

**Manual Prático de  
Avaliação e Controle de  
Poeira e outros  
Particulados**

**PGR**

1ª edição — 2000  
2ª edição — 2002  
3ª edição — 2007  
4ª edição — 2010  
5ª edição — 2012  
6ª edição — 2013  
7ª edição — 2014  
8ª edição — 2016  
9ª edição — 2018  
10ª edição — 2019  
11ª edição — 2023

AUTORIA  
**TUFFI MESSIAS SALIBA**

**LTR**<sup>®</sup>

---

**Manual Prático de  
Avaliação e Controle de**

**POEIRA**

**e outros Particulados**

**PGR**

**11ª EDIÇÃO**  
**2023**



LTr Editora Ltda.

© Todos os direitos reservados

Rua Jaguaribe, 571  
CEP 01224-003  
São Paulo, SP — Brasil  
Fone (11) 2167-1101  
www.ltr.com.br  
Abril, 2023

Produção Gráfica e Editoração Eletrônica: RLUX  
Projeto de capa: DANILO REBELLO  
Impressão: META BRASIL

Versão impressa — LTr 6399.3 — ISBN 978-65-5883-208-9  
Versão digital — LTr 9874.4 — ISBN 978-65-5883-209-6

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

---

Saliba, Tuffi Messias  
Manual prático de avaliação e controle de  
poeira [livro eletrônico] : e outros particulados : PGR / Tuffi  
Messias Saliba. — 11. ed. — São Paulo : LTr, 2023.

PDF

Bibliografia.  
ISBN 978-65-5883-209-6

1. Medicina do trabalho 2. Partículas 3. Poeira —  
Medição 4. Programa de Prevenção de Riscos  
Ambientais 5. Segurança do trabalho I. Título.

23-141590

CDD-363.11

---

Índice para catálogo sistemático:

1. Particulados : Ambiente de trabalho : Riscos :  
Bem-estar social 363.11  
2. Poeira : Ambiente de trabalho : Riscos :  
Bem-estar social 363.11

Cibele Maria Dias — Bibliotecária — CRB-8/9427

## **AGRADECIMENTOS**

*Aos profissionais, relacionados a seguir, que colaboraram direta ou indiretamente na elaboração deste manual:*

*Márcia Angelim Chaves Corrêa — Engenheira de Segurança do Trabalho*

*Lênio Sérgio Amaral — Engenheiro de Segurança do Trabalho*

*Marcos Roberto de Paula — Técnico de Segurança do Trabalho*

*Sofia Conceição Reis Saliba — Auditora Fiscal do Trabalho*

*Maria Beatriz de Freitas Lanza — Engenheira de Segurança do Trabalho*



# SUMÁRIO

## PARTE I

### DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

1. Considerações Gerais .....	11
2. Definições .....	12
2.1. Classificação quanto à formação .....	12
2.2. Classificação quanto ao tamanho da partícula.....	13
2.3. Classificação quanto ao efeito no organismo.....	14
3. Tipos de Particulados, Efeitos e Ocorrência no Ambiente de Trabalho.....	14
3.1. Sílica.....	14
3.2. Asbestos .....	15
3.3. Algodão.....	16
3.4. Caulim .....	17
3.5. Madeira.....	17
3.6. Grãos (trigo, cevada).....	18
3.7. Partículas (insolúveis ou de baixa solubilidade) não especificadas de outra maneira — PNOS.....	18
3.8. Partículas metálicas .....	19
3.9. Negro de fumo.....	20

## PARTE II

### PARÂMETROS UTILIZADOS NAS AVALIAÇÕES DE PARTICULADOS

1. Tamanho das Partículas .....	21
2. Contagem de Partículas .....	22
3. Análise Gravimétrica.....	23
4. Estratégia de Amostragem .....	23

5. Grupo Homogêneo de Exposição .....	23
6. Tipos de Amostragem.....	25
7. Unidades de Medida.....	26

### PARTE III

#### INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

1. Bomba Gravimétrica de Poeira .....	27
2. Meio de Coleta (Filtros, Porta-filtros e Suportes) .....	28
3. Sistema Separador de Tamanho de Partículas (Ciclone).....	30
4. Calibradores Tipo Bolha de Sabão.....	35
5. Calibrador Eletrônico .....	37
6. Elutriador Vertical para Poeira de Algodão.....	38

