

# NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL

## NHO 08: COLETA DE MATERIAL PARTICULADO SÓLIDO SUSPENSO NO AR DE AMBIENTES DE TRABALHO

### PROCEDIMENTO TÉCNICO

MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

**Presidente da República**

Luiz Inácio Lula da Silva

**Ministro do Trabalho e Emprego**

Carlos Lupi

**FUNDACENTRO**

**Presidente**

Jurandir Boia

**Diretor Executivo interino**

Jófilo Moreira Lima Júnior

**Diretor Técnico**

Jófilo Moreira Lima Júnior

**Diretora de Administração e Finanças interina**

Solange Silva Nascimento

NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL  
PROCEDIMIENTO TÉCNICO

# Norma de Higiene Ocupacional

## NHO 08: Coleta de Material Particulado Sólido Suspenso no Ar de Ambientes de Trabalho

*Procedimento Técnico*

Fundacentro

São Paulo

MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

2009

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 Bibliotecas – CDB / Fundacentro  
São Paulo – SP  
Erika Alves dos Santos CRB-8/7110

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho.

Norma de higiene ocupacional : procedimento técnico : coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho / Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. – São Paulo : Fundacentro, 2007.

24 p. : il. – (Normas de higiene ocupacional - NHO ; 08)

ISBN 978-85-98117-39-3

A NHO 08 substitui a Norma de higiene do trabalho NHT-02 A/E norma para avaliação da exposição ocupacional a aerodispersóides. São Paulo: Fundacentro, 1985.

1. Poeira respirável – Tomada de amostras – Filtros de membrana.
2. Poeira respirável – Tomada de amostras – Higiene ocupacional. I. Série.

CIS

Fypar Jwls Hufam

Fypar Jwls Ah

CDU

614.715+543.052+621.928.9

614.715+543.052+613.6

CIS – Classificação do “Centre International d’Informations de Sécurité et d’Hygiene du Travail”

CDU – Classificação Decimal Universal

### CIS

Poeira respirável – Fypar

Tomada de amostras – Jwls

Filtros de membrana – Hufam

Higiene ocupacional – Ah

### CDU

614.715 – Poluição por poeira, fumaça, transportada pelo ar

543.052 – Procedimento de amostragem. Inclusive seleção dos pontos de tomada da amostra. Erros de amostragem

621.928.9 – Separação, extração e coleta de poeira – extratores de poeira

613.6 – Riscos ocupacionais. Higiene e saúde ocupacionais

### Ficha técnica

*Equipe de elaboração:* Alcinea Meigikos dos Anjos Santos • Ana Maria Tibiriçá Bon • José Geraldo Aguiar • Lênio Sérgio Amaral • Maria Margarida T. Moreira Lima • Norma Conceição do Amaral

*Coordenação Editorial:* Elisabeth Rossi • Glauca Fernandes

*Revisão gramatical:* Karina Penariol Sanches

*Normalização:* Erika Alves dos Santos

*Design capa e miolo:* Glauca Fernandes

# APRESENTAÇÃO

A Coordenação de Higiene do Trabalho da Fundacentro deu início, na década de 1980, à publicação de uma série de normas técnicas denominadas anteriormente Normas de Higiene do Trabalho (NHT), entre elas a *NHT-02 A/E: Norma para Avaliação da Exposição Ocupacional a Aerodispersóides*, publicada em 1985.

Diante das transformações tecnológicas e da necessidade de atualização dos procedimentos de identificação, avaliação e controle da exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais, a revisão das NHT tornou-se imprescindível. Para diferenciá-la da antiga, a nova série de normas passou a ser intitulada de Normas de Higiene Ocupacional (NHO).

Em continuidade a esse processo de revisão, apresenta-se aos profissionais que atuam na área de higiene ocupacional a *NHO 08: Coleta de Material Particulado Sólido Suspenso no Ar de Ambientes de Trabalho*, resultado da experiência acumulada por técnicos da Fundacentro nos últimos anos e da atualização de conceitos utilizados como base para a coleta de material particulado sólido, divulgados internacionalmente.

Acredita-se que esta norma possa efetivamente contribuir como ferramenta na identificação e na quantificação da exposição ocupacional a aerodispersóides, na forma das poeiras, atualmente denominados materiais particulados sólidos, com o intuito de colaborar no controle da exposição e na prevenção de doenças ocupacionais.

Alcinéa Meigikos dos Anjos Santos  
*Gerente da Coordenação de Higiene do Trabalho*

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b>	11
<b>3</b>	<b>CAMPO DE APLICAÇÃO</b>	11
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS NORMATIVAS</b>	11
<b>5</b>	<b>DEFINIÇÕES E CONCEITOS</b>	12
<b>6</b>	<b>SÍMBOLOS E ABREVIATURAS</b>	15
<b>7</b>	<b>PROCEDIMENTOS</b>	15
	<b>7.1 Reconhecimento de riscos</b>	
	7.1.1 Informações referentes ao ambiente e ao processo de trabalho	16
	7.1.2 Informações referentes aos trabalhadores e aos locais de trabalho	17
	<b>7.2 Estabelecimento do objetivo da avaliação quantitativa</b>	17
	<b>7.3 Planejamento da coleta</b>	17
	7.3.1 Seleção do tipo de coleta	18
	7.3.1.1 Coleta individual (pessoal)	18
	7.3.1.2 Coleta de área (estática)	18
	7.3.2 Tempo de coleta	19
	7.3.3 Número e tipo de amostras segundo o período de coleta	19
	7.3.4 Seleção de materiais e equipamentos	19
	7.3.5 Laboratório para análise das amostras	20
	<b>7.4 Coleta das amostras</b>	21
	<b>7.5 Cálculos</b>	22
	7.5.1 Cálculo do volume de ar amostrado	22
	7.5.2 Cálculo da concentração da amostra	22
	7.5.3 Cálculo da concentração média ponderada pelo tempo	22
<b>8</b>	<b>RESULTADOS</b>	23
<b>9</b>	<b>RELATÓRIO</b>	23
	<b>REFERÊNCIAS</b>	24

<b>ANEXO A</b>	Posicionamento do sistema de coleta .....	28
<b>ANEXO B</b>	Procedimento para obtenção de um subgrupo de um grupo de exposição similar (GES).....	30
<b>ANEXO C</b>	Diagrama representativo do número e tipo de amostras, segundo o período de coleta .....	31
<b>ANEXO D</b>	Parâmetros para coleta e análise de material particulado suspenso no ar.....	32
<b>ANEXO E</b>	Exemplos de dispositivos de coleta .....	35
<b>ANEXO F</b>	Eficiência de coleta, em massa, para as diferentes frações de material particulado.....	39
<b>ANEXO G</b>	Modelo de formulário para registro de dados.....	41
<b>ANEXO H</b>	Modelos de caixas para transporte de porta-filtros contendo amostras de material particulado.....	42

## PREFÁCIO

Este procedimento faz parte da série de Normas de Higiene Ocupacional elaborada por técnicos da Coordenação de Higiene do Trabalho da Fundacentro.

A NHO 08 substitui a *NHT-02 A/E: Norma para Avaliação da Exposição Ocupacional a Aerodispersóides* e inclui anexos de caráter normativos e informativos para fins de aplicação deste procedimento.

Os anexos A e F são normativos e os demais são informativos.

## **1 INTRODUÇÃO**

Estudos anteriormente desenvolvidos pela Fundacentro demonstram que materiais particulados suspensos no ar, provenientes de vários processos ou condições de trabalho, representam sério risco à saúde dos trabalhadores quando se apresentam em concentrações elevadas em ambientes sem controle, implicando no surgimento de doenças respiratórias.

