

NORMA
BRASILEIRA

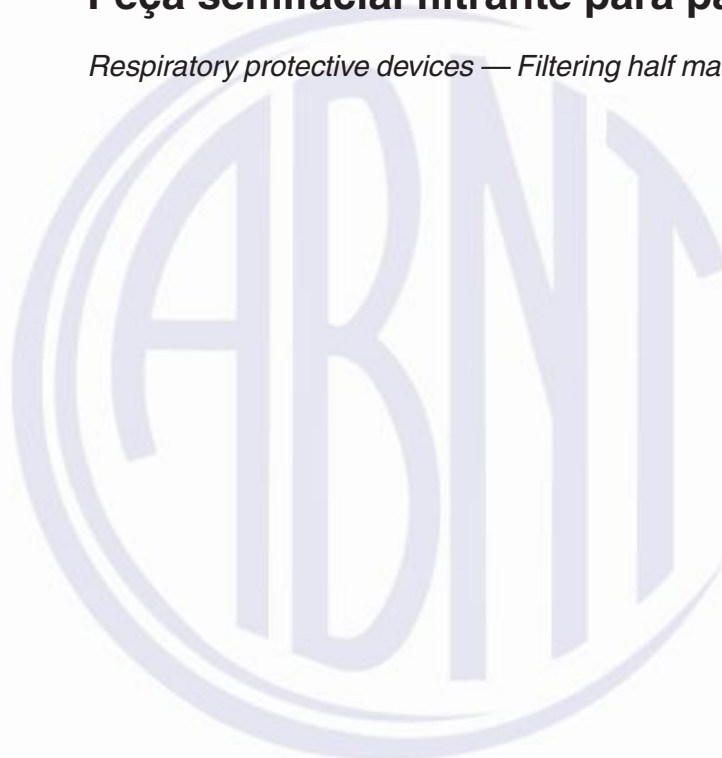
ABNT NBR
13698

Segunda edição
28.03.2011

Válida a partir de
28.04.2011

**Equipamento de proteção respiratória —
Peça semifacial filtrante para partículas**

Respiratory protective devices — Filtering half mask to protect against particles



ICS 13.340; 13.340.30

ISBN 978-85-07-02692-1



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 13698:2011
24 páginas

© ABNT 2011



© ABNT 2011

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
1 Escopo	1
2 Referência normativa	1
3 Termos e definições	1
4 Classificação	1
5 Requisitos	2
5.1 Requisitos gerais	2
5.2 Materiais	2
5.3 Partes desmontáveis	2
5.4 Resistência à vibração	2
5.5 Resistência à temperatura	3
5.6 Simulação de uso	3
5.7 Resistência à respiração	3
5.8 Penetração através do filtro	4
5.9 Válvulas de exalação	4
5.10 Conteúdo de CO ₂ no ar inalado	5
5.11 Inflamabilidade	5
5.12 Tirantes	5
6 Amostragem	5
7 Métodos de ensaio	7
7.1 Inspeção visual	7
7.2 Condicionamento de vibração	7
7.2.1 Aparelhagem	7
7.2.2 Procedimento	7
7.3 Condicionamento térmico	8
7.4 Condicionamento de simulação de uso	8
7.4.1 Aparelhagem	8
7.4.2 Procedimento	9
7.5 Ensaio de resistência à respiração	9
7.5.1 Considerações gerais	9
7.5.2 Medida da resistência à inalação	9
7.5.3 Medida da resistência à exalação	10
7.6 Ensaio de penetração através do filtro	12
7.6.1 Ensaio de penetração com cloreto de sódio	12
7.6.2 Ensaio de penetração com óleo de parafina ou dioctil ftalato (DOP)	13
7.7 Válvula de exalação	14
7.7.1 Ensaio de tração	14
7.7.2 Desempenho com fluxo contínuo	15
7.7.3 Vazamento	15
7.8 Conteúdo de CO ₂ no ar inalado	17
7.8.1 Princípio	17

7.8.2	Aparelhagem.....	17
7.8.3	Procedimento	20
7.9	Inflamabilidade	20
7.9.1	Aparelhagem.....	20
7.9.2	Procedimento	21
8	Marcação.....	22
8.1	Geral	22
8.2	Peça semifacial filtrante.....	22
9	Embalagem	22
10	Instruções de uso.....	23
	Bibliografia	24

Figuras

Figura 1	– Equipamento para ensaio de vibração	7
Figura 2	– Equipamento para condicionamento de simulação de uso	8
Figura 3	– Equipamento para ensaio de resistência à inalação e à exalação	10
Figura 4	– Máquina simuladora de respiração	11
Figura 5	– Cabeça de manequim (cabeça de <i>Sheffield</i>) para a medida da resistência à exalação	12
Figura 6	– Suporte de fixação para o ensaio de tração na válvula de exalação	14
Figura 7	– Esquema de equipamento para ensaio de vazamento da válvula de exalação.....	15
Figura 8	– Esquema do suporte da válvula de exalação para o ensaio de vazamento em bancada	16
Figura 9	– Cabeça do manequim (cabeça de <i>Sheffield</i>) para ensaio do conteúdo de CO ₂ no ar inalado (espaço morto) – Disposição dos tubos de amostragem na cabeça .	18
Figura 10	– Esquema do equipamento de ensaio para a determinação de CO ₂ no espaço morto	19
Figura 11	– Esquema da disposição de parte do equipamento para ensaio de CO ₂	20
Figura 12	– Disposição da PFF durante o ensaio de inflamabilidade	21
Figura 13	– Esquema do equipamento para o ensaio de inflamabilidade	21
Figura 14	– Pictogramas	23

Tabelas

Tabela 1	– Resistência à respiração	4
Tabela 2	– Penetração máxima permitida.....	4
Tabela 3	– Amostragem	6
Tabela 4	– Parâmetros do aerossol de cloreto de sódio.....	13
Tabela 5	– Parâmetros do aerossol oleoso	14

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 13698 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Equipamentos de Proteção Individual (ABNT/CB-32), pela Comissão de Estudo de Equipamentos de Proteção Respiratória para Profissionais da Indústria (CE-32:002.01). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 12, de 16.12.2010 a 14.02.2011, com o número de Projeto ABNT NBR 13698.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 13698:1996), a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Standard specifies the filtering half mask requirements for use as non-powered air purifying respirators.



Equipamento de proteção respiratória — Peça semifacial filtrante para partículas

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos para as peças semifaciais filtrantes para as partículas utilizadas como equipamentos de proteção respiratória do tipo purificador de ar não motorizado.

2 Referência normativa

O documento relacionado a seguir é indispensável à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 12543, *Equipamentos de proteção respiratória – Terminologia*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 12543 e os seguintes.

3.1

peça semifacial filtrante

PFF

peça facial constituída parcial ou totalmente de material filtrante que cobre o nariz, a boca e o queixo

NOTA A peça semifacial filtrante pode ter válvulas de inalação e/ou de exalação. O filtro principal forma uma parte inseparável da peça facial.

3.2

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

4 Classificação

4.1 De acordo com o nível de penetração e resistência à respiração da PFF, medidos nas condições de ensaio, as PFF podem ser classificadas em PFF1, PFF2 e PFF3.

NOTA A proteção proporcionada por uma PFF2 ou PFF3 inclui aquela proporcionada por uma PFF de classe ou classes inferiores.

4.2 As PFF são ainda classificadas de acordo com a sua capacidade de reter partículas sólidas e líquidas à base de água (S, aprovadas no ensaio com aerossol de cloreto de sódio, conforme ensaios realizados de acordo com 7.6.1) ou sólidas e líquidas à base de óleo ou outro líquido diferente de água (SL, aprovadas nos ensaios com aerossol de cloreto de sódio e de óleo de parafina ou de dioctil ftalato, conforme ensaios realizados de acordo com 7.6.1 e 7.6.2, respectivamente).

5 Requisitos

5.1 Requisitos gerais

5.1.1 Em todos os ensaios, todas as amostras devem satisfazer todos os requisitos especificados nesta Norma.

5.1.2 Os ensaios devem ser realizados nas condições de temperatura e umidade ambientes.

5.1.3 Os ensaios devem ser conduzidos de tal modo que o ar ou o aerossol de ensaio passe através de toda a superfície de entrada de ar durante o uso da PFF.

5.1.4 Os valores especificados nesta Norma são expressos em valores nominais. Excluindo limites de temperatura, valores não especificados como máximo ou mínimo estão sujeitos a uma tolerância de $\pm 5\%$. A temperatura ambiente deve estar entre $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, estando os limites de temperatura sujeitos a uma exatidão de $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.2 Materiais

5.2.1 A PFF deve ser feita de material que suporte o manuseio e uso durante o período de uso para a qual foi projetada.

5.2.2 Os materiais utilizados que entram em contato com a pele não podem ser conhecidos como causadores de irritação ou efeitos adversos à saúde.

