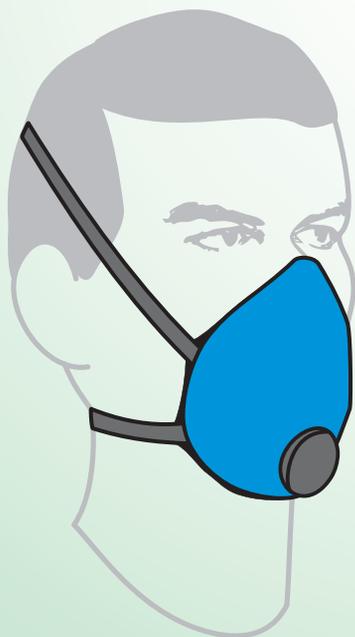




# PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Recomendações, seleção e uso de respiradores



MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

# **PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA**

**Recomendações, seleção e uso de respiradores**

**Vice-Presidente da República**  
**no exercício do cargo de Presidente da República**  
Michel Temer

**Ministro do Trabalho**  
Ronaldo Nogueira de Oliveira

**Fundacentro**

**Presidente**  
Luiz Henrique Rigo Muller

**Diretor Executivo Substituto**  
Jorge Marques Pontes

**Diretor Técnico**  
Robson Spinelli Gomes

**Diretor de Administração e Finanças**  
Dalton Tria Cusciano

*Coordenador técnico*

Maurício Torloni

*(in memoriam)*

# PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Recomendações, seleção e uso de respiradores

4ª edição

São Paulo

MINISTÉRIO  
DO TRABALHO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

2016

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.  
Disponível também em: [www.fundacentro.gov.br](http://www.fundacentro.gov.br)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Serviço de Documentação e Biblioteca – SDB / Fundacentro  
São Paulo – SP  
Erika Alves dos Santos CRB-8/7110

T637p Torloni, Maurício

Programa de proteção respiratória: recomendações, seleção e uso de respiradores/coordenador técnico, Maurício Torloni; equipe técnica, Antonio Vladimir Vieira, José Damásio de Aquino, Sílvia Helena de Araujo Nicolai e Eduardo Algranti. - 4. ed. - São Paulo: Fundação, 2016.

209 p.

Publicação baseada na "ANSI Z88.2 - Practices for Respiratory Protection", no "Code Federal Regulations, Title 29 1910.134" e na "ISO 16975.1".

ISBN: 978-85-98117-86-7

1. Proteção respiratória - Padrão norma. I. Torloni, Maurício. II. Vieira, Antonio Vladimir. III. Aquino, José Damásio IV. Nicolai, Sílvia Helena de Araujo. V. Algranti, Eduardo.

CDU 614.894(083.96)

CIS Ti Zua

#### **Equipe técnica**

Antonio Vladimir Vieira • José Damásio de Aquino • Eduardo Algranti  
• Sílvia Helena de Araujo Nicolai

#### **Equipe de elaboração**

*Coordenação editorial:* Glaucia Fernandes

*Revisão de textos:* Karina Penariol Sanches • Beatriz Taroni de Aguiar (estagiária)  
• Edmara dos Santos Ribeiro

*Ilustrações e capa:* Flavia Roda (Yelow Design)

*Projeto gráfico miolo:* Gisele Almeida • Marila Geraldo Destro Apolinário

# Índice

11	Introdução
13	Apresentação
15	1 Objetivo
16	2 Situações em que se utilizam equipamentos de proteção respiratória
16	2.1 Introdução
17	2.2 Uso voluntário
18	3 Programa de proteção respiratória
18	3.1 Introdução
18	3.2 Elementos do programa
18	3.2.1 Conteúdo mínimo
19	3.2.2 Procedimentos operacionais
19	3.2.2.1 Procedimentos operacionais para o uso rotineiro de respiradores
20	3.2.2.2 Procedimentos operacionais para o uso em situações de emergência e de salvamento
20	3.3 Implementação do programa
21	3.4 Administração do programa
21	3.5 Regras e responsabilidades
21	3.5.1 Responsabilidades do empregador
22	3.5.2 Responsabilidades do administrador
23	3.5.3 Responsabilidades do empregado
23	3.5.4 Responsabilidades do prestador de serviço

24	4 Riscos respiratórios
24	4.1 Introdução
24	4.2 Avaliação dos perigos no ambiente de trabalho
25	4.3 Avaliação da adequação do respirador à exposição
26	4.4 Avaliação da adequação do respirador à tarefa, ao usuário e ao ambiente de trabalho
26	4.4.1 Adequação à tarefa
27	4.4.2 Adequação ao usuário
29	4.4.3 Adequação ao ambiente de trabalho
29	4.4.4 Localização da área de risco
29	4.4.5 Características de desempenho do respirador
30	4.4.6 Aplicações especiais
30	4.5 Registros
31	5 Procedimento para a seleção dos respiradores
31	5.1 Seleção de respiradores para uso rotineiro
38	5.2 Seleção de respiradores para uso em atmosferas IPVS, espaços confinados ou atmosferas com pressão reduzida
38	5.2.1 Atmosfera IPVS
38	5.2.1.1 Respiradores para uso em condições IPVS na pressão atmosférica normal
39	5.2.2 Respiradores para uso em espaços confinados
40	5.2.3 Respiradores para uso em pressão atmosférica reduzida
40	5.2.3.1 Deficiência de oxigênio IPVS envolvendo pressão atmosférica reduzida
42	5.2.3.2 Deficiência de oxigênio não IPVS envolvendo pressão atmosférica reduzida
42	5.3 Respiradores para operação de jateamento
43	5.4 Respiradores para fuga, emergência e resgate
44	6 Avaliação das condições físicas e psicológicas do candidato ao uso/ usuário de respirador
44	6.1 Requisitos físicos
45	6.2 Requisitos psicológicos
45	6.3 Registros

<b>46</b>	<b>7</b>	<b>Treinamento</b>
<b>46</b>	<b>7.1</b>	<b>Introdução</b>
<b>46</b>	<b>7.2</b>	<b>Conteúdo mínimo</b>
<b>46</b>	<b>7.2.1</b>	<b>Treinamento para usuários</b>
<b>47</b>	<b>7.2.2</b>	<b>Treinamento para o supervisor e profissionais de segurança</b>
<b>48</b>	<b>7.2.3</b>	<b>Treinamento para a pessoa que distribui o respirador</b>
<b>48</b>	<b>7.2.4</b>	<b>Treinamento para o condutor do ensaio de vedação</b>
<b>49</b>	<b>7.2.5</b>	<b>Treinamento para fuga, emergência e salvamento</b>
<b>49</b>	<b>7.2.6</b>	<b>Treinamento para o administrador</b>
<b>49</b>	<b>7.3</b>	<b>Frequência</b>
<b>49</b>	<b>7.4</b>	<b>Registros</b>
<b>50</b>	<b>8</b>	<b>Ensaio de vedação</b>
<b>50</b>	<b>8.1</b>	<b>Introdução</b>
<b>50</b>	<b>8.2</b>	<b>Ensaaios de vedação permitidos</b>
<b>51</b>	<b>8.3</b>	<b>Requisitos de um ensaio de vedação</b>
<b>52</b>	<b>8.3.1</b>	<b>Critério de aceitação para um respirador com pressão negativa</b>
<b>53</b>	<b>8.3.2</b>	<b>Critério de aceitação para um respirador com pressão positiva</b>
<b>54</b>	<b>8.4</b>	<b>Considerações sobre os ensaios de vedação</b>
<b>54</b>	<b>8.4.1</b>	<b>Capacitação dos usuários de respirador</b>
<b>54</b>	<b>8.4.2</b>	<b>Número de respiradores</b>
<b>54</b>	<b>8.4.3</b>	<b>Aceitação pelo usuário</b>
<b>55</b>	<b>8.4.4</b>	<b>Problemas de vedação e soluções alternativas</b>
<b>55</b>	<b>8.4.5</b>	<b>Competência do condutor do ensaio de vedação</b>
<b>55</b>	<b>8.5</b>	<b>Frequência</b>
<b>55</b>	<b>8.6</b>	<b>Registros</b>
<b>57</b>	<b>9</b>	<b>Uso</b>
<b>57</b>	<b>9.1</b>	<b>Verificações preliminares</b>
<b>58</b>	<b>9.2</b>	<b>Troca de filtros</b>
<b>58</b>	<b>9.3</b>	<b>Conhecimentos do usuário sobre proteção respiratória</b>

<b>58</b>	9.4 Percepção dos contaminantes
<b>58</b>	9.5 Aumento da resistência à respiração ou redução da vazão de ar
<b>59</b>	9.6 Embaçamento do visor
<b>59</b>	9.7 Dispositivo de alarme
<b>59</b>	9.8 Danos no respirador
<b>60</b>	10 Limpeza, higienização, inspeção, manutenção, descarte e guarda de respiradores
<b>60</b>	10.1 Introdução
<b>60</b>	10.2 Registros
<b>61</b>	11 Qualidade do ar / gás respirável para respiradores de adução
<b>61</b>	11.1 Introdução
<b>61</b>	11.2 Qualidade do ar comprimido
<b>62</b>	11.3 Registros
<b>63</b>	12 Revisão do programa
<b>63</b>	12.1 Introdução
<b>64</b>	12.2 Registros
<b>65</b>	13 Arquivamento de registros
<b>66</b>	Bibliografia

## Anexos

- |            |  |
|------------|--|
| <b>71</b>  | Anexo 1 - Glossário (Informativo)  |
| <b>79</b>  | Anexo 2 - Instrução Normativa nº 1, de 11 de abril de 1994 (Normativo)                                       |
| <b>84</b>  | Anexo 3 - Monitoramento dos riscos respiratórios (Informativo)   |
| <b>91</b>  | Anexo 4 - Fatores que influem na seleção do respirador (Informativo)   |
| <b>109</b> | Anexo 5 - Seleção do Respirador para uso rotineiro utilizando o método de bandas de controle (Informativo)   |
| <b>121</b> | Anexo 6 - Deficiência de oxigênio (Informativo)  |
| <b>126</b> | Anexo 7 - Classificação, características e limitações dos respiradores (Informativo)                         |
| <b>148</b> | Anexo 8 - Avaliação médica de trabalhadores candidatos à utilização de respiradores (Normativo)              |
| <b>151</b> | Anexo 9 - Questionário médico para candidatos ao uso de respiradores (Informativo)                           |
| <b>160</b> | Anexo 10 - Recomendações para a “verificação da vedação” (Normativo)   |
| <b>162</b> | Anexo 11 - Procedimentos para a realização dos “ensaios de vedação” qualitativos e quantitativos (Normativo) |
| <b>188</b> | Anexo 12 - Limpeza, higienização, inspeção, manutenção, descarte e guarda de respiradores (Informativo)      |
| <b>193</b> | Anexo 13 - Qualidade do ar/gás respirável para os respiradores de adução de ar (Informativo)                 |
| <b>199</b> | Anexo 14 - Avaliação do Programa de Proteção Respiratória (Informativo)                                      |
| <b>205</b> | Anexo 15 - Exemplo de documento básico de um programa de proteção respiratória (Informativo)                 |



# Introdução

Esta publicação apresenta os requisitos essenciais para a elaboração de um Programa de Proteção Respiratória. Contém informações acerca de riscos respiratórios, procedimento de seleção do respirador, treinamento dos atores envolvidos, escolha do tamanho da peça facial que melhor veda o rosto e o seu uso correto.

As recomendações restringem-se ao uso de equipamento de proteção respiratória cuja finalidade é proteger contra a inalação de contaminantes nocivos ou de ar com deficiência de oxigênio.

Os três primeiros itens desta publicação apresentam como se deve elaborar e administrar um Programa de Proteção Respiratória. Os itens 4 e 5 abordam a seleção de respiradores e os demais itens apresentam pormenores referentes à avaliação médica, ao treinamento, ao ensaio de vedação, à limpeza e à manutenção dos respiradores, à qualidade do ar comprimido e à auditoria. Os anexos, quando de caráter informativo, procuram auxiliar na compreensão do texto principal e dar informações pormenorizadas de como cumprir alguns dos requisitos recomendados para um programa. No Anexo 1, são apresentadas as definições dos termos técnicos utilizados neste documento. O Anexo 2 apresenta a Instrução Normativa nº 1 do Ministério do Trabalho e Emprego, publicada em 11/04/1994. Essa Instrução Normativa criou o Programa de Proteção Respiratória e apresenta o Quadro I com os Fatores de Proteção Atribuídos para a seleção de respiradores, o Quadro II com as exigências específicas sobre a seleção de respiradores para aerossóis contendo sílica e o Quadro III com as exigências específicas para aerossóis contendo asbestos.

Devido aos avanços tecnológicos na área de proteção respiratória, à melhoria na qualidade dos filtros fabricados ao longo do tempo e às modificações nos ensaios utilizados para avaliar a qualidade dos filtros, a equipe téc-

nica que realizou esta revisão propõe, nesta edição, uma mudança no processo de seleção dos respiradores para uso rotineiro. Isso resulta na eliminação do Quadro II (Recomendações de EPR para sílica cristalizada) e do Quadro III (Recomendações de EPI para asbesto) da Instrução Normativa e na alteração de alguns valores apresentados no Quadro I (Fatores de Proteção Atribuído).

# Apresentação

O Programa de Proteção Respiratória foi criado pela Instrução Normativa nº 1, de 11 de abril de 1994, do Ministério do Trabalho e Emprego. Participaram da elaboração desta Instrução: Luis Carlos E. Osório (SSST/MTb), Carlos Aparício Clemente (Força Sindical), Luis Antonio Valente (Diesat), Anísio Magalhães Ferreira (Sesi) e Sideneo Walter T. Rios (Animaseg).

A primeira versão do Programa de Proteção Respiratória foi elaborada pela equipe técnica Antonio Vladimir Vieira, Delcir José Pacífico Mendes e Eduardo Algranti, tendo como coordenador técnico Maurício Torloni, e teve como referência:

- Norma ANSI Z88.2-1992 – *American National Standard for Respiratory Protection*<sup>1</sup>; e
- *Code of Federal Regulations, Title 29, Part 1910.134, Appendix – A Fit Testing Procedures (Mandatory)*.

A segunda e a terceira edições do Programa sofreram acréscimos de caráter informativo.

Nesta quarta edição, foram introduzidas alterações no texto principal e em seus anexos com a finalidade de tornar mais fácil a sua leitura e compreensão. Essas alterações foram baseadas principalmente na ISO 16975.1<sup>2</sup>. Assim, considerações mais detalhadas foram acrescentadas no que tange à avaliação da adequação do respirador à tarefa, ao usuário e ao ambiente de trabalho em que será utilizado. No Anexo 5 é apresentado um método de

---

<sup>1</sup> Em 2015 esta norma foi revisada, passando a ser identificada como “ANSI/ASSE Z88.2-2015 - Practices for respiratory protection”.

<sup>2</sup> Em abril de 2016 este documento encontrava-se na fase de projeto de norma na ISO e era identificado como “ISO/DIS 16975-1 - Respiratory protective devices - selection, use and maintenance”.

seleção de respiradores utilizando as bandas de controle, o qual se baseia em conceitos e parâmetros técnico-científicos modernos segundo tendências internacionais, não havendo, contudo, equivalência com o critério legal. O Anexo 11, sobre ensaio de vedação, torna obrigatório o ensaio quantitativo nos respiradores com peça facial inteira.

Nesta publicação, os respiradores para sílica e asbestos passaram a ser selecionados de acordo com o procedimento válido para os outros agentes químicos. Houve também redução no fator de proteção atribuído a alguns tipos de respiradores.

Os trabalhos referentes à tradução e aos estudos preliminares do documento da ISO contaram com a colaboração dos membros da Comissão de Estudos do CB 32/ABNT: Osny Ferreira de Camargo, Gláucia Gabas, Vili Meusburger, Lucila Marcomini e Milton Marcos Villa.

Participaram da elaboração deste documento, o coordenador técnico Maurício Torloni e os membros da equipe técnica da Fundacentro: Antonio Vladimir Vieira, Sílvia Helena de Araujo Nicolai, José Damásio de Aquino e Eduardo Algranti.

# 1

## Objetivo

O objetivo desta publicação é auxiliar os profissionais responsáveis pela elaboração, implementação e administração de um programa que abrange a seleção, a utilização e a manutenção corretas dos equipamentos de proteção respiratória (EPR).

Estas recomendações referem-se à proteção de trabalhadores contra a inalação de contaminantes perigosos e contra a inalação de ar com deficiência de oxigênio nos locais de trabalho por meio do uso de respiradores<sup>1</sup>. Não cobrem os respiradores para mergulho, os sistemas com oxigênio para aviação, o uso de respiradores em combates militares e os inaladores ou ressuscitadores utilizados na área médica.

---

<sup>1</sup> Neste documento, os termos “equipamento de proteção respiratória” e “respirador” são utilizados com o mesmo significado (ver Anexo 1).

# 2

## Situações em que se utilizam equipamentos de proteção respiratória

### 2.1 Introdução

O uso de EPR tem como objetivo principal prevenir a exposição por inalação de substâncias perigosas e/ou ar com deficiência de oxigênio. Quando não for possível prevenir a exposição ocupacional, o controle da exposição adequada deve ser alcançado, tanto quanto possível, pela adoção de outras medidas de controle que não o uso de EPR. Medidas de controle de engenharia, tais como, substituição de substâncias por outras menos tóxicas, enclausuramento ou confinamento da operação e sistema de ventilação local ou geral e medidas de controles administrativos, como a redução do tempo de exposição, devem ser consideradas. O uso de EPR é considerado o último recurso na hierarquia das medidas de controle e deve ser adotado *somente* após cuidadosa avaliação dos riscos. Existem situações, entretanto, nas quais ainda pode ser necessário o uso de um respirador, tais como:

- a) outras medidas de controle já foram adotadas, mas a exposição à inalação não está adequadamente controlada;
- b) a exposição por inalação excede os limites de exposição e as medidas de controle necessárias estão sendo implantadas;
- c) a exposição por inalação é ocasional e de curta duração, sendo impraticável a implantação de medidas de controle permanentes (por exemplo, em trabalhos de manutenção, de emergência, fuga e resgate).

Em tais situações, respiradores apropriados devem ser usados em conformidade com os requisitos apresentados nesta publicação.

## 2.2 Uso voluntário

Alguns trabalhadores, mesmo quando a exposição está comprovadamente abaixo dos limites de exposição aceitáveis (limite de exposição ocupacional e nível de ação), podem sentir a necessidade do uso de respiradores a fim de obter um nível adicional de proteção ou conforto.

O empregador pode disponibilizar respiradores para uso voluntário, ou seja, quando solicitado pelos trabalhadores, ou permitir que utilizem seus próprios respiradores, desde que o empregador se certifique de que o seu uso não acarretará novos riscos. Se o empregador concordar com o uso voluntário, o usuário deve:

1. ler e compreender todas as instruções de uso oferecidas pelo fabricante no que se refere à inspeção, limpeza, higienização, manutenção, guarda, uso e limitações de uso do respirador;
2. usar somente respiradores adequados ao risco e com Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE);
3. não apresentar pelos faciais que interfiram na vedação dos respiradores ou prejudiquem o funcionamento das válvulas.

Além disso, o empregador deve estabelecer por escrito e implementar os seguintes elementos de um Programa de Proteção Respiratória (PPR):

- avaliação médica para determinar se o usuário é apto a usar o respirador;
- instruções e procedimentos acerca de inspeção, limpeza, higienização, manutenção, guarda e uso, de tal modo que o respirador não represente um risco à saúde do usuário.

# 3

## Programa de Proteção Respiratória

### 3.1 Introdução

O Programa de Proteção Respiratória (PPR) é um processo para seleção, uso e manutenção dos respiradores com a finalidade de assegurar proteção adequada para o usuário.

Este item apresenta os requisitos mínimos de um PPR, bem como os pormenores de como preparar os procedimentos escritos que fazem parte do programa.

Antes de se utilizar um respirador, é essencial que seja estabelecido um PPR, por escrito, com os procedimentos específicos para o local de trabalho. O programa deve ser implantado, avaliado e atualizado sempre que necessário, de modo a refletir as mudanças de condições do ambiente de trabalho que possam afetar o uso de respirador. O PPR deve ser compreendido por todos os níveis hierárquicos da empresa.

### 3.2 Elementos do programa

#### 3.2.1 *Conteúdo mínimo*

O texto do PPR deve conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- a) política da empresa na área de proteção respiratória;
- b) abrangência;
- c) indicação do administrador do programa;
- d) regras e responsabilidades dos principais atores envolvidos;
- e) avaliação dos riscos respiratórios;
- f) seleção do respirador;

- g) avaliação das condições físicas, psicológicas e médicas dos usuários;
- h) treinamento;
- i) ensaio de vedação;
- j) uso do respirador e política da barba;
- k) manutenção, inspeção, limpeza e higienização dos respiradores;
- l) guarda e estocagem;
- m) uso de respirador para fuga, emergências e resgates;
- n) qualidade do ar/gás respirável;
- o) revisão do programa;
- p) arquivamento de registros.

A maioria desses elementos deve ser detalhada na forma de procedimentos operacionais escritos.

### **3.2.2 Procedimentos operacionais**

Os procedimentos operacionais descrevem as ações tomadas pela empresa para atender aos requisitos contidos nos itens 3.2.2.1 e 3.2.2.2.

#### **3.2.2.1 Procedimentos operacionais para o uso rotineiro de respiradores**

Os procedimentos operacionais devem ser escritos e, incluir, no mínimo:

- a) seleção dos respiradores para cada operação em que seu uso seja considerado necessário;
- b) avaliação da condição médica dos usuários;
- c) treinamento dos usuários;
- d) ensaios de vedação adotados;
- e) distribuição dos respiradores;
- f) limpeza, higienização, inspeção, manutenção, descarte e guarda dos respiradores;
- g) monitoramento do uso;
- h) monitoramento do risco.

Esses tópicos serão detalhados adiante.

### 3.2.2.2 Procedimentos operacionais para o uso em situações de emergência e salvamento

Embora não seja possível prever todas as situações de emergência e salvamento para cada tipo de operação industrial, muitas condições nas quais será necessário o uso de respiradores podem ser previstas. A análise cuidadosa dos riscos potenciais devidos a enganos na condução do processo industrial ou a defeitos ou falhas no funcionamento dos equipamentos industriais permite a escolha de respiradores apropriados para uma situação concreta.

Os procedimentos escritos para emergência ou salvamento devem:

- a) definir os prováveis respiradores a serem usados, considerando os materiais e as substâncias utilizados, os equipamentos, a área de trabalho, o processo e as pessoas envolvidas em cada operação;
- b) com base nesta análise preliminar, verificar se os respiradores disponíveis podem proporcionar a proteção adequada quando os usuários tiverem de entrar na área potencialmente perigosa. Existem situações que podem impedir usuários de respiradores de entrar em uma atmosfera imediatamente perigosa à vida ou à saúde (IPVS), por exemplo, ambientes onde haja o risco potencial de atmosferas inflamáveis ou explosivas.
- c) indicar os respiradores apropriados e distribuí-los em quantidade adequada para uso nas situações de emergência ou salvamento;
- d) indicar como esses respiradores devem ser mantidos, inspecionados, higienizados e guardados, de modo que sejam acessíveis e estejam em condições de uso imediato, quando necessário.

Os procedimentos devem ser revistos por pessoa que esteja familiarizada com o processo industrial em particular ou com a operação. As ocorrências passadas que exigiram o uso de respiradores para situações de emergência e salvamento e as consequências que resultaram do seu uso devem ser levadas em conta. Devem ser levadas em consideração também as possíveis consequências ocasionadas por falhas eventuais dos respiradores, falta de energia, ocorrência de reações químicas não controláveis, fogo, explosão, falhas humanas e riscos potenciais que podem resultar do uso desses respiradores.

## 3.3 Implementação do programa

É importante que o PPR seja implementado, avaliado e atualizado, quando necessário, de modo a refletir mudanças nas condições de trabalho que possam afetar a seleção e o uso do respirador. Para isto, é necessário defi-

nir uma estratégia de ação, preparar materiais de divulgação, formar agentes multiplicadores, estabelecer um cronograma de ações e prioridades e prover recursos financeiros.

### **3.4 Administração do programa**

O empregador deve atribuir a uma só pessoa a responsabilidade e a autoridade pelo programa. Ela deve ser qualificada por treinamento ou possuir experiência compatível com a complexidade do PPR para implementar e administrar de modo apropriado o programa, bem como conhecer e estar atualizada no que se refere às publicações e aos regulamentos legais vigentes. É recomendável que seja da área de Higiene Ocupacional, da Medicina do Trabalho ou da Engenharia de Segurança da própria empresa.

O administrador do PPR poderá indicar pessoas competentes para auxiliá-lo na implantação e na execução de algumas tarefas do programa. Essas pessoas devem ter experiência e treinamentos apropriados para exercer suas funções no PPR de maneira efetiva e manterem-se atualizadas.

### **3.5 Regras e responsabilidades**

Todas as pessoas envolvidas no PPR devem ser competentes na sua área de responsabilidade dentro do programa e devem manter seus conhecimentos e treinamento atualizados, para poderem desenvolver com eficiência seus encargos.

#### ***3.5.1 Responsabilidades do empregador***

O empregador é responsável pelo PPR. Ele deve:

- a) designar um administrador do programa que tenha a responsabilidade delegada para gerenciar efetivamente o PPR;
- b) providenciar recursos adequados e organização para garantir a eficácia contínua do PPR;
- c) definir, implementar e documentar o PPR;
- d) fornecer o respirador adequado;
- e) permitir ao empregado usuário do respirador que deixe a área de risco por qualquer motivo relacionado com o seu uso. Essas razões podem incluir as seguintes, mas não se limitam a elas:

- falha no funcionamento do respirador que altere a proteção por ele proporcionada;
  - detecção de penetração de ar contaminado dentro do respirador;
  - aumento da resistência à respiração;
  - grande desconforto devido ao uso do respirador;
  - mal-estar sentido pelo usuário do respirador, tais como náusea, fraqueza, tosse, espirro, dificuldade para respirar, calafrio, tontura, vômito, febre;
  - lavagem do rosto e da peça facial do respirador (se aplicável), sempre que necessário, para diminuir a irritação da pele;
  - trocar o filtro ou outros componentes, sempre que necessário;
  - descanso periódico em área não contaminada.
- f) investigar a causa do mau funcionamento do respirador e tomar providências para saná-la. Se o defeito for de fabricação, o empregador deverá comunicá-lo ao fabricante e ao órgão oficial de competência na área de Equipamento de Proteção Individual (EPI);
- g) fornecer somente respiradores aprovados, isto é, com Certificado de Aprovação emitido pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social, observando que qualquer modificação, mesmo que pequena, pode afetar de modo significativo o desempenho do respirador e invalidar a sua aprovação.

*Nota:* O empregador e o administrador do programa podem ser a mesma pessoa.

### **3.5.2 Responsabilidades do administrador**

O administrador do PPR é responsável pela efetiva gestão do programa, que inclui:

- a) preparação dos procedimentos operacionais escritos para uso correto dos respiradores em situações de rotina e de emergência;
- b) medições, estimativas ou informações atualizadas acerca da concentração do contaminante na área de trabalho antes de ser feita a seleção do respirador e periodicamente, durante o seu uso, com a finalidade de garantir que o respirador apropriado esteja sendo utilizado;

- c) seleção do respirador apropriado que proporcione proteção adequada para cada contaminante presente ou potencialmente presente;
- d) manutenção de registros e procedimentos escritos de tal maneira que o programa fique documentado e permita uma avaliação da sua eficácia;
- e) providências para que todos os envolvidos conheçam o conteúdo do programa;
- f) avaliação anual da eficácia do programa;
- g) revisão periódica dos procedimentos escritos;
- h) indicação e treinamento de pessoas competentes para o cumprimento de tarefas ou funções no programa;
- i) atualização de seus conhecimentos e o de seus colaboradores para que possam desempenhar eficientemente as tarefas relativas ao PPR.

### **3.5.3 Responsabilidades do empregado**

Para que as medidas implantadas surtam efeito, o usuário é responsável, no mínimo, por:

- a) usar o respirador fornecido de acordo com as instruções e o treinamento recebidos;
- b) no caso de uso de respirador com vedação facial, não apresentar pelos faciais (barba, cavanhaque etc.) que interfiram na selagem do respirador em seu rosto;
- c) guardar o respirador, quando não estiver em uso, de modo conveniente para que não se danifique ou deforme;
- d) deixar imediatamente a área contaminada se observar que o respirador não está funcionando bem e comunicar o defeito à pessoa responsável indicada nos procedimentos operacionais escritos;
- e) comunicar à pessoa responsável qualquer alteração em seu estado de saúde que possa influir na capacidade de uso seguro do respirador.

### **3.5.4 Responsabilidades do prestador de serviço**

Os prestadores de serviço, a qualquer título, devem cumprir todas as exigências cabíveis relativas ao uso de respiradores contidas no PPR da contratante. As responsabilidades pelo fornecimento do respirador adequado, pelo treinamento, pelo ensaio de vedação etc. devem ser contempladas no contrato de prestação de serviço.

# 4

## Riscos respiratórios

### 4.1 Introdução

A avaliação dos riscos respiratórios é essencial para o processo de seleção e uso do respirador adequado e deve ser realizada por pessoa competente. A avaliação completa dos riscos inclui três etapas:

- a) avaliação dos perigos no ambiente;
- b) avaliação da adequação do respirador à exposição;
- c) avaliação da adequação do respirador à tarefa, ao usuário e ao ambiente de trabalho.

A análise dos parâmetros contidos nessas etapas deve ser realizada antes de serem iniciadas as tarefas, sejam de rotina ou de emergência, e repetida quando as condições de trabalho se alterarem.

### 4.2 Avaliação dos perigos no ambiente de trabalho

A avaliação desses perigos deve ser feita obedecendo as seguintes etapas:

- a) determinar se existe risco potencial de deficiência de oxigênio. Quando existir, determinar o nível de oxigênio mais baixo que possa ocorrer em trabalhos de rotina ou em emergência;
- b) identificar os contaminantes que possam estar presentes no ambiente de trabalho e seu estado físico (particulado, gás, vapor). Todas as substâncias utilizadas, produzidas ou armazenadas, incluindo matérias-primas, impurezas relevantes, produtos finais, subprodutos e resíduos, devem ser conhecidas através da análise cuidadosa do processo de trabalho e as informações relativas às propriedades perigosas e à toxicidade dessas substâncias podem ser obtidas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). Quando o

contaminante não puder ser identificado e não existirem orientações claras, o perigo deve ser considerado desconhecido e a atmosfera deve ser considerada IPVS. Deve ser verificado também se a pressão de vapor de cada contaminante, que indica maior ou menor quantidade de vapor gerado por um líquido ou um sólido, é significativa na máxima temperatura prevista no ambiente de trabalho;

- c) determinar se existe óleo presente no caso de contaminantes particulados. Se a presença de aerossol oleoso é desconhecida, será assumido como existente. Exemplos de atividades conhecidas por produzirem aerossol oleoso incluem o uso de compressor de ar com lubrificantes oleosos e a operação de veículos com motor de combustão interna. A presença de óleo no ar pode ser determinada pelo método NIOSH 5026 (*oil mist, mineral*);
- d) identificar o limite de tolerância, ou qualquer outro limite de exposição, ou estimar a toxidez dos contaminantes. Verificar se existe concentração IPVS para os contaminantes;
- e) determinar se existem regulamentos ou legislação específica para os contaminantes. Se existir, a seleção do respirador dependerá desses regulamentos;
- f) medir ou estimar a concentração dos contaminantes na condição de exposição ocupacional mais crítica prevista nas operações de rotina, emergência, resgate ou escape, obedecendo às boas práticas de Higiene Ocupacional;
- g) determinar a possibilidade de ocorrência de condições IPVS;
- h) determinar se os contaminantes presentes podem ser absorvidos pela pele, se produzem sensibilização da pele, se são radioativos, irritantes ou corrosivos para os olhos ou a pele, carcinogênicos etc.;
- i) determinar se são conhecidos os limiares de odor, de paladar ou para a indução de irritação da pele para os gases e vapores contaminantes.

Informações sobre o monitoramento de riscos respiratórios podem ser obtidas no Anexo 3.

### **4.3 Avaliação da adequação do respirador à exposição**

Respirador adequado à exposição a agentes químicos é aquele que reduz a exposição do usuário a valores abaixo dos valores considerados aceitáveis, como, por exemplo, o Limite de Exposição Ocupacional (LEO). Para a seleção do respirador com nível de proteção adequado à exposição, é neces-

sário conhecer o Fator de Proteção Mínimo Requerido (FPMR) para o respirador, o qual é determinado:

- a) calculando quantas vezes a concentração mais crítica de exposição (C) prevista nas operações de rotina ou de emergência é maior do que o limite de exposição ocupacional aplicável (LE), isto é,  $FPMR = C/LE$ ; ou
- b) obedecendo a regulamentos ou legislação específica.

Uma vez determinado o FPMR, a seleção é feita escolhendo um respirador que possua Fator de Proteção Atribuído (FPA) maior do que este valor (ver Quadro 1). O item 5.1 apresenta este roteiro de seleção.

O Anexo 5 apresenta um procedimento para a seleção do respirador para uso rotineiro que permite obter o FPMR pelo método das bandas de controle (*control banding*). Ele é baseado em conceitos e parâmetros técnico-científicos modernos, segundo tendências internacionais, não havendo, contudo, equivalência com o critério legal, que exige o conhecimento da concentração mais crítica de exposição prevista. Não exige o conhecimento do valor da concentração de exposição, nem do limite de exposição.

Para trabalhos em atmosferas deficientes de oxigênio, somente podem ser selecionados respiradores de adução de ar.

## **4.4 Avaliação da adequação do respirador à tarefa, ao usuário e ao ambiente de trabalho**

Além do respirador ser adequado à exposição, ele deve também ser analisado em relação à tarefa, ao usuário e ao ambiente de trabalho para que ofereça a proteção necessária durante o período de uso.

### **4.4.1 Adequação à tarefa**

A avaliação da adequação do respirador à tarefa deve considerar os seguintes fatores:

- a) Frequência e duração da tarefa

O tempo de permanência na área de risco durante o turno de trabalho deve ser considerado na escolha de um respirador. Para alguns tipos de respiradores, o tempo máximo de uso e a frequência de uso podem ser limitados de acordo com o conforto do usuário e a carga de trabalho. Cada tipo de respi-

rador tem características que o tornam apropriado ou não para uso rotineiro, não rotineiro, emergências ou resgate.

Devem também ser incluídas considerações sobre vida útil dos filtros, carga e vida útil de baterias e capacidade do reservatório de ar/gás respirável (ver Anexo 4 – itens 2.1 e 2.2).

b) Nível de esforço físico

O nível de esforço físico requerido durante o uso do respirador, incluindo o nível máximo previsto, determina a quantidade de ar/gás respirável demandada pelo usuário (ver Anexo 4 – item 2.2). Assim, por exemplo, em casos de extremo esforço, a autonomia de uma máscara autônoma fica reduzida pela metade ou mais.

c) Emprego de ferramentas

O emprego de equipamentos para solda para operações de pintura *spray* e muitos equipamentos elétricos podem influenciar no desempenho do respirador (ver Anexo 4 – item 2.3).

d) Mobilidade

A mobilidade necessária para realização da tarefa pode limitar a escolha do tipo de respirador a ser utilizado de maneira segura. Espaços confinados requerem considerações especiais (ver Anexo 4 – item 2.4).

e) Comunicação

Na escolha de certos tipos de respiradores, deve-se levar em conta o nível de ruído do ambiente e a necessidade de comunicação do usuário. Falar em voz alta pode provocar deslocamento de algumas peças faciais (ver Anexo 4 – itens 2.5 e 3.4). Deve-se levar em conta também necessidades especiais de comunicação, especialmente para espaços confinados e atmosferas IPVS, onde a comunicação entre o usuário do respirador e o pessoal de apoio é importante (ver Anexo 4 – itens 2.5 e 3.4).

f) Vida útil dos filtros

Para a seleção adequada de um respirador purificador de ar, o administrador do programa deve definir os tipos e as classes de filtros, bem como a frequência de troca destes. Poucos filtros possuem indicador de fim de vida útil.

#### **4.4.2 Adequação ao usuário**

Para avaliação da adequação do respirador ao usuário, devem ser considerados os seguintes fatores:

#### a) Vedação dos respiradores

- Características faciais

Um respirador com vedação facial não deve ser usado por pessoa que apresente irregularidades na região da face em que será feita a selagem do respirador, como, por exemplo, cicatrizes, rugas ou dobras profundas, maçãs do rosto exageradas, queixo muito cônico, nariz muito adunco (ver Anexo 4 – item 3.2).

- Pelos faciais

Um respirador com peça facial, seja de pressão positiva ou negativa, não deve ser usado por pessoas cujos pelos faciais (barba, bigode, costeletas ou cabelos) possam interferir no funcionamento das válvulas ou prejudicar a vedação na área de contato com o rosto (ver Anexo 4 – item 3.2).

- Uso simultâneo de outros EPIs ou acessórios

O uso de outros Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como capacete ou máscara de solda, não deve interferir na vedação da peça facial. Quando existir possibilidade de interferência com outros EPIs, selecionar equipamentos conjugados (ver Anexo 4 – item 3.5).

Os tirantes dos respiradores com vedação facial não devem ser colocados ou apoiados sobre hastes de óculos, capacetes e protetores auditivos circum-auriculares.

Não devem ser usados gorros ou bonés com abas que interfiram na vedação dos respiradores com vedação facial. Quando for necessário o uso destes acessórios, colocá-los por cima dos tirantes do respirador. A cobertura dos respiradores com vedação facial devem estar em contato direto com a face.

Usuários de respirador não devem utilizar joias ou acessórios na região da face onde será feita a selagem do respirador.

#### b) Visão

Quando o usuário precisar usar lentes corretivas, óculos de segurança, protetor facial, máscara de solda ou outro tipo de proteção ocular ou facial, eles não devem interferir na vedação do respirador (ver Anexo 4 – item 3.3). Não devem ser usados óculos com tiras ou hastes que passem na área de vedação do respirador do tipo com vedação facial, seja de pressão negativa ou positiva.

Necessidades adicionais para aumento de visão, como, por exemplo, uso de lupa, microscópio, lente de aumento, devem ser consideradas também para a escolha do respirador (ver Anexo 4 – item 2.6).

O uso de lentes de contato somente é permitido quando o usuário do respirador estiver acostumado ao uso desse tipo de lente e quando as condições do ambiente (umidade do ar ou calor) não limitarem o seu uso (ver Anexo 4 – item 3.3).

#### c) Conforto

Na seleção de um respirador, devem ser considerados o calor e o frio gerados por ele. Certos respiradores produzem superfícies quentes ou gás de inalação quente durante o uso, por exemplo filtros químicos ou equipamentos com oxigênio gerado quimicamente. Outros respiradores podem provocar correntes de ar sobre a face do usuário, que poderão esfriar a pele, como nos purificadores de ar motorizados. Dependendo das condições de uso, aquecimento ou esfriamento localizado pode representar sobrecarga ou desconforto ao usuário.

### **4.4.3 Adequação ao ambiente de trabalho**

A avaliação da adequação do respirador ao ambiente de trabalho deve considerar os seguintes fatores:

- a) uso em condições climáticas extremas: condições de temperatura e umidade, aumento ou diminuição da pressão do ambiente e velocidade do vento onde o respirador será utilizado (ver Anexo 4 – item 4.1);
- b) perigos não respiratórios: presença de fagulhas, abrasão, compatibilidade eletro-magnética, enriquecimento de oxigênio etc. (ver Anexo 4 – item 4.2).

### **4.4.4 Localização da área de risco**

Na seleção do respirador, deve-se levar em conta a localização da área de risco relativamente às áreas seguras que tenham ar respirável. Isso permite planejar a fuga na ocorrência de uma emergência, a entrada de pessoas para a realização dos serviços de manutenção ou reparos ou as operações de resgate.

### **4.4.5 Características de desempenho do respirador**

Na seleção do respirador devem ser consideradas também as características físicas e funcionais dos respiradores, bem como suas limitações. Os diversos tipos de respiradores estão descritos resumidamente no Anexo 7. O

nível de esforço requerido pela atividade, incluindo o nível máximo previsto, determina a quantidade de ar respirável demandada pelo usuário para a realização da tarefa (ver Anexo 4 – item 2.2). Para os respiradores purificadores de ar é necessário definir o tipo e a capacidade do filtro químico ou a eficiência mínima do filtro para partículas.

#### **4.4.6 Aplicações especiais**

Certas aplicações especiais podem exigir respiradores com características de desempenho adicionais, tais como os usados para fuga, combate a incêndio, Riscos Químicos/Biológicos/Radiações Nucleares (CBRN), operações de marinha (ver Anexo 7 – item 4) e para proteção contra agentes biológicos. O uso destes respiradores não é abordado neste documento.

A seleção de respiradores para aplicações especiais, tais como doenças infecciosas e exposições provenientes de ações terroristas, inclui outros fatores além dos considerados nas exposições tradicionais. Para informações sobre seleção e uso em algumas aplicações especiais, consulte, por exemplo, o *site* [www.cdc.gov/niosh/topics/respirators/](http://www.cdc.gov/niosh/topics/respirators/) e a “Cartilha de Proteção Respiratória contra Agentes Biológicos para Trabalhadores da Saúde”, disponível em [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br).

### **4.5 Registros**

O administrador do programa deve manter/arquivar os registros da avaliação dos riscos respiratórios, incluindo todos os resultados da avaliação dos perigos no ambiente e da avaliação da adequação do respirador à tarefa, ao usuário e ao local de trabalho (ver item 13).

# 5

## Procedimento para a seleção dos respiradores

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 proteção adequada. O processo de seleção deve ser iniciado somente após a realização da avaliação dos perigos no ambiente (ver item 4.2), a qual deve ser complementada com as avaliações dos fatores relativos à tarefa, ao usuário e ao ambiente de trabalho, já discutidos no item 4.4.

Devem ser usados somente respiradores aprovados, isto é, com Certificado de Aprovação emitido pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social. Qualquer modificação no respirador feita pelo usuário, mesmo que pequena, pode afetar de modo significativo o desempenho do respirador e invalida a sua aprovação.

### 5.1 Seleção de respiradores para uso rotineiro

O respirador adequado ao risco a que o trabalhador está exposto e à atividade exercida deve ser selecionado por pessoa competente, conforme o seguinte procedimento:

- a) se a atmosfera for deficiente em oxigênio, o respirador selecionado dependerá da porcentagem de  $O_2$  e da altitude do local, isto é, da pressão parcial de oxigênio ( $ppO_2$ ) e da aclimatação do usuário:
  - a<sub>1</sub>) se a concentração de oxigênio for menor que 12,5% ao nível do mar ( $ppO_2$  menor que 95 mmHg), a atmosfera é IPVS e devem ser usados os respiradores indicados nos itens 5.2.1.1 e 5.2.3.1;
  - a<sub>2</sub>) se a concentração de oxigênio for maior que 12,5% ao nível do mar ( $ppO_2$  maior que 95 mmHg) e menor que 18% ao nível do mar ( $ppO_2$  menor que 137 mmHg), a atmosfera não é IPVS e

deve ser usado qualquer respirador de adução de ar (ver item 5.2.3.2). Se, entretanto, também estiverem presentes contaminantes, deve ser usado respirador de adução de ar com Fator de Proteção Atribuído (FPA), adequado para estes contaminantes, selecionado conforme o item (b);

- a<sub>3</sub>) se a concentração de oxigênio for maior que 18% ao nível do mar (ppO<sub>2</sub> maior que 137 mmHg), não há deficiência de oxigênio, continuar no item (b);

*Nota: se o ambiente for espaço confinado, consultar o item 5.2.2.*

- b) se não for possível determinar qual o contaminante potencialmente perigoso que possa estar presente no ambiente, ou a sua concentração, considerar a atmosfera IPVS. Continuar no item 5.2. Se o contaminante e a sua concentração forem conhecidos, continuar no item (c);
- c) 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 e continuar no item 5.2. Se existir limite de exposição, ou valores de orientação da exposição ocupacional disponíveis, ou se puder ser feita a estimativa da toxidez, continuar no item (d);
- d) se a concentração medida ou estimada do contaminante for considerada IPVS, continuar no item 5.2. Se não for IPVS, continuar no item (e);
- e) calcular o Fator de Proteção Mínimo Requerido (FPMR), dividindo a concentração medida ou estimada do contaminante na condição mais crítica de exposição prevista pelo limite de exposição adequado ou valor de orientação, conforme e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub> ou e<sub>3</sub>. Se o FPMR for menor que 1, não é necessário o uso de respirador, exceto para aerossóis contendo asbesto<sup>(\*)</sup>. Se o FPMR for maior que 1, continuar no item (g). Se mais de uma substância estiver presente, ir para o item (f).
- e<sub>1</sub>) dividir a concentração média ponderada para o contaminante determinado pelo limite de exposição aplicável, ou seja, se o limite é para 8 horas, a concentração média ponderada deve ser para 8 horas; se o limite é para 10 horas, a concentração média ponderada deve ser para 10 horas.

<sup>\*</sup> Se o aerossol contiver asbesto abaixo do limite de exposição, deverá ser utilizado, no mínimo, peça semifacial com filtro P2 (ou PFF2). Se a concentração de asbesto for igual ou maior que o limite de exposição, deverá ser selecionado filtro classe P3. Se o aerossol contiver sílica cristalina, deverá ser selecionado, no mínimo, filtro classe P2 (ou PFF2, se FPMR for menor que 10). Para substâncias com limite de exposição menor ou igual a 0,05 mg/m<sup>3</sup>, usar filtro classe P3 (ou PFF3 se FPMR for menor que 10).

- e<sub>2</sub>) se o contaminante possuir valor teto, dividir a concentração máxima de exposição pelo valor teto.
- e<sub>3</sub>) se o contaminante possuir limite de curta exposição, dividir a concentração média de 15 ou 30 minutos pelo limite de curta exposição definido para 15 ou 30 minutos, respectivamente.

Para informações adicionais sobre limites de exposição adequados ou valor de orientação, consultar o item 3.2 do Anexo 3.

- f) se mais de uma substância estiver presente, avaliar os efeitos aditivos ou sinérgicos de exposição em vez de considerar o efeito isolado de cada substância. Para isso, calcular, inicialmente, o FPMR para cada substância, como indicado em (e). Se as substâncias não apresentarem efeitos tóxicos similares sobre o mesmo órgão ou sistema (fígado, rim, sistema nervoso central etc.), considerar, para a seleção do respirador, o maior FPMR calculado. Se as substâncias apresentarem efeitos tóxicos similares sobre o mesmo órgão ou sistema, devem ser considerados os efeitos aditivos. Isto é feito utilizando a fórmula:

$$(C_m/T_m) = (C_1/T_1) + (C_2/T_2) + \dots + (C_n/T_n)$$

Onde: C<sub>1,2,...,n</sub> = concentração de cada substância

T<sub>1,2,...,n</sub> = seu respectivo limite de exposição

C<sub>m</sub> e T<sub>m</sub> = concentração e limite de exposição da mistura

Se o valor de (C<sub>m</sub>/T<sub>m</sub>) for menor que a unidade, não é necessário o uso de respirador. Se a soma dos quocientes (C<sub>i</sub>/T<sub>i</sub>) for maior que a unidade, tal valor é o FPMR para a mistura. Continuar em (g).

