



Parte 3

- PROCEDIMENTO PARA A SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA



FATOR DE PROTEÇÃO ATRIBUÍDO (FPA)

DEFINIÇÃO:

É o 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 em que o usuário permanece na área contaminada.

Exemplo: Respirador purificador de ar com peça facial inteira

FPA = 100

Significado: Se o filtro escolhido for correto, espera-se que para 95% dos usuários treinados dessa classe de respirador, a concentração do contaminante no ar inalado (C_i) seja, no mínimo, 100 vezes menor do que a concentração do contaminante no ar ambiente (C)

$$FPA = \frac{C}{C_i} \quad \text{sendo que } C_i \neq 0$$



Quadro 1 Fatores de proteção atribuídos (FPA)^(a)

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

(e) FPA = 1000 para EPR com cobertura das vias respiratórias que cobrem a face, a cabeça e se estendem até os ombros e capuzes com vedação facial (com peça semifacial no interior)

(f) Inclui **capacete**, protetor facial

(g) FPA = 5: para peça semifacial reutilizável + filtro P1 ou para PFF1
para peça um quarto facial

(j) Não se deve utilizar peça um quarto facial com esse tipo de respirador



Avaliação dos perigos no ambiente de trabalho

- a) Determinar se existe risco potencial de deficiência de O_2
 - se existir, determinar nível de O_2 mais baixo que possa ocorrer nos trabalhos de rotina ou em emergência.

- b) Identificar quais contaminantes estão ou poderão estar presentes no ambiente de trabalho e seu estado físico (particulado, gás ou vapor)
 - informações relativas às propriedades perigosas e à toxicidade podem ser obtidas nas Fichas de informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)
 - Verificar se a pressão de vapor de cada contaminante é significativa na máxima temperatura prevista no ambiente de trabalho
 - Se contaminante não puder ser identificado → considerar a atmosfera IPVS

- c) Determinar se existe óleo presente no caso de contaminantes particulados
 - Se a presença de aerossol oleosos é desconhecida → considerar como existente.



Avaliação dos perigos no ambiente de trabalho

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 → seleção de respiradores 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

g) Determinar a possibilidade de ocorrência de condições IPVS



Avaliação dos perigos no ambiente de trabalho

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

- Um contaminante possui propriedades de alerta adequadas (odor, sabor, efeitos irritantes) quando seus efeitos são detectáveis de modo persistente em concentração \leq LEO. Quando estes efeitos são percebidos somente acima do LEO, o contaminante é considerado com fracas propriedades de alerta.
- Limiar de Odor para diversos produtos químicos: Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards da American Industrial Hygiene Association. / FISPQs / pagina 90 do PPR: Quadro 2 – Substâncias com fracas propriedades de alerta



Avaliação da adequação do respirador à exposição

FATOR DE PROTEÇÃO MÍNIMO REQUERIDO (FPMR)

$$\text{FPMR} = \frac{\text{Concentração do contaminante no ar ambiente}}{\text{Limite de exposição}} = \frac{C}{LE}$$

$$\text{FPMR} = \frac{10 \text{ ppm}}{2 \text{ ppm}} = 5$$



Avaliação da adequação do respirador à exposição

Exposição a agentes químicos:

- Selecionar respirador que reduza a exposição do usuário abaixo do LE, ou seja, respirador que possua **FPA maior que FPMR**

$$FPA = \frac{\text{Conc. no ar ambiente}}{\text{Conc. no ar inalado}} > FPMR = \frac{\text{Conc. no ar ambiente}}{\text{Limite de exposição}}$$

→ **Conc. no ar inalado < Limite de exposição**

Exposição a atmosferas deficientes de O₂:

- Selecionar apenas respiradores de adução de ar



Avaliação do respirador à tarefa, ao usuário e ao ambiente de trabalho

ATIVIDADE DO USUÁRIO

(nível de esforço; frequência, duração da tarefa, etc)

- ◆ **Trabalho pesado**
- ◆ **Permanece continuamente na área de risco**

CARACTERÍSTICAS DA TAREFA

- ◆ **Mobilidade**
- ◆ **Comunicação**

CARACTERÍSTICAS E LIMITAÇÕES DOS RESPIRADORES

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE RISCO RELATIVAMENTE ÀS ÁREAS SEGURAS COM AR RESPIRÁVEL

- ◆ **Fuga em emergências**
- ◆ **Serviços de manutenção**
- ◆ **Operações de resgate**

CONFORTO

- ◆ **Calor e frio gerados pelo respirador e temperatura ambiente**



IMPORTANTE:

- ❑ USAR SOMENTE RESPIRADORES COM CERTIFICADO DE APROVAÇÃO (C.A.).
- ❑ QUALQUER MODIFICAÇÃO NO RESPIRADOR PODE AFETAR O SEU DESEMPENHO E IVALIDA A SUA APROVAÇÃO.