### PARTE IV

#### AVALIAÇÃO OCUPACIONAL DOS PARTICULADOS

1. Limites de Tolerância da NR-15. Portaria n. 3.214/78 do MTE .....	40
2. Limites de Exposição recomendados pela ACGIH.....	43
3. Procedimento de Avaliação .....	45
3.1. Poeira contendo sílica livre cristalizada.....	46
3.2. Asbestos.....	57
3.3. Fumos e poeiras metálicas.....	57
3.4. Fumo total.....	63
3.5. Poeira de algodão .....	64
3.6. Negro de fumo.....	66
3.7. Partículas (insolúveis ou de baixa solubilidade) não especificadas de outra maneira — PNOS .....	68
3.8. Caulim .....	69
3.9. Cereais .....	69
3.10. Poeira de madeira .....	70
4. Avaliação de Poeira para Fins Preventivos.....	70



5. Avaliação de Poeira e Tratamento Estatístico dos Dados.....	73
6. Avaliação de Poeira para Fins de Insalubridade e Aposentadoria Especial.....	75
6.1. Insalubridade.....	75
6.2. Aposentadoria especial.....	76

## **PARTE V**

### **ATMOSFERAS EXPLOSIVAS POR POEIRA**

1. Risco de Explosão.....	78
2. Áreas Classificadas.....	83
3. Medidas de Proteção Contra Explosão.....	84

## **PARTE VI**

### **MEDIDAS DE CONTROLE**

1. Medidas Relativas ao Ambiente.....	90
2. Medidas Relativas ao Homem.....	97
2.1. Limitação do tempo de exposição.....	97
2.2. Educação e treinamento.....	97
2.3. Equipamentos de proteção individual.....	97

## **PARTE VII**

### **PGR**

1. Identificação dos Riscos e Caracterização da Exposição.....	102
2. Avaliação das Exposições Ocupacionais aos Agentes Físicos, Químicos e Biológicos.....	103
2.1. Severidade.....	105
2.2. Probabilidade.....	106
2.3. Matriz de risco.....	109
3. Controle dos Riscos Ocupacionais.....	109
3.1. Plano de Ação.....	111

3.2. Acompanhamento das Medidas de Controle Implantadas .....	111
3.3. Acompanhamento da Saúde Ocupacional dos Trabalhadores .....	111

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>113</b>
--------------------------	------------

#### **APÊNDICES**

Apêndice I — Exemplo de Avaliação Estatística de Particulados .....	117
Apêndice II — Laudo Técnico de Avaliação de Exposição à Poeira .....	125
Apêndice III — Quadro/Resumo dos Métodos .....	127
Apêndice IV — Normas Regulamentadoras (NR-9 e NR-15).....	128
Apêndice V — PGR — Programa de Gerenciamento de Riscos Ocupacionais.....	141

## PARTE I

### DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

#### 1. Considerações Gerais

Desde que os primeiros animais começaram a habitar a superfície terrestre, sua respiração se fez por meio dos pulmões, e tinham de respirar um ar no qual existiam partículas em suspensão. Daí o sistema respiratório ter sido moldado de modo que fosse possível eliminar inofensivamente essa quantidade de partículas presentes no meio ambiente. O problema aparece quando essas partículas são inspiradas a uma velocidade tal que nosso sistema respiratório é incapaz de eliminá-las. Isso ocorre quando a concentração de partículas no ambiente é grande e o tempo de exposição é bem superior àquele de que o nosso organismo dispõe para ser capaz de eliminá-las. Essa alta concentração de poeira nociva e a longa exposição podem ser observadas principalmente quando o homem realiza seu trabalho nas indústrias, vez que as partículas mais prejudiciais aparecem quando geradas por um processo artificial.<sup>(1)</sup>

Para evitar a exposição nociva à saúde, é necessário um estudo sistemático dos locais de trabalho, com avaliação quantitativa dos particulados e comparação com os limites de tolerância normalizados, além da adoção de medidas de controle, normas de procedimentos seguros e vigilância médica.

Desde a Antiguidade, encontramos estudos sobre a nocividade da poeira, os quais remontam a Hipócrates (IV a.C.). Posteriormente, Plínio citou a utilização de bexigas (balão) pelos refinadores de chumbo, que as usavam sobre a face para evitar a inalação de poeira. Ao longo da história, vários pesquisadores (Galeno, Platão, Marcial, dentre outros) tratam de alguma maneira o problema da nocividade da poeira. Em

---

(1) RODRIGUEZ, José M.; AMILLO, Javier Gomes-Hortiguela. *Curso de evaluación y control de ambiente pulvigenos*. IX Congreso Nacional de Medicina Higiene y Seguridad del Trabajo, Palma de Mallorca y 10 de Octubre de 1980.