- g) Com base no Quadro 1, selecionar um respirador ou tipo de respirador que possua FPA maior que o FPMR, considerando, para a escolha final, a adequação do respirador ao usuário, à tarefa (o tipo de trabalho a ser realizado, o nível de esforço físico, a duração e a frequência da tarefa, necessidades quanto à mobilidade, comunicação e visão etc.) e ao ambiente de trabalho. Se o contaminante for irritante aos olhos ou sua concentração no local de trabalho for tal que cause dano aos olhos, selecionar um respirador com peça facial inteira, capuz ou capacete. Se o respirador selecionado for do tipo purificador de ar, continuar no item (h);

*Nota:* Informações sobre o potencial irritante das substâncias podem ser obtidas na FISPQ ou em *International Chemical Safety Cards*, no site <http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/>

- h) se o contaminante for 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 sua concentração IPVS; 2) a concentração do contaminante no ambiente deve ser menor que a Máxima Concentração de Uso (MCU) do filtro, conforme Quadro 2; 3) o filtro químico deve ser compatível com a peça facial do respirador selecionado em (g); 4) para algumas substâncias ver também o item (i). Se também estiver presente contaminante do tipo particulado ou se o contaminante for somente do tipo particulado, continuar no item (j);

*Nota:* Quando estiverem presentes gases ou vapores e também contaminantes particulados, devem ser usados filtros combinados (filtro químico + filtro para partículas), observando os critérios de seleção dos itens (h) a (j).

- i) se o contaminante for um gás ou vapor com fracas propriedades de alerta, ou de toxidez elevada, ou de difícil retenção pelo sorbente, é recomendado, de modo geral, o uso de respiradores de adução de ar (ver Quadros 1 e 2 do Anexo 3). 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:
- i<sub>1</sub>) 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; ou
  - i<sub>2</sub>) existir um plano de troca de filtro que se baseie em informações ou dados, tais como a vida útil do filtro, a desorção (a não ser que a substituição seja diária), a concentração esperada e o tempo de exposição, que assegure que os filtros sejam substituídos antes de atingirem a saturação.
- j) se o contaminante for do tipo particulado, a seleção do filtro depende também da presença ou ausência de partículas oleosas no aerossol. Se o aerossol:
- j<sub>1</sub>) for mecanicamente gerado (poeiras ou névoas), usar filtro classe P1<sup>(\*)</sup>(\*\*) ou peça semifacial filtrante para partículas PFF1<sup>(\*)</sup>(\*\*) se o FPMR for menor que 5;

\* Se o aerossol contiver asbesto abaixo do limite de exposição, deverá ser utilizado, no mínimo, peça semifacial com filtro P2 (ou PFF2). Se a concentração de asbesto for igual ou maior que o limite de exposição, deverá ser selecionado filtro classe P3. Se o aerossol contiver sílica cristalina, deverá ser selecionado, no mínimo, filtro classe P2 (ou PFF2, se FPMR for menor que 10). Para substâncias com limite de exposição menor ou igual a 0,05 mg/m<sup>3</sup>, usar filtro classe P3 (ou PFF3 se FPMR for menor que 10).

\*\* Se o aerossol for oleoso (proveniente de lubrificantes, fluidos de corte, glicerina, veículos com motor de combustão interna, ar comprimido de compressores lubrificadas a óleo etc.), deverá ser selecionado filtro resistente a óleo (ver Anexo 7, item 2.1.2.1). A presença do óleo no ar pode ser determinada pelo método NIOSH 5026 (oil mist, mineral).

- j<sub>2</sub>) for mecanicamente gerado (poeiras e névoas) ou termicamente gerado (fumos), usar filtro classe P2<sup>(\*)(\*\*)</sup> (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF2<sup>(\*)(\*\*)</sup> se o FPMR for menor que 10);
- j<sub>3</sub>) for névoa à base de tinta, esmalte ou verniz contendo solvente orgânico, usar filtro combinado: filtro químico contra vapores orgânicos e filtro para partículas classe P2<sup>(\*)(\*\*)</sup>. Pode-se utilizar filtro da classe P1<sup>(\*)(\*\*)</sup> quando o FPMR for menor que 5;
- j<sub>4</sub>) for névoa contendo agrotóxico em veículo orgânico, usar filtro combinado: filtro químico contra vapores orgânicos e filtro para partículas classe P2<sup>(\*)(\*\*)</sup>; se o contaminante for um agrotóxico em veículo água, usar filtro para partículas classe P2<sup>(\*)(\*\*)</sup> (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF2<sup>(\*)(\*\*)</sup>, se o FPMR for menor que 10);
- j<sub>5</sub>) contiver radionuclídeos, usar filtro classe P3<sup>(\*\*)</sup> (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF3<sup>(\*\*)</sup> se o FPMR for menor que 10).

**Quadro 1** Fatores de proteção atribuídos (FPA)<sup>(a)</sup>

Tipo de respirador	Tipos de coberturas das vias respiratórias			
	com vedação facial <sup>(b)</sup>		sem vedação facial <sup>(b)</sup>	
	peça semifacial <sup>(c)</sup>	peça facial inteira <sup>(d)</sup>	capuz <sup>(e)</sup>	outros <sup>(f)</sup>
A – Purificador de ar não motorizado motorizado <sup>(i)</sup>	10 <sup>(g)</sup> 50 <sup>(j)</sup>	100 <sup>(h)</sup> 1000 <sup>(k)</sup>	— 1000 <sup>(k)</sup>	— 25
B – de adução de ar B1 – linha de ar comprimido de demanda sem pressão positiva de demanda com pressão positiva de fluxo contínuo B2 – máscara autônoma (circuito aberto ou fechado) de demanda sem pressão positiva <sup>(l)</sup> de demanda com pressão positiva	10 <sup>(j)</sup> 50 <sup>(j)</sup> 50 <sup>(j)</sup> 10 <sup>(j)</sup> —	100 1000 1000 100 10000	— — 1000 — —	— — 25 — —

\* Se o aerossol contiver asbesto abaixo do limite de exposição, deverá ser utilizado, no mínimo, peça semifacial com filtro P2 (ou PFF2). Se a concentração de asbesto for igual ou maior que o limite de exposição, deverá ser selecionado filtro classe P3. Se o aerossol contiver sílica cristalina, deverá ser selecionado, no mínimo, filtro classe P2 (ou PFF2, se FPMR for menor que 10). Para substâncias com limite de exposição menor ou igual a 0,05 mg/m<sup>3</sup>, usar filtro classe P3 (ou PFF3 se FPMR for menor que 10).

\*\* Se o aerossol for oleoso (proveniente de lubrificantes, fluidos de corte, glicerina, veículos com motor de combustão interna, ar comprimido de compressores lubrificados a óleo etc.), deverá ser selecionado filtro resistente a óleo (ver Anexo 7, item 2.1.2.1). A presença do óleo no ar pode ser determinada pelo método NIOSH 5026 (oil mist, mineral).

Observações sobre o Quadro 1:

- (a) o FPA só é válido quando o respirador é utilizado conforme as recomendações contidas no Programa de Proteção Respiratória (seleção correta, ensaio de vedação, treinamento, política da barba etc.) e com a configuração constante em seu Certificado de Aprovação. O FPA não é aplicável para respiradores de fuga.
- (b) ver definição no Anexo 1.
- (c) inclui as peças um quarto facial e semifacial reutilizáveis e a peça semifacial filtrante (PFF).
- (d) para respiradores com peça facial inteira aprovados somente no ensaio de vedação qualitativo, o FPA é igual a 10.
- (e) o FPA é 1000 para respiradores com cobertura das vias respiratórias que cobrem a face, a cabeça e se estendem até os ombros e também para capuzes considerados com vedação facial (possuem uma peça semifacial em seu interior).
- (f) inclui capacete, protetor facial etc.
- (g) para respiradores com peças semifaciais reutilizáveis com, no mínimo, filtro P2 ou para peça semifacial filtrante, no mínimo, PFF2, o FPA é 10. Para respiradores com peças semifaciais reutilizáveis com filtro P1 ou para a PFF1, o FPA é 5. Para respiradores com peça um quarto facial, o FPA é 5, independentemente da classe do filtro para partículas.
- (h) para respiradores com peça facial inteira, o FPA é 100 somente quando equipado com, no mínimo, filtro P2. Não se deve utilizar filtro P1 com esse tipo de respirador.
- (i) não se deve utilizar filtros classe P1 com esse tipo de respirador.
- (j) não se deve utilizar peça um quarto facial com esse tipo de respirador.
- (k) os FPA apresentados são de respiradores com filtros P3 ou sorbentes (cartuchos químicos pequenos, médios ou grandes). Com filtros classe P2, deve-se usar FPA 100, devido às limitações do filtro.
- (l) a máscara autônoma de demanda sem pressão positiva não deve ser usada para combate a incêndio ou situações IPVS.

*Nota:* Para combinação de respiradores, como, por exemplo, respirador de linha de ar comprimido equipado com um filtro purificador de ar na peça facial, o FPA a ser utilizado é o do respirador que está em uso.

**Quadro 2** Máxima concentração de uso de um filtro químico<sup>(a)</sup>

<i>Classe do filtro</i>	<i>Tipo</i>	<i>Máxima concentração de uso<sup>(c)</sup> (mL/m<sup>3</sup>)<sup>(d)</sup></i>	<i>Tipo de peça facial compatível</i>
FBC Baixa capacidade	Vapor orgânico <sup>(b)</sup> Gases ácidos <sup>(b)</sup> Amônia	300	Um quarto facial, semifacial, facial inteira ou conjunto bucal
Classe 1 Cartucho pequeno	Vapor orgânico <sup>(b)</sup> Amônia Metilamina Gases ácidos <sup>(b)</sup> Ácido clorídrico Cloro	1.000 300 100 1.000 50 10	Um quarto facial, semifacial, facial inteira ou conjunto bucal
Classe 2 Cartucho médio	Vapor orgânico <sup>(b)</sup> Amônia Gases ácidos <sup>(b)</sup>	5.000 5.000 5.000	Facial inteira
Classe 3 Cartucho grande	Vapor orgânico <sup>(b)</sup> Amônia Gases ácidos <sup>(b)</sup>	10.000 10.000 10.000	Facial inteira

Adaptado da ABNT/NBR 13696/2010.

### Observações sobre o Quadro 2:

(a) a máxima concentração de uso de um respirador em situação rotineira que incorpore filtro químico, para um dado gás ou vapor, deve ser:

- menor que o valor IPVS;
- menor que o valor indicado neste Quadro para o referido gás ou vapor;
- menor que o produto FPA do respirador purificador utilizado x limite de exposição.

Dos três valores obtidos, o que for menor.

(b) não usar contra vapores orgânicos ou gases ácidos com fracas propriedades de alerta, ou que geram alto calor de reação com o conteúdo do cartucho.

(c) para alguns gases ácidos e vapores orgânicos, esta concentração máxima de uso é mais baixa.

(d)  $1 \text{ mL/m}^3 = 1 \text{ ppm}$

## 5.2 Seleção de respiradores para uso em atmosferas IPVS, espaços confinados ou atmosferas com pressão reduzida

### 5.2.1 Atmosfera IPVS

Um local é considerado IPVS quando:

- a) o contaminante presente ou a sua concentração é desconhecida; ou
- b) a concentração do contaminante é maior que a concentração IPVS; ou
- c) é um espaço confinado com teor de oxigênio menor que o normal (20,9% em volume ao nível do mar ou  $ppO_2 = 159$  mmHg), a menos que a causa da redução do teor de oxigênio seja devidamente monitorada e controlada; ou
- d) é um espaço confinado não avaliado; ou
- e) o teor de oxigênio é menor que 12,5% ao nível do mar ( $ppO_2$  menor que 95 mmHg); ou
- f) para um indivíduo aclimatado ao nível do mar, a pressão atmosférica do local é menor que 450 mmHg (equivalente a 4.240 m de altitude) ou qualquer combinação de redução na porcentagem de oxigênio ou redução na pressão que leve a uma pressão parcial de oxigênio menor que 95 mmHg.

#### 5.2.1.1 Respiradores para uso em condições IPVS na pressão atmosférica normal

Os respiradores que devem ser usados em condições IPVS provocadas pela presença de contaminantes tóxicos ou pela redução do teor de oxigênio, como descrito nas condições em 5.2.1, são a máscara autônoma de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira, ou o respirador de linha de ar comprimido de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira, combinado com cilindro auxiliar para fuga. Enquanto o trabalhador estiver no ambiente IPVS, uma pessoa, no mínimo, deve estar de prontidão em um local seguro, com o equipamento adequado, pronto para entrar e efetuar o resgate se for necessário. Deve ser mantida comunicação contínua (visual, voz, telefone, rádio ou outro sinal conveniente) entre o trabalhador que entrou na atmosfera IPVS e o que está de prontidão. Enquanto permanecer na área IPVS, o usuário deve estar com cinturão de segurança e cabo (linha de vida) que permitam a sua remoção em caso de necessidade. Podem ser usados também outros recursos no lugar do cinturão e do cabo para resgate, desde que equivalentes.

## 5.2.2 Respiradores para uso em espaços confinados

Espaço confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua que possua meios limitados de entrada e saída e cuja ventilação existente seja insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio. Geralmente é um espaço fechado, como uma câmara, tanque, silo, poço, galeria de esgoto, uma pequena sala com acesso limitado e com troca de ar inadequada. O espaço confinado não precisa ser necessariamente fechado em todos os lados. Nele, pode-se criar perigo à vida por causa:

- a) de liberação súbita de substâncias perigosas em altas concentrações;
- b) de ocorrência de deficiência de oxigênio por causa do aumento da concentração de gases asfixiantes ou não;
- c) pelo simples ato de respirar das pessoas presentes.

Os trabalhos em espaços confinados devem obedecer à Norma Regulamentadora (NR) 33.

A porcentagem de oxigênio em um espaço confinado pode aumentar perigosamente em operações como as que utilizam maçaricos do tipo oxi-gás, com risco de explosão.

Os espaços confinados são a causa de numerosas mortes e de sérias lesões. Qualquer espaço confinado com menos que 20,9% de oxigênio, portanto, deve ser considerado IPVS, a menos que a causa da redução do teor de oxigênio seja conhecida e controlada. Esta restrição é imposta porque qualquer redução do teor de oxigênio é, no mínimo, uma prova de que o local não é adequadamente ventilado.

Pode ser permitida a entrada sem o uso de respiradores em espaço confinado que contenha de 19,5% ( $ppO_2 = 148$  mmHg) até 20,9% ( $ppO_2 = 159$  mmHg) em volume de oxigênio ao nível do mar e que não contenha contaminantes tóxicos acima do limite de exposição somente quando:

- a) forem tomadas as precauções detalhadas na NR33;
- b) for conhecida e entendida a causa da redução do teor de oxigênio;
- c) se tem certeza de que não existem áreas mal ventiladas nas quais o teor de oxigênio possa estar abaixo da referida faixa.

Não se conhecendo a causa do baixo teor de oxigênio, ou se ela não for controlada, a atmosfera do espaço confinado deve ser considerada IPVS e somente deverá ser utilizada a máscara autônoma de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira ou um respirador de linha de ar comprimido

de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira combinado com cilindro auxiliar para fuga.

Se a atmosfera em espaços confinados for controlada, a seleção dos respiradores deve ser realizada conforme o item 5.1.

### **5.2.3 Respiradores para uso em pressão atmosférica reduzida**

Como o parâmetro responsável pelo transporte de oxigênio dos pulmões para o sangue é a pressão parcial de oxigênio ( $ppO_2$ ), deve-se considerar esta grandeza física e a aclimatação do trabalhador para definir se uma dada condição de deficiência de oxigênio é perigosa ou não ao trabalhador e não somente a porcentagem de oxigênio.

O Quadro 3 mostra que, mesmo mantendo a concentração de oxigênio no ar em 20,9%, quando a pressão atmosférica é reduzida, a  $ppO_2$  pode atingir valores muito baixos, levando o trabalhador a uma condição de asfixia. Por isso, quando são realizados trabalhos em pressão atmosférica reduzida, deve-se exprimir a concentração de oxigênio em termos de pressão parcial de oxigênio e não em porcentagem em volume. A seleção do respirador adequado para pessoas aclimatadas ao nível do mar deve ser realizada conforme o Quadro 3.

#### **5.2.3.1 Deficiência de oxigênio IPVS envolvendo pressão atmosférica reduzida**

Quando a pressão parcial de oxigênio de um dado ambiente é igual ou menor que 95 mmHg, a situação deve ser considerada IPVS. Essa condição de deficiência de oxigênio pode ser causada pela redução do teor de oxigênio abaixo de 20,9%, pela redução da pressão atmosférica até 450 mmHg (equivalente a uma altitude de 4240 m) ou pela combinação da diminuição da porcentagem de oxigênio e da pressão atmosférica. O Quadro 3 indica, na última coluna, as condições nas quais deve ser usada, por pessoa aclimatada ao nível do mar, a máscara autônoma de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira ou respirador de linha de ar comprimido, de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira, combinado com cilindro auxiliar para fuga.

**Quadro 3** Efeitos combinados: altitude e porcentagem de oxigênio.  
Respiradores recomendados

Altitude (m)	Pressão (mmHg)	Oxigênio no ambiente (%)	ppO <sub>2</sub> (mmHg)	Teor de oxigênio em que é exigido o uso de respirador de adução de ar <sup>(a)</sup>		Teor de oxigênio abaixo do qual é exigida máscara autônoma <sup>(b)</sup> ou respirador de linha de ar <sup>(b)</sup> com cilindro auxiliar	
				O <sub>2</sub> (%)	ppO <sub>2</sub> (mmHg)	O <sub>2</sub> (%)	ppO <sub>2</sub> (mmHg)
Nível do mar	760	20,9	159	16 <sup>(c)</sup>	122 <sup>(c)</sup>	12,5	95 <sup>(d)</sup>
757	694	20,9	145	17,5	122	13,7	95
1.500	632	20,9	133	19,3	122	15	95
2.270	575	20,9	121	< 20,9 <sup>(e)</sup>	-	16,5	95
3.030	523	20,9	110	< 20,9 <sup>(e)</sup>	-	18,2	95
3.287	474	20,9	99	(e)	-	< 20,9 <sup>(e)</sup>	-
4.240	450	20,9	94	(e)	-	< 20,9 <sup>(e)</sup>	-

Observações sobre o Quadro 3:

- (a) Ver definições no Anexo 1.
- (b) De demanda com pressão positiva e peça facial inteira.
- (c) Um ambiente (não confinado) deve ser considerado como deficiente de oxigênio quando a concentração deste gás é menor que 18% (ppO<sub>2</sub> menor que 137 mmHg). Os respiradores purificadores de ar somente devem ser usados quando a concentração de oxigênio no ambiente estiver acima deste valor. Abaixo deste valor, devem ser utilizados os respiradores de adução de ar. A NR 33 estabelece para um espaço confinado o valor de 19,5% (ppO<sub>2</sub> = 148 mmHg) no lugar dos 18%. Abaixo deste valor, desde que não IPVS, devem ser utilizados os respiradores de adução de ar.
- (d) A ppO<sub>2</sub> = 95 mmHg, que dita a necessidade de máscara autônoma de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira, ou respirador de linha de ar combinado com cilindro auxiliar, exige que o usuário seja saudável. Deve ser levada em consideração qualquer condição clínica que afete desfavoravelmente a tolerância individual à redução do teor de O<sub>2</sub>. Para esses indivíduos, é maior a ppO<sub>2</sub> a partir da qual é necessário o uso dos respiradores indicados. Esta é uma decisão médica. Mais informações sobre o uso de respiradores em atmosferas com deficiência de oxigênio, consultar o Anexo 6.

- (e) Observe que em 3.030 m e acima desta altitude, qualquer respirador de adução de ar que forneça ar com 20,9% de oxigênio não consegue atingir a  $ppO_2$  de 122 mmHg e assim evitar os sintomas: aumento da frequência respiratória e do batimento cardíaco, diminuição da atenção e do raciocínio e redução da coordenação motora (ver Anexo 6). Portanto, nestes casos, deve-se escolher um respirador do tipo de adução de ar que forneça oxigênio enriquecido ou máscara autônoma de circuito fechado. A 3.030 m de altitude, por exemplo, deve-se usar ar com no mínimo 23% de  $O_2$  e a 4.240 m o ar deve conter 27% de  $O_2$  ( $ppO_2 = 122$  mmHg). Lembrar que o uso de respirador com ar enriquecido aumenta o risco de autoignição de materiais combustíveis presentes e que o Quadro 4 limita o teor de oxigênio em 23,5%.

### 5.2.3.2 Deficiência de oxigênio não IPVS envolvendo pressão atmosférica reduzida

Um ambiente aberto com pressão parcial de oxigênio entre 95 e 137 mmHg deve ser considerado atmosfera com deficiência de oxigênio não IPVS. Esse ambiente pode afetar de modo adverso pessoas com baixa tolerância a níveis reduzidos de oxigênio ou pessoas não aclimatadas desempenhando tarefas que requeiram grande acuidade mental ou tarefas muito pesadas. Nestas condições, com a finalidade de atenuar esses efeitos, devem-se usar respiradores de adução de ar, conforme indicado na penúltima coluna do Quadro 3.

Deve ser levada em consideração qualquer condição médica adversa que afete a tolerância de um indivíduo a níveis reduzidos de oxigênio. Para esses indivíduos, pode ser recomendável o uso de respiradores de adução de ar a partir de pressão parcial de oxigênio mais elevada que o valor indicado (137 mmHg). Esta decisão deve ser tomada durante o exame médico que antecede a atribuição da tarefa.

Se contaminantes estiverem presentes no ambiente deficiente de oxigênio, o respirador de adução de ar deve ser selecionado de acordo com o item 5.1.

## 5.3 Respiradores para operação de jateamento

Para operações de jateamento, devem-se selecionar respiradores especificamente aprovados para este fim devido à resistência à abrasão. O jateamento em espaços confinados pode gerar níveis de contaminação que ultrapassam a capacidade de qualquer respirador, exigindo a adoção de outras

medidas de controle de modo a diminuir o FPMR abaixo do FPA para aquele respirador. Deve-se estar atento à obrigatoriedade do uso de ar comprimido de qualidade respirável com monitoramento contínuo de monóxido de carbono (ver item 11).

## **5.4 Respiradores para fuga, emergência e resgate**

Para escape de atmosferas IPVS, onde os contaminantes tenham sido identificados e a sua concentração tenha sido antecipadamente prevista, pode-se usar um respirador de adução de ar com FPA adequado. Um respirador do tipo purificador de ar também pode ser usado, desde que a concentração do contaminante seja inferior à MCU do filtro, o FPA do respirador seja adequado e se tenha a certeza de que o filtro não vá saturar durante a fuga.

Quando a atmosfera é considerada IPVS porque as condições são desconhecidas, somente devem ser usados os respiradores de adução de ar indicados para a situação IPVS (a máscara autônoma de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira ou um respirador de linha de ar comprimido de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira, combinado com cilindro auxiliar para fuga). Existem respiradores especificamente aprovados para fuga.

# 6

## Avaliação das condições físicas e psicológicas do candidato ao uso/ usuário de respirador

### 6.1 Requisitos físicos

Cabe ao médico responsável pelo Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) determinar se uma pessoa tem ou não condições de saúde para usar um respirador. O conteúdo e a frequência desse exame médico estão especificados no Anexo 8. Com a finalidade de auxiliar o médico na sua avaliação, o administrador do programa deve informá-lo sobre:

- a) os tipos de respiradores para uso rotineiro e de emergência que o trabalhador deverá utilizar;
- b) as atividades típicas no trabalho, as condições ambientais, a frequência e a duração da(s) atividade(s) que exige(m) o uso do respirador;
- c) as substâncias para as quais o respirador deve ser usado, incluindo a exposição provável a uma atmosfera com deficiência de oxigênio.

Dependendo do tipo de respirador, o exame médico deve incluir a avaliação da função pulmonar, do sistema musculoesquelético, os problemas cardiovasculares e outros. Se há um histórico cardíaco ou de doença pulmonar severa, isso deve ser considerado pelo profissional da saúde como uma limitação potencial ao uso do respirador.

A condição física diária do usuário também é importante e ele não deve utilizar o respirador se não se sentir em condição de saúde suficiente para isso.

Na avaliação médica do candidato ao uso/usuário do respirador também devem ser considerados:

- a) o peso do respirador, especialmente quando deve ser usado por tempo prolongado;
- b) o uso de lentes de contato (deve constar do prontuário médico);
- c) o uso simultâneo de outros EPIs e/ou ferramentas pesadas, que aumentam o peso total;
- d) a irritação da pele provocada pela sensibilidade dérmica devida ao contato direto de materiais do respirador com a pele;
- e) se o candidato ao uso/usuário percebe ou não a presença dos prováveis agentes contaminantes no ambiente do trabalho.

Se um usuário não se adaptar a um determinado tipo de respirador, deverá ser escolhido outro tipo que ofereça a mesma proteção e seja adequado sob todos os demais aspectos.

## **6.2 Requisitos psicológicos**

Alguns candidatos/usuários poderão estar inaptos a usar um respirador em virtude de razões psicológicas, como claustrofobia ou sensação de isolamento, ou por problemas neurológicos, tais como epilepsia, ataxia e tremores. Algumas vezes as restrições podem ser superadas com treinamento e aclimação. Estes aspectos são tão importantes quanto os aspectos físicos no uso de respiradores.

## **6.3 Registros**

O administrador do programa deve guardar documentação sobre a capacidade do candidato ao uso/usuário para utilizar o respirador selecionado. As informações sobre a saúde do trabalhador são confidenciais.

# 7

## Treinamento

### 7.1 Introdução

Com a finalidade de garantir o sucesso no uso dos respiradores, os usuários, o supervisor, a pessoa que distribui o respirador, o condutor do ensaio de vedação, o administrador do programa e as equipes de emergência e salvamento devem receber treinamento adequado e reciclagem periódica. O treinamento deve ser realizado por um profissional com experiência e treinamento apropriados. O conteúdo e a frequência do treinamento devem ser compatíveis com a complexidade do respirador e com a extensão dos riscos à vida/saúde a que o usuário está exposto.

### 7.2 Conteúdo mínimo

#### 7.2.1 *Treinamento para usuários*

Para garantir o uso correto do respirador adequado, todo usuário deve receber treinamento que inclua, no mínimo, os seguintes itens, quando aplicável:

- as medidas de controle coletivo e administrativo adotadas e a necessidade do uso de respiradores para proporcionar a proteção adequada;
- o motivo de ter sido escolhido aquele tipo de respirador contra aquele risco respiratório;
- os perigos, os riscos e as consequências da não utilização do respirador de modo correto;
- o funcionamento, as características e as limitações do respirador selecionado, incluindo a vida útil dos filtros e os respiradores utilizados em situações de emergência;

- realização de exercícios práticos referentes à colocação e ao uso dos respiradores, à verificação da vedação na colocação, bem como explicações acerca da necessidade do ensaio de vedação;
- as consequências da omissão do uso;
- a influência da vedação no FPA;
- realização de exercícios práticos com o objetivo de familiarizar o usuário com a inspeção, a manutenção, a higienização e a guarda dos respiradores;
- os procedimentos a serem obedecidos em caso de emergência e o uso de respiradores em situação de fuga;
- as normas e os regulamentos sobre o uso de respiradores;
- a necessidade de informar ao supervisor qualquer problema que tenha ocorrido consigo ou com seus colegas de trabalho devido ao uso do respirador.

### ***7.2.2 Treinamento para supervisor e profissionais de segurança***

O profissional que tem a responsabilidade de acompanhar a realização do trabalho de uma ou mais pessoas usuárias de respirador deve receber treinamento adequado que inclua, no mínimo, os seguintes temas:

- conhecimentos básicos sobre práticas de proteção respiratória;
- regulamentos e legislação relativos à seleção e ao uso dos respiradores;
- critérios para a seleção dos respiradores usados pelas pessoas que estão sob sua supervisão;
- treinamento de usuários de respiradores;
- verificação de vedação, ensaio de vedação e distribuição dos respiradores;
- as consequências da omissão do uso;
- a influência da vedação no FPA;
- inspeção dos respiradores;
- uso e monitoramento do uso de respiradores;
- manutenção, descarte, higienização e guarda dos respiradores;

- natureza e extensão dos riscos respiratórios a que as pessoas que estão sob sua supervisão poderão ficar expostas com a omissão do uso do respirador;
- reconhecimento e resolução dos problemas decorrentes do uso de respiradores.

### ***7.2.3 Treinamento para a pessoa que distribui o respirador***

A pessoa indicada para distribuir os respiradores deve receber treinamento a fim de garantir que o trabalhador receba o respirador adequado para a tarefa, conforme definido nos procedimentos operacionais escritos.

### ***7.2.4 Treinamento para o condutor do ensaio de vedação***

O condutor do ensaio deve receber treinamento dos seguintes itens, quando aplicável:

- seleção do respirador adequado à exposição e ao usuário;
- inspeção dos respiradores e habilidade para identificar aqueles com manutenção precária;
- habilidade para colocar corretamente a cobertura das vias respiratórias no rosto e realizar a verificação de vedação;
- habilidade para reconhecer um respirador com vedação precária;
- propósito e aplicabilidade dos ensaios de vedação, as diferenças entre eles e o uso correto dos métodos qualitativos e quantitativos;
- finalidade dos exercícios do protocolo;
- preparação das peças faciais que serão ensaiadas;
- realização da checagem das peças faciais e do equipamento de ensaio;
- capacidade e limitações do equipamento de teste;
- condução correta do ensaio seguindo o método escolhido;
- problemas que podem surgir durante a realização do teste e como preveni-los e corrigi-los;
- interpretação dos resultados do ensaio;
- informações que devem ser registradas.

### **7.2.5 *Treinamento para fuga, emergência e salvamento***

Equipes de emergência, como brigadas de incêndio e salvamento, devem ser criadas pelo empregador e treinadas quanto ao uso de respiradores. Deve ser estabelecido um programa conveniente de treinamento que inclua a simulação da(s) emergência(s) para assegurar a eficiência e a familiaridade com o uso de respiradores pelos membros da equipe.

Em áreas em que possam ocorrer situações de emergência devidas a riscos potenciais, os usuários de respirador de fuga deverão ser treinados quanto ao seu uso. As pessoas que não realizam tarefas nessas áreas, ou os visitantes, devem receber instruções breves sobre o seu uso, inclusive quanto à verificação de vedação. Para estas pessoas, não são obrigatórios o treinamento detalhado, a realização de ensaio de vedação e o exame médico requeridos para os usuários.

### **7.2.6 *Treinamento para o administrador***

O programa de treinamento para o administrador do PPR deve incluir os temas especificados nos itens 7.2.1 a 7.2.5, porém em um nível mais elevado.

## **7.3 *Frequência***

Todo usuário deve receber treinamento inicial, que deverá se repetir, no mínimo, a cada 12 meses.

## **7.4 *Registros***

O administrador do programa deve guardar registros de treinamento de cada usuário, nos quais constem: nome e assinatura do usuário; nome do instrutor; data; local; tipo e conteúdo do treinamento recebido; tipo(s) de respirador(es) para o(s) qual(is) o treinamento foi direcionado; e o resultado da avaliação (se realizada).

# 8

## Ensaio de vedação

### 8.1 Introdução

A avaliação da vedação adequada de um respirador no rosto de cada usuário é parte essencial de um PPR.

Todo usuário de respirador com vedação facial deve ser submetido a um ensaio de vedação para determinar se o respirador selecionado se ajusta bem ao seu rosto. Os sem vedação facial não são submetidos a este ensaio.

As coberturas das vias respiratórias com vedação facial (peça um quarto facial, peça semifacial filtrante, peça semifacial, peça facial inteira e capuz com peça semifacial em seu interior) somente proporcionarão proteção adequada se vedarem de modo satisfatório a face do usuário, isto é, se forem aprovadas nos ensaios de vedação.

É importante que o ensaio de vedação seja realizado antes do primeiro uso do respirador e seja conduzido por pessoa competente e experiente, com conhecimentos de proteção respiratória. O condutor do ensaio não pode ser apenas um operador do equipamento indicado no protocolo.

O resultado do ensaio de vedação deve ser usado, entre outros parâmetros, na seleção de tipo, modelo e tamanho de respirador para cada usuário.

### 8.2 Ensaios de vedação permitidos

Os ensaios de vedação podem ser quali ou quantitativos. Os qualitativos somente são indicados para as peças um quarto facial, semifacial e semifacial filtrante. Os ensaios quantitativos se aplicam a todas as peças mencionadas anteriormente e também à peça facial inteira e ao capuz com peça semifacial em seu interior. Se não for possível realizar o ensaio de vedação quantitativo em respiradores com peça facial inteira por ausência do equipamento

necessário, o ensaio de vedação qualitativo é aceitável. Neste caso, porém, o respirador com peça facial inteira somente poderá ser utilizado quando o FPMR for menor que 10.

O ensaio de vedação qualitativo é feito em uma sala, fora da área de risco, onde o condutor do ensaio dispersa um agente químico no ar, ao redor do rosto do usuário, e observa as suas respostas enquanto realiza exercícios padronizados, conforme protocolo descrito no Anexo 11. O respirador que vai ser ensaiado deve estar com filtro que retenha o agente de teste, de modo que, se o usuário detectar cheiro ou sabor enquanto realiza os exercícios, é porque a peça facial não está vedando suficientemente e deve ser procurado outro tamanho, modelo ou formato de respirador. Para a realização deste ensaio, são aceitos quatro agentes de teste: sacarina, bitrex (benzoato de denatonium), acetato de isoamila (óleo de banana – vapor orgânico com cheiro de banana) e “fumaça” irritante (cloreto estânico).

*Nota:* O método de “fumaça” irritante deve ser evitado devido aos danos à saúde que podem ocorrer no caso de uma sobre-exposição.

Nos métodos quantitativos, o vazamento de ar entre a peça facial e o rosto é quantificado, não importando a resposta subjetiva do usuário. Os métodos aceitos são aqueles que utilizam: a) instrumento para a medida da concentração da substância empregada no ensaio (por exemplo, aerossol de cloreto de sódio, de óleo de milho ou de outras substâncias); b) contador de núcleos de condensação de aerossóis do próprio ambiente (CNC) – por exemplo, o PortaCount – dentro e fora do respirador; c) instrumento para o controle de outra grandeza, como, por exemplo, da pressão negativa (CNP) dentro da peça facial (por exemplo, o instrumento *Dynatech Nevada Fit Tester 3000*).

Os procedimentos dos métodos de ensaio de vedação quali e quantitativos estão descritos no Anexo 11.

### **8.3 Requisitos de um ensaio de vedação**

Antes da realização do ensaio de vedação, o usuário deve ser treinado quanto ao modo correto de colocar o respirador, bem como ser instruído quanto à finalidade do ensaio e dos procedimentos que serão realizados. O modo correto de colocar o respirador deve incluir a verificação de vedação (ver Anexo 10), que consiste em um ensaio rápido feito pelo próprio usuário para verificar se o respirador se adapta bem ao seu rosto ou se, após aprovado no ensaio, ele está colocado corretamente. Esta verificação deve ser realizada antes do ensaio de vedação e também antes do usuário entrar na área de

risco ou após reajustar o respirador em seu rosto e não substitui o ensaio de vedação.

O ensaio não deve ser realizado em candidatos ao uso de respiradores portadores de pelos faciais presentes na zona de vedação entre a peça facial e a pele.

Todos os respiradores com vedação facial, independentemente do modo de operação (demanda, fluxo contínuo, pressão positiva etc.), inclusive as máscaras autônomas, devem ser testados no modo pressão negativa. Isto pode ser conseguido convertendo temporariamente o respirador de pressão positiva em um de pressão negativa, seja pelo uso de filtro apropriado ou pelo uso de um respirador purificador de ar sem pressão positiva com cobertura das vias respiratórias idêntica. Nos respiradores do tipo sem vedação facial não são realizados ensaios de vedação.

Os respiradores com vedação facial para fuga ou emergência também devem ser submetidos ao ensaio de vedação.

O ensaio de vedação deve ser realizado com a pessoa equipada com todos os EPIs usados durante a realização do seu trabalho e que possam interferir na vedação: óculos, protetor facial, máscara de solda etc. O respirador deve ser ensaiado com o filtro químico da mesma classe (se aplicável), que será usado na realização da tarefa, junto com um filtro para partículas (se aplicável) definido no procedimento do ensaio de vedação adotado.

Os respiradores utilizados por mais de uma pessoa nos ensaios de vedação devem ser limpos e higienizados antes de serem usados por pessoas diferentes, de acordo com as indicações do item 10 e Anexo 12.

### ***8.3.1 Critério de aceitação para um respirador com pressão negativa***

Quando o ensaio de vedação utilizado for qualitativo, somente devem ser considerados aprovados os respiradores nos quais o usuário não detectou o agente de teste durante a realização dos exercícios especificados.

Se o ensaio de vedação utilizado for quantitativo, o valor do fator global de vedação para os respiradores de pressão negativa com peça um quarto facial e semifacial reutilizáveis e peça semifacial filtrante, que se pretende fornecer ao usuário, deve ser, no mínimo, 100 e, para os com peça facial inteira, 1.000.

Os ensaios qualitativos são capazes de garantir um fator global de vedação de 100. Quando para um respirador for exigido um fator global de

vedação maior que 100, como é o caso dos respiradores com peça facial inteira, devem ser utilizados os métodos quantitativos.

### **8.3.2 Critério de aceitação para um respirador com pressão positiva**

O ensaio de vedação dos respiradores com pressão positiva tem por finalidade detectar vazamentos porventura existentes que possam diminuir o nível de proteção desses respiradores e também, no caso das máscaras autônomas, diminuir a sua autonomia.

O ensaio de vedação dos respiradores de adução de ar com pressão positiva e dos purificadores de ar motorizados, ambos com peça semifacial reutilizável, pode ser feito pelos métodos qualitativos ou quantitativos, mas deve ser sempre realizado operando o respirador no modo “pressão negativa”. Os respiradores com peça facial inteira devem ser submetidos ao ensaio quantitativo, operando o respirador no modo “pressão negativa”.

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

Quando o ensaio de vedação adotado for quantitativo, a peça facial modificada ou substituída, como descrito no parágrafo anterior, deve permitir a colocação de uma sonda dentro dela, na zona respiratória, entre o nariz e a boca. Para a colocação temporária da sonda, pode ser usado também um adaptador. A sonda e o adaptador geralmente são fornecidos pelo fabricante do equipamento de teste.

Qualquer modificação na peça facial do respirador com a finalidade de permitir a realização do 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.

Quando a cobertura das vias respiratórias com vedação facial de um respirador de pressão positiva for modificada (por exemplo, retirada a traqueia e 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 deslocamento significativo do seu centro de gravidade;

- a peça facial modificada deverá ser testada preliminarmente na cabeça de manequim ou equivalente para verificar vazamentos;
- a peça facial modificada somente deverá ser usada durante a realização do ensaio de vedação.

O fator global de vedação mínimo aceitável para os respiradores de pressão positiva com peça semifacial é 100 e, para os com peça facial inteira e capuz com peça semifacial em seu interior, é 1.000.

## **8.4 Considerações sobre os ensaios de vedação**

### **8.4.1 Capacitação dos usuários de respirador**

O candidato ao uso do respirador deve ser previamente treinado, mostrando, no ensaio de vedação, competência em inspecionar, colocar e ajustar o respirador, assim como em realizar a verificação de vedação. O condutor do ensaio pode orientar e alertar o usuário quanto a não conformidades durante estas etapas, mas não intervir diretamente na colocação e no ajuste do respirador na face do usuário.

### **8.4.2 Número de respiradores**

É praticamente impossível que um só tamanho e modelo de respirador se adapte bem a todos os tipos e tamanhos de faces de um grupo de pessoas. É aconselhável ter à disposição um número apropriado de tamanhos e modelos para que seja escolhido o mais adequado para cada pessoa.

Se o candidato tiver que usar mais de um tipo de respirador com vedação facial, o ensaio de vedação deverá ser feito com cada um deles.

### **8.4.3 Aceitação pelo usuário**

O conforto do usuário é um fator importante na aceitação de um respirador. Outros fatores que influem na aceitação são: resistência à respiração, interferência no campo visual, dificuldade de comunicação e peso do respirador. A aceitação de um dado modelo de respirador pelo usuário deve ser levada em conta na seleção do respirador, uma vez que isso pode influir no uso correto, evitando a ocorrência de omissão de uso. Se o ensaio de vedação mostrar que a vedação é satisfatória com dois ou mais modelos de respirador, a escolha final deve ser do usuário.

#### **8.4.4 Problemas de vedação e soluções alternativas**

Pode ser difícil alcançar uma vedação aceitável de um respirador com vedação facial no rosto de uma pessoa com características faciais que prejudiquem a sua selagem, tais como: cicatriz, ossos da face excessivamente protuberantes, fronte côncava, rugas profundas na face, ausência de dentes ou uso de dentadura.

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 FPA apropriado para o risco previsto;
- transferir a pessoa para outra atividade que não exija o uso de respirador.

#### **8.4.5 Competência do condutor do ensaio de vedação**

O ensaio de vedação deve ser conduzido por pessoa competente que tenha conhecimento adequado e recebido instruções e treinamentos conforme o item 7.2.4.

### **8.5 Frequência**

O ensaio de vedação deve ser realizado para cada usuário de respirador com vedação facial, no mínimo, uma vez a cada 12 meses e deve ser repetido toda vez que o usuário apresentar uma alteração de condição que possa interferir na vedação, como, por exemplo, alteração de 10% ou mais da massa corpórea, aparecimento de cicatriz na área de vedação, alteração na arcada dentária (perda de dente, próteses etc.), cirurgia reconstrutiva etc.

### **8.6 Registros**

Os registros escritos dos ensaios de vedação devem conter, no mínimo, as seguintes informações:

- identificação da empresa;
- data do ensaio;
- nome e assinatura do usuário;

- nome do condutor do ensaio;
- ensaios de vedação adotados pela empresa e indicação do método utilizado no ensaio, incluindo o critério de aprovação/reprovação;
- equipamento e instrumentação usados para a realização do ensaio;
- calibração, manutenção e reparos dos equipamentos e instrumentos usados, quando aplicável;
- identificação completa do respirador ensaiado (modelo, tamanho, fabricante, material);
- resultado do ensaio de vedação (aprovado/reprovado), incluindo o fator de vedação obtido (quando o ensaio é quantitativo);
- ações corretivas no caso do ensaio de vedação ter falhado;
- características individuais que interferem na vedação (uso de óculos, dentadura, cicatrizes, verrugas etc.).

# 9

## Uso

### 9.1 Verificações preliminares

Os respiradores somente devem ser utilizados sem qualquer modificação e de acordo com as instruções do fabricante. Os usuários devem fazer a inspeção preliminar no respirador antes do uso, seguindo as instruções recebidas no treinamento e fornecidas pelo fabricante.

A inspeção preliminar inclui (quando aplicável):

- a) a confirmação da integridade do respirador (estado dos tirantes, das válvulas, da superfície de selagem no rosto, guarnições etc.);
- b) a confirmação de que os filtros são do tipo e da classe selecionados, se estão fixados corretamente, se estão em bom estado e se estão dentro do prazo de validade e da vida útil no caso dos respiradores purificadores de ar;
- c) a confirmação de que a pressão e a vazão de operação estão corretas nos respiradores de adução de ar;
- d) no caso dos respiradores com vedação facial, a confirmação de que a selagem no rosto é aceitável pela realização da verificação de vedação pelo teste de pressão positiva ou negativa (ver Anexo 10);
- e) a confirmação de que a vazão de operação dos respiradores purificadores de ar motorizados é maior ou igual à vazão mínima especificada no manual de operação e se as outras condições estabelecidas pelo fabricante estão sendo atendidas.

O respirador somente deve ser utilizado se todas as verificações realizadas antes do uso forem satisfatórias.

## **9.2 Troca de filtros**

Os filtros para partículas ou químicos devem ser substituídos de acordo com a frequência definida pelo administrador do programa ou quando o indicador do fim de vida útil do filtro alertar. Os filtros usados aos pares devem ser substituídos ao mesmo tempo. Os filtros repostos devem ser do mesmo tipo e classe que os previstos na seleção do respirador.

A percepção das propriedades de alerta pelo usuário não deve ser tomada como critério principal para definir a frequência de troca dos filtros. O administrador do programa deve ser informado caso alguns trabalhadores detectem odor ou sinais de irritação antes do tempo de troca definido para que sejam reavaliados o tempo de troca, a concentração de exposição, a umidade relativa, a taxa de trabalho etc. (ver itens 2.1.2 e 3.2 do Anexo 7).

## **9.3 Conhecimentos do usuário sobre proteção respiratória**

O usuário deve conhecer os riscos respiratórios a que está exposto, o motivo do uso do respirador, o significado do fator de proteção atribuído, a importância da vedação adequada do respirador na face, as consequências da omissão de seu uso, a necessidade da sua manutenção correta e deve ser capaz de identificar quando o respirador não está mais proporcionando o nível de proteção previsto.

## **9.4 Percepção dos contaminantes**

O usuário deve deixar imediatamente a área contaminada quando perceber sinais de que o respirador não está funcionando bem, tais como sentir sabor, cheiro ou irritação provocada pelos agentes químicos presentes no ambiente de trabalho.

## **9.5 Aumento da resistência à respiração ou redução da vazão de ar**

O usuário deve abandonar a área contaminada e adotar as ações corretivas indicadas no treinamento quando perceber dificuldade para respirar em função do entupimento do filtro ou do mau funcionamento do respirador.

## **9.6 Embaçamento do visor**

O embaçamento do visor pode indicar redução da vazão em alguns tipos de respiradores. Se esta ocorrência não estiver prevista na operação normal do respirador, o usuário deve abandonar a área contaminada e adotar as ações corretivas indicadas no treinamento.

## **9.7 Dispositivo de alarme**

O usuário deve abandonar a área contaminada e adotar as ações corretivas indicadas no treinamento quando o dispositivo de alarme do respirador (se existente) avisar.

## **9.8 Danos no respirador**

O usuário deve abandonar a área perigosa quando detectar danos no respirador.

# 10

## Limpeza, higienização, inspeção, manutenção, descarte e guarda de respiradores

### 10.1 Introdução

O PPR da empresa deve incluir, se aplicável, procedimentos escritos sobre:

- a) descontaminação dos respiradores;
- b) limpeza e higienização;
- c) inspeção;
- d) manutenção de rotina e reparos;
- e) descarte;
- f) guarda e estocagem.

Os pormenores desses procedimentos dependem da complexidade do respirador em uso. Devem ser preparados por pessoa competente, de acordo com as instruções do fabricante e as exigências legais. Informações mais detalhadas estão no Anexo 12.

### 10.2 Registros

O administrador do PPR deve manter registro para os respiradores de emergência e resgate. Deve incluir no mínimo a data, informações detalhadas da inspeção em componentes mais importantes, a manutenção realizada, a identificação do componente que sofreu reparo ou substituição e o nome do responsável pela manutenção.

# 11

## Qualidade do ar/gás respirável para respiradores de adução

### 11.1 Introdução

O ar/gás utilizado nos respiradores de adução de ar deve ser respirável e o sistema de suprimento deve ser capaz de supri-lo a todos os usuários, na quantidade e pressão requeridas durante o uso e no abandono da área.

A qualidade do ar/gás respirável deve ser verificada regularmente por pessoas competentes.

### 11.2 Qualidade do ar comprimido

A qualidade do ar comprimido gasoso respirável, utilizado nas máscaras autônomas e nos respiradores de linha de ar comprimido, deve satisfazer, no mínimo, aos requisitos indicados no Quadro 4.