Sempre que a exposição dos trabalhadores a esses materiais particulados é avaliada quantitativamente, a metodologia utilizada deve ser baseada em critérios que relacionem a medição com o risco à saúde que está sendo estudado. Esta norma adotou como referência o critério harmonizado pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®), pela International Organization for Standardization (ISO) e pelo Comité Européen de Normalisation (CEN), visando atender às necessidades para a coleta com dispositivos que classificam as partículas por seleção de tamanhos correspondentes a regiões específicas de deposição no trato respiratório.

## **2 OBJETIVO**

Esta norma estabelece um procedimento padronizado para coleta de material particulado sólido em filtros de membrana com a finalidade de obter amostras representativas das partículas suspensas no ar dos ambientes de trabalho.

## **3 CAMPO DE APLICAÇÃO**

Este procedimento se aplica à coleta de partículas de origem mineral, metálica, vegetal e animal, de negro de fumo e de partículas insolúveis não especificadas de outra maneira.

*NOTA: Não se aplica para partículas na forma de fibras.*

## **4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

Na aplicação deste procedimento, poderá ser necessário consultar:

- MB 3422: Agentes químicos no ar: coleta de aerodispersóides por filtração.

- NHO 03/2000: Análise gravimétrica de aerodispersóides sólidos coletados sobre filtros de membrana.
- NHO 07/2002: Calibração de bombas de amostragem individual pelo método da bolha de sabão.
- NR 15/1978: Atividades e operações insalubres.
- NR 9/1994: Programa de prevenção de riscos ambientais.
- ISO 7708. *Air Quality: particle size fraction definitions for health-related sampling.*
- CEN EN-481. *Workplace Atmospheres: size fraction definitions for measurements of airborne particles in the workplace.*

NOTA: Havendo edições mais recentes, recomenda-se a sua utilização.

## 5 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Para efeito deste procedimento técnico, aplicam-se as seguintes definições e conceitos:

### 5.1 Bomba de amostragem

Instrumento portátil e leve, que forneça uma vazão de até 6,0 L/min, com bateria recarregável e blindada contra explosão. A bomba deve possuir um sistema automático de controle de vazão com capacidade para mantê-la constante, dentro de um intervalo de  $\pm 5\%$ , durante o tempo de coleta.

### 5.2 Dispositivo de coleta

Conjunto composto por porta-filtro, suporte do filtro, filtro de membrana e, quando necessário, um separador de partículas.

### 5.3 Exposição ocupacional

Situação onde um ou mais trabalhadores podem interagir com agentes ou fatores de risco no ambiente de trabalho.

### 5.4 Filtro de membrana

Filtro de malha rígida, uniforme e contínua, de material polímero, com tamanhos de poro determinados precisamente durante a fabricação.

### 5.5 Grupo de exposição similar (GES)

Grupo de trabalhadores que experimentam situações de exposição semelhantes de forma que o resultado fornecido pela avaliação da ex-

posição de qualquer trabalhador desse grupo seja representativo da exposição dos demais trabalhadores.

### **5.6 Jornada de trabalho**

Refere-se ao período durante o qual o trabalhador exerce, efetivamente, a sua atividade. Exemplos: jornada diária de 8 horas; turno noturno de 6 horas; jornada semanal de 48 horas.

### **5.7 Local de trabalho**

Corresponde à área onde o trabalhador desenvolve suas atividades.

### **5.8 Material particulado**

Partículas sólidas, produzidas por ruptura de um material originalmente sólido, suspensas ou capazes de se manterem suspensas no ar.

### **5.9 Particulado inalável**

É a fração de material particulado suspenso no ar constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que  $100\mu\text{m}$ , capaz de entrar pelas narinas e pela boca, penetrando no trato respiratório durante a inalação. É apropriada para avaliação do risco ocupacional associado com as partículas que exercem efeito adverso quando depositadas no trato respiratório como um todo.

### **5.10 Particulado torácico**

É a fração de material particulado suspenso no ar constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que  $25\mu\text{m}$ , capaz de passar pela laringe, entrar pelas vias aéreas superiores e penetrar nas vias aéreas dos pulmões. É apropriada para avaliação do risco ocupacional associado com as partículas que exercem efeito adverso quando depositadas nas regiões traqueobronquial e de troca de gases.

### **5.11 Particulado respirável**

É a fração de material particulado suspenso no ar constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que  $10\mu\text{m}$ , capaz de penetrar além dos bronquíolos terminais e se depositar na região de troca de gases dos pulmões, causando efeito adverso nesse local.

### **5.12 Particulado total**

É o material particulado suspenso no ar coletado em porta-filtro de poliestireno de 37 mm de diâmetro, de três peças, com face fecha-

da e orifício para a entrada do ar de 4 mm de diâmetro, conhecido como cassette. A coleta de particulado total deve ser utilizada somente quando não houver indicação específica para coleta de particulado inalável, torácico ou respirável.

### **5.13 Partículas não especificadas de outra maneira (PNOS)**

Partículas para as quais ainda não há dados suficientes para demonstrar efeitos à saúde em concentrações geralmente encontradas no ar dos locais de trabalho. Essa definição se refere às partículas que não tenham um limite de exposição estabelecido; que sejam insolúveis ou fracamente solúveis em água ou nos fluidos aquosos dos pulmões; não sejam citotóxicas, genotóxicas ou quimicamente reativas com o tecido pulmonar; não emitam radiação ionizante; causem imunossensibilização ou outros efeitos tóxicos que não a inflamação ou a deposição excessiva.

### **5.14 Porta-filtro**

Componente do dispositivo de coleta que abriga e sustenta o suporte do filtro e o filtro de membrana.

### **5.15 Registro de campo**

É o registro de todos os dados ou ocorrências observados durante a avaliação do ambiente de trabalho. As informações devem ser tomadas de maneira organizada e anotadas em formulários apropriados de modo que possam contribuir para as conclusões da avaliação.

### **5.16 Risco ocupacional**

É a possibilidade de um trabalhador sofrer um determinado dano à saúde em virtude das condições de trabalho. Para qualificar um risco, de acordo com a sua gravidade, avaliam-se conjuntamente a probabilidade de ocorrência e a severidade do dano.

### **5.17 Separador de partículas**

Componente do dispositivo de coleta utilizado para separar partículas dentro de uma faixa de tamanhos pré-determinada.

### **5.18 Sistema de coleta**

Sistema composto por bomba de amostragem, dispositivo de coleta e mangueira.

### **5.19 Suporte do filtro**

Disco de celulose, metal ou outro material adequado ao tipo de por-

ta-filtro em uso. Sua função é facilitar a distribuição do fluxo de ar e sustentar o filtro de membrana impedindo que o mesmo se rompa.

### **5.20 Vazão de ar**

Volume de ar, em litros, que passa através do dispositivo de coleta, por unidade de tempo, em minutos.

### **5.21 Zona respiratória**

Região hemisférica com um raio de  $150 \pm 50$  mm, medido a partir das narinas do trabalhador.

