

2410 Super 2002  
+val6

**RAFAEL POL FERNANDES**

**PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA EM UMA INDÚSTRIA DE  
MÓVEIS**

**EPMI  
TRM/HO-2010  
F391p**

São Paulo  
2010

**RAFAEL POL FERNANDES**

**PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA EM UMA INDÚSTRIA DE  
MÓVEIS**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Título de  
Especialista em Higiene Ocupacional

Área de Concentração:  
Higiene Ocupacional

São Paulo  
2010

Dedico esse trabalho aos meus colegas de classe,  
profissionais das áreas de Higiene e Segurança do  
trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus amigos e familiares, especialmente aos meus pais que foram essenciais na minha formação, e a minha esposa e filhos, pelo apoio e compreensão durante o decorrer do curso.

## RESUMO

O presente trabalho consiste na elaboração de um Programa de Proteção Respiratória referente a uma indústria de móveis. Para tal, a Instrução Normativa número 1 de 11 de Abril de 1994, e o livro Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores, são as bases teóricas seguidas. Os resultados buscados são principalmente os respiradores indicados para os usuários de cada setor, que vão desde coberturas do tipo semifaciais com filtros para particulados e combinados, até respiradores de linha de ar comprimido de fluxo contínuo com coberturas semifaciais e faciais inteiras. É buscado também, atuar em todos os fatores que influenciam diretamente no uso correto, e assim, garantir a proteção adequada e eficaz a todos os usuários. Além do cumprimento de formalidade exigida por lei, este trabalho tem a intenção de ser uma referência de documentação que é necessária, para todas as empresas que possuam funcionários expostos a algum tipo de risco respiratório e contribuir como material de consulta para os profissionais que atuem na segurança e higiene do trabalho.

Palavras-chave: Programa de proteção respiratória. Indústria de móveis. Instrução normativa número 1 de 11 de abril de 1994. Respirador. Cobertura facial. Seleção de respiradores. Higiene ocupacional. Segurança do trabalho.

## ABSTRACT

This report consists in a Respiratory Protection Program elaboration, referring about a furniture industry. For that, the *Instrução Normativa número 1* of April 11<sup>th</sup> of 1994, and the book *Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores* (Respiratory Protection Program – Respirators Recommendation, Selection and Use), are the theoretical base to be followed. The results to be achieved are principally the indicated respirators for the users of each area, which includes half facepieces with particulate and combined filters and continuous flow supplied air respirators with half and full facepieces. It is expected to act at the factors which have direct influence in the correct use of respirators, and guarantee an adequate and efficient protection for all users. This report will attend a law requirement and beside this, it has the intention to be a good example of a necessary documentation for all industries which have employees exposed for any respiratory risk and contribute as a consult material for the professionals who works for occupational safety and hygiene.

Keywords: Respiratory protection program. Furniture industry. *Instrução normativa número 1* of april 11<sup>th</sup> of 1994. Respirator. Facepiece. Respirators selection. Occupational hygiene. Occupational safety.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Sistema Respiratório Humano.....	11
Figura 2 -	Fábrica de Móveis.....	29
Figura 3 -	Fatores de Proteção Atribuídos Para Equipamentos de Proteção Respiratória (EPRs).....	31
Figura 4 -	Respirador semifacial do tipo PFF1 e filtro químico de baixa capacidade FBC1.....	34
Figura 5 -	Cobertura do tipo semifacial em três tamanhos, P, M e G para uso com filtros.....	35
Figura 6 -	Máxima Concentração de Uso para um Filtro Químico.....	39
Figura 7 -	Cobertura do tipo semifacial em três tamanhos, P, M e G para uso em linha de ar comprimido ou com filtros.....	39
Figura 8 -	Sistema de respirador de linha de ar comprimido de fluxo contínuo acoplável à cobertura do tipo semifacial, que contém traquéia, regulador de vazão e cinto.....	40
Figura 9 -	Respirador de linha de ar comprimido de fluxo contínuo, com cobertura do tipo facial inteira, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira.....	46
Figura 10 -	Cobertura do tipo facial inteira em três tamanhos, P, M e G para uso em linha de ar comprimido ou com filtros.....	47
Figura 11 -	Película protetora para lente de cobertura do tipo facial inteira.....	47
Figura 12 -	Respirador purificador de ar do tipo facial inteira em três tamanhos, P, M e G para uso com filtros.....	52
Figura 13 -	Adaptador para colocação de sonda em respiradores para a realização de Ensaios de Vedação Quantitativos.....	54
Figura 14 -	Ficha de Registro para Ensaio de Vedação Qualitativo.....	65
Figura 15 -	Qualidade do Ar Respirável.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Deposição nos Alvéolos.....	14
Tabela 2 -	Deposição das Partículas.....	16
Tabela 3 -	Excursões Acima dos LTs – NR 15 – Valor Máximo.....	19
Tabela 4 -	Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Corte e Preparação de Peças.....	32
Tabela 5 -	Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Montagem de Móveis.....	36
Tabela 6 -	Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Acabamento.....	41
Tabela 7 -	Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Cabine de Pintura.....	43
Tabela 8 -	Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Secagem e Retoques.....	48
Tabela 9 -	Quadro Resumo da Seleção de Respiradores.....	51
Tabela 10 -	Ficha de Entrega de Respiradores e Peças de Reposição.....	66
Tabela 11 -	Modelo de Tabela de Registro de Treinamento.....	71



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH	- American Conference of Governmental Industrial Hygienists
C.A.	- Certificado de Aprovação
CIPA	- Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	- Consolidação das Leis do Trabalho
CNTP	- Condições Normais de Temperatura e Pressão
EPC	- Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	- Equipamento de Proteção Individual
EPR	- Equipamento de Proteção Respiratória
FBC1	- Filtro (Químico) de Baixa Capacidade, tipo 1
FPA	- Fator de Proteção Atribuído
FPR	- Fator de Proteção Requerido
FUNDACENTRO	- Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IDHL	- Immediately Dangerous to Life or Health
IN	- Instrução Normativa
INSS	- Instituto Nacional De Seguridade Social
IPVS	- Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde
LT	- Limite de Tolerância
LTmp	- Limite de Tolerância média ponderada
LTce	- Limite de Tolerância curta exposição
LTvt	- Limite de Tolerância valor teto
MCU	- Máxima Concentração de Uso
MTE	- Ministério do Trabalho e Emprego
NIOSH	- National Institute for Occupational Safety and Health
NR	- Norma Regulamentadora
NR-5	- Norma Regulamentadora Número 5
NR-6	- Norma Regulamentadora Número 6
NR-7	- Norma Regulamentadora Número 7
NR-9	- Norma Regulamentadora Número 9

NR-15	- Norma Regulamentadora Número 15
P1	- Filtro (mecânico) tipo 1
P2	- Filtro (mecânico) tipo 2
P3	- Filtro (mecânico) tipo 3
PFF1	- Peça Facial Filtrante (mecânico) tipo 1
PFF2	- Peça Facial Filtrante (mecânico) tipo 2
PFF3	- Peça Facial Filtrante (mecânico) tipo 3
PCMSO	- Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PPM	- Partes por Milhão
PPRA	- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PPR	- Programa de Proteção Respiratória
SSST	- Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho
TLV	- Threshold Limit Value
TLV-TWA	- Threshold Limit Value-Time Weighted Average
TLV-STEL	- Threshold Limit Value-Short Term Exposure Level
TLV-C	- Threshold Limit Value-Ceiling

## LISTA DE SÍMBOLOS

Litros/min.	- Litros por minuto
M	- Metros
Mg/m <sup>3</sup>	- Miligramas por metro cúbico
Min.	- Minutos
mmHg	- Milímetros de Mercúrio
µm	- Micrômetros
%	- Percentual

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
Objetivo.....	6
Aplicabilidade.....	6
Justificativa.....	7
<b>1 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
1.1 Consolidação das Leis do Trabalho.....	8
1.2 Normas Regulamentadoras – NR.....	8
1.2.1 Norma Regulamentadora Número 5.....	8
1.2.2 Norma Regulamentadora Número 9.....	9
1.2.3 Norma Regulamentadora Número 6.....	9
1.2.4 Norma Regulamentadora Número 15.....	9
1.3 Instrução Normativa nº 1 de 11 de Abril de 1994.....	10
1.4 Higiene Ocupacional.....	10
1.5 O Sistema Respiratório.....	11
1.6 Exposição aos Agentes Químicos.....	13
1.6.1 Efeitos Agudo e Crônico.....	13
1.6.2 Interação Entre os Agentes Químicos.....	13
1.6.3 Efeitos sobre o Organismo.....	14
1.6.3.1 Contaminantes Particulados.....	14
1.6.3.2 Contaminantes Gasosos.....	14
1.6.4 Classificação dos Contaminantes.....	16
1.7 Limites de Exposição.....	17
1.7.1 Tipos de Limites.....	18
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>22</b>
3.1 Responsabilidades.....	22
3.1.1 Da Segurança do Trabalho.....	22
3.1.2 Do Serviço Médico.....	22
3.1.3 Dos Gerentes e Líderes.....	23
3.1.4 Do Empregado.....	23

<b>3.2 Identificação de Riscos.....</b>	<b>24</b>
3.2.1 Poeiras de Madeira.....	24
3.2.2 Colas para Madeira.....	25
3.2.3 Tintas para Madeira.....	25
<b>3.3 Efeitos à Saúde.....</b>	<b>26</b>
3.3.1 Poeiras de Madeira.....	26
3.3.2 Colas e Tintas para Madeira.....	27
<b>3.4 Critérios para Seleção de Respirador.....</b>	<b>28</b>
3.4.1 Atividade do Usuário.....	28
3.4.2 Condições de Uso do Respirador.....	28
3.4.3 Localização da Área de Risco.....	28
3.4.4 Características e Limitações dos Respiradores.....	29
3.4.5 Características da Tarefa.....	29
<b>3.5 Seleção de Respiradores para Uso Rotineiro.....</b>	<b>30</b>
3.5.1 Uso de Respiradores Aprovados.....	30
3.5.2 Etapas para Seleção do Respirador.....	31
3.5.3 Seleção Para Cada Setor.....	31
3.5.3.1 Corte e Preparação de Peças.....	32
3.5.3.2 Montagem de Móveis.....	35
3.5.3.3 Acabamento.....	40
3.5.3.4 Cabine de Pintura.....	43
3.5.3.5 Secagem e Retoques.....	47
<b>3.6 Ensaio de Vedação.....</b>	<b>52</b>
3.6.1 Procedimento para Realização do Ensaio de Vedação.....	53
3.6.2 Critérios para Aceitação de um Respirador de Pressão Negativa.....	53
3.6.3 Critérios para Aceitação de um Respirador de Pressão Positiva.....	53
3.6.4 Considerações sobre a Peça Facial.....	55
3.6.5 Frequência do Ensaio.....	55
3.6.6 Uso simultâneo de outros Equipamentos de Proteção Individual.....	56

3.6.7 Limpeza.....	56
3.6.8 Problemas de Vedação e Soluções Alternativas.....	56
3.6.9 Pelos Faciais.....	57
3.6.10 Aplicação dos Procedimentos para a Realização dos Ensaios de Vedação.....	57
3.6.11 Verificação de Vedação pelo Teste de Pressão Negativa....	58
3.6.12 Verificação de Vedação pelo Teste de Pressão Positiva.....	58
3.6.13 Escolha do Respirador pelo Usuário.....	59
3.6.14 Ensaio de Vedação no Respirador Escolhido.....	60
3.6.14.1 Procedimento para Ensaio de Acuidade de Paladar.....	61
3.6.14.2 Procedimento para Ensaio de Vedação.....	62
3.6.14.3 Exercícios que Devem Ser Realizados Durante o Ensaio de Vedação.....	64
3.7 Distribuição dos Respiradores.....	66
3.8 Inspeção.....	66
3.9 Manutenção/Reparos.....	67
3.10 Limpeza/Higienização.....	67
3.11 Armazenamento.....	67
3.12 Troca de Respiradores/Filtros.....	68
3.12.1 Respirador semifacial do tipo PFF1 e filtro químico de baixa capacidade FBC1.....	68
3.12.2 Respirador composto por cobertura do tipo semifacial em três tamanhos, P, M e G e filtro combinado tipo P2 e químico de baixa capacidade (FBC1).....	68
3.12.3 Respirador composto por cobertura do tipo facial inteira em três tamanhos, P, M e G e filtro combinado tipo P2 e químico de baixa capacidade FBC1.....	69
3.12.4 Respirador de linha de ar comprimido com cobertura do tipo semifacial, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira.....	69

3.12.5 Respirador de linha de ar comprimido com cobertura do tipo facial inteira, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira.....	69
3.13 Treinamento a Usuário.....	70
4 CONCLUSÕES.....	72

## **REFERÊNCIAS**

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

## **ANEXOS**

**Anexo A - Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores.**

**Anexo B - Avaliação Ambiental da Indústria de Móveis**

**Anexo C – Guia de Seleção de Respiradores**

## INTRODUÇÃO

Para que as ações no campo da saúde e segurança do trabalho sejam desenvolvidas de modo satisfatório, se faz necessária a utilização de instrumentos de proteção aos trabalhadores.

Na legislação aplicada às empresas as quais possuem trabalhadores com carteira de trabalho registrada é que se encontra o mecanismo para a proteção respiratória. Os demais trabalhadores, ditos informais, não estão resguardados por estas legislações de proteção.

A principal, ou mais ampla, é a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT, 1993), onde podemos encontrar as premissas para a execução de qualquer tipo de trabalho.

Complementando a CLT tem-se as Normas Regulamentadoras (NRs) que agem para regulamentar especificamente cada item ou necessidade nas relações de trabalho.

Desde 1978 a Norma Regulamentadora número 15 (NR-15), estabelece uma série agentes químicos e físicos considerados insalubres e estabelece limites de tolerância para a exposição do ser humano. A Norma Regulamentadora número 6 (NR-6), estabelece os Equipamentos de Proteção Individuais que visam diminuir a exposição das pessoas aos agentes insalubres, trazendo-as para níveis abaixo dos limites de tolerância. Além destas, podemos citar também das NRs 5, 7 e 9, que tratam de assuntos diretamente ligados à saúde dos trabalhadores e fornecem diretrizes para a prevenção de acidentes, para o controle médico e a prevenção de riscos ambientais.

“O controle dos agentes químicos no ambiente de trabalho deve começar com a escolha do processo de fabricação, do equipamento, bem como pelo próprio projeto da planta, que deve incluir o isolamento, o emprego de substâncias menos tóxicas, ventilação exaustora adequada, filtros, lavadores de gases e o acompanhamento dos efluentes” (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Ainda segundo Torloni; Vieira (2003), mesmo com a execução de controles de engenharia, utilizando-se Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), para que a proteção do trabalhador exposto a cada tipo de risco seja eficaz, tanto a escolha do



EPI adequado, quanto o seu uso correto, são fundamentais. Para garantir que esses dois fatores sejam atendidos para todas as situações, em todos os ambientes e trabalhadores, em 11 de Abril de 1994, foi criada a Instrução Normativa número 1 (I.N. nº1). Este documento estabelece diretrizes para a correta seleção e uso de respiradores.

A I.N. nº1, tem força de lei e obriga todas as empresas que possuam trabalhadores expostos a algum agente que ofereça risco respiratório, a implementá-la com o objetivo de garantir que todos tenham proteção adequada ao risco.

### **Objetivo**

Este trabalho consiste na elaboração de um Programa de Proteção Respiratória de uma indústria de móveis brasileira, visando o seguimento das diretrizes impostas na IN nº 1. A intenção é de realizar um controle eficaz de uso e indicação do equipamento de proteção respiratória adequado para controle das doenças ocupacionais provocadas pela inalação de ar contaminado como poeiras, fumos, névoas, fumaça, gases e vapores.

### **Aplicabilidade**

- Quando em alguma área, através de avaliação qualitativa ou quantitativa, for detectada alguma possibilidade de contaminação através de via respiratória;
- Onde as medidas de controle coletivas tais como enclausuramento, confinamento da operação, ventilação local ou geral, ou substituição por substâncias menos tóxicas, estão sendo adotadas para minimizar a contaminação ou não são viáveis;
- Enquanto tais medidas estiverem sendo implantadas ou avaliadas;

### **Justificativa**

Nas indústrias moveleiras de médio e pequeno porte principalmente, a cultura de proteger os olhos com o braço e, o nariz e a boca com um pano, ainda é muito forte. O nível de profissionalização e de preocupação com a segurança tem se mostrado muito aquém da indústria em geral. Essas características, combinadas com o baixo conhecimento técnico específico e a pouca fiscalização, permitem o trabalho de pessoas sem a devida proteção, ou seja sem a proteção respiratória adequada. Além disso, a escolha do respirador deve ser realizada de forma personalizada, pois apesar de exposições similares, em muitos casos, cada pessoa tem determinados gostos, características e costumes, que o tornam único. Assim, deve ser levando em conta o tipo de atividade e as características individuais de cada funcionário dessa indústria, a fim de garantir não só a proteção dos trabalhadores contra riscos existentes nos ambiente de trabalho, mas também não prejudicar o desenvolvimento das atividades no que diz respeito a conforto, produtividade e qualidade.

## **1 REVISÃO DA LITERATURA**

### **1.1 Consolidação das Leis do Trabalho**

O texto de interesse do estudo aqui aplicado está inscrito no Capítulo V, denominado **“Da Segurança e da Medicina do Trabalho”**, e alguns artigos são de maior relevância para o estudo. Estes artigos fazem menção às responsabilidades dos empregadores, empregados e fabricantes de Equipamentos de Proteção Individual e às diretrizes para se estabelecer a neutralização da insalubridade (Segurança, 2005).