5.2.3 Qualquer material liberado pelo meio filtrante e pelo fluxo de ar através deste meio não pode constituir risco ou incômodo para o usuário.

5.2.4 O acabamento de qualquer parte da PFF que possa entrar em contato com o usuário deve estar livre de rebarbas ou cantos vivos.

5.2.5 Os requisitos descritos em 5.2.1 a 5.2.4 devem ser avaliados por inspeção visual (ver 7.1).

5.3 Partes desmontáveis

Todas as partes desmontáveis (se existentes) devem ser facilmente conectadas e mantidas firmemente na peça, preferivelmente sem o uso de ferramentas. A inspeção visual deve ser feita de acordo com 7.1.

5.4 Resistência à vibração

5.4.1 Quando especificado nesta Norma, as PFF devem ser submetidas ao condicionamento de vibração (ver Tabela 3). Depois de submetidas ao condicionamento de vibração, as PFF não podem apresentar defeitos mecânicos e devem satisfazer os requisitos de penetração através do filtro (ver 7.6), vazamento e tração da válvula de exalação (ver 7.7). O condicionamento de vibração simula impactos sofridos pelas PFF em situações de transporte e manuseio.

5.4.2 O condicionamento de vibração deve ser realizado de acordo com 7.2.

5.4.3 A inspeção visual deve ser realizada de acordo com 7.1.

5.5 Resistência à temperatura

5.5.1 Quando especificado nesta Norma, as PFF devem ser submetidas ao condicionamento térmico, (ver Tabela 3).

5.5.2 Quando submetidas ao condicionamento térmico (ver 7.3), as PFF não podem colapsar.

5.5.3 Após o condicionamento térmico, as PFF não podem apresentar sinais de danos que comprometam seu desempenho, como rasgos e deformações, e devem satisfazer os requisitos de inflamabilidade (ver 7.9), resistência à respiração (ver 7.5), penetração através do filtro (ver 7.6), vazamento e tração da válvula de exalação (ver 7.7).

5.5.4 O condicionamento térmico deve ser realizado de acordo com 7.3 e a inspeção visual, de acordo com 7.1.

5.6 Simulação de uso

5.6.1 Quando especificado nesta Norma, as PFF devem ser submetidas ao condicionamento de simulação de uso. O condicionamento simula em bancada o comportamento da PFF, quando utilizada pelo usuário (ar a 37 °C e saturado de umidade).

5.6.2 Quando submetidas ao condicionamento de simulação de uso (ver 7.4) as PFF não podem colapsar.

5.6.3 Após submetida ao condicionamento de simulação de uso, as PFF não podem apresentar sinais de danos mecânicos na peça facial ou nos tirantes que comprometam seu desempenho, como rasgos e deformações, e devem satisfazer os requisitos de resistência à respiração (ver 7.5) e de penetração através do filtro (ver 7.6).

5.6.4 O condicionamento de simulação de uso deve ser realizado de acordo com 7.4 e a inspeção visual, de acordo com 7.1.

5.7 Resistência à respiração

5.7.1 A resistência à respiração imposta pelas PFF, com válvula ou sem válvula, deve ser a mais baixa possível e, em nenhum caso, deve exceder os valores especificados na Tabela 1.

5.7.2 O ensaio de resistência à respiração deve ser realizado em amostras como recebidas e submetidas aos condicionamentos térmico (ver 7.3) e de simulação de uso (ver 7.4), de acordo com o especificado na Tabela 3.

5.7.3 O ensaio de resistência à respiração deve ser feito de acordo com 7.5.

Tabela 1 – Resistência à respiração

Classe	Máxima resistência permitida Pa		
	Inalação		Exalação
	Fluxo de ar contínuo de 30 L/min	Fluxo de ar contínuo de 95 L/min	Fluxo de ar contínuo de 160 L/min ^a
PFF1	60	210	300
PFF2	70	240	300
PFF3	100	300	300
NOTA 1 Pa = 0,01 mbar = 0,1 mmca.			
^a Ou 25 ciclos/min e 2 L/ciclo com máquina simuladora de respiração.			

5.8 Penetração através do filtro

5.8.1 A penetração dos aerossóis de ensaio através do filtro da PFF não pode exceder em momento algum os valores contidos na Tabela 2.

5.8.2 O ensaio de penetração através do filtro da PFF deve ser realizado em amostras como recebidas e submetidas aos condicionamentos de vibração, de simulação de uso e térmico, conforme especificado na Tabela 3.

5.8.3 O ensaio de penetração através do filtro deve ser realizado com o aerossol de cloreto de sódio. Se a PFF for indicada também para a remoção de partículas oleosas, deve ser realizado o ensaio de penetração com óleo de parafina ou dioctil ftalato (DOP). Outros tipos de aerossóis oleosos podem ser usados, desde que uma correlação seja estabelecida.

5.8.4 A penetração deve ser medida durante o carregamento da PFF com 150 mg de aerossol de cloreto de sódio e 150 mg de aerossol de óleo de parafina ou dioctil ftalato (DOP), respectivamente.

5.8.5 O ensaio penetração deve ser feito de acordo com 7.6.

Tabela 2 – Penetração máxima permitida

Classe do filtro	Penetração máxima do aerossol de ensaio %	
	Ensaio com cloreto de sódio com fluxo contínuo de ar de 95 L/min	Ensaio com óleo de parafina ou DOP com fluxo contínuo de ar de 95 L/min
PFF1	20	20
PFF2	6	6
PFF3	1	1

5.9 Válvulas de exalação

5.9.1 A PFF pode ter uma ou mais válvulas de exalação e deve funcionar corretamente em qualquer posição.

5.9.2 A válvula de exalação, se existente, deve ser protegida ou ser resistente às poeiras e danos mecânicos, e pode ser encoberta, ou incluir qualquer outro dispositivo que seja necessário para que satisfaça os requisitos de inspeção visual, de tração e de vazamento de ar na válvula de exalação. Os ensaios devem ser realizados conforme 7.1, 7.7.1 e 7.7.3, respectivamente.

5.9.3 A válvula de exalação deve suportar a uma força axial de tração de 10 N, aplicada por 10 s. O ensaio deve ser realizado conforme 7.7.1, em amostras como recebidas e submetidas aos condicionamentos de vibração e térmico (ver Tabela 3).

5.9.4 Após a passagem de um fluxo contínuo de ar de 300 L/min durante 30 s, a válvula de exalação deve continuar funcionando corretamente, isto é, deve passar no ensaio de vazamento (ver 7.7.3). O ensaio deve ser realizado conforme 7.7.2. A passagem do fluxo contínuo de ar deve ser realizada em amostras como recebidas e submetidas aos condicionamentos de vibração e térmico, conforme especificado na Tabela 3.

5.9.5 O vazamento de ar na válvula de exalação em ensaio em bancada não pode exceder 30 cm³/min, quando a válvula for submetida a uma pressão negativa de 250 Pa em seu lado interno. O ensaio deve ser realizado conforme 7.7.3.

5.10 Conteúdo de CO₂ no ar inalado

A concentração de dióxido de carbono no ar inalado, contido no volume morto, não pode exceder o valor médio de 1 % (em volume). O ensaio deve ser realizado em amostras como recebidas (ver Tabela 3), conforme 7.8.

5.11 Inflamabilidade

5.11.1 O material utilizado na confecção da PFF não pode representar risco para o usuário e não pode ser altamente inflamável.

5.11.2 A PFF não pode queimar ou continuar a queimar por mais de 5 s, depois de removida da chama. Não é necessário que a PFF tenha condições de uso após o ensaio.

5.11.3 O ensaio de inflamabilidade deve ser realizado em amostras como recebidas e submetidas ao condicionamento térmico, conforme especificado na Tabela 3.

5.11.4 O ensaio de inflamabilidade deve ser feito conforme 7.9.

5.12 Tirantes

5.12.1 Os tirantes devem ser fabricados de tal forma que a PFF possa ser colocada e retirada facilmente, mantendo-a firme e confortável durante o período integral do uso pretendido.

5.12.2 Os tirantes podem ser ajustáveis ou autoajustáveis e devem ser suficientemente robustos para manter a PFF firme na posição.

5.12.3 A inspeção visual deve ser realizada conforme 7.1.

6 Amostragem

A quantidade de amostras que deve ser utilizada nos ensaios especificados nesta Norma está indicada na Tabela 3.

