odorantes da amostra. O objetivo da utilização deste método foi caracterizar, através deste júri de pessoas, a intensidade odorante e a hedonicidade (caráter de agrado ou desagradado do odor) de cada amostra analisada.

Cada membro do júri passou 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 que apresentam diferentes intensidades (figura 3). As soluções foram colocadas em cinco frascos de vidro numerados aleatoriamente. O jurado deve ser capaz de colocar os frascos de solução de 1-butanol em ordem crescente de intensidade odorante.

² Concentração em que apenas 50% dos jurados consegue perceber o odor, definida estatisticamente.

Figura 3: Apresentação das soluções de 1-Butanol.



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. No momento da avaliação da intensidade odorante de uma amostra, cabe ao jurado comparar a intensidade do odor da amostra com a intensidade dos frascos de 1-butanol e encontrar aquele que mais se assemelha à amostra avaliada.

Tabela 1: Níveis de intensidade de odor usando o 1-Butanol como referência.

NÍVEL DE INTENSIDADE	CONCENTRAÇÃO DE 1-BUTANOL (g/L)	INTENSIDADE ODORANTE
1	0,001	mf – muito fraco
2	0,01	f – fraco
3	0,1	M – médio
4	1	F – forte
5	10	MF – muito forte

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

Em relação ao caráter hedônico do odor, o jurado deve informar como a amostra o faz se sentir, usando a seguinte escala para orientação (tabela 2).

Tabela 2: Níveis de hedonicidade de odor.

NÍVEL DE HEDONICIDADE	O ODOR É:
1	Agradável
2	Não incomoda
3	Incomoda pouco
4	Incomoda
5	Incomoda Extremamente

Os testes com o neutralizador de odores (sobre a fumaça de cigarro e mercaptana) ocorreram em uma sala com 6,6m³ de volume, onde todas as entradas de ar foram seladas. Todas as inserções e amostragens foram feitas através de mangueiras previamente inseridas no ambiente controlado e, assim, as salas (uma pra cada produto – cigarro e mercaptana) permaneceram fechadas durante todo o experimento. A aplicação de neutralizante deu-se com um nebulizador elétrico pelo próprio pessoal da empresa fabricante, que se manteve no interior da sala do início ao fim do teste. As coletas (nos sacos de Tedlar) ocorreram antes e após a neutralização, de modo a se poder comparar os efeitos da nebulização com a solução neutralizante.

As amostras foram retiradas e analisadas em duplicata. Os resultados apresentados foram obtidos utilizando o Olfatômetro Odile® na determinação das concentrações odorantes, expressas em

unidades de odor por metro cúbico de ar (UO/m³), em cada situação testada. Os resultados foram gerados com base nas normas ASTM E679-91 (Estados Unidos) e EN 131725 (União Européia) e utilizando o programa estatístico PROBIT, usado exclusivamente para o tratamento estatístico dos dados da referida análise. O Limite de Percepção do Odor (ou Z50) é obtido com base nas normas acima citadas. O Z50 é o valor limite de percepção do júri, obtido na estimação dos limites de percepção individual dos jurados.

RESULTADOS

Teste 1: Neutralização da fumaça de cigarro

A tabela 3 mostra os resultados observados para as análises olfatométricas no teste da neutralização da fumaça de cigarro. As amostras A e C foram analisadas no mesmo dia da coleta, e as amostras B e D foram analisadas no dia seguinte aos testes.

Tabela 3: Resultados obtidos para o Teste 1: redução do odor de fumaça de cigarro, segundo a norma européia EN 13725.

AMOSTRA	CONCENTRAÇÃO ODORANTE [UO _E /m ³]	CONCENTRAÇÃO MÉDIA [OU _E /m ³]	NEUTRALIZAÇÃO MÉDIA [OU _E /m ³]
A	1512	Fumaça de cigarro: 1253	50%
B	993		
C	905	Fumaça neutralizada: 623	
D	340		

Percebe-se uma grande diferença de concentração de odor entre as amostras analisadas num período inferior a 5 horas da amostragem e aquelas analisadas no dia seguinte, num período de 20 a 22 horas da sua amostragem. Como esta diferença é observada tanto nas amostras de fumaça de cigarro pura, como de fumaça com neutralizante, assume-se que o odor da fumaça do cigarro tenha decaído com o passar do tempo dentro do saco de amostragem. Percebe-se então um decaimento natural da concentração odorante da fumaça de cigarro de 34% para este período entre 20 a 22 horas.