### **1.2 Normas Regulamentadoras**

As Normas regulamentadoras (NRs) foram e tem sido criadas com o objetivo de organizar as exigências impostas com relação aos assuntos referentes a segurança e saúde dos trabalhadores. A partir de um momento em que se julga necessário normatizar padrões para alguma atividade ou se estabelecer diretrizes para algum tipo de proteção uma nova NR é criada. Para o estabelecimento de um Programa de Proteção Respiratória, seguem abaixo as mais relevantes (Segurança, 2005).

#### **1.2.1 Norma Regulamentadora Número 5 (NR-5)**

Para todo trabalho realizado deve-se ter alguma medida de controle que tenha interação entre empregadores e empregados.

A forma usual é a constituição da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA). No caso da empresa em estudo, ela se encaixa nos requisitos legais para a sua formação, pois possui o número de funcionários necessários e grau de risco do trabalho exigido.

“A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA – tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar

compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador” (Segurança, 2005).

Partindo desta afirmação, a comissão deve, portanto, conhecer os riscos a que estão submetidos os trabalhadores para planejar ações onde haja a necessidade de possíveis interferências no processo produtivo (Segurança, 2005).

### **1.2.2 Norma Regulamentadora Número 9 (NR-9)**

Toda empresa que possui funcionários deve organizar o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). O PPRA está descrito na NR-9 (Segurança, 2005).

Esta NR traz no objetivo e campo de aplicação a obrigatoriedade de se antecipar, reconhecer, avaliar e conseqüentemente controlar a ocorrência de riscos ambientais presentes no ambiente de trabalho, atuais ou futuros (Segurança, 2005).

### **1.2.3 Norma Regulamentadora Número 6 (NR-6)**

A utilização dos Equipamentos de Proteção Individual é uma das formas de se atuar na minimização da exposição a agentes nocivos e, a conseqüente busca por trazê-la para valores seguros, que não causem mal aos trabalhadores.

A NR-6 indica as obrigações tanto dos empregadores quanto dos empregados com relação ao uso dos Equipamentos de Proteção Individual (Segurança, 2005).

### **1.2.4 Norma Regulamentadora Número 15 (NR-15)**

A correta seleção de Equipamentos de Proteção Individual, que traz a exposição de trabalhadores, a agentes nocivos, para valores seguros, tem como base, o conhecimento desses valores que o tornam prejudiciais. A NR-15 traz os Limites de Tolerância para vários agentes (Segurança, 2005).

### 1.3 Instrução Normativa nº 1 de 11 de Abril de 1994 (IN nº 1)

Todo Equipamento de Proteção Individual possui a forma correta de ser selecionado, utilizado e mantido em boas condições. A IN nº1 fornece diretrizes específicas para o uso de respiradores. Seguidas todas as recomendações presentes neste documento, uma proteção respiratória eficaz tem grande chance de ser alcançada (Segurança, 2005).

### 1.4 Higiene Ocupacional

Segundo Eston (2005, informação verbal), Higiene do trabalho pode ser definida como “a ciência que objetiva o conhecimento, a avaliação e o controle dos fatores ambientais existentes nos locais de trabalho e que podem provocar doenças, prejuízos à saúde e ao bem estar, desconforto significativo e ineficiência nos trabalhadores. É a ciência estruturalmente prevencionista e preocupada com a saúde do trabalhador durante toda sua vida útil”, e considera importante a “relação existente entre o ambiente do trabalho e os possíveis danos à saúde dos trabalhadores deste mesmo ambiente”, sendo necessário o levantamento dessas condições para elaborar “um programa de higiene ocupacional”, onde três etapas precisam ser englobadas.

Ainda segundo Eston (2005, informação verbal), nessas etapas devemos considerar “**reconhecimento** a fase inicial qualitativa de coleta de dados, através de uma inspeção local que englobe formas em que se apresentam os agentes ambientais, propriedades tóxicas dos materiais utilizados e os processos envolvidos. Na **avaliação**, determinar a intensidade dos agentes ambientais utilizando-se uma metodologia padronizada. No **controle**, as medidas a serem tomadas podendo ser relativas ao ambiente de trabalho e/ou ao trabalhador”, citando ainda “as primeiras são prioritárias, pois são mais eficazes e não causam inconvenientes aos trabalhadores, enquanto que as segundas servem de complementação caso as primeiras não satisfaçam plenamente”.

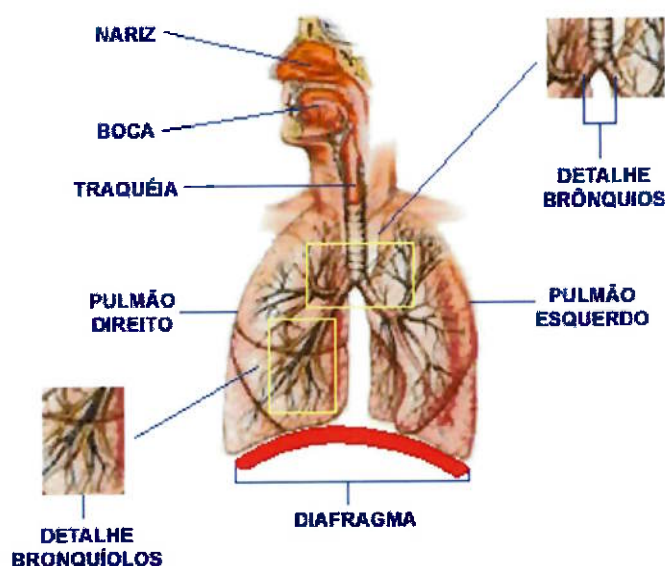
Este reconhecimento permitirá avaliar, no ambiente de trabalho estudado, os perigos existentes e os riscos dos expostos. E conhecendo estes, adotar as medidas necessárias em Higiene Ocupacional.

### 1.5 O Sistema Respiratório

“O sistema respiratório é o conjunto de órgãos responsáveis pela entrada, filtração, aquecimento, umidificação e saída de ar do nosso organismo. Faz as trocas gasosas do organismo com o meio ambiente, oxigenando o sangue e possibilitando que ele possa suprir a demanda de oxigênio do indivíduo para que seja realizada a respiração celular” (Wikipedia, 2007). Ainda segundo a Wikipedia, o processo de troca gasosa que ocorre no pulmão, entre o oxigênio e o dióxido de carbono é denominado como hematose pulmonar.

“O sistema respiratório humano é constituído por um par de pulmões e por vários órgãos que conduzem o ar para dentro e para fora das cavidades pulmonares” (AMABIS 1997). Esses órgãos são (Fig. 1) as fossas nasais, a boca, a faringe, a laringe, a traquéia, os brônquios, os bronquíolos e finalmente os alvéolos pulmonares, onde ocorrem as trocas gasosas, segundo Amabis (1997).

Figura 1 - Sistema Respiratório Humano



Fonte: FOTOS E IMAGENS, 2007)

De um modo geral, o sistema respiratório pode ser dividido em três regiões. “A primeira é a ‘região da cabeça, ou nasofaringe’ que inclui nariz, boca, faringe e laringe. Esta região, graças à elevada vascularização, funciona como um condicionador de ar, pois este, ao passar pela região, é aquecido até 37 °C e umedecido com vapor de água proveniente das mucosas até quase a saturação. Nos pêlos nasais e nesta região ficam retidas principalmente as partículas maiores que 10µm” (TORLONI; VIEIRA, 2003).

“A segunda região é a ‘traqueobrônquica’ que inclui desde a laringe até os brônquios terminais e se assemelha a uma árvore invertida, onde o tronco é a traquéia, que se subdivide em ramos cada vez mais finos, constituindo a chamada árvore brônquica” (TORLONI; VIEIRA, 2003). Esta região, segundo Torloni; Vieira (2003) é recoberta por células ciliadas e muco, que fazem a função de retenção e remoção das partículas depositadas, através do movimento ciliar.

“A terceira é a ‘região alveolar’, que constitui o compartimento intratorácico. É a região em que ocorre a troca gasosa entre o ar e o sangue. É constituída pelos bronquíolos respiratórios, os dutos alveolares, os átrios, os alvéolos e os sacos alveolares” (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Segundo Wikipedia (2007), em condições normais de respiração, o ar passa pelas fossas nasais onde é filtrado por pêlos e muco e aquecido pelos capilares sanguíneos. Passa então pela faringe, laringe, traquéia, brônquios e bronquíolos, até chegar aos alvéolos, onde ocorre a hematose.

“A função do sistema respiratório é basicamente garantir as trocas gasosas com o meio (hematose), mas também ajuda a regular a temperatura corpórea, o pH do sangue e liberar água” (WIKIPEDIA, 2007).

## 1.6 Exposição aos Agentes Químicos

### 1.6.1 Efeitos Agudo e Crônico

“Efeito agudo: São caracterizados pela curta exposição a altas concentrações, resultando em irritação, destruição de tecidos, narcose e até a morte. Ocorrem devido à exposição durante vazamentos ou acidentes em geral.

Efeito crônico: São caracterizados por sintomas ou doenças de longa duração. Provêm da exposição continuada durante a jornada de trabalho e o agente químico ou seus metabólicos estão continuamente presentes nos tecidos. Isto pode ocorrer porque o organismo não tem tempo para se recuperar entre os intervalos em que ocorrem as exposições” (TORLONI; VIEIRA, 2003).

### 1.6.2 Interação Entre os Agentes Químicos

“A ação é *independente* quando os agentes químicos têm ações distintas e produzem efeitos diferentes.

*Efeito Aditivo* é a consequência final resultante da ação de dois químicos quando presentes concomitantemente, sendo igual a simples soma dos efeitos causados pelos agentes químicos em exposições independentes.

*Efeito Antagonista* é a consequência causada por um agente químico ou grupo de agentes químicos que se contrapõem aos efeitos do outro. Define uma situação onde a exposição a dois agentes químicos, simultaneamente, tem menor efeito do que a simples soma dos seus efeitos independentes.

*Efeito Sinérgico* é o mais complexo. Ocorre quando duas substâncias, atuando concomitantemente, mostram um efeito maior que a simples soma dos efeitos observados em exposições distintas” (TORLONI; VIEIRA, 2003).



### 1.6.3 Efeitos sobre o Organismo

#### 1.6.3.1 Contaminantes Particulados

“As partículas inaladas podem se depositar no trato respiratório (Tabela 1) e provocar reações no próprio local, que vão desde uma irritação aguda das vias aéreas até uma reação pulmonar por hipersensibilidade, dependendo da atividade biológica da substância invasora e dos seus contaminantes. As partículas menores que  $5\mu\text{m}$  atingem os alvéolos facilmente, conforme Tabela 1, e causam alguns efeitos, sendo que o mais simples é a deposição sobre o tecido alveolar, sem provocar dano.” (TORLONI; VIEIRA, 2003) Porém, ainda segundo Torloni; Vieira (2003), a deposição de partículas pode resultar também no surgimento de irritações, alergias e também de algumas doenças, tais como fibrose, bronquite e câncer.

Tabela 1 - Deposição nos Alvéolos (Respiração pela boca a 15 litros/min.)

<b>Diâmetro da Partícula (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Deposição (%)</b>
10	2
5	24
2	22
1	14
0,5	12

Fonte: (3M, 2010)

#### 1.6.3.2 Contaminantes Gasosos

“De modo geral, os gases, vapores e fumaças comprometem as vias aéreas, podendo causar uma série de respostas pulmonares, desde irritação aguda, até uma reação de hipersensibilidade, bem como danos em outras partes do corpo humano” (TORLONI; VIEIRA, 2003). OS gases podem ser classificados como:

Irritantes – “Os gases irritantes são corrosivos, podem causar irritação ou inflamação das superfícies do trato respiratório e também podem causar irritação ou lesão nos olhos e na pele” (SEGURANÇA E TRABALHO, 2007)..

Asfixiantes – Segundo Segurança e Trabalho (2007), Os asfixiantes simples são substâncias fisiologicamente inertes, que reduzem o fornecimento de oxigênio ao organismo pela sua diluição, fornecendo assim, concentrações não suficientes para sustentar a respiração. “Os asfixiantes químicos impedem que o sangue transporte oxigênio dos pulmões às células ou impedem que as células utilizem o oxigênio para liberar energia necessária à vida” (SEGURANÇA E TRABALHO, 2007).

Efeitos Sistêmicos – “Certos gases e vapores inalados não provocam danos nos pulmões, e sim em órgãos e sistemas do corpo humano” (TORLONI; VIEIRA, 2003) Ainda Segundo Torloni; Vieira (2003), em geral, os efeitos sistêmicos atacam órgãos como sistema nervoso central, rins, ossos, fígado, sangue, e outros.

Anestésicos e Narcóticos – “Os agentes com ação anestésica apresentam ação depressora do sistema nervoso central, provocando a perda parcial ou total das sensações em razão da ação depressiva no sistema nervoso central. Os agentes narcóticos podem produzir inconsciência e muitos apresentam os mesmos sintomas da asfixia” (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Sensibilizantes – “Certos gases e vapores inalados, podem causar a formação de anticorpos, levando a um aumento da probabilidade de reações como a asma ocupacional, que também pode ser causada pela inalação de particulados, presentes no ambiente de trabalho” (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Carcinogênicos - “Alguns agentes inalados podem produzir ou acelerar o aparecimento de câncer em alguns indivíduos após um período de latência. Uma substância é carcinogênica quando pode induzir o aparecimento de um tumor maligno em humanos, após uma exposição razoável” (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Mutagênicos e Teratogênicos – “Certas substância inaladas causam mudanças no material genético de uma célula viva, isto é, uma mutação com danos nos cromossomos” (TORLONI; VIEIRA, 2003).

#### 1.6.4 Classificação dos Contaminantes

“Aerossóis ou Aerodispersóides – São partículas pequenas (de 0,001 a 100 micrômetros de diâmetro), tanto líquidas como sólidas, que ficam suspensas no ar, por tempo suficiente para serem observadas e medidas” (3M, 2010), conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Deposição de Partículas

Diâmetro da Partícula (µm)	Tempo em Suspensão (min.)
<1	Permanecem em suspensão
1	510
5	20
10	5
15	2,25

Fonte: (3M, 2010)

“Poeiras – São partículas sólidas suspensas no ar, geradas mecanicamente, isto é, provenientes pela ruptura física de materiais sólidos, tais como processos de corte, lixamento, moagem, britagem, usinagem, entre outros.

Névoas – São partículas líquidas suspensas no ar, formadas pela ruptura mecânica de um líquido, tais como pintura em spray, aplicação de agrotóxico e processos de usinagem e corte lubrificados a óleo. As névoas são sempre acompanhadas pelo vapor do seu líquido, pois a grande área superficial das gotículas favorece a sua evaporação.

Fumos – São aerodispersóides constituídos de partículas sólidas, termicamente geradas, isto é, formadas pela condensação e solidificação de substâncias fundidas e volatilizadas. Em geral, os fumos apresentam partículas muito pequenas.

Neblina – São partículas líquidas suspensas no ar, formadas pela condensação do vapor de um líquido volatilizado.

Fumaça – Mistura formada por gases, vapores e aerodispersóides sólidos e líquidos suspensos no ar, provenientes da combustão incompleta de materiais.

Microorganismos – São bactérias, protozoários, vírus, entre outros, originados de degradação, mofo, seres patogênicos, entre outros.

Gases – São substâncias que nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP) estão no estado gasoso.

Vapores – São substâncias que evaporam de um sólido ou líquido, da mesma forma que a água se transforma em vapor d'água. Geralmente são caracterizadas pelos odores” (3M, 2010).

## **1.7 Limites de Exposição**

“Os limites de exposição são estabelecidos a partir de informações confiáveis, obtidos em estudos experimentais com animais, experiências em humanos voluntários, em estudos epidemiológicos com trabalhadores, e em estudos clínicos de casos ocorridos de doenças ou intoxicações e sempre que possível é utilizada uma combinação dessas experiências”, cita Torloni; Vieira (2003). Estes parâmetros têm limitações quando da associação de substâncias e alterações do local de trabalho em que as concentrações não são uniformes. Na falta de limites nacionais, a NR-9

permite o uso dos valores de *Threshold Limit Value (TLV)*, da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*, entre outros.

O “Limite de Tolerância - LT é a intensidade ou concentração máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente físico ou químico que não causará dano à saúde da maioria dos trabalhadores expostos, durante a sua vida laboral.” (NR-15).

### 1.7.1 Tipos de Limites

Limite de Tolerância média ponderada – LTmp (*Threshold Limit Value-Time Average - TLV-TWA* para a *ACGIH*). “Os limites de exposição *TLVs* referem-se às concentrações das substâncias químicas dispersas no ar, ou aos níveis de exposição aos agentes físicos, e representam as condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores adultos saudáveis possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, por 40 horas de trabalho semanais e por toda vida profissional, sem sofrer efeitos adversos à sua saúde” (*ACGIH* apud TORLONI; VIEIRA, 2003).

Limite de Tolerância curta exposição – Ltce (*Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit - TLV-STE* para a *ACGIH*). “É a concentração a que os trabalhadores podem estar expostos continuamente por um período curto sem sofrer irritação, danos crônicos ou irreversíveis em tecidos, ou narcose em grau suficiente para aumentar a predisposição a acidentes, impedir o auto-salvamento ou reduzir significativamente a eficiência no trabalho, atentando-se para que o limite de exposição *TLV-TWA* não seja ultrapassado” (*ACGIH* apud TORLONI; VIEIRA, 2003).