## **6 SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

ACGIH®	- American Conference of Governmental Industrial Hygienists
CEN	- Comité Européen de Normalisation
CMPT	- Concentração Média Ponderada pelo Tempo
GES	- Grupo de Exposição Similar
ISO	- International Organization for Standardization
L/min	- litros por minuto
m <sup>3</sup>	- metro cúbico
µm	- micrômetro
mm	- milímetro
NHO	- Norma de Higiene Ocupacional
NHT	- Norma de Higiene do Trabalho
NIOSH	- National Institute for Occupational Safety and Health
NR	- Norma Regulamentadora
OSHA	- Occupational Safety & Health Administration
PNOS	- Particles (insoluble or poorly soluble) Not Otherwise Specified

## **7 PROCEDIMENTOS**

Na aplicação deste procedimento, deve-se incluir a análise de todas as informações disponíveis que caracterizam a magnitude e a importância dos riscos à saúde dos trabalhadores com a finalidade de formular recomendações significativas para a eliminação ou a redução desses riscos. Essas informações são obtidas por meio de pesquisa bibliográfica, de observação do local de trabalho, de entrevistas com trabalhadores e de obtenção de resultados de concentração de material

particulado suspenso no ar para fins de comparação com referências apropriadas, entre outras.

Para aplicação deste procedimento, deve-se realizar o reconhecimento de riscos e estabelecer o objetivo da avaliação quantitativa para o planejamento da coleta, conforme itens 7.1 a 7.3.

### **7.1 Reconhecimento de riscos**

Nesta etapa, devem ser obtidas informações sobre o ambiente e o processo de trabalho, as operações, as matérias-primas e os produtos químicos utilizados ou gerados, produtos finais, sub-produtos e resíduos, assim como as possíveis interações entre os agentes presentes no local de trabalho e o organismo humano e os efeitos associados à saúde.

#### **7.1.1 Informações referentes ao ambiente e ao processo de trabalho**

Devem ser verificados:

- a) os materiais que podem ser usados ou produzidos e lançados no ar do ambiente de trabalho durante as operações ou processos sob investigação, com sua composição, toxicidade e quantidade;
- b) as possíveis fontes de geração de material particulado, como, por exemplo, processos que envolvam moagem, peneiramento, lixamento, polimento, serragem, corte, furação, gravação, esmagamento, operações de limpeza a seco ou que produzam material particulado ou suspendam aquele depositado;
- c) o fluxograma e o *layout* das instalações da empresa;
- d) as etapas do processo produtivo, enfatizando as circunstâncias ou os procedimentos que podem contribuir para a contaminação dos ambientes de trabalho;
- e) as condições do ambiente de trabalho, enfatizando se é aberto ou fechado, se possui ventilação natural ou forçada;
- f) as condições climáticas e as possíveis variações de direção e intensidade de correntes de ar, temperatura e umidade;
- g) a interferência de áreas vizinhas aos locais de trabalho;
- h) as medidas preventivas adotadas, coletivas e/ou individuais;
- i) o programa de manutenção das máquinas/equipamentos e a limpeza dos locais de trabalho;

- j) a existência de resultados de monitoramentos anteriores referentes à exposição a material particulado, incluindo avaliações realizadas para acompanhamento da eficácia de medidas de controle.

### **7.1.2 Informações referentes aos trabalhadores e aos locais de trabalho**

Devem ser verificados:

- a) o número total de trabalhadores expostos a material particulado;
- b) as funções dos trabalhadores, observando os procedimentos e as atividades inerentes a essas funções e como ocorre a exposição a material particulado;
- c) a posição dos trabalhadores em relação às fontes de emissão de material particulado em seus locais de trabalho;
- d) o tempo e a frequência de cada operação ou procedimento realizado pelo trabalhador;
- e) a duração da jornada e o regime de trabalho;
- f) o número de trabalhadores para os quais se presume maior risco de exposição a material particulado;
- g) o número de trabalhadores com atividades idênticas que possam ser separados por grupos de exposição similar;
- h) dados indicativos de possível comprometimento da saúde decorrente da exposição a material particulado, como dados médicos e queixas de saúde dos trabalhadores.

### **7.2 Estabelecimento do objetivo da avaliação quantitativa**

Entre os objetivos para avaliação quantitativa, incluem-se:

- a) estimar a exposição dos trabalhadores ao longo de suas jornadas de trabalho;
- b) subsidiar projetos de implantação de medidas de controle e avaliar a eficácia das já adotadas;
- c) verificar a conformidade dos ambientes de trabalho com exigências legais;
- d) informar sobre a localização e a intensidade das fontes de material particulado;
- e) monitorar a exposição dos trabalhadores para registros e estudos epidemiológicos;
- f) obter amostras para investigações analíticas e toxicológicas.

### **7.3 Planejamento da coleta**

No planejamento da coleta das amostras devem ser definidos os locais de trabalho e as situações de exposição a serem avaliados e os respectivos tipo de coleta, tempo de coleta, número e tipo de amostras, materiais e equipamentos a serem utilizados, assim como o laboratório que realizará a análise.

Para o melhor planejamento da coleta, deve-se realizar uma avaliação quantitativa preliminar. Nesse tipo de avaliação, coleta-se, pelo menos, uma amostra em cada situação de exposição ou local de trabalho a ser avaliado para determinar o tempo de coleta de cada amostra, a quantidade de amostras e o período total da coleta.

#### **7.3.1 Seleção do tipo de coleta**

##### **7.3.1.1 Coleta individual (pessoal)**

Quando o sistema de coleta é colocado no próprio trabalhador, posicionando-se o dispositivo de coleta na altura da zona respiratória, conforme apresentado no Anexo A, Figuras A1 e A2. Este tipo de coleta deve ser utilizado para estimar a exposição dos trabalhadores.

Na seleção dos trabalhadores para coleta individual, deve-se caracterizar e selecionar o trabalhador de maior risco para cada atividade.

##### **7.3.1.2 Coleta de área (estática)**

Quando o sistema de coleta é posicionado em um ponto fixo no ambiente de trabalho, conforme apresentado no Anexo A, Figura A3. Este tipo de coleta pode ser utilizado, por exemplo, para verificar a eficácia das medidas de controle.

*NOTA: A coleta individual e a coleta de área podem ser realizadas ao mesmo tempo, uma vez que são complementares.*

#### **a) Seleção dos trabalhadores de maior risco**

Para a identificação desses trabalhadores, é necessário observar a sua proximidade com relação à fonte geradora de material particulado, o tempo de exposição, a sua mobilidade, as diferenças em hábitos operacionais e a movimentação do ar no ambiente de trabalho.

#### **b) Seleção aleatória de trabalhadores dentro de um grupo de exposição similar**

Quando não for possível caracterizar e selecionar um trabalhador de maior risco para cada atividade, define-se, estatisticamente, um sub-

grupo de tamanho adequado, de tal maneira que essa amostra aleatória tenha elevada probabilidade de incluir pelo menos um trabalhador com alta exposição. A seleção desse subgrupo de trabalhadores pode ser realizada conforme o Anexo B.

### **7.3.2 Tempo de coleta**

O tempo de duração da coleta de cada amostra de ar deve ser o necessário para amostrar um volume de ar adequado e obter a quantidade de material particulado dentro da faixa de trabalho do método de análise a ser utilizado.

### **7.3.3 Número e tipo de amostras segundo o período de coleta**

O número de amostras a serem coletadas está relacionado com o dispositivo de coleta a ser utilizado e a capacidade de retenção do filtro de membrana, variando conforme o tipo de amostra, podendo ser:

#### **a) Amostra única de período completo**

Uma única amostra de ar é coletada continuamente, cobrindo um período de coleta correspondente à jornada diária de trabalho.

#### **b) Amostras consecutivas de período completo**

Várias amostras de ar são coletadas, sendo que o período de coleta deverá corresponder à jornada diária de trabalho.