**Quadro 4** Qualidade do ar respirável (de acordo com a norma ABNT NBR 12543)

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

Observações sobre o Quadro 4:

- (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) a umidade relativa do ar comprimido pode variar de acordo 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  $-45,6^{\circ}\text{C}$  ( $63\text{ ppm}$ ) ou estar  $5,6^{\circ}\text{C}$  abaixo da mínima temperatura esperada na sua utilização. Se for necessário especificar um limite para a umidade, ele deve ser expresso em termos da temperatura de orvalho ou concentração em ppm (v/v). O ponto de orvalho deve ser expresso em  $^{\circ}\text{C}$ , na pressão absoluta de  $101\text{ kPa}$  ( $760\text{ mmHg}$ ).
- (3) para ar sintético, quando o  $\text{O}_2$  e o  $\text{N}_2$  forem produzidos por liquefação de ar, este requisito não necessita de verificação.
- (4) não requerido para ar sintético quando o componente  $\text{N}_2$  for previamente analisado e satisfizer o *The United States Pharmacopeia/National Formulary* (USP-NF)<sup>1</sup>.
- (5) não requerido para ar sintético quando o componente  $\text{O}_2$  for produzido por liquefação do ar e satisfizer as especificações da *United States Pharmacopeia* (USP).
- (6) o ar pode ter um ligeiro odor, porém, se for pronunciado, é impróprio para consumo. Não existe procedimento para medir o odor. Ele é verificado cheirando-se o ar que escoar da linha 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.

*Nota:* Os sistemas que utilizam compressores de ar, lubrificados ou não, devem possuir monitoramento contínuo de monóxido de carbono e alarme.

Mais informações sobre ar comprimido podem ser encontradas no Anexo 13.

## 11.3 Registros

O administrador do programa deve guardar os registros das verificações da qualidade do ar/gás respirável e as medidas corretivas adotadas, se houver.

\* O USP-NF é um livro de padrões públicos farmacêuticos adotado nos Estados Unidos da América. Informações sobre aquisição podem ser obtidas em [www.usp.org](http://www.usp.org).

# 12

## Revisão do programa

### 12.1 Introdução

O programa, por mais abrangente que seja, terá pouco valor se não for mantido e executado conforme planejado. Além de ter o seu desenvolvimento acompanhado, ele deve ser avaliado anualmente para verificar se:

- a) os procedimentos contidos no programa atendem aos requisitos dos regulamentos legais vigentes aplicáveis;
- b) o que está sendo executado reflete os procedimentos operacionais escritos.

O administrador do programa deve providenciar sua revisão de modo a garantir que o PPR esteja sendo efetivamente executado e que as falhas ou deficiências detectadas durante a avaliação do programa sejam corrigidas. A situação encontrada durante a avaliação do PPR deve ser documentada, inclusive os planos de ação para correção das falhas observadas, bem como os prazos para sua correção.

Os elementos do programa devem ser reavaliados quando houver alterações nas condições do ambiente de trabalho ou das atividades desenvolvidas.

Para ser objetiva, a avaliação do PPR deve ser realizada por pessoa conhecedora do assunto, não ligada ao programa. A lista de pontos a serem verificados deve ser preparada e atualizada, quando necessário, e deve abranger:

- a) administração do programa;
- b) treinamento;
- c) avaliação médica;
- d) ensaios de vedação;
- e) monitoramento das exposições ocupacionais;

- f) seleção e distribuição do respirador;
- g) monitoramento do uso;
- h) manutenção, inspeção, limpeza e higienização dos respiradores;
- i) fontes e qualidade de ar/gás respirável;
- j) guarda dos respiradores;
- k) procedimentos para emergência;
- l) problemas especiais;
- m) ações e cronograma.

No Anexo 14 é apresentada uma sugestão de avaliação de um programa de proteção respiratória.

## **12.2 Registros**

O administrador do programa deve arquivar e guardar os registros da revisão do PPR.

# 13

## Arquivamento de registros

O administrador do programa deve guardar os registros dos tópicos do PPR para demonstrar sua implementação efetiva e também para uso durante a revisão do programa.

Esses registros devem ser mantidos por um período adequado, de acordo com a toxicidade e a latência das doenças associadas aos contaminantes existentes no local de trabalho e, ao menos, durante o período mínimo requerido pela legislação.

# Bibliografia

ABNT. **NBR ISO 16972**: equipamentos de proteção respiratória – termos, definições, símbolos gráficos e unidades de medida. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_. **NBR ISO 9809-1:2014 Versão corrigida: 2015**: Cilindros para gases — Cilindros de aço sem costura, recarregáveis, para gases — Projeto, construção e ensaios. Parte 1: Cilindros de aço temperado e revenido com resistência à tração inferior a 1 100 MPa. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_. **NBR 16357:2015**: Cilindro de aço, sem costura, para fabricação de extintores de incêndio portáteis e sobre rodas com carga de até 10kg de CO<sub>2</sub> - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_. **NBR 13698**: equipamento de proteção respiratória: peça semifacial filtrante para partículas. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_. **NBR 13696**: equipamento de proteção respiratória: filtros químicos e combinados. Rio de Janeiro, 2010a.

\_\_\_\_. **NBR 13697**: equipamento de proteção respiratória: filtros para partículas. Rio de Janeiro, 2010b.

\_\_\_\_. **NBR 12543**: equipamentos de proteção respiratória: terminologia. Rio de Janeiro, 1999a.

\_\_\_\_. **NBR 14372**: equipamentos de proteção respiratória: respirador de linha de ar comprimido para uso com peça facial inteira ou semifacial. Rio de Janeiro, 1999b.

\_\_\_\_. **NBR 13694**: equipamentos de proteção respiratória: peças semifacial e um quarto facial. Rio de Janeiro, 1996a.

\_\_\_\_. **NBR 13695**: equipamentos de proteção respiratória: peça facial inteira. Rio de Janeiro, 1996b.

\_\_\_\_\_. **NBR 13716:** equipamento de proteção respiratória: máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto. Rio de Janeiro, 1996c.

\_\_\_\_\_. **NBR 13243:** cilindros de aço para gases comprimidos: ensaio hidrostático pelo método de camisa d' água: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

ACGIH. **TLVs® e BEIs®:** baseados na documentação dos limites de exposição ocupacional (TLVs) para substâncias químicas e agentes físicos & índices biológicos de exposição (BEIs). Tradução ABHO. São Paulo: ABHO, 2014.

AIHA. **Odor thresholds for chemicals with established occupational health standards.** Fairfax, 1989.

ANSI. **ANSI/ASSE Z88.2/2015:** Practices for respiratory protection. Nova York: 2015.

ANSI. **ANSI/AIHA/ASSE Z88.6-2006:** Respiratory protection: respirator use: physical qualifications for personnel. New York, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Cartilha de proteção respiratória contra agentes biológicos para trabalhadores de saúde.** Brasília/DF: Anvisa, 2009.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Portaria 179**, de 18 de maio de 2010. Aprova a revisão dos requisitos de avaliação da conformidade de equipamentos elétricos para atmosferas explosivas, nas condições de gases e vapores inflamáveis e poeiras combustíveis e dá providências. Brasília/DF, 2010. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001559.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **NR 33:** segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR33.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **NR 32:** segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR32.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **NR 15:** atividades e operações insalubres. Brasília, DF, 1978a. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO15.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **NR 6:** equipamento de proteção individual: EPI. Brasília, DF, 1978b. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **NR 9:** programa de prevenção de riscos ambientais. Brasília, DF, 1978c. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-09atualizada2014III.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

BOLLINGER, N. J.; SCHUTZ, R. H. **NIOSH guide to industrial respiratory protection.** Cincinnati, NIOSH, 1987, p. 135-138. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/docs/87-116/pdfs/87-116.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

BROSSEAU, L. M.; MAY, M. G. Program surveillance and evaluation. In: COLTON, C. E.; BIRKNER, L. R.; BROSSEAU, L. M. **Respiratory protection: a manual and guideline.** 2nd ed. Akron: AIHA, 1991, p. 11-18.

COMPRESSED GAS ASSOCIATION. **ANSI CGA G 7.1/2011:** commodity specification for air. Arlington: ANSI, 2011.

DHI GROUP. **How to use DHI's translation tool.** Copenhagen, 2016. Disponível em: <<http://ghs.dhigroup.com/PagesGHS/TranslationTool.aspx>>. Acesso em: 11 abr.2016.

GARROD, A.N.I.; RAJAN-SITHAMPARANADARAJAH, R.; VAUGHAN, N. An Innovative Approach to Respiratory Hazard Control. **Journal of the International Society for Respiratory Protection**, Mona Vale/Australia, v. 21, p. 103-114, Fall/Winter, 2004.

HSE. **Respiratory protective equipment at work:** a practical guide. 4th ed. United Kingdom, 2013. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/hsg53.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

ISO. **ISO/DIS 16975-1:** Respiratory protective devices: selection, use and maintenance: part 1: establishing and implementing a respiratory protective device programme. Geneva, 2015. No prelo.

JOHNSTON, A. R. et al. **Manual 3M para la protección respiratoria.** Madri: Fundación Mapfre, 1992.

NIOSH. DHHS. **NIOSH pocket guide to chemical hazards.** Cincinnati, 2007. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2005-149/pdfs/2005-149.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. Oil mist, mineral: method 5026. Issue 2, rev. May, 1996. In: **NIOSH. CDC. NIOSH manual of analytical methods (NMAM).** 4th ed. Atlanta,

1994. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/5026.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

PARLAMENTO EUROPEU. **Regulamento (CE) N.o 1272/2008** do Parlamento Europeu e do conselho, de 16 de Dezembro de 2008, relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas, que altera e revoga as Diretivas 67/548/CEE e 1999/45/CE, e altera o Regulamento (CE) n.o 1907/2006. Bruxelas, 2008. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1272&from=EN>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

PEREIRA, C. A. C. (Coord.). Espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília/DF, 2002, 28(supl. 3):S1-S82. Disponível em: <[http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe\\_suplemento.asp?id=45](http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe_suplemento.asp?id=45)> . Acesso em: 11 abr. 2016.

PEREIRA, C. A. C. (Coord.). I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. **Jornal de Pneumologia**, São Paulo, v. 22, n. 3, maio/jun. 1996. Disponível em: <[http://jornaldepneumologia.com.br/PDF/Suple\\_179\\_57\\_I%20CONSENSO%20BRASILEIRO%20SOBRE%20ESPIROMETRIA%201996.pdf](http://jornaldepneumologia.com.br/PDF/Suple_179_57_I%20CONSENSO%20BRASILEIRO%20SOBRE%20ESPIROMETRIA%201996.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2016.

PRITCHARD, J. A. **A guide to industrial respiratory protection**. Cincinnati: NIOSH, 1976.

REIST, P. C.; REX, F. Odor detection and respirator cartridge replacements, **American Industrial Hygiene Association Journal**, Fairfax, v. 10, n. 38, p. 563-566, Oct. 1977.

REKUS, J. F. **Complete confined spaces handbook**. Boca Raton: Lewis, 1994.

SCHULTE, P. A. et al. **Contact lens use in a chemical environment**. Cincinnati: NIOSH, 2005. (DHHS (NIOSH) Publication Number 2005-139). Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2005-139/pdfs/2005-139.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

TERESINSKI, M. F.; CHEREMISINOFF, P. N. **Industrial respiratory protection**. Ann Arbor: Ann Arbor Science, 1983.

TORLONI, M. Proteção respiratória e respiradores. **Jornal de Pneumologia**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 48-54, jan./fev. 1995.

TORLONI, M.; VIEIRA A. V. **Manual de proteção respiratória**. São Paulo: ABHO, 2003.

UNITED NATIONS. **Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)**. 4th rev. ed. New York, 2011. Disponível em: <[ftp://ftp.cdc.gov/pub/Documents/OEL/06.%20Dotson/References/UNECE\\_2011-GHS.pdf](ftp://ftp.cdc.gov/pub/Documents/OEL/06.%20Dotson/References/UNECE_2011-GHS.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2016

UNITED STATES OF AMERICA. **Electronic Code of Federal Regulations**. Washington, DC, 2016. Title 29. Subtitle B. Chapter XVII. Part 1910. Subpart I. §1910.134. Appendix A: fit testing procedures: mandatory. Disponível em: <[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=c1109e7f2946fab4c15d776aee918b7c&mc=true&node=se29.5.1910\\_1134&rgn=div8](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=c1109e7f2946fab4c15d776aee918b7c&mc=true&node=se29.5.1910_1134&rgn=div8)>. Acesso em: 11 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Washington, DC, 2016. Title 49. Subtitle B. Chapter I. Subchapter C. Part 173: Shippers: general requirements for shipments and packagings. Disponível em: <<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=c9e69430fa62068b5cd0ade4bbd7f012&mc=true&node=pt49.2.173&rgn=div5>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Washington, DC, 2016. Title 49. Subtitle B. Chapter I. Part 178: Specifications for packagings. Disponível em: <<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=976ce10d27cb7fb9a2a9268ee344abf8&mc=true&node=pt49.3.178&rgn=div5>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

## Anexo 1 – Glossário (Informativo)

Para fins desta publicação, são definidos os seguintes termos:

1. *Aerossol*: suspensão de partículas sólidas, líquidas ou sólidas e líquidas em um meio gasoso. O mesmo que aerodispersoide.
2. *Ar/gás respirável*: mistura de gases adequados à respiração, sem apresentar efeitos adversos à saúde. Deve obedecer aos requisitos especificados no Quadro 4 do item 11.2.
3. *Atmosfera IPVS*: atmosfera que apresenta uma ameaça imediata à vida; pode causar efeitos adversos irreversíveis à saúde ou pode diminuir a capacidade das pessoas de escaparem de atmosferas perigosas. Os valores da concentração IPVS são obtidos sob o título IDHL (*Immediately Dangerous to Health and Life*) apresentados pelo NIOSH na publicação *Pocket Guide to Chemical Hazards*.
4. *Atmosfera perigosa*: Qualquer atmosfera que apresente um dos seguintes fatores de risco: deficiência de oxigênio, concentração média acima do limite de exposição ocupacional e perigo de explosão.
5. *Capacete*: componente de um equipamento de proteção respiratória que protege o crânio contra impactos e pode, ou não, ter um capuz incorporado. Utiliza ar respirável em quantidade suficiente para evitar a penetração de contaminantes.
6. *Capuz*: componente de um equipamento de proteção respiratória que envolve a cabeça e o pescoço, podendo cobrir parte dos ombros. Utiliza ar respirável em quantidade suficiente para evitar a penetração de contaminantes.
7. *Cobertura das vias respiratórias*: parte do respirador que forma uma barreira protetora entre o trato respiratório do usuário e a atmosfera ambiente. A cobertura das vias respiratórias é ligada ao dispositivo filtrante ou àquele que fornece o gás respirável. Pode ser uma peça facial, capacete, capuz, blusão, roupa inflável ou conjunto bucal.

8. *Cobertura das vias respiratórias com vedação facial*: tipo de cobertura das vias respiratórias que forma uma barreira protetora entre o trato respiratório do usuário e a atmosfera ambiente, projetada para proporcionar vedação aceitável na face do usuário. A peça semifacial (inclusive a um quarto facial e a peça semifacial filtrante) cobre o nariz e a boca. A facial inteira cobre o nariz, a boca e os olhos.
9. *Cobertura das vias respiratórias sem vedação facial*: tipo de cobertura das vias respiratórias que não proporciona vedação completa na pele do usuário.
10. *Conjunto bocal*: equipamento de proteção respiratória constituído de bocal preso pelos dentes com vedação nos lábios do usuário, através do qual o ar é inalado e exalado, enquanto o nariz é fechado com uma pinça nasal.
11. *Contaminante*: agente químico ou biológico, em suas diversas formas (aerodispersóides, gases, vapores), presente em um determinado ambiente que tenha algum potencial de causar efeito adverso direto ou indireto a um sistema biológico, dependendo de sua concentração no ambiente.
12. *Diâmetro aerodinâmico*: diâmetro de uma partícula esférica com densidade unitária que possui a mesma velocidade terminal que a partícula considerada.
13. *Diâmetro aerodinâmico médio mássico*: ponto na distribuição de tamanho das partículas, na qual a metade da massa das partículas tem diâmetro menor que o diâmetro aerodinâmico médio mássico e a outra metade tem diâmetro maior.
14. *Eficiência do filtro*: redução percentual da concentração do aerossol de ensaio em relação à concentração de entrada.
15. *Emergência*: evento súbito, não planejado, que exige a ação imediata (exemplos: vazamentos, fogo, danos às pessoas, alterações súbitas nas condições do processo ou da atmosfera do ambiente).
16. *Ensaio de vedação*: ensaio realizado obedecendo a um procedimento padronizado com a finalidade de avaliar, qualitativa ou quantitativamente, a selagem oferecida por um modelo e tamanho específico de respirador no rosto de um usuário.
17. *Ensaio de vedação qualitativo*: ensaio do tipo aprova/reprova baseado na resposta sensorial à substância recomendada no procedimento específico.

18. *Ensaio de vedação quantitativo*: método de ensaio que utiliza um instrumento para quantificar a vedação da cobertura das vias respiratórias na pele do usuário.
19. *Equipamento de proteção respiratória (EPR)*: equipamento de proteção individual projetado para proteção do trato respiratório do usuário contra a inalação de atmosfera perigosa. O mesmo que máscara ou respirador. A classificação e uma descrição sumária dos diversos tipos de equipamentos de proteção respiratória são apresentadas no Anexo 7.
20. *EPI conjugado*: todo EPI composto por vários dispositivos que o fabricante tenha associado contra mais de um risco que possa ocorrer simultaneamente e que seja suscetível de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.
21. *Espaço confinado*: qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua que possua meios limitados de entrada e saída e cuja ventilação existente seja insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou o enriquecimento de oxigênio.
22. *Fator global de vedação*: fator de vedação que engloba os fatores de vedação obtidos em cada um dos exercícios realizados durante o ensaio de vedação quantitativo.
23. *Fator de proteção atribuído (FPA)*: nível mínimo de proteção respiratória que se espera alcançar no local de trabalho para uma porcentagem especificada de usuários treinados, proporcionado por um respirador apropriado (ou classe de respirador) em bom estado e ajustado corretamente no rosto, usado durante todo o tempo que o usuário permanece na área contaminada.
24. *Fator de proteção mínimo requerido (FPMR)*: quociente entre a concentração do contaminante no ambiente e o seu limite de exposição.
25. *Fator de vedação*: medida quantitativa da vedação obtida no uso de um dado respirador por um dado indivíduo. Por exemplo, o quociente entre a concentração da substância utilizada no ensaio, fora e dentro do respirador, enquanto são executados exercícios especificados.
26. *Filtro*: parte do equipamento de proteção respiratória destinado a purificar o ar inalado.
27. *Filtro de baixa capacidade (FBC)*: classe de filtro químico para uso em ambientes com baixa concentração de certos contaminantes e que satisfaz os requisitos da ABNT/NBR 13696/2010.

28. *Filtro eletrostático*: Filtro para partículas no qual o mecanismo de captura preponderante deve-se às forças eletrostáticas.
29. *Filtro mecânico*: filtro para partículas no qual o mecanismo de captura das partículas deve-se principalmente às forças de inércia, interceptação direta, movimento browniano, entre outros, e a ação eletrostática é muito pequena ou inexistente.
30. *Filtro para partículas*: filtro destinado à remoção de partículas suspensas no ar. É classificado em P1, P2 ou P3, conforme a ABNT/NBR13697. Dependendo dos mecanismos de captura das partículas pelas fibras, pode ser de dois tipos: filtro mecânico ou filtro eletrostático.
31. *Filtro químico*: filtro destinado a reter gases e vapores contidos no ar. Pode ser da classe FBC, classe 1, classe 2 ou classe 3, conforme ABNT/NBR13696.
32. *Fracas propriedades de alerta*: característica de substâncias cujo odor, sabor ou efeitos irritantes não são detectáveis ou não são persistentes em concentração abaixo do limite de exposição.
33. *Fuga*: abandono imediato, o mais rápido possível, de uma atmosfera perigosa. O mesmo que escape.
34. *Fumos*: aerodispersóides gerados termicamente, constituídos por partículas sólidas formadas por condensação de vapores, geralmente após volatilização de substância fundida (por exemplo: solda), frequentemente acompanhada de reação química, tal como oxidação.
35. *Gás*: substância que nas condições normais de pressão e temperatura está no estado gasoso.
36. *Higienização*: remoção de contaminantes e inibição da ação de agentes causadores de infecções ou doenças.
37. *IPVS (Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde)*: condição considerada imediatamente perigosa à vida ou à saúde. Refere-se à exposição respiratória aguda, que supõe uma ameaça direta de morte ou de consequências adversas irreversíveis à saúde, imediatas ou retardadas, ou exposição aguda aos olhos que impeça a fuga da atmosfera perigosa (ver atmosfera IPVS).
38. *Limite de Exposição Ocupacional*: concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente que não causará dano à saúde do trabalhador durante a sua vida laboral. Pode ser o Limite de Tolerância – Média Ponderada, o Limite de Tolerância – Valor Teto ou os Limites de Curta Exposição.

39. *Limite de Tolerância – Curta Exposição*: 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 autossalvamento ou reduzir significativamente a eficiência no trabalho (confirmar que o Limite de Tolerância – Média Ponderada pelo Tempo não tenha sido ultrapassado).
40. *Limite de Tolerância – Média Ponderada pelo Tempo*: limite de exposição baseado na concentração média ponderada pelo tempo para uma jornada de trabalho normal de 8 horas diárias e de 48 horas semanais, na qual praticamente todos os trabalhadores podem estar expostos continuamente, dia após dia, sem efeito adverso.
41. *Limite de Tolerância – Valor Teto*: representa a concentração máxima que não pode ser excedida em momento algum da jornada de trabalho.
42. *Limpeza*: procedimento de remoção de sujeira e detritos para reduzir a carga microbiana. A limpeza deve preceder os procedimentos de higienização.
43. *Máscara*: o mesmo que equipamento de proteção respiratória ou respirador.
44. *Máscara autônoma*: equipamento de proteção respiratória no qual o usuário transporta o próprio suprimento de gás respirável, ou oxigênio, o qual é independente da atmosfera ambiente. Pode ser de circuito aberto ou fechado.
45. *Máxima Concentração de Uso (MCU) do filtro químico*: máxima concentração de contaminante em que um filtro para gases ou vapores de uma dada classe e tipo pode ser usado.
46. *Névoa*: partículas líquidas geradas por condensação de vapor que retorna ao estado líquido ou por desagregação de líquido, formando um aerossol. Alguns autores consideram as partículas líquidas geradas pela condensação do vapor como neblina e as geradas por desagregação do líquido como névoa.
47. *Peça facial*: parte do equipamento de proteção respiratória que cobre as vias respiratórias, podendo ou não proteger os olhos.
48. *Peça facial inteira*: peça facial que cobre a boca, o nariz e os olhos.
49. *Peça semifacial*: peça facial que cobre a boca e o nariz e se apoia sob o queixo.

50. *Peça semifacial filtrante (PFF)*: peça facial constituída parcial ou totalmente de material filtrante, que cobre o nariz, a boca e o queixo e pode ter válvulas de inalação e/ou exalação. O filtro forma uma parte inseparável da peça facial. O mesmo que máscara descartável. Pode ser da classe PFF1, PFF2 ou PFF3, conforme ABNT/NBR 13698.
51. *Peça um quarto facial*: peça facial que cobre a boca e o nariz e se apoia sobre o queixo.
52. *Penetração*: relação percentual entre a concentração do aerossol de ensaio medida na saída e na entrada de um filtro para partículas, ensaiado em condições especificadas. [Penetração (%) = 100 - Eficiência (%)].
53. *Pessoa competente*: pessoa com experiência adequada e suficiente e com conhecimento prático e teórico dos elementos do PPR pelos quais é responsável.
54. *Poeira*: aerossol gerado mecanicamente, constituído por partículas sólidas formadas por ruptura mecânica de um sólido.
55. *Ponto de orvalho*: temperatura do ar em uma determinada pressão na qual começa a ocorrer a condensação do vapor de água.
56. *Resgate*: salvamento de pessoas envolvidas em acidentes, com ou sem capacidade de autorresgate.
57. *Respirador*: equipamento que visa à proteção do usuário contra a inalação de ar contaminado ou de ar com deficiência de oxigênio. O mesmo que máscara ou equipamento de proteção respiratória. A classificação e a descrição sumária dos diversos tipos de respiradores são apresentadas no Anexo 7.
58. *Respirador de adução de ar*: classe de EPR que fornece ar respirável ao usuário proveniente de uma fonte independente da atmosfera ambiente, seja transportada pelo próprio usuário ou de uma fonte estacionária. Pertencem a essa categoria: as máscaras autônomas, os respiradores de linha de ar comprimido, os respiradores de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga e os respiradores de ar natural.
59. *Respirador aprovado*: respirador que obedece aos requisitos mínimos exigidos pela(s) norma(s) técnica(s) de ensaio correspondente(s) e que possui o Certificado de Aprovação emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

60. *Respirador de ar natural*: respirador de adução de ar cuja peça facial inteira é conectada, através de uma traqueia, a uma mangueira de ar de comprimento limitado pela qual o ar atmosférico ambiente é conduzido até as vias respiratórias do usuário pela depressão, provocada durante a inalação, e liberado ao ambiente por válvula de exalação. Alguns modelos possuem ventoinha auxiliar com acionamento manual ou elétrico.
61. *Respirador de demanda sem pressão positiva*: respirador de adução de ar no qual o ar respirável é admitido à peça facial somente quando a pressão dentro dela se torna negativa em relação ao ambiente devido à inalação.
62. *Respirador de demanda com pressão positiva*: respirador de adução de ar no qual o ar respirável é admitido à peça facial somente quando a pressão dentro dela é reduzida pela inalação, mas permanece sempre positiva em relação ao ambiente.
63. *Respirador de fluxo contínuo*: respirador de adução de ar no qual o ar respirável é admitido de modo contínuo à cobertura das vias respiratórias.
64. *Respirador de fuga*: equipamento de proteção respiratória para ser usado somente para a fuga de um ambiente perigoso.
65. *Respirador de linha de ar comprimido*: respirador de adução de ar no qual o ar respirável provém de um compressor ou de cilindros.
66. *Respirador de linha de ar comprimido de demanda com pressão positiva com cilindro auxiliar*: equipamento de proteção respiratória constituído por um respirador de linha de ar comprimido de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira e que incorpora um cilindro auxiliar para fuga. Quando o cilindro está em operação, o equipamento de proteção respiratória funciona de modo semelhante ao da máscara autônoma de demanda com pressão positiva.
67. *Respirador purificador de ar*: respirador no qual o ar ambiente, antes de ser inalado, passa através de filtro para remoção do(s) contaminante(s).
68. *Respirador purificador de ar motorizado*: respirador purificador de ar equipado com bateria, motor e ventoinha para forçar o ar ambiente até a cobertura das vias respiratórias.
69. *Respirador de pressão negativa*: respirador no qual a pressão dentro da cobertura das vias respiratórias, durante a inalação, fica negativa em relação ao ambiente externo.

70. *Respirador de pressão positiva*: respirador no qual a pressão dentro da cobertura das vias respiratórias, durante a inalação, é positiva em relação ao ambiente externo.
71. *Tarefa*: atividade laboral a ser realizada pelo usuário do respirador.
72. *Umidade relativa*: relação porcentual entre a pressão de vapor da água no ar ambiente e a pressão de vapor da água no estado líquido na temperatura ambiente.
73. *Usuário*: indivíduo que usa equipamento de proteção respiratória independentemente da natureza da sua relação de trabalho com quem o forneceu.
74. *Vapor*: estado gasoso de uma substância que é líquida ou sólida a 20°C e 100 kPa (1000 mbar) (absoluta).
75. *Verificação da vedação*: ensaio realizado pelo usuário com a finalidade de verificar se o respirador está ajustado corretamente ao rosto.
76. *Vida útil*: tempo necessário para atingir a concentração limitante durante o ensaio de um filtro químico, em condições especificadas.
77. *Vida útil em uso*: duração de um filtro em uso no ambiente de trabalho. Depende da natureza e da concentração do contaminante, do nível de atividade do usuário, da capacidade pulmonar, da presença de outros contaminantes e da umidade do ar.
78. *Volume minuto*: quantidade de ar exalado em um minuto.

# Anexo 2 – Instrução Normativa nº 1, de 11 de abril de 1994 (Normativo)

## **MINISTÉRIO DO TRABALHO SECRETARIA DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 11 DE ABRIL DE 1994**

A Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, no uso de suas atribuições e,

CONSIDERANDO a necessidade de um controle eficaz dos ambientes de trabalho por parte das empresas, como condição a uma adequada política de segurança e saúde para os trabalhadores;

CONSIDERANDO que, quando as medidas de proteção coletiva adotadas no ambiente de trabalho não forem suficientes para controlar os riscos existentes, ou estiverem sendo implantadas, ou ainda em caráter emergencial, o empregador deverá adotar, dentre outras, aquelas referentes à proteção individual que garantam condições adequadas de trabalho;

CONSIDERANDO as dúvidas suscitadas em relação à adequada proteção dada aos trabalhadores quando da adoção de equipamentos de proteção respiratória por parte das empresas;

CONSIDERANDO a necessidade de disciplinar a utilização desses equipamentos dentro de critérios e procedimentos adequados, quando adotados pelas empresas;

CONSIDERANDO os artigos 166 e 167 da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT;

CONSIDERANDO a Norma Regulamentadora nº 06 da Portaria nº 3.214, de 08/06/78, e alterações posteriores, resolve:

Baixar a presente Instrução Normativa – I.N. estabelecendo Regulamento Técnico sobre o uso de equipamentos para proteção respiratória.

Art. 1º O empregador deverá adotar um conjunto de medidas com a finalidade de adequar a utilização dos equipamentos de proteção respiratória – EPR, quando necessário para complementar as medidas de proteção coletiva implementadas ou enquanto as mesmas estiverem sendo implementadas, com a finalidade de garantir uma completa proteção ao trabalhador contra os riscos existentes nos ambientes de trabalho.

§ 1º As medidas previstas neste artigo deverão observar os seguintes princípios:

- I. o estabelecimento de procedimentos escritos abordando, no mínimo;
  - a. os critérios para a seleção dos equipamentos;
  - b. o uso adequado dos mesmos levando em conta o tipo de atividade e as características individuais do trabalhador;
  - c. a orientação ao trabalhador para deixar a área de risco por motivos relacionados ao equipamento;
- II. a indicação do equipamento de acordo com os riscos aos quais o trabalhador está exposto;
- III. a instrução e o treinamento do usuário sobre o uso e as limitações do EPR;
- IV. o uso individual dos equipamentos, salvo em situações específicas, de acordo com a finalidade dos mesmos;
- V. a guarda, a conservação e a higienização adequada;
- VI. o monitoramento apropriado e periódico das áreas de trabalho e dos riscos ambientais a que estão expostos os trabalhadores;
- VII. o fornecimento somente a pessoas fisicamente capacitadas a realizar suas tarefas utilizando os equipamentos;
- VIII. o uso somente de respiradores aprovados e indicados para as condições em que forem utilizados;

- IX. a adoção da proteção respiratória individual após a avaliação prévia dos seguintes parâmetros:
  - a. características físicas do ambiente de trabalho;
  - b. necessidade de utilização de outros EPI;
  - c. demandas físicas específicas das atividades de que o usuário está encarregado;
  - d. tempo de uso em relação à jornada de trabalho;
  - e. características específicas de trabalho tendo em vista a possibilidade da existência de atmosfera imediatamente perigosas à vida ou à saúde;
- X. a realização de exame médico no candidato ao uso do EPR, quando por recomendação médica, levando em conta, dentre outras, as disposições do inciso anterior, sem prejuízo dos exames previstos na NR 07.

§ 2º Para a adequada observância dos princípios previstos neste artigo, o empregador deverá seguir, além do disposto nas Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho, no que couber, as recomendações da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO contidas na publicação intitulada “PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA – RECOMENDAÇÕES, SELEÇÃO E USO DE RESPIRADORES” e também as Normas Brasileiras, quando houver, expedidas no âmbito do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO.

Art. 2º A seleção dos EPR deverá observar, dentre outros, os valores dos fatores de proteção – FP atribuídos contidos no Quadro I anexo à presente IN.

Parágrafo único. Em atmosferas contendo sílica e asbesto, além dos requisitos estabelecidos neste artigo, o empregador deverá observar, na seleção do respirador adequado, as indicações dos Quadros II e III anexos à presente I.N.

Art. 3º Os EPR somente poderão ser comercializados acompanhados de instruções impressas contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- I. a finalidade a que se destina;
- II. a proteção oferecida ao usuário;
- III. as restrições ao seu uso;
- IV. a sua vida útil;
- V. orientação sobre guarda, conservação e higienização;

Parágrafo único. As instruções referidas neste artigo deverão acompanhar a menor unidade comercializada de equipamentos.

Art. 4º Esta IN entra em vigor 120 dias após a data de sua publicação, ficando revogada a IN SSST/MTb nº 01, de 13 de julho de 1993.

### QUADRO 1 FATORES DE PROTEÇÃO ATRIBUÍDOS PARA EPR<sup>(5)</sup>

<i>Tipo de respirador</i>	<i>Tipo de cobertura das vias respiratórias</i>			
	<i>Peça semifacial<sup>(1)</sup></i>		<i>Peça facial inteira</i>	
Purificador de ar	10		100	
De adução de ar:				
- Máscara autônoma <sup>(2)</sup> (demanda)	10		100	
- Linha de ar comprimido (demanda)	10		100	
<i>Tipo de respirador</i>	<i>Tipo de cobertura das vias respiratórias</i>			
	<i>Peça semifacial</i>	<i>Peça facial inteira</i>	<i>Capuz capacete</i>	<i>Sem vedação facial</i>
Purificador de ar motorizado	50	1000 <sup>(3)</sup>	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 às limitações do filtro.
4. Em situações de emergência, nas quais 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.

## QUADRO 2 RECOMENDAÇÕES DE EPI PARA SÍLICA CRISTALIZADA

<i>Concentração ambiental</i>	<i>Equipamento</i>
Até 10 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça semifacial ou peça semifacial filtrante. Filtros P1, P2 ou P3, de acordo com o diâmetro aerodinâmico das partículas. <sup>(1)</sup>
Até 50 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça facial inteira com filtro P2 ou P3. <sup>(1)</sup> Respirador motorizado com peça semifacial e filtro P2. Linha de ar fluxo contínuo e peça semifacial. Linha de ar de demanda e peça semifacial com pressão positiva.
Até 100 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça facial inteira com filtro P2 ou P3. <sup>(1)</sup> Linha de ar de demanda com peça facial inteira. Máscara autônoma de demanda.
Até 1.000 vezes o limite de tolerância	Respirador motorizado com peça facial inteira e filtro P3. Capuz ou capacete motorizado e filtro P3. Linha de ar fluxo contínuo e peça facial inteira. Linha de ar de demanda e peça facial inteira com pressão positiva. Máscara autônoma de pressão positiva.
Maior que 1.000 vezes o limite de tolerância	Linha de ar de demanda e peça facial inteira com pressão positiva e cilindro de fuga. Máscara autônoma de pressão positiva.

### Nota

1. Para diâmetro aerodinâmico médio mássico maior ou igual a 2 micra, podem-se usar filtros classe P1, P2 ou P3. Para diâmetro menor que 2 micra, deve-se usar o de classe P3.

## QUADRO 3 RECOMENDAÇÕES DE EPI PARA ASBESTO

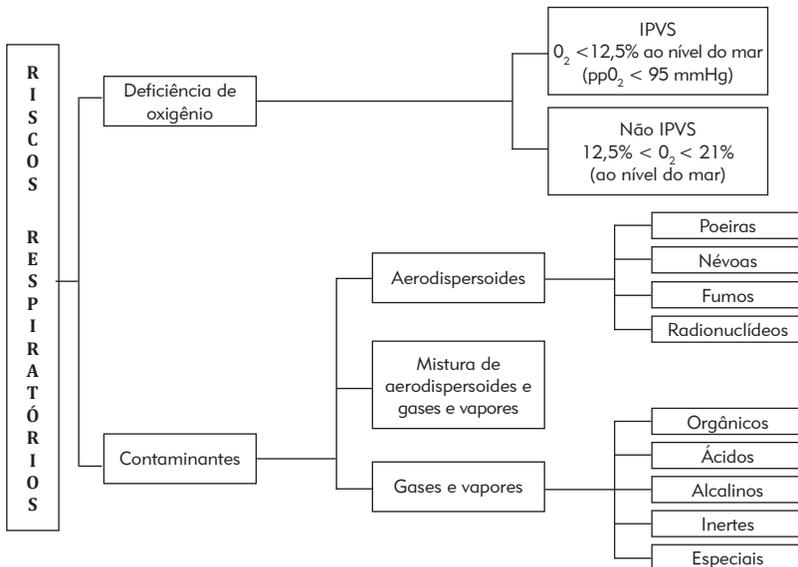
Até 2 fibras/cm <sup>3</sup>	Respirador com peça semifacial com filtro P2 ou peça semifacial filtrante.
Até 10 fibras/cm <sup>3</sup>	Respirador com peça semifacial com filtro P3. Respirador motorizado com peça semifacial e filtros P2. Linha de ar de demanda com peça semifacial e pressão positiva.
Até 100 fibras/cm <sup>3</sup>	Respirador com peça facial inteira com filtro P3. Linha de ar de fluxo contínuo com peça facial inteira. Linha de ar de demanda. Máscara autônoma de demanda.
Até 200 fibras/cm <sup>3</sup>	Respirador motorizado com peça facial inteira e filtro P3. Linha de ar fluxo contínuo com peça facial inteira. Linha de ar de demanda com peça facial inteira e pressão positiva. Capuz ou capacete motorizado com filtro P3. Linha de ar fluxo contínuo com capuz ou capacete.
Mais que 200 fibras/cm <sup>3</sup>	Linha de ar fluxo contínuo com peça facial inteira e cilindro de escape. Linha de ar de demanda com peça facial inteira, pressão positiva e cilindro de escape. Máscara autônoma de demanda com pressão positiva.

# Anexo 3 – Monitoramento dos riscos respiratórios (Informativo)

## 1 Introdução

Segundo o Parágrafo 9.3.7 da Norma Regulamentadora nº 09 do Ministério do Trabalho e Previdência Social, “para o monitoramento da exposição dos trabalhadores e das medidas de controle, deve ser realizada uma avaliação sistemática e repetitiva da exposição a um dado risco, visando à introdução ou modificação das medidas de controle, sempre que necessário”.

Sob ponto de vista da seleção dos respiradores, os riscos respiratórios são classificados de acordo com o indicado na Figura 1.



**Figura 1** Classificação dos riscos respiratórios com vistas à seleção de respiradores ou filtros (adaptado da ABNT NBR 12543)

É possível determinar o nível de exposição ao risco respiratório a que o trabalhador está submetido pelo uso de instrumentos que medem a concentração dos contaminantes na zona respiratória ou a concentração do oxigênio no ar. Para conhecer o risco potencial ou efetivo a que o trabalhador estará exposto, devem ser coletadas amostras e feitas análises convenientes ou cálculos apropriados para determinar a concentração média ponderada no tempo e, quando cabível, a concentração de curta exposição ou valor teto. A concentração de uma substância no ar pode ser influenciada por mudanças nas operações do processo, alterações da velocidade e direção do vento, mudanças da temperatura ambiente entre o dia e a noite e pela estação do ano. Por essas razões, ao se elaborar um programa para monitoramento dos riscos respiratórios, esses fatores devem ser levados em conta. Para que a determinação da concentração do contaminante no local de trabalho seja válida, é essencial que o volume de ar amostrado contenha quantidade suficiente da substância responsável pelo risco. O volume de ar a ser coletado ou a duração da amostragem depende dos seguintes fatores:

- concentração estimada da substância no ar;
- sensibilidade do instrumento e dos procedimentos de amostragem;
- valores estabelecidos para a concentração média ponderada no tempo e limite de exposição para curta duração.

Embora se reconheçam as dificuldades para medir ou calcular a concentração da substância tóxica no ambiente em uma emergência, deve-se colocar todo empenho para conhecê-la.

É recomendável, em algumas situações, o uso do monitoramento contínuo com alarme a fim de alertar o trabalhador em caso do aparecimento súbito de altas concentrações da substância tóxica.

A avaliação do risco deve ser realizada antes de iniciar o trabalho para definir a necessidade do uso de respirador e, depois, periodicamente. A periodicidade dependerá da complexidade da operação. Os processos de trabalho devem ser reavaliados quando as condições de trabalho mudam, inclusive após a instalação ou a manutenção do sistema de ventilação. Os espaços confinados devem ser avaliados quanto ao risco respiratório quando ainda não perturbados e, também, durante a realização de tarefas (soldagem, limpeza etc.).

A exposição ocupacional a agentes biológicos não é tratada neste documento. Informações podem ser obtidas na NR 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde, e na *Cartilha de Proteção Respiratória contra Agentes Biológicos para Trabalhadores de Saúde*, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

## 2 Deficiência de oxigênio

Onde existe a probabilidade de ocorrência de atmosferas deficientes de oxigênio, essa possibilidade deve ser acompanhada e a concentração de oxigênio deve ser medida durante os processos que possam gerar tais atmosferas.

A deficiência de oxigênio é uma condição devida à diminuição da concentração de oxigênio ou da pressão parcial de oxigênio abaixo da qual um indivíduo pode ser afetado desfavoravelmente. Pode ser causada por: a) diminuição da porcentagem de  $O_2$  no local; b) diminuição da pressão do local; ou c) uma combinação simultânea das duas variáveis. O valor a partir do qual se considera um ambiente como deficiente de oxigênio, na legislação de diversos países, varia conforme os efeitos adversos que estão sendo considerados e que se deseja evitar. No Brasil, um ambiente não confinado é considerado deficiente de  $O_2$  quando a concentração deste gás for menor que 18% ao nível do mar (ou  $ppO_2$  for menor que 137 mmHg).

## 3 Contaminantes perigosos

A partir dos fluxogramas dos processos utilizados na empresa, devem ser identificados todos os materiais utilizados, produzidos ou estocados, inclusive as matérias-primas, produtos finais, subprodutos e resíduos, a fim de se identificar os contaminantes que possam estar presentes no local de trabalho. Esta lista é o ponto de partida para caracterização da natureza dos contaminantes. Se esses não puderem ser identificados, significa um perigo desconhecido e a atmosfera deve ser considerada IPVS.

### 3.1 Propriedades físicas e químicas

É importante determinar as propriedades físicas, tais como: estado físico (gás, vapor, líquido ou sólido), distribuição do tamanho das partículas (respirável ou não respirável), peso molecular, ponto de ebulição, limite inferior de explosividade (LIE) e pressão de vapor. Essas informações são úteis para a escolha do método de amostragem apropriado, bem como, mais adiante, na seleção do respirador adequado, especialmente se considerado o emprego de respirador purificador de ar. Deve-se também observar: se o contaminante no ar está presente em mais de um estado físico (por exemplo, como particulado e vapor); sua solubilidade em água e outros líquidos; reatividade com outros produtos químicos ou formação de produtos perigosos devidas à decomposição; se as substâncias presentes ou as que possam se formar são corrosivas, irritantes aos olhos ou à pele ou se podem ser absorvidas através da pele ou olhos.

### **3.2 Concentração do(s) contaminante(s) e limites de exposição**

O nível de exposição do trabalhador ao contaminante deve ser conhecido (medido ou estimado). Sem esta informação, o ambiente deve ser considerado IPVS.

São exemplos de métodos adequados para conhecer a concentração do contaminante no ar:

- Amostragem do ar e análises conduzidas de acordo com as boas práticas de Higiene Ocupacional;
- Modelagem matemática ou estimativa da concentração do contaminante perigoso à inalação;
- Analogia com um caso similar (circunstâncias e materiais).

A estimativa da exposição deve levar em consideração variações nas operações do processo, mudanças na movimentação do ar, temperatura (ambiente ou do processo) e variações devidas às estações do ano.

Uma vez medida ou estimada a concentração, é necessário escolher o Limite de Exposição Ocupacional (LEO) adequado, determinar o valor IPVS e, em seguida, comparar o valor da concentração com estes limites.

Os LEOs estão razoavelmente bem estabelecidos e podem ser identificados pelos nomes, os quais incluem: Média Ponderada no Tempo (TWA), Limite de Curta Exposição (STEL) e Valor Teto (C). O TWA refere-se à concentração média, usualmente para 8 horas de trabalho/dia. O STEL é definido para um TWA de 15 minutos ou TWA de 30 minutos e se refere a uma exposição elevada em curto período de tempo que resulte em efeito agudo. O Valor Teto (C) define a concentração que não deve ser excedida em nenhum momento da jornada de trabalho. Uma substância química pode ter um só tipo de limite ou os três. Nos casos em que existem múltiplos tipos de LEO, o valor da exposição ao contaminante deve obedecer a todos. A seleção do respirador é feita empregando o maior dos FPMR calculados.

Se o valor da exposição for menor que o LEO apropriado e não se prevê que o exceda, não é necessário o emprego de respirador. Se o valor da exposição for superior ao LEO, deve-se escolher um respirador adequado.

O Anexo 5 deste documento apresenta o método de bandas de controle para obtenção do FPMR, o qual não necessita da avaliação da concentração do contaminante e sua comparação com o LEO. O procedimento de seleção de respiradores usando este método se baseia em conceitos e parâmetros técnico-científicos modernos, segundo tendências internacionais, não havendo

equivalência com o critério legal adotado no Brasil, que exige o conhecimento da condição mais crítica de exposição prevista.

### **3.3 Atmosferas IPVS**

Atmosfera IPVS é aquela que apresenta uma ameaça imediata à vida, pode causar efeitos adversos irreversíveis à saúde ou pode diminuir a capacidade individual de escape. É uma atmosfera da qual um indivíduo pode não escapar sem o uso de um respirador.

Na seleção de respiradores para trabalhos em atmosferas IPVS, deve-se considerar o método de fuga que o usuário irá empregar na eventualidade de ocorrer uma falha no modo de operação do respirador, inclusive se a proteção será mantida em um nível adequado durante a fuga.

### **3.4 Contaminantes gasosos ou vapores**

Para contaminantes na fase gasosa ou vapor, é aceitável o uso de respiradores do tipo adução de ar ou respiradores purificadores de ar com filtro químico. A seleção dos respiradores com filtro químico deve ser feita de acordo com o item 5.1 desta publicação.

Para determinar se um respirador do tipo purificador de ar pode ser usado, devem ser consideradas as informações sobre as propriedades físicas e químicas discutidas no item 3.1 deste Anexo. Existem diferentes tipos de filtros químicos projetados para reter diferentes grupos de substância químicas no estado gasoso/vapor: vapores orgânicos, gases ácidos etc. Os filtros químicos disponíveis e sua efetividade na remoção dos contaminantes devem ser considerados a fim de se realizar uma seleção apropriada.

Caso o contaminante apresente fracas propriedades de alerta, tenha toxicidade elevada ou seja de difícil retenção pelo sorbente, é recomendado, de modo geral, o uso de respiradores de adução de ar. O Quadro 1 apresenta algumas substâncias para as quais não é recomendado o uso de respiradores purificadores de ar.

No caso de respiradores purificadores de ar com filtro químico, é recomendável consultar o fabricante para a seleção do filtro. Após ter sido selecionado o filtro, deve ser estabelecido um programa de troca de modo a evitar a passagem do contaminante durante o uso devida à saturação do filtro.