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

a) A atmosfera é deficiente em oxigênio?

a₁) se a concentração de O₂ for menor que 12,5% ao nível do mar (ppO₂ menor que 95 mmHg) → **a atmosfera é IPVS (ir para 5.2)**

a₂) se a concentração de O₂ for maior que 12,5% ao nível do mar (ppO₂ maior que 95 mmHg) e menor que 18% ao nível do mar (ppO₂ menor que 137 mmHg) → selecionar **qualquer respirador de adução de ar**

Se também estiverem presentes contaminantes, deve ser usado **respirador de adução de ar com FPA adequado para estes contaminantes**
→ **ir para o item (b) para obter FPA adequado**

a₃) se a concentração de O₂ for maior que 18% ao nível do mar (ppO₂ maior que 137 mmHg), não há deficiência de oxigênio → **ir para o item (b)**

Nota: se o ambiente for espaço confinado, ir para o item 5.2



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

b) Se não for possível determinar qual o contaminante potencialmente perigoso ou a sua concentração → **considerar a atmosfera IPVS (ir para 5.2)**

Se o contaminante e a sua concentração forem conhecidos, **ir para o item (c)**

c) Se não existir LE para o contaminante e não puder ser feita a estimativa da toxidez → **considerar a atmosfera IPVS (ir para 5.2)**

Se existir LE para o contaminante ou se puder ser feita a estimativa da toxidez → **ir para o item (d)**

d) Se a concentração medida ou estimada do contaminante for considerada IPVS → **atmosfera IPVS (ir para 5.2)**

Se não for IPVS → **ir para o item (e)**



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

e) Calcular FPMR, dividindo a concentração medida ou estimada do contaminante na condição mais crítica de exposição prevista pelo limite de exposição adequado, conforme e_1 , e_2 ou e_3 .

Se FPMR for menor que 1, não é necessário o uso de respirador, exceto para aerossóis contendo asbesto*

***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 FPMR for maior que 1 → **ir para o item (g)**

Se mais de uma substância estiver presente → **ir para o item (f)**



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

e_1) Dividir a concentração média ponderada para o contaminante determinado pelo limite de exposição aplicável, ou seja, se TWA é para 8 horas, a concentração média ponderada deve ser para 8 horas; se TWA é para 10 horas, a concentração média ponderada deve ser para 10 horas.

e_2) Se o contaminante possuir valor teto, dividir a concentração máxima de exposição pelo valor teto.

e_3) Se o contaminante possuir limite de curta exposição (STEL), dividir a concentração média de 15 ou 30 minutos pelo STEL definido para 15 ou 30 minutos, respectivamente.

Nos casos em que existem múltiplos tipos de limite de exposição, o valor da exposição ao contaminante deve obedecer a todos. A seleção do respirador é feita empregando o maior dos FPMR calculados.



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

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.

- Se as substâncias não apresentarem efeitos tóxicos similares sobre o mesmo órgão ou sistema (fígado, rim, sistema nervoso central etc.) → **considerar o maior FPMR calculado.**
- Se as substâncias apresentarem efeitos tóxicos similares sobre o mesmo órgão ou sistema → **utilizar a fórmula de efeitos aditivos:**

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

onde: C_m e T_m = concentração e limite de exposição da mistura

Se (C_m/T_m) for menor que 1, não é necessário usar respirador.

Se (C_m/T_m) for maior que 1, tal valor é o FPMR para a mistura → **ir para o item (g)**



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

g) Com base no Quadro 1 (FPA), selecionar um respirador ou tipo de respirador que possua FPA maior que o FPMR, considerando o nível de esforço físico, mobilidade, duração e frequência da tarefa, necessidades quanto à comunicação e visão, etc.

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.

(cloro e amônia)

Se o respirador selecionado for do tipo purificador de ar → ir para o item (h)



Quadro 1 Fatores de proteção atribuído (FPA) ^(a)

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

(a) o FPA só é válido se o respirador for utilizado dentro do PPR e com a configuração constante em seu C.A. 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 PFF.



Quadro 1 Fatores de proteção atribuído (FPA)^(a)

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

**g) FPA = 5: para peça semifacial reutilizável + filtro P1 ou para PFF1
para peça um quarto facial (independentemente da classe do filtro para partículas)**

(i), (h) Não se deve utilizar filtro classe P1 com esse tipo de respirador

(j) Não se deve utilizar peça um quarto facial com esse tipo de respirador



Quadro 1 Fatores de proteção atribuído (FPA)^(a)

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

(d) Para peça facial inteira com ensaio de vedação qualitativo, o FPA é igual a 10

(h) Peça facial inteira: FPA = 100 com, no mínimo, filtro P2. Não se deve usar filtro P1 com esse tipo de respirador

(i) Não usar filtro P1 / (k) Com filtros P2: FPA = 100, devido a limitações do filtro



Quadro 1 Fatores de proteção atribuído (FPA)^(a)

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

(e) FPA = 1000 para EPR com cobertura das vias respiratórias que cobrem a face, a cabeça e se estendem até os ombros e capuzes com vedação facial (com peça semifacial no interior)

(f) Inclui capacete, protetor facial

(i) Não usar filtro P1 / (k) Com filtros P2: FPA = 100, devido a limitações do filtro SHAN - Curso PPR 2018



Quadro 1 Fatores de proteção atribuído (FPA)^(a)