Tabela 3 – Amostragem

Requisito	Número de amostras (condicionamento)				Método de ensaio
	PFF sem válvula		PFF com válvula		
	F1 a F18 ^b	F19 a F30 ^c	F1 a F24 ^d	F25 a F36 ^e	
Materiais (5.2)	(CR) todas	(CR) todas	(CR) todas	(CR) todas	7.1
Partes desmontáveis (5.3)	(CR) todas	(CR) todas	(CR) todas	(CR) todas	7.1
Resistência à vibração (5.4)	(CR) F4 a F6 (CR) F21 a F22	(CR) F22 a F24	(CR) F4 a F6 (CR) F21 a F22	(CR) F28 a F30	7.2 e 7.1
Resistência à temperatura (5.5)	(CR) F7 a F9 (CR) F17 a F18 (CR) F23 a F24	(CR) F25 a F27	(CR) F7 a F9 (CR) F17 a F18 (CR) F23 a F24	(CR) F31 a F33	7.3 e 7.1
Simulação de uso (5.6)	(CR) F10 a F12	(CR) F28 a F30	(CR) F10 a F12	(CR) F34 a F36	7.4 e 7.1
Resistência à respiração (5.7) ^a	(CR) F1 a F3 (CT) F7 a F9 (SU) F10 a F12	(CR) F19 a F21 (CT) F25 a F27 (SU) F28 a F30	(CR) F1 a F3 (CT) F7 a F9 (SU) F10 a F12	(CR) F25 a F27 (CT) F31 a F33 (SU) F34 a F36	7.5
Penetração (ensaio com cloreto de sódio) (5.8)	(CR) F1 a F3 (CV) F4 a F6 (CT) F7 a F9 (SU) F10 a F12		(CR) F1 a F3 (CV) F4 a F6 (CT) F7 a F9 (SU) F10 a F12		7.6.1
Penetração (ensaio com aerossol oleoso) (5.8)		(CR) F19 a F21 (CV) F22 a F24 (CT) F25 a F27 (SU) F28 a F30		(CR) F25 a F27 (CV) F28 a F30 (CT) F31 a F33 (SU) F34 a F36	7.6.2
Tração na válvula de exalação (5.9)	(CR) F19 (CV) F21 (CT) F23		(CR) F19 (CV) F21 (CT) F23		7.7.1
Vazamento na válvula de exalação (5.9)	(CR + FC) F20 (CV + FC) F22 (CT+ FC) F24		(CR + FC) F20 (CV + FC) F22 (CT + FC) F24		7.7.2 e 7.7.3
Conteúdo de CO ₂ (5.10)	(CR) F13 a F14		(CR) F13 a F14		7.8
Inflamabilidade (5.11)	(CR) F15 a F16 (CT) F17 a F18		(CR) F15 a F16 (CT) F17 a F18		7.9
Tirante (5.12)	(CR) todas (SU) F10 a F12	(CR) todas	(CR) todas (SU) F10 a F12	(CR) todas	7.1

NOTA CR = como recebido; CV = condicionamento de vibração, CT = condicionamento de temperatura; SU = simulação de uso; FC = fluxo contínuo

^a A medida da resistência à exalação deve ser realizada antes da penetração.

^b PFF sem válvula - F1 a F18: indicam as amostras para quando a PFF é indicada apenas para o aerossol de partículas sólidas e líquidas à base de água.

^c PFF sem válvula - F19 a F30: indicam as amostras que devem ser acrescentadas quando a PFF é indicada também para aerossol oleoso.

^d PFF com válvula - F1 a F24: indicam as amostras para quando a PFF é indicada apenas para o aerossol de partículas sólidas e líquidas à base de água.

^e PFF com válvula - F25 a F36: indicam as amostras que devem ser acrescentadas quando a PFF é indicada também para aerossol oleoso.

7 Métodos de ensaio

7.1 Inspeção visual

NOTA A inspeção visual avalia requisitos que não permitem avaliações quantitativas através de ensaios quantitativos.

Observar ou avaliar visualmente as marcações, informações fornecidas pelo fabricante, instruções de uso, características dos materiais utilizados e a ocorrência ou não de alterações nas características após a realização dos ensaios, conforme especificado nesta Norma.

7.2 Condicionamento de vibração

7.2.1 Aparelhagem

Equipamento para ensaio de vibração de acordo com a Figura 1: caixa (K), fixada em uma haste (S), que se move verticalmente, capaz de se levantar 20 mm pela ação de um excêntrico giratório (N) e cair sobre uma placa de aço (P), devido ao seu peso próprio, à medida que o excêntrico gira. A massa da caixa deve ser de aproximadamente 10 kg.

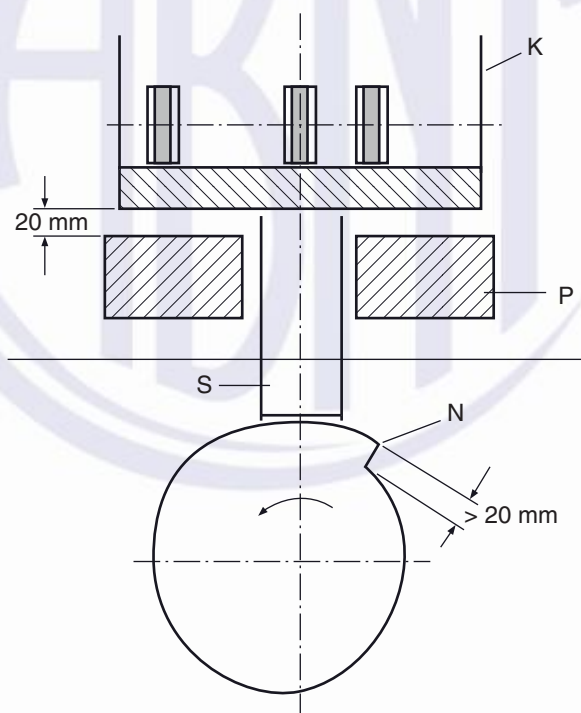


Figura 1 – Equipamento para ensaio de vibração

7.2.2 Procedimento

7.2.2.1 Ensaiar as PFF em temperatura ambiente, como recebidas (C.R.), em embalagens individuais. Caso as embalagens não sejam individuais, reembalar em sacos plásticos.

7.2.2.2 Colocar as PFF apoiadas pela parte lateral dentro da caixa (K) (ver Figura 1), de modo que durante o ensaio não se toquem, permitindo, porém, um deslocamento horizontal de 6 mm e vertical livre.

7.2.2.3 Operar o equipamento de ensaio a aproximadamente 100 rpm por aproximadamente 20 min, em um total de 2 000 rotações.

7.2.2.4 Após o ensaio de vibração, remover qualquer material que tenha se soltado da PFF.

7.3 Condicionamento térmico

Submeter a PFF ao seguinte ciclo térmico:

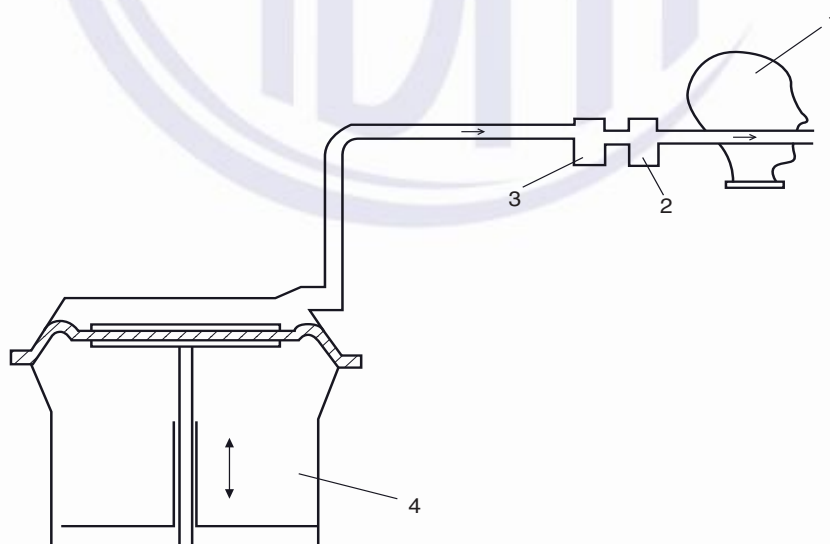
- a) atmosfera seca ($UR < 25 \%$) em $(70 \pm 3) ^\circ\text{C}$, por 24 h;
- b) retornar à temperatura ambiente por no mínimo 4 h;
- c) temperatura de $(- 30 \pm 3) ^\circ\text{C}$, por 24 h;
- d) retornar à temperatura ambiente por no mínimo 4 h, antes de proceder ao ensaio que requer este condicionamento térmico, conforme indicado na Tabela 3.

Conduzir o condicionamento térmico, de modo a evitar a ocorrência de choque térmico.