**Quadro 1** Algumas substâncias para as quais são recomendados os respiradores de adução de ar em vez de respiradores com filtro químico

acetonitrila, ácido tioglicólico, acroleína, adiponitrila, álcool sec-butílico, arsina
benzeno, brometo de etila, brometo de metila, brometo de vinila, bromofórmio, 2 butanona, n-butilglicidil éter
chumbo tetraetila, cianetos, cianogênio, ciclopentano, cloreto de etila, cloreto de metileno, cloreto de vinila, clorobromometano, clorofórmio, cobalto carbonila
diclorodifluormetano (freón), dimetil éter, dióxido de carbono, dióxido de nitrogênio
estibina
flúor, ferro pentacarbonila, fósforo amarelo, fosfina, fogsênio, freón 11
GLP
hélio, hexafluoreto de enxofre, hidrogênio
iodo, iodofórmio
metil anilina
níquel carbonila, nitroglicerina
oxicloreto de fósforo, óxido nítrico e nitroso
pentacloreto de fósforo, peróxido de hidrogênio, piperidina, propileno
silicato de metila
tetrabrometo de metila, tetrafluoreto de enxofre, o-toluidina, tricloroetileno, trietanolamina

### 3.4.1 Propriedades de alerta

Considera-se que um contaminante possui propriedades de alerta adequadas (odor, sabor, efeitos irritantes) quando seus efeitos são detectáveis de modo persistente em concentração igual ou abaixo do LEO. Quando estes efeitos são percebidos somente acima do LEO, o contaminante é considerado com fracas propriedades de alerta. Existem certas substâncias, como o sulfeto de hidrogênio, que possuem cheiro desagradável, mas que causam dessensibilização após curta exposição em concentrações elevadas, fazendo com que o indivíduo não seja capaz de perceber a presença do contaminante pelo cheiro. A fadiga olfativa também pode ocorrer gradualmente depois da exposição a muitas substâncias. O valor do Limiar de Odor para diversos produtos químicos pode ser obtido em *Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards* da *American Industrial Hygiene Association*. Às vezes, o Limiar de Odor pode ser encontrado nas FISPQs.

No Quadro 2, estão relacionadas algumas substâncias cujo Limiar de Odor está acima do limite de exposição. Para proteção contra elas, em princípio, não se devem utilizar respiradores com filtro químico.

## Quadro 2 Substâncias com fracas propriedades de alerta<sup>2</sup>

Acroleína, anilina, arsina, bromo, cloreto de metila, cianeto de hidrogênio, cloreto de vinila, dimetilanimilina, dissulfeto de carbono, estibina, fosgênio, fosfina, fluoreto de hidrogênio, metanol, isocianatos (MDI, TDI etc.), monóxido de carbono, níquel carbonila, nitrobenzeno, nitroglicerina, nitrometano, óxidos de nitrogênio, sulfeto de hidrogênio (gás sulfídrico), seleneto de hidrogênio, sulfato de dimetila, tricloreto fosforoso.

### 3.4.2 Troca programada de filtros químicos

Os dados sobre a vida útil dos filtros químicos podem ser usados para fixar o tempo em que devem ser trocados antes que ocorra sua saturação. Se a vida útil do filtro em uso é muito curta relativamente à duração da tarefa, deve-se usar um filtro de maior capacidade. Se a vida útil do filtro de maior capacidade em uso ainda for muito curta relativamente à duração da tarefa, deve ser selecionado um respirador de adução de ar.

Para estabelecer a troca programada, o fabricante do filtro químico deve ser consultado.

As propriedades de alerta são um parâmetro que deve ser levado em consideração no estabelecimento do tempo de troca, mas esse não deve ser o fator principal a definir o momento da troca do filtro químico.

## 3.5 Contaminantes particulados

Para proteção contra a inalação dos contaminantes particulados, são aceitáveis os respiradores purificadores de ar com filtros para partículas ou os respiradores de adução de ar. A seleção deve ser feita de acordo com o item 5.1 desta publicação.

Para determinar se um respirador com filtro para partículas é adequado, devem ser consideradas as propriedades físicas, químicas e biológicas (se aplicável) do contaminante.

## 3.6 Combinação de contaminantes gasosos/vapores e particulados

No caso de contaminantes se apresentarem em duas fases, gasosa e aerossol, são aceitáveis os respiradores com filtros combinados ou de adução de ar. A seleção deve ser feita de acordo com o item 5.1 desta publicação.

Para determinar se um respirador com filtro combinado é adequado, os itens em 3.4 e 3.5 devem ser considerados.

<sup>2</sup> Conforme REIST, P.C.; REX, F. Odor detection and respirator cartridge replacements, *American Industrial Hygiene Association Journal*, Fairfax, v.10, n.38, p. 563-566, oct. 1977.

# Anexo 4 – Fatores que influem na seleção do respirador (Informativo)

## 1 Introdução

Complementando o conteúdo do item 4 deste documento, este anexo apresenta informações adicionais referentes a fatores que devem ser considerados na seleção relativos à adequação do respirador à tarefa, ao usuário e ao ambiente.

## 2 Adequação do respirador à tarefa

### 2.1 *Duração da tarefa*

A frequência e a duração da tarefa devem ser a primeira preocupação a ser levada em conta.

O tempo de uso de uma máscara autônoma, tanto de circuito aberto, quanto de circuito fechado, é muito crítico visto que o volume de ar/gás respirável é limitado. Da mesma forma, para os respiradores purificadores de ar o tempo de uso é igualmente um fator importante visto que o conforto e a aceitação pelo usuário são essenciais para assegurar o uso prolongado do respirador. Deve ser estabelecido e implementado um programa de troca de filtros que depende do tempo de uso, do esforço físico e da concentração do contaminante.

As baterias empregadas nos respiradores motorizados têm um tempo de serviço limitado, o qual deve ser suficientemente longo para cobrir a tarefa a ser executada.

## 2.2 Nível de esforço físico

O nível de esforço físico influencia na autonomia das máscaras autônomas e também, na vida útil dos filtros químicos e para partículas. Assim, o aumento da frequência respiratória esgota o ar dos cilindros antes do tempo de serviço nominal, e os filtros químicos e para partículas atingem a sua saturação tanto mais rápido quanto maior for o volume de ar inspirado.

O Quadro 1 apresenta o consumo de ar expresso em volume minuto para diferentes níveis de esforço.

As classes que vão de trabalho leve a trabalho muito pesado referem-se às atividades do cotidiano que podem se repetir várias vezes ao dia, durante 5 dias de trabalho por semana. Os valores apresentados são valores médios para uma jornada de trabalho, incluindo os tempos de parada. As três últimas classes descrevem atividades em períodos de tempo limitado, que podem se repetir durante atividades de resgate, de segurança ou de combate a incêndio. Esses valores são a média para somente o período de atividade e incluem o uso de respiradores.

**Quadro 1** Níveis de esforço e atividades correspondentes (de acordo com a ISO 16975.1)

Classificação Nível de esforço	Volume minuto (L/min)	Exemplos de atividades e trabalhos
Trabalho leve	20	Média para a jornada total, incluindo os tempos de parada. Sentado confortavelmente: trabalho manual leve (escrever, digitar, desenhar, costurar, escrituração contábil); trabalhos com mãos e braços (pequenas ferramentas de bancada, inspeção, seleção ou montagem de materiais leves); trabalhos com braços e pernas (dirigir veículos em condições normais, acionar chaves ou pedais com os pés; em pé com furadeira – peças pequenas – ou com retífica manual – peças pequenas – enrolar bobinas; operar máquinas de baixa potência).
Trabalho moderado	35	Média para a jornada total, incluindo os tempos de parada. Trabalho contínuo com mãos e braços (bater pregos, desbastar, limar, lixar); trabalhos com braços e pernas (operação de caminhões fora de estrada, tratores ou equipamentos de construção); trabalho com braços e tronco (com martelos pneumáticos, montagem de tratores, rebocar paredes, movimentação intermitente de materiais moderadamente pesados, capinar, colher frutas ou legumes, puxar ou empurrar carretas leves ou carrinhos de mão, forjar peças, caminhar a uma velocidade até 5,5 km/h).

(...)

(...)

<i>Classificação Nível de esforço</i>	<i>Volume minuto (L/min)</i>	<i>Exemplos de atividades e trabalhos</i>
Trabalho pesado	50	Média para a jornada total, incluindo os tempos de parada. Trabalho intenso de braços e tronco (carregando materiais pesados, trabalho com pá, com marreta, serrar, trabalhos com plaina manual ou formão em madeira dura, com cortadores de grama manual, cavar, puxar ou empurrar carretas e carrinhos de mão pesadamente carregados, raspar e aparar peças fundidas, assentar blocos de concreto).
Trabalho muito pesado	65	Média para a jornada total, incluindo tempos de parada. Atividade muito intensa a um ritmo acelerado (trabalhos com machado, cavar ou trabalhar intensamente com pá, subir degraus, rampas ou escadas, caminhar rapidamente com pequenos passos, correr, caminhar a uma velocidade superior a 5,5 km/h).
Trabalho muito muito pesado	85	Trabalho contínuo de até 2 horas sem interrupção. Trabalho de resgate com equipamentos pesados e/ou equipamentos de proteção individual; escape de minas ou túneis; indivíduos em boa condição física exercendo 50% – 60% de sua capacidade aeróbica máxima; caminhar rápido ou correr com equipamentos de proteção individual e/ou ferramentas ou materiais; caminhar a 5 km/h em rampa com 10% de elevação.
Trabalho extremamente pesado	105	Trabalho contínuo de até 15 minutos sem interrupção. Trabalho de combate a incêndio e resgate de alta intensidade; indivíduos em boas condições físicas e bem treinados exercendo 70% – 80% de sua capacidade aeróbica máxima; inspeção em espaços contaminados; rastejar e escalar obstáculos; remover escombros/entulhos; carregar mangueira; caminhar a 5 km/h em rampa com 15% de elevação.
Trabalho máximo	135	Trabalho contínuo inferior a 5 minutos sem interrupção. Trabalho de resgate e combate a incêndio na intensidade máxima; indivíduos em boas condições físicas e bem treinados exercendo 80% – 90% de sua capacidade máxima de trabalho físico; subir degraus e escadas em alta velocidade; remover e transportar vítimas; caminhar a 5 km/h em rampa com 20% de elevação.

## 2.3 *Uso de ferramentas*

Ferramentas utilizadas durante a execução de uma tarefa podem influenciar no desempenho de um respirador e por isso elas devem ser consideradas no processo de seleção. A seguir, são apresentadas algumas situações em que essa influência é importante:

- respiradores purificadores de ar motorizados usados nos processos de soldagem ou em certos processos de fundição podem estar sujeitos a campos elétricos ou magnéticos extremamente fortes, que podem causar problemas em seu funcionamento. Isso pode ocorrer mesmo quando o equipamento está de acordo com as regulamentações per-

tinentes da EMC (*Electromagnetic Compatibility*) de compatibilidade eletromagnética, pois essas normas não contemplam emissões extremamente elevadas. Muitos equipamentos de solda mais antigos não estão de acordo com essa diretiva. Nos casos em que isso ocorre, deve ser considerado o uso de respiradores alternativos.

- respiradores usados durante a soldagem ou outros processos podem estar sujeitos ao impacto de partículas quentes ou fundidas, as quais podem causar danos ou ignição de componentes, tais como os filtros. Para essas operações, devem ser selecionados respiradores que assegurem uma resistência adequada ou que tenham partes que possam ser facilmente descartadas e substituídas de acordo com um plano de troca programada. Onde existir o risco de inflamabilidade de um componente, deve ser selecionado um respirador alternativo com maior resistência ao calor e à chama.
- algumas vezes, o ar necessário para o respirador de adução de ar é suprido pela mesma fonte que alimenta as ferramentas pneumáticas. Essa não é uma boa prática. Porém, quando isso ocorrer, o processo de seleção deve assegurar que a vazão e a qualidade do ar enviado ao respirador sejam corretas durante todo o tempo de uso. Se o respirador e a ferramenta pneumática são ligados à mesma fonte de suprimento de ar, é importante que o compressor tenha capacidade de fornecer ar suficiente para os dois e que seja de qualidade respirável.
- nas operações com tinta, revestimentos, adesivos ou inseticidas envolvendo a formação de névoas, deve ser considerada a possibilidade de danos e contaminação do respirador pelas gotículas que retornam. A limpeza do respirador, nestes casos, pode ser difícil e deve-se considerar o uso de respirador descartável adequado, de películas descartáveis nos visores ou outras coberturas protetoras. A limpeza com solventes poderá provocar danos ao respirador; a não ser que seja recomendado pelo fabricante e, nestes casos, deve-se verificar qual é o melhor agente de limpeza a ser usado. Adesivos e algumas névoas podem afetar o funcionamento de válvulas muito rapidamente se estas não forem limpas ou trocadas frequentemente. Nestes casos, devem ser preferidos os respiradores com válvulas bem protegidas.
- ferramentas motorizadas podem prejudicar o desempenho do respirador devido à transmissão de vibrações, impacto de jatos de ar proveniente delas ou impacto de partículas que possam atingir o respirador. Em tais casos, se os jatos ou as partículas atingirem a zona de selagem facial ou as válvulas, poderá ocorrer uma significativa redução da proteção oferecida. Deve-se assegurar que nenhum jato de ar ou partículas em alta velocidade interajam com o respirador nessas áreas sensíveis.

## 2.4 Mobilidade

Devem ser avaliados a mobilidade necessária para se realizar determinada tarefa e o quanto o respirador selecionado compromete os movimentos. A localização da área perigosa poderá limitar os tipos de respiradores que podem ser usados com segurança. Por exemplo: os equipamentos de linha de ar comprimido não devem ser usados quando a entrada em uma área perigosa requer andar por muitos metros, quando há deslocamentos entre pisos ou níveis em edifícios, há passagem por aberturas muito estreitas ou em dutos e túneis, quando são usadas escadas de mão ou existe a necessidade de cruzar linhas férreas. Nestes casos, existe a possibilidade da mangueira adutora de ar ficar enroscada ou sofrer danos.

O comprimento máximo das mangueiras dos respiradores de linha de ar comprimido especificado nas respectivas normas técnicas define o máximo avanço do usuário no local de trabalho.

Quando se usa a máscara autônoma ou um respirador de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga, a distância entre o local contaminado e a área segura mais próxima com atmosfera respirável deve ser conhecida a fim de assegurar que a quantidade de ar/gás respirável disponível no cilindro seja suficiente.

Os espaços confinados devem receber atenção especial no tocante à avaliação do nível de exposição, limitações do espaço e meios de comunicação entre o usuário do respirador e o pessoal auxiliar de prontidão.

Certas tarefas podem envolver o acesso a áreas difíceis, tais como dutos, túneis, espaços estreitos, ou exigir trabalhos em posições desajeitadas. Há locais que exigem movimentos significativos do corpo, tais como, dobrar, curvar, esticar, rastejar ou executar trabalhos manuais. Nesses casos, deve ser avaliada a influência desses movimentos na segurança. Devem ser avaliadas as possibilidades de tais movimentos causarem desconforto ou lesões no sistema musculoesquelético do trabalhador em virtude do uso do respirador, bem como o fato de que tais movimentos podem afetar a selagem e a proteção oferecida.

O respirador deve ser selecionado com muito cuidado para que não sofra danos durante a atividade nem limite em demasia os movimentos. Mochilas, bolsas volumosas ou cilindros de ar comprimido podem causar problemas se o usuário tiver que girar o corpo ou tiver que transpor passagens estreitas. Em alguns casos, poderá ser necessário retirar temporariamente a mochila, a bolsa ou o cilindro. Nesses casos, a segurança tem que ser mantida. O risco de que mangueiras e tubos fiquem enroscados ou sejam atacados pelos agentes químicos deve ser devidamente avaliado a fim de que seja selecionado um equipamento que minimize os riscos de

avarias e falhas na proteção. As limitações da mobilidade no uso de roupas encapsuladas ou com suprimento de ar devem ser avaliadas considerando-se pormenores de sua construção e volume.

## **2.5 Recursos especiais de comunicação**

A comunicação verbal entre usuários de respirador pode se tornar difícil em um ambiente ruidoso. Falar em voz alta pode provocar o deslocamento de peça facial de um respirador com vedação facial e prejudicar a sua vedação no rosto. O usuário pode ser tentado a retirar temporariamente a peça facial do rosto enquanto fala. Ambas as situações são indesejáveis, no entanto, existem várias opções para melhorar a comunicação quando são usados respiradores.

Os dispositivos eletrônicos devem ser selecionados e usados com cautela em atmosferas explosivas. Nestes casos, deve-se verificar se eles obedecem aos requisitos exigidos e se são intrinsecamente seguros. Deve-se também considerar os efeitos das emissões de radiofrequência desses dispositivos quando utilizados nas proximidades de equipamentos eletrônicos sensíveis.

Alguns recursos especiais de comunicação são discutidos a seguir.

### **Diafragma de voz**

É uma superfície ressonante instalada em uma cavidade que vibra durante a fala do usuário do respirador, ampliando sua voz. As peças faciais inteiras normalmente são fornecidas com esses diafragmas vibratórios. Quando presentes, os seguintes pontos devem ser considerados:

1. existência de componentes-chave que mantêm a vedação do diafragma na peça facial e que merecem cuidados especiais no momento da instalação e no manuseio;
2. operações de solda, corte a quente ou esmerilhamento que geram partículas volantes que podem queimar ou furar o diafragma de voz, causando um vazamento. Alguns respiradores para essas operações possuem diafragma de voz metálico ou têm cobertura especial;
3. nem todos os respiradores possuem diafragma de voz, sendo conveniente lembrar esse detalhe no momento da seleção.

### **Microfone interno**

Um microfone de pequenas dimensões é instalado dentro da peça facial do respirador ou conectado a ele. O microfone pode estar ligado a um rádio, telefone, alto-falante ou outro meio de comunicação eletrônica.

Quando existirem microfones, considerar que:

1. qualquer componente colocado na cobertura das vias respiratórias ou que a perfure pode afetar seu funcionamento ou mesmo invalidar o Certificado de Aprovação do respirador. Quando o componente é fornecido pelo fabricante do respirador, devem ser obedecidas integralmente as instruções de instalação e realizados os testes de vedação recomendados para verificar a ocorrência de vazamentos;
2. nos respiradores purificadores de ar motorizados ou de linha de ar comprimido, os sistemas de comunicação ativados pela voz do usuário podem apresentar um ruído de fundo, provocado pela ventoinha ou pelo ar comprimido.

### **Microfones no crânio, garganta ou ouvido**

Um microfone craniano ou de garganta é mantido no lugar por meio de tiras ou suportes. O microfone de ouvido é usado de maneira idêntica aos fones de ouvido dos rádios transmissores e permite ouvir e falar. Como esses equipamentos não são instalados no interior do respirador, não alteram as suas características de aprovação. Podem ser usados com rádio, telefone, alto-falantes ou outros meios de comunicação do mesmo modo que os microfones internos. Quando esses tipos de microfones forem usados, considerar que:

1. os microfones no crânio nunca devem ser colocados por baixo dos tirantes do respirador, visto que podem provocar o deslocamento dos tirantes;
2. os fios de ligação dos microfones devem ser fixados no corpo do usuário para evitar que interfiram no posicionamento do respirador.

### **Telefone de mão**

Monofone é um tipo de aparelho de telefone que reúne o transmissor e o receptor em uma só peça. Como a pessoa exala enquanto fala, a válvula de exalação fica parcialmente aberta nesses momentos. Este é o local perfeito para colocar um monofone manual a fim de se obter a transmissão mais clara da voz. Uma alternativa é manter o monofone, ou microfone, encostado na garganta enquanto o usuário fala.

### **Sinais com as mãos ou sinais codificados**

Um conjunto de sinais previamente combinados pode ser muito útil na comunicação.

## **2.6 Necessidades adicionais de visão**

A maioria dos respiradores interfere de alguma maneira na visão, seja pela redução do campo visual ou pela qualidade óptica do visor ou da cober-

tura facial. Os respiradores devem atender a requisitos mínimos normativos neste aspecto, porém as necessidades visuais podem ser maiores em certas tarefas. Assim, quando o usuário precisa observar detalhes, como, por exemplo, acabamento de superfícies, luzes de alerta, ler textos etc., pode ser necessária uma boa qualidade óptica do visor.

Quando não estão presentes perigos para os olhos, é aceitável selecionar respiradores com peça semifacial ou um quarto facial, nos quais a visão é total.

Quando é necessário amplo campo visual, como, por exemplo, no ato de subir ou descer escadas, onde haja a circulação de veículos ou a necessidade de movimentação na área, é necessária a seleção de um respirador que provoque a menor redução possível do campo visual.

### **3 Adequação do respirador ao usuário**

#### **3.1 Requisitos físicos e psicológicos**

Todo o respirador impõe certa carga e desconforto ao usuário que influem em sua aceitação. Como muitos perigos respiratórios não podem ser percebidos pelos sentidos humanos ou não apresentam efeitos imediatos sobre a saúde, o usuário deve ser instruído para entender a importância de colocar e usar o respirador corretamente. Ele deve, entretanto, estar apto a usar o respirador selecionado e isso inclui aspectos físicos e psicológicos.

##### **3.1.1 Requisitos físicos**

O estado clínico do usuário deve ser verificado antes de iniciar o uso do respirador e repetido regularmente.

Dependendo do tipo do respirador, o exame médico inclui prova de função pulmonar, funcionamento do sistema músculoesquelético, problemas cardiovasculares e outros. Se há um histórico cardíaco ou de doença pulmonar severa, isso deve ser considerado pelo profissional da saúde.

A condição física diária do usuário também é importante e ele não deve utilizar o respirador se não se sentir em condições de saúde suficientes para isso.

##### **Peso do respirador**

Um respirador pode ser pesado. Mesmo que as normas exijam que o respirador tenha um desenho ergonômico, o que inclui peso e respectiva distribuição, a capacidade fisiológica de cada usuário deve ser levada em consideração. Alguns respiradores podem ser muito pesados para serem

utilizados por alguns usuários, especialmente quando devem ser usados por tempo prolongado.

### **Uso simultâneo de EPIs**

Se houver a necessidade de se usar outros EPIs e/ou equipamentos pesados (ferramentas) simultaneamente com o respirador, o peso total deve ser considerado.

### **Calor ou frio gerados pelo respirador**

Certos respiradores produzem superfícies quentes ou gás de inalação quente durante o uso, por exemplo, filtros químicos ou respiradores com oxigênio gerado quimicamente. Outros podem provocar correntes de ar sobre a face do usuário que poderão esfriar a pele, como nos purificadores de ar motorizados. Dependendo das condições de uso, aquecimento ou resfriamento localizado pode representar sobrecarga ou desconforto ao usuário.

### **Irritação da pele**

Alguns usuários poderão desenvolver sensibilidade dérmica devido ao contato direto de certos materiais do respirador com a pele.

### **Seleção do respirador**

Se um usuário não está apto a utilizar um determinado tipo de respirador por razões fisiológicas, poderá ser escolhido um outro tipo que ofereça a mesma proteção e que seja adequado sob todos os demais aspectos.

## **3.1.2 Requisitos psicológicos/neurológicos**

Respiradores causam desconforto que pode ser um importante fator limitante na capacidade de uso. A natureza do desconforto varia desde o desconforto físico até quadros de ansiedade. Alguns usuários poderão estar inaptos a usar respiradores em virtude de razões psicológicas, como claustrofobia, sensação de isolamento ou por problemas neurológicos, tais como epilepsia, ataxia e tremores. Algumas vezes, as restrições psicológicas podem ser superadas com treinamento e aclimatação.

Os aspectos psicológicos são tão importantes quanto os aspectos físicos no uso de respirador.

## **3.2 Características faciais do usuário**

O nível de proteção de um respirador com vedação facial depende de quanto o ajuste da peça facial ao rosto do usuário é perfeito. A superfície

da peça é projetada para se adaptar a uma ampla gama de faces de usuários com certa semelhança de contorno. De qualquer maneira, além de tamanho, comprimento ou largura de um rosto, as características faciais sempre devem ser consideradas em um processo de análise da adequação do respirador ao usuário.

Mesmo que a peça facial tenha sido desenhada com base em uma ampla gama de usuários, levando em conta contornos faciais de grupos étnicos, poderá haver acentuados desvios, tais como maçãs do rosto exageradas, queixos muito cônicos ou narizes muito aduncos, que poderão interferir na selagem do respirador com peça facial no rosto do usuário.

Além disso, características da pele do rosto (como cicatrizes, rugas ou dobras muito profundas), uso de joias faciais ou rosto não barbeado podem afetar significativamente a proteção proporcionada por alguns respiradores. Isto será particularmente verdadeiro nos respiradores com peça semifacial ou facial inteira, em que o nível de proteção alcançado depende de uma boa selagem facial. Tais respiradores não devem ser escolhidos quando houver pelos faciais ou irregularidades faciais na área de selagem. Nesses casos, serão mais adequados os respiradores com selagem na gola como capuz ou roupas/macacão.

Neste contexto, rosto não barbeado significa uma barba que tenha sido feita num período superior a 8 horas da jornada de trabalho. Estudos indicam que o crescimento da barba, mesmo com menos de um dia, pode elevar consideravelmente a penetração através da selagem. O respirador do tipo com vedação facial somente oferecerá a proteção esperada quando se ajustar ao contorno da face e se mantiver firme na posição.

O uso de alguns acessórios de efeito pessoal (*piercing*) pode interferir no funcionamento da válvula ou no posicionamento da peça facial. O uso de cremes, maquiagens ou loções também podem provocar o deslizamento da peça facial.

Os métodos aceitos para se conduzir a verificação de vedação e o ensaio de vedação estão descritos nos Anexos 10 e 11, respectivamente. Se por estes procedimentos a vedação dos respiradores do tipo com vedação facial for considerada inaceitável, devem ser adotados respiradores que não dependam da selagem no rosto, tais como, capuzes, capacetes e roupas.

### **3.3 Lentes corretivas**

#### **Óculos**

O uso de óculos com lentes corretivas pode interferir na proteção oferecida por muitos tipos de respiradores. Quando óculos corretivos são necessá-

rios, estes devem ter um desenho compatível com o respirador. Há óculos que se adaptam no interior da cobertura facial do respirador sem comprometerem a selagem do rosto, sendo oferecidos como acessórios pelos fabricantes de respirador. Como alternativa, podem ser selecionados respiradores com cobertura das vias respiratória sem vedação facial, como o capuz. O fabricante do respirador pode orientar na solução adequada.

### **Lentes de contato**

Lentes de contato podem ser usadas com o respirador se o usuário já estiver perfeitamente acostumado a este tipo de lente e após ter praticado seu uso em conjunto com o respirador. Em certos casos, entretanto, o uso dessas lentes pode causar problemas, tais como excessiva secagem dos olhos devido ao fluxo de ar do respirador e deslocamento das lentes durante o uso. Em ambos os casos, o usuário tenderá a remover o respirador para corrigir o problema, ficando então exposto ao contaminante. O usuário deve ser orientado a se dirigir a uma área limpa, onde ele possa remover o respirador para corrigir o problema com as lentes. Se isto não puder ser feito rapidamente e sem expor o usuário ao contaminante, é recomendável que seja evitado o uso de lentes de contato.

Os soldadores e as pessoas que circulam nas proximidades da área de soldagem não devem usar lentes de contato.

Deve ser conhecido o fato de um usuário de respirador utilizar lentes de contato e isto deve constar em seu prontuário médico. Onde eles estiverem trabalhando, devem haver pessoas com conhecimentos mínimos sobre remoção das lentes em emergências. Isto inclui também paramédicos e socorristas.

## **3.4 Comunicação verbal**

Em muitas tarefas, existe a necessidade de comunicação verbal entre os colaboradores. Uma vez que os respiradores geralmente prejudicam a comunicação, pode ser necessária uma avaliação dos riscos adicionais envolvidos. Quando os trabalhadores encontram dificuldade de comunicação, eles são tentados a remover o respirador na área de trabalho, resultando em exposição aos contaminantes. Respiradores com cobertura das vias respiratórias do tipo sem vedação facial interferem menos com a fala, pois a face inteira está visível, mas os que cobrem os ouvidos podem reduzir a audição. Em alguns tipos de respiradores, a audição também pode ser prejudicada pelo ruído provocado pelo fluxo de ar. A comunicação pode ser melhorada selecionando respiradores que incluam transmissores de voz ou modelos que incorporem microfones ou rádios. O uso destes equipamentos é recomendável quando a comunicação verbal for imprescindível para assegurar a segurança do usuário e de outras pessoas.

### **3.5 Compatibilidade com outros EPIs**

Mais de um tipo de perigo pode estar presente em muitos ambientes de trabalho, sendo então necessário o uso de mais de um equipamento de proteção individual. É importante que esses equipamentos sejam compatíveis entre si e que continuem proporcionando proteção efetiva contra os riscos.

Quando capacete de segurança, protetor auditivo, proteção para os olhos, roupa de segurança e respirador forem usados simultaneamente, é importante que a proteção de cada um desses EPIs não seja prejudicada por qualquer interferência entre eles. Essas interferências incluem: jugular do capacete passando sobre as hastes do protetor auricular tipo concha, óculos deslocando o respirador; roupa interferindo na selagem do respirador na face.

Quando for necessário o uso de vários EPIs simultaneamente, deve ser dada preferência ao uso de EPIs conjugados. São exemplos de equipamentos conjugados aqueles fabricados para aplicações especiais, como soldagem e jateamento, os quais dão proteção simultânea à cabeça, à face, aos olhos e aos ouvidos.

Quando mais de um EPI for usado simultaneamente, é necessário definir a sequência da retirada deles para garantir que a proteção respiratória seja mantida enquanto necessária, como, por exemplo, na descontaminação que deve ser feita após a exposição ao asbesto.

## **4 Adequação do respirador ao ambiente de trabalho**

As condições do ambiente em que o respirador será utilizado, incluindo fatores como temperatura e umidade extremas, atmosferas corrosivas, explosivas, velocidade do vento, pressão elevada etc., também devem ser consideradas para a seleção do respirador.

### **4.1 Condições climáticas extremas**

O processo de seleção deve incluir uma avaliação dos possíveis efeitos da temperatura ou da umidade extrema existentes no ambiente de uso do respirador. De um modo geral, os fabricantes incluem essas limitações nas instruções de uso. Os limites de temperatura e umidade normalmente são mencionados tanto para a armazenagem, quanto para o uso do respirador.

#### 4.1.1 Efeitos sobre o respirador

Geralmente, o fabricante adverte o usuário sobre as condições de uso do respirador. Os respiradores não devem ser utilizados fora das condições limites de temperatura e umidade de guarda ou estocagem contidas obrigatoriamente nas instruções de uso que os acompanham, salvo nos casos em que haja concordância do fabricante.

##### 4.1.1.1 Baixas temperaturas

Temperaturas extremamente baixas (por exemplo  $-30^{\circ}\text{C}$ ) podem afetar o desempenho do respirador com consequente redução ou mesmo perda da capacidade de proteção respiratória. Por esta razão, deve ser selecionado um respirador indicado para uso em temperaturas extremamente baixas, com componentes (mangueiras, gaxetas, *o-rings* e diafragmas) projetados e testados para assegurar bom desempenho sob tais condições.

Os respiradores podem ser afetados pelas baixas temperaturas de diferentes maneiras:

- a) a cobertura das vias respiratórias do respirador e partes dela, tais como a superfície de selagem ou de capuz flexível, podem se tornar quebradiças e se romperem ou se tornar menos flexíveis, causando problemas de selagem ou conforto;
- b) os componentes dos respiradores de adução de ar, tais como mangueiras e tubos, podem igualmente ficar quebradiços e se romperem ou se tornarem menos flexíveis, tornando seu manejo difícil e causando problemas de conforto e selagem;
- c) alguns componentes, tais como as válvulas, podem não funcionar eficientemente em temperaturas excessivamente baixas;
- d) as válvulas do respirador podem congelar, abertas ou fechadas, por causa da presença da umidade. Alguns respiradores de adução de ar usam o tubo Vortex para aquecer o ar que chega à peça facial;
- e) o desempenho de respiradores de circuito fechado pode ser seriamente afetado em condições de temperaturas muito baixas;
- f) o desempenho de baterias eletroquímicas utilizadas no respirador, ou outros equipamentos, decai rapidamente com a queda de temperatura, podendo afetar o fluxo de ar e a sua duração;
- g) o embaçamento das lentes ou dos visores pode aumentar em baixas temperaturas. Películas protetoras ou tratamentos especiais na parte interna do visor ou nas lentes podem evitar o embaçamento em

temperaturas próximas a 0°C. As peças faciais inteiras geralmente possuem uma mascarilha interna que direciona, através da válvula de exalação, o ar exalado para o meio exterior, evitando com isso o embaçamento do visor e permitindo visão satisfatória em baixas temperaturas, como -30°C. As máscaras autônomas com peça facial inteira aprovadas para trabalhos abaixo de 0°C devem possuir mascarilha interna ou tratamento conveniente da superfície interna do visor.

O usuário deve familiarizar-se com o uso do respirador em baixas temperaturas, bem como com as precauções e os cuidados que deve tomar, como, por exemplo:

- o ponto de orvalho do ar comprimido em cilindro;
- a estanqueidade das conexões que podem ser afetadas quando expostas a baixas temperaturas;
- a guarda do respirador fora do ambiente frio, pois os componentes elastoméricos podem sofrer graves distorções se não forem convenientemente guardados, impedindo, por exemplo, posterior vedação na face;
- a seleção de acessórios e componentes especialmente projetados para resistirem a baixas temperaturas.

#### *4.1.1.2 Altas temperaturas*

Temperaturas extremamente altas (acima de 60°C) podem afetar o desempenho do respirador de diversas maneiras e, algumas vezes, podem reduzir ou até mesmo anular a proteção respiratória. Em função disso, devem ser selecionados respiradores classificados para altas temperaturas, os quais são projetados e testados para garantir seu perfeito funcionamento sob tais condições.

As altas temperaturas podem afetar o respirador de diversas maneiras, como, por exemplo:

- a) fundindo ou amolecendo os materiais comumente usados nos respiradores, tais como plásticos;
- b) piorando o desempenho e a vida útil dos filtros químicos;
- c) facilitando a deterioração da peça facial e de componentes elastoméricos de respirador guardado em ambiente com alta temperatura, criando deformações permanentes, o que exige uma inspeção frequente.

#### 4.1.2 Efeitos sobre o usuário

O conforto térmico do usuário deve ser levado em conta em todas as aplicações. Ele pode ser afetado pela intensidade do trabalho, pelas condições do meio ambiente e pelo uso de outros equipamentos de proteção individual.

A dissipação do calor produz suor, o qual, em excesso, faz com que a peça facial escorregue na face, reduzindo a proteção oferecida pelo respirador. Além disso, a dissipação do calor e o desconforto podem levar o usuário a folgar ou abrir a roupa de proteção, anulando, assim, a proteção proporcionada por ela. Quando um usuário de respirador e roupa de proteção necessita realizar trabalhos muito intensos, é importante que sejam tomadas medidas adequadas, tais como períodos de descanso adequado e, se necessário, existência de um bom sistema de refrigeração ou de acompanhamento médico.

Como os equipamentos de proteção respiratória podem cobrir a cabeça e outras partes do corpo, a dissipação natural do calor do corpo pode reduzir-se de maneira significativa. Essa dissipação pode ser impedida de tal maneira que a temperatura central do corpo possa chegar, com relativa rapidez, a níveis desconfortáveis ou perigosos, principalmente em condições de altas temperaturas ambientais ou umidade e/ou alta intensidade de trabalho ou, ainda, quando são usadas roupas isolantes ou impermeáveis. Essa elevação da temperatura central do corpo pode levar progressivamente ao estresse térmico: desconforto, vertigens, fadiga, desorientação, mal-estar, inconsciência, coma e morte, a não ser que seja feita uma intervenção rápida e eficaz.

Quando se prevê a possibilidade da ocorrência do estresse térmico em ambientes com temperatura elevada, é recomendável o uso de respiradores purificadores de ar motorizados ou respiradores de adução de ar do tipo fluxo contínuo, que terão um efeito refrescante sobre o corpo; respiradores com peça semifacial no lugar de facial inteira, desde que ofereçam nível de proteção suficiente. O uso do tubo Vortex nos respiradores de ar comprimido de fluxo contínuo reduz a temperatura do ar fornecido à peça facial.

Além disso, devem ser planejadas e implementadas paradas ou intervalos no trabalho, fornecimento suficiente de água potável (fria, não efervescente e se possível com adição de eletrólitos essenciais), bem como planos de escape, resgate e primeiros-socorros.

Em clima frio ou em áreas de trabalho refrigeradas, o estresse provocado pelo frio pode se tornar preocupante. O uso de respiradores purificadores de ar motorizados ou de fluxo contínuo pode aumentar a perda de calor corpóreo e causar enregelamento parcial ou ulceração localizada. Alguns respiradores de linha de ar comprimido são fornecidos com um aquecedor para ar respirável.

Considerando que o ar respirável comprimido, ao chegar à cobertura das vias respiratórias, apresenta umidade relativa muito baixa, o uso de respiradores com alta vazão e por períodos prolongados pode provocar desidratação, mesmo em condições ambientais normais. Devem ser adotadas providências para que haja intervalos regulares de paradas e disponibilidade suficiente de água potável.

## **4.2 Outros perigos não respiratórios**

Na seleção do respirador também devem ser considerados quaisquer outros perigos associados à atividade, como, por exemplo, a possibilidade de respingos, faíscas, fogo, inflamabilidade.

### **4.2.1 Atmosferas ricas em O<sub>2</sub>**

Uma atmosfera rica em oxigênio é pouco comum nos ambientes de trabalho, mas pode ocorrer, por exemplo, em espaços confinados com alguns tipos de soldagens, aumentando significativamente o risco de ocorrência de fogo ou explosão. Nas atmosferas ricas em oxigênio, o respirador deve ser cuidadosamente selecionado para que seja de material antiestático, não produza faíscas e não seja inflamável. Na manutenção de respiradores para uso nessas condições, somente devem ser utilizados os lubrificantes recomendados pelo fabricante.

### **4.2.2 Atmosferas corrosivas**

Em algumas situações, pode ser necessário o uso de respiradores para proteção contra contaminantes que sejam corrosivos por natureza. Durante o trabalho, esses contaminantes sob a forma de gases, aerossóis, respingos ou esguichos de líquidos podem entrar em contato com a pele, os olhos ou o respirador e isso também deve ser considerado na seleção do respirador adequado. No caso do uso de roupa de proteção e respirador, é necessário levar em conta a interferência entre eles.

Certas substâncias são capazes de enfraquecer componentes e peças do respirador, fazendo com que ocorra uma redução da sua resistência ao longo do tempo. Nestes casos, deve-se levar em conta a diminuição do desempenho com o tempo, como, por exemplo, dano nas válvulas ou em outros componentes do respirador, tais como capacetes ou visores, tornando-os significativamente mais fracos ou opacos e exigindo uma manutenção e/ou um programa de substituição de peças mais cuidadoso.

Informações do fabricante devem ser solicitadas a fim de se certificar de que o equipamento é adequado para o ambiente e, se necessário, alterar a escolha.

#### 4.2.3 Atmosferas potencialmente explosivas

Quando o respirador é usado em atmosfera potencialmente explosiva, sua seleção deve verificar se ele é uma possível fonte de ignição. Qualquer respirador, roupa ou equipamento utilizado pelo usuário pode se tornar uma fonte de ignição pela geração de faíscas devido ao impacto sobre partes metálicas ou pelo acúmulo de eletricidade estática. A limpeza e a manutenção do respirador devem ser planejadas no sentido de se assegurar que possível acúmulo de eletricidade estática não seja aumentado pelo processo de limpeza ou que não sejam reduzidas as propriedades antiestáticas inerentes ao produto.

Para que se possa utilizar um respirador em ambientes com atmosfera potencialmente explosiva, o equipamento deve ter segurança intrínseca e atender, por exemplo, à Portaria Inmetro/Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio do Exterior (MDIC) nº 179, de 18/05/2010, ou a que estiver vigente.

O fabricante deve ser consultado para garantir que o respirador seja adequado a esse tipo de ambiente.

#### 4.2.4 Contaminantes potencialmente permeantes

Certos contaminantes presentes no ambiente de trabalho, quando em contato com o respirador, são capazes de permear através dos materiais utilizados na construção do EPR e de evaporarem dentro dele, causando uma sobre-exposição do usuário. Nesses casos, devem ser selecionados respiradores que utilizam materiais mais impermeáveis. Essa análise deve ser feita, principalmente, em certos componentes, como cobertura das vias respiratórias, traqueia, mangueiras de ar comprimido respirável que possam ser imersas acidentalmente no contaminante líquido. Deve-se lembrar de que a permeação pode ocorrer mesmo nos respiradores que operam em pressão positiva.

Devem ser tomados cuidados com certos componentes que conduzem o ar respirável, particularmente com as mangueiras de suprimento de ar, pois várias substâncias químicas perigosas podem penetrar e contaminar o ar.

## 4.2.5 Calor radiante

Altas temperaturas resultantes de calor radiante podem provocar danos nos respiradores. Em casos extremos, como em fundições, o calor irradiado pode fundir ou amolecer os componentes plásticos do respirador. Nestes casos, deve-se usar respirador de classe resistente a altas temperaturas ou ao calor radiante.

## 4.2.6 Velocidade do vento

Ventos com velocidade acima de 7 km/h podem diminuir a proteção oferecida por alguns respiradores, particularmente os com cobertura das vias respiratórias sem vedação facial, nos quais o ar contaminado pode penetrar na zona respiratória apesar do fluxo de ar do respirador. A seleção de respiradores para uso em áreas com vento deve levar em conta essa possibilidade. O fabricante do respirador deve ser consultado para informações adicionais.

## 4.2.7 Ambientes com pressão elevada

A pressão ambiente elevada pode ter um efeito negativo no desempenho e no funcionamento do respirador, tornando-o potencialmente perigoso ao usuário, e isso deve ser considerado ao realizar a sua seleção. O respirador pode ser afetado de várias maneiras:

- a) o medidor de vazão com flutuador ou outro instrumento de checagem do respirador deve ser recalibrado para uso em pressão elevada.
- b) a teoria de filtração prevê aumento da penetração no filtro para partículas em pressão elevada, especialmente as partículas muito finas, podendo a penetração do filtro utilizado ultrapassar o valor máximo permitido para a sua classe de filtro.
- c) em igualdade de concentração de exposição, a saturação dos filtros químicos usados em pressão elevada ocorre antes da sua saturação em pressão atmosférica normal.
- d) a resistência à respiração aumenta com a elevação da pressão, particularmente nos filtros químicos.
- e) o apito do alarme de baixa pressão das máscaras autônomas poderá não funcionar em ambiente de pressão mais elevada.
- f) as chaves acionadas por membranas tendem a funcionar mal sob pressão elevada.

# Anexo 5 – Seleção de respiradores para uso rotineiro utilizando o método de bandas de controle (Informativo)

## 1 Introdução

Este método determina o Fator de Proteção Mínimo Requerido (FPMR) utilizando a classificação em grupos de perigo à saúde pelas “Frases de Perigo” (*Hazard Phrases*) das substâncias que estão sendo usadas ou geradas. Leva em conta, também, o potencial de exposição por inalação baseado na quantidade das substâncias usadas e na facilidade de geração de aerossol/empoeiramento ou volatilidade das substâncias presentes.

A determinação do FPMR por este método não requer a medição da concentração do contaminante presente no ar e pode ser conveniente para situações em que essas medições são impraticáveis ou ainda não foram realizadas. O procedimento de seleção apresentado é uma adaptação dos procedimentos descritos nos documentos “The selection, use and maintenance of respiratory protective equipment - a practical guide”, do Health and Safety Executive (HSE), do Reino Unido, e “Respiratory protective devices: selection, use and maintenance: Part 1 - establishing and implementing a respiratory protective device programme”, da ISO. Esta adaptação consistiu em substituir, após uma análise crítica, os valores numéricos dos FPMR daquela publicação por valores numéricos coerentes com o Quadro 1 do item 5.1 deste documento, bem como incluir um procedimento para a seleção de filtros.

Este procedimento exige a identificação da(s) Frase(s) de Perigo associada(s) a cada produto químico presente no ambiente de trabalho e é aplicável para a determinação de FPMR até 10.000.

*Nota:* Este procedimento de seleção é baseado em conceitos e parâmetros técnico-científicos modernos, segundo tendências internacionais, atuais, não havendo equivalência com o critério legal. Desta forma, os resultados obtidos e sua interpretação podem diferir daqueles obtidos no procedimento apresentado no item 5.1 deste documento e não eliminam a necessidade de uma avaliação quantitativa da concentração dos contaminantes, conforme disposto na NR 09.

## **2 Determinação do FPMR pelo método de bandas de controle**

### ***2.1 A toxicidade das substâncias químicas e as frases de perigo***

Os produtos químicos vêm acompanhados de informações relativas às suas propriedades e características físico-químicas, bem como sua toxicidade. O nível de perigo associado ao produto químico/substância permite a sua classificação de acordo com as chamadas “Frases de Perigo” (*Hazard Phrases*) ou “frases H”. É possível localizar as frases de perigo nos rótulos dos produtos químicos ou nas FISPQs que devem acompanhá-los e serem disponibilizadas pelo fornecedor. Se estes dados não constarem dos rótulos ou das FISPQs, devem ser fornecidos pelo fabricante do produto.

O significado das frases de perigo associadas aos produtos químicos que interessam à seleção de respiradores é apresentado a seguir:

H300 – fatal se ingerido

H301 – tóxico se ingerido

H302 – nocivo se ingerido

H303 – pode ser nocivo se ingerido

H304 – pode ser fatal em caso de ingestão e por penetração nas vias respiratórias

H310 – fatal em contato com a pele

H311 – tóxico em contato com a pele

H312 – nocivo em contato com a pele

H315 – causa irritação à pele

H317 – pode causar reações alérgicas na pele

- H318 – causa danos oculares graves
- H319 – causa irritação ocular séria
- H330 – fatal se inalado
- H331 – tóxico se inalado
- H332 – nocivo se inalado
- H334 – quando inalado pode causar sintomas alérgicos, asma ou dificuldades de respiração
- H335 – pode causar irritação respiratória
- H336 – pode causar sonolência e vertigem (efeitos narcóticos)
- H340 – pode causar defeitos genéticos
- H341 – suspeito de causar defeitos genéticos
- H350 – pode causar câncer
- H351 – suspeito de causar câncer
- H360 – pode prejudicar a fertilidade ou o feto
- H361 – suspeito de prejudicar a fertilidade ou o feto
- H362 – pode causar dano ao lactente
- H370 – causa dano aos órgãos
- H371 – pode causar dano aos órgãos
- H372 – causa dano aos órgãos através da exposição repetida ou prolongada
- EUH66 – pode causar secura da pele ou fissuras através da exposição repetida
- EUH70 – tóxico em contato com o olho
- EUH71 – corrosivo para o trato respiratório
- EUH201 – contém chumbo. Não deve ser usado em superfícies que possam ser mordidas ou chupadas por criança.

Após a classificação de um produto químico de acordo com seus efeitos à saúde, a frase de perigo apropriada é colocada na etiqueta da embalagem (*container*) ou separadamente com o produto químico, junto com outras informações que sejam exigidas pelos regulamentos nacionais ou locais. Em alguns casos, é necessário o emprego de mais de uma frase.

*Nota 1:* A classificação das substâncias por tipo de perigo foi estabelecida pelo Parlamento Europeu no Regulamento nº 1.272/2008 sobre Classificação, Rotulagem e Embalagem de Substâncias e Misturas (*Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures – CLP Regulations*).