<i>Tipo de respirador</i>	<i>Tipos de coberturas das vias respiratórias</i>			
	<i>com vedação facial ^(b)</i>		<i>sem vedação facial ^(b)</i>	
	<i>peça semifacial ^(c)</i>	<i>peça facial inteira ^(d)</i>	<i>capuz ^(e)</i>	<i>outros ^(f)</i>
A – Purificador de ar não motorizado motorizado ⁽ⁱ⁾	10 ^(g) 50 ⁽ⁱ⁾	100 ^(h) 1000 ^(k)	----- 1000 ^(k)	----- 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 ^(l) • de demanda com pressão positiva	10 ⁽ⁱ⁾ 50 ⁽ⁱ⁾ 50 ⁽ⁱ⁾ 10 ⁽ⁱ⁾ -----	100 1000 1000 100 10000	----- ----- 1000 ----- -----	----- ----- 25 ----- -----

(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.



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

h) Se o contaminante for um gás ou vapor, escolher o filtro químico apropriado, obedecendo as seguintes condições:

- 1) A concentração do contaminante deve ser menor que a IPVS;**
- 2) A concentração do contaminante deve ser menor que a MCU do filtro**
- 3) Filtro químico 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 → [ir para o 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).



Quadro 2 – Máxima concentração de uso de um filtro químico^(a)

<i>Classe do filtro</i>	<i>Tipo</i>	<i>Máxima concentração de uso ^(c) (mL/m³) ^(d)</i>	<i>Tipo de peça facial compatível</i>
FBC Baixa capacidade	Vapor orgânico ^(b)	300	Um quarto facial, semifacial, facial inteira ou conjunto bocal
	Gases ácidos ^(b)		
	Amônia		
Classe 1 Cartucho pequeno	Vapor orgânico ^(b)	1.000	Um quarto facial, semifacial, facial inteira ou conjunto bocal
	Amônia	300	
	Metilamina	100	
	Gases ácidos ^(b)	1.000	
	Ácido clorídrico	50	
	Cloro	10	
Classe 2 Cartucho médio	Vapor orgânico ^(b)	5.000	Facial inteira
	Amônia	5.000	
	Gases ácidos ^(b)	5.000	
Classe 3 Cartucho grande	Vapor orgânico ^(b)	10.000	Facial inteira
	Amônia	10.000	
	Gases ácidos ^(b)	10.000	

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 de MCU 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) $1 \text{ mL/m}^3 = 1 \text{ ppm}$



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

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). Caso não seja possível pela inexistência de fonte de ar respirável, ou da necessidade de mobilidade do trabalhador, o respirador purificador de ar poderá ser usado somente quando:

i_1) o filtro químico possuir um indicador confiável de fim de vida útil; ou

i_2) existir um plano de troca de filtro que se baseie em informações ou dados, tais como a vida útil do filtro, dessorção, concentração esperada e tempo de exposição, que assegure que os filtros sejam substituídos antes da saturação.



Quadro 1 (anexo 3 do PPR) 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, fosgênio, 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

Quadro 2 (anexo 3 do PPR) Substâncias com fracas propriedades de alerta

Acroleína, anilina, arsina, bromo, cloreto de metila, cianeto de hidrogênio, cloreto de vinila, dimetilanilina, dissulfeto de carbono, esibina, 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.



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

j) se o contaminante for do tipo particulado, a seleção do filtro depende também da presença ou não de partículas oleosas no aerossol. Se o aerossol:

j₁) for mecanicamente gerado (poeiras ou névoas), usar filtro P1^(*) ^(**) ou PFF1^(*) ^(**) se o FPMR for menor que 5;

j₂) for mecanicamente gerado (poeiras e névoas) ou termicamente gerado (fumos), usar filtro P2^(*) ^(**) (ou PFF2^(*) ^(**) se o FPMR for menor que 10); .

j₃) for névoa à base de tinta, esmalte ou verniz contendo solvente orgânico, usar filtro combinado: filtro químico contra vapores orgânicos e filtro para partículas P2^(*) ^(**). Pode-se utilizar **filtro P1^(*) ^(**)** quando o **FPMR for menor que 5**;

Obs: Uso de respirador com filtro para partículas P1 ou com filtro combinado (filtro químico + P1) → FPA = 5



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

j₄) for névoa contendo agrotóxico em veículo orgânico, usar filtro combinado: filtro químico contra vapores orgânicos e filtro para partículas P2^(*)(); se o contaminante for um agrotóxico em veículo água, usar filtro para partículas P2^(*)(**) (ou PFF2^(*)(**), se o FPMR for menor que 10);**

j₅) contiver radionuclídeos, usar filtro classe P3^(*)() (ou PFF3^(*)(**)) se o FPMR for menor que 10).**



PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE RESPIRADORES

(PPR – CAPÍTULO 5)

*** Se o aerossol contiver asbesto abaixo do LE, deverá ser utilizado, no mínimo, peça semifacial com filtro P2 (ou PFF2). Se a concentração de asbesto for igual ou maior que o LE, deverá ser selecionado filtro 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 $0,05 \text{ mg/m}^3$, usar filtro classe P3 (ou PFF3 se FPMR for menor que 10).**

**** Se o aerossol for oleoso (proveniente de lubrificantes, fluídos 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).**



EXERCÍCIO – SELEÇÃO DE FILTROS PARA PARTÍCULAS

A finalidade dos exercícios a seguir é o de fixar o procedimento recomendado. Por razões didáticas, não serão considerados outros efeitos dos contaminantes sobre o organismo como, por exemplo, ação sobre a pele, irritação dos olhos, bem como o tempo de uso durante a jornada de trabalho.