Limite de Tolerância valor teto – LTvt ou Valor Máximo (*Threshold Limit Value-Ceiling - TLV-C* para a *ACGIH*). “É um limite de exposição teto, isto é, uma concentração que não deverá ser excedida, em nenhuma circunstância, mesmo que instantaneamente durante a jornada de trabalho. Este limite é definido para prevenir o

efeito extremamente rápido, conseqüente de exposição a substâncias que apresentam efeito crônico” (ACGIH apud TORLONI; VIEIRA, 2003). Na legislação brasileira, deve ser utilizado um Fator de Desvio, conforme transcrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Excursões Acima dos Limites de Tolerância (LTs) – NR-15 – Valor Máximo

LT (PPM ou mg/m <sup>3</sup> )	Fator de Desvio
0 a 1	3
1 a 10	2
10 a 100	1,5
100 a 1000	1,25
> 1000	1,1

Fonte: (NR-15, 1978)

“Concentração Imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde – IPVS (*Immediately Dangerous to Life or Health - IDHL* para NIOSH) – Refere-se à exposição respiratória aguda, que supõe uma ameaça direta de morte ou conseqüências adversas irreversíveis à saúde, instantânea ou retardada, ou exposições agudas aos olhos que impeçam a fuga da atmosfera perigosa” (NIOSH apud TORLONI; VIEIRA, 2003).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo FUNDACENTRO (2002), a busca pela correta seleção e uso de respiradores deve seguir o Programa de Proteção Respiratória, Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores. Esse documento possui as diretrizes a serem seguidas e implementadas para uma adequada proteção dos trabalhadores. São encontradas ainda as recomendações e requisitos mínimos para a elaboração, execução e administração de um programa sobre seleção e utilização corretas dos equipamentos de proteção respiratória.

“Estas recomendações referem-se à proteção de trabalhadores contra a inalação de contaminantes perigosos e contra inalação de ar com deficiência de oxigênio nos locais de trabalho, pelo uso de respiradores” (FUNDACENTRO, 2002).

“No controle das doenças ocupacionais provocadas pela inalação de ar contaminado, como, por exemplo, poeiras, fumos, névoas, gases e vapores, o objetivo principal deve ser minimizar a contaminação do local de trabalho. Isto deve ser alcançado, tanto quanto possível, pelas medidas de controle de engenharia (enclausuramento, ventilação, ou substituição de substâncias por outras menos tóxicas) (FUNDACENTRO, 2002). Ainda segundo FUNDACENTRO (2002), quando as medidas de controle não são viáveis, ou enquanto estão sendo implantadas ou avaliadas, ou em situações de emergência, devem ser usados respiradores apropriados em conformidade com os requisitos apresentados em sua publicação.

“No texto do programa de proteção respiratória deve haver referência explícita, no mínimo, aos tópicos: administração do programa, existência de procedimentos operacionais escritos, exame médico do candidato ao uso de respiradores, seleção de respiradores, treinamento, uso de barba, ensaio de vedação, manutenção, inspeção, higienização e guarda dos respiradores, uso de respiradores para fuga, emergência e resgates e avaliação periódica do programa” (FUNDACENTRO, 2002).

Segundo Wikipédia (2010), uma indústria de móveis tem por objetivo a atividade de produção de móveis, especialmente de forma mecanizada, em pequena, média ou grande escala podendo abranger a extração de produtos naturais e a sua transformação.

Para o desenvolvimento do Programa de Proteção Respiratória (PPR) de uma fábrica de móveis, realizei uma visita à empresa, onde pude constatar a presença de diferentes setores, tais como corte e preparação de peças, montagem, acabamento, pintura e retoques. Estive presente em seus diferentes setores e tive acesso ao monitoramento ambiental. O documento base a ser utilizado será o Livro “Programa de Proteção Respiratória – Seleção, Inspeção e Uso de Respiradores” da Fundacentro que é baseado na IN nº 1 de 11 de Abril de 1994.

Como documento de suporte, adotarei o livro “Manual de Proteção Respiratória” (TORLONI; VIEIRA, 2003). Este livro possui informações, comentários e exemplos bastante úteis na compreensão e aplicação das exigências da norma.

Como complemento ainda, existe um direcionamento de um fabricante de respiradores. Este direcionamento é comunicado como “Método dos Quatro Passos” (3M, 2010). São eles:

- Identificação dos Contaminantes;
- Efeitos à Saúde;
- Seleção dos Respiradores;
- Treinamento.

Para a realização deste trabalho, foram analisados os dados do monitoramento ambiental referente os contaminantes presentes em cada um dos setores da indústria mencionada. Foram feitas sugestões de equipamentos de proteção respiratória adequados a cada uma dessas áreas, combinados, em alguns casos, com a proteção visual.



### **3 RESULTADOS**

O Programa de Proteção Respiratória, é exigido por lei, e ao mesmo tempo, se mostra como uma ferramenta para uma melhor organização do que foi planejado, das ações tomadas e dos registros de dados.

#### **3.1 Responsabilidades**

##### **3.1.1 Da Segurança do Trabalho**

- Realizar treinamento sobre uso e conservação dos respiradores, bem como informar sobre os riscos envolvidos na operação;
- Fornecer o respirador conveniente e apropriado para o fim desejado, desde que apresentem certificados de aprovação emitidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego.
- Responsabilizar-se pela implementação;
- Verificar o porquê do mau funcionamento do respirador e tomar providências para reparo ou substituição. No caso de constatação de defeito por fabricação, deverá ser comunicado ao fabricante;
- Manter atualizadas as avaliações quantitativas ou qualitativas sobre as concentrações de contaminantes na área de trabalho, para seleção e acompanhamento efetivo dos respiradores.
- Adquirir e manter em estoque quantidades suficientes para atender às necessidades.

##### **3.1.2 Do Serviço Médico**

- Controlar, registrar e realizar os testes de vedação dos respiradores;
- Avaliar, aprovar ou reprovar o uso de respirador pelo funcionário;

- Determinar se uma pessoa tem ou não condições médicas de usar um respirador. O conteúdo e a frequência desse exame médico estão especificados no “Procedimento dos Ensaios de Vedação”

### **3.1.3 Dos Gerentes e Lideres**

- Implementar e exigir o uso de respirador nos locais e/ou operações com alguma possibilidade de contaminação através de via respiratória;
- Instruir os funcionários a deixar a área de risco por qualquer motivo relacionado ao uso de respiradores, que podem incluir, mas não limitam às seguintes:
  - Falha ou mau funcionamento no respirador, que altere a sua proteção;
  - Detecção de penetração de ar contaminado para o interior do respirador;
  - Aumento da resistência à respiração;
  - Grande desconforto devido ao uso do respirador;
  - Indicação de mal estar, tais como: náusea, fraqueza, tosse, espirro, dificuldade para respirar, calafrio tontura, vômito, febre;
- Lavar o rosto e/ou a peça facial do respirador, sempre que necessário, para diminuir a irritação da pele;
- Executar troca do filtro e/ou outros componentes, sempre que necessário ter descanso periódico em área não contaminada.

### **3.1.4 Do Empregado**

- Fazer uso do respirador de acordo com os treinamentos e instruções recebidos;
- Manter o respirador que não estiver em uso, de modo a preservá-lo de danos ou deformidade;

- Comunicar ao líder e à equipe de Saúde e Segurança qualquer alteração do seu estado de saúde, que possa influir na sua capacidade de usar respirador de modo seguro.
- Deixar a área de risco, se perceber que o respirador não está funcionando de maneira satisfatória.
- Manter as partes do rosto, que ficam na área de vedação da máscara, isentas de pêlos faciais (barba, bigode, costeletas ou cabelos);

### **3.2 Identificação de Riscos**

Nos diferentes setores da indústria de móveis, os principais riscos respiratórios para os trabalhadores são os de exposição às poeiras de madeira geradas nos processos de corte, lixamento e acabamento, às névoas das tintas utilizadas na pintura das peças, bem como aos vapores dos solventes presentes tanto nas tintas, como nas colas utilizadas para a montagem dos móveis. Conforme pode ser verificado no Anexo A.

#### **3.2.1 Poeiras de Madeira**

Segundo Fengel; Werner apud Alwis (1998), a madeira é um dos mais importantes recursos renováveis do mundo. A madeira é uma substância dura e fibrosa que compõe a maior parte do caule e dos galhos de uma árvore ou arbusto, e coberta pela casca. Para propósitos industriais, a madeira é classificada em dois tipos; madeiras duras e madeiras moles.

Segundo Hingis apud Alwis (1998), no seu processo de industrialização a madeira pode passar por vários processos, tais como: descascamento, corte, lixamento, moagem, desbaste, perfuração, entre outros. Desde a sua derrubada, passando por todos os estágios do seu processamento e benfeitoria, os trabalhadores ficam expostos as poeiras geradas, de diferentes tamanhos, concentrações e composições.

### 3.2.2 Colas para Madeira

Segundo Cherrist (2010) Além dos efeitos causados pelas poeiras de madeira, os trabalhadores das indústrias de beneficiamento de madeira podem estar expostos aos vapores provenientes das colas utilizadas tanto no processo de montagem de móveis, quanto nos processos de prensagem de serragem e restos de madeira para a fabricação de chapas que podem ser utilizadas em substituição à madeira convencional. Essa prática é utilizada tanto para reduzir o custo de produtos confeccionados em madeira, como para reaproveitar os restos gerados no beneficiamento da madeira.

### 3.2.3 Tintas para Madeira

“**Tinta** é o nome normalmente dado a uma família de produtos, usados para proteger e dar cor a objetos ou superfícies, cobrindo-os com uma cobertura pigmentada.

A tinta é muito comum e aplica-se a praticamente a qualquer tipo de objeto. Usa-se para produzir arte; na indústria: produção de automóveis, equipamentos, tubulações, produtos eletro-eletrônicos; como proteção anti-ferrugem; na construção civil: em paredes interiores, em superfícies exteriores, expostas às condições meteorológicas; enfim em um grande número de aplicações.

A tinta líquida é normalmente constituída por três partes: resinas, diluentes, aditivos (pigmentos). A resina é a parte da tinta que solidifica para formar a película de tinta seca. O diluente auxilia no ajuste da viscosidade, bem como veículo dos demais componentes, podendo, se dosado adequadamente, facilitar a aplicação” (TINTAS, 2007).

As névoas são originadas do processo de pintura em “spray”, onde uma pistola pneumática faz a quebra da tinta líquida e a transforma em inúmeras gotículas de tamanhos variados.

Os vapores estão presentes na composição das tintas na forma de solvente orgânico (diluyente). Segundo Bastos (1988), apesar de suas composições químicas serem tão diversas, os solventes têm algumas propriedades comuns: são lipossolúveis, possuem grande volatilidade, são muito inflamáveis e produzem importantes efeitos tóxicos.

### **3.3 Efeitos à Saúde**

#### **3.3.1 Poeiras de Madeira**

“Os efeitos da exposição ocupacional a poeiras de madeira podem ser resumidos e cinco grupos;

- Tóxicas (incluindo dermatite e efeitos respiratórios alérgicos)
- Efeitos respiratórios não alérgicos
- Efeitos sinonasais além de câncer (aumento do muco e redução dos cílios nasais)
- Câncer nasal e outros tipos
- Fibrose pulmonar” (Alwis, 1998, tradução nossa)

Segundo Alwis (1998), as dermatites e as alergias respiratórias são causadas pelo contato com a madeira propriamente dita, e as suas poeiras, ou cascas, ou até por líquens que a parasitam. Normalmente, os sintomas desaparecem pouco tempo depois de cessada a exposição. Outros efeitos respiratórios não alérgicos, inclusive o câncer e a fibrose pulmonar são provocados pelo acúmulo de poeira no interior dos pulmões e em todo o trato respiratório. Para esses casos, o período latência pode ser de algumas semanas para o aumento do muco, por exemplo, ou até de mais de 40 anos para o câncer nasal.

### 3.3.2 Colas e Tintas para Madeira

Os solventes presentes tanto nas colas quanto nas tintas utilizadas em madeira são, segundo Cherrist (2010) no mínimo, altamente irritantes e ainda podem causar reações alérgicas, doenças respiratórias em geral e ainda, alguns tipos de câncer. Segundo Bastos (1988), os solventes também produzem um efeito narcótico sobre o sistema nervoso central. Podem também atuar sobre diferentes órgãos, chegando a causar lesões em determinadas circunstâncias, no fígado, rins, sistema hematopoiético, entre outros. A exposição prolongada pode dar origem a enfermidades, algumas já reconhecidas como ocupacionais, tal como o benzolismo, produzido pelo benzeno.

“Uma parte do solvente inalado percorre o trato respiratório, chega ao sangue, e daí a diferentes órgãos e tecidos. Ao cessar a exposição, começa a eliminar-se seguindo o sentido inverso, até que seja eliminado com o ar expirado.

Outra parte sofrerá uma série de transformações, principalmente do fígado. Estas substâncias transformadas, chamadas metabólitos, são geralmente derivados hidrossolúveis do solvente, e podem eliminar-se facilmente pela bile ou pela urina” (BASTOS, 1988).

Quando inalados, os vapores dos solventes causam sintomas fundamentalmente, devidos ao efeito narcótico: sono, enjôo, falta de reflexos, cansaço, debilidade, falta de concentração, instabilidade emocional, dor de cabeça, falta de coordenação, confusão, debilidade muscular.

Em uma intoxicação crônica podem aparecer alterações respiratórias, hepáticas e renais podendo surgir, inclusive, tumores cancerosos (BASTOS, 1988).

### **3.4 Critérios para Seleção de Respirador**

#### **3.4.1 Atividade do Usuário**

Os usuários desenvolvem suas atividades em diferentes setores da fábrica. Os responsáveis pelo corte e lixamento, o fazem através do uso de máquinas rotativas, em um galpão provido de pontos com ventilação local exaustora, dimensionados conforme a necessidade de cada equipamento e posto de trabalho.

Os responsáveis pela montagem e colagem dos móveis, a fazem em um galpão provido de ventilação geral diluidora dimensionada de acordo com a taxa de geração de solvente e volume do galpão.

Os usuários desenvolvem suas atividades de pintura, dentro de cabines com exaustão, através de pistolas pneumáticas.

#### **3.4.2 Condições de Uso do Respirador**

Os usuários desenvolvem suas atividades durante oito horas diárias de trabalho, acrescidas de uma hora para o almoço e de dois descansos programados de 15 minutos cada.

#### **3.4.3 Localização da Área de Risco**

As áreas de risco estão localizadas conforme mostra a figura 2. Nenhum dos ambientes possui algum tipo de dificuldade para entrada, saída e locomoção, bem como risco de deficiência de oxigênio.

Figura 2 - Fábrica de Móveis

Montagem de Móveis	Acabamento	Cabine de Pintura
		Secagem e Retoques
Corte de Preparação de Peças	Administrativo e Exposição	

#### 3.4.4 Características e Limitações dos Respiradores

Em todos os setores da fábrica, não há risco de deficiência de oxigênio, portanto, a princípio, não há nenhum tipo ou classe de respirador que não possa ser utilizado neste ambiente.

#### 3.4.5 Características da Tarefa

Os usuários desenvolvem suas atividades em ambiente com temperatura ligeiramente elevada e com esforço moderado. A necessidade de comunicação está presente, mas é eventual e muitas vezes, realizada através de gestos e sinais.

Em todas as áreas, a proteção os olhos dos usuários também são aspectos de extrema importância para a execução das atividades. Por se tratar de riscos na forma de poeiras e névoas, há a necessidade de proteção aos olhos. O uso de óculos é obrigatório, porém rejeitado por alguns usuários, pois embaça ao longo do dia. Isto



prejudica completamente a visão e aumenta significativamente os índices de perdas e retrabalhos.

### **3.5 Seleção de Respiradores para Uso Rotineiro**

#### **3.5.1 Uso de Respiradores Aprovados**

Somente devem ser usados respiradores aprovados pelo Ministério do Trabalho e Emprego, isto é, com Certificado de Aprovação. Os respiradores não devem ter suas características alteradas, pois qualquer modificação, mesmo que pequena, pode afetar de modo significativo o desempenho do respirador.

A seleção de um respirador exige o conhecimento de cada operação, para determinar os riscos que possam estar presentes e, assim, selecionar o tipo ou a classe de respirador que proporcione a proteção adequada, conforme Figura 3.

Figura 3 - Fatores de Proteção Atribuídos Para Equipamentos de Proteção Respiratória (EPRs)

QUADRO I - FATORES DE PROTEÇÃO ATRIBUÍDOS PARA EPR (5)

TIPO DE RESPIRADOR	TIPO DE COBERTURA DAS VIAS RESPIRATORIAS			
	PEÇA SEMI-FACIAL (1)	PEÇA FACIAL INTEIRA		
PURIFICADOR DE AR	10	100		
DE ADUÇÃO DE AR:				
- MÁSCARA AUTÔNOMA (2) (DEMANDA)	10	100		
- LINHA DE AR COMPRIMIDO (DEMANDA)	10	100		
TIPO DE RESPIRADOR	TIPO DE COBERTURA DAS VIAS RESPIRATORIAS			
	PEÇA SEMI-FACIAL	PEÇA FACIAL INTEIRA	CAPUZ CA-PACETE	SEM VEDAÇÃO FACIAL
PURIFICADOR DE AR MOTORIZADO	50	1000(3)	1000	25
DE ADUÇÃO DE AR:				
LINHA DE AR COMPRIMIDO				
- DE DEMANDA COM PRESSÃO POSITIVA	50	1000	-	-
- FLUXO CONTÍNUO	50	1000	1000	25
MÁSCARA AUTÔNOMA (CIRCUITO ABERTO OU FECHADO)				
- DE DEMANDA COM PRESSÃO POSITIVA	-	(4)	-	-

NOTAS

1. Inclui a peça quarto facial, a peça semifacial filtrante e as peças semifaciais de elastômeros.
2. A máscara autônoma de demanda não deve ser usada para situações de emergência como incêndios.
3. Os fatores de proteção apresentados são de respiradores com filtros P3 ou sorbentes (cartuchos, químicos pequenos ou grandes). Com filtros classe P2, deve-se usar fator de proteção atribuído 100 devido as limitações do filtro.
4. Em situações de emergência, onde as concentrações dos contaminantes possam ser estimadas, deve-se usar um fator de proteção atribuído não maior que 10.000.
5. O fator de proteção atribuído, não é aplicável para respiradores de fuga.