#### **c) Amostras de período parcial**

Uma única amostra de ar é coletada continuamente ou várias amostras são coletadas com iguais ou diferentes tempos de coleta. O período total de coleta deverá corresponder a, pelo menos, 70% da jornada diária de trabalho.

O Anexo C apresenta um diagrama representativo do número e tipo de amostras, segundo o período de coleta.

### **7.3.4 Seleção de materiais e equipamentos**

#### **a) Filtro de membrana**

A seleção do filtro de membrana deve atender aos requisitos do método a ser aplicado para a análise do material particulado. O Anexo D indica os tipos de filtros de coleta compatíveis com os métodos analíticos a serem utilizados.

#### **b) Porta-filtro**

A seleção do porta-filtro depende da fração de material particulado a ser coletada, conforme exemplificado no Anexo E.

### **c) Separador de partículas**

*Para a coleta de material particulado inalável, utilizar um dispositivo de coleta projetado para selecionar partículas com diâmetro aerodinâmico de até 100 µm com 50% de eficiência de coleta.*

*Para a coleta de material particulado torácico, utilizar um separador projetado para selecionar partículas menores que 25 µm com 50% de eficiência de coleta em partículas com diâmetro aerodinâmico de 10 µm.*

*Para a coleta de material particulado respirável, utilizar um separador, do tipo ciclone, projetado para selecionar partículas menores que 10 µm com 50% de eficiência de coleta em partículas com diâmetro aerodinâmico de 4 µm.*

O Anexo E fornece exemplos de dispositivos de coleta disponíveis atualmente para a coleta das diversas frações de material particulado.

O Anexo F apresenta os valores de eficiências de coleta, em massa, para as diferentes frações de material particulado.

*Para a coleta de material particulado total, utilizar porta-filtro de 37 mm de diâmetro, de três peças, com face fechada e orifício para a entrada do ar de 4 mm de diâmetro, até que outra recomendação seja especificada.*

*NOTA: A coleta de material particulado total deve ser efetuada quando não houver indicação de coleta de material particulado nas frações inalável, torácica ou respirável.*

### **d) Bomba de amostragem**

Selecionar uma bomba de amostragem que atenda às características técnicas definidas nesta norma.

A calibração da bomba deve ser realizada a partir de um padrão primário de calibração ou um padrão secundário devidamente calibrado, conforme a norma NHO 07. A vazão da bomba deve ser ajustada de acordo com orientações definidas para o desempenho correto do dispositivo de coleta utilizado.

### **e) Mangueira**

Utilizar mangueiras flexíveis de material plástico, de preferência inerte, tipo Tygon®, com diâmetro e comprimento adequados a fim de evitar a interrupção do fluxo de ar ou vazamentos.

## **7.3.5 Laboratório para análise das amostras**

Antes de iniciar a coleta das amostras, deve-se consultar o labora-

tório que realizará a análise sobre: os métodos analíticos utilizados, o fornecimento de dispositivos e filtros para a coleta, prazo de validade dos filtros, acondicionamento e transporte das amostras, entre outros.

O laboratório deve utilizar métodos analíticos específicos para a determinação da concentração de material particulado em ambientes de trabalho. Podem ser utilizados métodos desenvolvidos ou sugeridos por organismos nacionais e internacionais de referência na área de higiene ocupacional, como os citados no Anexo D.

Solicitar, ainda, ao laboratório:

- a) os parâmetros de validação dos métodos, tais como: precisão, exatidão, limite de detecção, limite de quantificação, sensibilidade e possíveis interferentes;
- b) os dados de desempenho do laboratório em programas de garantia da qualidade, intra e interlaboratorial;
- c) que os resultados sejam expressos nas unidades adequadas para a realização de cálculos de concentração e comparação com os limites de exposição ocupacional vigentes.
- d) que os resultados expressem as incertezas das medições. Os cálculos das incertezas podem ser efetuados conforme o “Guia para a Expressão da Incerteza da Medição” (ISO, 2003).

#### **7.4 Coleta das amostras**

- a) calibrar a bomba de amostragem;
- b) montar o sistema de coleta acoplando o dispositivo de coleta à bomba de amostragem por meio da mangueira;
- c) instalar o sistema de coleta no trabalhador ou posicioná-lo por meio de um tripé no local de trabalho a ser avaliado, conforme ilustrado no Anexo A;
- d) verificar se a entrada de ar do dispositivo de coleta está livre e ligar a bomba de amostragem;
- e) anotar data, horário do início da coleta, código do filtro, número da bomba de amostragem e demais dados em um formulário de registro, conforme modelo apresentado no Anexo G;
- f) acompanhar e observar o processo e as atividades de trabalho, assim como as ocorrências que podem interferir nos resultados durante o período de coleta;

- g) desligar a bomba de amostragem após concluído o período de coleta e anotar o horário;
- h) desconectar, cuidadosamente, a mangueira da bomba de amostragem e, posteriormente, do dispositivo de coleta;
- i) retirar o porta-filtro do sistema de coleta, tampar o orifício de entrada do ar e, em seguida, o de saída do ar com os plugues adequados. Guardar o porta-filtro com a face amostrada voltada para cima, em caixa apropriada para transporte, de maneira a evitar o desprendimento do material coletado, conforme ilustrado no Anexo H;
- j) transportar a bomba de amostragem para local adequado e verificar a variação da vazão, considerando para análise somente as amostras coletadas com bombas que apresentaram variação de vazão ( $\Delta Q$ ) inferior a 5%, conforme descrito na NHO 07.

## 7.5 CÁLCULOS

### 7.5.1 Cálculo do volume de ar amostrado

O volume de ar amostrado deve ser calculado para cada amostra, de acordo com a seguinte expressão:

$$V = \frac{Q_m \times t}{1000}$$

sendo:

$V$  = volume de ar amostrado em  $m^3$

$Q_m$  = vazão média em L/min

$t$  = tempo total de coleta em minutos

*NOTA: Calcular a vazão média  $Q_m$ , conforme descrito na NHO 07.*

### 7.5.2 Cálculo da concentração da amostra

A concentração de material particulado no ar deve ser calculada para cada amostra de acordo com a seguinte expressão:

$$C = \frac{m}{V}$$

sendo:

$C$  = concentração da amostra em  $mg/m^3$

$m$  = massa da amostra em mg

$V$  = volume de ar amostrado em  $m^3$

### 7.5.3 Cálculo da concentração média ponderada pelo tempo

Os resultados de concentração de material particulado de cada amostra são utilizados para o cálculo da concentração média ponderada pelo tempo para a jornada de trabalho, conforme a seguinte expressão:

$$C_{MPT} = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2 + \dots + C_n t_n}{t_{total}}$$

sendo:

$C_{MPT}$  = concentração média ponderada pelo tempo

$C_n$  = concentração de material particulado obtida na amostra n

$t_n$  = tempo de coleta da amostra n

$t_{total}$  = tempo total de coleta =  $t_1 + t_2 + \dots + t_n$

*NOTA: No caso de amostra única, o tempo total de coleta é igual ao período de coleta. Portanto, a concentração de material particulado dessa amostra já é a concentração média ponderada pelo tempo para a jornada de trabalho.*

## 8 RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da aplicação deste procedimento são estimativas das concentrações de material particulado suspenso no ar de ambientes de trabalho.

Estes resultados podem ser utilizados para: avaliar a exposição dos trabalhadores; subsidiar a tomada de decisões quanto à implantação de medidas de controle preventivas e corretivas nos ambientes de trabalho; estudos epidemiológicos e de análise de risco, entre outros.