7.4 Condicionamento de simulação de uso

7.4.1 Aparelhagem

O condicionamento da amostra para simular o uso da PFF é feito em uma cabeça de manequim alimentada por ar saturado de água, proveniente de uma máquina simuladora de respiração humana. O conjunto, como esquematizado na Figura 2, é formado por uma cabeça de manequim (cabeça de *Sheffield*) de borracha com uma abertura na boca, por onde o ar pode entrar e sair. O movimento do ar, simulando a expiração e a inspiração, é controlado por um cilindro e um diafragma que se movimenta ciclicamente para cima e para baixo. O volume de ar em cada ciclo pode ser ajustado no valor desejado, atuando no curso do eixo que move o diafragma. A frequência respiratória também é ajustável.



Legenda

- 1 cabeça de manequim (cabeça de *Sheffield*)
- 2 aquecedor de ar com controlador de temperatura
- 3 umidificador
- 4 máquina simuladora de respiração

Figura 2 – Equipamento para condicionamento de simulação de uso

7.4.2 Procedimento

O condicionamento para simular o uso da PFF, que vai posteriormente ser avaliada em bancada quanto à resistência à respiração e penetração, é feito conforme descrito a seguir:

- a) ajustar a máquina simuladora para 25 ciclos/min e 2 L/bombeada (movimento ascendente ou descendente do pistão);
- b) ajustar a temperatura do ar exalado entre a máquina simuladora e a cabeça do manequim. Na saída do saturador a temperatura do ar deve estar acima de 37 °C, para que, ao atingir a boca do manequim, esteja em 37 °C. Na boca do manequim o ar deve estar a 37 °C e saturado. Para evitar que o excesso de água respingue sobre a PFF, a cabeça deve ficar inclinada para trás e a água coletada em um separador.
- c) colocar em operação a máquina simuladora, ligar o umidificador e aguardar a estabilização do sistema;
- d) colocar a PFF na cabeça do manequim;
- e) a cada 20 min, remover completamente e reinstalar a PFF, de modo que, durante o período de condicionamento, ela seja colocada dez vezes na cabeça do manequim.

7.5 Ensaio de resistência à respiração

7.5.1 Considerações gerais

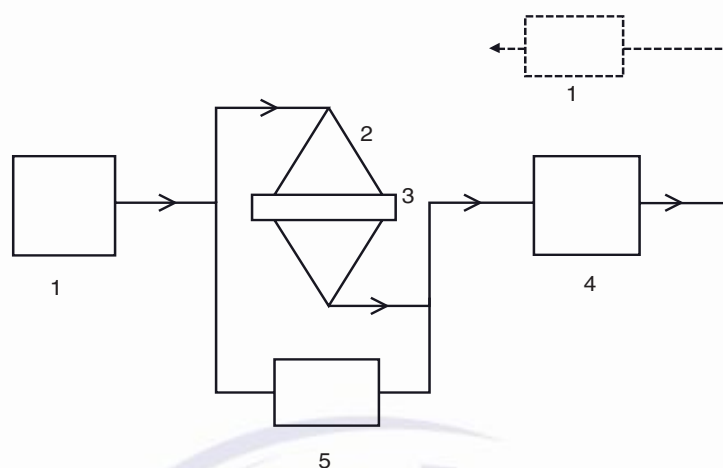
Medir a resistência à respiração da seguinte maneira:

- a) resistência à inalação: utilizar fluxo contínuo de ar;
- b) resistência à exalação: utilizar fluxo contínuo de ar ou máquina simuladora de respiração.

7.5.2 Medida da resistência à inalação

7.5.2.1 Aparelhagem

Equipamento que gere um fluxo de ar contínuo e seja constituído basicamente por uma fonte de ar comprimido ou bomba de vácuo; medidor de vazão, suporte para o filtro, manômetro diferencial e mangueiras flexíveis (ver Figura 3).



Legenda

- 1 ar comprimido / bomba de vácuo
- 2 suporte para o filtro
- 3 PFF
- 4 medidor de vazão
- 5 manômetro diferencial

Figura 3 – Equipamento para ensaio de resistência à inalação e à exalação

7.5.2.2 Procedimento

Colocar a PFF em um adaptador apropriado que evite vazamentos. O fluxo de ar deve passar através de toda a superfície de entrada do ar durante o uso da PFF. O sentido da passagem do ar na PFF deve ser o da entrada de ar durante o seu uso.

Medir a resistência à inalação em duas vazões: 30 L/min e 95 L/min, com ar na temperatura ambiente, na pressão atmosférica local e com umidade que não provoque condensação durante o ensaio.

O valor da resistência da PFF é o valor medido no ensaio menos a o valor da resistência do suporte. A vazão na qual a resistência é medida deve ser corrigida para 23 °C e 100 kPa absoluto (1 bar).

7.5.3 Medida da resistência à exalação

7.5.3.1 Medida da resistência à exalação com fluxo contínuo

7.5.3.1.1 Aparelhagem

Deve ser usado equipamento que gere um fluxo de ar contínuo e seja constituído basicamente por: uma fonte de ar comprimido ou bomba de vácuo; medidor de vazão, suporte para o filtro, manômetro diferencial e mangueiras flexíveis (ver Figura 3).

7.5.3.1.2 Procedimento

Colocar a PFF em um adaptador apropriado que evite vazamentos. O fluxo de ar deve passar através de toda a superfície de entrada do ar durante o uso da PFF. O sentido da passagem do ar na PFF deve ser o da saída de ar durante o seu uso (sentido da abertura da válvula de exalação).

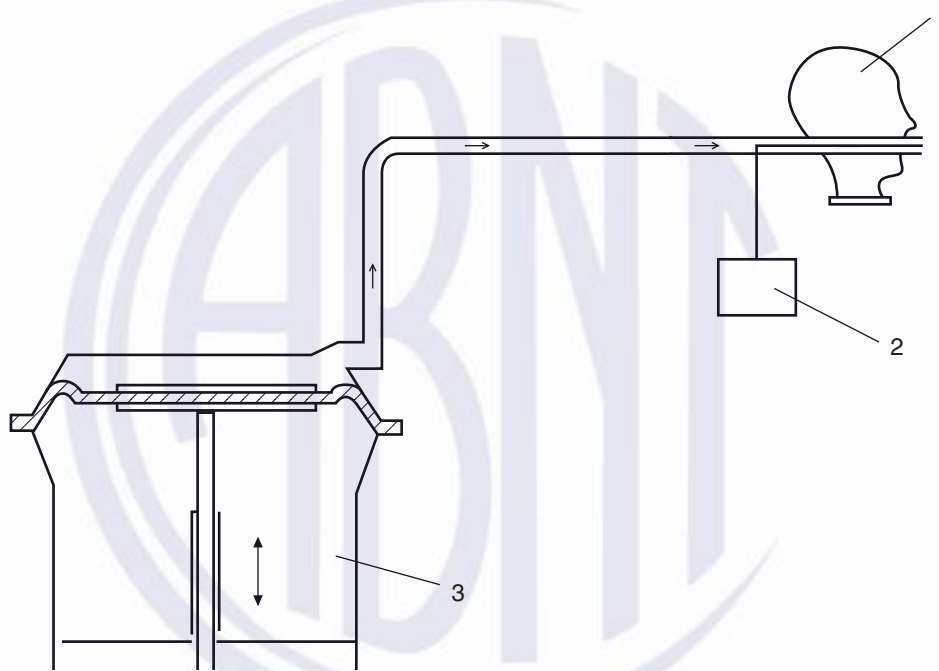
Medir a resistência à exalação na vazão de 160 L/min, com ar à temperatura ambiente, à pressão atmosférica local e com umidade que não provoque condensação durante o ensaio.

O valor da resistência da PFF é o valor medido no ensaio menos a o valor da resistência do suporte. A vazão na qual a resistência é medida deve ser corrigida para 23 °C e 100 kPa absoluto (1 bar).

7.5.3.2 Medida da resistência à exalação com máquina simuladora

7.5.3.2.1 Aparelhagem

Deve ser usada uma máquina simuladora de respiração com a cabeça de manequim (cabeça de *Sheffield*) e manômetro, conforme Figuras 4 e 5.