Exercício 1: Selecionar o filtro para partículas indicado para ser usado em um respirador purificador de ar tipo peça semifacial, em um ambiente que não é IPVS e em que não foi detectada a presença de óleo mineral, com os seguintes contaminantes:

a) Poeira de madeira

Concentração = 8 mg/m³ Limite de exposição = 1 mg/m³

b) Fumos de cobre

Concentração = 0,6 mg/m³ Limite de exposição = 0,2 mg/m³

c) Poeira de sais de prata

Concentração = 0,07 mg/m³ Limite de exposição = 0,01mg/m³



EXERCÍCIO 1 – RESOLUÇÃO

a) Poeira de madeira

Dados: $C = 8 \text{ mg/m}^3$ $LE = 1 \text{ mg/m}^3$

Segundo: (j_1): para poeiras e névoas usar filtro P1 ou PFF1 se $FPMR < 5$

(j_2): para poeiras, névoas e fumos usar filtro P2 (ou PFF2 se $FPMR < 10$)

Como:

1) $FPMR = C/LE = 8 \text{ mg/m}^3 / 1 \text{ mg/m}^3 = 8 \rightarrow$ não é possível usar filtro P1 ou PFF1

2) $LE = 1 \text{ mg/m}^3 \rightarrow$ a madeira não é considerada altamente tóxica e portanto não é necessário selecionar um filtro P3

Portanto, o filtro escolhido pode ser, no mínimo, filtro P2 e pode ser indicada, também, no mínimo, uma PFF2.

b) Fumos de cobre

Dados: $C = 0,6 \text{ mg/m}^3$ $LE = 0,2 \text{ mg/m}^3$

Segundo: (j_1): para poeiras e névoas usar filtro P1 ou PFF1 se $FPMR < 5$

(j_2): para poeiras, névoas e fumos usar filtro P2 (ou PFF2 se $FPMR < 10$)

Como:

1) Embora $FPMR = 0,6 \text{ mg/m}^3 / 0,2 \text{ mg/m}^3 = 3$, o filtro P1 não é indicado contra fumos. Os filtros indicados contra fumos são os da classe P2 ou P3.

2) $LE = 0,2 \text{ mg/m}^3 \rightarrow$ os fumos de cobre não são considerados altamente tóxicos e portanto não é necessário selecionar um filtro P3

Portanto, o filtro escolhido pode ser, no mínimo, filtro P2 e pode ser indicada, também, uma PFF2.

c) Poeira de sais de prata

Dados: $C = 0,07 \text{ mg/m}^3$ $LE = 0,01 \text{ mg/m}^3$

Segundo: (j_1): para poeiras e névoas usar filtro P1 ou PFF1 se $FPMR < 5$

(j_2): para poeiras, névoas e fumos usar filtro P2 (ou PFF2 se $FPMR < 10$)

Como:

1) $FPMR = 0,07 \text{ mg/m}^3 / 0,01 \text{ mg/m}^3 = 7$, \rightarrow não é possível usar filtro P1 ou PFF1

2) $LE = 0,01 \text{ mg/m}^3 \rightarrow$ a poeira de sais de prata é considerada altamente tóxica, pois $LE < 0,05 \text{ mg/m}^3$ e portanto é necessário selecionar um filtro P3

Portanto, o filtro adequado é um filtro P3 e pode ser indicada, também, uma PFF3.



EXERCÍCIO – SELEÇÃO DE FILTROS QUÍMICOS

Exercício 2: Selecionar o filtro químico apropriado para os seguintes contaminantes:

a) Vapor de acetato de etila na concentração de 800 ppm

Dados: IPVS = 10000 ppm - LE = 400 ppm - Limiar de odor = 0,61 ppm

b) Amônia na concentração de 350 ppm

Dados: IPVS = 500 ppm - LE = 25 ppm - Limiar de odor = 5,75 ppm

EXERCÍCIO 2 – RESOLUÇÃO

a) Vapor de acetato de etila – $C = 800$ ppm

Dados: IPVS = 10000 ppm - LE = 400 ppm - Limiar de odor = 0,61 ppm

De acordo com o item (h):

h) Se o contaminante for um gás ou vapor, escolher o filtro químico apropriado, obedecendo as seguintes condições:

- 1) A concentração do contaminante deve ser menor que a IPVS;**
- 2) A concentração do contaminante deve ser menor que a MCU do filtro**
- 3) Filtro químico compatível com a peça facial do respirador selecionado**
- 4) Para algumas substâncias, ver também o item (i)**

Os dados fornecidos nos permitem observar que:

- A condição (1) foi obedecida: $C < IPVS$**
- Limiar de odor $< LE$ – o contaminante não possui fracas propriedades de alerta**
- Deve ser escolhido um filtro químico contra vapores orgânicos. Classe?**
- Não é permitido o uso do filtro FBC (MCU = 300 ppm).**

SHAN - Curso PPR 2018

Assim, pode ser utilizado o filtro químico contra vapores orgânicos classe 1



b) Amônia – C = 350 ppm

Dados: IPVS = 500 ppm - LE = 25 ppm - Limiar de odor = 5,75 ppm

Os dados fornecidos nos permitem observar que:

- **C < IPVS**
- **Limiar de odor < LE – o contaminante não possui fracas propriedades de alerta**
- **Deve ser escolhido um filtro químico contra amônia. Classe?**
- **Não é permitido o uso do filtro FBC (300 ppm) e do filtro Classe 1 (300 ppm)**

Assim, pode ser utilizado o filtro químico contra amônia classe 2

Observe que para essa classe de filtro, a peça facial compatível é a peça facial inteira

•



EXERCÍCIO – SELEÇÃO DE RESPIRADOR

Exercício 3: Selecionar o respirador a ser utilizado em uma operação de pintura tipo spray, cujo solvente é orgânico ($LE = 70 \text{ ppm}$ e $IPVS = 3000 \text{ ppm}$ e limiar de odor = 10 ppm), a concentração é de 600 ppm e o ambiente não é deficiente em O_2 .

Resolução:

1) $C = 600 \text{ ppm} < IPVS$

2) $FPMR = C/LE = 600/70 = 8,6 \rightarrow$ pode ser indicado um respirador purificador de ar com peça semifacial

Qual filtro deve ser usado?

Na pintura, o risco respiratório aparece como névoa e vapor do solvente.

De acordo com o item j_3 do PPR, deve ser usado filtro combinado: filtro para vapor orgânico e para partículas P2 (P1 não é indicado pois $FPA > 5$)

Para escolher a classe do filtro químico:

C deve ser menor que MCU do filtro químico contra vapores orgânicos \rightarrow pode ser utilizado um filtro classe 1 ($MCU = 1000 \text{ ppm}$)

O filtro químico classe 1 é compatível com a peça semifacial

Portanto, deve-se usar filtro combinado: químico para VO classe 1 + filtro para partículas P2

RESPIRADORES PARA USO EM ATMOSFERA IPVS **(Imediatamente Perigosa à Vida e à Saúde)** **(PPR – ITEM 5.2)**



**Atmosfera
IPVS**

- ✓ *Atmosfera que representa uma ameaça imediata à vida;*
- ✓ *Pode causar efeitos adversos irreversíveis à saúde; ou*
- ✓ *Pode diminuir a capacidade das pessoas de escaparem de atmosferas perigosas.*

LOCAL É IPVS QUANDO:


- *o contaminante presente ou a sua concentração é desconhecida; ou*
- *a concentração do contaminante é maior que a concentração IPVS; ou*
- *é um espaço confinado com teor de O₂ menor que 20,9% em volume ao nível do mar (ou ppO₂ < 159 mmHg), a menos que a causa da redução do teor de O₂ seja devidamente monitorada e controlada; ou*
- *é um espaço confinado não avaliado; ou*
- *o teor de O₂ é menor que 12,5% ao nível do mar (ppO₂ menor que 95 mmHg); ou*
- *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 ppO₂ menor que 95 mmHg.*



RESPIRADORES PARA USO EM ATMOSFERA IPVS (Imediatamente Perigosa à Vida e à Saúde) (PPR – ITEM 5.2)