*Nota 2:* A equivalência entre as frases H e as frases R (*Risk Phrases – Frases de Risco*), adotadas inicialmente pelo Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS), pode ser obtida em <http://ghs.dhigroup.com/PagesGHS/TranslationTool.aspx>.

## **2.2 Grupos de perigo à saúde**

As frases de perigo correspondentes aos produtos químicos que apresentam qualquer efeito sobre o sistema respiratório ou que possam causar sensibilização ou câncer devido à inalação foram agrupadas de acordo com seu nível de perigo, em cinco grupos, denominados Grupos de Perigo à Saúde. As substâncias que oferecem maior potencial para causar danos à saúde foram alocadas no grupo E e as que apresentam menor potencial, no grupo A. Os grupos de perigo à saúde são:

A: “irritante”

B: “nocivo”

C: “tóxico”

D: “muito tóxico”

E: “casos especiais”, isto é, os produtos mutagênicos, teratogênicos, carcinogênicos, sensibilizadores e radioativos

## **2.3 Procedimento para determinação do FPMR**

A obtenção do FPMR por este método requer que sejam obedecidos os quatro passos indicados a seguir:

### **Passo 1: Determinação do grupo de perigo à saúde**

Para selecionar o respirador adequado para proteção do trabalhador exposto, é necessário, inicialmente, determinar a qual grupo pertence a substância empregada ou produzida durante o processo. Para isso, é necessário

ter em mãos uma cópia da FISPQ ou outros dados publicados das substâncias envolvidas no processo e utilizar o seguinte procedimento:

- identificar e anotar as frases de perigo correspondentes às substâncias utilizadas ou geradas no processo durante a execução da tarefa;
- baseado na lista de frases de perigo, identificar no Quadro 1 o grupo de maior potencial para causar danos à saúde para cada uma das substâncias listadas. Alguns produtos ou substâncias podem ser alocados em mais de um grupo. Se as frases de perigo aparecerem em diferentes grupos, escolher sempre o grupo de maior perigo;
- no Quadro 2 são apresentados os grupos de perigo à saúde a que pertencem alguns produtos químicos ou substâncias químicas geradas em alguns processos;
- para substâncias para as quais não foi estipulada a frase de perigo, consultar um especialista ou assumir como pertencente ao grupo E.

**Quadro 1** Grupos de perigo à saúde A-E baseados na classificação de etiquetagem e na embalagem de substâncias e misturas

A	B	C	D	E
Irritante	Nocivo	Tóxico	Muito tóxico	Casos especiais
H303	H302	H301	H300	H334
H315	H312	H311	H304	H340
H319	H332	H317	H310	H341
H335	H371	H318	H330	H350
H336		H331	H360	H351
EUH66		H370	H361	EUH70
		H373	H362	
		EUH71	H372	
			EUH201	

**Quadro 2** Grupo de perigo à saúde de algumas substâncias geradas em processos

Processo/substância	Grupo de perigo à saúde
Varredura de chaminé Poeira de farinha Poeira de grãos Poeira de aves domésticas Névoa de tinta (à base de água) Poeira de madeira Poeira do processamento de lã	A

(...)

(...)

<i>Processo/substância</i>	<i>Grupo de perigo à saúde</i>
Poeira de algodão Névoa de fluído de corte (à base de água) Névoa de óleo de corte, por exemplo, óleo sintético ou mineral (com exceção de óleo de motor) Poeira de fundição de ferro Névoa de óleo mineral (com exceção de óleo automotivo usado) Névoa de tinta (à base de solvente) Poeira do processamento de borracha <sup>(a)</sup> Poeira (sílica) de pedra, tijolo, pavimentação e concreto Poeira (sílica) de pedra, tijolo, pavimentação e concreto com supressão de água no cortador Solda e corte de aço de baixo teor de carbono	B
Fumos de borracha <sup>(b)</sup>	C
Solda e corte de aço inoxidável Poeiras ou fumos que contenham chumbo (remoção de tinta à base de chumbo) Névoa de produtos reativos (por exemplo, junção de dois componentes, isocianato, epoxy, cura por UV etc.) Fumos de resina da vareta de solda	D

Notas:

- (a) Poeira liberada no processamento da borracha, em que os ingredientes são manuseados, pesados, adicionados ou misturados com borracha natural não curada ou elastômero sintético. Não é poeira de borracha curada.
- (b) Fumos de borracha liberados na fabricação de borracha natural ou sintética durante a moldagem ou extrusão de peças acabadas ou produtos. Não é fumo proveniente do aquecimento de borracha curada.

## **Passo 2: Determinação da quantidade da substância utilizada**

Determinar a quantidade das substâncias utilizadas na(s) operação(ões) ou no(s) processo(s), de acordo com as categorias do Quadro 3, baseado na quantidade total utilizada ou manuseada. Na dúvida, escolher a maior quantidade utilizada.

### **Quadro 3** Quantidade da substância utilizada

<i>Quantidade da substância usada</i>	
Pequena	Gramas ou mililitros (dezenas de gramas, aproximadamente uma xícara cheia).
Média	Quilogramas ou litros (1 a 100 kg ou tambores até 200 litros)
Grande	Toneladas ou metros cúbicos (carga de um caminhão ou de um caminhão tanque)

### Passo 3: Determinação da facilidade de geração de aerossol ou da volatilidade da substância utilizada

A quantidade da substância dispersa no ambiente pode ser estimada a partir da facilidade de geração de aerossol produzida pela substância ou da sua volatilidade. Quanto mais volátil a substância, maior a sua evaporação a uma dada temperatura e, portanto, maior será a quantidade de substância no ar.

Para determinar a facilidade de empoeiramento ou volatilidade da substância, utilizar o seguinte procedimento:

- a) para substâncias que gerem particulados, identificar e anotar o nível de facilidade de empoeiramento conforme o Quadro 4;
- b) para líquidos e particulados que possam gerar gases ou vapores, identificar e anotar a volatilidade tomando como referência a Figura 1:
  - se o ponto correspondente ao par temperatura de ebulição da substância e temperatura de operação se localizar na linha divisória, escolher a volatilidade mais alta;
  - se a FISPQ apresentar mais de um valor de temperatura de ebulição para o produto, utilizar o valor mais baixo;
  - se o processo exigir vários níveis de temperatura de operação, utilizar a temperatura mais alta;
  - se for uma mistura de substâncias, considerar a menor das temperaturas de ebulição.
- c) gases e vapores são sempre classificados na categoria “alta volatilidade”.

#### Quadro 4 Níveis de empoeiramento

Baixo	<i>Pellets</i> , flocos moles parecidos com cera que não se quebram facilmente. Quando manipulados, produzem pouca poeira e apresentam pouco ou nenhum pó depositado na área. Exemplos: grânulos de PVC, flocos de cera.
Médio	Sólidos granulados cristalinos e poeiras (são visíveis, sedimentam rapidamente). Quando manipulados, geram poeiras, névoas e fumos perto da fonte de geração, mas que se dissipam rapidamente. Exemplo: sabão em pó.
Alto	Pós finos, fumos ou névoas. Quando manipulados, produzem nuvem de poeira, névoas ou fumos que se formam e permanecem por muitos minutos no ar. Exemplos: cimento, pó de giz, carvão.

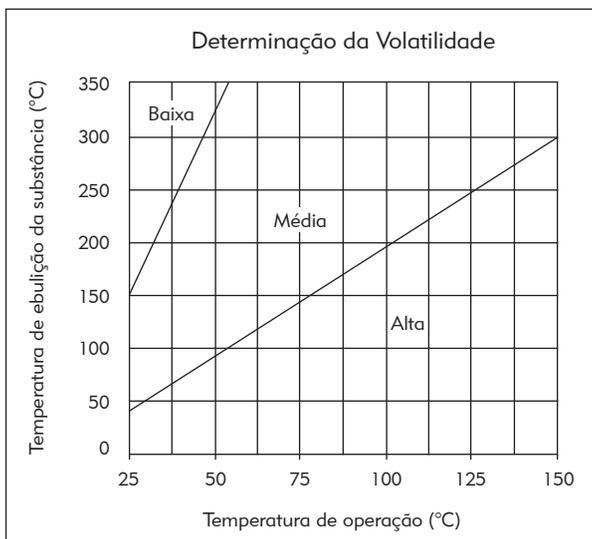


Figura 1 Volatilidade

#### Passo 4: Determinação do fator de proteção mínimo requerido

Após a identificação do Grupo de Perigo à Saúde, das quantidades manipuladas, da facilidade de geração de aerossol ou da volatilidade da substância utilizada, obter o FPMR pelo Quadro 5 e continuar no item 3 deste Anexo.

#### Quadro 5 Fator de proteção mínimo requerido (FPMR)

Grupo de perigo à saúde	Quantidade	Fator de proteção mínimo requerido		
		Facilidade de empoeiramento / Volatilidade		
		Baixa	Média	Alta
A Irritante	Pequena	-	-	-
	Média	-	5	10
	Grande	5	10	50
B Nocivo	Pequena	-	5	5
	Média	-	10	50
	Grande	10	50	1000
C Tóxico	Pequena	-	5	5
	Média	10	10	50
	Grande	50	100	1000
D Muito tóxico	Pequena	10	100	1000
	Média	100	1000	1000
	Grande	100	1000	IPVS
E Casos especiais	Pequena	10	100	1000
	Média	100	1000	1000
	Grande	100	1000	IPVS

### 3 Etapas para seleção do respirador

O respirador adequado deve ser selecionado por pessoa competente, conforme o seguinte procedimento:

- a) se a atmosfera for deficiente em oxigênio, o respirador selecionado dependerá da porcentagem de  $O_2$  e da altitude do local, isto é, da pressão parcial de oxigênio ( $ppO_2$ ) e da aclimação do usuário:
  - se a concentração de oxigênio for menor que 12,5% ao nível do mar ( $ppO_2$  menor que 95 mmHg), a atmosfera é IPVS e devem ser usados os respiradores indicados nos itens 5.2.1.1 e 5.2.3.1 deste documento;
  - se a concentração de oxigênio for maior que 12,5% ( $ppO_2$  maior que 95 mmHg) e menor que 18% ao nível do mar ( $ppO_2$  menor que 137 mmHg) a atmosfera não é IPVS e deve ser usado qualquer respirador de adução de ar (ver item 5.2.3.2 deste documento). Se, entretanto, também estiverem presentes contaminantes, deve ser usado respirador de adução de ar com FPA adequado para estes contaminantes, selecionado conforme o item (b);
  - se a concentração de oxigênio for maior que 18% ao nível do mar ( $ppO_2$  maior que 137 mmHg) não há deficiência de oxigênio, continuar no item (b);

*Nota:* se o ambiente for espaço confinado, consultar o item 5.2.2 desta publicação.

- b) se não for possível determinar qual o contaminante potencialmente perigoso que possa estar presente no ambiente, considerar a atmosfera IPVS. Continuar no item 5.2 deste documento. Se o contaminante for conhecido, continuar no item (c);
- c) obter o Fator de Proteção Mínimo Requerido (FPMR) pelo método das bandas de controle;
- d) com base no Quadro 6, selecionar um respirador ou tipo de respirador que possua FPA maior ou igual ao FPMR, considerando, para a escolha final, a adequação do respirador ao usuário, à tarefa (o tipo de trabalho a ser realizado, o nível de esforço físico, a duração e a frequência da tarefa, as necessidades quanto à mobilidade, à comunicação e à visão etc.) e ao ambiente de trabalho. Se o contaminante for irritante aos olhos ou a sua concentração no local de trabalho for tal que cause dano aos olhos, selecionar um respirador com peça facial inteira, capuz ou capacete. Se o respirador selecionado for do tipo purificador de ar, continuar no item (e);

*Nota:* Informações sobre o potencial irritante das substâncias podem ser obtidas na FISPQ ou em *International Chemical Safety Cards*, no site <http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/>

- e) se o contaminante for um gás ou vapor, escolher o filtro químico apropriado, realizando uma análise cuidadosa de cada caso para suprir a ausência do conhecimento da concentração do agente contaminante. O filtro químico deve ser compatível com a peça facial do respirador selecionada em (d) – ver Quadro 2 do item 5.1 deste documento. Se o contaminante for um gás ou vapor com fracas propriedades de alerta, de toxidez elevada ou de difícil retenção pelo sorbente, é recomendado, de modo geral, o uso de respiradores de adução de ar (ver Quadros 1 e 2 do Anexo 3). 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 do contaminante começar a atravessar o filtro;
  - existir um plano de troca de filtro que se baseie em informações ou dados, tais como a vida útil do filtro, a dessorção (a não ser que a substituição seja diária) e o tempo de exposição que assegurem que os filtros sejam substituídos antes de atingirem a saturação.

Se também estiver presente contaminante do tipo particulado ou se o contaminante for somente do tipo particulado, continuar no item (f).

*Nota:* Quando estiverem presentes gases ou vapores e também contaminantes particulados, devem ser usados filtros combinados (filtro químico + filtro para partículas), observando os critérios de seleção dos itens (e) e (f).

- f) se o contaminante for do tipo particulado, a seleção do filtro depende também da presença ou ausência de partículas oleosas no aerossol. Se o aerossol:
- for mecanicamente gerado (poeiras ou névoas), usar filtro classe P1<sup>(\*)</sup>(\*\*) ou peça semifacial filtrante para partículas PFF1<sup>(\*)</sup>(\*\*), se o FPMR for igual a 5;
  - for mecanicamente gerado (poeiras e névoas) ou termicamente gerado (fumos), usar filtro classe P2<sup>(\*)</sup>(\*\*) (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF2<sup>(\*)</sup>(\*\*), se o FPMR for menor ou igual 10).
  - for névoa à base de tinta, esmalte ou verniz, contendo solvente orgânico, usar filtro combinado: filtro químico contra vapores orgâ-

nicos e filtro para partículas classe P2<sup>(\*)</sup>(<sup>\*\*</sup>). Pode-se utilizar filtro da classe P1<sup>(\*)</sup>(<sup>\*\*</sup>), quando o FPMR for igual a 5.

- for névoa contendo agrotóxico, em veículo orgânico, usar filtro combinado: filtro químico contra vapores orgânicos e filtro para partículas classe P2<sup>(\*)</sup>(<sup>\*\*</sup>); se o contaminante for um agrotóxico em veículo água, usar filtro para partículas classe P2<sup>(\*)</sup>(<sup>\*\*</sup>) (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF2<sup>(\*)</sup>(<sup>\*\*</sup>), se o FPMR for menor ou igual a 10).
- contiver radionuclídeos, usar filtro classe P3<sup>(\*\*)</sup> (ou peça semifacial filtrante para partículas PFF3<sup>(\*\*)</sup>, se o FPMR for menor ou igual a 10).

**Quadro 6** Fatores de proteção atribuídos (FPA) para o método de bandas de controle<sup>(a)</sup>

Tipo de respirador	Tipos de coberturas das vias respiratórias			
	com vedação facial <sup>(b)</sup>		sem vedação facial <sup>(b)</sup>	
	peça semifacial <sup>(c)</sup>	peça facial inteira <sup>(d)</sup>	capuz <sup>(e)</sup>	outros <sup>(f)</sup>
A – Purificador de ar				
não motorizado	10 <sup>(g)</sup>	100 <sup>(h)</sup>	—	—
motorizado <sup>(i)</sup>	50 <sup>(i)</sup>	1000 <sup>(k)</sup>	1000 <sup>(k)</sup>	25
B – De adução de ar				
B1 – Linha de ar comprimido				
de demanda sem pressão positiva	10 <sup>(j)</sup>	100	—	—
de demanda com pressão positiva	50 <sup>(j)</sup>	1000	—	—
de fluxo contínuo	50 <sup>(j)</sup>	1000	1000	25
B2 – Máscara autônoma (circuito aberto ou fechado)				
de demanda sem pressão positiva <sup>(l)</sup>	10 <sup>(j)</sup>	100	—	—
de demanda com pressão positiva	—	10000	—	—

Observações sobre o Quadro 6:

- (a) o FPA só é válido quando o respirador é utilizado conforme as recomendações contidas no Programa de Proteção Respiratória (seleção correta, ensaio de vedação, treinamento, política da barba etc.) e com a configuração constante em seu Certificado de Aprovação. O FPA não é aplicável para respiradores de fuga.

\* Se o aerossol contiver sílica cristalina deverá ser selecionado, no mínimo, peça semifacial com filtro P2 (ou PFF2). Se o aerossol contiver asbesto, deverá ser selecionado no mínimo filtro classe P3. Para substâncias com limite de exposição menor ou igual a 0,05 mg/m<sup>3</sup>, usar filtro classe P3 (ou PFF3 se FPMR for menor ou igual a 10)

\*\* Se o aerossol for oleoso (proveniente de lubrificantes, fluídos de corte, glicerina, veículos com motor de combustão interna, ar comprimido de compressores lubrificadas a óleo etc.), deverá ser selecionado filtro resistente a óleo (ver Anexo 7, item 2.1.2.1). A presença do óleo no ar pode ser determinada pelo método NIOSH 5026 (oil mist, mineral)

- (b) ver definição no Anexo 1.
- (c) inclui as peças um quarto facial e semifacial reutilizáveis e a peça semifacial filtrante (PFF).
- (d) para respiradores com peça facial inteira aprovados somente no ensaio de vedação qualitativo, o FPA é igual a 10.
- (e) o FPA é 1000 para respiradores com cobertura das vias respiratórias que cobrem a face, a cabeça e se estendem até os ombros e também para capuzes considerados com vedação facial (possuem uma peça semifacial em seu interior).
- (f) inclui capacete, protetor facial etc.
- (g) para respiradores com peças semifaciais reutilizáveis com, no mínimo, filtro P2 ou para peça semifacial filtrante, no mínimo, PFF2, o FPA é 10. Para respiradores com peças semifaciais reutilizáveis com filtro P1, ou para a PFF1, o FPA é 5. Para respiradores com peça um quarto facial, o FPA é 5, independente da classe do filtro para partículas.
- (h) para respiradores com peça facial inteira, o FPA é 100 somente quando equipado com, no mínimo, filtro P2. Não se deve utilizar filtro P1 com esse tipo de respirador.
- (i) não se deve utilizar filtros classe P1 com esse tipo de respirador.
- (j) não se deve utilizar peça um quarto facial com esse tipo de respirador.
- (k) os FPA apresentados são de respiradores com filtros P3 ou sorbentes (cartuchos químicos pequenos, médios ou grandes). Com filtros classe P2, deve-se usar FPA 100 devido às limitações do filtro.
- (l) a máscara autônoma de demanda sem pressão positiva não deve ser usada para combate a incêndio.

*Nota:* Para combinação de respiradores, como, por exemplo, respirador de linha de ar comprimido equipado com um filtro purificador de ar na peça facial, o FPA a ser utilizado é o do respirador que está em uso.

# Anexo 6 – Deficiência de oxigênio (Informativo)

## 1 Introdução

O oxigênio é o componente da atmosfera terrestre necessário para sustentar a vida. O ar atmosférico, como mostra o Quadro 1, é uma mistura de gases.

**Quadro 1** Composição do ar atmosférico seco (ABNT NBR 12543)

<i>Componentes</i>	<i>% Em volume</i>
Oxigênio	20,93
Nitrogênio	78,10
Argônio	0,9325
Dióxido de carbono	0,04
Hidrogênio	0,01
Neônio	0,0018
Hélio	0,0005
Criptônio	0,0001
Xenônio	0,000009

Como a abordagem correta do tema deficiência de oxigênio necessita do conceito de pressão parcial de um gás, ele é considerado resumidamente neste anexo. A pressão de uma mistura de gases em um ambiente é devida à pressão exercida por cada um dos seus componentes. A contribuição de cada componente é denominada pressão parcial. Ela é calculada dividindo a porcentagem do gás (em volume) por 100 e multiplicando o resultado pela pressão da mistura. Assim, para o oxigênio, resulta:

$$ppO_2 = (\% O_2 / 100) \times (\text{pressão da mistura gasosa}) \quad (\text{Equação 1})$$

A composição em volume dos gases no ar não varia com a altitude na atmosfera, mas a pressão da mistura gasosa (pressão atmosférica) depende da altitude, conforme mostra a equação 2.

$$P(\text{mmHg})_{\text{relativa ao nível do mar}} = 760 \times e^{-(\text{altitude em pés}/25.970)} = 760 \times e^{-(\text{altitude em metros}/7.915,6)}$$

$$P(\text{mmHg})_{\text{relativa ao nível do mar}} = 760 / e^{(\text{altitude em metros}/7.915,6)} \quad (\text{Equação 2})$$

A pressão parcial, portanto, decresce com o aumento da altitude por causa da diminuição da pressão atmosférica.

A diminuição da pressão parcial de oxigênio ( $\text{ppO}_2$ ) em um ambiente pode ocorrer devido a:

1. redução da porcentagem, em volume, do oxigênio. Esta situação pode ocorrer devido à presença de outros gases, como, por exemplo, de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) ou quando o oxigênio é consumido em uma reação, como a de oxidação de metais, combustão ou consumo metabólico. É a causa mais comum da deficiência de oxigênio nos espaços confinados;
2. redução da pressão atmosférica. A porcentagem de oxigênio pode permanecer em 20,9%, mas a  $\text{ppO}_2$  será menor que a  $\text{ppO}_2$  ao nível do mar quando a pressão atmosférica ambiente diminuir.

Qualquer que seja a causa da redução da pressão parcial, o efeito da deficiência de oxigênio no organismo é o mesmo, pois o responsável pelo transporte do oxigênio do ar contido nos alvéolos para a hemoglobina é o valor da  $\text{ppO}_2$  alveolar e não a porcentagem de oxigênio nos alvéolos pulmonares. Como se pode ver na Tabela 1, quanto maior a altitude, menor o valor da  $\text{ppO}_2$  no ambiente e nos alvéolos. Pessoas que vivem ou trabalham em grandes altitudes não apresentam efeitos fisiológicos negativos devido à diminuição da  $\text{ppO}_2$  graças às alterações que ocorrem nos sistemas respiratório, cardiovascular e hematopoético. A aclimação completa exige cerca de 4 semanas de permanência no ambiente com  $\text{ppO}_2$  diferente da normal.

Quando pessoas não aclimatadas executam trabalhos em locais com  $\text{ppO}_2$  menor do que daquele onde vivem, elas sentem fadiga excessiva. O mesmo trabalho executado em um ambiente com  $\text{ppO}_2$  reduzida provoca aumento da frequência respiratória, aumento dos batimentos cardíacos e, possivelmente, outros sintomas de fadiga que não são percebidos quando o trabalho é realizado nas condições normais.

## 2 Deficiência de oxigênio IPVS e não IPVS

Quando o teor de oxigênio é menor ou igual a 12,5% em um ambiente ao nível do mar, ele deve ser considerado IPVS. Em termos de  $ppO_2$ , essa condição pode ser calculada levando os valores 12,5% e 760 mmHg à equação 1:  $ppO_2 = (12,5 / 100) \times 760 = 95$  mmHg. É igualmente uma situação IPVS a provocada pela combinação de uma pressão ambiente de 450 mmHg (equivalente a 4.240 m de altitude) com 20,9%  $O_2$  ( $ppO_2 = 95$  mmHg). A razão para classificar um ambiente com até 12,5%  $O_2$  ao nível do mar (ou 20,9 %  $O_2$  a 450 mmHg) como IPVS é que, nessas condições, a  $ppO_2$  nos alvéolos pulmonares é de 48 mmHg e a  $ppCO_2 = 40$  mmHg. Em tal situação, a hemoglobina no sangue alveolar está 83% saturada de oxigênio. Quando a saturação na hemoglobina atinge este valor, tornam-se evidentes os sintomas da deficiência de oxigênio, sendo então necessária a utilização de uma proteção adequada conforme indicado no item 5.2 deste documento. A Figura 1 apresenta a relação entre a  $ppO_2$  nos alvéolos pulmonares e a correspondente porcentagem de saturação da hemoglobina. Para valores altos da  $ppO_2$  nos alvéolos (de 60 até 100 mmHg), é pequena a variação da saturação da hemoglobina. Porém, à medida que a  $ppO_2$  continua a cair (de 60 até 30 mmHg), a porcentagem de saturação da hemoglobina diminui drasticamente. Essa queda brusca da saturação da hemoglobina levará o trabalhador não protegido a apresentar, subitamente, sintomas fisiológicos de debilidade quando ocorrem alterações relativamente pequenas na porcentagem de oxigênio no ambiente.

A deficiência de oxigênio é considerada não IPVS quando a porcentagem de  $O_2$  é maior que 12,5% ao nível do mar ou a  $ppO_2$  estiver acima de 95 mmHg, pois nesta condição os efeitos no organismo são reversíveis.

## 3 Considerações sobre níveis reduzidos de oxigênio

O volume de ar contido dentro da peça facial inteira (volume morto) dos respiradores purificadores de ar ou de linha de ar comprimido pode afetar o conteúdo de oxigênio do ar inalado pelo usuário quando esses respiradores são utilizados em atmosferas com baixo teor de oxigênio.

Quando alguém respira em um ambiente normal com 20,9% de oxigênio, parte do oxigênio é absorvida pelo sangue. Quando se dá a exalação, o ar que sai em primeiro lugar é praticamente esse mesmo ar, pois na parte superior das vias respiratórias não há troca oxigênio/gás carbônico. À medida que continua a exalação, ar com mais gás carbônico é liberado e as últimas porções do ar exalado podem conter 5% de gás carbônico e 16% de oxigênio.

Quando um trabalhador usa o respirador, parte do ar exalado permanece no espaço morto do respirador. Desse modo, na inalação, o teor de oxigênio se reduz devido à presença do gás carbônico. Quando os respiradores são usados em atmosferas deficientes de oxigênio, o efeito de inalar parte do ar exalado pode afetar significativamente o usuário, uma vez que isto provoca uma redução adicional no conteúdo de oxigênio.

Para os respiradores purificadores de ar com pressão negativa, uma redução do volume morto da peça facial ou o uso de uma mascarilha interna nas peças faciais inteiras pode diminuir esse efeito. Para os respiradores de linha de ar comprimido, o efeito só é significativo para os de demanda sem pressão positiva, ou com pressão positiva (não para os de fluxo contínuo) e somente quando a pressão ambiente é a causa da redução da  $ppO_2$ . Reduzindo o volume morto, por exemplo, pelo emprego de uma mascarilha interna ou usando um respirador de fluxo contínuo, pode-se diminuir estes efeitos. Em grandes altitudes, é necessário aumentar o teor de oxigênio do ar que vai ser suprido ao respirador, como mostra o Quadro 3 do item 5.2.3 deste documento e a Tabela 1 deste Anexo.

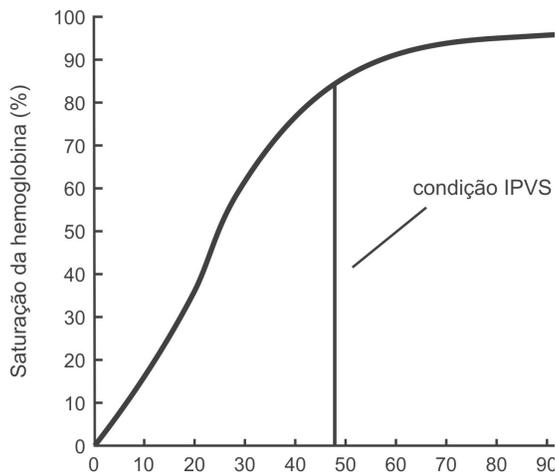


Figura 1 Curva de saturação da hemoglobina

**Tabela 1** Condições com deficiência de oxigênio, efeitos e cuidados necessários

Altitude (m)	Pressão atmosférica (mmHg)	% O <sub>2</sub> na atmosfera	ppO <sub>2</sub> (mmHg)	% O <sub>2</sub> equivalente ao nível do mar	ppO <sub>2</sub> nos alvéolos (mmHg)	Saturação da hemoglobina (%)	Efeitos	Cuidados necessários
Nível do mar	760	20,9	159	20,9	110	96	Nenhum.	Nenhum.
750	689	20,9	145	19	95	94	Efeitos fisiológicos adversos não percebidos.	Nenhum.

(...)

(...)

<i>Altitude (m)</i>	<i>Pressão atmosférica (mmHg)</i>	<i>% O<sub>2</sub> na atmosfera</i>	<i>ppO<sub>2</sub> (mmHg)</i>	<i>% O<sub>2</sub> equivalente ao nível do mar</i>	<i>ppO<sub>2</sub> nos alvéolos (mmHg)</i>	<i>Saturação da hemoglobina (%)</i>	<i>Efeitos</i>	<i>Cuidados necessários</i>
1524	627	20,9	131	17,2	80	93	Efeitos fisiológicos adversos não percebidos.	Nenhum.
2134	580	20,9	121	16,0	70	92	Perda de adaptação ao escuro. Aumento da ventilação pulmonar e da função cardiológica. Falta de coordenação, de atenção e diminuição do raciocínio.	Ver item 5.2.3, Quadro 3.
3030	523	20,9	110	14,0	60	90	Fadiga anormal com qualquer esforço. Coordenação precária, capacidade de raciocínio prejudicada. Risco de edema pulmonar e cerebral.	Ver item 5.2.3, Quadro 3.
4240	450	20,9	95	12,5	48	83	Respiração prejudicada. Capacidade de raciocínio, de discernimento e coordenação motora muito baixa. Danos permanentes ao coração.	Ver item 5.2.3, Quadro 3. Este ambiente exige bom planejamento e pessoal treinado. Treinamento especial para as pessoas que dão cobertura.
> 5900	< 387	20,9	< 81	< 10	< 33	< 70	Incapacidade de executar movimentos vigorosos. Perda de consciência. Convulsões e morte.	Idem.

# Anexo 7 – Classificação, características e limitações dos respiradores (Informativo)

## 1 Introdução

Como mostra a Figura 1, os respiradores podem ser classificados em dois grandes grupos: os purificadores de ar e os de adução de ar. Os respiradores purificadores de ar são dependentes do ar ambiente, isto é, o oxigênio que vai ser inalado é o que está presente no ambiente. Antes de ser inalado, entretanto, o ar passa através de um filtro que remove os seus contaminantes. Os respiradores de adução de ar são independentes do ar ambiente, fornecendo ao usuário ar ou outro gás respirável vindo de uma atmosfera independente do ambiente em que se encontra.

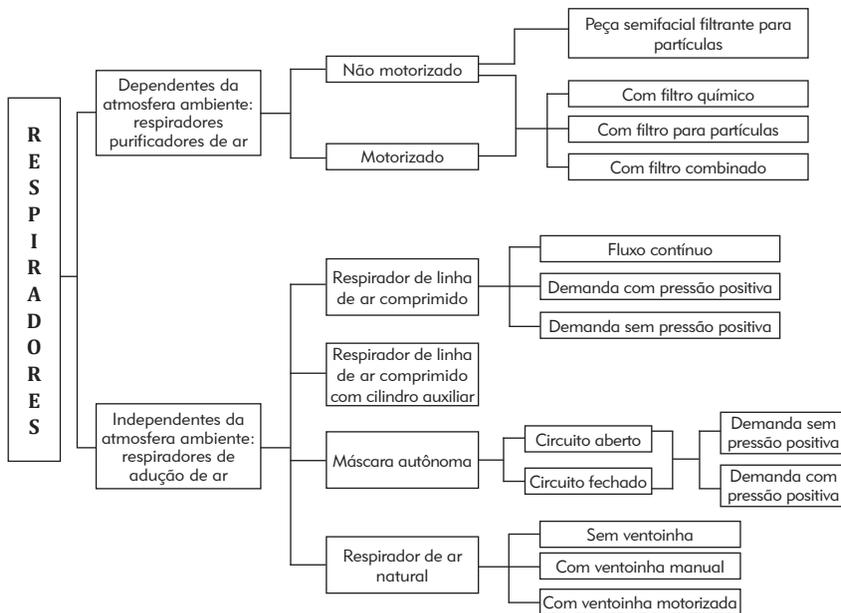


Figura 1 Classificação dos respiradores (adaptado da ABNT NBR12543)

## 2 Respiradores purificadores de ar

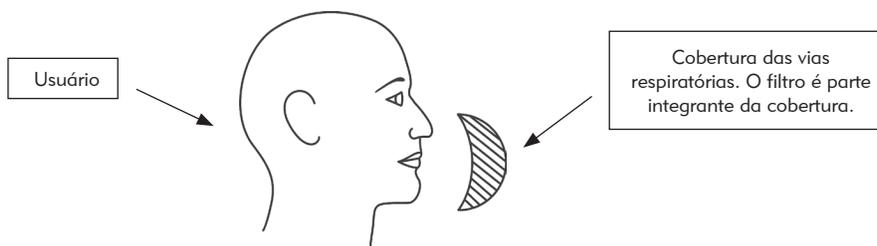
Este tipo de respirador é constituído, no mínimo, por uma cobertura das vias respiratórias e filtro(s), o qual(is) pode(m) ser substituível(is) ou fazer parte inseparável da cobertura. O filtro remove (por filtração, adsorção ou reação química) as substâncias perigosas presentes no ar ambiente antes de serem inaladas pelo usuário.

Alguns modelos possuem válvula de inalação e/ou exalação, que direcionam o fluxo de ar conforme a fase do ciclo respiratório. A válvula de exalação deixa sair o ar expirado pelo usuário, quente e úmido, para o meio ambiente. Durante a fase de inspiração, a válvula de exalação fica fechada, obrigando o ar que será inalado a passar pelo filtro. A válvula de inalação, fechada durante a fase de expiração, impede que ar saturado de umidade, proveniente do ar expirado, atinja o elemento filtrante e o danifique.

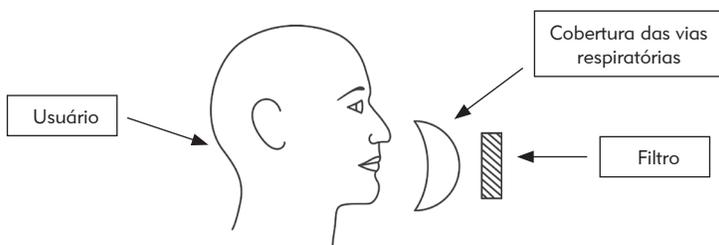
Nos respiradores purificadores de ar não motorizados o ar atravessa o(s) filtro(s) durante a inspiração pela ação pulmonar do usuário. Como durante a inalação a pressão do ar dentro da peça facial fica abaixo da pressão ambiente, estes respiradores são também denominados respiradores de pressão negativa.

Nos respiradores motorizados, o ar atravessa continuamente o(s) filtro(s) devido à ação de uma ventoinha, movida por um motor alimentado por bateria elétrica. O ar é enviado até a cobertura das vias respiratórias através de uma traqueia ou tubo flexível à prova de estrangulamento, e a ventoinha, o motor e a bateria são transportados junto ao corpo do usuário. Como a ventoinha funciona continuamente e a vazão de ar é alta em relação ao consumo, gera-se uma pressão positiva no interior da cobertura das vias respiratórias, ou seja, uma pressão maior do que a pressão ambiente, fazendo com que todo o vazamento de ar que ocorra seja para fora.

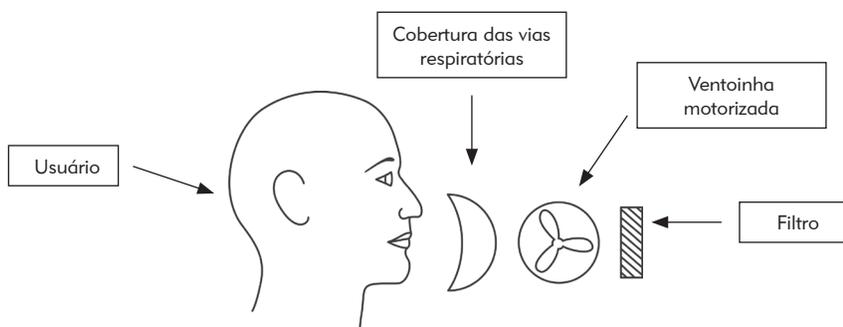
As Figuras 2 a 4 apresentam esquemas de respiradores purificadores de ar.



**Figura 2** Desenho esquemático de respirador com filtro não substituível (ISO 16975.1)



**Figura 3** Desenho esquemático de respirador com filtro substituível (ISO 16975.1)



**Figura 4** Desenho esquemático de respirador motorizado com filtro e ventoinha, separados ou não (ISO 16975.1)

## 2.1 Componentes principais

### 2.1.1 Cobertura das vias respiratórias

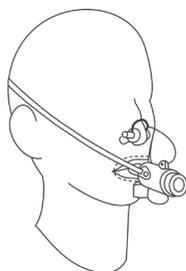
A principal finalidade da cobertura das vias respiratórias é formar uma barreira entre o trato respiratório do usuário e o ambiente contaminado. A cobertura pode ou não estar separada dos outros componentes do respirador, mas é sempre parte integrante do respirador completo. Ela sozinha não proporciona qualquer proteção ao usuário.

Existem dois tipos de coberturas das vias respiratórias: as com vedação facial e as sem vedação facial. As coberturas com vedação facial proporcionam uma selagem aceitável do respirador na face do usuário. Nas sem vedação facial, o ar respirável é fornecido em quantidade suficiente para manter uma pressão positiva em seu interior e, assim, evitar a entrada de substâncias perigosas dentro da área coberta. Como os respiradores purificadores de ar não motorizados são respiradores de pressão negativa, a cobertura das vias respiratórias destes respiradores só pode ser do tipo com vedação facial. A cobertura das vias respiratórias dos respiradores motorizados, entretanto, pode ser com vedação facial ou sem vedação facial.

Dependendo do tipo do respirador, as coberturas das vias respiratórias cobrem diferentes partes do corpo do usuário:

a) Boca

Esta cobertura das vias respiratórias com vedação facial é comumente chamada de bocal. Para evitar a respiração pelo nariz, é necessário o uso simultâneo de uma pinça nasal. Em alguns modelos, existe um tirante que é colocado na cabeça, como mostra a Figura 5. Em outros modelos, não existe tirante e o bocal é preso pelos dentes.

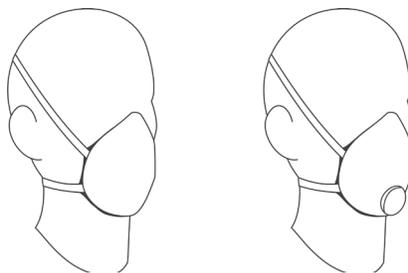


**Figura 5** Exemplo de cobertura das vias respiratórias do tipo bocal com a pinça nasal (ISO 16975.1)

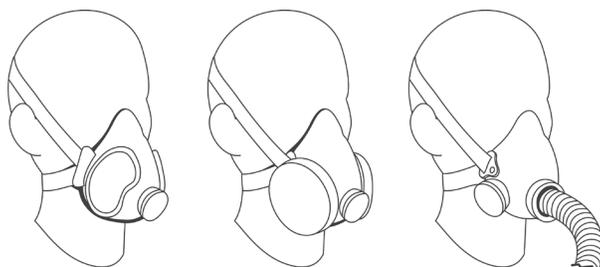
b) Boca e nariz

A cobertura das vias respiratórias com vedação facial que cobre a boca e o nariz e se apoia embaixo do queixo é denominada “peça semifacial”. A que cobre somente a boca e o nariz e se apoia sobre o queixo é denominada “peça um quarto facial” (não mostrada).

A peça semifacial que é constituída parcial ou totalmente de material filtrante e em que o filtro forma uma parte inseparável dela é denominada “peça semifacial filtrante” (PFF).



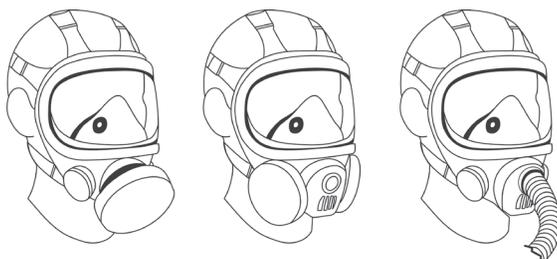
Peça semifacial filtrante (PFF) sem e com válvula de exalação



**Figura 6** Exemplos de coberturas das vias respiratórias cobrindo a boca, o nariz e o queixo (ISO 16975.1)

### c) Face

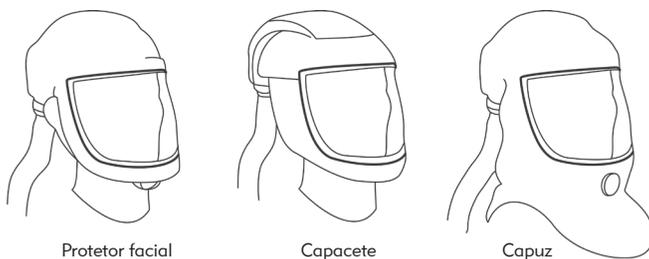
A cobertura das vias respiratórias com vedação facial que cobre a face inteira é denominada “peça facial inteira”. Neste tipo de cobertura, os olhos do usuário estão protegidos do ambiente contaminado.



**Figura 7** Exemplos de coberturas das vias respiratórias cobrindo a face (ISO 16975.1)

### d) Cabeça

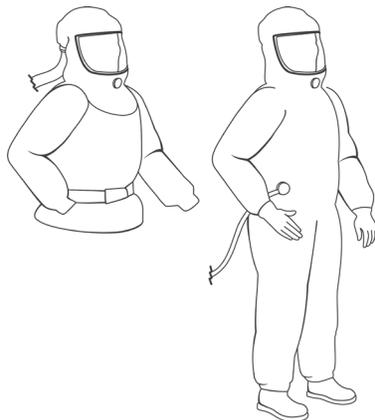
A cobertura das vias respiratórias pode abranger a cabeça inteira ou parte da cabeça e a face. A que cobre a cabeça inteira, comumente conhecida como “capuz”, pode ser com ou sem vedação facial. Capuzes com vedação em geral vedam ao redor do pescoço do usuário. O modelo que protege a cabeça também contra impacto é denominado “capacete”. A cobertura que envolve parte da cabeça e a face é denominada “protetor facial”.



**Figura 8** Exemplos de coberturas das vias respiratórias cobrindo a cabeça (ISO 16975.1)

## e) Corpo

A cobertura das vias respiratórias que envolve a cabeça e o torso é chamada “blusão”. A que cobre a cabeça e todo o corpo é a “roupa inflável”. Neste caso, tubos flexíveis conduzem o ar para cabeça, membros superiores e inferiores.



**Figura 9** Exemplos de coberturas das vias respiratórias cobrindo o corpo (ISO 16975.1)

## 2.1.2 Filtros

Respiradores purificadores de ar podem remover tanto partículas, como gases/vapores, dependendo do filtro empregado. Filtros para partículas são destinados à remoção de partículas sólidas ou líquidas (por exemplo, poeiras, névoas e fumos metálicos); filtros químicos são destinados à remoção de gases e vapores; e os filtros combinados, à remoção simultânea de ambos, partículas e gases/vapores.

### 2.1.2.1 Filtros para partículas

Os filtros para partículas capturam e retêm as partículas transportadas pelo ar que escoam através das camadas de fibras que os constituem. A eficiência do filtro em uso depende de muitos fatores, que incluem o tamanho, a forma da partícula e a velocidade do ar que passa através do filtro. Quando um filtro é usado, ele se torna carregado com o contaminante, dificultando a passagem do ar. É importante que o filtro seja trocado antes que a resistência à respiração incomode o usuário.

Os filtros para partículas são classificados em P1, P2 e P3 e as peças semifaciais filtrantes em PFF1, PFF2 e PFF3, conforme satisfaçam os requisitos de penetração do aerossol de ensaio e de resistência à respiração especificados nas normas técnicas ABNT NBR 13697 e ABNT NBR 13698, respectivamente. São, ainda, subdivididos de acordo com a sua capacidade em remover partí-

culas sólidas e líquidas à base de água (aprovados nos ensaios com aerossol de cloreto de sódio) ou sólidas e líquidas à base de óleo ou outro líquido diferente de água (aprovados no ensaio com aerossol de cloreto de sódio e de óleo de parafina ou de dioctil ftalato). Quando aprovados somente com o aerossol de cloreto de sódio, são identificados pela letra S ao lado da identificação da classe – por exemplo, P2(S) – e quando aprovados com aerossol de cloreto de sódio e de óleo de parafina ou de dioctil ftalato (DOP), são identificados pela sigla SL – por exemplo, P3(SL).

A penetração máxima dos aerossóis de ensaio permitida nas diferentes classes de filtros e peças semifaciais filtrantes enquanto se depositam 150 mg de aerossol de ensaio sobre o filtro é mostrada nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** Penetração máxima permitida nos filtros para partículas (ABNT NBR 13697)

Classe	Penetração máxima do aerossol de ensaio (%)	
	Ensaio com cloreto de sódio	Ensaio com óleo de parafina ou DOP
P1	20	20
P2	6	6
P3	0,05	0,05

**Tabela 2** Penetração máxima permitida nas peças semifaciais filtrantes (ABNT NBR 13698)

Classe	Penetração máxima do aerossol de ensaio (%)	
	Ensaio com cloreto de sódio	Ensaio com óleo de parafina ou DOP
PFF1	20	20
PFF2	6	6
PFF3	1	1

### 2.1.2.2 Filtros químicos

Os filtros químicos removem gases/vapores do ar contaminado que passa através de uma camada de grãos contidos em seu interior. A captura desses gases e vapores ocorre por vários mecanismos, dependendo da natureza química do contaminante gasoso e do tipo de recheio do filtro.

Os filtros químicos são disponíveis para uso contra diferentes tipos de contaminantes gasosos (incluindo vapores), conforme especificado pelo fabricante, e podem oferecer proteção contra um tipo de contaminante (exemplo: vapores orgânicos, gases ácidos etc.) ou mais de um tipo de contaminante (filtros multtipos – exemplo: filtros para vapores orgânicos e gases ácidos, vapores orgânicos e amônia etc.).

Conforme a quantidade de contaminante que retêm, os filtros químicos podem pertencer a quatro classes: de baixa capacidade (FBC), classe 1, classe 2 e classe 3, conforme mostrado no Quadro 2 do item 5.1 deste documento.

A massa de gás retida pelo filtro químico dependerá: do contaminante; da qualidade, da quantidade, da densidade e da uniformidade do recheio; das condições de exposição (concentração do contaminante gasoso, presença simultânea de outros contaminantes, demanda do ar pelo usuário, temperatura e umidade relativa do ar).

Quando um filtro químico é usado, ele retém o contaminante gasoso até não ser mais capaz de realizar a sua remoção – isto é conhecido como “saturação” e indica o final da vida útil do filtro. É importante que o filtro seja trocado antes que a saturação ocorra, evitando que o usuário fique exposto.

A percepção do odor ou do sabor do contaminante gasoso como critério principal para detectar a saturação do filtro não é adequada, porque os sentidos do usuário podem ser afetados desfavoravelmente por diferentes razões ou as propriedades de alerta do contaminante podem não ser detectadas em um nível seguro. Qualquer cheiro ou gosto detectado pelo usuário, entretanto, deve ser considerado como um sinal de saturação do filtro.

A saturação do filtro pode ocorrer mais cedo quando ele for usado para proteção contra misturas de gases ou, sequencialmente, contra diferentes gases, do que para um único gás. Certos tipos de gases (por exemplo, vapores orgânicos) coletados pelo filtro químico podem migrar através do recheio durante a sua guarda, levando à sua saturação mais cedo do que o esperado quando o filtro for usado uma próxima vez.