Legenda

- 1 cabeça de manequim (cabeça de *Sheffield*)
- 2 manômetro
- 3 máquina simuladora de respiração

Figura 4 – Máquina simuladora de respiração

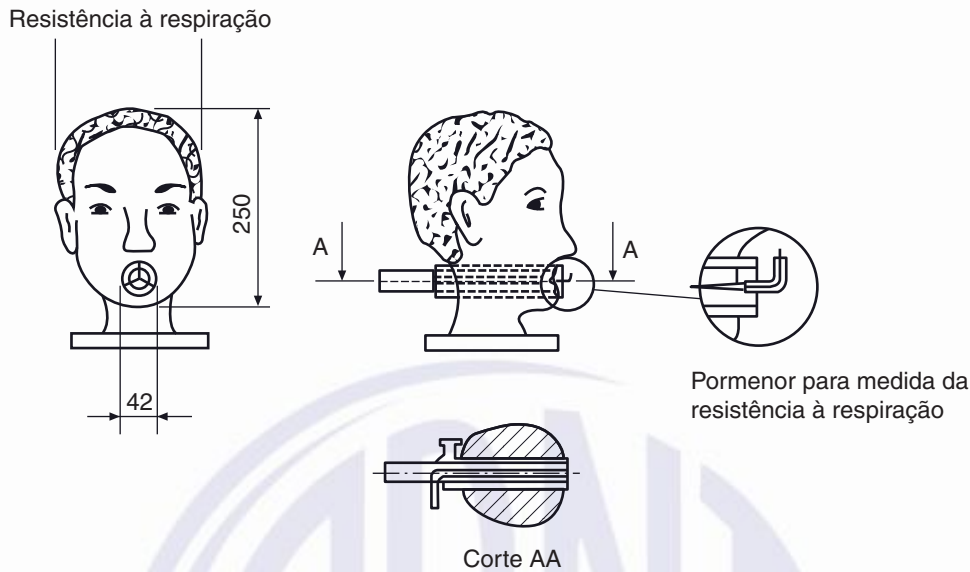


Figura 5 – Cabeça de manequim (cabeça de *Sheffield*) para a medida da resistência à exalação

7.5.3.2.2 Procedimento

Ajustar a máquina simuladora para 25 ciclos/min e 2 L/bombeada.

Ajustar a PFF firmemente na cabeça de manequim, porém sem provocar deformação.

Medir a resistência à exalação na abertura da boca do manequim, usando um adaptador como mostrado na Figura 5.

A vazão na qual a resistência é medida deve ser corrigida para 23 °C e 100 kPa absoluto (1 bar).

Medir a resistência à exalação, colocando a cabeça sucessivamente em cinco posições:

- olhando diretamente para frente;
- olhando verticalmente para cima;
- olhando verticalmente para baixo;
- inclinando para o lado esquerdo;
- inclinando para o lado direito.

7.6 Ensaio de penetração através do filtro

7.6.1 Ensaio de penetração com cloreto de sódio

7.6.1.1 Princípio

Um aerossol de partículas de cloreto de sódio é gerado nebulizando-se uma solução aquosa do sal e evaporando-se a água. A concentração deste aerossol é medida antes e depois da PFF sob ensaio, por fotometria de chama ou por fotometria de espalhamento de luz. Os equipamentos devem possibilitar determinações de penetração precisas na faixa de 0,001 % a 100 %.

7.6.1.2 Características do aerossol de cloreto de sódio

As características do aerossol utilizado nos equipamentos com leitura por fotometria de chama e por fotometria de espalhamento de luz devem estar de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros do aerossol de cloreto de sódio

Características do aerossol de NaCl	Equipamento por leitura com fotometria de chama	Equipamento por leitura com fotometria de espalhamento de luz
Diâmetro médio mássico	0,6 μm	0,3 μm
Diâmetro médio por contagem	0,06 μm	0,075 μm
Desvio-padrão geométrico	Polidisperso	< 1,86
Concentração	(8 \pm 4) mg/m ³	15 mg/m ³ a 20 mg/m ³
Neutralização de cargas eletrostáticas do aerossol	Não	Sim

7.6.1.3 Aparelhagem

Pode ser utilizado um dos seguintes equipamentos para a geração do aerossol e para a medida da penetração:

- equipamento com leitura por meio de fotometria de chama;
- equipamento com leitura por meio de espalhamento de luz.

7.6.1.4 Procedimento

Colocar a PFF em um suporte adequado, de forma que o aerossol passe através de toda a superfície em que ocorre a entrada de ar durante o seu uso. Todos os componentes que possam afetar o valor da penetração, como válvulas e pontos de fixação do tirante, devem ser expostos ao aerossol de ensaio.

Alimentar o aerossol de partículas de cloreto de sódio na câmara onde a PFF ensaiada é fixada. Passar um fluxo de 95 L/min através da PFF e medir a concentração do aerossol antes e depois dela.

Monitorar e registrar a penetração do aerossol em intervalos de amostragem que não excedam 5 min, até que a PFF tenha sido exposta a 150 mg de aerossol.

7.6.2 Ensaio de penetração com óleo de parafina ou dioctil ftalato (DOP)

7.6.2.1 Princípio

O aerossol é gerado nebulizando-se o óleo desejado (óleo de parafina, densidade 0,843 g/cm³ e viscosidade dinâmica 0,026 Pa.s a 0,031 Pa.s a 20 °C; ou DOP). A concentração deste aerossol é medida antes e depois do filtro sob ensaio, por fotometria de espalhamento de luz. Os equipamentos devem possibilitar determinações precisas de penetração na faixa de 0,001 % a 100 %.

7.6.2.2 Características do aerossol oleoso

As características do aerossol oleoso utilizado no equipamento com leitura por fotometria de espalhamento de luz devem estar de acordo com a na Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros do aerossol oleoso

Características do aerossol	Parafina ou DOP
Diâmetro médio mássico	0,33 μm
Diâmetro médio por contagem	0,20 μm
Desvio-padrão geométrico	< 1,6
Concentração	50 mg/m^3 a 200 mg/m^3
Neutralização de cargas eletrostáticas do aerossol	Sim

7.6.2.3 Aparelhagem

Equipamento de leitura por fotometria de espalhamento de luz.

7.6.2.4 Procedimento

Colocar a PFF em um suporte adequado, de forma que o aerossol passe através de toda a superfície em que ocorre a entrada de ar durante o seu uso. Todos os componentes que possam afetar o valor da penetração, como válvulas e pontos de fixação do tirante, devem ser expostos ao aerossol de ensaio.

Alimentar o aerossol oleoso na câmara onde a PFF ensaiada é fixada. Passar um fluxo de 95 L/min através da PFF e medir a concentração do aerossol antes e depois dela.

Monitorar e registrar a penetração do aerossol em intervalos de amostragem que não excedam 5 min, até que a PFF tenha sido exposta a 150 mg de aerossol.

7.7 Válvula de exalação

7.7.1 Ensaio de tração

7.7.1.1 Aparelhagem

Equipamento para ensaio de tração na válvula de exalação, de acordo com a Figura 6.

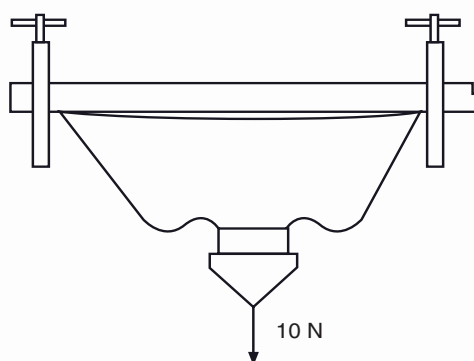


Figura 6 – Suporte de fixação para o ensaio de tração na válvula de exalação

7.7.1.2 Procedimento

Fixar a PFF em um suporte ou cabeça de manequim, com tiras flexíveis não elásticas, dependendo da localização da válvula, de modo que os tirantes não estejam atuantes.

Aplicar uma força de tração axial de 10 N na válvula, durante 10 s. Se necessário, usar um suporte para prender a válvula ao cabo de tração.

7.7.2 Desempenho com fluxo contínuo

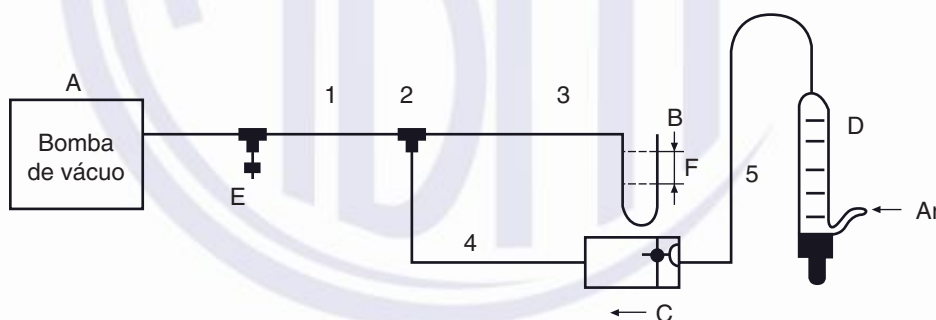
Colocar a PFF em um suporte ou cabeça de manequim e, durante 30 s, passar um fluxo contínuo de ar de 300 L/min no sentido da abertura da válvula de exalação.