 ***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
(autonomia de 3, 5, 10 min.)***



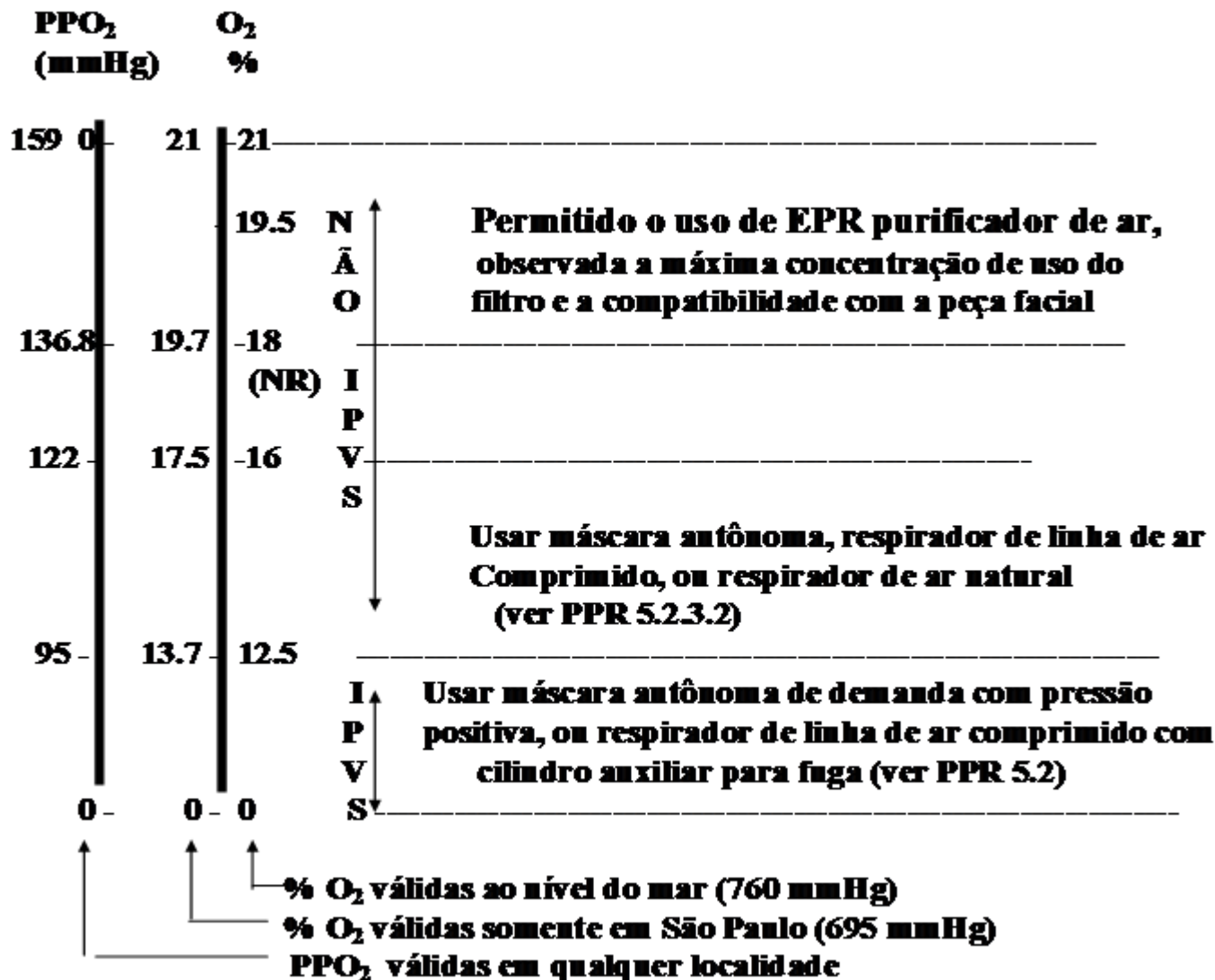
RESPIRADORES PARA USO EM ATMOSFERA IPVS (Imediatamente Perigosa à Vida e à Saúde) (PPR – ITEM 5.2)

CONDIÇÕES PARA O USO DE RESPIRADORES EM ATMOSFERA IPVS:

-  **REQUER UM ASSISTENTE DE PRONTIDÃO EM LOCAL SEGURO , COM O EQUIPAMENTO ADEQUADO E PREPARADO PARA EFETUAR O RESGATE, SE NECESSÁRIO;**
-  **COMUNICAÇÃO CONTÍNUA ENTRE O ASSISTENTE E A PESSOA QUE ENTROU NA ÁREA DE RISCO;**
-  **USO DE CINTURÃO DE SEGURANÇA E CABO (LINHA DE VIDA) QUE PERMITAM O RESGATE .**
-  **OS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS DEVEM OBEDECER À NR 33**



Deficiência de O_2 : respiradores indicados:



Exemplos de seleção de respiradores

Exemplo 1 - Um trabalhador necessita fazer reparos numa galeria de esgotos industriais e não dispõe de nenhum instrumento para avaliar o teor de oxigênio, nem os contaminantes presentes. Sabe-se, apenas, que a atmosfera não é explosiva. Escolher o respirador apropriado.

Solução: O risco é desconhecido, pois o teor de oxigênio e os contaminantes presentes são desconhecidos. Portanto, o ambiente deve ser considerado IPVS (PPR, item 5.1 (b)). Neste caso, conforme o item 5.2.1.1 do PPR, os EPR(s) que devem ser usados são: 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 e com cilindro auxiliar para fuga.

Exemplo 2 - Dentro de um tanque vazio de grandes dimensões foi medida a concentração de vapores orgânicos, sendo igual a 2000 ppm. Escolher o EPR apropriado para realizar serviços de manutenção sabendo que a atmosfera não é explosiva e que o ambiente não é deficiente de oxigênio. Dados: LT = 25 ppm; IPVS = 1000 ppm

Solução: Como a concentração do ambiente é superior a 1000 ppm, o ambiente é IPVS e os EPR(s) que devem ser usados são os mesmos do exemplo 1.

Exemplos de seleção de respiradores

Exemplo 3 – Quais respiradores adequados a serem utilizados em uma operação de revestimento em uma câmara frigorífica de grandes dimensões, onde a concentração de um certo vapor orgânico no ar é de 500 ppm? O ambiente não é deficiente em oxigênio.

Dados do contaminante: LE = 8 ppm; IPVS = 1700 ppm; limiar de odor = 0,5 ppm

Solução: Seguindo o roteiro do PPR, temos que os passos (a) a (d) são satisfeitos.