Quando o filtro químico não possuir indicador de vida útil, o usuário deverá procurar orientação do fabricante sobre o tipo e a classe do filtro a ser usado e a sua provável duração nas condições em que será utilizado. Muitos fabricantes fornecem algoritmos ou outros métodos para avaliação do tempo de vida útil em uso do filtro químico para um dado contaminante gasoso sob condições de uso especificadas.

É importante que seja usada a classe correta do filtro químico compatível com o tipo de cobertura das vias respiratórias do respirador, conforme mostrado no Quadro 2 do item 5.1 deste documento.

### 2.1.2.3 *Filtros combinados*

Os filtros combinados removem simultaneamente partículas e gases/vapores. O filtro para partículas pode estar incorporado ou separado do filtro químico.

Quando o filtro combinado é resultante da junção de filtros separados, é possível a substituição apenas do filtro que necessita de troca, porque o tempo de vida útil do filtro para partículas e do filtro químico pode não ser o mesmo.

Sempre que o filtro para partículas for usado em conjunto com o químico, ele deverá ser instalado no lado da entrada de ar do filtro químico.

As informações dadas em 2.1.2.1 e 2.1.2.2 são válidas para os filtros combinados.

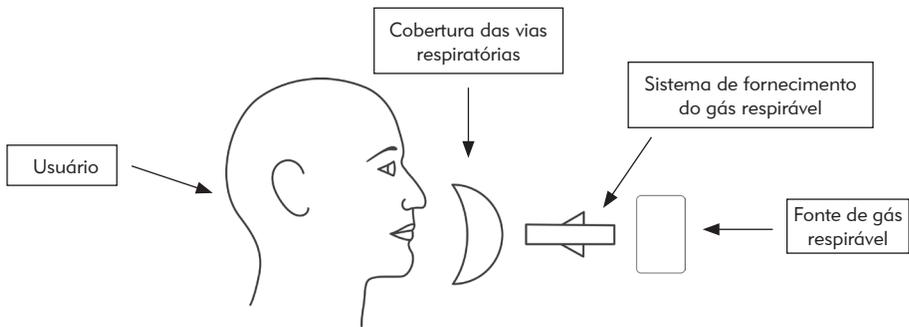
## **2.2 Respiradores de adução de ar**

Esta classe de respiradores supre, ao usuário, ar ou outro gás respirável vindo de uma atmosfera independente do ar ambiente em que ele se encontra. Conforme mostra a Figura 1 deste Anexo, pertencem a esta categoria a máscara autônoma, os respiradores de linha de ar comprimido, os respiradores de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga e os respiradores de ar natural.

Os respiradores de adução de ar contêm, pelo menos, uma cobertura das vias respiratórias e um sistema de fornecimento de ar ou gás respirável ao usuário. Esse ar/gás respirável pode ser obtido de diversas maneiras:

- nas máscaras autônomas, o ar/gás respirável provém de cilindro com válvula ou é gerado, durante o uso, por reação química, em dispositivo que constitui parte do respirador. Esses componentes são transportados junto ao corpo do usuário como uma mochila, proporcionando total mobilidade.
- em outros tipos de respiradores de adução de ar, a fonte de ar/gás respirável não faz parte do respirador, nem é transportado junto ao corpo do usuário. Neste caso, o ar/gás respirável pode provir de compressor localizado fora da área contaminada, de bateria de cilindros de alta pressão ou de uma área não contaminada, forçado por um soprador ou pela ação pulmonar do próprio usuário.

Uma combinação das duas maneiras anteriores, é o respirador de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga, em que o cilindro transportado junto ao corpo do usuário somente é utilizado durante a fuga da área contaminada.



**Figura 10** Desenho esquemático de respirador de adução de ar (ISO 16975.1)

## 2.2.1 Componentes principais

### 2.2.1.1 Coberturas das vias respiratórias

As coberturas das vias respiratórias usadas nos respiradores de adução de ar estão descritas em 2.1.1.

### 2.2.1.2 Sistema de fornecimento do ar/gás respirável

O sistema de fornecimento do ar/gás respirável é a parte do respirador que liga a cobertura das vias respiratórias com a fonte de ar/gás respirável. Este sistema transporta o ar/gás respirável e regula a sua vazão. São elementos típicos do sistema:

- a) **válvula geral** – permite ou impede que o ar/gás entre no sistema de fornecimento.
- b) **reductor de pressão** – reduz a pressão alta para pressão média ou para níveis de pressão adequados ao usuário. Em caso de redução para pressão média, uma regulagem adicional é obtida por uma válvula de demanda.
- c) **válvula de demanda** – quando inala, o usuário aciona a abertura da válvula para permitir a passagem do ar/gás respirável necessário. A exalação do usuário interrompe o fluxo. Durante a inalação, a pressão dentro da cobertura das vias respiratórias é negativa, isto é, mantém-se abaixo da pressão atmosférica local.
- d) **válvula de demanda de pressão positiva** – destinada aos respiradores de pressão positiva. Reduz a pressão do ar/gás respirável de média para baixa pressão. Libera o ar/gás respirável para dentro da cobertura das vias respiratórias em uma pressão levemente superior

à pressão ambiente, mesmo durante a inalação. Esta característica reduz as chances de substâncias perigosas entrarem na cobertura das vias respiratórias.

- e) **válvula de fluxo contínuo** – permite que o usuário receba ar/gás respirável ininterruptamente através de uma traqueia ou tubo flexível. Reduz os níveis de pressão do ar/gás respirável de média para baixa pressão. A válvula de fluxo contínuo pode ser ajustada manualmente e, devido a requisito normativo, garante a vazão mínima especificada para o respirador, mesmo quando totalmente fechada.
- f) **válvulas de retenção** – no sistema de fornecimento de ar/gás respirável dos respiradores de circuito fechado que operam por reações químicas, estas válvulas orientam o fluxo do gás exalado e inalado através do respirador com a finalidade de regeneração.
- g) **válvulas de alívio** – usadas para evitar a ocorrência de sobre-pressão dentro do sistema de fornecimento de ar/gás respirável.
- h) **elementos de transporte** – fornecem o ar/gás respirável da fonte para a cobertura das vias respiratórias e previnem a entrada de substâncias perigosas no sistema de fornecimento. As mangueiras e bolsas de compensação respiratória são exemplos de elementos de transporte em um sistema de fornecimento.

### 2.2.1.3 Fontes de ar/gás respirável

O ar/gás respirável pode provir de diversas fontes:

- a) **cilindros de ar/gás** – contêm ar comprimido respirável, oxigênio comprimido ou misturas de gases respiráveis.
- b) **compressor** – é uma fonte contínua de ar respirável para o sistema de fornecimento (para informação sobre a qualidade do ar respirável, ver o Anexo 13).
- c) **oxigênio químico** – o gás carbônico gerado pelo usuário, presente no gás exalado, participa de uma reação química na qual o oxigênio é gerado, permitindo que a mistura seja reaproveitada. A reação química gera calor dentro do circuito respiratório, aumentando a temperatura da mistura inalada. Os reagentes químicos geralmente usados são muito higroscópicos e, por esta razão, necessitam ficar isolados do ambiente.
- d) **ar/gás respirável liquefeito** – fornece ar respirável ao usuário que provém de oxigênio ou ar estocado na forma líquida.

- e) **sistema de ar natural** – fornece ar ambiente ao usuário provido diretamente de ambiente não contaminado, por ação pulmonar ou por ação de uma ventoinha.

## 2.2.2 Tipos de respiradores de adução de ar

### 2.2.2.1 Máscaras autônomas

Nestes respiradores, o suprimento de ar/gás respirável ou de oxigênio é transportado pelo usuário junto ao seu corpo. É mais comum o uso de peça facial inteira, embora algumas máscaras também empreguem peça semifacial, bucal ou capuz. O usuário nunca respira oxigênio puro.

#### a) Máscara autônoma de circuito aberto

Nestes respiradores, o gás exalado sai para o ambiente em vez de ser reinalado. O respirador é mais simples e mais barato que os de circuito fechado e sua autonomia varia de 30 minutos a 1 hora. O gás respirável mais usado é o ar comprimido. Existem modelos que operam sob demanda com pressão positiva e outros sob demanda sem pressão positiva. Como o nível de proteção proporcionado pela máscara autônoma de pressão positiva é bem maior que o da máscara com pressão negativa, deve-se dar preferência a elas.

#### b) Máscara autônoma de circuito fechado

Nas máscaras autônomas de circuito fechado, o gás exalado é purificado. O dióxido de carbono do gás expirado é removido ou transformado por reagente químico, o oxigênio consumido é repostado e o ciclo se repete. A reposição do oxigênio pode ser efetuada com oxigênio proveniente: a) de cilindro com oxigênio gasoso comprimido; b) de cilindro com oxigênio líquido; c) de reação química. O oxigênio é enviado a uma bolsa respiratória de modo contínuo ou então a vazão é controlada por uma válvula reguladora acionada pela pressão ou pela variação do volume da bolsa respiratória. O gás inalado pelo usuário provém da bolsa e o gás exalado, rico em gás carbônico, passa por uma camada de material granulado contendo absorvente do dióxido de carbono antes de ir para a bolsa. Há respiradores de circuito fechado que utilizam substâncias sólidas que geram o oxigênio necessário. O dióxido de carbono contido no gás exalado reage com a substância química da camada de material granulado contido no cartucho e libera oxigênio.

Em igualdade de tempo de autonomia, todos os respiradores de circuito fechado têm a vantagem de apresentar peso total menor que os de circuito aberto. Dependendo do modelo, a autonomia varia de 30 minutos a 4 horas. A desvantagem desses respiradores é o custo elevado e a sua complexidade. O gás inalado pelo usuário de respirador de circuito fechado é mais quente que

o dos respiradores de circuito aberto, com exceção dos sistemas que operam com gás respirável liquefeito.

c) Máscara autônoma para fuga

As máscaras autônomas para fuga são semelhantes aos tipos descritos anteriormente, porém, a sua autonomia é menor (5, 7, 10 minutos, por exemplo). Não podem ser usadas para entrada em atmosferas perigosas. Não se atribui Fator de Proteção para os respiradores de fuga.

d) Máscara autônoma de circuito aberto combinada com respirador de linha de ar comprimido

Esses respiradores combinam, em um único equipamento, as características dos respiradores de linha de ar comprimido e das máscaras autônomas e sua aprovação exige a observância dos requisitos contidos em ambas as normas. Podem ser usados em situações em que a máscara autônoma sozinha não teria autonomia de tempo suficiente. A ligação à mangueira de ar comprimido garante autonomia quase ilimitada e o uso como máscara autônoma fica restrito à entrada ou ao escape do ambiente.

A máscara autônoma neste tipo de equipamento deve ter autonomia maior ou igual a 15 minutos. Ela pode ser usada para entrar em atmosferas IPVS, desde que o consumo de ar na entrada seja de até 20% da capacidade do cilindro de ar.

### 2.2.2.2 Respiradores de linha de ar comprimido

Estes respiradores são compostos por uma peça facial, capuz, capacete, blusão, touca ou roupa inflável ligados por uma mangueira de suprimento de ar, através de um engate rápido, a um compressor ou a uma bateria de cilindros com ar a alta pressão. Válvulas de regulação de vazão, de redução de pressão e de segurança também fazem parte do sistema de suprimento de ar.

Dependendo de como é regulada a vazão do ar para o usuário e da pressão reinante dentro da cobertura das vias respiratórias, os respiradores podem ser classificados como sendo de fluxo contínuo, de demanda sem pressão positiva ou de demanda com pressão positiva.

a) De fluxo contínuo

O ar que chega garante, quase sempre, a pressão ligeiramente positiva dentro da cobertura das vias respiratórias (capuz e capacete com, no mínimo, 170 L/min, e peça facial com, no mínimo, 120 L/min).

b) De demanda sem pressão positiva

Esses respiradores somente usam peça semifacial ou facial inteira. A válvula de demanda libera o fluxo de ar somente durante a inalação do usuá-

rio. Nesta parte do ciclo respiratório, a pressão dentro da cobertura das vias respiratórias é menor do que a do ambiente externo.

#### c) De demanda com pressão positiva

Esses respiradores usam peças semifaciais ou faciais inteiras. O ar exalado sai para a atmosfera ambiente através da válvula de exalação que possui uma mola do lado externo. Esta, por sua vez, garante, dentro da cobertura das vias respiratórias, uma pressão acima da pressão ambiente (pressão positiva), especificada em norma, mesmo durante a inalação. Quando a pressão dentro da peça facial diminui, por exemplo, por vazamento acidental ou devido à inalação, a válvula de demanda abre, repondo ar para garantir a pressão positiva. Alguns modelos usam capuz com uma peça facial no seu interior para garantir a selagem.

#### 2.2.2.3 *Respiradores de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga*

Neste tipo de respirador, um cilindro de ar comprimido é acrescentado ao respirador de linha de ar comprimido. O cilindro, com autonomia de até 15 minutos, é utilizado somente para fuga.

Os usuários devem estar perfeitamente familiarizados com as características e as limitações do equipamento uma vez que são empregados em situações de risco grave e iminente.

#### 2.2.2.4 *Respiradores de ar natural*

Nestes respiradores, a peça facial inteira e a traqueia são conectadas a uma mangueira de ar, de comprimento limitado a 23 m, pela qual o ar atmosférico de um ambiente não contaminado é conduzido, pela depressão provocada durante a inalação, até as vias respiratórias do usuário e liberado ao ambiente através da válvula de exalação. Na entrada da mangueira, existe uma tela fina para impedir a entrada de corpos estranhos. Alguns modelos possuem ventoinha manual ou elétrica. Não utilizam ar comprimido.

#### 2.2.2.5 *Roupas de proteção respiratória*

As roupas são uma classe de equipamentos de proteção respiratória que proporcionam simultaneamente proteção da pele e das vias respiratórias. O ar respirável é suprido através de mangueiras, de cilindros ou de um respirador purificador de ar motorizado. Essas roupas são classificadas pela *Environmental Protection Agency (EPA)* dos EUA em quatro níveis de proteção (A, B, C e D), dependendo do risco ao qual o trabalhador é exposto.

## **2.3 Respiradores combinados**

Respiradores combinados são respiradores de adução de ar com filtro(s) incorporado(s). São projetados para, dependendo da situação, serem usados em um dos dois modos: purificador de ar ou de adução de ar, mas não em ambos os modos simultaneamente. Quando operados no modo purificador de ar, proporcionam proteção na eventualidade de faltar ar/gás respirável. Permitem ao usuário mudar o modo de operação para se locomover para/ou da fonte de ar/gás respirável comprimido.

A mudança do modo de operação de adução de ar para purificador de ar pode ser automática ou efetuada pelo usuário.

No caso da mudança automática, a passagem do ar pelo filtro é fechada automaticamente quando ar/gás respirável chega ao respirador. Quando o fornecimento de ar/gás respirável é interrompido, o fluxo do ar pelo filtro é aberto, permitindo ao usuário respirar sem necessitar remover o respirador.

Para respirador combinado em que a mudança não é automática, o caminho do ar de filtração é manualmente fechado, em geral colocando-se uma tampa sobre o filtro de maneira que o ar não passe através dele.

## **3 Limitações**

Todos os tipos de respiradores apresentam limitações de uso, as quais estão descritas em termos gerais neste item. É sempre necessário, porém, consultar as instruções de uso do respirador específico fornecidas pelo fabricante.

### **3.1 Limitações das coberturas das vias respiratórias**

As coberturas das vias respiratórias apresentam diferentes limitações de uso, dependendo se elas são com ou sem vedação facial.

As coberturas das vias respiratórias sem vedação facial não vedam na pele do usuário e, portanto, podem ser usadas apenas em respiradores que fornecem ar/gás respirável continuamente e em quantidade suficiente ao usuário para evitar a entrada dos contaminantes do ar ambiente para o seu interior. Se a demanda de ar do usuário for maior do que o fluxo de gás respirável fornecido, existe o risco do ar contaminado da atmosfera circundante ser inalado por ele.

Se o fornecimento de ar/gás respirável cessar completamente, por exemplo, por falha na ventoinha, na bateria ou no compressor de ar, a cobertura das vias respiratórias sem vedação facial deve ser removida imediata-

mente para evitar a sufocação do usuário, pois colapsam sobre as suas vias respiratórias, expondo-o, então, à atmosfera perigosa.

Os respiradores purificadores de ar motorizados com capuz e os de linha de ar comprimido incorporando um capuz são exemplos de respiradores com coberturas das vias respiratórias sem vedação facial.

As coberturas das vias respiratórias com vedação facial apresentam uma boa vedação na pele do usuário, geralmente na face ou no pescoço. É essencial que a superfície de vedação entre a cobertura das vias respiratórias e a pele não seja interrompida por pelos faciais, cicatrizes ou hastes de óculos, uma vez que isto pode causar a entrada de ar contaminado para o seu interior. As coberturas das vias respiratórias com vedação na face do usuário podem ser usadas em respiradores onde o ar/gás respirável chegue ao usuário devido à ação pulmonar. São encontradas nos respiradores do tipo peça facial filtrante, com peça semifacial ou facial inteira com filtro, nos de linha de ar comprimido e nas máscaras autônomas. A comunicação verbal pode prejudicar temporariamente a vedação facial, resultando em um vazamento potencialmente maior para estes respiradores.

Usuário de respirador tipo bocal não deve se comunicar verbalmente. O bocal sempre deve ser usado com uma pinça nasal.

### ***3.2 Limitações dos respiradores purificadores de ar***

Respiradores purificadores de ar removem do ar inalado os contaminantes presentes na atmosfera ambiente. Eles não protegem contra a deficiência de oxigênio ou fornecem oxigênio e, portanto, só podem ser utilizados em ambientes não deficientes de oxigênio (ambientes abertos com teor de oxigênio acima de 18%). Não devem ser usados contra contaminantes desconhecidos ou em concentrações desconhecidas e em atmosferas IPVS. Alguns respiradores aprovados para fuga, porém, podem ser usados para escape em condições IPVS desde que se garanta que os filtros não fiquem saturados durante a fuga.

O período de tempo durante o qual o usuário está protegido depende do tipo de filtro (para partículas ou químico), da concentração do contaminante, da temperatura e umidade do ambiente e do nível de esforço desenvolvido pelo usuário. A seleção do filtro deve levar em conta os contaminantes presentes e as condições de trabalho.

Respiradores com filtros químicos não podem ser usados contra partículas; respiradores com filtros para partículas não podem ser usados contra

gases/vapores; respiradores com filtros combinados, entretanto, podem ser usados para ambos, partículas e gases/vapores.

Filtros químicos (incluindo filtros combinados) estão disponíveis em diversas capacidades, porém a sua vida útil em uso depende de muitos fatores, incluindo a classe do filtro, a natureza química do contaminante (substância ácida, alcalina, orgânica etc.), concentração, umidade, temperatura e taxa de trabalho, isto é, vazão através do filtro.

O uso de respiradores com filtros químicos em atmosfera com contaminantes com fracas propriedades de alerta (isto é, quando o limiar de odor, sabor, ou irritação é maior que o limite de exposição) exige o uso de filtros com indicador de fim de vida útil ou então a adoção de troca programada, a qual considera a vida útil do sorbente. Mesmo para substâncias com limiar de odor abaixo do limite de exposição, é recomendável que a troca do filtro químico seja feita com determinada frequência, isto é, seja programada, e não somente quando o usuário perceber a passagem do contaminante pelo filtro. A detecção do odor, sabor ou irritação provocado pelo contaminante não deve ser usada como critério principal para indicar o fim da vida útil do filtro. Qualquer cheiro, gosto ou irritação provocado pelo contaminante, entretanto, indica a saturação do filtro.

Respiradores com filtros para partículas também possuem limitações quanto à troca dos filtros, que devem ser substituídos sempre que estiverem danificados ou visivelmente sujos ou apresentarem resistência à respiração elevada. A eficiência de filtração de alguns filtros para partículas pode ser reduzida durante o uso. É recomendável que a troca dos filtros para partículas seja programada e não quando o usuário perceber, por exemplo, aumento excessivo da resistência à respiração. No caso dos respiradores purificadores de ar motorizados, o filtro para partículas deve ser substituído quando a vazão de ar não satisfizer mais os requisitos especificados pelo fabricante.

Os respiradores purificadores de ar não motorizados podem provocar algum desconforto devido à resistência à inalação. Este problema é minimizado nos respiradores motorizados, contudo, eles apresentam limitações devido à frequência de carga da bateria e tempo de vida útil dos filtros e da bateria, devendo ser confirmada a sua vazão antes de cada uso.

A máxima concentração de uso dos respiradores purificadores de ar com filtros químicos em situações rotineiras, para um dado gás ou vapor, deve ser: a) menor que a concentração IPVS do contaminante; b) menor que a máxima concentração de uso do filtro químico; c) menor que o produto do fator de proteção atribuído do respirador utilizado pelo limite de exposição do contaminante. Dos três valores, o que for o menor.

A máxima concentração de uso dos respiradores purificadores de ar com filtros para partículas em situações rotineiras, para um dado contaminante particulado, deve ser: a) menor que a concentração IPVS do contaminante; b) menor que o produto do fator de proteção atribuído do respirador utilizado pelo limite de exposição do contaminante. Dos dois valores, o que for menor.

### ***3.3 Limitações dos respiradores de adução de ar***

Os respiradores de adução de ar proporcionam proteção contra contaminantes presentes no ar, bem como contra a inalação de ar com deficiência de oxigênio. O ar inalado provém de uma fonte não contaminada. Para algumas substâncias, além do uso dos respiradores de adução de ar, devem ser usadas roupas especiais com a finalidade de proteger a pele do usuário contra a irritação (exemplo: amônia e ácido clorídrico gasoso) ou contra a absorção pela pele (exemplo: tetracloreto de carbono). O uso de determinados tipos de respiradores de adução de ar em atmosferas IPVS depende das condições específicas do local (ver item 5.2 deste documento).

Uma limitação para alguns respiradores de adução de ar é a capacidade limitada da fonte de ar/gás respirável. A sua autonomia deve ser calculada antecipadamente, de acordo com a avaliação do risco. Uma sequência de taxa de trabalho específica tem de ser determinada e isto dependerá do perfil do trabalho esperado. Baseada nestas taxas de trabalho e na capacidade máxima da fonte, a autonomia da fonte pode ser calculada e a atividade, planejada.

Respiradores do tipo fluxo contínuo, alimentados por um compressor ou um cilindro de ar/gás pressurizado, são geralmente equipados com válvulas de fluxo contínuo ajustáveis. O usuário pode ter que aumentar o fluxo durante períodos de trabalho pesado, para garantir ar disponível suficiente para a correta operação em todos os momentos. Deve-se considerar que a vazão de pico durante a inalação é igual a três vezes o volume por minuto indicado no Quadro 1 do Anexo 4. Algumas vezes, durante a execução de um trabalho leve, o usuário poderá ter a sensação de excesso de ar ao usar uma peça facial inteira, provocando ressecamento, resfriamento da pele ou irritação dos olhos devido à corrente de ar.

Quando o sistema de fornecimento de ar/gás respirável incorpora uma mangueira, ela pode restringir a mobilidade do usuário. Informações adicionais podem ser obtidas no item 2.4 do Anexo 4.

Algumas considerações adicionais sobre o uso e as limitações de alguns tipos de respiradores de adução de ar são dadas a seguir.

### 3.3.1 Máscaras autônomas

O tempo durante o qual o respirador proporciona proteção depende da quantidade de ar ou de oxigênio contido no cilindro, da pressão atmosférica ambiente (a autonomia de um respirador de circuito aberto usado num ambiente com pressão de duas atmosferas é a metade daquela de um ambiente ao nível do mar, cuja pressão é de 1 atmosfera) e do tipo de atividade desenvolvida. Algumas máscaras autônomas têm pequena autonomia (menos que 15 minutos) e são apropriadas somente para escape (auto-salvamento) de atmosferas perigosas. São fatores importantes na seleção de uma máscara autônoma: o peso, o volume do equipamento, a autonomia, o treinamento requerido para sua manutenção e uso seguro. A máscara autônoma de circuito fechado, por exemplo, geralmente é indicada para serviços acima de 1 hora, enquanto as de circuito aberto, para trabalhos de 1 hora ou menos. As máscaras autônomas de circuito aberto e fechado são disponíveis nas modalidades de operação em pressão positiva ou negativa. As de demanda sem pressão positiva não mantêm, durante a inalação, a pressão dentro da cobertura das vias respiratórias acima da pressão ambiente, mas as de pressão positiva são projetadas para manter a pressão dentro da peça facial acima da pressão ambiente, mesmo durante a inalação. Isto é conseguido geralmente com o emprego de molas na bolsa de compensação, nos reguladores e na válvula de exalação.

### 3.3.2 Respiradores de linha de ar comprimido

O uso destes respiradores é limitado a trabalhos em locais nos quais a fuga do usuário em uma emergência possa se dar sem risco à vida sem o uso do respirador, uma vez que pode ocorrer interrupção no suprimento de ar. A movimentação do usuário fica limitada pela mangueira e, além disso, deve retornar até a atmosfera segura seguindo a mesma rota de entrada. A mangueira de suprimento de ar, com comprimento máximo de 90 metros, está sujeita a danos, pode enroscar ou estrangular.

### 3.3.3 Respiradores de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar

O respirador de linha de ar comprimido de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira, combinado com cilindro auxiliar para escape transportado junto ao corpo do usuário é indicado para entrada ou saída em ambientes com condições IPVS. Quando a autonomia do cilindro é de até 15 minutos, o respirador pode ser usado somente para fuga. Se a autonomia do cilindro for maior que 15 minutos, o respirador pode ser usado para entrar

na área perigosa, desde que nessa entrada não seja consumido mais do que 20% do volume de ar do cilindro.

### **3.4 Limitações dos respiradores combinados**

Um respirador combinado pode ser usado apenas quando a concentração dos contaminantes no local de trabalho não exceder a sua máxima concentração de uso. Eles não devem ser usados em atmosferas IPVS ou em atmosferas deficientes em oxigênio. Quando usados no modo purificador de ar, eles podem ser usados apenas em atmosferas para as quais o filtro é apropriado. As instruções de uso do fabricante devem ser consultadas para uso apropriado do respirador no modo purificador de ar; outras restrições podem ser aplicadas dependendo do projeto do respirador.

Os respiradores cujo funcionamento envolve reações químicas, quando utilizado em taxas de trabalho elevadas, podem apresentar elevação da temperatura do ar inspirado, o que pode ser inaceitável para o usuário.

## **4 Respiradores para aplicações especiais**

Existem algumas situações de uso de respiradores em ambientes ou aplicações perigosas, como, por exemplo, no combate a incêndios, na mineração, jateamento e fuga, em que os respiradores devem possuir características de desempenho adicionais às de proteção respiratória para que possam proporcionar proteção adequada às diferentes necessidades exigidas durante o seu uso. Estes respiradores, portanto, devem possuir requisitos específicos de desempenho adicionais aos estabelecidos nas normas técnicas de ensaio para equipamentos de proteção respiratória (por exemplo, resistência ao calor e chama para uso no combate a incêndios). O Quadro 3 mostra alguns exemplos de aplicações especiais e características de desempenho adicionais que os respiradores usados nestas aplicações devem possuir.

### Quadro 3 Exemplos de aplicações especiais e características dos respiradores usados

Aplicação	Descrição (os exemplos apresentados não incluem todas as possibilidades)
Fuga	<p>Há muitas situações em que os trabalhadores devem ser protegidos, em segundos, contra a ameaça de uma atmosfera não respirável. Uma vez que estas situações não são previsíveis, os trabalhadores expostos a estas condições de trabalho, por exemplo, em espaços confinados, mineração, a bordo de navios ou trabalhos subterrâneos, devem carregar permanentemente consigo os respiradores durante o turno ou os respiradores devem estar disponíveis em locais estratégicos, próximos ao local de trabalho. São fatores importantes para a escolha do respirador adequado: peso, distribuição do peso, tamanho e desenho ergonômico do respirador. Os respiradores para fuga devem ser facilmente colocados com um mínimo de treinamento. Devido à duração curta de uso e ao uso não frequente, os requisitos mínimos dos respiradores para fuga serão diferentes dos respiradores projetados para outros fins. O respirador para fuga, portanto, não deve ser utilizado para o trabalho regular, mas somente para o escape.</p> <p>Em determinadas aplicações especiais (CBRN, Marinha, Mineração), existem requisitos específicos adicionais a serem considerados para respiradores para fuga, tais como níveis de vibração de baixa frequência a bordo de navios ou impacto devido à aceleração elevada dos respiradores para fuga, que são diretamente fixados nas paredes da embarcação.</p>
Combate a incêndio	<p>O combate a incêndio é considerado uma aplicação especial devido às condições extremas que podem estar presentes nesta situação.</p> <p>As tarefas de combate a incêndios envolvem não apenas o combate ao incêndio na estrutura (por exemplo, prédios em chamas), mas tratam também com materiais perigosos (por exemplo, derramamento de produtos químicos), resgate de vítimas e combate a incêndios florestais. Estes tipos de tarefas estão relacionados aos diferentes perigos aos quais os bombeiros precisam de proteção. É necessário, portanto, que o respirador para combate a incêndio, dependendo do tipo de tarefa, cumpra requisitos adicionais, tais como: maior resistência ao calor, à chama, mecânica e química.</p>
CBRN Químico, Biológico, Radiológico, Nuclear	<p>CBRN é uma sigla em inglês que significa:</p> <p>C - Químico: gases, vapores e partículas de produtos usados em guerra química ou materiais tóxicos de uso industrial.</p> <p>B - Biológico: partículas de agentes biológicos, tais como microorganismos ou toxinas.</p> <p>R - Radiológico: partículas radioativas, tais como partículas que transportam isótopos alfa ou beta radioativos dispersas por vários meios, tais como um aparelho radiológico dispersivo, também conhecido como “bomba suja”.</p> <p>N - Nuclear: material radioativo, tais como as partículas radioativas transportadas/dispersas por uma detonação envolvendo um reator/combustível nuclear, armas nucleares, componentes ou seus precursores.</p> <p>Observação: A proteção contra efeitos térmicos, rajadas de vento e de ondas eletromagnéticas geradas por dispositivo nuclear improvisado ou detonação de arma nuclear estão fora desta definição.</p> <p>O crescente perigo das atividades terroristas levaram ao desenvolvimento de respiradores adequados para os primeiros socorristas (<i>First Responders</i>). Devido aos perigos representados pelas ameaças CBRN, os requisitos para estes respiradores são maiores do que os exigidos para os respiradores comuns. Esses respiradores devem ser usados para resgate, evacuação, fuga, isolamento, descontaminação e atividades semelhantes pelos primeiros socorristas (bombeiro, ambulância, polícia, defesa civil e trabalhadores).</p>

(...)

(...)

Aplicação	Descrição (os exemplos apresentados não incluem todas as possibilidades)
Marítima	<p>Respiradores para serem usados na indústria <i>off-shore</i> instalada a bordo de navios e plataformas de perfuração durante o combate a incêndio, resgate e procedimentos de fuga podem estar expostos às vibrações de baixa frequência com alto impacto devido às elevadas acelerações e ao clima oceânico hostil (umidade e concentração de sal elevadas) durante o seu armazenamento e sua utilização. É comum a ocorrência de deficiência de oxigênio e a presença de espaços confinados, tornando de suma importância o fácil acesso ao respirador e o tempo para sua colocação. Longos intervalos de manutenção não são desejáveis.</p> <p>Os respiradores para uso em atividades <i>off-shore</i> e indústria marítima também têm de cumprir regulamentos nacionais e internacionais, tais como Organização Marítima Internacional – IMO (<i>International Maritime Organisation</i>), <i>Safety of Life at Sea</i> (SOLAS), <i>Marine Equipment Directive</i> (MED).</p>
Mineração	<p>A mineração é considerada uma aplicação especial devido à natureza do ambiente. O respirador utilizado pode ser submetido a maus tratos, vibrações, rápidas mudanças climáticas e de pressão, substâncias corrosivas, baixa ou alta umidade, incluindo respingos de água e concentrações extremamente altas de poeira e atmosferas potencialmente explosivas.</p> <p>Respiradores são usados na mineração para diferentes propósitos. Em muitos casos é necessária a proteção contra altíssimas concentrações de poeira. Em situações de emergência, como incêndio ou depois de uma explosão, os mineradores precisam do respirador para fuga devido à baixa ventilação e a passagens restritas para escape. Para situações de resgate e de combate a incêndio, as longas distâncias tornam necessário o uso de respiradores com grande autonomia, além do que, o trabalho a ser realizado pode ser extremamente pesado.</p>
Jateamento abrasivo	<p>O jateamento com abrasivos tem por finalidade a limpeza ou a texturização de superfícies. É utilizado em indústrias como as de construção civil, construção naval, automobilística etc. que envolvem preparação de superfícies. São empregados como materiais abrasivos: areia, escórias, abrasivos minerais, abrasivos metálicos, água, gelo seco e abrasivos sintéticos.</p> <p>Além dos requisitos básicos, devem também apresentar alta resistência ao impacto para proteção do trabalhador contra riscos físicos decorrentes de ricochete do material abrasivo.</p>
Soldagem	<p>Soldagem é um processo para unir materiais, geralmente metais, pela fusão. Na construção civil, construção naval, automobilística etc., é frequente o uso dos processos de soldagem MIG / MAG, Flux core, TIG, MMA e soldagem a laser. Durante estes processos, os respiradores estão sujeitos a riscos adicionais como o excesso de calor, presença de fagulhas/respingos de metal, compatibilidade eletromagnética (EMC) e radiação UV, exigindo dos respiradores alta resistência/proteção contra tais riscos, além dos requisitos básicos.</p>
Trabalhos em pressões anormais	<p>Na construção de túneis abaixo do lençol freático, é frequente a necessidade de execução de tarefas em ambientes com pressão acima da pressão atmosférica.</p> <p>Em usinas nucleares, a atmosfera do ambiente de trabalho é mantida abaixo da pressão atmosférica local. Nestes casos, pode ser necessário o uso de gás respirável com ar enriquecido com oxigênio.</p> <p>Um aumento ou diminuição da pressão ambiente pode ter um impacto negativo no desempenho e funcionamento do respirador.</p>

## Anexo 8 - Avaliação médica de trabalhadores candidatos à utilização de respiradores (Normativo)

Os respiradores devem ser utilizados somente após a avaliação dos seguintes parâmetros:

1. características físicas do ambiente de trabalho, notadamente a temperatura, umidade e pressão parcial de O<sub>2</sub> e necessidade de utilização de outros EPIs.
2. demandas físicas específicas das atividades a que o usuário está alocado.
3. tempo de uso em relação à jornada de trabalho (uso contínuo durante a jornada ou não).

Estas informações devem ser encaminhadas ao médico examinador pelo responsável da área de higiene e segurança do local em questão. Com estes dados, o examinador procederá à entrevista com ênfase nas questões referentes aos sintomas respiratórios e cardiovasculares através da utilização de questionário, exame clínico e, se necessário, funcional do candidato ao uso do EPI. O Anexo 9 traz a tradução do questionário de avaliação de candidatos à utilização de respiradores contido no *Code of Federal Regulations, Title 29, Part 1910.134*. Este questionário deve servir apenas como exemplo, uma vez que há questões direcionadas à realidade norte-americana. As condições abaixo listadas exigem uma avaliação cuidadosa:

- deformidades faciais: a presença de deformidades faciais ósseas ou cicatrizes extensas pode impedir um ajuste facial adequado do respirador com vedação facial, bem como sua utilização. O uso de próteses dentárias também deve ser adequado, visto que a ausência de próteses causa deformidades faciais.

- pelos faciais: a barba impede um ajuste facial adequado. Eventualmente, bigodes e costeletas podem ser compatíveis com um bom ajuste facial, desde que não interfiram na selagem e no funcionamento das válvulas do respirador.
- doenças pulmonares: candidatos à utilização de respiradores com doenças pulmonares obstrutivas e restritivas previamente diagnosticadas e sintomáticos não devem utilizá-los. A presença de sintomas isolados, notadamente a dispnéia de esforços, exige uma avaliação funcional respiratória. A asma brônquica leve ou intermitente pode não excluir a utilização de respiradores, com a devida orientação ao usuário.
- doenças cardiovasculares: portadores de insuficiência coronariana crônica, insuficiência cardíaca congestiva, arritmias, notadamente as arritmias ventriculares complexas, e usuários com infarto prévio não devem utilizar respiradores de pressão negativa.
- doenças neurológicas: a epilepsia controlada (ausência de crises nos últimos 12 meses) não contraindica a utilização de proteção respiratória.
- alterações psíquicas: candidatos apresentando claustrofobia não devem utilizar proteção respiratória. A ansiedade pode ser também um fator limitante, dependendo de sua magnitude.
- uso de lentes de contato. Esta informação deve constar no prontuário do usuário porque poderá ser útil no atendimento de vítimas portadoras desse acessório em caso de emergência.

Candidatos à utilização de respiradores com peça facial inteira e máscaras autônomas devem ser especificamente inquiridos em relação a problemas de visão e audição. Caso tenham queixas ou utilizem aparelhos corretivos incompatíveis com o ajuste do respirador, deverão passar por uma avaliação especializada. As doenças cardiovasculares e o condicionamento físico de candidatos à utilização de respiradores devem ser adequadamente avaliados.

A avaliação médica específica dos usuários de respiradores deve ser renovada anualmente, bem como o exame periódico. Na ocorrência de queixas relacionadas ao sistema respiratório, é necessário que se atente para a conveniência de uso do respirador em relação aos achados clínicos.

## Apêndice

### Avaliação da função pulmonar

Os testes de função pulmonar recomendados para os candidatos à utilização de proteção respiratória, com queixas respiratórias prévias, são o Volume Expiratório Forçado no 1º segundo ( $VEF_1$ ), a Capacidade Vital Forçada (CVF), a relação  $VEF_1/CVF$  e a Ventilação Voluntária Máxima (VVM). Os critérios para exclusão de uso do respirador de pressão negativa são um ou mais dos critérios abaixo:

1.  $VEF_1/CVF$  menor que o limite inferior de normalidade e  $VEF_1$  menor que o limite inferior de normalidade previsto
2.  $VEF_1/CVF$  normal com  $VEF_1$  menor que 70% do previsto
3. VVM menor que 75% do previsto

Estes testes deverão ser realizados por técnicos treinados e com equipamentos que estejam dentro das normas do II Consenso Brasileiro sobre Espirometria<sup>4</sup>. A interpretação da espirometria deve ser individualizada e feita por médico com conhecimentos da técnica e do exame.

---

<sup>4</sup> Pereira, C.A.C. Espirometria. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2002; 28 (Supl. 3): S1-S82.

## Anexo 9 - Questionário médico para candidatos ao uso de respiradores (Informativo)

Este questionário, de caráter obrigatório nos Estados Unidos da América do Norte, foi traduzido de parte das normas norte-americanas sobre proteção respiratória contidas no *Code of Federal Regulations, Tittle 29, Part 1910.134*. Serve apenas como exemplo, uma vez que há questões direcionadas à realidade norte-americana.

Para o(a) empregador(a):

As respostas às questões da Parte A - Seção 1 e até a questão 9 da Parte A - Seção 2 não necessitam de avaliação médica.

Para o(a) empregado(a):

Quando aparecerem as alternativas “Sim/Não” ou “x/y” marque com um círculo somente uma delas.

Você pode ler: Sim/Não

Deve ser permitido ao empregado responder a este questionário durante o horário normal de trabalho ou onde e quando ele julgar mais conveniente. Para manter o caráter confidencial das respostas, o empregador ou supervisor não deve acompanhá-las ou revê-las. O empregador deve informar o local para onde o empregado deve enviar este questionário de modo que o profissional de saúde possa examiná-lo.

## Parte A - Seção 1 (obrigatório)

Todo empregado, candidato ao uso de qualquer tipo de respirador, deve dar as informações solicitadas (favor preencher os vazios):

1. Data: \_\_\_\_\_
2. Nome: \_\_\_\_\_
3. Idade: \_\_\_\_\_
4. Sexo: masculino / feminino.
5. Altura: \_\_\_\_\_ cm
6. Peso: \_\_\_\_\_ kg
7. Número do crachá, ou número funcional: \_\_\_\_\_
8. Número do telefone para que você possa ser localizado pelo profissional de saúde que irá examinar este questionário (incluir o código da área):  
\_\_\_\_\_
9. Melhor hora para você ser encontrado neste número de telefone:  
\_\_\_\_\_
10. O seu supervisor ou empregador informou-o como contatar o profissional de saúde que irá examinar este questionário? Sim / Não
11. Indicar o tipo de respirador que você irá usar (você pode indicar mais de uma tipo).
  - a) PFF1, PFF2, PFF3 (somente peças semifaciais filtrantes): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  - b) outros tipos (por exemplo, purificador de ar com peça semifacial ou facial inteira, purificador de ar motorizado, respirador de linha de ar comprimido ou máscara autônoma): \_\_\_\_\_
12. Você tem usado respirador? Sim / Não  
Em caso afirmativo, qual(is) tipo(s): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Parte A - Seção 2 (obrigatório)

As questões de 1 a 9 abaixo devem ser respondidas por todos os funcionários candidatos ao uso de algum tipo de respirador.