Na interpretação dos resultados, além da comparação dos valores de concentração com os limites de exposição ocupacional, deve-se levar em consideração as informações obtidas na literatura, o objetivo da avaliação quantitativa, a variabilidade das concentrações (especialmente em ambientes sem controle), as características específicas do material particulado avaliado e do processo de trabalho, entre outras.

## 9 RELATÓRIO

Recomenda-se que, no relatório técnico, sejam abordados, no mínimo, os aspectos a seguir apresentados:

- 
- introdução, incluindo objetivos do trabalho, justificativa e datas ou períodos em que foram desenvolvidas as avaliações quantitativas;
  - materiais e equipamentos utilizados (tipo, marca e modelo de bombas e dispositivos de coleta);
  - metodologias utilizadas (estratégia de coleta, métodos de coleta e métodos analíticos);
  - descrição das situações de exposição avaliadas;
  - resultados obtidos;
  - conclusões e recomendações;
  - referências bibliográficas.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. **MB-3422**: agentes químicos no ar: coleta de aerodispersóides por filtração. Rio de Janeiro, 1991. 22 p.
- 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, 2007.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 9**: programa de prevenção de riscos ambientais. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_09\\_at.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_09_at.pdf)>. Acesso em: 5 fev. 2009.
- \_\_\_\_\_. **NR 15**: atividades e operações insalubres. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_15.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.asp)>. Acesso em: 5 fev. 2009.
- CEN. **BS EN 481**: workplace atmospheres: size fraction definitions for measurement of airborne. Brussels: BSI, 1993. 13 p.
- COHEN, B. S.; McCAMMON, C. S. (Eds.) **Air sampling instruments for evaluation of atmospheric contaminants**. 9th ed. Cincinnati: ACGIH, 2001. 740 p.
- HSE. **Methods for the determination of hazardous substances (MDHS) guidance**. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/#3253>>. Acesso em: 5 fev. 2009.
- ISO. **Guia para a expressão de incerteza da medição**. Tradução ABNT, Inmetro. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT : Inmetro, 2003.
- \_\_\_\_\_. **ISO 7708**: air quality: particle size fraction definitions for health-related sampling. Geneva, 1995. 9 p.
- LEIDEL, N. A.; BUSH, K.A.; LYNCH, J. R. **Occupational exposure sampling strategy manual**. Cincinnati: NIOSH, 1977. 132 p.
- NIOSH. **NIOSH manual of analytical methods (NMAM)**. Disponível em <<http://www.cdc.gov/NIOSH/NMAM/>>. Acesso em: 5 fev. 2009.
- OSHA. **OSHA technical manual (OTM)**. Disponível em: <[http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_toc.html](http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_toc.html)>. Acesso em: 5 fev. 2009.
- PASTORELLO, N. A. H.; PINTO, T. C. N. O. **Calibração de bombas de amostragem individual pelo método da bolha de sabão**: procedimento técnico. São Paulo: Fundacentro, 2002. 30 p. (Normas de higiene ocupacional, 7). Disponível em: <<http://www.fundacentro>

gov.br/ARQUIVOS/PUBLICACAO/1/NHO07.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2009.

SANTOS, A. M. A. Determinação quantitativa de sílica livre cristalizada por difração de Raios-X. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 17, n. 65, p. 55-59, jan./mar. 1989.

\_\_\_\_\_.; AMARAL, N. C. **Análise gravimétrica de aerodispersóides coletados sobre filtros de membrana: método de ensaio**. São Paulo: Fundacentro, 2001. 34 p. (Normas de higiene ocupacional, 3). Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/ARQUIVOS/PUBLICACAO/1/NHO03.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2009.

FUNDACENTRO. Divisão de Higiene do Trabalho. Norma para avaliação da exposição ocupacional a aerodispersóides. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 13, n. 51, p. 63-68, jul./set. 1985.

## Anexo A – Posicionamento do sistema de coleta



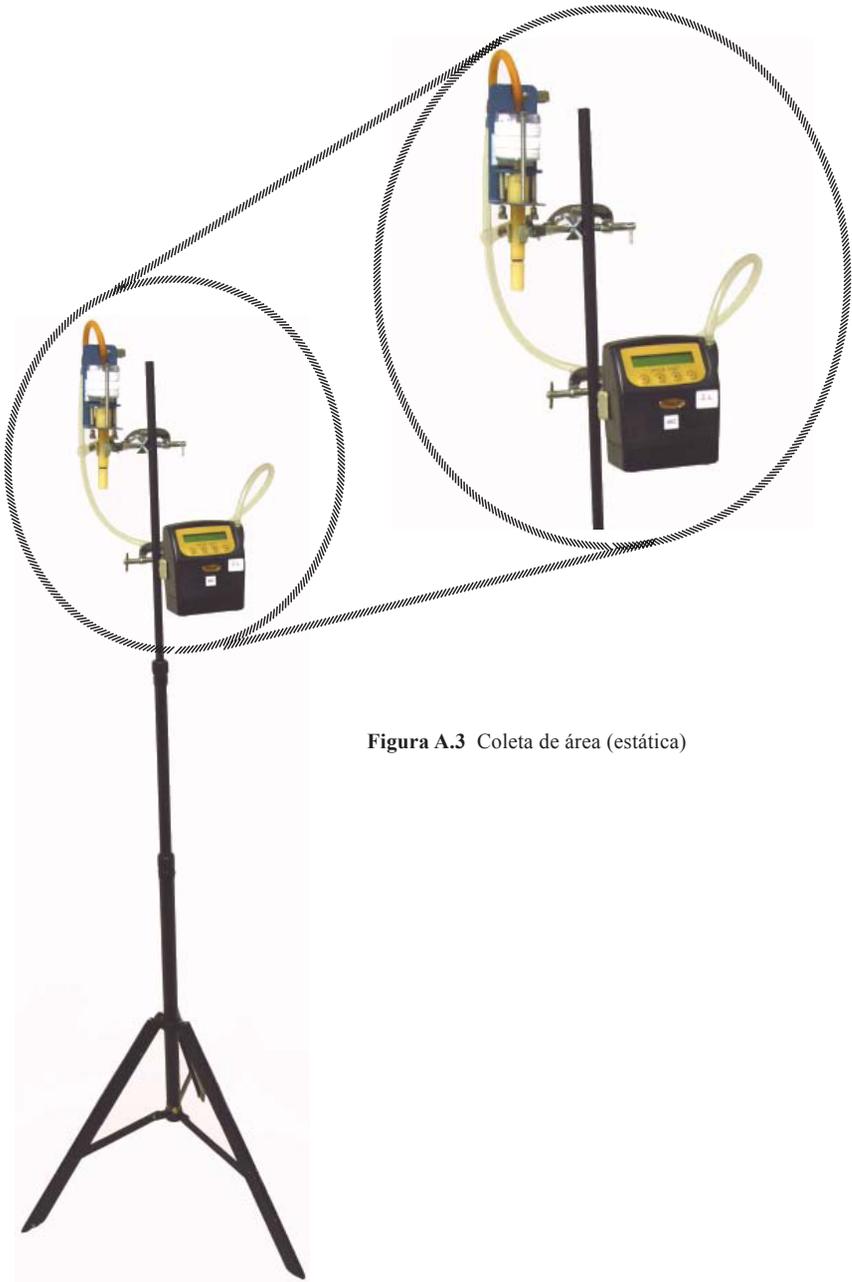
**Figura A.1** Coleta individual (pessoal) – frente



**Figura A.2** Coleta individual (pessoal) – costas

*NOTA: Este anexo é normativo.*

## Anexo A – Posicionamento do sistema de coleta



**Figura A.3** Coleta de área (estática)

*NOTA: Este anexo é normativo.*

## Anexo B – Procedimento para obtenção de um subgrupo de um grupo de exposição similar (GES)

Para obtenção de um GES, utilizar a Tabela 1, verificando na coluna “N” o número total de trabalhadores por atividade. Em seguida, na coluna “n” encontra-se o número correspondente de trabalhadores para a coleta.