7.7.3 Vazamento

7.7.3.1 Aparelhagem

Equipamento constituído basicamente dos seguintes componentes: bomba de vácuo, manômetro diferencial, suporte da válvula de exalação, medidor de vazão, conexões tipo “T” e tubos flexíveis (ver Figura 7, onde o manômetro diferencial está representado pelo manômetro tipo U e o medidor de vazão, pelo medidor de vazão tipo bolha). O suporte para fixar a válvula de exalação é mostrado na Figura 8.

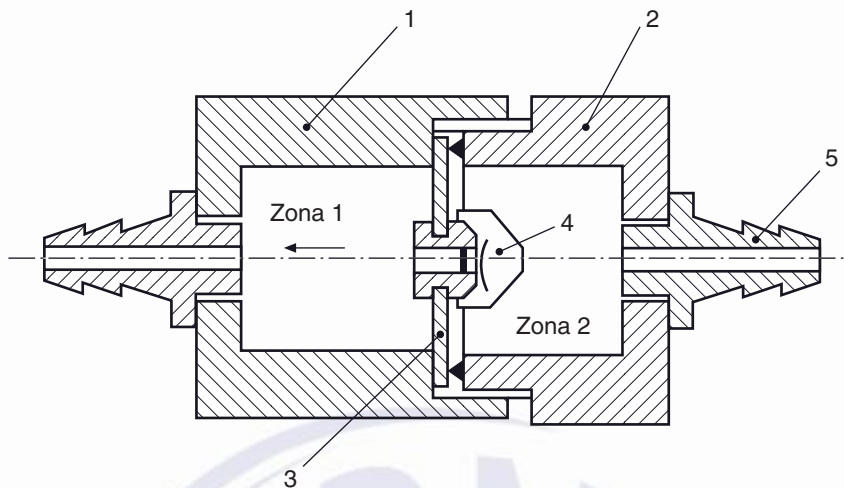
As dimensões do suporte estabelecidas na Figura 8 devem permitir o alojamento do disco de borracha com a válvula. O material empregado pode ser, por exemplo, alumínio, latão ou plástico rígido.



Legenda

A	bomba de vácuo
B	manômetro tipo U
C	suporte da válvula de exalação
D	medidor de vazão tipo “bolha de sabão”
E	válvula de agulha ou pinça de <i>Mohr</i>
F	altura da coluna manométrica
1,3,4,5	mangueiras flexíveis
2	conexão “T”

Figura 7 – Esquema de equipamento para ensaio de vazamento da válvula de exalação



Legenda

- 1 corpo do suporte
- 2 tampa do suporte
- 3 disco de borracha macia (3 mm a 4 mm de espessura)
- 4 válvula de exalação
- 5 bico para mangueira

Figura 8 – Esquema do suporte da válvula de exalação para o ensaio de vazamento em bancada

7.7.3.2 Procedimento

7.7.3.2.1 O ensaio em bancada permite medir, em condições de laboratório, o vazamento de ar que ocorre entre a membrana e a sede da válvula de exalação, quando a válvula é submetida a uma pressão negativa de 250 Pa no lado que fica voltado para a face do usuário.

7.7.3.2.2 Retirar a válvula de exalação completa da PFF, encaixá-la em um disco de borracha e colocar o conjunto em um suporte apropriado (ver Figura 8).

7.7.3.2.3 Verificar inicialmente a estanqueidade das conexões existentes no aparelho indicado na Figura 7, de acordo com o seguinte procedimento:

- a) instalar a válvula de exalação no suporte (C);
- b) fechar a mangueira (5) e mantê-la fechada até 7.7.3.2.4 a);
- c) manter a pressão em 1,5 Pa no manômetro diferencial (B), com o auxílio da válvula (E);
- d) fechar a mangueira (3). Se a pressão de 1,5 Pa indicada no manômetro cair continuamente, há vazamento na conexão do manômetro. Deve-se então corrigir e recomeçar;
- e) abrir (3) e fechar (4) e (1) nesta sequência. Se a pressão de 1,5 Pa indicada no manômetro cair, há vazamento no “T” (2). Deve-se então corrigir e recomeçar;
- f) abrir (4). Se a pressão de 1,5 Pa indicada no manômetro cair, há vazamento no suporte (C). Deve-se então corrigir e recomeçar.

7.7.3.2.4 Após verificar a estanqueidade do conjunto, iniciar a medida do vazamento sob uma pressão negativa de 250 Pa na zona 1 da Figura 8, de acordo com o seguinte procedimento (conforme Figura 7):

- a) abrir (5) e desligar a bomba de vácuo;
- b) abrir a válvula (E) completamente, ligar a bomba de vácuo e, regulando a válvula (E), ajustar a pressão no manômetro diferencial em 250 Pa;
- c) medir a vazão do vazamento de ar na válvula (no caso do medidor de vazão tipo bolha de sabão pressionar o bulbo que contém água com detergente na base do medidor (D), cronometrar o tempo de subida da bolha e calcular a vazão).

7.8 Conteúdo de CO₂ no ar inalado

7.8.1 Princípio

A PFF é ajustada firmemente em uma cabeça de manequim (cabeça de *Sheffield*) e submetida a um ciclo respiratório produzido por uma máquina simuladora de respiração com válvulas solenoides convenientemente localizadas. Durante a inalação, o ar limpo penetra na PFF, mistura-se com o ar residual do ciclo anterior que ficou no espaço morto e vai até o simulador da ação pulmonar. No pulmão, este ar inalado é misturado com CO₂ puro, de modo que a concentração atinja 5 % (em volume base seca), e volta para a PFF, onde é expulso. Uma amostra do ar inalado existente no espaço morto é enviada a um analisador de CO₂, pela ação de um pulmão auxiliar, onde a concentração é determinada.

7.8.2 Aparelhagem

Deve ser utilizado equipamento constituído basicamente dos seguintes componentes: fonte de CO₂ ligada à máquina simuladora de respiração e de um analisador de CO₂. O esquema do equipamento está indicado nas Figuras 9 a 11.