Passo (d): $C < IPVS$

Passo (e): $FPMR = 500 \text{ ppm} / 8 \text{ ppm} = 62,5$

Limiar de odor $< LE$ – poderia ser selecionado um respirador purificador de ar com peça facial inteira + filtro químico contra vapores orgânicos

Seleção da classe do filtro químico: $C < MCU$):

filtro químico classe 1 ($MCU = 1000 \text{ ppm}$) - filtro compatível com peça facial inteira
(Observe que C_i pode atingir 5 ppm ($C_i = C/FPA$), valor acima do limiar de odor)

Outros respiradores que poderiam ser escolhidos:

- Respirador purificador de ar motorizado com peça facial inteira ou com capuz e com filtro para vapores orgânicos ($FPA=1000$)
- Respirador de linha de ar comprimido de demanda com ou sem pressão positiva com peça facial inteira
- Respirador de linha de ar comprimido com fluxo contínuo com peça facial inteira ou com capuz ($FPA=1000$).



Exemplos de seleção de respiradores

Exemplo 4 – Selecionar o respirador que deve ser usado em uma operação de pintura tipo spray, com tinta cujo solvente é o acetato de etila e o pigmento é o cromato de chumbo. A concentração de vapor de acetato no ar é de 1200 ppm e a de cromato de chumbo é de 2 mg/m³. O teor de O₂ no ar é normal.

Acetato de etila : LE = 310 ppm; IPVS = 10000 ppm; limiar de odor = 0,61 ppm; irritante aos olhos e trato respiratório superior

Cromato de chumbo: LE = 0,05 mg/m³; IPVS = 30 mg/m³; câncer, dano ao sistema nervoso central e sistema reprodutivo

Solução:

O risco respiratório deve-se à névoa (contendo acetato líquido e o pigmento cromato de chumbo) e ao vapor de solvente

Seguindo o roteiro do PPR, temos que os passos (a) a (d) são satisfeitos.

Passo (e): FPMR para acetato de etila = 1200 ppm / 310 ppm = 3,9

FPMR para cromato de chumbo = 2 mg/m³ / 0,05 mg/m³ = 40

Passo (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.”

Como as substâncias não apresentam efeitos tóxicos similares sobre o mesmo órgão ou sistema, consideramos para a seleção do respirador o maior FPMR calculado (FPMR = 40)

Exemplos de seleção de respiradores

Solução (continuação):

Portanto, respirador selecionado deve ter $FPA > 40$

Como limiar de odor $< LE$ – poderíamos pensar em selecionar um respirador purificador de ar com peça facial inteira + filtro combinado

Seguindo os critérios de seleção, para a definição da classe do filtro químico: $C < MCU$. Assim, filtro químico classe 2 ($MCU = 5000$ ppm) - filtro compatível com peça facial inteira

Seleção do filtro para partículas: segundo o passo j_3 , poderia ser utilizado o filtro combinado: filtro químico contra vapores orgânicos e filtro para partículas P2. Entretanto, como cromato de chumbo é considerado altamente tóxico, seria necessário selecionar um filtro P3

Assim, poderíamos pensar em selecionar um respirador purificador de ar com peça facial inteira e filtro combinado (filtro químico contra vapores orgânicos classe 2 + filtro para partículas P3)

Entretanto, considerando-se a alta toxicidade do cromato (câncer), deve-se optar por respirador com maior FPA, como um respirador de linha de ar comprimido com fluxo contínuo com capuz ($FPA=1000$). Nesse caso, a concentração do acetato dentro do capuz será de $1200 \text{ ppm} / 1000 = 1,2 \text{ ppm}$ ($C_i = C/FPA$), ligeiramente acima do limiar de odor, e a concentração de cromato de chumbo será $2 \text{ mg/m}^3 / 1000 = 0,002 \text{ mg/m}^3$



QUEDA NO FPA DEVIDO À OMISSÃO DE USO

SE O USUÁRIO DEIXAR DE USAR O RESPIRADOR POR ALGUM TEMPO, QUAL O FATOR DE PROTEÇÃO EFETIVO (FPE)?

$$\text{FPE} = \frac{T}{(T_u/\text{FPA}) + T_o}$$

onde: T = tempo de exposição = $T_u + T_o$

T_u = tempo em que o respirador foi usado

T_o = tempo de omissão de uso

Exercício: Qual o nível de proteção fornecido por um respirado tipo peça facial inteira com filtro para a situação em que o usuário, que deveria ter usado o respirador durante 8 horas, mas deixou de usá-lo durante 30 minutos?

$$\text{FPE} = \frac{480 \text{ min}}{(450/100) + 30} = \frac{360}{34,5} = 10,4$$



**ENQUANTO ESTIVER NA ÁREA CONTAMINADA, O
USUÁRIO DEVE UTILIZAR SEMPRE O SEU RESPIRADOR!**





NR 15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

Limite de tolerância:

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.