1. Você fuma frequentemente ou fumou no último mês? Sim / Não
2. Você teve alguma vez ou apresenta atualmente alguma das condições abaixo?
  - a) desmaio: Sim / Não
  - b) diabetes: Sim / Não
  - c) reações alérgicas que interferem na sua respiração: Sim / Não
  - d) claustrofobia (medo de ambientes fechados): Sim / Não
  - e) dificuldade de sentir odores: Sim / Não
3. Você tem ou teve algum dos seguintes problemas pulmonares?
  - a) asbestose: Sim / Não
  - b) asma: Sim / Não
  - c) bronquite crônica: Sim / Não
  - d) enfisema: Sim / Não
  - e) pneumonia: Sim / Não
  - f) tuberculose: Sim / Não
  - g) silicose: Sim / Não
  - h) pneumotórax: Sim / Não
  - i) câncer pulmonar: Sim / Não
  - j) fratura nas costelas: Sim / Não
  - k) alguma lesão ou cirurgia no peito: Sim / Não
  - l) algum outro problema pulmonar: Sim / Não
4. Você tem atualmente algum sintoma ou doença pulmonar como os descritos abaixo?
  - a) dispneia (dificuldade para respirar): Sim / Não
  - b) dispneia (dificuldade para respirar) quando caminha em lugar plano ou irregular, morro ou local inclinado: Sim / Não
  - c) dispneia (dificuldade para respirar) quando caminha com outras pessoas normalmente em local plano: Sim / Não
  - d) tem de parar para respirar, quando caminha no seu passo habitual em local plano: Sim / Não
  - e) dispneia (dificuldade para respirar) quando lava ou passa suas roupas: Sim / Não

- f) dispneia (dificuldade para respirar) que interfere no seu trabalho: Sim / Não
  - g) apresenta tosse com catarro: Sim / Não
  - h) tosse de manhã, que obriga você a sair da cama: Sim/ Não
  - i) tosse que aparece quando você deita: Sim/ Não
  - j) tossiu sangue no último mês: Sim/ Não
  - k) respira com dificuldade (chiado no peito, sibilo): Sim/ Não
  - l) dificuldade em respirar que interfere no seu trabalho: Sim/ Não
  - m) dor no peito quando você respira fundo: Sim/ Não
  - n) qualquer outro sintoma que você acha que esteja relacionado com problemas no pulmão: Sim/ Não
5. Você tem ou teve alguma doença ou problema cardiovascular como os que se seguem?
- a) ataque cardíaco: Sim / Não
  - b) taquicardia: Sim / Não
  - c) angina: Sim / Não
  - d) colapso cardíaco: Sim / Não
  - e) inchaço nas pernas ou pés (não ocasionado por caminhadas): Sim / Não
  - f) arritmia cardíaca (pulsação irregular do coração): Sim / Não
  - g) hipertensão arterial (pressão alta): Sim / Não
  - h) algum outro problema cardíaco manifestado: Sim / Não
6. Você tem algum problema cardiovascular ou sintoma cardíaco como os que se seguem?
- a) frequente dor ou aperto no peito: Sim / Não
  - b) dor ou aperto no peito durante atividade física: Sim / Não
  - c) dor ou aperto no peito relacionados ao trabalho: Sim / Não
  - d) nos últimos 2 anos, percebeu alteração no ritmo cardíaco: Sim / Não
  - e) azia ou má digestão não relacionados à alimentação: Sim / Não
  - f) algum sintoma que você acha que esteja relacionado com o coração ou com problemas circulatórios: Sim / Não
7. Você toma frequentemente algum medicamento para qualquer dos problemas abaixo?
- a) respiratórios ou problemas pulmonares: Sim / Não
  - b) problemas cardíacos: Sim / Não

- c) hipertensão: Sim / Não
  - d) crise convulsiva (desmaio): Sim / Não
8. Quando você usou um respirador, sentiu algum dos seguintes problemas (se você nunca usou um respirador, vá para a questão 9)?
- a) irritação nos olhos: Sim / Não
  - b) alergia ou erupção na pele: Sim / Não
  - c) ansiedade: Sim / Não
  - d) cansaço fácil ou fadiga: Sim / Não
  - e) qualquer problema que interfira no uso de respirador: Sim / Não
9. Você gostaria de falar com o profissional de saúde que irá examinar as respostas deste questionário? Sim / Não

**As questões de 10 a 15 devem ser respondidas por todos os funcionários que usarão respiradores com peça facial inteira ou uma máscara autônoma Para os funcionários que usarão outros tipos de respiradores, as respostas destas questões não são obrigatórias.**

10. Você já perdeu a visão em algum olho, temporária ou permanentemente? Sim/ Não
11. Você tem atualmente algum problema de visão? Sim / Não
- a) usa lentes de contato: Sim / Não
  - b) usa óculos: Sim / Não
  - c) daltônico: Sim / Não
  - d) qualquer outro problema de visão: Sim / Não
12. Você já teve alguma lesão nos ouvidos, inclusive inflamação ou lesão no tímpano: Sim / Não
13. Você já teve algum problema de audição como os citados abaixo?
- a) dificuldade de ouvir: Sim / Não
  - b) usa algum aparelho auditivo: Sim / Não
  - c) algum outro problema auditivo: Sim / Não
14. Você já teve problemas nas costas? Sim / Não
15. Você teve recentemente algum problema musculoesquelético como os citados abaixo?
- a) fraqueza em um dos braços, mãos, pernas ou pés: Sim / Não
  - b) dor nas costas: Sim / Não

- c) dificuldade de movimentar os braços e as pernas: Sim / Não
- d) dor ou contração quando inclina o corpo para frente ou para trás: Sim / Não
- e) dificuldade de efetuar movimentos com a cabeça para cima ou para baixo: Sim / Não
- f) dificuldade de efetuar movimentos com a cabeça de um lado para outro: Sim / Não
- g) dificuldade de dobrar os joelhos: Sim / Não
- h) dificuldade de se agachar ou ajoelhar: Sim / Não
- i) subir degraus de uma escada carregando mais que 12 kg: Sim / Não
- j) qualquer outro problema muscular ou esquelético que interfira no uso de respirador: Sim/ Não

**Parte B - A critério do profissional de saúde que vai analisar as respostas, podem ser adicionadas outras perguntas a este questionário.**

1. Na sua atividade atual, você tem trabalhado em grande altitude (acima de 1.500 metros) ou em ambientes com teor de oxigênio abaixo do normal? Sim / Não  
Em caso afirmativo, quando você trabalhou nestas condições, você se sentiu mal, a respiração ficou mais rápida, sentiu aperto no peito ou outro sintoma? Sim / Não
2. No seu trabalho, ou em casa, você ficou exposto a alguns destes riscos: solventes, contaminantes tóxicos na forma de gases, vapores, poeiras ou teve contato de algum produto tóxico com a pele? Sim / Não  
Em caso afirmativo, se souber, escreva o nome desses produtos químicos:  

---
3. Você já trabalhou com algum material ou sob alguma das condições citadas abaixo?
  - a) asbesto: Sim / Não
  - b) sílica: Sim / Não
  - c) tungstênio/cobalto (moendo ou soldando este material): Sim / Não
  - d) berílio: Sim / Não.
  - e) alumínio: Sim / Não
  - f) carvão (por exemplo, mineração): Sim / Não

g) ferro: Sim / Não

h) estanho: Sim / Não

i) ambiente empoeirado: Sim / Não

j) exposição a qualquer outro risco: Sim / Não

Em caso afirmativo, descreva estas exposições: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Mencione qualquer emprego ou trabalho paralelo que você tenha: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Mencione suas ocupações anteriores: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Mencione seus passatempos atuais e os anteriores: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Você exerceu atividades militares? Sim / Não

Em caso afirmativo, esteve exposto a agentes biológicos ou químicos (em combate ou treinamento)? Sim / Não

8. Você já trabalhou em alguma equipe de emergência contra materiais perigosos? Sim / Não

9. Além dos medicamentos para os problemas citados no início deste questionário como problemas respiratórios, pulmonares, doenças cardíacas, hipertensão e desmaios, você está tomando alguma outra medicação por qualquer motivo (incluindo os que não necessitam de receita médica)? Sim / Não

Em caso afirmativo, se souber, qual o nome dos medicamentos? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. Você vai usar alguns dos seguintes itens nos seus respiradores?

a) filtros para partículas classe P3: Sim / Não

b) filtro químico grande (com peça facial inteira): Sim / Não

c) filtro químico pequeno: Sim / Não

11. Com que frequência você vai usar o(s) respirador(es)?

a) somente para fuga (não para resgate): Sim / Não

b) somente para resgate em emergências: Sim / Não

c) menos de 5 horas por semana: Sim / Não

- d) menos de 2 horas por dia: Sim / Não
- e) de 2 até 4 horas por dia: Sim / Não
- f) acima de 4 horas diárias: Sim / Não
12. Durante o tempo em que você está usando o respirador o nível de esforço é:
- a) leve (menos que 200 kcal/hora): Sim / Não
- Em caso afirmativo, o tempo que você permanece, em média, neste nível de esforço é de: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos
- Exemplos de trabalhos leves: sentado enquanto escreve, desenha ou dactilografa; executa trabalhos leves de montagem, ou em pé, operando uma furadeira de pressão (até 0,2 bar), ou controla máquinas.
- b) moderado (200 a 300 kcal/hora): Sim / Não
- Em caso afirmativo, o tempo que você permanece, em média, neste nível de esforço é de: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos
- Exemplos de trabalhos moderados: sentado enquanto fixa ou prega, arquiva; dirige caminhão ou ônibus na cidade; fica em pé enquanto perfura, fixa ou prega, executa trabalho em linha de montagem ou transfere carga moderada (aproximadamente 17 kg) ao nível do peito; andar a aproximadamente 3,5 km/h em superfície horizontal ou em rampa descendente com 5 graus a aproximadamente 4,8 km/h; empurrar carrinho de mão com carga pesada (cerca de 50 kg) em superfície horizontal.
- c) pesado (acima 350 kcal por hora): Sim / Não
- Em caso afirmativo, o tempo que você permanece, em média, neste nível de esforço é de: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos
- Exemplos de trabalhos pesados: levantar cargas pesadas (acima de 25 kg) até a cintura ou ombros; trabalhando em carregamento de cargas; escavar ou amontoar com pá; em pé, assentar tijolos, ou descarregar cacos; subir rampa de 8 graus a 3 km/h; subir escadas carregando peso (aproximadamente 25 kg).
13. Você vai usar roupa de proteção e/ou equipamentos de proteção (além do respirador) enquanto estiver usando seu respirador. Sim / Não
- Em caso afirmativo, descreva a roupa protetora ou os equipamentos.
- 
14. Você vai trabalhar em ambientes com temperatura elevada (acima de 25°C): Sim / Não
15. Você vai trabalhar em ambientes úmidos? Sim / Não

16. Descreva o trabalho que você vai fazer enquanto estiver usando o seu respirador: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

17. Descreva alguma condição especial de risco que você pode encontrar enquanto estiver usando seu respirador (por exemplo, espaço confinado, gases que ameacem a vida etc.): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

18. Informe, se souber, sobre as substâncias tóxicas a que você estará exposto, enquanto estiver usando seu(s) respirador(es):

a) nome da primeira substância tóxica: \_\_\_\_\_  
nível máximo estimado de exposição por turno: \_\_\_\_\_  
duração da exposição por turno: \_\_\_\_\_

b) nome da segunda substância tóxica: \_\_\_\_\_  
nível máximo estimado de exposição por turno: \_\_\_\_\_  
duração da exposição por turno: \_\_\_\_\_

c) nome da terceira substância tóxica: \_\_\_\_\_  
nível máximo estimado de exposição por turno: \_\_\_\_\_  
duração da exposição por turno: \_\_\_\_\_

d) nome de outra(s) substância(s) tóxica(s) a que você estará exposto, enquanto estiver usando o respirador: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

19. Descreva qualquer outra responsabilidade adicional que você tenha enquanto estiver usando o respirador e que possa afetar a segurança e o bem-estar de outros (por exemplo, resgate e segurança): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# Anexo 10 - Recomendações para a “verificação da vedação” (Normativo)

*Nota: Convém observar a diferença entre as expressões “Verificação de Vedação” e “Ensaio de Vedação” empregadas nesta publicação. A “Verificação de Vedação” é um ensaio rápido, feito pelo próprio usuário antes de entrar na área de risco ou repetido na própria área. O “Ensaio de Vedação” é feito em uma sala fora da área de risco, onde se determina, qualitativa ou quantitativamente, a capacidade do usuário em obter uma selagem adequada de um determinado modelo e tamanho de respirador, obedecendo a um procedimento padronizado.*

## 1 Introdução

Toda vez que o usuário colocar o respirador antes de entrar na área de risco ou reajustá-lo quando já estiver no local, deve “verificar a vedação” para garantir que o respirador esteja ajustado corretamente na face. São recomendados os testes de pressão negativa e o de pressão positiva, descritos nos itens abaixo. Pode-se, também, utilizar o procedimento indicado pelo fabricante do respirador, desde que alcance os mesmos resultados. Durante a fase de treinamento, os usuários devem ficar familiarizados com o procedimento adotado.

O usuário não deve entrar na área contaminada com respirador que não tenha sido aprovado na verificação de vedação e deve sair imediatamente desta área, caso não obtenha resultado satisfatório na verificação de vedação realizada após o reajuste do respirador no próprio local de trabalho.

A “verificação de vedação” não substitui os “ensaios de vedação” qualitativos ou quantitativos realizados com a finalidade de avaliar a vedação de um respirador específico em um dado indivíduo.

## **2 “Verificação da vedação” pelo teste de pressão negativa**

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.

As aberturas de entrada de ar (filtros) são bloqueadas completamente pela palma da mão, pela colocação de um selo na entrada do filtro ou estrangulando a traqueia ou mangueira. O usuário deve inalar suavemente e segurar a respiração por alguns segundos. Se a peça facial aderir ao rosto e permanecer por alguns segundos, pode-se afirmar, com razoável segurança, que a vedação da peça facial é satisfatória. Se a peça facial não permanecer aderida ao rosto enquanto o usuário segurar a respiração, ele deve reajustar o respirador e refazer o teste. No reajuste, evitar tensão exagerada dos tirantes e verificar o ajuste no osso nasal e no queixo.

## **3 “Verificação de vedação” pelo teste de pressão positiva**

Este teste pode ser usado em respiradores com cobertura das vias respiratórias com contato facial e que contenham válvula de inalação e de exalação. Pode ser difícil ou impossível realizar ensaio nos que não possuem válvulas.

A válvula de exalação, ou traqueia, ou ambas, são bloqueadas e o usuário deve exalar suavemente. 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. Se ocorrer alguma fuga, o usuário deve reajustar o respirador e refazer o teste. No reajuste, evitar tensão exagerada dos tirantes e verificar o ajuste no osso nasal e no queixo.

Em alguns respiradores, será necessário remover temporariamente a cobertura da válvula de exalação antes do início do teste e isto não é fácil sem alterar a vedação.

# Anexo 11 - Procedimentos para a realização dos “ensaios de vedação” qualitativos e quantitativos (Normativo)

*Nota: Convém observar a diferença entre as expressões “Verificação de Vedação” e “Ensaio de Vedação” empregadas nesta publicação. A “Verificação de Vedação” é um ensaio rápido, feito pelo próprio usuário antes de entrar na área de risco ou repetido na própria área. O “Ensaio de Vedação” é feito em uma sala fora da área de risco, onde se determina, qualitativa ou quantitativamente, a capacidade do usuário em obter uma selagem adequada de um determinado modelo e tamanho de respirador, obedecendo a um procedimento padronizado.*

## 1 Introdução

Este anexo complementa o item 8 deste documento.

Todo usuário de respirador com vedação facial (desde as peças semifaciais filtrantes até as máscaras autônomas) deve ser submetido, inicialmente, a um ensaio de vedação para determinar se o respirador já aprovado na verificação de vedação apresenta uma selagem aceitável em seu rosto. Os ensaios de vedação podem ser qualitativos ou quantitativos.

Todos os respiradores com vedação facial, independente do modo de operação (pressão positiva ou pressão negativa, fluxo contínuo ou demanda), devem ser submetidos ao ensaio de vedação no modo de pressão negativa.

O resultado do ensaio de vedação deve ser usado, entre outros parâmetros, na seleção do tipo, modelo e tamanho do respirador para cada usuário.

Os ensaios qualitativos recomendados são aqueles que utilizam vapor de acetato de isoamila (óleo de banana), névoa de sacarina, névoa de “Bitrex” (benzoato de denatonium) ou “fumaça” irritante.

Os métodos quantitativos aceitos são aqueles que utilizam instrumento para a medida da concentração da substância de ensaio (por exemplo, aerossol de cloreto de sódio, de óleo de milho ou de outras substâncias) ou contador de núcleos de condensação de aerossóis do próprio ambiente (CNC) (como, por exemplo, o *PortaCount*) dentro e fora do respirador ou para o controle de outra grandeza, como, por exemplo, o controle da pressão negativa (CNP) dentro da peça facial (como exemplo, o *Dynatech Nevada Fit Tester 3000*). Podem ser considerados aprovados somente os respiradores cujo Fator de Vedação obtido satisfaça os critérios de aceitação indicados nos itens 8.3.1 e 8.3.2 deste documento.

## 2 Informações gerais

1. Deve ser permitido ao usuário escolher o respirador mais confortável entre vários tamanhos e diferentes fabricantes.
2. O ensaio de vedação deve ser feito com o respirador que a pessoa utiliza ou utilizará normalmente. Quando isto não for possível, por exemplo, porque o filtro do respirador é inadequado para a realização do ensaio de vedação e não pode ser trocado pelo exigido no protocolo do ensaio, pode-se usar no ensaio de vedação a cobertura de outro respirador do mesmo fabricante, modelo, tamanho e material que permita a inclusão do filtro adequado.
3. Antes de optar por um modelo de respirador, deve-se mostrar ao usuário como colocar o respirador, posicioná-lo na face e como 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, mas apenas um reforço.
4. Antes de iniciar o ensaio de vedação, o usuário deve ser informado que existem respiradores com dimensões e formatos diferentes, que a finalidade do ensaio é escolher o modelo e tamanho do respirador que permita uma vedação adequada e que não se deve forçar os ajustes para que seja adotado um único modelo e tamanho.
5. Os respiradores usados por mais de uma pessoa nos ensaios de vedação devem ser limpos e higienizados antes do uso pela próxima pessoa.
6. As peças faciais mais confortáveis devem ser separadas, e aquela que, preliminarmente, mostrar-se mais confortável deve ser colocada e usada por, no mínimo, 5 minutos para confirmação. Devem ser eliminados os respiradores que não oferecerem um ajuste aceitável. A avaliação

do conforto pode ser feita discutindo os pontos indicados no parágrafo 7, apresentados a seguir. Se a pessoa não está habituada a usar aquele tipo de respirador, deve ser orientada a colocar o respirador algumas vezes e refazer os ajustes dos tirantes todas as vezes, de modo que encontre a tensão correta dos tirantes.

7. A avaliação do conforto deve incluir a discussão com o usuário dos pontos a seguir, dando a ele, porém, tempo suficiente para que possa fazer suas observações:
  - posição do respirador no osso nasal;
  - compatibilidade com EPI para proteção ocular (se aplicável);
  - facilidade para falar;
  - posição do respirador na face, realizando o teste de verificação de vedação.
8. Para verificar se o respirador é adequado, pode auxiliar na avaliação a observação dos seguintes pontos:
  - ajuste no queixo bem feito;
  - tensão adequada dos tirantes, de modo a evitar pressão exagerada sobre a face;
  - ajuste correto no osso nasal;
  - respirador de tamanho apropriado à distância entre o osso nasal e o queixo;
  - tendência da peça facial se deslocar;
  - auto-observação no espelho para avaliar o ajuste e a posição do respirador na face.
9. O usuário deve saber colocar o respirador no rosto sem que qualquer pessoa o auxilie e realizar a verificação de vedação, seja pelo método da pressão negativa ou positiva (ver Anexo 10). O condutor do ensaio pode orientá-lo e alertá-lo sobre não conformidades durante estas etapas, mas não intervir diretamente na colocação e ajuste do respirador na face do usuário. Antes de realizar a verificação de vedação, o usuário deve colocar e ajustar o respirador em seu rosto e movimentar a cabeça para os lados e de cima para baixo, enquanto respira devagar, mas profundamente. Se a verificação de vedação reprovar o respirador, deve ser escolhida outra peça facial e os procedimentos repetidos.
10. O ensaio de vedação não deve ser feito com usuários que apresentem pelos faciais crescidos como barba, barba por fazer, bigode longo ou

costeletas que estejam na zona de selagem da peça facial com o rosto ou interfiram no funcionamento das válvulas. Qualquer tipo de adereço (por exemplo, joias) que interfira na vedação deve ser alterado ou removido.

11. Se, durante os exercícios, a pessoa apresentar dificuldade para respirar, ela deve retornar ao médico para verificar se tem condições de usar o respirador durante a execução de tarefas que exijam o uso desse EPI.
12. Se o usuário julgar a vedação do respirador inaceitável, deve ser dada a ele a oportunidade de selecionar outra peça facial para ser ensaiada.
13. Antes de iniciar o ensaio de vedação, devem ser dadas ao usuário informações sobre os procedimentos, inclusive os exercícios que deve realizar, e sobre as suas responsabilidades durante a realização do ensaio. O respirador que será ensaiado deve ser usado pelo menos durante 5 minutos antes de começar o ensaio de vedação.
14. Durante o ensaio de vedação, o usuário do respirador deverá usar também os outros equipamentos de proteção individual que irá utilizar no desempenho das suas tarefas e que possam interferir com a sua vedação.
15. Se um indivíduo usa mais de um tipo respirador com vedação facial (ou seja, diferentes marcas e modelos), o ensaio de vedação deve ser feito com todos eles.
16. O condutor do ensaio de vedação não deve induzir a aprovação de um determinado tipo de respirador reprovado, tentando aprová-lo, por exemplo, aumentando a tensão dos tirantes.
17. O condutor do ensaio deve ter conhecimentos e habilidades conforme descritos no item 8.4.5 deste documento.
18. Exercícios
  - a) Em todos os ensaios de vedação, com exceção do método quantitativo que usa o controle de pressão negativa (CNP) – neste caso, o modo de executar os exercícios está descrito no próprio método – devem ser realizados os seguintes exercícios:
    - a1. Respirar normalmente. O usuário, na posição normal (pessoa de pé, em posição ereta com os braços estendidos ao longo do corpo e olhando para frente), sem falar, deve respirar normalmente.
    - a2. Respirar profundamente. O usuário, na posição normal, deve respirar devagar e profundamente, mas sem hiperventilar.

- a3. 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.
  - a4. 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.
  - a5. Falar. Ler devagar um trecho indicado ou falar de modo que o condutor do ensaio ouça claramente, ou contar retroativamente a partir de 100.
  - a6. Careta. Fazer careta, franzir a testa ou sorrir. Este exercício somente deve ser feito quando são utilizados os ensaios quantitativos.
  - a7. 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.
  - a8. Respirar normalmente, como no exercício a1.
- b) Cada exercício deve ter duração de um minuto, com exceção da careta (franzir a testa ou sorrir), que é de 15 segundos. No fim do ensaio de vedação, o usuário deve ser inquerido sobre o conforto e, se julgar que é inaceitável, deve escolher outro modelo de respirador e repetir os procedimentos indicados. Iniciada a série de exercícios, não é permitido reajustar o respirador. Qualquer reajuste invalida o ensaio e ele deve ser repetido.

## **3 Ensaios de vedação qualitativos**

### **3.1 Introdução**

O equipamento de teste para o ensaio qualitativo deve estar limpo, em boas condições de funcionamento, de modo que opere dentro dos parâmetros para os quais foi projetado.

A pessoa que conduz os ensaios de vedação deve saber preparar as soluções de ensaio, conduzir os ensaios de modo correto, reconhecer os en-

saos inválidos e garantir que o equipamento esteja em boas condições de uso. Além disso, deve possuir conhecimentos e treinamento adequados como indicado no item 8.4.5 deste documento.

### **3.2 Ensaio qualitativo com vapor de acetato de isoamila (óleo de banana)**

*Nota:* Este ensaio de vedação não é apropriado para respiradores contra aerodispersóides, a menos que eles permitam a substituição do filtro para partículas por um filtro químico contra vapores orgânicos ou a adição de um filtro contra vapores orgânicos.

#### a) Ensaio de sensibilidade olfativa

O ensaio de sensibilidade olfativa é conduzido com o usuário sem o respirador e tem por finalidade verificar a sua capacidade de detecção do odor do acetato de isoamila em baixas concentrações.

1. São necessários 3 frascos de vidro, de boca larga, com capacidade aproximada de 1 litro e com tampa.
2. Usar água destilada a aproximadamente 25°C para preparar as soluções.
3. Para preparar a solução padrão de acetato de isoamila (também chamado de acetato de isopentila): adicionar 1 mL do acetato puro em 800 mL de água destilada contida no frasco de vidro; agitar durante 30 segundos. Esta solução deve ser usada, no máximo, durante uma semana. Identificar o frasco como “solução padrão” e anotar a validade.
4. O ensaio preliminar de sensibilidade olfativa deve ser realizado numa sala separada da que é utilizada para o “ensaio de vedação”. As salas devem ser bem ventiladas, de modo que não seja perceptível o cheiro do óleo de banana no ambiente da sala onde se realiza o ensaio de vedação.
5. A solução para o teste de sensibilidade olfativa deve ser preparada em um segundo frasco, colocando, com o auxílio de uma pipeta limpa, 0,4 mL da solução padrão em 500 mL de água destilada. Agitar durante 30 segundos. Deixar em repouso por 2 ou 3 minutos para que a concentração dos vapores acima da solução atinja o equilíbrio. Esta solução deve ser usada, no máximo, durante um dia.

6. No terceiro frasco, preparar uma “prova em branco”, adicionando somente 500 mL de água destilada.
7. Identificar, com o número 1, o frasco com a solução para o teste de odor e, com o número 2, o frasco para a prova em branco. Se a etiqueta de identificação estiver colocada na tampa, ela deve ser periodicamente trocada, para garantir a confiabilidade do ensaio.
8. Na frente dos dois frascos, deve ser colocado um aviso contendo as instruções: “Este ensaio tem por finalidade saber se você consegue sentir o cheiro de banana em baixas concentrações. Os dois frascos na sua frente contêm água. Um deles contém pequena quantidade de óleo de banana. Verifique se a tampa do frasco está bem ajustada e agite cada frasco por 2 segundos. Tire a tampa de cada frasco, uma de cada vez, coloque-a em frente ao respectivo frasco e cheire o seu conteúdo. Mostre para o condutor do ensaio qual frasco contém o óleo de banana. Feche o frasco.”
9. As misturas usadas no teste de odor devem ser preparadas em área separada daquela onde se realiza esse teste para evitar a fadiga olfativa.
10. Se o usuário submetido ao ensaio não conseguir identificar o frasco que contém o óleo de banana, ele não poderá ser submetido ao ensaio de vedação com óleo de banana.
11. Se o usuário conseguir identificar corretamente o frasco que contém o óleo de banana, ele poderá continuar no processo de identificação do respirador que se adapte bem ao seu rosto.

#### b) “Ensaio de vedação” no respirador escolhido

1. A câmara de ensaio deve ser semelhante a um tambor de 200 L com a boca para baixo. Pode ser formada, por exemplo, de um plástico transparente suportado por um aro com diâmetro de 60 cm e com o topo da câmara a 15 cm acima da cabeça da pessoa. No centro do topo da câmara, pelo lado interno, deve existir um pequeno gancho.
2. Em cada respirador que vai ser ensaiado, deve ser colocado o filtro químico contra vapores orgânicos.
3. Em uma sala diferente da utilizada para o ensaio preliminar de sensibilidade olfativa, o usuário deve selecionar, colocar no rosto e ajustar corretamente o respirador, empregando o teste de verificação de vedação. Esta sala deve estar separada da outra citada e ser bem ventilada (por exaustão geral ou por capela do laboratório) para evitar a contaminação do ambiente.

4. No lado interno da câmara deve existir uma cópia do procedimento dos exercícios e do trecho que vai ser lido.
5. Depois de entrar na câmara, o usuário deve receber do condutor do ensaio um pedaço de papel toalha (13 x 15 cm) ou outro papel absorvente dobrado na metade e umedecido com 0,75 mL de acetato de isoamila puro. Este papel deve ser pendurado pelo usuário no gancho do topo da câmara.
6. O usuário deve aguardar dois minutos antes de iniciar os exercícios do ensaio de vedação para garantir que o vapor se espalhe pela câmara. Durante esse tempo é conveniente explicar para o usuário o ensaio de vedação, a importância de sua cooperação, a necessidade dos movimentos da cabeça ou demonstrar alguns dos exercícios.
7. O usuário deve executar, durante 1 minuto, cada exercício especificado no parágrafo 18 das Informações Gerais. Se o usuário sentir o cheiro de banana durante a realização dos exercícios, o ensaio deverá ser suspenso e ele, imediatamente, usando o respirador, deverá deixar a câmara e a sala para evitar a fadiga olfativa.
8. Se o respirador não vedar, o usuário deve se dirigir para a sala onde é feita a escolha do respirador, retirar o que estava usando, repetir o ensaio de sensibilidade olfativa e os procedimentos indicados nos itens anteriores, de números 2 a 7. O procedimento continua até que se encontre o respirador que vede adequadamente no rosto daquele usuário. Se o ensaio de sensibilidade ao odor realizado neste parágrafo falhar, aguardar no mínimo 5 minutos antes de repeti-lo, pois, geralmente, após esse tempo, a sensibilidade volta.
9. Quando um respirador for considerado aprovado neste ensaio, o usuário, antes de deixar a câmara, deve levantar ligeiramente a aba de vedação para provocar vazamento e, com isso, certificar-se de que não sentiu o cheiro de banana por causa da boa vedação e não devido à fadiga olfativa.
10. Quando o usuário deixar a câmara, deve remover o papel absorvente e entregá-lo ao condutor do ensaio. Para manter a área livre do cheiro de banana nos ensaios subsequentes, os papéis usados devem ser transportados e mantidos em saco hermético.
11. Os resultados devem ser registrados em formulário que contenha, no mínimo, o nome e a assinatura do usuário, data do ensaio, observações (uso de óculos, presença de cicatrizes etc.), características do respirador (fabricante, modelo, tamanho etc.), o nome do condutor do ensaio e o ensaio adotado. Os formulários devem ser arquivados.

### **3.3 Ensaio qualitativo com aerossol de solução de sacarina**

Antes de iniciar o ensaio, o usuário deve receber informações completas sobre todo o ensaio de acuidade do paladar, bem como sobre todos os procedimentos do ensaio de vedação.

#### **a) Ensaio de acuidade de paladar**

O ensaio de acuidade do paladar é realizado com a finalidade de determinar se o usuário consegue detectar o sabor da sacarina em baixas concentrações. O ensaio não deve ser realizado se o usuário tiver comido ou bebido algo doce nos últimos 15 minutos, pois, se assim o fizer, é provável que não consiga detectar o sabor da sacarina.

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 (sem o respirador) deve colocar o capuz e respirar com a boca ligeiramente aberta, com a língua estendida.
4. Usando um nebulizador (DeVilbiss Modelo 40 para inalação de medicamentos ou equivalente), a pessoa que conduz o ensaio deve nebulizar a solução de sacarina para o ensaio 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 é preparada dissolvendo-se 0,83 g de sacarina sódica (pró-análise) em 100 mL de água morna. Pode ser também preparada colocando-se 1 mL da solução usada para o ensaio de vedação em 100 mL de água destilada (ver adiante o subitem 5 do item b).
6. Para gerar aerossol, o bulbo do nebulizador deverá ser apertado firmemente de modo que uma parede do bulbo encoste-se à outra, deixando o bulbo se expandir totalmente. Com a finalidade de poupar o condutor do ensaio, o uso de nebulizador com atuador elétrico é permitido.

7. Dar 10 bombeadas rapidamente e perguntar à pessoa que está com o capuz se está sentindo o gosto da sacarina. Se a pessoa sentir o gosto da sacarina, deve-se interromper o ensaio de acuidade e anotar o número 10 (dez), independentemente do número de bombeadas em que ela percebeu o sabor.
8. Se com dez bombeadas a resposta for negativa, bombear rapidamente mais 10 vezes e repetir a pergunta. Se a pessoa sentir o gosto da sacarina, deve-se interromper o ensaio de acuidade e anotar o número 20 (vinte), independentemente do momento em que ela acusou o sabor.
9. Se a segunda resposta for negativa, bombear rapidamente mais 10 vezes e repetir a pergunta. Se a pessoa sentir o gosto da sacarina, interromper o ensaio de acuidade e anotar o número 30 (trinta), independentemente do momento em que ela percebeu 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 (parágrafo 10), a pessoa não sentir o sabor da sacarina, o ensaio de vedação com sacarina não pode ser usado com ela.
12. Se a pessoa conseguir sentir o sabor, deve-se pedir a ela 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. Pelo menos a cada quatro horas, lavar bem o nebulizador com água, secá-lo e enchê-lo novamente.

b) “Ensaio de vedação” no respirador escolhido

1. Pelo menos 15 minutos antes do ensaio de vedação, o usuário não deve comer, beber (água pura é permitida) ou mascar goma.
2. O capuz empregado no ensaio é o mesmo descrito no ensaio de acuidade.
3. O usuário deve colocar o capuz quando já estiver usando o respirador equipado com filtro para partículas classe P1 ou superior, ou uma peça semifacial filtrante classe PFF1 ou superior.
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. Preparar a solução para o ensaio de vedação, dissolvendo 83 g de sacarina em 100 mL de água morna.
6. O usuário deve respirar com a boca ligeiramente aberta, com a língua ligeiramente para fora, e ficar atento à percepção do sabor da sacarina.
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). O ensaio é feito, no mínimo, com 10 bombeadas. Com a finalidade de poupar o condutor do ensaio, o uso de nebulizador com atuador elétrico é permitido.
8. Após gerar o aerossol, o usuário deve iniciar a execução dos exercícios.
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 condutor do ensaio o instante em que sentir o gosto de sacarina. Se não perceber o sabor doce, o respirador está aprovado. Os resultados devem ser registrados em formulário que contenha, no mínimo, o nome e a assinatura do usuário, data do ensaio, observações (uso de óculos, presença de cicatrizes etc.), características do respirador (fabricante, modelo, tamanho etc.) e o nome do condutor do ensaio. Os formulários devem ser arquivados.
11. Se o gosto de sacarina for detectado, a vedação não foi satisfatória; deve-se procurar outro respirador e recomeçar os procedimentos, inclusive o ensaio de acuidade de paladar.
12. Como o nebulizador tende a entupir durante os exercícios, o condutor do ensaio deve verificar essa ocorrência frequentemente. Se ocorrer entupimento, deverá interromper o ensaio e o considerar inválido, sendo necessário recomeçar os procedimentos. Lavar o nebulizador com água para dissolver os cristais formados. Para desentupir o bico do nebulizador, usar água ou o fio metálico que faz parte do kit de ensaio, de modo a não danificar o bico.

### **3.4 Ensaio qualitativo com aerossol de solução de “bitrex”**

O ensaio de vedação com solução de “Bitrex” (benzoato de denatonium) segue os mesmos procedimentos e usa capuz e nebulizadores idênticos aos utilizados no ensaio com solução de sacarina.

O “Bitrex”, por causa do gosto amargo, é empregado como agente provocador de aversão de sabor em líquidos domésticos e remédios, com a finalidade de evitar que as crianças os bebam.

Antes de iniciar o ensaio, o usuário deve receber informações completas sobre todo o ensaio de acuidade do paladar, bem como sobre todos os procedimentos do ensaio de vedação.

#### **a) Ensaio de acuidade de paladar**

O ensaio de acuidade do paladar é realizado com a finalidade de determinar se o usuário consegue detectar o sabor do Bitrex.

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 com a boca ligeiramente aberta, com a língua estendida.
4. Usando um nebulizador (DeVilbiss Modelo 40 para inalação de medicamentos ou equivalente), a pessoa que conduz o ensaio deve nebulizar a solução de Bitrex para o ensaio 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 é preparada dissolvendo-se 13,5 mg de Bitrex em 100 mL de solução aquosa de cloreto de sódio a 5% (5 g de cloreto de sódio puro dissolvidos em 95 mL de água destilada).

6. Para gerar o aerossol, o bulbo do nebulizador deverá ser apertado firmemente, de modo que uma parede do bulbo encoste-se à outra e deixe o bulbo se expandir totalmente. Com a finalidade de poupar o condutor do ensaio, o uso de nebulizador com atuador elétrico é permitido.
7. Dar 10 bombeadas rapidamente e perguntar à pessoa que está com o capuz se está sentindo o gosto do Bitrex. Se o usuário sentir o gosto amargo, parar o ensaio de acuidade e anotar o número 10 (dez), independentemente do número de bombeadas em que ele percebeu o sabor.
8. Se com dez bombeadas a resposta for negativa, bombear rapidamente mais 10 vezes e repetir a pergunta. Se sentir o gosto do Bitrex, parar o ensaio de acuidade e anotar o número 20 (vinte), 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 do Bitrex, parar o ensaio de acuidade e anotar o número 30 (trinta), 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 (parágrafo 10), o usuário não sentir o sabor do Bitrex, o ensaio de vedação com Bitrex 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. Pelo menos a cada quatro horas, lavar bem o nebulizador com água, secá-lo e enchê-lo novamente.

b) “Ensaio de vedação” no respirador escolhido

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 para partículas classe P1 ou superior ou uma peça semifacial filtrante classe PFF1 ou superior.
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. Preparar a solução para o ensaio de vedação dissolvendo 337,5 mg de Bitrex em 200 mL de solução aquosa morna de cloreto de sódio a 5% (10 g de cloreto de sódio puro em 190 mL de água destilada).
6. A pessoa deve respirar com a boca ligeiramente aberta, com a língua ligeiramente para fora, e ficar atenta à percepção do sabor amargo do Bitrex.
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). Com a finalidade de poupar o condutor do ensaio, o uso de nebulizador com atuador elétrico é permitido.
8. Após gerar o aerossol, o usuário deve iniciar a execução dos exercícios.
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 condutor do ensaio o instante em que sentir o gosto amargo do Bitrex. Se não perceber o sabor, o respirador está aprovado. Os resultados devem ser registrados em formulário que contenha, no mínimo, o nome e a assinatura do usuário, data do ensaio, observações (uso de óculos, presença de cicatrizes etc.), características do respirador (fabricante, modelo, tamanho etc.) e o nome do condutor do ensaio. Os formulários devem ser arquivados.
11. Se o gosto do Bitrex for detectado, a vedação não foi satisfatória, deve-se procurar outro respirador, os procedimentos recomendados, inclusive o ensaio de acuidade de paladar.

### 3.5 Ensaio qualitativo com “fumaça” irritante

Este ensaio qualitativo de vedação usa a resposta do usuário ao agente irritante liberado na reação do cloreto estânico com a umidade do ar, quando a vedação do respirador não é satisfatória.

#### a) Requisitos gerais e precauções

1. O respirador que vai ser ensaiado deve estar com filtro classe P3 ou ser uma PFF3.
2. Somente devem ser usados tubos contendo cloreto estânico.
3. Não deve ser usado nenhum tipo de capuz ou enclausuramento.
4. Pelo fato da fumaça poder irritar os olhos, os pulmões ou o trato nasal, a pessoa que conduz o ensaio deve tomar precauções para evitar exposições desnecessárias. Como a sensibilidade individual varia e certas pessoas podem apresentar fortes reações, antes de iniciar o teste de sensibilidade o condutor do ensaio deve liberar a menor quantidade de “fumaça” possível para observar a reação do usuário. O ensaio de vedação deve ser realizado em um ambiente com ventilação adequada para evitar a exposição do condutor do ensaio e evitar que os fumos irritantes se espalhem pelo ambiente.

#### b) Ensaio de sensibilidade à fumaça irritante

O usuário que vai fazer o ensaio deve ser capaz de detectar a presença do agente irritante em baixas concentrações.

1. Quebrar as duas extremidades do tubo de “fumaça” utilizado para teste de ventilação contendo cloreto estânico. Ligar uma extremidade do tubo de “fumaça” à uma bomba de baixa vazão, ajustada para um fluxo de 200 mL/min. Pode-se usar também um bulbo de borracha com válvulas direcionais, operado manualmente, que obedeça, porém, ao fluxo de 200 mL/min. O condutor do ensaio deve proteger a outra extremidade do tubo quebrado para evitar ferimentos acidentais.
2. O condutor do ensaio deve avisar o usuário que a “fumaça” pode irritar os olhos, os pulmões e as mucosas nasais e que durante o ensaio ele deve manter os olhos fechados.
3. Antes de colocar o respirador, o usuário deve ser exposto a concentrações baixas de “fumaça”, para familiarizar-se com a sua

ação irritante e, também, para verificar se é capaz de percebê-la em baixas concentrações. Isto pode ser conseguido obedecendo ao procedimento indicado no subitem 1, porém com vazões menores que 200 mL/min.

c) Ensaio de vedação no respirador escolhido

1. O usuário deve ser avisado para manter os olhos fechados durante o ensaio.
2. O condutor do ensaio deve dirigir a “fumaça” irritante para toda a zona de vedação do respirador. Deve iniciar o ensaio com a extremidade do tubo afastada 30 cm da peça facial e movimentá-la ao redor de todo o perímetro da peça facial. O condutor do ensaio deve, pouco a pouco, passá-la mais duas vezes ao redor de toda zona de vedação, porém nunca a menos de 15 cm de distância da face.
3. Se o usuário não apresentar nenhuma resposta involuntária, continuar o ensaio iniciando os exercícios.
4. Enquanto a pessoa realiza os exercícios descritos no parágrafo 18 das Informações Gerais, a fumaça irritante deve ser espalhada continuamente ao redor de todo o perímetro de vedação a uma distância de 15 cm.
5. Se a qualquer momento o usuário apresentar alguma resposta involuntária, a passagem de ar pelo tubo de fumaça deverá ser suspensa e o respirador rejeitado. O usuário deve procurar outro respirador e recomeçar todo procedimento, inclusive o teste de sensibilidade.
6. Quando o respirador for considerado aprovado, deve-se deixar o usuário, nesse momento, sem o respirador, na presença do agente de teste provindo do mesmo tubo de fumaça utilizado, para verificar se ele reage a esse estímulo. Se ele não apresentar nenhuma reação, o ensaio de vedação deverá ser considerado sem valor.
7. Se a resposta, neste segundo teste de sensibilidade, for positiva, o ensaio de vedação deve ser considerado válido. 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 condutor do ensaio. Os formulários devem ser arquivados.

## **4 Ensaios de vedação quantitativos**

### **4.1 Introdução**

O ensaio de vedação quantitativo fornece, para cada exercício realizado, um valor numérico da selagem, denominado fator de vedação, o qual representa uma medida objetiva do ajuste do respirador no rosto.

Para quantificar a vedação obtida durante o ensaio são aceitos os ensaios de vedação quantitativos que: a) utilizam aerossóis não perigosos (como óleo de milho, polietileno glicol 400 (PEG 400), di-2-2etil sebacato (DEHS) ou cloreto de sódio) gerados numa câmara de ensaio e empregando instrumentação apropriada para medir a concentração do aerossol; b) utilizam o aerossol existente no ambiente como agente de ensaio e instrumento apropriado (contador de núcleos de condensação, CNC) para quantificar o aerossol; c) controlam a pressão negativa (CNP) dentro da peça facial e instrumentos para medir a vazão de ar que penetra pelos vazamentos na zona de selagem no rosto.

O condutor do ensaio deve satisfazer os requisitos indicados no item 8.4.5 deste documento.

### **4.2 Ensaios de vedação quantitativos que empregam geração de aerossóis**

Este teste é realizado em um recinto fechado no qual pode ser liberado um aerossol de teste. A penetração do agente de teste na cobertura das vias respiratórias é medida enquanto o usuário executa uma série de exercícios. A concentração do aerossol é medida dentro e fora do respirador com a finalidade de calcular o fator de vedação.

Para agentes de teste na forma de particulados, a cobertura das vias respiratórias deve ser equipada com um filtro para partículas de eficiência de filtração suficientemente elevada (classe P3), de modo a não permitir penetração significativa do aerossol através do filtro. É assumido, portanto, que todas as partículas encontradas no interior do respirador entraram devido às falhas na vedação.

#### **Equipamento**

- a) Utilizam aerossóis (como óleo de milho, polietileno glicol 400 (PEG 400), di-2-2etil sebacato (DEHS) ou cloreto de sódio), diluição com ar e sistemas de medida.

- b) Câmara de ensaio: deve ser suficientemente grande para permitir a realização dos exercícios sem interferir na distribuição do agente de ensaio ou no equipamento de medição. Deve, também, ser equipada e construída de modo que o agente de ensaio seja efetivamente isolado do ar ambiente e que sua concentração se mantenha uniforme através dela.
- c) Quando o ensaio é feito com respirador purificador de ar, o filtro normal usado no respirador deve ser substituído por um filtro para partículas classe P3 do mesmo fabricante ou uma PFF3 no caso de peças semifaciais filtrantes.
- d) O resultado das concentrações medidas deve ser registrado automaticamente. O registro deve permitir identificar a penetração do agente de ensaio em cada inalação/exalação. Os instrumentos utilizados devem permitir medidas do fator de vedação acima de 2.000. Devem ser usados integradores ou computadores que permitam avaliar a quantidade do agente de teste que penetra no respirador, devido aos vazamentos, em cada exercício.
- e) A combinação do elemento filtrante, do agente de teste e da concentração deve ser tal que o usuário submetido ao teste não seja exposto a um valor superior ao limite de exposição estabelecido para aquele agente em qualquer momento durante o teste, considerando-se o tempo de exposição ao agente e o intervalo de tempo adotado como padrão para a definição do limite de exposição.
- f) A sonda de amostragem deve ser construída e colocada no respirador de modo que não ocorram vazamentos no ponto de inserção e que não interfira na vedação. O ar amostrado dentro do respirador deve provir da zona de respiração, localizada na zona média entre o nariz e a boca, e ultrapassar a superfície da peça facial, no mínimo, 6 mm.
- g) A câmara deve permitir o acompanhamento do ensaio do lado de fora e que o usuário do respirador seja observado durante a sua realização.
- h) O equipamento de geração do aerossol deve manter constante a concentração do agente dentro da câmara durante a realização do ensaio, com variação máxima de 10%.
- i) O tempo de resposta dos instrumentos utilizados, incluindo o registrador, deve ser mínimo, de modo que se possa associar claramente a ocorrência de um evento e o seu registro.
- j) O diâmetro, o comprimento e o material dos dois tubos de amostragem devem ser iguais.

- k) O ar que sai da câmara de ensaio antes de ser descartado deve passar por um filtro para partículas classe P3.
- l) Quando se usa o cloreto de sódio como agente, a umidade relativa da câmara deve ser, no máximo, de 50%.
- m) Devem ser levadas em conta as limitações dos instrumentos de detecção ao se determinar o fator de vedação.
- n) Os respiradores utilizados nos ensaios devem ser inspecionados frequentemente, com a finalidade de observar defeitos como trincas ou mau funcionamento das válvulas.

#### Cuidados no procedimento de ensaio

- a) Ao realizar a verificação de vedação com o método de pressão negativa ou positiva, o tubo de amostragem deve ser estrangulado para evitar perda de selagem através dele.
- b) Para não perder tempo durante o ensaio de vedação quantitativo, é permitido o emprego de um ensaio de vedação qualitativo simplificado com a finalidade de eliminar respiradores que, mesmo aprovados pela verificação de vedação, não passem no ensaio qualitativo. Pode-se também utilizar o Contador de Núcleos de Condensação (CNC) do ensaio de vedação quantitativo, na opção *count mode*, com a finalidade de eliminar os respiradores com vedação precária, antes de empregá-lo no procedimento integral.
- c) Antes de iniciar o ensaio, deve-se verificar se a concentração está razoavelmente constante dentro da câmara. Quando a câmara é feita, por exemplo, de cortinas plásticas, como as utilizadas nos boxes de chuveiro, a constância da concentração deve ser verificada quando a pessoa já esta dentro da câmara.
- d) Logo que a pessoa entrar na câmara, a concentração do agente de teste dentro do respirador deve ser medida para verificar se o pico de penetração não excede a 5% para os respiradores com peça semi-facial ou 1% para os respiradores com peça facial inteira.
- e) Antes de iniciar o ensaio propriamente dito, a concentração do agente de teste dentro da câmara deve estar estável.
- f) Os tirantes não devem estar apertados demais, mas ajustados com a tensão normal de uso. Os ajustes dos tirantes devem ser feitos sem a assistência de outras pessoas, com a finalidade de impedir que o ajuste cause desconforto. O respirador não pode ser reajustado uma vez iniciados os exercícios.

g) Cálculo do fator de vedação:

- O fator de vedação obtido no ensaio de vedação quantitativo deve ser determinado dividindo-se a concentração média da câmara pela concentração medida dentro do respirador em cada exercício, exceção ao exercício no qual o usuário faz caretas.
- A concentração média do agente de ensaio na câmara é a média aritmética da concentração no início e no fim de cada ensaio (isto é, dos 7 exercícios), ou a média aritmética da concentração medida antes e depois de cada exercício, ou a média das medidas realizadas continuamente durante a amostragem.
- A concentração do agente utilizado no ensaio, dentro do respirador, deve ser determinada por um dos seguintes métodos:
  - Método da média dos picos de penetração: Determina a penetração do agente de ensaio dentro do respirador utilizando os registros gráficos, o integrador ou o computador. A penetração do agente é determinada pela média das alturas dos picos dos registros gráficos ou por integração pelo computador para cada exercício, exceto para o das caretas. Os integradores ou os computadores que calculam a penetração instantânea do agente de ensaio no respirador em cada exercício também são aceitos neste método.
  - Método do pico máximo de penetração: Determina a penetração do agente de ensaio dentro do respirador utilizando os registros gráficos obtidos nos exercícios. O maior pico de penetração obtido num dado exercício é tomado como representativo da penetração média no respirador para aquele exercício.
  - Método da Integração: Calcula a área sob cada pico individual para cada exercício, exceto para o das caretas.

h) Para calcular o fator global de vedação, utilizar o método do fator global de vedação, o qual se baseia nos fatores de vedação para cada exercício. Isso exige primeiro converter o fator de vedação, obtido em cada exercício, em penetração, determinar a sua média e então converter o resultado novamente em fator de vedação. O cálculo é feito pela seguinte equação:

Fator global de vedação = número de exercícios /  $(1/fv_1 + 1/fv_2 + \dots + 1/fv_n)$

onde  $fv_1, fv_2,$  etc., são os fatores de vedação obtidos em cada exercício

i) Devem ser considerados aprovados os respiradores com peça semifacial, um quarto facial ou peça semifacial filtrante somente quando o fator

global de vedação for no mínimo 100 e os respiradores com peça facial inteira, somente quando o fator global de vedação for no mínimo 1000.

- j) Os filtros utilizados no ensaio quantitativo devem ser substituídos quando a resistência aumentar ou quando o agente de ensaio alterar a integridade do meio filtrante.

### **4.3 Ensaio de vedação quantitativo que utiliza aerossóis do ambiente e o Contador de Núcleos de Condensação (CNC)**

Este método usa um dispositivo que conta o número de partículas dentro da peça facial e compara com o número de partículas fora da peça facial, enquanto o usuário realiza exercícios especificados. São usadas como partículas de teste as encontradas normalmente no ar ambiente. Isto elimina a necessidade de geradores de aerossol e cabines para realização do teste, embora certos ambientes limpos possam exigir a geração de algum aerossol adicional.

Para calcular o fator de vedação deve ser medida a concentração de partículas no ambiente e a concentração de partículas no interior do respirador. A cobertura das vias respiratórias deve ser equipada com um filtro que não permita penetração significativa do aerossol do teste através dele (filtro para partículas classe P3). Assim, se supõem que todas as partículas encontradas no interior do respirador entraram através de alguma deficiência na vedação facial.

A concentração de partículas do aerossol ambiente é medida pelo contador de núcleos de condensação (com marca registrada Portacount, fabricado pela TSI Inc., EUA). Uma sonda instalada na peça facial permite medir, também, a concentração dentro do respirador e, com isso, determinar o fator de vedação. O respirador com a sonda serve somente para fazer o ensaio e jamais deve ser usado no ambiente de trabalho. O fabricante ou distribuidor do respirador pode fornecer o respirador com a sonda instalada para cada modelo, tamanho e tipo que a empresa utiliza. O fabricante do CNC fornece adaptadores para alguns modelos de respiradores, de modo que o usuário pode fazer o ensaio de vedação com o seu próprio respirador. O respirador é considerado aprovado quando o fator global de vedação é, no mínimo, 100 para os respiradores de pressão negativa com peça semifacial, um quarto facial ou peça semifacial filtrante e 1000 para os respiradores de pressão negativa com peça facial inteira. Antes de realizar o ensaio, a pessoa deve receber instruções completas sobre como será a sua participação nos ensaios.

O cálculo do fator global de vedação é feito pela equação apresentada no subitem h do item 4.2 deste Anexo.