Dimensões em milímetros

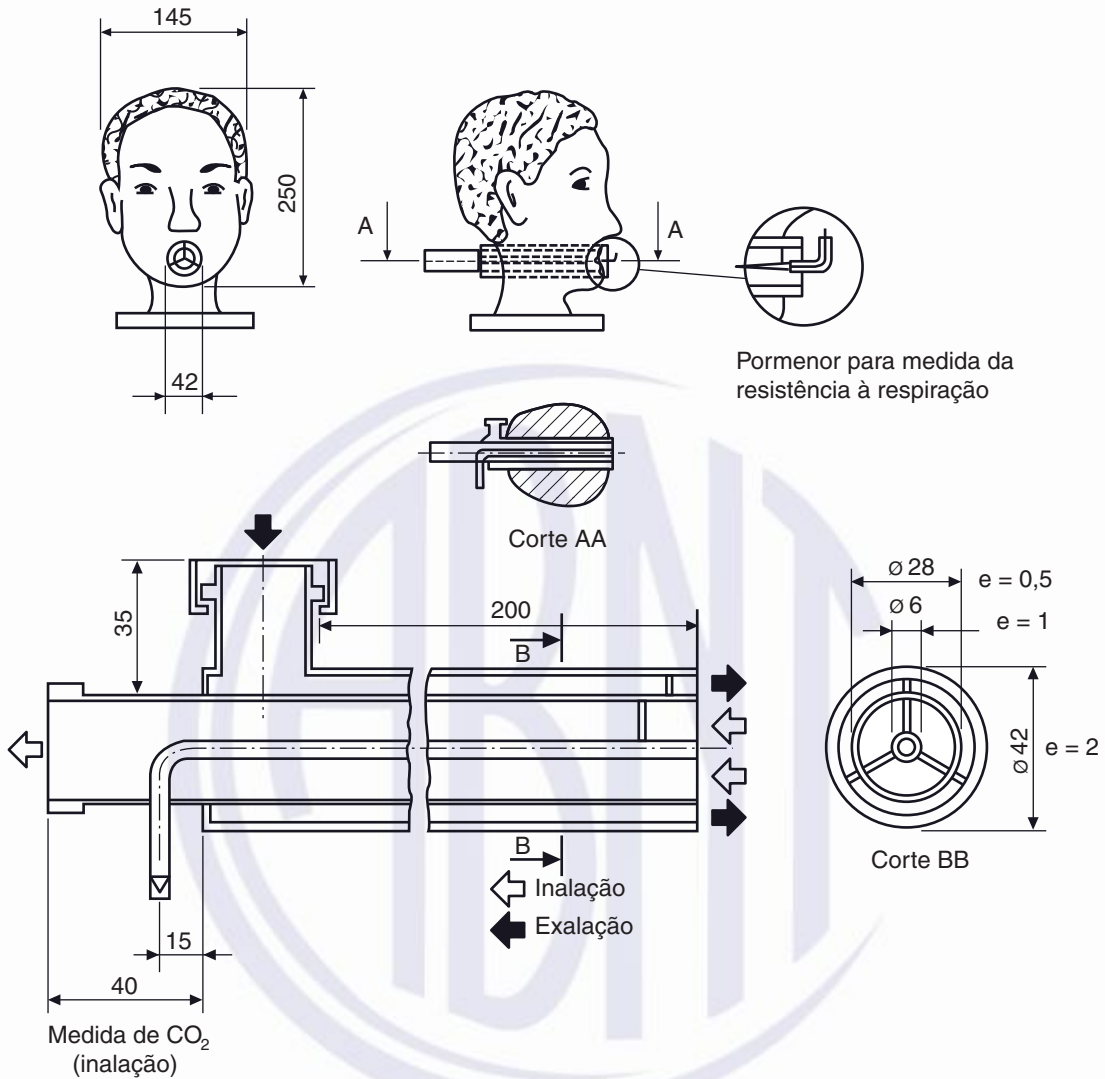
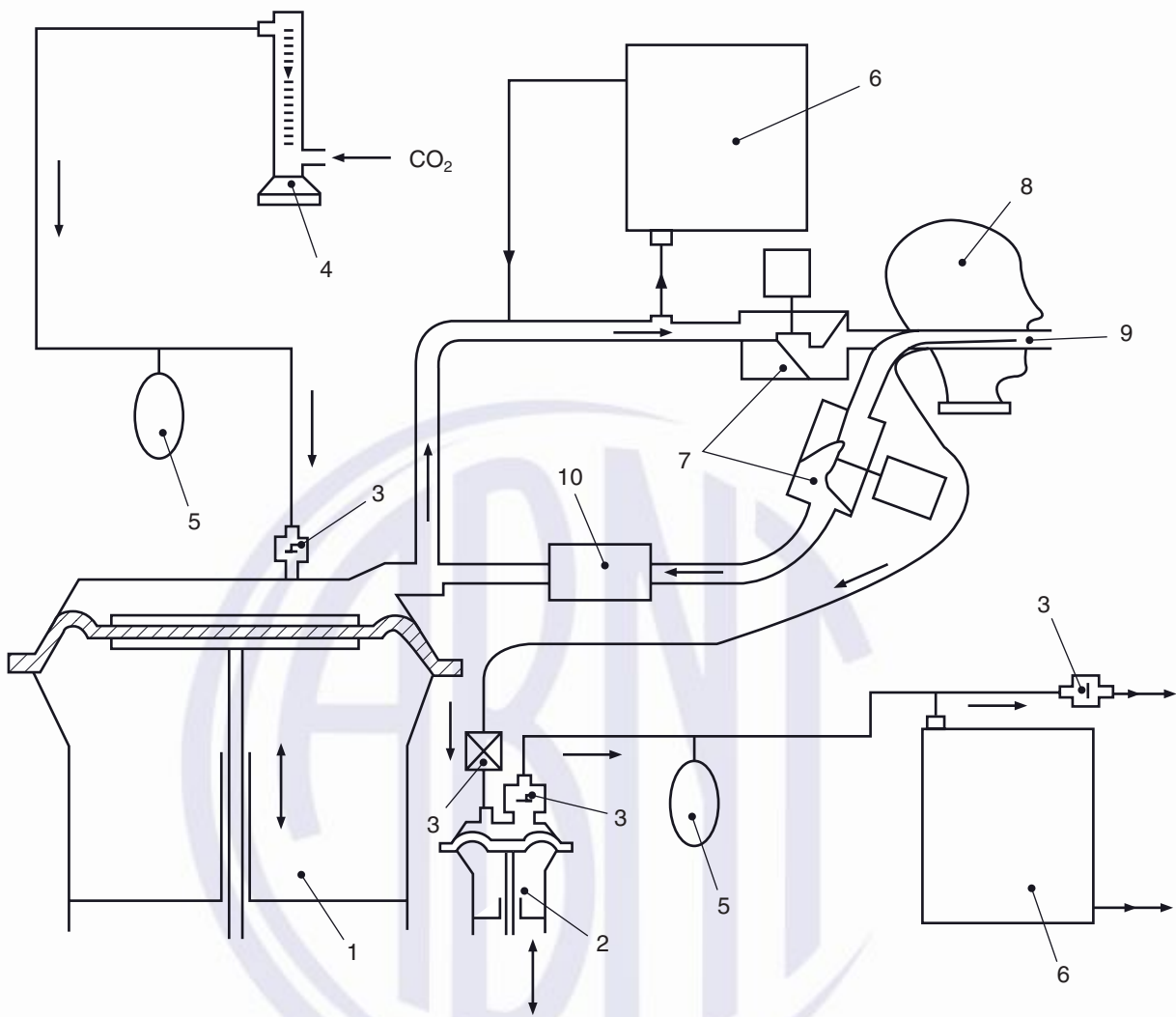


Figura 9 – Cabeça do manequim (cabeça de *Sheffield*) para ensaio do conteúdo de CO₂ no ar inalado (espaço morto) – Disposição dos tubos de amostragem na cabeça



Legenda

- 1 máquina simuladora de respiração
- 2 pulmão auxiliar
- 3 válvula de retenção
- 4 medidor de vazão
- 5 amortecedor de pulsação
- 6 analisador de CO₂
- 7 válvula solenoide
- 8 cabeça do manequim (cabeça de *Sheffield*)
- 9 tubo de amostragem do CO₂
- 10 absorvedor do CO₂

Figura 10 – Esquema do equipamento de ensaio para a determinação de CO₂ no espaço morto

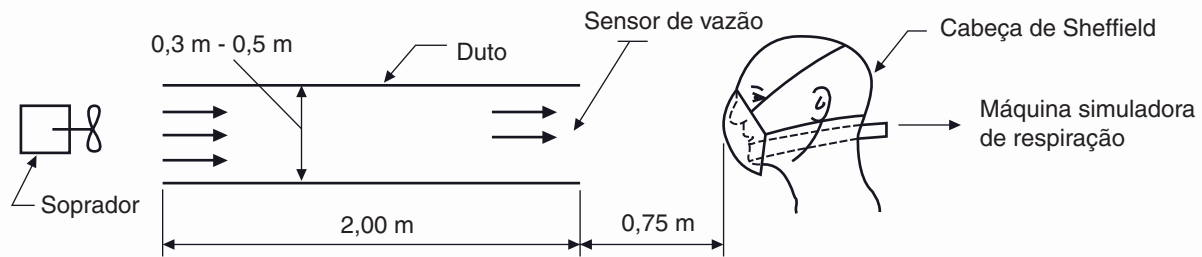


Figura 11 – Esquema da disposição de parte do equipamento para ensaio de CO₂

7.8.3 Procedimento

7.8.3.1 Ajustar a PFF firmemente na cabeça de manequim (cabeça de *Sheffield*).

7.8.3.2 Circular o ar através da PFF pela máquina simuladora, ajustada para 25 ciclos/min com 2 L/bombeada.

7.8.3.3 Ajustar a vazão de CO₂ puro até que a concentração desta substância no ar exalado seja de 5 % (em volume base seca). Para evitar que o teor de CO₂ aumente na corrente de ar inalado, usar um absorvedor de CO₂ entre a válvula solenoide e a máquina simuladora. O CO₂ é alimentado através de uma válvula de controle, um medidor de vazão, um saco amortecedor de pulsação e uma válvula de retenção. Antes da válvula solenoide, uma pequena quantidade de ar exalado é amostrada continuamente através da linha de amostragem e retorna à linha de ar exalado através do analisador de CO₂.

7.8.3.4 Medir e registrar continuamente o teor de CO₂ contido no ar inalado. Para realizar esta medida, 5 % do volume do ar da máquina simuladora é purgado no lugar indicado por um pulmão auxiliar e enviado ao analisador de CO₂. O ensaio deve continuar até que o teor de CO₂ no ar inalado fique constante.

7.8.3.5 Utilizar o espaço morto total de passagem do gás (excluída a máquina simuladora) da instalação menor que 2 000 mL e as seguintes condições de ensaio:

- a) atmosfera ambiente: 23 °C e 50 % a 80 % de umidade relativa;
- b) ar exalado: 37 °C saturado;
- c) velocidade do ar soprado sobre a PFF: 0,5 m/s (ver Figura 11).