1672, Van Diemberbroeck estudou vários cortadores de pedra mortos e comprovou na autópsia, ao dissecá-los, que seus pulmões pareciam feitos de areia. Em 1700, B. Ramazzini estudou os sintomas clínicos e lesões ocasionadas pela inalação de pó. Nos dias atuais, os estudos da exposição e controle dos particulados evoluíram bastante e, neste trabalho, procuramos informar e explicar os aspectos mais importantes da matéria.

## **2. Definições**

De forma ampla, o material particulado contaminado é todo aquele aerossol que se encontra em suspensão no ar e que pode ser nocivo à saúde. De acordo com sua formação, os particulados podem ser classificados como sólidos ou líquidos. Como particulados líquidos, temos as névoas e neblinas, e como particulados sólidos, as poeiras (fibras) e os fumos.

### *2.1. Classificação quanto à formação*

#### *A. Poeira*

São partículas sólidas produzidas por ruptura mecânica de um sólido, seja pelo simples manuseio (limpeza de bancadas), seja em consequência de uma operação mecânica (trituração, moagem, peneiramento, polimento, dentre outras).

Exemplos: Poeira de sílica, asbesto e carvão.

#### *B. Fumos metálicos*

São partículas sólidas resultantes da condensação de vapores ou reação química, geralmente após a volatilização de metais fundidos.

Exemplo: Fumos de ferro gerados em uma operação de solda elétrica.

#### *C. Névoas e neblinas*

Névoas e neblinas são partículas líquidas produzidas por ruptura mecânica de líquido ou por condensação de vapores de substâncias que são líquidas à temperatura ambiente.

Exemplo: Névoa de tinta — resultante de pintura a pistola.

#### D. Fibras

São partículas sólidas produzidas por ruptura mecânica de sólidos que se diferenciam das poeiras porque têm forma alongada, com um comprimento de 3 a 5 vezes superior a seu diâmetro.

Exemplos: {  
Animal — lã, seda, pelo de cabra e camelo  
Vegetal — algodão, linho, cânhamo  
Mineral — asbesto, vidro e cerâmica

Deve-se salientar que essa classificação é apenas para facilitar a compreensão, pois, do ponto de vista da Higiene, não é muito significativa a maneira como as partículas são originadas para fins de avaliação e controle.

#### 2.2. Classificação quanto ao tamanho da partícula

Quanto ao tamanho das partículas, temos a seguinte classificação:

TIPO DE PARTICULADO	TAMANHO APROXIMADO ( $\mu\text{m}$ )
Sedimentável	$10 < \varnothing < 150$
Visível	$\varnothing > 40$
Inalável	$\varnothing < 100$
Torácica	$\varnothing < 25$
Respirável	$\varnothing < 10$

As partículas mais nocivas à saúde são as torácicas e respiráveis, no entanto, devido seu tamanho, não podem ser avaliadas usando-se somente nossos sentidos, pois não são visíveis, sendo necessário recorrer a aparelhos de medição. Outro fator importante na avaliação do risco de exposição, é o tempo de permanência das partículas no ar. Esse tempo depende:

- tamanho das partículas;
- peso específico;
- velocidade de movimentação do ar.

Do ponto de vista da Higiene do Trabalho, o tamanho das partículas é fundamental para avaliação quantitativa e controle da exposição à poeira.

### 2.3. Classificação quanto ao efeito no organismo

A classificação quanto ao tipo de dano que a poeira pode produzir no organismo é a seguinte:

— *Pneumoconiótica*: aquela que pode provocar algum tipo de pneumoconiose. Ex.: silicose, asbestose, antracose, bissinose.

— *Tóxica*: pode causar enfermidade tanto por inalação quanto por ingestão. Ex.: metais como chumbo, mercúrio, arsênio, cádmio, manganês, cromo etc.

— *Alérgica*: aquela que pode causar algum tipo de processo alérgico. Ex.: poeira de resina epóxi e algumas poeiras de madeira.

— *Inerte*: produz enfermidades leves e reversíveis, causando geralmente bronquite, resfriados etc.

## 3. Tipos de Particulados, Efeitos e Ocorrência no Ambiente de Trabalho

### 3.1. Sílica

A sílica é encontrada na natureza em abundância, pois constitui a maior parte da crosta terrestre. Sua fórmula química é constituída por um átomo de silício e dois de oxigênio ( $\text{SiO}_2$ ).