Fonte: (Fundacentro, 2002)

### 3.5.2 Etapas para Seleção do Respirador

O processo de seleção de respiradores segue o item 4.2.2.2 do Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores, conforme anexo A. Para tal, deve-se seguir um procedimento que contempla os itens de a até m.

### 3.5.3 Seleção Para Cada Setor

Para cada setor, antes do processo de seleção, é apresentado um quadro resumo dos contaminantes e as concentrações encontradas em cada um dos setores, bem como seus limites de tolerância. O Limite de tolerância considerado é o menor

encontrado entre os encontrados na NR-15 da legislação brasileira e, o da ACGIH dos Estados Unidos. Quando o LT considerado foi o da ACGIH, foi considerada também uma correção do limite, referente a jornada de trabalho de 40 para 44 horas de trabalho semanais, conforme a fórmula:

$(40/hs) \times ((168-hs)/(168-40))$  (1), onde para uma jornada de trabalho de 44 horas semanais, temos  $(40/44) \times ((168-44)/(168-40)) = 0,88$ .

### 3.5.3.1 Corte e Preparação de Peças

a) Através do monitoramento realizado, conforme a Tabela 4, presente também no anexo B, foram identificados e quantificados os contaminantes presentes no ambiente de trabalho. São eles:

Tabela 4 - Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Corte e Preparação de Peças

Contaminante	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )	Limite Tolerância (mg/m <sup>3</sup> )	de Correção para jornada de 44 horas semanais (L.T. x 0,88)
Formaldeído	0,06	0,4	0,352
Particulado Inalável	19	8	8

b) Através do monitoramento realizado, conforme anexo B, foram identificados os Limites de Tolerância dos contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

c) Não aplicável.

d) A concentração de oxigênio é maior que 18% ao nível do mar.

e) As concentrações dos contaminantes medidos no Anexo B, não estão acima dos seus respectivos Limites IPVS, conforme anexo C.

f) Vapores Orgânicos

$$\text{FPR} = (0,06/0,352)$$

$$\text{FPR} = 0,17$$

Particulado Inalável

$$\text{FPR} = (19,0/8) = 2,4$$

$$\text{FPR} < \text{FPA}$$

Neste setor, será necessária a utilização de respirador cuja cobertura facial possua Fator de Proteção Atribuído maior que 2,7, pois o FPR para particulado inalável está acima do Limite de Tolerância, apesar do FPR para vapores orgânicos estar abaixo do nível de ação. Assim, podem ser utilizadas coberturas faciais com FPA igual ou maior que 10.

g) Os contaminantes são vapores orgânicos, porém estão abaixo do Nível de Ação e por isso, não haverá a necessidade de uso de filtro químico para vapores orgânicos. Porém, apesar das concentrações dos vapores orgânicos estarem abaixo do Nível de Ação, o uso de um filtro FBC1 para vapores orgânicos, combinado a um filtro mecânico P1 ou PFF1 pode ser utilizado para conforto.

h) Não Aplicável

i) Não Aplicável.

j) A poeira gerada pelo corte da madeira é um contaminante mecanicamente gerado e se encontra acima do Limite de Tolerância. Não tendo, a poeira monitorada nenhum componente de material considerado altamente tóxico, há a necessidade do uso de filtro mecânico P1 ou PFF1.

k) Não Aplicável.

l) Não Aplicável.

m) As condições deste item só precisariam ser aplicadas, caso houvesse a necessidade do uso de respiradores com filtros químicos. Como estes poderão ser utilizados apenas para conforto, podemos desconsiderar este item.

Respirador selecionado: Este setor requer o uso de respiradores com filtros mecânicos. Além disso, para conforto, poderão ser utilizados filtros químicos FBC1. Assim, duas opções de respiradores serão fornecidas para proteção respiratória. A escolha será do usuário:

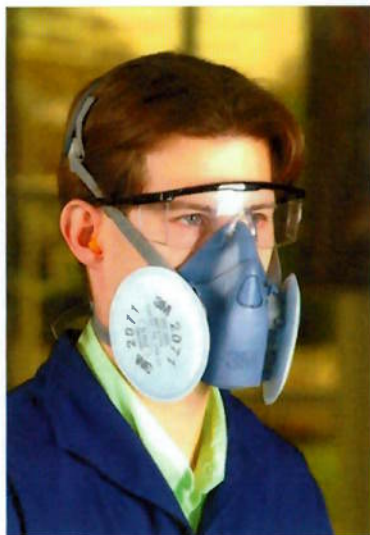
- Respirador purificador de ar do tipo semifacial, sem manutenção, com filtro combinado mínimo PFF1 e FBC1 (Fig. 4);
- Respirador purificador de ar do tipo semifacial, elastomérico, com filtro combinado mínimo PFF1 e FBC1 (Fig. 5). A cobertura facial deve possuir três opções de tamanhos P, M e G. O tamanho ideal para cada funcionário será definido no Ensaio de Vedação.

Figura 4 - Respirador semifacial do tipo PFF1 e filtro químico de baixa capacidade FBC1.



Fonte: (3M, 2004)

Figura 5 - Cobertura do tipo semifacial em três tamanhos, P, M e G para uso com filtros.



Fonte: (3M, 2010)

### 3.5.3.2 Montagem de Móveis

- a) Através do monitoramento realizado, conforme a Tabela 5, presente também no anexo B, foram identificados e quantificados os contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

Tabela 5 - Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Montagem de Móveis

Contaminante	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )	Limite Tolerância (mg/m <sup>3</sup> )	de Correção para jornada de 44 horas semanais (L.T. x 0,88)
Acetato de Etila	228	1090	1090
Xilenos	393	340	340
Tolueno	234	188	165,44
Isocianato de Metila	0,03	0,05	0,044
Acetato de n-Butila	120	713	627,44
Particulado Inalável	1,5	8	8

b) Através do monitoramento realizado, conforme anexo B, foram identificados os Limites de Tolerância dos contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

c) Não aplicável.

d) A concentração de oxigênio é maior que 18% ao nível do mar.

e) As concentrações dos contaminantes medidos no Anexo B, não estão acima dos seus respectivos Limites IPVS, conforme anexo C.

f) Vapores Orgânicos

$$FPR = (228/1090) + (393/340) + (234/165,4) + (0,03/0,044) + (120/627,44)$$

$$FPR = 3,6$$

Particulado Inalável

$$FPR = (1,5/8) = 0,23$$

$$FPR < FPA$$

Neste setor, será necessária a utilização de respirador cuja cobertura facial possua Fator de Proteção Atribuído maior que 3,6, pois o FPR para vapores orgânicos está acima do Limite de Tolerância, apesar do FPR para particulado inalável estar abaixo do Nível de Ação. Assim, podem ser utilizadas coberturas faciais com FPA igual ou maior que 10.

g) Os contaminantes são vapores orgânicos e por isso, deverá ser utilizado um filtro químico para vapores orgânicos.

Condições:

1) As concentrações dos contaminantes são menores que concentrações IPVS;

2). A soma das concentrações dos contaminantes são maiores que a Máxima Concentração de Uso dos filtros químicos Classe 1, para vapores orgânicos, conforme Figura 6. Portanto, devem ser utilizados filtros químicos Classe 2 ou 3, ou ainda respiradores de linha de ar comprimido, pois estes não possuem filtros.

3) Filtros Classe 2 ou 3 são compatíveis apenas com respiradores do tipo faciais inteiras.

4) Ver item m).

h) Não Aplicável

i) Não Aplicável.

j) A poeira gerada pela manipulação da madeira é um contaminante mecanicamente gerado, porém se encontra abaixo do Nível de Ação. Não tendo, a poeira monitorada nenhum componente de material considerado altamente tóxico, pode ser utilizado, para conforto, um filtro mecânico P1 ou PFF1.

k) Não Aplicável.



l) Não Aplicável.

m) Através de análise comparativa entre os valores de Limite de Tolerância, Limiar de Odor e Comentários, todos presentes no anexo C, pode-se concluir que nenhum dos contaminantes gasosos presentes neste setor possui a característica de ter fracas propriedades de alerta, mas pelo menos um dos contaminantes possui a característica de não ser bem adsorvido pelo carvão ativado e/ou apresenta um Limite de Tolerância – Valor Teto. Estas condições eliminam a possibilidade de uso de respiradores purificadores de ar.

Respirador selecionado: Este setor requer o uso de respiradores de linha de ar comprimido de fluxo contínuo, com cobertura do tipo semifacial, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira (Fig. 7 e Fig. 8). A cobertura facial deve possuir três opções de tamanhos P, M e G. O tamanho ideal para cada funcionário será definido no Ensaio de Vedação.

Figura 6 - Máxima Concentração de Uso (MCU) para um Filtro Químico

Classe do filtro	Tipo	Concentração máxima <sup>(b)(c)</sup> (ppm)	Tipo de peça facial compatível
FBC - 1	Vapor orgânico <sup>(a)</sup>	50	Semifacial filtrante, quarto facial e semifacial
	Gases ácidos <sup>(a)(c)</sup>	50	
FBC - 2	Vapor orgânico <sup>(a)</sup>	1.000	Semifacial, facial inteira ou conjunto bocal
	Cloro	10	
1 Cartucho pequeno	Vapor orgânico <sup>(a)(b)(c)</sup>	1.000	Quarto facial, semifacial, facial inteira ou conjunto bocal
	Amônia	300	
	Metilamina	100	
	Gases ácidos <sup>(a)(b)</sup>	1.000	
	Ácidos clorídrico	50	
	Cloro	10	
2 Cartucho médio	Vapor Orgânico <sup>(a)(b)(c)</sup>	5.000	Facial inteira
	Amônia	5.000	
	Metilamina	5.000	
	Gases ácidos <sup>(a)(b)</sup>	5.000	
3 Cartucho grande	Vapor orgânico <sup>(a)(b)(c)</sup>	10.000	Facial inteira
	Amônia	10.000	
	Gases ácidos <sup>(a)(c)</sup>	10.000	

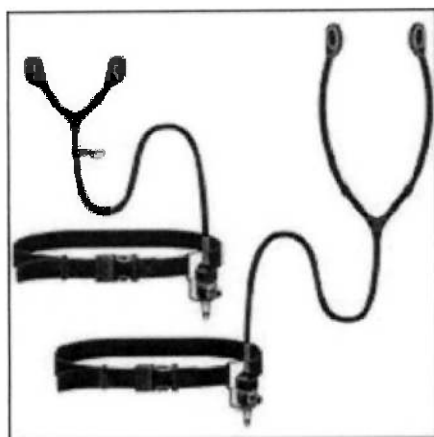
Fonte: (FUNDACENTRO, 2002)

Figura 7 - Cobertura do tipo semifacial em três tamanhos, P, M e G para uso em linha de ar comprimido ou com filtros.



Fonte: (3M, 2010)

Figura 8 - Sistema de respirador de linha de ar comprimido de fluxo contínuo acoplável à cobertura do tipo semifacial, que contém traquéia, regulador de vazão e cinto.



Fonte: (3M, 2010)

#### 3.5.3.3 Acabamento

a) Através do monitoramento realizado, conforme a Tabela 6, presente também no anexo B, foram identificados e quantificados os contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

Tabela 6 - Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Acabamento

Contaminante	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )	Limite de Tolerância (mg/m <sup>3</sup> )	de Correção para jornada de 44 horas semanais (L.T. x 0,88)
Acetato de Etila	73	1090	1090
Xilenos	26	340	340
Tolueno	18	188	165,44
Isocianato de Metila	0,01	0,05	0,044
Acetato de n-Butila	13	713	627,44
Particulado Inalável	10	8	8

b) Através do monitoramento realizado, conforme anexo B, foram identificados os Limites de Tolerância dos contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

c) Não aplicável.

d) A concentração de oxigênio é maior que 18% ao nível do mar.

e) As concentrações dos contaminantes medidos no Anexo B, não estão acima dos seus respectivos Limites IPVS, conforme anexo C.

f) f) Vapores Orgânicos

$$FPR = (73/1090) + (26/340) + (18/165,44) + (0,005/0,044) + (13/627,44)$$

$$FPR = 0,4$$

Particulado Inalável

$$FPR = (10/8) = 1,25$$

$$FPR < FPA$$

Neste setor, será necessária a utilização de respirador cuja cobertura facial possua Fator de Proteção Atribuído maior que 1,25, pois o FPR para particulado inalável está acima do Limite de Tolerância, apesar do FPR para vapores orgânicos estar abaixo do nível de ação. Assim, podem ser utilizadas coberturas faciais com FPA igual ou maior que 10.

g) Os contaminantes são vapores orgânicos, porém estão abaixo do Nível de Ação e por isso, não haverá a necessidade de uso de filtro químico para vapores orgânicos. Porém, apesar das concentrações dos vapores orgânicos estarem abaixo do Nível de Ação, o uso de um filtro FBC1 para vapores orgânicos, combinado a um filtro mecânico P1 ou PFF1 pode ser utilizado para conforto.

h) Não Aplicável.

i) Não Aplicável.

j) A poeira de madeira gerada pelo lixamento das peças é um contaminante mecanicamente gerado e se encontra acima do Limite de Tolerância. Não tendo, a poeira monitorada nenhum componente de material considerado altamente tóxico, há a necessidade do uso de filtro mecânico P1 ou PFF1.

k) Não Aplicável.

l) Não Aplicável.

m) As condições deste item só precisariam ser aplicadas, caso houvesse a necessidade do uso de respiradores com filtros químicos. Como estes poderão ser utilizados apenas para conforto, podemos desconsiderar este item.

Respirador selecionado: Este setor requer o uso de respiradores com filtros mecânicos. Além disso, para conforto, poderão ser utilizados filtros químicos

FBC1. Assim, duas opções de respiradores serão fornecidas para proteção respiratória. A escolha será do usuário:

- Respirador purificador de ar do tipo semifacial, sem manutenção, com filtro combinado mínimo PFF1 e FBC1. Neste caso fica obrigatório o uso de óculos de proteção contra as névoas;
- Respirador purificador de ar do tipo semifacial, elastomérico, com filtro combinado mínimo PFF1 e FBC1. Neste caso fica obrigatório o uso de óculos de proteção contra as névoas;

### 3.5.3.4 Cabine de Pintura

a) Através do monitoramento realizado, conforme a Tabela 7, presente também no anexo B, foram identificados e quantificados os contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

Tabela 7 - Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Cabine de Pintura

Contaminante	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )	Limite Tolerância (mg/m <sup>3</sup> )	de Correção para jornada de 44 horas semanais (L.T. x 0,88)
Acetato de Etila	63	1090	1090
Etanol	826	1480	1480
Tolueno	8,4	188	165,44
Acetato de n-Butila	74	713	627,44
Xilenos	1400	340	340
n-Butanol	3,6	61	53,68
Iso-Propanol	134	765	765
Acetato de iso-amila	48	532	468,16
Particulado Inalável	6,2	8	8

b) Através do monitoramento realizado, conforme anexo B, foram identificados os Limites de Tolerância dos contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

c) Não aplicável.

d) A concentração de oxigênio é maior que 18% ao nível do mar.

e) As concentrações dos contaminantes medidos no Anexo B, não estão acima dos seus respectivos Limites IPVS, conforme anexo C.

f) Vapores Orgânicos

$$\text{FPR} = (63/1090) + (826/1480) + (8,4/165,44) + (74/627,44) + (1400/340) + (3,6/53,68) + (134/765) + (48/468,16)$$

$$\text{FPR} = 5,2$$

Particulado Inalável

$$\text{FPR} = (6,2/8) = 0,8$$

Neste setor, será necessária a utilização de respirador cuja cobertura facial possua Fator de Proteção Atribuído maior que 5,2, pois o FPR para vapores orgânicos está acima do limite de tolerância e o FPR para particulado inalável está acima do Nível de Ação. Assim, podem ser utilizadas coberturas faciais com FPA igual ou maior que 10.

g) Os contaminantes são vapores orgânicos e por isso, deverá ser utilizado um filtro químico para vapores orgânicos.

Condições:

1) As concentrações dos contaminantes são menores que concentrações IPVS;

2). A soma das concentrações dos contaminantes são maiores que a Máxima Concentração de Uso dos filtros químicos Classe 1, para vapores orgânicos, conforme Figura 6. Portanto, devem ser utilizados filtros químicos Classe 2 ou 3, ou ainda respiradores de linha de ar comprimido, pois estes não possuem filtros.

3) Filtros Classe 2 ou 3 são compatíveis apenas com respiradores do tipo faciais inteiras.

4) Ver item m).

h) Há a necessidade filtro combinado, pois o contaminante é à base de tinta ou verniz. Assim, há a necessidade do uso de filtro mecânico, combinado com filtro químico para vapores orgânicos Classe 2 ou 3.

i) Não Aplicável

j) A névoa gerada pela aplicação da tinta é um contaminante mecanicamente gerado e se encontra acima do Nível de Ação. Não tendo, a poeira monitorada nenhum componente de material considerado altamente tóxico, há a necessidade do uso de filtro mecânico P1 ou PFF1.

k) Não Aplicável.

l) Não Aplicável.

m) Através de análise comparativa entre os valores de Limite de Tolerância, Limiar de Odor e Comentários, todos presentes no anexo C, pode-se concluir que nenhum dos contaminantes gasosos presentes neste setor possui a característica de ter fracas propriedades de alerta, mas pelo menos um dos contaminantes possui a característica de não ser bem adsorvido pelo carvão ativado e/ou apresenta um Limite de Tolerância – Valor Teto. Estas condições eliminam a possibilidade de uso de respiradores purificadores de ar.