Além deste decaimento natural, observa-se também um aumento da neutralização com o passar do tempo, pois, avaliando cada conjunto de amostras separadamente têm-se:

- Rendimento do neutralizante em amostras analisadas no dia 19/05: **40%**
- Rendimento do neutralizante em amostras analisadas no dia 20/05: **66%**

Já no teste de intensidade odorante, observaram-se os resultados apresentados nos gráficos 1 e 2.

Gráfico 1: Intensidade odorante das amostras de fumaça de cigarro.

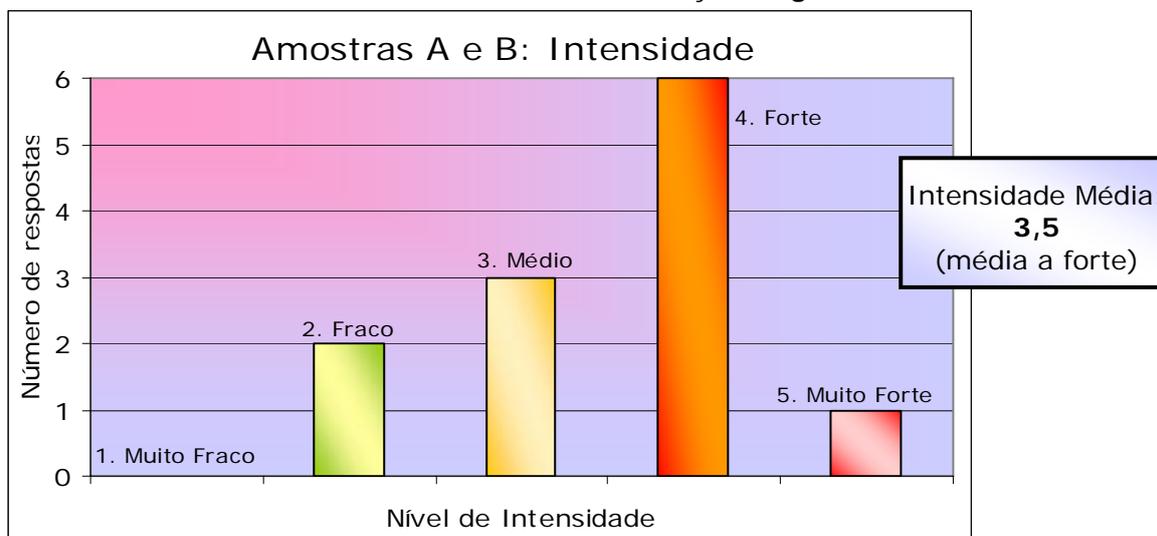
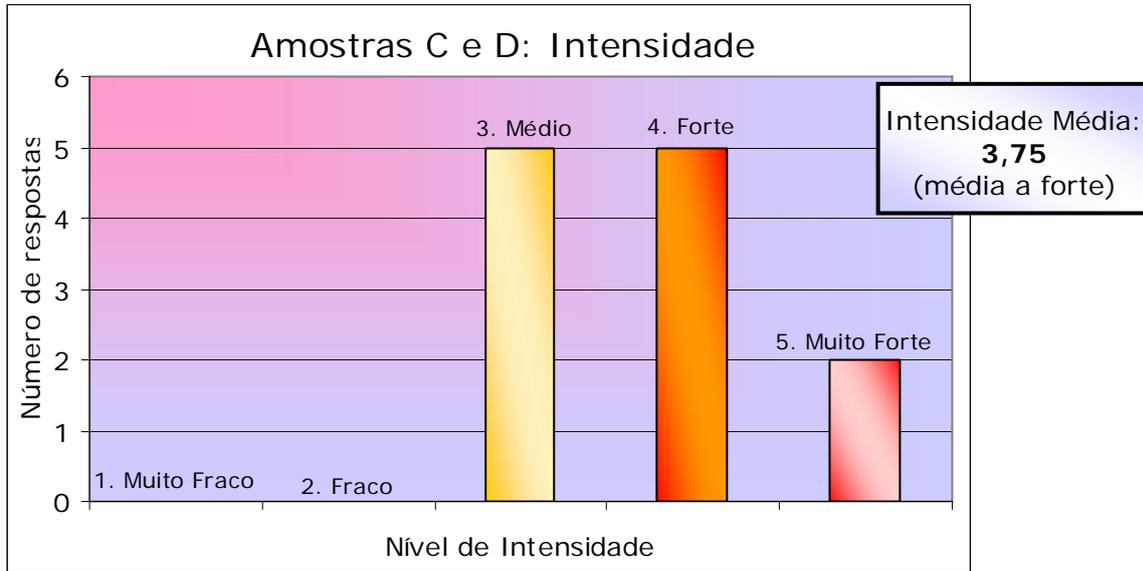


Gráfico 2: Intensidade odorante das amostras de fumaça neutralizada.