7.9 Inflamabilidade

7.9.1 Aparelhagem

Equipamento para ensaio de inflamabilidade de acordo com as Figuras 12 e 13: cabeça metálica móvel, capaz de descrever círculos horizontais com velocidade regulável e um queimador, que deve ser alimentado por gás propano, através de mangueiras apropriadas e válvulas.

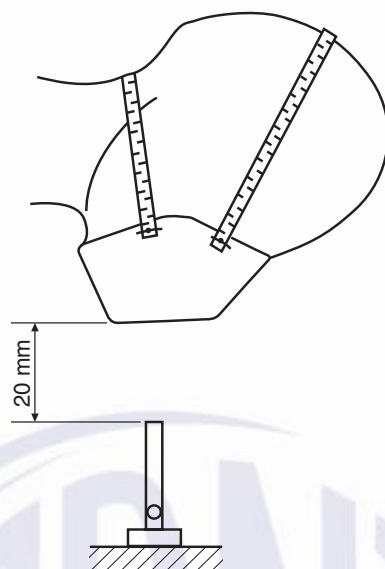
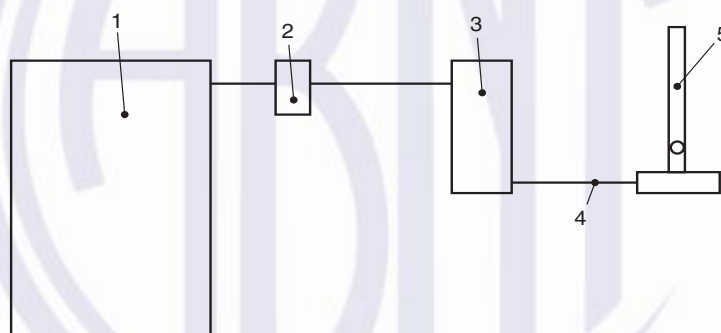


Figura 12 – Disposição da PFF durante o ensaio de inflamabilidade



Legenda

- 1 fonte de gás propano
- 2 redutor de pressão e válvula de controle de vazão
- 3 dispositivo corta-chama
- 4 mangueiras
- 5 bico de Bunsen

Figura 13 – Esquema do equipamento para o ensaio de inflamabilidade

7.9.2 Procedimento

7.9.2.1 Colocar a PFF em uma cabeça móvel (ver Figura 12) capaz de descrever círculos horizontais com velocidade regulável e ajustar a distância entre o topo do queimador e a parte mais baixa da PFF que passa através da chama em (20 ± 2) mm.

7.9.2.2 Com a cabeça fora da área adjacente ao queimador, abrir o gás e ajustar, através do regulador, a sua pressão entre 20 kPa e 30 kPa, acender o queimador e ajustar a altura da chama em (40 ± 4) mm pela ação da válvula existente (ver Figura 13). A temperatura da chama, 20 mm acima do topo do queimador, deve ser de (800 ± 50) °C e deve ser confirmada por um instrumento conveniente. Para se obter a temperatura correta, é necessário ajustar o ar do queimador. Todo o equipamento deve estar protegido contra correntes de ar externo.

7.9.2.3 Passar uma vez a PFF montada na cabeça metálica através da chama, com velocidade de (60 ± 5) mm/s, e anotar o efeito da chama sobre a PFF e seus componentes. Quando existirem válvulas, ou outros componentes em outras posições da PFF, o ensaio deve ser repetido com outras amostras na posição apropriada para avaliar o efeito da chama nestes componentes.

8 Marcação

8.1 Geral

Todas as marcações devem ser legíveis e indelévels.

8.2 Peça semifacial filtrante

8.2.1 Todas as PFF devem conter no mínimo as seguintes marcações:

- a) identificação da classe da PFF, conforme as Tabelas 1 e 2, seguida das siglas (SL) ou (S) de acordo com a sua capacidade de resistência ou não ao aerossol oleoso;
- b) identificação do fabricante;
- c) lote de fabricação.

8.2.2 O descrito em 8.2.1 deve ser avaliado por inspeção visual, conforme 7.1.

9 Embalagem

9.1 A PFF deve ser embalada de tal modo que proporcione proteção contra danos mecânicos e influências do meio ambiente e evite sinais de contaminação antes do uso, visualmente detectáveis.

9.2 A menor embalagem comercialmente disponível deve ser marcada no mínimo com as seguintes informações:

- a) identificação do fabricante;
- b) identificação da classe da PFF (PFF1, PFF2 ou PFF3), seguida das siglas (SL) ou (S) de acordo com a sua capacidade de resistência ou não ao aerossol oleoso;
- c) a sentença: “Veja informações fornecidas pelo fabricante”, ou equivalente, ou utilizando um pictograma como mostrado na Figura 14;
- d) data de fabricação e prazo de validade ou fim do prazo de validade (mês e ano). O fim da validade pode ser informado por um pictograma, como mostrado na Figura 14, onde o código mm/aaaa indica o mês e o ano;
- e) condições de armazenamento, ou pictograma equivalente, como mostrado na Figura 14.

9.3 Os requisitos especificados em 9.1 a 9.2 devem ser avaliados por inspeção visual, conforme 7.1

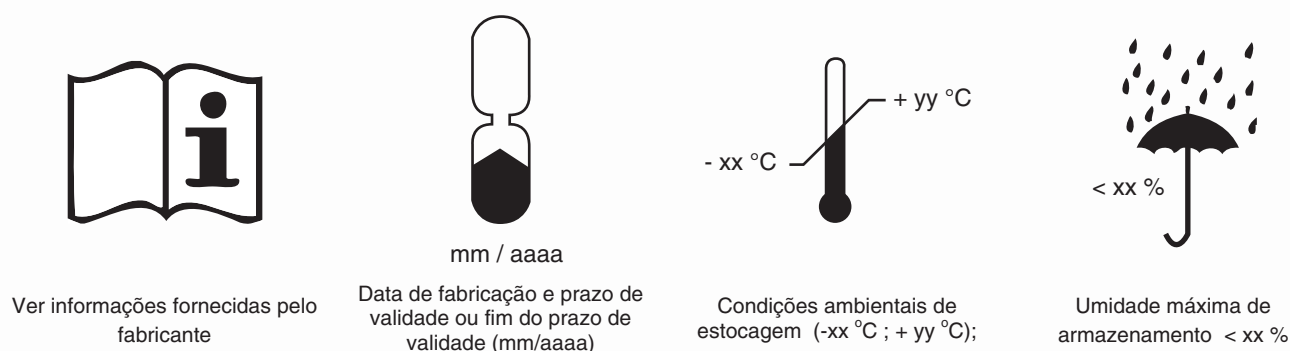


Figura 14 – Pictogramas

10 Instruções de uso

10.1 A menor embalagem comercialmente disponível deve ser acompanhada de instruções de uso em português, claras e compreensíveis, contendo no mínimo as seguintes informações:

- identificação do fabricante;
- identificação da classe da PFF (PFF1, PFF2 ou PFF3), seguida das siglas (SL) ou (S) de acordo com a sua capacidade de resistência ou não ao aerossol oleoso;
- aplicações e limitações de uso;
- informação de que deve ser descartada após no máximo o uso por um turno de trabalho, se aplicável;
- modo de colocação e ajuste de vedação;
- uso (orientações sobre substituição da PFF);
- manutenção (respirador sem manutenção);
- condições de armazenamento e de guarda;
- advertências sobre problemas de uso, como:
 - necessidade de verificar a vedação facial antes do uso;
 - deficiência de vedação devido a características faciais, barba, cicatrizes presentes no rosto do usuário na área de vedação da PFF;
 - qualidade do ar (presença de contaminantes ou de deficiência de oxigênio);
 - conter explicação sobre os símbolos e siglas utilizados;
- outras informações que o fabricante julgue importantes.

NOTA Um turno refere-se ao período máximo de trabalho permitido pela legislação vigente.

10.2 Os requisitos descritos em 10.1 devem ser avaliados por inspeção visual (ver 7.1).

Bibliografia

- [1] ABNT NBR 13694, *Equipamentos de proteção respiratória – Peças semifacial e um quarto facial*
- [2] ABNT NBR 13697, *Equipamentos de proteção respiratória – Filtros para partículas*
- [3] EN 149, *Respiratory protective devices – Filtering half masks to protect against particles – Requirements, testing, marking*
- [4] EN 143, *Respiratory protective devices – Particle filters – Requirements, testing, marking*
- [5] ISO 6941, *Textile fabrics – Burning behaviour – Measurement of flame spread properties of vertically oriented specimens*
- [6] ISO 16972:2010, *Respiratory protective devices – Terms, definitions, graphical symbols and units of measurement*