Respirador selecionado: Este setor requer o uso de respiradores de linha de ar comprimido de fluxo contínuo, com cobertura do tipo facial inteira, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira (Fig. 9). A cobertura facial deve possuir três opções de tamanhos P, M e G (Fig. 10). O tamanho ideal para cada funcionário será definido no Ensaio de Vedação. Este tipo de cobertura facial pode ser complementado com o uso de uma película de proteção para a lente, que deve ser substituída quando a visão do usuário estiver prejudicada pela tinta impregnada (Fig. 11). Apesar do Fator de Proteção Atribuído à cobertura semifacial ser suficiente, a presença névoas e de pelo menos um contaminante gasoso irritante faz a facial inteira aliar mais de uma proteção em apenas um EPI. A proteção respiratória, a proteção à face e aos olhos são atendidas quando da utilização do conjunto estipulado.

Figura 9 - Respirador de linha de ar comprimido de fluxo contínuo, com cobertura do tipo facial inteira, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira.



Fonte: (3M, 2010)

Figura 10 - Cobertura do tipo facial inteira em três tamanhos, P, M e G para uso em linha de ar comprimido ou com filtros.



Fonte: (3M, 2010)

Figura 11 - Película protetora para lente de cobertura do tipo facial inteira que pode ser substituída quando se apresentar suja ou danificada.



Fonte: (3M, 2010)

#### **3.5.3.5 Secagem e Retoques**

- a) Através do monitoramento realizado, conforme a Tabela 8, e também presente no anexo B, foram identificados e quantificados os contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

Tabela 8 - Quadro Resumo da Exposição Ocupacional no Setor de Secagem e Retoques

Contaminante	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )	Limite Tolerância (mg/m <sup>3</sup> )	de Correção para jornada de 44 horas semanais (L.T. x 0,88)
Acetato de Etila	48	1090	1090
Etanol	434	1480	1480
Tolueno	90	188	165,44
Acetato de n-Butila	41	713	627,44
Xilenos	167	340	340
n-Butanol	2,8	61	53,68
Iso-Propanol	112	765	765
Acetato de iso-amila	36	532	468,16
Particulado Inalável	4,7	8	8

b) Através do monitoramento realizado, conforme anexo B, foram identificados os Limites de Tolerância dos contaminantes presentes no ambiente de trabalho.

c) Não aplicável.

d) A concentração de oxigênio é maior que 18% ao nível do mar.

e) As concentrações dos contaminantes medidos no Anexo B, não estão acima dos seus respectivos Limites IPVS, conforme anexo C.

f) Vapores Orgânicos

$$\text{FPR} = (48/1090) + (434/1480) + (90/165,44) + (41/627,44) + (167/340) + (2,8/53,68) + (112/765) + (36/468,16)$$

$$\text{FPR} = 1,8$$

Particulado Inalável

$$\text{FPR} = (4,7/8) = 0,6$$

Neste setor, será necessária a utilização de respirador cuja cobertura facial possua Fator de Proteção Atribuído maior que 1,8, pois o FPR para vapores orgânicos está acima do Limite de Tolerância e o FPR para particulado inalável está acima do Nível de Ação.. Assim, podem ser utilizadas coberturas faciais com FPA igual ou maior que 10.

g) Os contaminantes são vapores orgânicos e por isso, deverá ser utilizado um filtro químico para vapores orgânicos.

Condições:

1) As concentrações dos contaminantes são menores que concentrações IPVS;

2). A soma das concentrações dos contaminantes são maiores que a Máxima Concentração de Uso dos filtros químicos Classe 1, para vapores orgânicos, conforme Figura 6. Portanto, devem ser utilizados filtros químicos Classe 2 ou 3, ou ainda respiradores de linha de ar comprimido, pois estes não possuem filtros.

3) Filtros Classe 2 ou 3 são compatíveis apenas com respiradores do tipo faciais inteiras.

4) Ver item m).

h) Não há a necessidade filtro combinado, pois apesar do contaminante ser à base de tinta ou verniz, nessa área ela é aplicada através de pincel e não gera névoa. Assim, não há a necessidade do uso de filtro mecânico, combinado com filtro químico para vapores orgânicos Classe 2 ou 3.

i) Não Aplicável

j) Não Aplicável.

k) Não Aplicável.

l) Não Aplicável.

m) Através de análise comparativa entre os valores de Limite de Tolerância, Limiar de Odor e Comentários, todos presentes no anexo C, pode-se concluir que nenhum dos contaminantes gasosos presentes neste setor possui a característica de ter fracas propriedades de alerta, mas pelo menos um dos contaminantes possui a característica de não ser bem adsorvido pelo carvão ativado e/ou apresenta um Limite de Tolerância – Valor Teto. Estas condições eliminam a possibilidade de uso de respiradores purificadores de ar.

Respirador selecionado: Este setor requer o uso de respiradores de linha de ar comprimido de fluxo contínuo, com cobertura do tipo facial inteira, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira. A cobertura facial deve possuir três opções de tamanhos P, M e G. O tamanho ideal para cada funcionário será definido no Ensaio de Vedação. Este tipo de cobertura facial pode ser complementado com o uso de uma película de proteção para a lente, que deve ser substituída quando a visão do usuário estiver prejudicada pela tinta impregnada. Apesar do Fator de Proteção Atribuído à cobertura semifacial ser suficiente, a presença névoas e de pelo menos um contaminante gasoso irritante faz a facial inteira aliar mais de uma proteção em apenas um EPI. A proteção respiratória, a proteção à face e aos olhos são atendidas quando da utilização do conjunto estipulado.

A Tabela 9 resume os dados de exposição dos trabalhadores de cada setor, para cada tipo de contaminante e os respiradores selecionados considerando-se vários fatores já citados, tais como atividade do usuário, condições de uso do respirador, entre outros.

Tabela 9 - Quadro Resumo da Seleção de Respiradores

Setor	Fator de Proteção		Observações	Respirador Recomendado
	Requerido			
	Vapores Orgânicos	Particulado Inalável		
Corte e Preparação de Peças	FPR=0,17	FPR=2,4	N/A	Semifacial com filtro para particulados e vapores orgânicos para conforto
Montagem de Móveis	FPR=3,6	FPR=0,23	Contaminante não é bem adsorvido pelo carvão ativado	Linha de ar comprimido de fluxo contínuo com cobertura do tipo semifacial
Acabamento	FPR=0,4	FPR=1,25	N/A	Semifacial com filtro para particulados e vapores orgânicos para conforto
Cabine de Pintura	FPR=5,2	FPR=0,8	Contaminante não é bem adsorvido pelo carvão ativado	Linha de ar comprimido de fluxo contínuo com cobertura do tipo facial inteira
Secagem e Retoques	FPR=1,8	FPR=0,6	Contaminante não é bem adsorvido pelo carvão ativado	Linha de ar comprimido de fluxo contínuo com cobertura do tipo facial inteira

Apesar de nem todos os setores apresentarem características que necessitem de respiradores de linha de ar comprimido, todos os setores estão equipados com pontos de ar respirável, que incluem Painel Filtrante. Nos setores cuja utilização de respirador de linha de ar comprimido seja obrigatória, esta será a única opção disponível. Nos setores cuja utilização de respiradores com filtros, o uso de

respiradores de linha de ar comprimido será incentivado e recomendado, através dos treinamentos periódicos.

Em todos os setores, será obrigatório o uso de algum tipo de proteção visual. Nos setores de pintura, essa proteção será obrigatoriamente associada à proteção respiratória, através do uso de coberturas do tipo faciais inteiras, mesmo que não haja a necessidade do uso de respiradores com FPR igual a 100. Nos outros setores, há a obrigatoriedade do uso de óculos de segurança em conjunto com os respiradores semifaciais. Por liberalidade, caso o usuário prefira, este conjunto pode ser substituído pela cobertura do tipo peça facial inteira (Fig. 12).

Figura 12 - Respirador purificador de ar do tipo facial inteira em três tamanhos, P, M e G para uso com filtros.



Fonte: (3M, 2010)

### 3.6 Ensaio de Vedação

“Todo usuário de respirador com vedação facial deve ser submetido a um ensaio de vedação qualitativo, ou quantitativo, para determinar se o respirador selecionado conforme o item 4.2.2.2 se ajusta bem ao rosto. O resultado do ensaio de vedação deve ser usado, entre outros parâmetros, na seleção de tipo, modelo e tamanho do respirador para cada usuário” (FUNDACENTRO, 2002).

### **3.6.1 Procedimento para Realização do Ensaio de Vedação**

Todo usuário de respirador com vedação facial para uso rotineiro deve ser submetido a um Ensaio de Vedação Qualitativo para determinar se o respirador selecionado, conforme descrito no PPR se ajusta bem ao rosto. Já os usuários de respiradores com vedação facial, para fuga ou emergências, devem ser submetidos ao Ensaio de Vedação Quantitativo.

O resultado do Ensaio de Vedação é que define o tipo, modelo e tamanho do respirador para cada usuário. Para tanto é necessário que o condutor do ensaio consulte primeiramente a Figura 4 e mantenha disponível vários modelos de EPR que atendam à categoria selecionada nesta tabela para aquela função e/ou tarefa. Os Ensaio de Vedação considerados aceitáveis e os procedimentos que deverão ser obedecidos estão descritos no Anexo 5 do documento da FUNDACENTRO.

### **3.6.2 Critérios para Aceitação de um Respirador de Pressão Negativa**

“Se o Ensaio de Vedação utilizado for o quantitativo, o valor do fator de vedação para os respiradores de pressão negativa que serão oferecidos aos usuários, com peça semifacial, quarto facial ou semifacial filtrante, deve ser no mínimo 100; para os de peça facial inteira, o valor deve ser de, no mínimo, 500. Se o Ensaio de Vedação utilizado for qualitativo, somente devem ser aprovados os respiradores que passarem nos exercícios realizados” (FUNDACENTRO, 2002).

### **3.6.3 Critérios para Aceitação de um Respirador de Pressão Positiva**

“O ensaio de vedação dos respiradores de pressão positiva tem por finalidade detectar grandes vazamentos por ventura existentes, que poderão diminuir o nível de proteção desses respiradores, ou, então diminuir a autonomia, no caso de máscaras autônomas.



O Ensaio de Vedação dos respiradores de adução de ar e dos respiradores purificadores de ar motorizados, ambos com cobertura das vias respiratórias com vedação facial, pode ser feito pelos métodos quantitativo ou qualitativos, mas deve sempre ser realizado operando o respirador no modo 'pressão negativa', independentemente do modo de operação quando em uso para proteção do usuário.

Quando o ensaio de vedação adotado for qualitativo, o respirador de pressão positiva deve ser convertido temporariamente em um respirador de pressão negativa com a utilização de um filtro apropriado, ou ser usada uma peça facial idêntica de um respirador purificador de ar com a mesma superfície de vedação da peça facial do respirador de pressão positiva que vai ser ensaiado.

Quando o ensaio de vedação adotado for quantitativo, a peça facial do respirador deve ser modificada de modo a permitir a colocação de uma sonda dentro da peça facial na zona respiratória, entre o nariz e a boca. Para a colocação temporária da sonda pode ser usado também um adaptador (Fig. 13).

Figura 13 - Adaptador para colocação de sonda em respiradores para a realização de Ensaios de Vedação Quantitativos.



Fonte: (3M, 2010)

Qualquer modificação na peça facial do respirador com a finalidade de permitir o ensaio de vedação deve ser removida completamente após o ensaio, de modo que o respirador fique novamente nas mesmas condições nas quais obteve o Certificado de Aprovação.

O fator mínimo de vedação aceitável para os respiradores de pressão positiva com peça semifacial é 100, e para os com peça facial inteira é 500” (FUNDACENTRO, 2002).

#### **3.6.4 Considerações sobre a Peça Facial**

“Quando a cobertura das vias respiratórias, com vedação facial de um respirador de pressão positiva, for modificada (por exemplo, retirada da traquéia e junto a ela colocado um filtro apropriado) para a realização do ensaio de vedação:

- A modificação não deverá afetar a vedação normal do respirador;
- A modificação não deverá alterar significativamente o seu peso, ou provocar um desbalanceamento significativo;
- O fluxo de ar não deverá sofrer restrições;
- A peça facial modificada deverá ser testada preliminarmente na cabeça de um manequim, ou equivalente, para identificar possíveis vazamentos;
- A peça facial modificada somente deverá ser usada durante a realização do Ensaio de Vedação” (FUNDACENTRO, 2002).

#### **3.6.5 Frequência do Ensaio**

“O Ensaio de Vedação deverá ser realizado para cada usuário de respirador com cobertura das vias respiratórias e vedação facial, no mínimo uma vez a cada 12 meses”, e “deve ser repetido toda vez que o usuário apresentar alteração de condição que possa interferir na vedação facial, como, por exemplo, alteração de 10% ou mais no peso, aparecimento de cicatriz na área de vedação, alteração na arcada dentária, cirurgia reconstrutiva e etc.” (FUNDACENTRO, 2002).

### **3.6.6 Uso simultâneo de outros Equipamentos de Proteção Individual**

“O Ensaio de Vedação deve ser realizado no funcionário equipado com todos os EPIs que deva utilizar para a realização do seu trabalho, inclusive os que possam interferir na vedação: óculos, proteção facial, máscara de soldador etc. O respirador deve ser ensaiado com o filtro da mesma classe (filtro químico tamanho pequeno, médio ou grande), que será utilizado na realização da tarefa” (FUNDACENTRO, 2002).

### **3.6.7 Limpeza**

De acordo com o PPR da Fundacentro (2002), durante a realização dos Ensaios de Vedação, os respiradores utilizados por mais de uma pessoa devem ser limpos e higienizados de acordo com as instruções de higienização que seguem:

- a) Remover filtros mecânicos e químicos. Desmontar a peça facial, isto é remover todas as partes móveis.
- b) Lavar a cobertura facial com água e sabão neutro, de acordo com as recomendações do fabricante.
- c) Após todas as partes estarem secas, montar a cobertura facial.
- d) Inspeccionar cada uma das partes quanto ao seu funcionamento e substituir caso alguma não esteja funcionando adequadamente.

### **3.6.8 Problemas de Vedação e Soluções Alternativas**

“Não deve ser permitido o uso de respirador com vedação facial por pessoa que possua cicatriz, ossos da face excessivamente protuberantes, fronte côncava, rugas profundas na face, ausência de dentes ou dentadura, ou outra configuração

facial que prejudique a vedação. Se não for possível conseguir vedação satisfatória com um respirador com vedação facial, recomenda-se:

- Fornecer à pessoa um respirador do tipo que não exija vedação perfeita na face (capacete ou capuz), mas que possua Fator de Proteção Atribuído apropriado para o risco previsto;
- Transferir a pessoa para outra atividade que não exija o uso de respirador” (FUNDACENTRO, 2002).

### **3.6.9 Pelos Faciais**

De acordo com o PPR da Fundacentro (2002), a presença de pelos faciais (barba, bigode, costeletas ou cabelos) que possam interferir no funcionamento das válvulas, ou prejudicar a vedação na área de contato com o rosto contra-indica o uso do respirador com cobertura das vias respiratórias de qualquer tipo, seja de pressão positiva ou negativa. O usuário de respirador que apresente algum tipo de pelo facial que interfira na área de vedação deve ser impedido de realizar o Ensaio de Vedação, bem como de exercer uma atividade que exija o uso do respirador.

### **3.6.10 Aplicação dos Procedimentos para a Realização dos Ensaios de Vedação**

**“Nota:** Convém observar a diferença entre as expressões: ‘verificação de vedação’ e ‘Ensaio de Vedação’. A verificação de vedação é um teste rápido, feito pelo próprio usuário antes de entrar na área de risco ou na própria área, sem o uso de nenhum agente químico. O Ensaio de Vedação é feito em uma sala fora da área de risco, onde uma pessoa espalha um agente químico ao redor do rosto do usuário e observa as suas respostas.

Sempre que o usuário colocar o respirador antes de entrar na área de risco, ou ajustá-lo quando já estiver no local, deve-se verificar a vedação para garantir que ele está corretamente ajustado na face. Essa verificação de vedação não substitui os Ensaio de Vedação Qualitativos ou Quantitativos. Por isso são recomendados os

dois procedimentos. Durante a fase de treinamento, os usuários devem ficar familiarizados com eles” (FUNDACENTRO, 2002).

#### **3.6.11 Verificação de Vedação pelo Teste de Pressão Negativa**

Segundo Torloni;Vieira (2003) este procedimento pode ser usado com os respiradores purificadores de ar, ou de adução de ar, equipados com coberturas das vias respiratórias com contato facial. É difícil fazer esta verificação nos respiradores sem válvula de inalação. As aberturas de entrada de ar (filtros) são bloqueadas completamente pela palma da mão ou pela colocação de um selo na entrada do filtro químico de tamanho médio ou grande, ou estrangulando a traquéia ou mangueira. O usuário deve inalar profundamente e segurar a respiração. Se a peça facial aderir ao rosto, pode-se afirmar que a vedação da peça facial é satisfatória.