Por meio de sorteio entre os trabalhadores do grupo “N”, identificam-se aqueles que formarão o subgrupo “n”.

**Tabela 1** Tamanho do subgrupo de trabalhadores que contém, pelo menos, um trabalhador com alta exposição

N	n
8	7
9	8
10	9
11-12	10
13-14	11
15-17	12
18-20	13
21-24	14
25-29	15
30-37	16
38-49	17
50	18

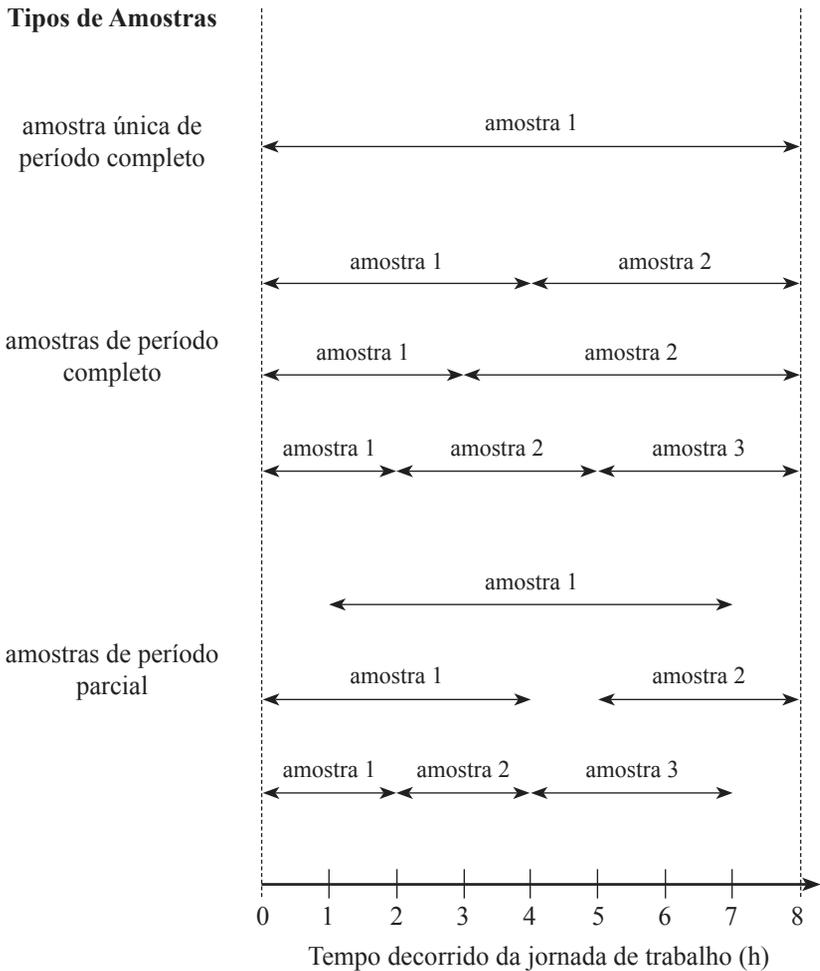
*N* = número total de trabalhadores do GES.

*n* = tamanho do subgrupo, se  $N < 8$  amostrar todos os trabalhadores.

**Fonte:** Leidel (1977).

*NOTA:* Este anexo é informativo.

## Anexo C – Diagrama representativo do número e tipo de amostras, segundo o período de coleta



**Fonte:** adaptação de Leidel (1977).

*NOTA: Este anexo é informativo.*

## Anexo D – Parâmetros para coleta e análise de material particulado suspenso no ar

Material particulado	Coleta		Análise	
	Fração	Dispositivo de coleta e vazão da bomba de amostragem	Técnica analítica	Método de referência*
Respirável	Respirável	a) Filtro de membrana de PVC, 5 µm de poro, 37 mm de diâmetro	Difratometria de raios X	NHO 03 e Santos (1989) NIOSH 7500
		b) Porta-filtro. Verificar a recomendação do método analítico		
		c) Separador de partículas Dorr-Oliver, de nylon, de 10 mm, com vazão de 1,7 L/min; ou Higgins-Dewell (HD), com vazão de 2,2 L/min; ou de alumínio, com vazão de 2,5 L/min.		
Respirável	Respirável	a) Filtro de membrana de PVC, 5 µm de poro, 37 mm de diâmetro	Difratometria de raios X	OSHA ID-142
		b) Porta-filtro de 2 ou 3 corpos		
		c) Separador de partículas Dorr-Oliver, com vazão de 1,7 L/min		
Respirável	Respirável	a) Filtro de membrana de PVC, 5 µm de poro, 37 mm de diâmetro	Espectrofotometria no infravermelho	NIOSH 7602
		b) Porta-filtro de 2 corpos		
		c) Separador de partículas Dorr-Oliver, de nylon, de 10 mm, com vazão de 1,7 L/min; ou Higgins-Dewell (HD), com vazão de 2,2 L/min		
Respirável	Respirável	a) Filtro de membrana de PVC ou PVC copolímero de acrilonitrila, 5 µm de poro, 25 mm de diâmetro	Espectrofotometria no infravermelho ou Difratometria de raios X	HSE-MDHS-101
		b) Porta-filtro. No método do HSE-MDHS 14/3, o porta-filtro e o separador de partículas são uma única peça		
		c) Separador de partículas Higgins-Dewell (HD), com vazão de 2,2 L/min; ou outro tipo, conforme recomendado no método HSE-MDHS 14/3		

PVC – Policloreto de vinila

\* Considerar sempre a última revisão dos métodos de referência.

NOTA: Este anexo é informativo.

## Anexo D – Parâmetros para coleta e análise de material particulado suspenso no ar

Material particulado	Coleta		Análise	
	Fração	Dispositivo de coleta e vazão da bomba de amostragem	Técnica analítica	Método de referência*
	Total	a) Filtro de membrana de EC, 0,8 µm de poro, ou de PVC, 5 µm de poro, 37 mm de diâmetro b) Porta-filtro com face fechada de 2 ou 3 corpos, com vazão de 1 L/min a 4 L/min	ICP-AES	NIOSH 7300
	Total	a) Filtro de membrana de EC, 0,8 µm de poro, ou de PVC, 5 µm de poro, 37 mm de diâmetro b) Porta-filtro com face fechada, de 2 ou 3 corpos, com vazão de 2 L/min	ICP-AES Espectrofotometria de absorção atômica	OSHA ID-125G OSHA ID-121
	Inalável	a) Filtro de membrana de EC, 0,8 µm de poro, 25 mm de diâmetro para o porta-filtro tipo IOM, ou 37 mm de diâmetro para o dispositivo cônico. Verificar a recomendação do método analítico b) Porta-filtro tipo IOM, com vazão de 2 L/min; ou dispositivo cônico, com vazão de 3,5 L/min	HSE-MDHS Existem vários métodos específicos	
Carvão vegetal Negro de fumo Madeira Cereais	Total	a) Filtro de membrana de PVC, 5 µm de poro, 37 mm de diâmetro b) Porta-filtro com face fechada de 3 corpos, com vazão de 1 L/min a 2 L/min	Gravimetria	NHO 03 e NIOSH 0500
	Inalável	a) Filtro de membrana de PVC, 5 µm de poro, 25 mm de diâmetro para o porta-filtro tipo IOM ou 37 mm de diâmetro para o dispositivo cônico b) Porta-filtro tipo IOM, com vazão de 2 L/min; ou dispositivo cônico, com vazão de 3,5 L/min.	Gravimetria	HSE-MDHS 14/3

ICP-AES – Espectrometria de emissão atômica com fonte de plasma induzido (“Inductively coupled argon plasma, atomic emission spectroscopy”).