Ao se observar os gráficos 1 e 2, afirma-se que não houve redução aparente da intensidade odorante do ambiente controlado após a aplicação do produto neutralizante. Observa-se a seguir os gráficos contendo os resultados deste teste em relação ao caráter hedônico do odor (gráficos 3 e 4).

Gráfico 3: Hedonicidade das amostras de fumaça de cigarro.

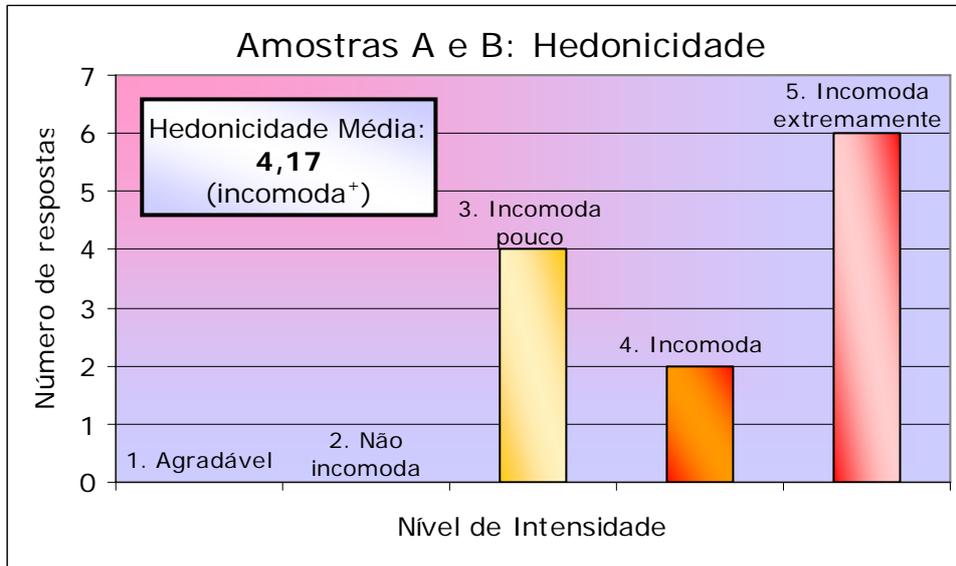
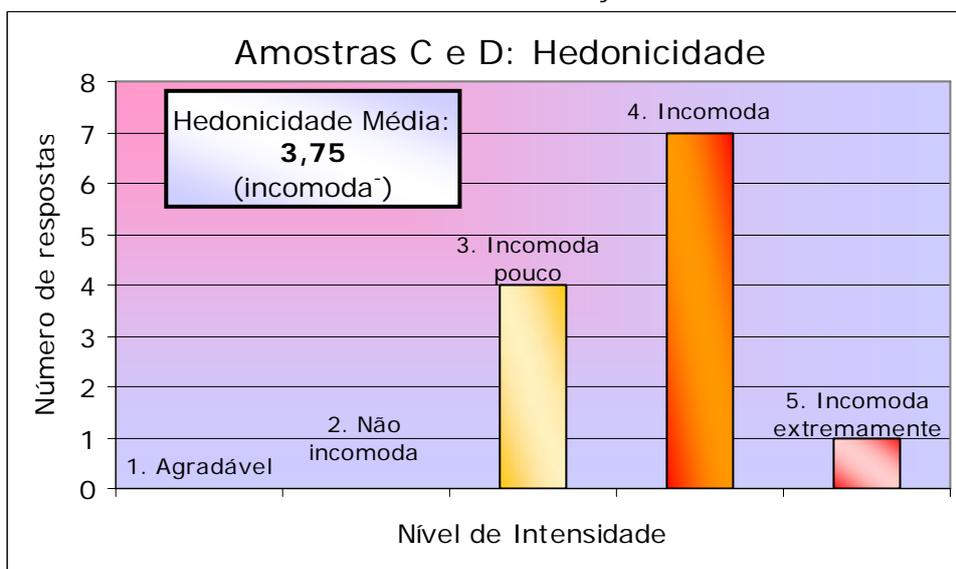


Gráfico 4: Hedonicidade das amostras de fumaça neutralizada.



Analisando os gráficos 3 e 4, observa-se um melhoramento hedônico da amostra em aproximadamente 10%. O índice de hedonicidade do ar dentro da sala decresceu de 4,17 para 3,75.