#### **3.6.12 Verificação de Vedação pelo Teste de Pressão Positiva**

Segundo Torloni;Vieira (2003) este teste pode ser aplicado em respiradores com cobertura das vias respiratórias com contato facial, e que contenham válvula de inalação e de exalação. A válvula de exalação, ou a traquéia, ou ambas, são bloqueadas, e o usuário deve soprar suavemente. Nos casos de peças semifaciais filtrantes deve-se cobrir toda a área do filtro com as palmas das mãos. A vedação será considerada satisfatória quando o usuário sentir ligeira pressão dentro da peça facial e não conseguir detectar nenhuma fuga de ar na zona de vedação entre a peça facial e o rosto. Em alguns respiradores será necessário remover temporariamente a cobertura da válvula de exalação antes do teste.

### 3.6.13 Escolha do Respirador pelo Usuário

- “Deve ser permitido ao usuário escolher o respirador mais confortável (entre vários tamanhos e diferentes fabricantes);
- Antes de definir a opção, deve-se mostrar ao usuário como colocar o respirador, posicioná-lo na face e ajustar a tensão dos tirantes. A sala deve ter espelho para auxiliá-lo na colocação correta. Estas instruções não constituem o treinamento formal sobre o uso, que todo trabalhador deve receber, sendo somente uma revisão;
- O usuário deve ser informado que o empregador está procurando escolher o respirador que proporciona melhor vedação, que existem respiradores com dimensões e formatos diferentes e que, se for usado de modo correto, o respirador proporcionará a proteção adequada;
- O usuário deve colocar os respiradores no rosto e eliminar aqueles que não oferecem ajuste perfeito;
- As peças faciais mais confortáveis são separadas, e aquela que preliminarmente se mostrar mais confortável deve ser colocada e usada por, no mínimo, 5 minutos para a confirmação. Todos os ajustes devem ser realizados pelo próprio usuário, sem assistência ou ajuda da pessoa que conduz o ensaio ou mesmo de outra pessoa. Se o usuário não está habituado a usar aquele tipo de respirador, deve ser orientado a colocar o respirador algumas vezes, sempre fazendo o ajuste dos tirantes de modo que encontre a tensão correta.
- A avaliação do conforto deve ser realizada através da discussão com o usuário dos pontos a seguir, dando a ele tempo suficiente para fazer suas observações:
  - posicionamento do respirador no osso nasal;
  - compatibilidade com EPI para proteção ocular;
  - facilidade para falar;
  - posicionamento do respirador na face e sua verificação.

Para verificar a satisfatoriedade do ajuste do respirador, devem ser usados alguns critérios:

- ajuste no queixo bem feito;
  - tensão dos tirantes;
  - ajuste correto no nariz;
  - tendência a escorregar;
  - auto-observação no espelho.
- A pessoa deve verificar a vedação pelo teste convencional de pressão negativa e positiva. Antes de realizar essa verificação a pessoa deve fazer com que o respirador se acomode ao rosto, movimentando rapidamente a cabeça para os lados e de cima para baixo, enquanto respira profundamente.

Agora a pessoa se encontra pronta para realizar o ensaio de vedação.

- Depois de realizar o Ensaio de Vedação deve ser novamente confirmado com o trabalhador o conforto em relação ao respirador. Se for considerado desconfortável, deve-se experimentar outro tipo ou modelo.
- Deve ser dado ao usuário, a qualquer momento, a oportunidade de selecionar outra peça facial, se aquela escolhida mostrar-se desconfortável” (FUNDACENTRO, 2002).

#### **3.6.14 Ensaio de Vedação no Respirador Escolhido**

No anexo 5 do PPR da Fundacentro, estão disponíveis todos os tipos de ensaios de vedação aprovados na legislação brasileira. Foram adotadas, para a avaliação periódica dos funcionários da indústria de móveis, as seguintes opções:

- Ensaio de Vedação Qualitativo com Aerossol de Solução de Sacarina;
- Ensaio de Vedação Qualitativo com Aerossol de Solução de “Bitrex” (benzoato de denatônio).

Para ambos os ensaios, deve-se realizar um ensaio de acuidade de paladar, para se identificar a sensibilidade de cada usuário àquela substância. Caso a pessoa não seja sensível a uma determinada substância, de acordo com o Anexo 5 do PPR

da Fundacentro (2002), o mesmo ensaio deve ser realizado com uma outra substância.

#### **3.6.14.1 Procedimento para Ensaio de Acuidade de Paladar**

De acordo com o PPR da Fundacentro (2002), o ensaio de acuidade do paladar é realizado com a finalidade de determinar se o usuário consegue detectar o sabor da substância a ser ensaiada.

1. Para realizar o ensaio de acuidade de paladar e o ensaio de vedação, deve-se usar um capuz que cubra a cabeça e os ombros. O capuz deve ter diâmetro aproximado de 30 cm, altura de 40 cm e pelo menos a parte frontal livre para não interferir nos movimentos da cabeça do usuário quando estiver utilizando o respirador durante o ensaio de vedação.

2. Na frente do capuz, na altura do nariz e da boca do usuário, deve existir um orifício com diâmetro aproximado de 20 mm para acomodar o bico nebulizador.

3. Durante o ensaio de acuidade de paladar, o usuário deve colocar o capuz e respirar coma a boca ligeiramente aberta, com a língua estendida.

4. Usando um dos nebulizadores (De Vilbiss Modelo 40 para inalação de medicamentos ou equivalente), a pessoa que conduz o ensaio deve nebulizar (fornecer um líquido no formato de pequenas gotículas que normalmente ocorre pela passagem de uma corrente de ar pelo recipiente que armazena este líquido) a solução preliminar, dentro do capuz, não diretamente na boca ou nariz do usuário. Este nebulizador deve estar identificado perfeitamente para poder ser distinguido do usado com solução para o ensaio de vedação.

5. A solução para o ensaio de acuidade deve ser preparada de acordo com a solução requerida:

Bitrex – dissolver 13,5 mg de Bitrex em 100 mL de solução aquosa de cloreto de sódio a 5 %.

Sacarina – dissolver 0,83 g de sacarina sódica em 100 mL de água morna.



6. Para gerar o aerossol o bulbo do nebulizador deverá ser apertado firmemente, de modo que uma parede do bulbo encoste na outra e deixe o bulbo se expandir totalmente.

7. Dar 10 bombeadas rapidamente e perguntar à pessoa que está com capuz se está sentindo o gosto da solução. Se o usuário sentir o gosto, parar o ensaio de acuidade e anotar o número 10, independentemente do número em que ele percebeu o sabor.

8. Se com 10 bombeadas a resposta for negativa, bombear rapidamente mais 10 vezes e repetir a pergunta. Se sentir o gosto da solução parar o ensaio de acuidade e anotar o número 20, independentemente do momento em que ele acusou o sabor.

9. Se a segunda resposta for negativa, bombear rapidamente mais 10 vezes e repetir a pergunta. Se sentir o gosto da solução parar o ensaio de acuidade e anotar o número 30, independentemente do momento em que ele acusou o sabor.

10. A pessoa que conduz o ensaio deve anotar o número de bombeadas necessárias para conseguir uma resposta positiva.

11. Se, com 30 bombeadas, o usuário não sentir o sabor da solução, o ensaio de vedação com a solução ensaiada não pode ser usado com ela.

12. Se o usuário conseguir sentir o sabor, deve-se pedir a ele que procure se lembrar dele, porque vai ser usado no ensaio de vedação.

13. Usando corretamente o nebulizador, 1 mL da solução no nebulizador é suficiente para realizar o ensaio de acuidade.

14. Lavar bem o nebulizador com água, secá-lo e enchê-lo novamente, pelo menos a cada 4 horas.

#### **3.6.14.2 Procedimento para Ensaio de Vedação**

“1. Pelo menos 15 minutos antes de efetuar o ensaio de vedação a pessoa não deve comer, beber (água pura é permitida) ou mascar goma.

2. O capuz empregado no ensaio é o mesmo utilizado no ensaio de acuidade.

3. O usuário deve colocar o capuz quando já estiver usando o respirador equipado com filtro mecânico, no mínimo, classe P1, ou PFF1.

4. Usar um segundo nebulizador, igual ao primeiro, para nebulizar a solução dentro do capuz. Deve estar marcado de modo visível para distingui-lo do usado durante o ensaio de acuidade de paladar.

5. A solução para o ensaio de vedação deve ser preparada de acordo com a solução requerida:

Bitrex – dissolver 337,5 mg de Bitrex em 200 mL de solução aquosa de cloreto de sódio a 5 %.

Sacarina – dissolver 83 g de sacarina sódica em 100 mL de água morna.

6. A pessoa deve respirar com a boca ligeiramente aberta, coma língua ligeiramente para fora, e ficar atenta à percepção do sabor da solução.

7. Colocar o bico do nebulizador no orifício do capuz e nebulizar a solução para o ensaio de vedação, usando a mesma técnica empregada no ensaio de acuidade de paladar, e o mesmo número de bombeadas necessárias para obter a resposta naquele ensaio (10, 20 ou 30 bombeadas).

8. Enquanto o aerossol é gerado, o usuário deve executar, durante 1 minuto, cada exercício previsto.

9. Para manter uma concentração de aerossol adequada durante este ensaio, dar, a cada 30 segundos, a metade do número de bombeadas utilizadas no ensaio de sensibilidade de paladar (5, 10 ou 15).

10. O usuário deve avisar ao operador do ensaio o instante em que sentir o gosto da solução. Se não perceber o sabor, o respirador está aprovado. Os resultados devem ser registrados em formulário que contenha no mínimo nome e assinatura do usuário, data do ensaio, observações (uso de óculos, cicatrizes, etc.), características do respirador (fabricante, modelo, tamanho, etc.) e o nome do instrutor. Os formulários devem ser arquivados.

11. Se o gosto da solução for detectado, a vedação não foi satisfatória, deve-se procurar outro respirador, os procedimentos recomeçados, inclusive o ensaio de acuidade de paladar”(FUNDACENTRO, 2002).

### 3.6.14.3 Exercícios que Devem Ser Realizados Durante o Ensaio de Vedação

“1. Respirar normalmente. O usuário, na posição normal (pessoa de pé, em posição ereta com os braços estendido ao lado do corpo e olhando para frente), sem falar, deve respirar normalmente.

2. Respirar profundamente. O usuário, na posição normal, deve respirar devagar e profundamente, mas sem hiperventilar.

3. Mover a cabeça de um lado para outro. O usuário, de pé, sem sair do lugar, deve mover a cabeça completamente, devagar, de um lado para o outro. Manter momentaneamente a cabeça parada em cada extremidade enquanto inala em cada lado. Não deixar o respirador bater nos ombros.

4. Mover a cabeça para cima e para baixo. O usuário, de pé, sem sair do lugar, deve movimentar devagar a cabeça para cima e para baixo. Inalar somente enquanto a cabeça estiver voltada para cima (olhando para o teto). Não deixar o respirador bater no peito.

5. Falar. Ler devagar um trecho indicado, ou falar de modo que o condutor do ensaio ouça claramente, ou contar retroativamente a partir de 100.

6. Careta. Fazer careta, franzir a testa ou sorrir. Este exercício somente deve ser feito quando são utilizados os ensaios quantitativos.

7. Curvar-se. O usuário deve tentar tocar os pés com as mãos. Este exercício deve ser substituído por corrida lenta, no mesmo lugar, quando o ensaio de vedação qualitativo ou quantitativo não permitir este movimento.

8. Respirar normalmente, como no exercício 1” (FUNDACENTRO, 2002).

O Ensaio de Vedação deve ser registrado em uma ficha própria, conforme a Figura 14. A ficha deve conter os dados do usuário, de seu setor/atividade, do respirador ensaiado e os resultados obtidos em cada passo do procedimento realizado.

Figura 14 - Ficha de Registro para Ensaio de Vedação Qualitativo

<b>Programa de Proteção Respiratória – P. P. R.</b>		<b>Data :</b>	
<b>1.1.1.1 Ensaio de Vedação Qualitativo</b>			
<b>1.1.1.1.1 Protocolo seguindo a Instrução Normativa nº 1 do MTB, de 11 de Abril de 1994, 2ª edição.</b>			
<b>Colaborador:</b>		<b>Registro/Chapa :</b>	
<b>Centro de Custo:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Área:</b>	
<b>Exame Médico</b>	<input type="checkbox"/> Apto	<b>Nome do Médico:</b>	<b>Data:</b>
<b>1.1.1.1.1.1 Substância usada no Ensaio de Vedação:</b>			
<b>2 Teste de Sensibilidade</b>			
<b>Sensível à solução:</b> <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<b>Número de Bombeadas :</b>	
<b>2.1.1.1 Exercício</b>	<b>3 Ensaio de Vedação</b>		
	<b>Teste para Aprovação</b>		
	<b>Sim</b>	<b>4 Não</b>	
<b>Para realizar o ensaio : colocar o respirador 10 minutos antes de realizar o ensaio de vedação</b>			
<b>4.1.1.1 Respiração normal</b>			
Respiração profunda			
Mover cabeça de um lado para outro			
Mover cabeça para cima e para baixo			
Leitura ( conforme modelo )			
Andar sem sair do lugar			
Respiração normal			
<b>Respiradores Selecionados e Aprovados:</b>			
<b>1º Opção ( ) sim ( ) não</b>	<b>2º Opção ( ) sim ( ) não</b>	<b>3º Opção ( ) sim ( ) não</b>	
<b>Fabricante:</b>	<b>Fabricante:</b>	<b>Fabricante:</b>	
<b>Modelo:</b>	<b>Modelo :</b>	<b>Modelo:</b>	
<b>Tamanho:</b>	<b>Tamanho:</b>	<b>Tamanho:</b>	
<b>Nº C. A.:</b>	<b>Nº C. A.:</b>	<b>Nº C. A.:</b>	
<input type="checkbox"/> Aprovado -	<input type="checkbox"/> Aprovado -	<input type="checkbox"/> Aprovado -	
<input type="checkbox"/> Reprovado – Motivo ?	<input type="checkbox"/> Reprovado – Motivo ?	<input type="checkbox"/> Reprovado – Motivo ?	
<b>Observações:</b>			
<b>4.1.1.1.1.1 Assinatura do colaborador</b>	<b>Assinatura do condutor/Ensaio</b>	<b>Assinatura do administrador/PPR</b>	

Fonte: (3M, 2010)

### 3.7 Distribuição dos Respiradores

Os respiradores são distribuídos pelo almoxarifado, onde cada usuário deve preencher a ficha abaixo. Estas fichas são mantidas no almoxarifado por um período de 12 meses. Passado esse prazo, são encaminhadas ao administrador do PPR para arquivamento.

Todas as substituições de respiradores ou peças realizadas, devem ser registradas em uma planilha (Tabela 5). Nesta planilha deve constar a descrição do respirador ou da parte substituída, o C.A., o responsável pelo almoxarifado, a data e a assinatura do usuário. Caso seja necessário programar nova manutenção, a data programada deve também ser anotada na planilha.

Tabela 10 - Ficha de Entrega de Respiradores e Peças de Reposição

Nome:					
Empresa:		Função			
Descrição do EPI ou Peça de Reposição	C. A.	Responsável Almoxarifado	Data recebimento	Próxima Troca / Manutenção	Assinatura

Fonte: (3M, 2010)

### 3.8 Inspeção

Os usuários devem realizar inspeções diárias nos respiradores, sempre antes de cada uso. Os supervisores devem realizar periodicamente rápidas checagens nos respiradores usados por seus subordinados, verificando assim seu estado geral, vedação e outros aspectos aparentes. Não é permitido o uso de EPR defeituoso ou sem alguma de suas partes.

Os respiradores defeituosos que necessitem de manutenção, substituição de partes ou total substituição devem ser levados até o almoxarifado. O almoxarife, que

tomará as devidas providências quanto às necessidades de recuperação, descarte, substituição, acionamento do fabricante ou qualquer outra ação a ser tomada.

A inspeção inclui:

- a) Condições de cobertura das vias respiratórias – sinais de deterioração de todos os componentes;
- b) Condições gerais dos tirantes; de válvulas, traquéias, reguladores de vazão e mangueiras;
- c) Condições gerais dos filtros e vida útil;

### **3.9 Manutenção/Reparos**

Os respiradores que durante o uso, inspeção, limpeza ou manutenção não forem considerados próprios para uso, devem ser substituídos ou sofrer reparos. Todas as substituições de partes ou peças devem ser feitas conforme instruções do fabricante, e nenhum ajuste, modificação, substituição de componente ou reparo deve ser feito sem a recomendação do mesmo.

### **3.10 Limpeza/Higienização**

Todos os respiradores (exceto os do tipo peça semifacial filtrante, sem manutenção) devem ser limpos diariamente ou após cada uso, de acordo com as instruções do fabricante. O supervisor determinará o local e fornecerá o material necessário para que o usuário realize a higienização.

### **3.11 Armazenamento**

Os respiradores que não forem descartados após o turno de trabalho, devem ser guardados em local apropriado, longe da área contaminada e protegidos da luz do

sol, poeira, calor, frio, umidade e produtos químicos agressivos. Devem ser armazenados de forma que mantenham seu formato original.

Os respiradores para uso em emergências que permanecerem na área de trabalho, além de obedecerem às recomendações anteriores, devem ser facilmente acessíveis durante todo o tempo e permitir sua identificação imediata. Estes estão dispostos em armários com portas transparentes, situados na entrada de cada setor.

### **3.12 Troca de Respiradores/Filtros**

#### **3.12.1 Respirador semifacial do tipo PFF1 e filtro químico de baixa capacidade FBC1.**

Estes respiradores devem ser substituídos ao final de cada turno, ou antes, se o usuário sentir dificuldade na respiração ou o odor dos contaminantes.