PVC – Policloreto de vinila EC – Éster de celulose

\* Considerar sempre a última revisão dos métodos de referência.

NOTA: Este anexo é informativo.

## Anexo D – Parâmetros para coleta e análise de material particulado suspenso no ar

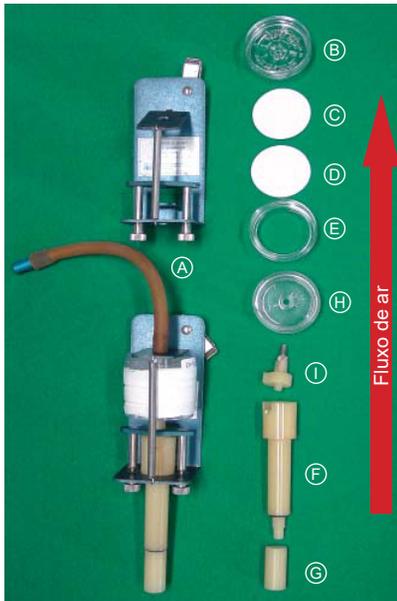
Material particulado	Coleta		Análise	
	Fração	Dispositivo de coleta e vazão da bomba de amostragem	Técnica analítica	Método de referência*
Partículas não especificadas de outra maneira (PNOS)	Inalável	a) Filtro de membrana de PVC, 5 µm de poro, 25 mm de diâmetro para o porta-filtro tipo IOM ou 37 mm de diâmetro para o dispositivo cônico b) Porta-filtro tipo IOM, com vazão de 2 L/min; ou dispositivo cônico, com vazão de 3,5 L/min	Gravimetria	HSE-MDHS 14/3
	Respirável	a) Filtro de membrana de PVC, 5 µm de poro, 25 mm de diâmetro para o separador de partículas HD ou 37 mm de diâmetro para os outros separadores b) Porta-filtro c) Separador de partículas Higgins-Dewell (HD), com vazão de 2,2 L/min; ou Dorr-Oliver de nylon de 10 mm, com vazão de 1,7 L/min; ou GK2.69, com vazão de 4,2 L/min		
	Respirável	a) Filtro de membrana de PVC, 5 µm de poro, 37 mm de diâmetro. b) Porta-filtro c) Separador de partículas Dorr-Oliver de nylon de 10 mm, com vazão de 1,7 L/min; ou Higgins-Dewell (HD), com vazão de 2,2 L/min; ou de alumínio, com vazão de 2,5 L/min		

PVC – Policloreto de vinila

\* Considerar sempre a última revisão dos métodos de referência.

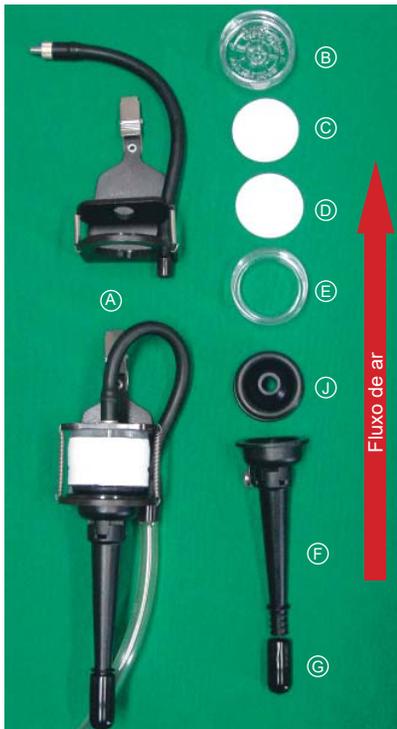
NOTA: Este anexo é informativo.

## Anexo E – Exemplos de dispositivos de coleta



**Figura E.1** Dispositivo de coleta para particulado respirável (Dorr-Oliver)

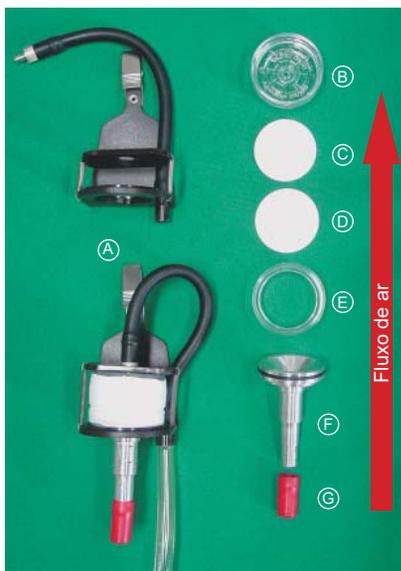
- (A) Suporte para o dispositivo de coleta
- (B) Parte inferior do porta-filtro
- (C) Suporte do filtro
- (D) Filtro de membrana
- (E) Anel central do porta-filtro
- (F) Separador de partículas
- (G) Porta-resíduos
- (H) Parte superior do porta-filtro
- (I) Parte superior do separador de partículas



**Figura E.2** Dispositivo de coleta para particulado respirável

- (F) Separador de partículas
- (G) Porta-resíduos
- (H) Parte superior do porta-filtro
- (I) Parte superior do separador de partículas
- (J) Adaptador para o porta-filtro

## Anexo E – Exemplos de dispositivos de coleta



**Figura E.3** Dispositivo de coleta para particulado respirável (alúminio)

- (A) Suporte para o dispositivo de coleta
- (B) Parte inferior do porta-filtro

- (C) Suporte do filtro

- (D) Filtro de membrana

- (E) Anel central do porta-filtro

- (F) Separador de partículas

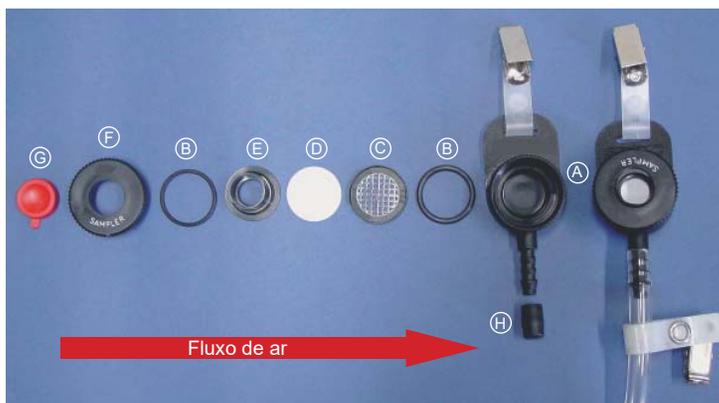
- (G) Porta-resíduos



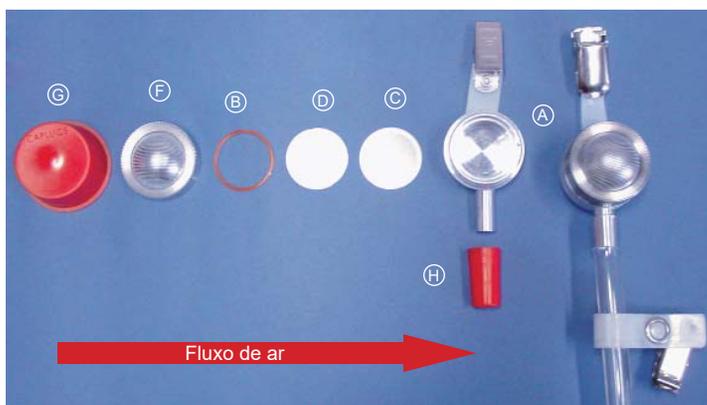
**Figura E.4** Dispositivo de coleta para particulados torácico e respirável