Todos os valores fixados no Quadro 1 – Tabela de limites de Tolerância do Anexo nº 11:

- São válidos para absorção apenas por via respiratória.
- Marcados como “**Asfixiantes Simples**” determinam que nos ambientes de trabalho, em presença destas substâncias, a concentração mínima de O₂ deverá ser 18% em volume. As situações nas quais a concentração de O₂ estiver abaixo deste valor serão consideradas de risco grave e iminente.
- Na coluna “VALOR TETO” estão assinalados os agentes químicos cujos limites de tolerância não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho.
- Na coluna “**ABSORÇÃO TAMBÉM PELA PELE**” estão assinalados os agentes químicos que podem ser absorvidos por via cutânea e, portanto exigindo na sua manipulação o uso de luvas adequadas, além do EPI necessário para a proteção a outras partes do corpo.
- Os limites de tolerância são válidos para jornadas de trabalho de até **48 horas por semana**, inclusive.
- **Quadro 1 apresenta valor teto, absorção também pela pele, LT e grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização**

Limites de exposição

LT para asbesto e sílica cristalizada – NR 15

LT para sílica cristalizada:

Para poeira respirável contendo sílica cristalizada:

$$LT(\text{mg}/\text{m}^3) = 8/(\% \text{quartzo} + 2) \quad (\text{jornada de 48h})$$

(LT é dado em mg de poeira/ m^3 de ar)

Poeira total:

$$LT (\text{mg}/\text{m}^3) = 24/(\% \text{quartzo} + 3) \quad (\text{jornada de 48h})$$

Obs: LE para sílica cristalizada adotado pelos norte americanos refere-se à sílica pura

LT para asbesto:

LT fibras respiráveis de asbesto crisotila = $2 \text{ f}/\text{cm}^3$

Fibras respiráveis de asbesto: aquelas com diâmetro inferior a $3 \mu\text{m}$, comprimento maior que $5 \mu\text{m}$ e relação comprimento:diâmetro superior a 3:1



ACGIH - TLVs e BEIs – livro anual

TLV - Threshold Limit Value – nome registrado pela ACGIH

Limite de exposição – Média ponderada no tempo (TLV-TWA - “Threshold Limit Value - Time Weighted Average”):

Concentração média ponderada no tempo, para uma jornada normal de 8 horas diárias e 40 horas semanais, à qual, acredita-se, que a maioria dos trabalhadores possa estar repetidamente exposta, dia após dia, durante toda a vida de trabalho, sem sofrer efeitos adversos à saúde

Limite de Exposição - Exposição de Curta Duração (TLV-STEL - “Threshold Limit Value - Short Term Exposure Limit”):

Limite de exposição média ponderada em 15 minutos, que não deve ser ultrapassado em nenhum momento da jornada de trabalho, mesmo que a concentração média ponderada (TWA) em 8 horas esteja dentro dos limites de exposição-média ponderada (TLV-TWA).

Exposições acima do TLV-TWA, mas abaixo do TLV-STEL, devem ter duração inferior a 15 minutos e devem ocorrer não mais que quatro vezes ao dia. Deve existir um intervalo mínimo de 60 minutos entre as exposições sucessivas nessa faixa. Pode-se recomendar um período médio diferente dos 15 minutos, desde que garantido por observação dos efeitos biológicos.



ACGIH - TLVs e BEIs – livro anual

Limite de Exposição - Valor-Teto (TLV-C – “Threshold Limit Value - Ceiling):

Concentração que não deve ser excedida durante nenhum momento da exposição no trabalho.

A coluna Base do TLV existente na Tabela pode ajudar a alertar para as possibilidades de efeito aditivo em uma mistura de substâncias químicas



NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)

NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards

Obtido em <https://www.cdc.gov/niosh/npg/default.html>

IDHL – Immediately Dangerous to Life or Health

É a concentração de um contaminante considerada Imediatamente Perigosa à Vida e à Saúde. Refere-se à exposição respiratória aguda, que supõe uma ameaça direta de morte ou consequências adversas irreversíveis à saúde, instantânea ou retardada, ou exposições agudas aos olhos que impeçam a fuga da atmosfera perigosa (IPVS = IDHL).

REL – Recommended Exposure Limit (limite de exposição recomendado pela NIOSH)

É a concentração média ponderada no tempo para um dia de trabalho de até 10 horas durante uma semana de 40 horas.

Obs: Um limite de exposição de curto prazo (STEL) é designado por "ST" precedendo o valor; salvo indicação em contrário, o STEL é uma exposição média ponderada no tempo de 15 minutos que não deve ser excedida a qualquer momento durante um dia de trabalho. Um teto REL é designado por "C" precedendo o valor. Qualquer substância que o NIOSH considere ser um carcinogênico ocupacional potencial é designada pela notação "Ca"



Limites de exposição

PEL – Permissible Exposure Limit (limite de exposição permitido da Occupational Safety and Health Administration - OSHA)

É a concentração média ponderada no tempo para um dia de trabalho de 8 horas durante uma semana de 40 horas.



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.



GASES E VAPORES

- Para $P_{\text{atm}} = 760 \text{ mmHg}$ e $T = 25^{\circ}\text{C}$:

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{C \text{ (ppm)} \times \text{(peso mol da substância em g)}}{24,45}$$

Onde 24,45 = volume molar na P e T consideradas

- Para $P_{\text{atm}} = 760 \text{ mmHg}$ e $T = 20^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{Volume molar} = 24,04$