#### **3.12.2 Respirador composto por cobertura do tipo semifacial em três tamanhos, P, M e G e filtro combinado tipo P2 e químico de baixa capacidade FBC1.**

As coberturas faciais devem ser trocadas em no máximo 1 ano, mas se durante a inspeção apresentarem qualquer aspecto que prejudique seu uso, devem ser trocadas imediatamente. Já os filtros devem ser substituídos quando o usuário sentir dificuldade na respiração ou o odor dos contaminantes.

**3.12.3 Respirador composto por cobertura do tipo facial inteira em três tamanhos, P, M e G e filtro combinado tipo P2 e químico de baixa capacidade FBC1.**

As coberturas faciais devem ser trocadas em no máximo 1 ano, mas se durante a inspeção apresentarem qualquer aspecto que prejudique seu uso, devem ser trocadas imediatamente. Já os filtros devem ser substituídos quando o usuário sentir dificuldade na respiração ou o odor dos contaminantes.

**3.12.4 Respirador de linha de ar comprimido com cobertura do tipo semifacial, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira.**

As coberturas semifaciais, traquéias, reguladores de vazão, cintos e mangueiras, devem ser substituídas de forma independente, quando durante a inspeção, apresentar qualquer aspecto que prejudique seu uso. Para este tipo de respirador, deve-se observar a qualidade do ar respirável periodicamente, conforme Tabela 9 e realizar a troca do filtro do Painel Filtrante.

**3.12.5 Respirador de linha de ar comprimido com cobertura do tipo facial inteira, traquéia, regulador de vazão, cinto e mangueira.**

As coberturas faciais, traquéias, reguladores de vazão, cintos e mangueiras, devem ser substituídas de forma independente, quando durante a inspeção, apresentarem qualquer aspecto que prejudique seu uso. Para este tipo de respirador, deve-se observar a qualidade do ar respirável periodicamente, conforme Figura 15 e realizar a troca do filtro do Painel Filtrante.



Figura 15 - Qualidade do Ar Respirável

Componente	Quantidade máxima para o ar gasoso (em ppm) (v/v) (mol/mol), a menos que indicada de outro modo
Oxigênio (% em volume) (o restante, com predominância de N <sub>2</sub> ). <sup>(1)</sup>	Atm 19,5 a 23,5
Água	<sup>(2)</sup>
Ponto de orvalho (°C)	<sup>(2)</sup>
Óleo (condensado) (mg/m <sup>3</sup> nas CNTP)	5 <sup>(3)</sup>
Monóxido de carbono	10 <sup>(4) e (5)</sup>
Odor	<sup>(6)</sup>
Dióxido de carbono	1000 <sup>(5)</sup>

Observação sobre a Tabela 3:

- (1) O termo atm (atmosférico) indica o teor de oxigênio normalmente presente no ar atmosférico; os valores numéricos indicam os limites de oxigênio para o ar sintético.
- (2) O ar comprimido, para qualquer verificação de qualidade relativa à umidade, pode variar com o uso a que se destina, desde saturado até muito seco. O ponto de orvalho do ar respirável das máscaras autônomas, usadas em condições extremamente frias, deve ser tal que impeça a condensação e o congelamento do vapor de água, e deve estar abaixo de - 45,6 °C (63 ppm), ou estar 10 °C abaixo da mínima temperatura esperada. Se for necessário especificar um limite para a umidade, ele deve ser expresso em termos da temperatura de orvalho ou de concentração em ppm (v/v). O ponto de orvalho deve ser expresso em °C, na pressão absoluta de 1 atm (760 mmHg). A norma ABNT/NBR 14372/1999 apresenta tabela de conversão de ponto de orvalho para ppm e mg/L.
- (3) Para ar sintético, quando o O<sub>2</sub> e o N<sub>2</sub> são produzidos por liquefação de ar, este requisito não necessita verificação.
- (4) Não requerido para ar sintético quando o componente N<sub>2</sub> foi previamente analisado e satisfaz o National Formulary (The United States Pharmacopeia/National Formulary, última edição, United States Pharmacopeia Convention Inc., 12601 Twimbrook Parkway, Rockville, MD 20852).
- (5) Não requerido para ar sintético quando o componente O<sub>2</sub> foi produzido por liquefação do ar e satisfaz as especificações da United States Pharmacopeia (USP).
- (6) O ar normalmente pode ter um ligeiro odor, porém, se for pronunciado, é impróprio para consumo. Não existe procedimento para medir o odor. É verificado cheirando-se o ar que escoa em baixa vazão. Não colocar o nariz na frente do jato de ar que sai da válvula, mas sim cheirar o ar recolhido entre as mãos colocadas em forma de concha.

Fonte: (Fundacentro, 2002)

### 3.13 Treinamento a Usuários

Todos os usuários de respiradores recebem anualmente, treinamento que incluem elementos teóricos e práticos sobre os riscos respiratórios e o uso do EPR, seguindo as instruções fornecidas pelo fabricante do EPR. A Tabela 6 é utilizada para realizar o registro de cada treinamento realizado. A duração do treinamento dependerá da complexidade e do funcionamento do equipamento, mas deverá sempre incluir os seguintes tópicos na parte teórica:

- Necessidade do uso de proteção respiratória;
- Natureza, extensão e possíveis consequências dos riscos respiratórios presentes no ambiente de trabalho;
- Necessidade de informar o supervisor sobre qualquer problema ocorrido com o funcionário em questão, ou com colegas de trabalho, durante o uso de respiradores;
- Explicação do motivo pelo qual a proteção coletiva não está sendo realizada ou não é adequada, e o que está sendo feito para diminuir ou eliminar a necessidade do uso de respiradores;
- Explicação do motivo pelo qual determinado EPR foi escolhido para um determinado risco respiratório;
- Explicação sobre o funcionamento, capacidade e limitações do respirador selecionado;
- Exercícios práticos sobre inspeção, colocação e uso dos respiradores. Deve incluir necessidade de checar a vedação do respirador a cada novo ajuste, bem como a necessidade do Ensaio de Vedação, de acordo com o procedimento descrito no item 4.8.15. deste documento;
- Explicação sobre manutenção e armazenamento dos respiradores;
- Instruções sobre procedimentos em caso de emergência e situações de escape;
- Normas e regulamentos sobre o uso dos respiradores.

Tabela 11 - Modelo da Planilha de Registro de Treinamento

Nome do Funcionário	Chapa	Tópico do Treinamento	Nome do Palestrante	Data do Treinamento	Assinatura do Funcionário	Tipo do Treinamento

Fonte: (3M, 2010)

## 4 CONCLUSÕES

A realização deste trabalho consistiu basicamente em tentar esclarecer e auxiliar profissionais da segurança do trabalho, na seleção de respiradores.

De acordo com o que prega o PPR da Fundacentro, não basta escolher o respirador apenas por preço. É necessária uma escolha criteriosa, feita por um profissional qualificado.

Sabemos que para o respirador ser eficaz, ele precisa ser eficiente e usado corretamente, durante todo o tempo de exposição. Mas, para que isso ocorra, é necessário disponibilizar respiradores de qualidade e oferecer diferentes modelos de coberturas faciais, inclusive com opção de mais de um tamanho. Ter pelo menos três opções de tamanho de cobertura facial (P, M e G), aumenta o percentual de trabalhadores que conseguem obter vedação da cobertura facial.

A escolha do respirador deve ser individual, verificando todas as variáveis que podem interferir no seu uso, entre elas, compatibilidade, formato de rosto, o ambiente de trabalho (calor, frio...), fator de proteção requerido, conforto (ferramenta importante para que o usuário aceite usar durante todo o tempo de exposição), entre outros. O ensaio de vedação tem fundamental importância para isto.

A qualidade da atividade realizada e a produtividade de cada funcionário estão diretamente ligadas às ferramentas disponíveis. Melhores ferramentas, em geral significam melhores resultados. Quando o respirador precisa ser utilizado em um determinado ambiente, ele entra como um fator contra a produtividade, pois tende a ser desconfortável e, também um fator contra a qualidade, pois pode dificultar as ações e visão do trabalhador.

Este trabalho também procurou ser focado em se selecionar respiradores que transmitissem o maior conforto possível para os usuários, e também, que atuassem na qualidade do produto final. Nos setores de pintura e secagem e retoques os trabalhadores sentiram inicialmente uma maior dificuldade para se adaptarem à cobertura tipo facial inteira, principalmente pelo calor e incômodo gerados. Porém, após um período de cerca de duas semanas de usos intermitentes e cada vez mais extensos, os trabalhadores começaram a perceber os benefícios à saúde, pois

passaram a ter suas visões protegidas e suas performances melhoradas com os visores protegidos por películas, cobrindo seus olhos. A partir desse nível de conscientização e de costume, a maioria dos usuários passou a considerar o equipamento como imprescindível para a execução de suas atividades.

Enfim, de uma maneira geral e após um período de adaptação, o programa de proteção respiratória teve sua implementação alcançada nessa indústria de móveis, que não tinha a segurança do trabalho muito bem difundida em sua cultura. Aliás, a instituição do PPR foi, para essa indústria, o primeiro grande passo, onde a proteção auditiva e a prevenção de acidentes das mãos, chegaram com força para melhorar ainda mais as condições de trabalhos dos colaboradores.

## LISTA DE REFERÊNCIAS

3M, **Material fornecido em workshop ministrado em Fevereiro/2010**

ALWIS, K. U. **Occupational Exposure to Wood Dust**. 1998. Tese (Doutorado) – Department of Public Health and Community Medicine, Faculte of Medicine, The University of Sydney, New South Wales, Austrália, 1998. Disponível em: <http://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/392>. Acesso em: 05 mar. 2010

AMABIS, JOSÉ M.; MARTHO, GILBERTO R. **Conceitos de Biologia** – Vol. 2. Editora Moderna, 1997.

ENZINE ARTICLES. **Helth Hazards In Your Home Furnishings**. Paula Cherrist. 2010. Disponível em: < <http://ezinearticles.com/?Health-Hazards-in-Your-Home-Furnishings&id=1885059>>. Acesso em: 05 mar. 2010

CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS DO TRABALHO - **CLT Comentada** - 26ª edição, 1993.

ESTON, S. M. **Notas de Aula** do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho em Julho/05

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora 5 – **Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA**. Disponível em: <[http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_05.pdf](http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_05.pdf)>. Acesso em: 04 mar. 2010

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora 6 – **Equipamento de Proteção Individual**. Disponível em: <[http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_06.pdf](http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_06.pdf)>. Acesso em: 04 mar. 2010

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora 7 –

**Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO.** Disponível em:

<[http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_07.pdf](http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_07.pdf). Acesso em:

04 mar. 2010

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora 9 –

**Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** Disponível em:

<[http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_09.pdf](http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_09.pdf). Acesso em:

04 mar. 2010

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora 15 –

**Atividades e Operações Insalubres.** Disponível em:

<[http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_15.pdf](http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf). Acesso em:

04 mar. 2010

**OS SOLVENTES E NOSSA SAÚDE** - TRADUÇÃO E IMPRESSÃO AUTORIZADA PELO

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, REF N<sup>o</sup> 9328.

MADRID, 22 DE SETEMBRO DE 1988 . TRADUZIDO POR LEILA MARIA DA SILVA

BASTOS, SUBSECRETÁRIA DE MEDICINA DO TRABALHO, SSMT /SMT

TORLONI, M. et al. **Programa de Proteção Respiratória – Recomendações,**

**Seleção e Uso de Respiradores.** São Paulo. Fundacentro, 2002.

TORLONI, M.; VIEIRA, V. **Manual de Proteção Respiratória.** São Paulo: ABHO,

2003.

TINTAS. Disponível em [www.tintas.com.br](http://www.tintas.com.br). Acesso em Maio de 2007

FOTOS E IMAGENS. Disponível em

<http://fotoseimagens.blogs.sapo.pt/arquivo/pulmoes%5B1%5D.gif>. Acesso em

11 de Julho de 2007

WIKIPEDIA. Disponível em

**[http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_respirat%C3%B3rio](http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_respirat%C3%B3rio)**. Acesso em 20 de Julho de 2007

WIKIPEDIA. Disponível em

**[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ind%C3%A9ria\\_moveleira](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ind%C3%A9ria_moveleira)**. Acesso em 28 de Abril de 2010

SEGURANÇA E TRABALHO. Disponível em

**<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/mascaras-filtros.pdf>**. Acesso em 23 de Julho de 2007

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNAMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. 2003 TLVs E BEIs – **Limites de Exposição para Substâncias Químicas e Agentes Físicos Biológicos de Exposição**. São Paulo, ABHO (Tradução), 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira 12543 - **Equipamentos de Proteção Respiratória – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira 13694 – **Equipamentos de Proteção Respiratória – Peças semifacial e um quarto facial**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira 13696 – **Equipamentos de Proteção Respiratória – Filtros químicos e combinados**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

DIRETRIZES PARA APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÕES E TESES. Divisão de Biblioteca da Escola Politécnica da USP, 3.ed – São Paulo, 2006.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. Disponível em <http://www.cdc.gov/niosh>. Acesso em: 04 mar. 2010.

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. 56. Ed. São Paulo: 2005

[www.3m.com/br/seguanca](http://www.3m.com/br/seguanca) Consultado em Janeiro de 2010

[www.fundacentro.gov.br](http://www.fundacentro.gov.br) Consultado em Janeiro de 2010

[www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br) Consultado em Janeiro de 2010



## **ANEXOS**

### **Anexo A**

#### **Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores.**

##### **4.2.2.2 Etapas para seleção do respirador**

O respirador apropriado deve ser selecionado conforme o seguinte procedimento:

- a) se não for possível de terminar qual o contaminante potencialmente perigoso que possa estar presente no ambiente, ou a sua concentração, considerar a atmosfera IPVS. Continuar no item 4.3. Se não for IPVS, continuar no Item (b).
- b) se não existir limite de exposição ou valores de orientação da exposição ocupacional disponíveis, e se não puder ser feita a estimativa da toxidez, considerar a atmosfera IPVS. Continuar no Item 4.3. Se não for IPVS, continuar no Item (c).
- c) se não existir regulamento ou legislação específica para a seleção de respirador para um contaminante específico, siga-a. Se não existir, continuar no Item (d).
- d) se a atmosfera for deficiente de oxigênio, o respirador selecionado dependerá da pressão parcial de oxigênio: se a concentração de oxigênio for menor que 12,5 %, ao nível do mar (95 mmHg), continuar no Item 4.3; se a concentração de oxigênio for maior que 12,5 %, ao nível do mar (95 mmHg), continuar no Item 4.3.4.2; se a concentração de oxigênio for maior que 18%, ao nível do mar (137 mmHg), continuar no Item (e);
- e) se a concentração medida ou estimada do contaminante for considerada IPVS, continuar no Item 4.3. Se não for IPVS, continuar no Item (f);
- f) dividir a concentração medida ou estimada de cada contaminante pelo limite de exposição ou valor de orientação para obter o Fator de Proteção Requerido. Se mais

de uma substância estiver presente, considerar os efeitos sinérgicos ou efeitos combinados em vez de considerar o efeito isolado de cada substância. Com base na Tabela 1, selecionar um respirador ou tipo de respirador que possua Fator de Proteção Atribuído maior que o Fator de Proteção Requerido. Se o respirador selecionado for do tipo purificador de ar, continuar no item g.

g) se o contaminante for somente um gás ou vapor, escolher o filtro químico apropriado. As seguintes condições devem ser satisfeitas simultaneamente: 1) a concentração do contaminante no ambiente deve ser menor que a concentração IPVA; 2) a concentração do contaminante no ambiente deve ser menor que a MCU do filtro, conforme Tabela 2; 3) o filtro químico deve ser compatível com a peça facial do respirador selecionado no Item (f); 4) para algumas substâncias, ver também o Item (m). Se também estiver presente contaminante do tipo aerossol continuar no Item (h).

h) se o contaminante for à base de tinta, esmalte ou verniz, contendo solvente orgânico, escolher filtro combinado: filtro químico contra vapores orgânicos e filtro mecânico classe P1\* (ou filtro químico de baixa capacidade FBC1 para vapor orgânico combinado com peça semifacial filtrante para partículas PFF1\*, se o Fator de Proteção Requerido for menor que 10). Se não for, continua no Item (i)

i) se o contaminante for um agrotóxico, e veículo orgânico, usar filtro combinado: filtro químico contra vapores orgânicos e filtro mecânico classe P2 (ou filtro químico de baixa capacidade FBC1 para vapor orgânico combinado com peça semifacial filtrante para partículas PFF2, se o Fator de Proteção Requerido for menor que 10). Se o contaminante for um agrotóxico em veículo água, usar filtro mecânico classe P2 (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF2, se o Fator de Proteção Atribuído for menor que 10). Se não for, continuar no Item (j).

j) se o contaminante for um aerossol mecanicamente gerado (por exemplo, poeiras e névoas), usar filtro classe P1\* (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF1\*, se o Fator de Proteção Requerido for menor que 10). Se não for, continuar no Item (k).

k) se o contaminante for um aerossol termicamente gerado (por exemplo, fumos metálicos), usar filtro classe P2\* (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF2\*, se o Fator de Proteção Requerido for menor que 10). Se não for, continuar no Item (l).

l) se o contaminante for um aerossol que contenha sílica cristalizada ou asbesto, a seleção deve ser feita de acordo com as Tabelas 3 e 4, respectivamente adaptadas do Anexo 7;

m) se o contaminante for um gás ou vapor com fracas propriedades de alerta, é recomendado, de modo geral, o uso de respiradores de adução de ar; Se estes não puderem ser usados por causa da inexistência de fonte de ar respirável, ou por causa da necessidade de mobilidade do trabalhador, o respirador purificador de ar poderá ser usado somente quando:

- O filtro químico possuir um indicador confiável de fim de vida útil que alerte o usuário antes de o contaminante começar a atravessar o filtro;
- Existir um plano de troca de filtro que leve em conta a vida útil do filtro, bem como a dessorção (a não set que a substituição seja diária(, a concentração esperada, o modo de usar e o tempo de exposição forem estabelecidos, e que o contaminante não possua um Limite de Tolerância – Valor Teto.