### Requisitos do ensaio de vedação com o Portacount

- a) Verificar se o respirador está com um filtro para partículas classe P3 ou se é uma peça semifacial filtrante PFF3 e se a sonda de amostragem está instalada corretamente e o respectivo tubo ligado ao instrumento. Podem ser utilizados filtros classes P1 ou P2, ou peças semifaciais filtrantes PFF1 ou PFF2, desde que o instrumento possua acessório que seleciona o tamanho das partículas.
- b) Orientar o usuário a colocar o respirador 5 minutos antes do início dos testes. Este procedimento elimina as partículas ambiente no interior do respirador e permite que o usuário verifique o conforto oferecido por ele. O usuário deve ter sido treinado anteriormente quanto à forma correta de colocá-lo.
- c) Conferir os seguintes pontos para verificar se o respirador está colocado corretamente: ajuste no queixo; tensão adequada nos tirantes; ajuste correto no nariz; respirador de tamanho adequado, isto é, distância entre o nariz e o queixo; tendência do respirador escorregar; auto-observação no espelho para avaliar a posição do respirador no rosto.
- d) Fazer a verificação de vedação. Se perceber algum vazamento, determinar a causa. Se não conseguir eliminar o vazamento tentar outro tamanho do mesmo modelo ou outro modelo de respirador.
- e) Obedecer às instruções de operação do Portacount e iniciar o ensaio.
- f) O usuário deve ser instruído a fazer os exercícios descritos no subitem 18 das Informações Gerais deste Anexo.
- g) Depois dos exercícios, o usuário deve ser questionado pela pessoa que conduz o ensaio sobre o conforto do respirador. Se for considerado inaceitável, deve ser experimentado outro modelo.

### O instrumento Portacount

- a) Após o último exercício, o instrumento para de funcionar automaticamente e calcula o fator global de vedação para o conjunto de exercícios realizados, informando se o respirador foi aprovado (*Pass*) ou reprovado (*Fail*). Se for aprovado, o ensaio termina.
- b) Como o critério de aprovação e de reprovação do respirador é programado no Portacount pela empresa que vai utilizá-lo, o condutor do ensaio deve assegurar-se de que o critério adotado está de acordo com o critério de aprovação apresentado neste Anexo ou no item 8.3.1 e 8.3.2 deste documento.

- c) Se o respirador for aprovado, o registro dos ensaios deve ser guardado em arquivo. Deve conter o nome do usuário, o fator global de vedação, o fabricante, o modelo, tipo e tamanho do respirador, a data do ensaio e o nome do condutor do ensaio.

#### **4.4 Ensaio de vedação quantitativo pelo método do Controle da Pressão Negativa (CNP)**

Este método baseia-se no fato de que: a) quando o usuário de um respirador inspira um volume de ar correspondente a um trabalho normal e segura a respiração, a pressão negativa gerada dentro da peça facial se manterá constante se não houver vazamentos; b) a ocorrência de qualquer vazamento, neste intervalo de tempo, provocará uma diminuição da pressão negativa dentro da peça; c) o vazamento pode ser medido retirando-se um volume de ar dentro da peça suficiente para manter a pressão constante e d) são tomados cuidados para que o vazamento se deva somente à falta de selagem na área de contato entre a peça facial e o rosto do usuário. Este ensaio de vedação é utilizado em respiradores que operam com pressão negativa. O fabricante do instrumento (Dynatech Nevada) fornece adaptadores que substituem os filtros, de modo que o ensaio de vedação pode ser feito no próprio respirador do usuário.

A medição deve ser feita após cada exercício. O usuário fecha a boca e segura a respiração, enquanto uma bomba de vácuo remove o ar de dentro da peça facial, de modo a manter a pressão constante num valor pré-selecionado. A qualidade e a validade do ensaio depende da manutenção da pressão dentro da peça facial durante os 5 segundos, que é o tempo que demora a medida da vazão.

O usuário deve prender a respiração durante a medida e permanecer absolutamente imóvel, pois caso contrário a medida do vazamento não será confiável. Uma vez que as medidas não podem ser feitas enquanto o usuário executa os exercícios previstos, ele deve parar de se mover e de respirar entre os exercícios enquanto a medida é feita. Este procedimento de teste é substancialmente diferente do protocolo de exercício dinâmico, usado na maioria dos outros métodos de ensaio.

Como o método admite que o ar que penetra na cobertura das vias respiratórias durante o ensaio o faça através da zona de selagem facial, a confiabilidade do método CNP depende de que a válvula de exalação da peça facial esteja vedando perfeitamente na pressão de teste de CNP. Alguns modelos de válvulas de exalação, mesmo quando funcionam corretamente, podem permitir pequenos vazamentos de ar para dentro da peça facial durante este ensaio de vedação. Este vazamento resultaria em um falso baixo fator de vedação. Por esta razão, o vazamento através da válvula da exalação deve ser

eliminado a fim de garantir que o fator de vedação obtido seja relativo somente aos vazamentos devidos à selagem facial.

O fator de vedação é calculado pelo quociente entre a vazão de ar inalado durante a realização de um trabalho moderado, para a qual é admitida o valor de 53,8 L/min, e a vazão do ar provocada pela bomba de vácuo. O critério de aprovação é de fator de vedação de no mínimo 100 para os respiradores com peça semifacial e 1000 para os respiradores com peça facial inteira. Antes de entrar na câmara, a pessoa deve receber instruções completas sobre qual será a sua participação nos ensaios.

#### Requisitos do ensaio de vedação pelo método do CNP

- a) O instrumento deve operar na pressão de 15 milímetros de coluna de água (mm.c.a) e ela não deve ser ajustável.
- b) O sistema de detecção de falhas deve ser ajustado em -15 mm.c.a e a vazão de inspiração (volume/minuto) ajustada em 53,8 L/min para a realização do ensaio.

*Nota:* O instrumento CNP permite conduzir o ensaio de vedação em um determinado nível de esforço desenvolvido durante a atividade laboral. O ajuste do sistema de detecção de falhas em -15 mm.c.a simula a resistência de um filtro químico numa vazão de ar correspondente a um trabalho moderado e permite a comparação da vedação alcançada com respiradores diferentes.

- c) O condutor do ensaio deve estar bem treinado para poder conduzir o teste de modo correto.
- d) O filtro do respirador deve ser removido e substituído pelo que acompanha o instrumento. A válvula de inalação deve ser temporariamente removida ou mantida aberta.
- e) O usuário do respirador deve ser treinado a prender a respiração por, no mínimo, 20 segundos.
- f) O usuário deve colocar o respirador sem a ajuda da pessoa que conduz o ensaio.
- g) O ensaio deve obedecer aos procedimentos indicados nas Informações Gerais no início deste Anexo, exceto o item Exercícios, que deve ser substituído pelo item descrito adiante.

#### Exercícios do ensaio de vedação pelo método CNP

- a) Respirar normalmente. De pé, na posição normal, sem falar, o usuário deve respirar normalmente durante 1 minuto. Após esse período,

manter a cabeça voltada para frente e prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição.

- b) Respirar profundamente. O usuário, na posição normal, deve respirar devagar e profundamente por um minuto, mas sem hiperventilar. Após esse período, manter a cabeça voltada para frente e prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição.
- c) Mover a cabeça de um lado para outro. O usuário, de pé, sem sair do lugar, deve mover devagar a cabeça, completamente, de um lado para o outro durante 1 minuto, mantendo momentaneamente a cabeça parada em cada extremidade enquanto inala em cada lado. Não deixar o respirador bater nos ombros. Após esse período, manter a cabeça totalmente voltada para o lado esquerdo e prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição. A seguir manter a cabeça totalmente voltada para o lado direito e prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição.
- d) 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. Após esse período, manter a cabeça totalmente voltada para cima e prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição. A seguir, manter a cabeça totalmente voltada para baixo e prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição.
- e) Falar. Ler devagar um trecho indicado ou falar de modo que o condutor do ensaio ouça claramente ou contar retroativamente a partir de 100. Após esse período, manter a cabeça voltada para frente e prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição.
- f) Careta. Fazer careta, franzir a testa ou sorrir por 15 segundos.
- g) Curvar-se. O usuário deve tentar tocar os pés com as mãos durante um minuto. O exercício de curvar-se deve ser substituído por correr devagar no mesmo lugar, quando não for possível aquele movimento. Após esse período, prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição.
- h) Respirar normalmente. O usuário deve retirar e colocar o respirador durante um minuto. Então, na posição normal, sem falar, o usuário deve respirar normalmente por 1 minuto. Após esse período, manter a cabeça voltada para frente e prender a respiração por 10 segundos, durante os quais é feita a medição. Depois dos exercícios, o usuário deve ser questionado pela pessoa que conduz o ensaio sobre o con-

forto do respirador. Se for considerado inaceitável, deve ser experimentado outro modelo.

O instrumento para o ensaio CNP

- a) O instrumento deve ter um dispositivo de alarme eficiente que avise o condutor quando o usuário do respirador não conseguir prender a respiração durante o ensaio. O ensaio deve ser suspenso toda vez que o usuário não conseguir manter a respiração presa.
- b) Se o respirador for aprovado, o registro dos ensaios deve ser guardado em arquivo. Deve conter o nome do usuário, o fator global de vedação, o fabricante, o modelo, tipo e tamanho do respirador, a data do ensaio, o nome do condutor do ensaio e o ensaio adotado.

# Anexo 12 - Limpeza, higienização, inspeção, manutenção, descarte e guarda de respiradores (Informativo)

Os procedimentos escritos sobre limpeza, higienização, inspeção, manutenção, reparo, descarte e guarda dos respiradores devem seguir as orientações do fabricante, desde que sejam tão eficientes quanto as recomendadas neste Anexo.

## 1 Descontaminação

Os respiradores podem tornar-se contaminados por substâncias tóxicas. Se a contaminação é leve, os procedimentos normais de limpeza conseguem uma descontaminação satisfatória, senão, deve-se primeiramente proceder à descontaminação e, depois, à limpeza.

## 2 Limpeza e higienização

Os respiradores devem ser limpos e higienizados conforme a seguinte frequência: a) os de uso individual devem ser limpos e higienizados quantas vezes for necessário para serem mantidos em boas condições de higiene; b) os usados por mais de um indivíduo, limpos e higienizados antes de ser usado pelo outro e c) os usados no ensaio de vedação e no treinamento, limpos e higienizados após cada uso.

Os métodos de limpeza e higienização devem garantir que os respiradores fiquem limpos e higienizados, não se danifiquem durante o processo nem apresentem resíduos do agente empregado para a limpeza ou higienização que representem perigo para o usuário.

## **2.1 Procedimento para limpeza e higienização dos respiradores**

- a) Remover os filtros. Desmontar a peça facial, isto é, remover o diafragma de voz, membrana das válvulas, válvulas de demanda e qualquer outro componente recomendado pelo fabricante. Descartar ou reparar qualquer componente com defeito.
- b) Lavar a cobertura das vias respiratórias e os demais componentes da peça facial indicados pelo fabricante com uma solução aquosa de detergente para limpeza normal a 43 °C ou com a solução que o fabricante recomenda. Quando necessário, usar escova para remover a sujeira. Não utilizar escova com fios metálicos.
- c) Enxaguar com água morna limpa (no máximo 43 °C), preferivelmente água corrente.
- d) Quando o detergente não contiver agente desinfetante, os componentes do respirador devem ficar por 2 minutos numa das seguintes soluções:
  - solução de hipoclorito (50 ppm de cloro) preparada pela mistura de aproximadamente 1 mL de água sanitária em 1 litro de água a 43 °C;
  - solução aquosa de iodo (50 ppm de iodo) preparada pela mistura de 0,8 mL de tintura de iodo (6 a 8 g de iodeto de amônio ou iodeto de potássio em 100 mL de álcool etílico a 45%) em 1 litro de água a 43 °C;
  - outra solução recomendada pelo fabricante do respirador, como, por exemplo, a preparada com os sais quaternários de amônia.
- e) Enxaguar bem os componentes com água morna (43 °C), preferivelmente em água corrente. Escorrer. É importante enxaguar bem, pois o desinfetante ou o detergente que secar na peça facial pode provocar dermatite. Além disso, a não remoção completa desses agentes pode causar deterioração da borracha ou provocar corrosão das partes metálicas.
- f) Os componentes devem ser secos manualmente com o auxílio de um pano de algodão seco, que não solte fios.
- g) Montar novamente a peça facial e recolocar os filtros, se necessário.
- h) Verificar se todos os componentes do respirador estão funcionando perfeitamente. Substituir quando necessário.

## 3 Inspeção

### 3.1 Procedimentos para a inspeção

A inspeção regular dos respiradores deve ser realizada de acordo com as instruções do fabricante. Pode incluir uma verificação da estanqueidade das conexões; da condição de selagem da cobertura das vias respiratórias; da carneira, das válvulas, dos tubos de conexão, das mangueiras, dos cinturões, dos filtros, dos cartuchos, do indicador de fim de vida útil (se existente), dos componentes elétricos, da data de validade e do funcionamento dos reguladores, alarmes e de outros sistemas de alerta. Os componentes de borracha ou de outro elastômero devem ser inspecionados para avaliar a sua flexibilidade e quaisquer sinais de deterioração. Os cilindros com ar/gás respirável devem ser inspecionados para assegurar que estão completamente carregados de acordo com as instruções do fabricante e estão dentro do prazo de validade.

Caso os respiradores ou seus componentes não estejam em boas condições, devem ser substituídos, reparados ou descartados.

O empregador deve adotar um procedimento que assegure que todos os equipamentos de proteção respiratória em uso no serviço (rotina, emergência, ou fuga) sejam inspecionados com a devida frequência.

#### Respiradores para uso rotineiro

A inspeção destes respiradores deve ser feita:

- a) de acordo com as instruções do fabricante;
- b) imediatamente antes e depois de cada uso para garantir que estejam em boas condições de operação;
- c) depois da limpeza e higienização para determinar se estão em condição de trabalho apropriada, se necessitam da substituição de peças ou reparos ou se devem ser descartados;
- d) pelo menos mensalmente.

#### Respiradores para emergência

A inspeção destes respiradores deve ser feita:

- a) de acordo com as instruções do fabricante;
- b) depois de cada uso;
- c) depois da limpeza e manutenção e antes de ser colocado de volta no serviço;
- d) pelo menos mensalmente.

Respiradores para fuga

A inspeção destes respiradores deve ser feita:

- a) de acordo com as instruções do fabricante;
- b) antes de ser levado para o local de trabalho;
- c) depois do uso;
- d) depois da limpeza e manutenção e antes de ser colocado de volta no serviço;
- e) pelo menos mensalmente.

### **3.2 Registros**

Para cada respirador para emergência ou fuga deve ser mantido um registro que inclua a data de inspeção, identificação do componente, informações detalhadas da conformidade/não conformidade encontrada e ação corretiva eventualmente tomada. Os respiradores que não satisfaçam os critérios aplicáveis da inspeção serão imediatamente removidos do serviço, reparados ou substituídos.

## **4 Manutenção e reparos**

### **4.1 Manutenção rotineira**

Os procedimentos de manutenção devem ser preparados com a finalidade de assegurar que o respirador continue a apresentar o desempenho previsto pelo fabricante.

A manutenção dos respiradores é obrigatória e deve ser realizada por pessoa competente e de acordo com as instruções do fabricante. Ela não é feita em respiradores denominados “sem manutenção”.

Um programa de manutenção completo deve incluir:

- a) lista para a identificação de falhas;
- b) substituição de peças, quando necessário;
- c) verificação do desempenho.

Devem ser usadas apenas peças de substituição indicadas pelo fabricante para aquele respirador. O ajuste ou reparo de válvulas, reguladores e alarmes deverá ser efetuado somente pelo fabricante ou técnico por ele treinado.

## **4.2 Reparos**

Os respiradores que falhem na inspeção ou sejam considerados defeituosos devem ser removidos do serviço e descartados, reparados ou ajustados de acordo com os seguintes procedimentos:

- a) reparos ou ajustes em um respirador devem ser feitos apenas por pessoas treinadas para executar tais operações e serão usadas somente peças do fabricante projetadas para o referido respirador;
- b) o tipo e extensão dos reparos a serem executados devem ser feitos de acordo com as recomendações e especificações do fabricante.

## **4.3 Descarte**

O descarte do respirador usado ou de seus componentes deve ser realizado de maneira apropriada, seguindo todas as regulamentações pertinentes e instruções locais.

Quando os contaminantes forem tóxicos por natureza, por exemplo, bactérias, vírus, poeira radioativa, chumbo, cádmio, enzimas, carcinógenos tais como o asbesto, deverão ser tomadas providências para o descarte seguro de filtros contaminados, pré-filtros e outras peças que não podem ser descontaminados com segurança. Devem ser seguidos os regulamentos pertinentes, nacionais ou locais.

## **5 Guarda e armazenagem**

Os respiradores devem ser guardados de acordo com as instruções do fabricante, de modo que estejam protegidos contra agentes físicos e químicos, tais como vibração, choque, luz solar, calor, frio excessivo, umidade elevada ou contaminantes. Deve-se cuidar para que as partes de borracha ou outro elastômero não se deformem. Não devem ser colocados em gavetas ou caixa de ferramentas, a menos que estejam protegidos contra contaminação, distorção ou outros danos.

Os respiradores para uso em emergência que permanecem na área de trabalho, além de obedecerem às recomendações anteriores, devem ser facilmente acessíveis durante todo o tempo e devem estar em armários ou estojos marcados de modo que sua identificação seja imediata.

# Anexo 13 – Qualidade do ar / gás respirável para os respiradores de adução de ar (Informativo)

## 1 Introdução

Os contaminantes podem se misturar com o ar comprimido nos vários estágios de geração ou de abastecimento. Quando a quantidade de contaminante presente for inaceitável, o ar pode se tornar impróprio para ser utilizado como “gás respirável”, podendo ameaçar a saúde e a segurança do usuário do respirador. Por este motivo, deve-se garantir a qualidade do ar comprimido conforme indicado no item 11.2 deste documento.

O ar respirável fornecido aos respiradores pode provir de compressores fixos, móveis ou de cilindros.

## 2 Ar respirável proveniente de compressores

Os compressores devem ser construídos e localizados de modo que:

- a) previnam a entrada de contaminantes no sistema de distribuição de ar;
- b) tenham elementos purificadores convenientes e filtros que possam ser mantidos e substituídos periodicamente, de modo que assegurem a qualidade do ar;
- c) tenham monitoramento contínuo de monóxido de carbono e alarme;
- d) as conexões ou engates rápidos sejam incompatíveis com os usados nas linhas de outros gases não respiráveis.

A manutenção do compressor e a substituição dos filtros purificadores ou partes do sistema devem ser realizadas por pessoa treinada seguindo as instruções e recomendações do fabricante.

Como parte dos testes iniciais de aceitação do compressor e antes de seu uso, a vazão volumétrica ou a pressão e a qualidade do ar fornecido devem ser verificados. Antes do uso, deve ser feita amostragem represen-

tativa do ar que sai para verificação da concordância com os requisitos do item 11.2 deste documento. Para garantir sempre a qualidade do ar respirável e verificar qualquer entrada de contaminação no sistema de distribuição, também devem ser retiradas amostras representativas do ar nos diversos pontos onde há seu uso. As amostras devem ser retiradas periodicamente, conforme indicado no programa de proteção respiratória existente. No Quadro 1, estão indicados alguns ensaios recomendados.

### **Quadro 1** Amostragem periódica do ar para compressão

Amostra	Tipo de compressor		
	Lubrificado a óleo	Não lubrificado a óleo	Acochado a motor de combustão
Vapor de água	X	X	X
Monóxido de Carbono	X	X	X
Hidrocarbonetos condensados	X	--	X
Dióxido de Carbono	--	--	X
Odor	X	X	X

#### *Notas:*

- quanto ao uso de compressor de ar, é importante localizar corretamente a aspiração do ar, bem como monitorar a qualidade do ar que alimenta o compressor.
- devido à grande variedade de tipos de compressores, de condições ambientais e da experiência de operação, a frequência da verificação da qualidade do ar não é indicada no quadro.
- os sistemas que utilizam compressores de ar lubrificados ou não, devem possuir monitoramento contínuo de monóxido de carbono e alarme.
- não é necessário o monitoramento contínuo da temperatura do ar.
- para compressores não lubrificados a óleo operados a menos que 2,2 bar, não é necessária a determinação do vapor de água.
- esses requisitos são aplicáveis para sistemas projetados para uso de ar respirável. Outros respiradores de adução de ar necessitam avaliação caso a caso para ser fixada a frequência e o tipo de teste.

## **2.1 Sistema típico de geração do ar comprimido respirável**

### **2.1.1 Introdução**

Ao planejar ou instalar um sistema de ar comprimido respirável para produzir o gás respirável, deve ser consultado profissional competente. Para garantir a operação segura do sistema, além do cuidadoso planejamento e instalação, o sistema deve ser mantido por uma pessoa competente.

O compressor deve ser instalado em uma área com espaço suficiente em todos os lados, para assegurar boa ventilação. A área deve ser a mais fria possível, mas devem-se evitar lugares onde possa ocorrer o congelamento. O ponto de captação do ar deve estar situado ao ar livre e longe dos pontos potenciais de liberação de contaminantes (por exemplo, próximo às saídas de ventilação ou abaixo, no escoamento de córregos ou próximo de pontos de emissão de gases de escapamento de veículos). Os elementos principais de um sistema de compressão para produção de ar respirável estão indicados no Quadro 2.

**Quadro 2** Elementos principais de uma unidade de produção de ar comprimido respirável

1	Ar atmosférico	A composição típica do ar natural é apresentada no Quadro 1 do Anexo 6.
2	Filtro na captação do ar	A captação deve estar num ponto onde haja ar fresco, contra o vento e tão longe quanto possível, verticalmente e horizontalmente, das fontes de contaminação. Para proteger o compressor, o filtro deve remover as partículas grosseiras.
3	Compressor	Com sistema de controle e de alarmes ou monitoramento de pressão, de temperatura e do nível de óleo. Compressor de reserva, quando necessário.
4	Resfriador do ar comprimido	Com dreno para a saída do condensado.
5	Separador	Para remover as gotas grandes de água e de óleo - com purgador para a saída do condensado.
6	Reservatório de ar	Para a estabilização da pressão e controle da demanda do compressor - com purgador para a saída dos condensados. Veja também o item 9 deste quadro
7	Purificador de ar respirável	Uma combinação de componentes para remoção de sólidos indesejáveis, gases e vapores, bem como água e óleo na forma líquida e aerossol, juntamente com odor/sabor, da fonte de ar comprimido, para garantir a conformidade da qualidade de ar com os padrões exigidos no Quadro 4 do item 11.2 deste documento.
	7.1 Filtro coalescente	Para remover as gotas pequenas de água, da névoa de óleo e das pequenas partículas - com purgador para a saída do condensado. Os elementos filtrantes podem ficar obstruídos e devem ser monitorados pelo acompanhamento da queda de pressão na rede.
	7.2 Secador de ar	Para remover o vapor de água e assegurar que o conteúdo de água permaneça abaixo dos limites especificados no Quadro 4 do item 11.2 deste documento.
	7.3 Filtros para gases	Para remoção do dióxido de carbono e outros contaminantes gasosos, inclusive o odor e gosto.
	7.4 Filtro catalítico	Para remoção do monóxido de carbono e ozônio.
	7.5 Filtro para partículas	Para remoção das partículas de poeira geradas nos estágios anteriores.
8	Válvula de retenção	Para impedir que o gás armazenado no reservatório retorne ao compressor.

(...)

(...)

9	Reservatório de ar respirável	Para fornecer ar suficiente durante a fuga até um lugar seguro, por tempo suficiente, para todos os usuários no caso de falha de compressor.
10	Sistema de distribuição do ar respirável	Unidades de controle de vazão, instrumentos para monitoramento, acoplamentos e tubulações de distribuição

*Nota:* O sistema de ar comprimido deve ser capaz de fornecer ar respirável para cada usuário em quantidade e pressão requeridas pelo respirador durante o uso. A necessidade de ar para o uso de respiradores adicionais eventuais também deve ser prevista.

### 2.1.2 Elementos purificadores de ar

Os elementos da purificação do ar devem ser colocados na sequência correta, para assegurar o fornecimento do ar respirável com qualidade aceitável. Estes elementos da purificação devem ser substituídos de acordo com a frequência e cuidados recomendados pelo fabricante.

### 2.1.3 Testes e inspeção

A vazão volumétrica ou a pressão e a qualidade do ar fornecido devem ser verificados periodicamente, conforme indicado no PPR existente.

### 2.1.4 Ponto de orvalho do ar respirável dos respiradores de adução de ar

O ponto de orvalho do ar respirável usado pelos respiradores de adução de ar deve ser mais baixo que a menor temperatura ambiente na qual vai ficar exposto o regulador ou a válvula de controle do respirador.

### 2.1.5 Conexão do respirador de adução de ar com a fonte de ar comprimido

A conexão do respirador de adução de ar e a da mangueira de suprimento de ar comprimido deve ser incompatível com as utilizadas para outros gases não respiráveis, a fim de evitar que ocorra ligação em linha imprópria. As tomadas de ar respirável devem estar convenientemente identificadas.

## 2.1.6 Riscos do uso de oxigênio

O ar comprimido pode conter vapores de óleo em baixas concentrações, introduzidos pelos equipamentos usados para a compressão. Se em um orifício contaminado por óleo ou graxa passar oxigênio em alta pressão, pode ocorrer explosão ou fogo. Oxigênio gasoso comprimido, portanto, não deve ser usado em respiradores de linha de ar ou em máscaras autônomas de circuito aberto que tenham sido usadas previamente com ar comprimido. Ar enriquecido com concentração de oxigênio acima de 23,5% somente deve ser usado em equipamentos projetados para operarem com oxigênio.

Em alguns processos ou ambientes (por exemplo, na soldagem com mistura oxigênio-gás), pode ocorrer aumento da porcentagem de oxigênio no ambiente (maior do que 20,9 %) com conseqüente aumento do perigo de fogo, explosão ou reações químicas. Nestes casos, deve-se tomar precauções adicionais.

## 3 Ar respirável proveniente de cilindros

O ar respirável fornecido aos respiradores também pode provir de cilindros.

Os cilindros devem ser marcados em português, ensaiados e mantidos de acordo com a legislação aplicável (por exemplo, ABNT NBR ISO 9809-1, ABNT NBR ISO 16357, ABNT NBR 13243) ou, na falta destas, no que couber, pelas exigências contidas no *Code of Federal Regulations, Title 49, Part 173 e Part 178*, usado nos Estados Unidos e que contemplam os cilindros de “composite”, que são cilindros confeccionados em liga de alumínio, revestidos com fibra de carbono ou fibra de vidro e impregnado com resina. Alguns ensaios recomendados estão indicados no Quadro 3.

### Quadro 3 Guia para amostragem periódica na compra de ar respirável

<i>Método de preparação de ar</i>	<i>Análise recomendada</i>
Compressão: o fornecedor não enche cilindros com outros gases.	Verificar em 10% dos cilindros de cada lote o teor de CO (ppm) e odor.
Compressão: o fornecedor enche cilindros com outros gases.	Verificar em todos os cilindros a % de O <sub>2i</sub> ; verificar em 10% dos cilindros de cada lote o teor de CO (ppm) e odor.
Reconstituição	Verificar em todos os cilindros a % de O <sub>2i</sub> ; verificar em 10% dos cilindros de cada lote o teor de CO (ppm) e odor.

O ponto de orvalho do ar usado para recarga do cilindro da máscara autônoma deve ser de -54°C, na pressão de uma atmosfera, ou mais baixo (menos que 25 ppm de vapor de água). As máscaras autônomas que serão usadas abaixo de -32°C devem ser carregadas com ar com ponto de orvalho de -73°C ou menos.

**Tabela 1** Conversão de unidades da umidade do ar<sup>(a)</sup> (NBR 14372)

<i>Ponto de orvalho °F</i>	<i>Ponto de orvalho °C</i>	<i>ppm (v/v)</i>	<i>mg/L</i>
-110	-78,9	0,58	0,00045
-105	-76,1	0,94	0,00070
-100	-73,3	1,5	0,0011
-95	-70,5	2,3	0,0017
-90	-67,8	3,2	0,0024
-85	-65,0	5,0	0,0037
-80	-62,0	7,1	0,0055
-75	-59,4	10,6	0,0079
-70	-56,7	16,1	0,012
-65	-53,9	24,2	0,018
-60	-51,1	30,9	0,023
-55	-48,3	43,0	0,032
-50	-45,6	60,5	0,045
-45	-42,8	87,3	0,065
-40	-40,0	121	0,09
-35	-37,2	161	0,12
-30	-34,4	229	0,17
-25	-31,6	382	0,21
-20	-28,9	403	0,30
-15	-26,1	538	0,40
-10	-23,3	685	0,51
-5	-20,5	900	0,67
0	-17,8	1180	0,88

(a) Todos referidos a 21oC e 1 bar)

# Anexo 14 – Avaliação do programa de proteção respiratória (Informativo)

Este anexo apresenta um método de avaliação do PPR baseado na publicação de Brosseau e May (1991), onde são analisados sete itens do PPR em uma escala de avaliação de quatro níveis. A partir desta avaliação, o interessado poderá preparar o seu plano de auditoria do PPR.

## 1 Administração do programa

- |  |         |        |
|--|---------|--------|
| A) Existe procedimento escrito sobre o PPR?  | Sim: 10 | Não: 0 |
| B) Os procedimentos escritos fazem referência a:                                       |         |        |
| 1) reconhecimento dos riscos e critérios de medida (LE, amostragem)?                   | Sim: 1  | Não: 0 |
| 2) critério de seleção de respirador?  | Sim: 1  | Não: 0 |
| 3) uso de respiradores com Certificado de Aprovação?                                   | Sim: 1  | Não: 0 |
| 4) treinamento e regularidade na reciclagem?   | Sim: 1  | Não: 0 |
| 5) ensaios de vedação e regularidade na repetição?                                     | Sim: 1  | Não: 0 |
| 6) política sobre uso de barba e outros fatores que influem na vedação?                | Sim: 1  | Não: 0 |
| 7) distribuição dos respiradores aos usuários?   | Sim: 1  | Não: 0 |
| 8) procedimentos para inspeção e manutenção dos EPRs?                                  | Sim: 1  | Não: 0 |
| 9) avaliação médica dos usuários?  | Sim: 1  | Não: 0 |
| 10) critério de avaliação do PPR?  | Sim: 1  | Não: 0 |
| C) A autoridade e a responsabilidade pelo PPR é atribuída a uma só pessoa?             | Sim: 10 | Não: 0 |
| D) O administrador do programa tem conhecimentos suficientes de proteção respiratória? | Sim: 10 | Não: 0 |

E) Existem recursos financeiros suficientes para cada item (treinamento, equipamentos etc.)? Sim: 10 Não: 0

Total possível de pontos: 50

Total obtido:

## 2 Informações básicas para a seleção dos EPR

A) Todas as substâncias tóxicas existentes na empresa foram listadas, bem como o uso de cada uma delas? Sim: 5 Não: 0

B) As substâncias tóxicas em uso foram identificadas e as suas concentrações foram determinadas de modo apropriado? Sim: 5 Não: 0

C) Foram determinadas, no último ano ou com uma frequência adequada, as concentrações dos contaminantes (confirmar as informações consultando os laudos)? Sim: 5 Não: 0

D) É conhecido o limiar de odor, se aplicável, das substâncias listadas no item A? Sim: 5 Não: 0

E) É conhecido o limite de exposição ou outros índices da toxicidade das substâncias listadas no item A? Sim: 5 Não: 0

F) A concentração IPVS das substâncias listadas no item A é conhecida? Sim: 5 Não: 0

G) É conhecido o potencial de irritação dos olhos das substâncias listadas no item A? Sim: 5 Não: 0

H) Foram identificados os trabalhadores, por atividade, bem como as características das tarefas, duração, frequência e demanda física? Sim: 5 Não: 0

I) São conhecidas as condições de temperatura, umidade relativa e pressão do ambiente de trabalho? Sim: 5 Não: 0

J) É conhecido o nível de esforço em cada atividade? Sim: 5 Não: 0

I) Todos os espaços confinados foram identificados? Sim: 5 Não: 0

Total possível de pontos: 55

Total obtido:

### 3 Seleção de respiradores

A) Existe um critério lógico para selecionar a classe apropriada de respirador para cada situação de risco?	Sim: 20	Não: 0
B) No critério de seleção constam os itens:		
1) risco de incêndio?	Sim: 5	Não: 0
2) deficiência de oxigênio?	Sim: 5	Não: 0
3) uso em emergências?	Sim: 5	Não: 0
4) concentração média dos contaminantes e respectivas faixas?	Sim: 5	Não: 0
5) situações IPVS?	Sim: 5	Não: 0
6) irritação dos olhos?	Sim: 5	Não: 0
7) fator de proteção atribuído?	Sim: 5	Não: 0
8) natureza dos contaminantes (poeira, névoa, fumos, gás, vapor)?	Sim: 5	Não: 0
9) tamanho das partículas contendo sílica cristalizada?	Sim: 5	Não: 0
10) uso somente para escape?	Sim: 5	Não: 0
11) as propriedades de alerta das substâncias estão abaixo do LE?	Sim: 5	Não: 0
12) é conhecida a vida útil dos filtros químicos?	Sim: 5	Não: 0
13) se existem misturas de contaminantes, qual é o LE utilizado?	Sim: 5	Não: 0
14) é conhecida a inflamabilidade dos contaminantes (limite inferior de explosividade - LIE)?	Sim: 5	Não: 0
15) efeitos à saúde devido a superexposição?	Sim: 5	Não: 0
Total possível de pontos:	95	
Total obtido:	<input type="text"/>	

### 4 Treinamento

A) Existe programa de treinamento para todos os usuários de respirador?	Sim: 20	Não: 0
B) O programa de treinamento faz referência a:		
1) oportunidade de manuseio?	Sim: 2	Não: 0
2) demonstração de ajustes de vedação?	Sim: 2	Não: 0
3) oportunidade de familiarização com o respirador em ambiente não contaminado?	Sim: 2	Não: 0
4) uso em ambiente para treinamento?	Sim: 2	Não: 0
5) ensaio de vedação qualitativo?	Sim: 2	Não: 0

6) ensaio de vedação quantitativo?	Sim: 2	Não: 0
7) demonstração prática de limpeza?	Sim: 2	Não: 0
8) demonstração de procedimentos de inspeção de respiradores?	Sim: 2	Não: 0
9) descrição das características e limitações de cada classe de respiradores?	Sim: 2	Não: 0
10) contaminantes presentes, níveis de concentração e seus riscos à saúde?	Sim: 2	Não: 0
11) outros meios de controle disponíveis?	Sim: 2	Não: 0
12) explicação do por que é necessário o uso de respiradores?	Sim: 2	Não: 0
13) consequências do uso incorreto dos respiradores?	Sim: 2	Não: 0
14) critério utilizado na seleção do respirador que está em uso?	Sim: 2	Não: 0
15) reconhecimento e procedimentos em situações de emergência?	Sim: 2	Não: 0
C) Existem registros de presença dos usuários nos treinamentos?	Sim: 10	Não: 0
Total possível de pontos:	60	
Total obtido:	<input type="text"/>	

## 5 Ensaio de vedação

A) Os ensaios de vedação são realizados por pessoa qualificada?	Sim: 10	Não: 0
B) Os usuários conseguem mostrar como se faz a verificação de vedação pelo teste de pressão negativa ou positiva?	Sim: 10	Não: 0
C) Nos ensaios de vedação qualitativos:		
1) os usuários compreendem qual é o objetivo do ensaio?	Sim: 10	Não: 0
2) são usados somente os métodos recomendados pela Fundacentro?	Sim: 10	Não: 0
3) são obedecidos os procedimentos de ensaio?	Sim: 10	Não: 0
4) antes do ensaio de vedação é feito o ensaio de sensibilidade olfativa/sabor?	Sim: 10	Não: 0
5) o usuário tem a possibilidade de escolha (modelo e tamanho) do respirador?	Sim: 10	Não: 0
6) os registros dos ensaios de vedação qualitativos estão disponíveis?	Sim: 10	Não: 0
D) Nos ensaios de vedação quantitativos:		

- |   |         |        |
|---|---------|--------|
| 1) os usuários compreendem qual é o objetivo do ensaio?           | Sim: 10 | Não: 0 |
| 2) o equipamento de teste obedece às especificações?              | Sim: 10 | Não: 0 |
| 3) o equipamento funciona bem e está em bom estado?               | Sim: 10 | Não: 0 |
| 4) estão disponíveis diversos tamanhos e modelos de respiradores? | Sim: 10 | Não: 0 |
| 5) os registros dos ensaios de vedação estão disponíveis?         | Sim: 10 | Não: 0 |

Total possível de pontos:

130

Total obtido:

## 6 Inspeção, limpeza, higienização, manutenção e guarda

- |   |         |        |
|---|---------|--------|
| A) Os respiradores são inspecionados regularmente (existem check-list e registros)? | Sim: 10 | Não: 0 |
| B) A inspeção inclui:   |         |        |
| 1) procura de partes danificadas?   | Sim: 5  | Não: 0 |
| 2) verificação se o funcionamento é perfeito?                                       | Sim: 5  | Não: 0 |
| C) Os respiradores são limpos e higienizados regularmente?                          | Sim: 10 | Não: 0 |
| D) A manutenção é feita por pessoa treinada?  | Sim: 5  | Não: 0 |
| E) Os respiradores são guardados corretamente quando não estão em uso?              | Sim: 10 | Não: 0 |

Total possível de pontos:

45

Total obtido:

## 7 Avaliação médica

- |   |        |        |
|---|--------|--------|
| A) Existe questionário médico para verificar se o usuário tem condições fisiológicas de usar aquele tipo de respirador?   | Sim: 5 | Não: 0 |
| B) A função pulmonar do usuário do respirador foi verificada no início e monitorada regularmente (anualmente, no mínimo)? | Sim: 5 | Não: 0 |
| C) Se ocorrerem resultados anormais, o usuário é encaminhado a um médico especialista em saúde ocupacional?               | Sim: 5 | Não: 0 |

D) Para avaliar o desempenho pulmonar, é obedecido algum procedimento padronizado?

Sim: 5 Não: 0

Total possível de pontos:

20

Total obtido:

## 8 Resultado da avaliação

Item do PPR	Total possível de pontos	Pontos obtidos	Escala de avaliação (ver abaixo)
I	50	0 - 20	1
		21 - 30	2
		31 - 40	3
		41 - 50	4
II	55	0 - 20	1
		21 - 30	2
		31 - 40	3
		41 - 55	4
III	95	0 - 40	1
		41 - 60	2
		61 - 85	3
		86 - 95	4
IV	60	0 - 12	1
		13 - 36	2
		37 - 48	3
		49 - 60	4
V	130	0 - 50	1
		51 - 70	2
		71 - 95	3
		96 - 130	4
VI	45	0 - 20	1
		21 - 30	2
		31 - 40	3
		41 - 45	4
VII	20	0 - 5	1
		6 - 10	2
		11 - 15	3
		16 - 20	4
Todos os itens	455	0 - 180	1
		181 - 275	2
		276 - 375	3
		376 - 455	4

### Avaliação final:

1. Inaceitável
2. Sérias deficiências
3. Algumas deficiências
4. Aceitável

# Anexo 15 – Exemplo de documento básico de um programa de proteção respiratória (Informativo)

Traduzido e adaptado do *Guide to Industrial Respiratory Protection*, de Bollinger e Schutz (1987)  
Companhia ABC  
Programa de proteção respiratória

## 1 Objetivo

O objetivo deste programa é assegurar proteção a todos os trabalhadores contra riscos respiratórios pelo uso correto de respiradores. Eles somente podem ser usados onde as medidas de controle coletivo dos riscos respiratórios não são viáveis, enquanto as medidas de controle coletivo estão sendo adotadas e nas emergências.

## 2 Política da empresa

Obedecendo a Instrução Normativa nº 1 de 11 de abril de 1994 do Ministério do Trabalho e Emprego, que estabelece um regulamento técnico sobre o uso de Equipamentos de Proteção Respiratória (EPR), esta empresa estabelece, por meio deste PPR, um conjunto de medidas com a finalidade de adequar a utilização dos equipamentos de proteção respiratória, quando necessários, para complementar as medidas de proteção coletiva existentes ou para garantir uma completa proteção ao funcionário contra os riscos respiratórios nos ambientes de trabalho.

## 3 Abrangência

Todos os funcionários abrangidos pelo PPR, desde os supervisores de produção, membros do SESMT, da Área de Segurança, Meio Ambiente e Higiene do Trabalho, os usuários bem como os prestadores de serviço a qualquer título devem cumprir e colaborar para o sucesso deste programa.

## 4 Responsabilidades

### 4.1 Da gerência

Assegurar que todas as pessoas sob sua responsabilidade estejam informadas sobre a necessidade do uso do EPR e o façam conforme as instruções recebidas, no sentido de conseguir a completa eficiência do programa.

Apoiar e prover recursos para o desenvolvimento e a implantação do PPR.

Designar e atribuir a uma só pessoa, o administrador do programa, com conhecimentos de proteção respiratória, a responsabilidade e a autoridade pelo programa de uso de respiradores.

### 4.2 Do administrador do programa

A Gerência indica o funcionário \_\_\_\_\_ como administrador do PPR, ficando responsável por todos os aspectos do programa e tendo autoridade para tomar as decisões necessárias para garantir o sucesso deste PPR. Esta autoridade inclui a seleção dos respiradores adequados, a definição dos ensaios de vedação e equipamentos necessários para a sua realização e demais providências para a implantação do PPR na empresa. O administrador desenvolverá (ou pessoa por ele autorizada) procedimentos escritos detalhados cobrindo todos os elementos básicos do PPR, sendo a única pessoa autorizada a alterar seu conteúdo quando necessário. A gerência o autoriza a definir quais são as áreas em que o uso do respirador é obrigatório, bem como interromper qualquer operação onde haja risco de ocorrência de danos sérios a pessoas devidos aos riscos respiratórios.

## 5 Elementos do programa

**5.1** O administrador (ou quem ele indicar) preparará os procedimentos escritos necessários que fazem parte integrante deste PPR e incluem, mas não se limitam, a: a) seleção de respiradores; b) avaliação da condição médica dos usuários; c) treinamento dos usuários; d) ensaios de vedação adotados; e) distribuição dos respiradores; f) limpeza, inspeção, manutenção e guarda dos respiradores; g) monitoramento do uso e dos riscos respiratórios; h) seleção dos respiradores para uso rotineiro e emergências; i) qualidade do ar comprimido respirável. Quando necessário, poderão ser consultados especialistas externos e autoridades competentes.

**5.2** Os respiradores devem ser selecionados de acordo com os riscos respiratórios a que os trabalhadores estão ou poderão estar expostos, obedecendo ao roteiro indicado na publicação PPR-Fundacentro. A seleção deverá ser feita pelo administrador ou pessoa por ele indicada e somente deverão ser usados respiradores com CA.

**5.3** Os usuários, supervisores e demais abrangidos pelo PPR deverão ser instruídos e treinados sobre o uso correto do respirador, bem como sobre suas características e limitações. Nenhum usuário poderá apresentar pelos faciais na área de selagem do respirador. O empenho dos trabalhadores na observação destes cuidados deverá ser avaliado por inspeções periódicas.

**5.4** Todo trabalhador abrangido pelo PPR deverá receber, quando viável, um respirador para uso exclusivo.

**5.5** Os respiradores que exigem manutenção devem ser limpos e higienizados regularmente e o administrador deve providenciar os meios, as instalações e instruções detalhadas para alcançar esses objetivos. Os respiradores sem manutenção devem ser descartados quando sujos ou quando não estiverem em bom estado.

**5.6** A central de limpeza e manutenção deve guardar os respiradores limpos e higienizados.

**5.7** Os respiradores usados rotineiramente devem ser inspecionados durante a limpeza bem como no momento do uso. As partes gastas ou deterioradas devem ser substituídas. Os usados nas emergências devem ser rigorosamente inspecionados, no mínimo, mensalmente e após cada uso.

**5.8** Deve ser feita avaliação apropriada das condições ambientais, da exposição e do esforço físico do trabalhador.

**5.9** Os respiradores somente poderão ser usados após avaliação médica que indique que o candidato tem condições físicas e de saúde adequadas para o uso. O médico definirá quais são as condições de saúde aceitáveis para os candidatos ao uso de respiradores. Anualmente, todo usuário deverá ser submetido a exame médico.

**5.10** A eficácia do programa deve ser verificada por inspeções regulares e por uma auditoria anual. O administrador deverá fazer inspeções frequentes em todas as áreas onde os respiradores são usados com a finalidade de assegurar a conformidade como prevista no programa.

---

## Sobre o livro

Composto em Caimbra 14 (título)  
Caimbra10,5 (texto)  
em papel offset 90g/m<sup>2</sup> (miolo)  
e couchê 150g/m<sup>2</sup> (capa)  
no formato 16x23 cm  
Impressão: Gráfica da Fundacentro  
4<sup>a</sup> edição: 2016  
Tiragem: 3.000

---

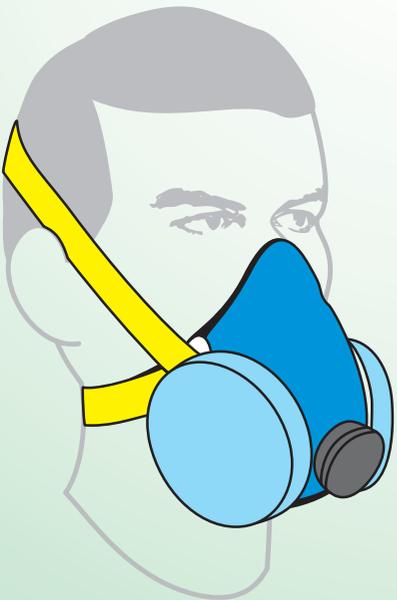
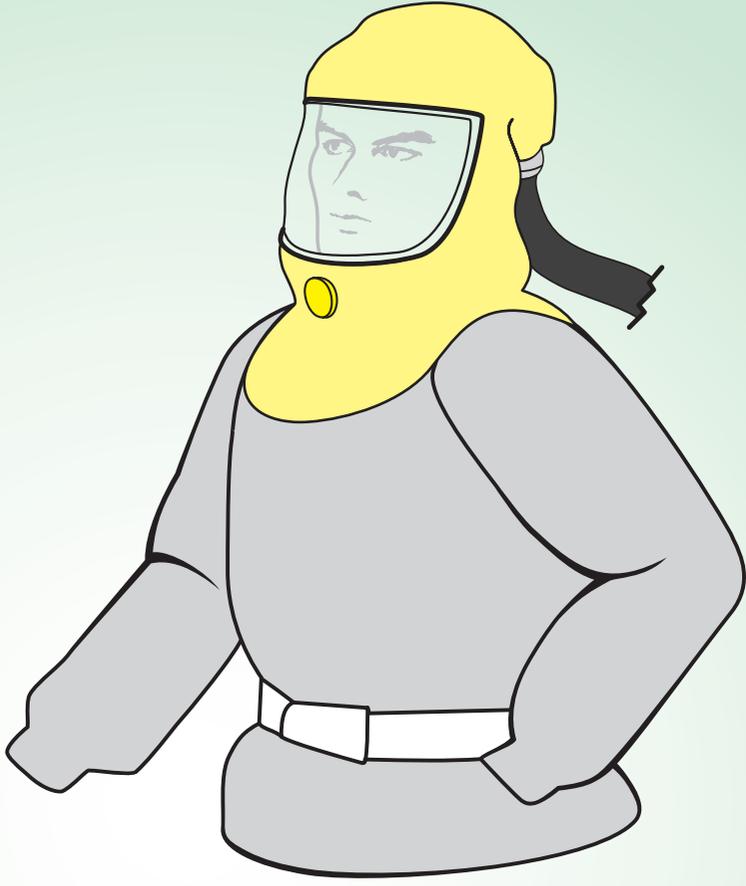
MINISTÉRIO  
DO TRABALHO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO ORDEM JURADA GOVERNO  
DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

Rua Capote Valente, 710  
São Paulo - SP  
05409-002  
tel.: 3066-6000

[www.fundacentro.gov.br](http://www.fundacentro.gov.br)



PROGRAMA DE PROTEÇÃO