Teste 2: Neutralização da t-butil-mercaptana

A tabela 3 mostra os resultados observados para as análises olfatométricas no teste da neutralização da t-butil-mercaptana. Assim como no teste 1, as amostras E e G foram analisadas no mesmo dia da coleta, e as amostras F e H foram analisadas no dia seguinte aos testes.

Tabela 3: Resultados obtidos para o Teste 2: neutralização do odor de t-butil-mercaptana, segundo a norma européia EN 13725.

AMOSTRA	CONCENTRAÇÃO ODORANTE [UO _E /m ³]	CONCENTRAÇÃO MÉDIA [OU _E /m ³]	NEUTRALIZAÇÃO MÉDIA [OU _E /m ³]
E	203.079	Mercaptana: 210.927	61%
F	218.774		
G	80.294	Mercaptana neutralizada: 82.535	
H	84.775		

Observa-se que o produto neutralizante reduziu os efeitos odorantes da t-butil-mercaptana em 61%. Neste teste, não se pode observar a mesma diferença de concentração de odor entre as amostras analisadas no mesmo dia da coleta e aquelas analisadas no dia seguinte, como observou-se para a fumaça do cigarro. Neste caso assume-se que a mercaptana não sofreu alterações químicas no decorrer do tempo. A concentração de odor da mercaptana, no 1º dia, é de 203.079 U.O./m³ e de 218.774 U.O./m³ no segundo dia (diferença de 7,7%). O mesmo pode ser observado nas amostras de mercaptana neutralizada. A concentração de odor da mercaptana neutralizada, no 1º dia, é de 80.294 U.O./m³ e de 84.775 U.O./m³ no segundo dia (diferença de 5,6%). Assim, o rendimento do neutralizante foi de 60,5% para as amostras analisadas no primeiro dia e de 61,2% para aquelas analisadas no segundo dia.

Para este teste, não foi possível se obter resultados que possam ser comparados, no que concerne a intensidade odorante e o grau de hedonicidade das amostras, já que todas as amostras analisadas apresentaram respostas unânimes de grau 5 (intensidade muito forte e grau hedônico que incomoda extremamente).

CONCLUSÕES

Em relação ao teste da neutralização da fumaça de cigarro (teste 1), tiram-se aqui duas conclusões:

1) Os compostos da fumaça de cigarro sofreram um decaimento, reduzindo a sua concentração odorante nas 17 horas que se decorreram entre as duas análises olfatométricas.

2) A reação do neutralizante se aprofundou nestas 17 horas de contato com a fumaça de cigarro e com os novos compostos formados do decaimento desta, o que aprofundou a sua capacidade neutralizante de 40% para 66% no passar de 17 horas.

Em relação à intensidade odorante da amostra, avaliada em olfatometria estática, não observou-se melhora com a neutralização. Já em relação à hedonicidade, foi observado um pequeno melhoramento hedônico da amostra, ou seja, o odor se tornou um pouco mais agradável aos jurados.

Em relação ao teste 2, referente à neutralização da mercaptana, não foi observada uma redução aparente da concentração odorante do ambiente controlado após a aplicação do produto neutralizante. O produto conferiu uma eficácia média de 61% para a neutralização deste odor.

Para este mesmo teste, não foi possível se obter resultados que possam ser comparados, no que concerne a intensidade odorante e o grau de hedonicidade das amostras, já que, mesmo com 61% de neutralização, as amostras continuavam apresentando respostas unânimes de grau 5 (intensidade muito forte e grau hedônico que incomoda extremamente).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFNOR: Association Française de Normalisation. Mesure olfactométrique-Mesure de l'odeur d'un échantillon gazeux ou d'une atmosphère – intensité supraliminaire (X 43-103). Paris, 1990a.
 2. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Standard Practice E679-91: Determination of Odor and Taste Thresholds by a Forced-Choice Ascending Concentration Series of Limits. 1991.
 3. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Standard Practice E 544-75: Referencing suprathreshold odor intensity. American National Standard. Philadelphia, 1997.
 4. ASTM E1593-943 (Standard Practice for Assessing the Efficacy of Air Freshener Products in Reducing Sensory Perceived indoor Air Malodor Intensity
 5. BELLI, P. F.; DE MELO, L. H. Avaliação de emissões odorantes. Engenharia Sanitária e Ambiental. 3-Nº 3, Jul/Set, Nº 4 Out/Dez, 1998.
 6. CARMO Jr., G. N. R. Otimização e aplicação de metodologias para análises olfatométricas integradas ao saneamento ambiental. 2005. 174f. Tese (Doutorado em Eng^a Ambiental) - Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). EN 13.725: Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry (english version). European Standard. Bruxelas. 2003
-