*NOTA: Este anexo é informativo.*

## Anexo E – Exemplos de dispositivos de coleta



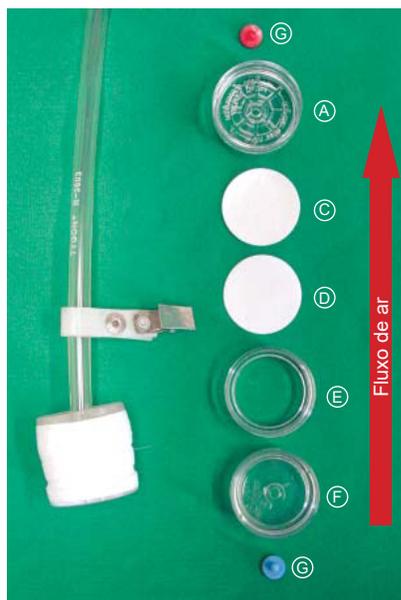
**Figura E.5** Dispositivo de coleta tipo IOM para particulado inalável



**Figura E.6** Dispositivo de coleta tipo BOTTON para particulado inalável

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| (A) Parte inferior do porta-filtro | (F) Parte superior do porta-filtro com orifício de entrada de 4 mm. |
| (B) Anel de vedação                | (G) Tampa do porta-filtro   |
| (C) Suporte do filtro              | (H) Plugue  |
| (D) Filtro de membrana             |   |
| (E) Parte central do porta-filtro  |   |

## Anexo E – Exemplos de dispositivos de coleta



**Figura E.7** Dispositivo de coleta para particulado total (cassete)

- (A) Parte inferior do porta-filtro
- (B) Parte superior do porta-filtro com orifício de entrada de 4 mm.
- (C) Suporte do filtro
- (D) Filtro de membrana
- (E) Parte central do porta-filtro
- (F) Parte superior do porta-filtro com orifício de entrada de 4 mm.
- (G) Plugue

*NOTA: Este anexo é informativo.*

## Anexo F – Eficiência de coleta, em massa, para as diferentes frações de material particulado

**Tabela F.1** Fração de particulado inalável

<i>Diâmetro aerodinâmico da partícula (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>% Massa de particulado inalável (I)</i>
0	100
1	97
2	94
5	87
10	77
20	65
30	58
40	54,5
50	52,5
100	50

**Tabela F.2** Fração de particulado torácico

<i>Diâmetro aerodinâmico da partícula (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>% Massa de particulado torácico (T)</i>
0	100
2	94
4	89
6	80,5
8	67
10	50
12	35
14	23
16	15
18	9,5
20	6
25	2

**Fonte:** ACGIH® (2007).

*NOTA: Este anexo é normativo.*

## Anexo F – Eficiência de coleta, em massa, para as diferentes frações de material particulado

**Tabela F.3** Fração de particulado respirável

<i>Diâmetro aerodinâmico da partícula (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>% Massa de particulado respirável (R)</i>
0	100
1	97
2	91
3	74
4	50
5	30
6	17
7	9
8	5
10	1

**Fonte:** ACGIH® (2007).

*NOTA: Este anexo é normativo.*

## Anexo G – Modelo de formulário para registro de dados

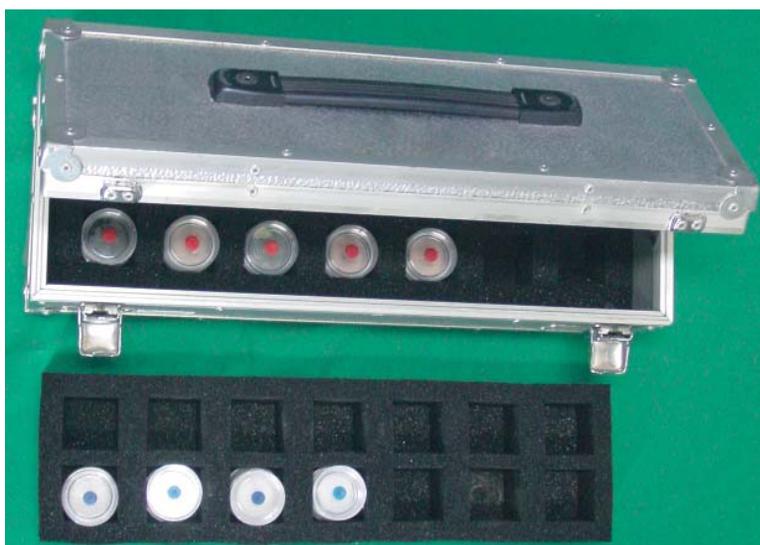
<b>Dados de coleta</b>										
Empresa		Responsável pela coleta			Data da coleta					
Setor		Material particulado			N° da bomba de amostragem			Código do filtro		
Atividade/Equipamento/Local avaliados		Nome do trabalhador								
Tipo de coleta		Fração coletada			Tempo de coleta					
Tipo do dispositivo de coleta		Horário			1°	2°	3°	4°	Tempo total (min)	
Individual		Respirável								
		Torácica								
		Inalável								
		Total								
		<b>Observações gerais quanto às medidas de controle, sistema de exaustão, substâncias presentes, entre outras</b>								
<b>Bomba de amostragem</b>										
Calibração inicial					Calibração final					
Tempo inicial (s)	Tempo inicial médio (s)	Vazão inicial (L/min)	Tempo final (s)	Tempo final médio (s)	Tempo final (s)	Tempo final médio (s)	Vazão final (L/min)			
<b>Varição média:</b>				<b>Varição da vazão:</b>						

NOTA: Este anexo é informativo.

## Anexo H – Modelos de caixas para transporte de porta-filtros contendo amostras de material particulado



**Figura H.1** Caixa de papelão contendo espuma com cortes circulares no tamanho do porta-filtro de coleta



**Figura H.2** Caixa de alumínio contendo mais uma camada de espuma

*NOTA: Este anexo é informativo.*

---

**Sobre o livro**

Composto em Times 11 (textos)  
em papel offset 90g/m<sup>2</sup> (miolo)  
e cartão supremo 250g/m<sup>2</sup> (capa)  
no formato 16x23 cm

Impressão: Gráfica da Fundacentro

1ª edição: 2009

Tiragem: 5.000

---

**MINISTÉRIO**  
DO TRABALHO E EMPREGO

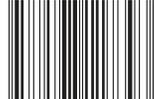


**FUNDACENTRO**  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Rua Capote Valente, 710  
São Paulo - SP  
05409-002  
tel.: 3066-6000

[www.fundacentro.gov.br](http://www.fundacentro.gov.br)

ISBN 978-85-98117-39-3



9 788598 117393