(\*) se o aerossol for de substância altamente tóxica ou de toxidez desconhecida, deverá ser selecionado filtro classe P3 (ou peça semifacial filtrante PFF3 se o Fator de Proteção Requerido for menor que 10).

## Anexo B

**ASSUNTO :** AVALIAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DE MÓVEIS

**DATA :** 17/03/2008

**REFERÊNCIA:** Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

**OBJETIVO:** Avaliar a exposição ocupacional a agentes químicos durante as diferentes operações realizadas no processo de fabricação de móveis.

### RESULTADOS

Na tabela estão indicados os resultados numéricos obtidos para cada agente químico amostrado e os correspondentes Limites de Exposição Ocupacional, bem como Índice de Exposição Ocupacional.

#### CORTE E PREPARAÇÃO DE PEÇAS

Agente Químico	Valores Obtidos mg/m <sup>3</sup>	Limites de Exposição	
		LT/Brasil mg/m <sup>3</sup>	ACGIH/EUA mg/m <sup>3</sup>
Formaldeído.....	0,06.....	2,3.....	0,4.....
Índice de Exposição - 0,25			
Particulado Inalável.....	19.....	8,0.....	10.....
Índice de Exposição - 2,4			

#### MONTAGEM DE MÓVEIS

Agente Químico	Valores Obtidos mg/m <sup>3</sup>	Limites de Exposição	
		LT/Brasil mg/m <sup>3</sup>	ACGIH/EUA mg/m <sup>3</sup>
Acetato de Etila.....	228.....	1.090.....	1.440.....
Xilenos.....	393.....	340.....	434.....
Tolueno.....	234.....	290.....	188.....
Isocianato de metila.....	0,03.....	.....	0,05.....
Acetato de n-Butila.....	120.....	.....	713.....
Índice de Exposição - 2,4			
Particulado Inalável.....	1,5.....	8,0.....	10.....
Índice de Exposição.....0,23			

## ACABAMENTO

Agente Químico	Valores Obtidos mg/m³	Limites de Exposição	
		LT/Brasil mg/m³	ACGIH/EUA mg/m³
Acetato de Etila.....	73.....	1.090.....	1.440
Xilenos.....	26.....	340.....	434
Tolueno.....	18.....	290.....	188
Isocianato de metila.....	0,01.....	-----	0,05
Acetato de n-Butila.....	13.....	-----	713

Índice de Exposição – 0,4

Particulado Inalável.....10.....8,0.....10

Índice de Exposição.....1,25

## CABINE DE PINTURA

Agente Químico	Valores Obtidos mg/m³	Limites de Exposição	
		LT/Brasil mg/m³	ACGIH/EUA mg/m³
Acetato de Etila.....	63.....	1.090.....	1.440
Etanol.....	826.....	1.480.....	1.880
Tolueno.....	8,4.....	290.....	188
Acetato de n-Butila.....	74.....	-----	713
Xilenos.....	1.400.....	340.....	434
n-Butanol.....	3,6.....	115.....	61
iso-Propanol.....	134.....	765.....	983
acetato de iso-amila.....	48.....	-----	532

Índice de Exposição – 5,2

Particulado Inalável.....6,2.....8,0.....10

Índice de Exposição – 0,8

## SECAGEM E RETOQUES

Agente Químico	Valores Obtidos mg/m³	Limites de Exposição	
		LT/Brasil mg/m³	ACGIH/EUA mg/m³
Acetato de Etila.....	48.....	1.090.....	1.440
Etanol.....	434.....	1.480.....	1.880
Tolueno.....	90.....	290.....	188
Acetato de n-Butila.....	41.....	-----	713
Xilenos.....	167.....	340.....	434
n-Butanol.....	2,8.....	115.....	61
iso-Propanol.....	112.....	765.....	983
acetato de iso-amila.....	36.....	-----	532

Índice de Exposição – 1,7

---

Particulado Inalável.....4,7.....8,0.....10

Índice de Exposição – 0,6

---

**LEGISLAÇÃO:** Os Limites de Tolerância para os agentes químicos em questão foram comparados com os limites estabelecidos pela Portaria Ministerial 3214, Norma Regulamentadora N° 15, e pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH.

**METODOLOGIA:** Em todas as etapas de trabalho foram empregadas metodologias validadas de acordo com as recomendações e protocolos do NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health/USA), OSHA (Occupational Safety and Health Administrations/USA) e ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

**CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO:**

- Solventes orgânicos coletados por amostragem pessoal com bombas portáteis e adsorvidos em tubos de carvão ativo.
- Tubo de carvão ativo posicionado próximo a zona respiratória dos funcionários.
- O material coletado foi submetido a análise específica por cromatografia gasosa capilar, onde os componentes principais foram separados e dosados.
- Cada coleta teve duração aproximada de 2 horas, de modo que 2 amostras sequenciais no mesmo operador cobrissem, no mínimo, 80 % da jornada de trabalho.
- Foi empregada uma combinação dos métodos analíticos da NIOSH 1501, 1400, 1003, 1300, 1450 e 2537.

## Anexo C



# Guia de Seleção de Respiradores

Nome Químico	Sinónimos	LT ppm	mg/m <sup>3</sup>	TLV ppm	IPVS ppm	Limiar de Odor ppm	Respirador Recomendado	Comentários
Acetaldeído	Etanal ou Aldeído acético	78	140	25, A3 Teto	10.000	0,186	(F)V0 (F)Form	Vida útil baixa para V0
Acetato de n-amila	Ver Acetato de Pentila							
Acetato de sec-amila	Ver Acetato de Pentila							
Acetato de benzila	Ester benzílico do ácido acético	-	-	10, A4	-	0,145	V0/P1	-
Acetato de butila	Elanato de butila Acetato de n-butila	-	-	150	10.000	0,007	(F)V0	Ver comentário E, 7/3500
Acetato de sec-butila	Acetato de 1-metilpropila	-	-	200	10.000	0,4	(F)V0	Ver comentário E, 3500
Acetato de terc-butila	Ester de ácido acético a terc-butila	-	-	200	10.000	4-47	(F)V0	3500
Acetato de cellosolve*	Acetato de 2-etoxietila	78	420	5 Pele	2.500	0,182	V0	3500
Acetato de etila	Ester acético ou Elanato de etila	310	1.080	400	10.000	0,61	(F)V0	3500
Acetato de 2-etoxietila	Ver Acetato de cellosolve*							
Acetato de sec-metila	Acetato de 1,3-dimetilpropila	-	-	50	4.000	0,219	(F)V0	Ver comentário E
Acetato de isoamila	Ver Acetato de Pentila	-	-	-	-	0,004	-	-

13

Nome Químico	Sinónimos	LT ppm	mg/m <sup>3</sup>	TLV ppm	IPVS ppm	Limiar de Odor ppm	Respirador Recomendado	Comentários
Acetato de isobutila	Acetato de 2-metil propila	-	-	150	7.500	0,479	(F)V0	3500
Acetato de isopropila	Acetato de sec-propila	-	-	250	16.000	2,4	(F)V0	3500
Acetato de metila	Elanato de metila	-	-	200	10.000	6,17	V0	3520
Acetato de metil Cellosolve*	Ver acetato de 2-metoxietila							
Acetato de 2-metoxietila	Acetato do éter metílico do etileno glicol, acetato de metil Cellosolve*	-	-	5 Pele	4.000	1,07	V0	3500
Acetato de pentila (todos os isômeros)	Acetato de isoamila, acetato de 1-pentanol, acetato de 2-pentanol, acetato de 3-pentila, acetato de 2-metilbutila, acetato de 1,1-Dimetilpropila	-	-	50	3.000-9.000 (dependendo do composto)	-	V0/P1	3500 - Ver comentário E
Acetato de n-propila	Ester n-propílico do ácido acético	820	-	200	8.000	0,575	(F)V0	3500
Acetato de propileno glicol monometil éter	Acetato de 1-metoxi-2-propanol	-	-	50 (WEEL)	-	-	V0	Propriedades de alerta desconhecidas / 3500. Ver comentário G.
Acetato de vinila	Acetato de etenila	-	-	10, A3	-	0,603	(F)V0	3500
Acetileno	-	-	-	-	-	-	SA	-

14



Nome Químico	Sinônimos	LT ppm	LT mg/m³	TLV ppm	IPVS ppm	Límiar de Odor ppm	Respirador Recomendado	Comentários
Acrilonitrila	Propenonitrila, Claneto de vinila	16	35	2, A3 Pele	500	16,6	V0	Difícil percepção, OSHA requer troca do cartucho, após cada uso. Ver comentário G.
Acroleína	Propenal	-	-	0,1, A4 (Teto) Pele	5	0,174	(F)V0	Difícil percepção. Ver comentário G.
Açúcar	Ver sacarose	-	-	-	-	-	-	-
Adiponitrila	Claneto de tetrametileno	-	-	2 Pele	-	-	V0	Propriedades de alerta desconhecidas. Ver comentário G.
Água oxigenada	Ver Peróxido de hidrogênio	-	-	-	-	-	-	-
Aguarrás	Solvente para limpeza a seco	-	-	100	5 150	1-30	V0	3500
Alcatrão	Ver voláteis de alcatrão	-	-	-	-	-	-	-
Alcool alílico	2-Propanol ou Vinil carbinol	-	-	0,5, A4 Pele	150	0,47	(F)V0	3500
Alcool benzílico	a-Hidroxitolueno	-	-	10 (WEFL)	-	5,55	(F)V0	-
Alcool n-butílico	n-Butanol, metil etil carbinol	40	115	20	8 000	0,03	(F)V0	TLV composta 25 ppm Teto/3500
Alcool sec-butílico	2-Butanol	115	350	100	10 000	1	(F)V0	3500
Alcool terc-butílico	2 metil- 2-propanol; TBA	78	235	100, A4	8 000	21,5	(F)V0	3500

19

Nome Químico	Sinônimos	LT ppm	LT mg/m³	TLV ppm	IPVS ppm	Límiar de Odor ppm	Respirador Recomendado	Comentários	20
Alcool Diacetônico	Diacetona; 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona; 2-metil-2-pentanona; 4-pentona	-	-	50	2 100	0,891	(F)V0	3500	
Alcool etílico	Etanol	780	1 480	1 000, A4	15 000	0,136	V0	Vida útil baixa para V0 a 10xTLV / 3520. Ver comentário G.	
Alcool furfurílico	2-Hidroximetilfurano	4	15,5	10 Pele	250	7,83	(F)V0	Ver comentário E / 3500	
Alcool isopentílico	Alcool isopentílico, Óleo fúsel	78	280	100	10 000	0,045	(F)V0	Ver comentário E / 3500	
Alcool isobutílico	Isobutanol	40	115	50	8 000	0,832	(F)V0	3500	
Alcool isooctílico	Isocetanol	-	-	50 Pele	-	-	V0	Propriedades de alerta desconhecidas / 3500. Ver comentário G.	
Alcool isopropílico	Isopropanol	310	765	400	12 000	0,442	(F)V0	Irritante / 3520.	
Alcool metilamílico	Metil isobutanol	20	70	25 Pele	2 000	1,5	V0		
Alcool metílico	Metanol ou Carbinol Alcool de madeira	156	200	200 Pele	25 000	141	SA	Vida útil baixa para V0	
Alcool propargílico	2-Propin-1-ol	-	-	1 Pele	-	0,015	V0	-	

Nome Químico	Sinônimos	LT ppm	LT mg/m³	TLV ppm	IPVS ppm	Límiar de Odor ppm	Respirador Recomendado	Comentários
Fluoretos (como F)	-	-	-	2,5 mg/m³ A4	500 mg/m³	-	P1	-
Formaldeído	Formol ou Óxido de metileno	1,6	2,3	0,3, A2 Teto	30	0,871	(F)FORM	Irritante / 3721
Formamida	Metanaminas	-	-	10 Pele	-	80	V0	Difícil percepção. Ver comentário G.
Formiato de etila	Metanoato de etila Ester etílico do ácido fórmico	-	-	100	8 000	18,6	(F)V0	Vida útil baixa para V0 / 3500. Ver comentário G.
Formiato de metila	Metanoato de metila Ester metílico do ácido fórmico	4	7	100	5 000	93,3	SA	Vida útil baixa para V0.
Formol	Ver Formaldeído	-	-	-	-	-	-	-
Fosfato de dibutil fenila	DBPP	-	-	0,3 Pele	-	-	P1	V0/P1 se houver calor envolvido
Fosfato de dibutila	Dibutil ácido fosfórico	-	-	1	125	-	V0/P1	-
Fosfato de fenila	Ver Trifenilfosfato	-	-	-	-	-	-	-
Fosfato de tributila	TBP	-	-	0,2	125	-	V0/P1	-
Fosfato de trifenila	TPP, Trifenil fosfato	-	-	3 mg/m³ A4	1 000 mg/m³	-	P1	V0/P1 se houver calor.

55



Nome Químico	Sinónimos	LT ppm	TLV mg/m³	IPVS ppm	Limiar de Odor ppm	Respirador Recomendado	Comentários
Hidróxido de sódio	Soda cáustica	-	2 mg/m³ Teto	250 mg/m³	-	P1	-
Hipoclorito de sódio	Cândida Água sanitária	-	2 mg/m³ (WEEL)	-	-	P1	TWA - 15 minutos
Índeno	Indonafeno	-	10	-	0,009	V0	-
Índio e compostos	-	-	0,1 mg/m³	-	-	P1	-
Iodeto de metila	Iodometano	-	2 Pele	800	-	(F)SA	Propriedades de alerta desconhecidas. Ver comentário G
Iodo	-	-	0,1 Teto	10	-	(F)MG	Propriedades de alerta desconhecidas. Ver comentário G
Iodofórmio	Triiodometano	-	0,6	-	0,000019-1,1	(F)V0	Percepção questionável. Ver comentário G
Isobutano	Metilpropano, 2-Metilpropano	-	4,000	-	-	SA	Vida útil baixa para V0
Isocianato de metila	Éster metílico do ácido isocianúico	-	0,02 Pele	20	2,1	SA	Difícil percepção. Adsorventes ineficazes.
Isocianato de metilenobisfenila	4,4-Difenildimetano diisocianato MDI	-	0,005	9,7	0,384	V0/P1	Difícil percepção. Ver comentário G
Isoforona	3,5,5-Trimetil-2-ciclohexeno-1-ona	-	5, A3 (Teto)	800	0,631	V0	Ver comentário E / 3500

63

Nome Químico	Sinónimos	LT ppm	TLV mg/m³	IPVS ppm	Limiar de Odor ppm	Respirador Recomendado	Comentários	90
4,4-Tiobis (6-terc-butil-m-cresol)	4,4-Tiobis (3-metil-6-terc-butil fenol)	-	10 mg/m³ A4	-	-	P1	-	
Thinner	Ver componentes específicos							
Tolueno	Tolual ou metil benzeno	78	290	50, A4 Pele	2 000	0,16	V0	3500
Tolueno diamina	Diisocianato de tolueno							
Tolueno 2,4-diisocianato	Ver 2,4-Diisocianato de tolueno							
m-Toluidina	m-Aminotolueno	-	2, A4 Pele	-	0,46-5,9	(F)V0	Percepção questionável. Ver comentário G	
o-Toluidina	o-Aminotolueno	-	2, A3 Pele	100	0,025-6,6	(F)V0	Percepção questionável. Ver comentário G	
p-Toluidina	p-Aminotolueno	-	2, A3 Pele	-	0,027-3,2	(F)V0	Percepção questionável. Ver comentário G	
Trióxido de boro	Brometo de boro	-	1 Teto	-	-	(F)SA	Propriedades de alerta desconhecidas. Ver comentário G	
Tricloreto de fósforo	Cloreto de fósforo	-	0,2	50	-	(F)GA	Propriedades de alerta desconhecidas. Ver comentário G	
1,1,2-Tricloro-1,2,2-trifluoretano	Freon® 113	780	5 930	1,000 A4	4 500	487	SA	Vida útil baixa para V0 / 3520

Nome Químico	Sinónimos	LT ppm	TLV mg/m³	IPVS ppm	Limiar de Odor ppm	Respirador Recomendado	Comentários
n-Valeraldeído	Aldeído valérico Pentanal	-	50	-	0,006	(F)V0	-
VM & P nafta	Ligroína	-	300	-	1-40	(F)V0	3500
Vinil benzeno	Ver Estireno						
4-Vinilciclohexano	4-Vinil-1-ciclohexano	-	0,1 A3	-	-	V0	Propriedades de alerta desconhecidas. Ver comentário G
Vinil tolueno	Metilestireno	-	50 A4	5 000	10	(F)V0	Ver comentário E / 3500
Voláteis de alcatrão (Piche de carvão) como solúveis em Benzeno	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos particulados-PPAH	-	0,2 mg/m³ A1	700 mg/m³	-	P1	Recomendações específicas: 8713, 8023 ou respiradores com filtros 2076HF, 2078, 2096 ou 2907. Ver comentário D e G
Xileno (o-, m- e p- isômeros)	1,2-dimetil benzeno 1,3-dimetil benzeno 1,4-dimetil benzeno	-	100 A4	1 000	0,851 0,324 0,49	V0	3500
m-Xileno, o-, p-, gramina	Ortolano, m-Xileno	-	0,1, Teto Pele	-	-	V0/P1	Ver comentário G
Xilidina	Dimetilaminobenzeno	-	0,5, A3 Pele	150	0,005-0,06	V0	-

95