Esses átomos, por sua vez, unem-se a outros formando diversas estruturas cristalizadas, resultando em diferentes classes de sílicas cristalizadas. Desse modo, a sílica cristalizada pode apresentar-se em forma de quartzo, cristobalita, tridmita, amorfa. A nocividade das partículas de  $\text{SiO}_2$  é maior de acordo com a sua forma. Assim, a sílica amorfa e a fundida são menos nocivas que as cristalizadas.

De maneira geral, vários são os fatores que influenciam na maior ou menor intensidade fibrogênica de determinado tipo de particulado, dentre os quais se destacam:

- concentração de poeira inalada;
- teor de sílica;

- forma cristalizada das partículas;
- tamanho das partículas;
- duração da exposição.

O dano direto provocado pelo particulado é proporcional à concentração de particulado inalado e duração de exposição.

A sílica nas formas cristalinas, ou seja, não combinada com nenhum elemento químico, é a substância causadora da doença silicose (KULSCAR NETO, 1992) e, evidentemente, quanto maior o percentual de sílica, maior será a nocividade da poeira.

Outro fator importante na ocorrência da silicose é o tamanho das partículas. As partículas maiores são selecionadas pelo sistema respiratório, enquanto as menores podem chegar aos alvéolos pulmonares. A ACGIH considera a exposição à poeira de quartzo ou sílica livre cristalizada como carcinogênico suspeito em humanos. Já a Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos (Linach) da Organização Mundial da Saúde (OMS) considera o quartzo como carcinogênico para humanos. A Portaria Interministerial n. 9, de 7 de outubro de 2014, toma como referência a Linach.

### *Ocorrência*

A exposição ocupacional à poeira contendo sílica ocorre em diversos ambientes de trabalho e ramos de atividade, tais como: mineração de ouro, ferro, extração de calcário, dentre outros. Nessas indústrias, tanto na extração como no beneficiamento, há presença de particulados que podem conter sílica. Outros ramos de atividade em que há a presença de poeira sílica: construção civil, fundição, indústria de refratários, siderúrgicas.

### *3.2. Asbestos*

Recentemente, houve um aumento dos estudos sobre as fibras de asbesto.

De acordo com as mais recentes teorias sobre os mecanismos de dano dessas fibras, foi indicado que a causa é o formato da partícula, dependendo do qual podem ser encontradas propriedades cancerígenas. As fibras se classificam em naturais ou artificiais.

Os perigos para a saúde relacionados com os asbestos encontram-se, na maioria das vezes, circunscritos ao aspecto da atividade

profissional. A inalação das fibras de asbesto por pessoas submetidas à exposição prolongada e a concentrações relativamente elevadas pode provocar insuficiência respiratória, causando até mesmo um câncer bronquial ou um mesotela.

O asbesto, ou amianto, em todas as formas, inclusive actinolita, amosita, antofilita, crisotila, crocidolita, tremolita, é considerado como carcinogênicos para humanos (grupo 1) da Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos (Linach), conforme Portaria Interministerial n. 9, de 7 de outubro de 2014 do Ministério do Trabalho e Emprego.

### Ocorrência

A exposição às fibras de asbestos ocorre principalmente nas indústrias de fabricação de telhas, chapas, caixas-d'água e de amianto; na fabricação de guarnições de freio e embreagem, lonas de freios; na confecção de roupas protetoras para bombeiros e pilotos de carro de corrida. Nas indústrias de papel e papelão, o amianto é usado como isolante térmico.

Por maioria de votos, o Plenário do Supremo Tribunal Federal (STF) reafirmou a declaração de inconstitucionalidade do art. 2º da Lei federal n. 9.055/1995 que permitia a extração, industrialização, comercialização e a distribuição de uso do amianto na variedade crisotila no país. A inconstitucionalidade do dispositivo já havia sido incidentalmente declarada no julgamento da ADI 3937, mas na sessão do dia 29.11.17 os ministros deram efeito vinculante e *erga omnes* (para todos) à decisão<sup>(2)</sup>.

### 3.3. Algodão

A exposição à poeira de algodão produz uma enfermidade denominada bissinose. Os sintomas dessa doença são: dor no peito, tosse, dificuldade respiratória, dispneia. Além disso, a exposição a esse agente pode produzir também diminuição da força respiratória, bronquite, febre, além de sintomas respiratórios frequentes. A bissinose também é produzida por outros tipos de fibra, como o linho ou o cânhamo.

A causa principal dessa doença está associada à quantidade de poeira inalada e ao tempo de exposição. Há, também, outras causas

---

(2) Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/cms/verNoticia>>. Acesso em: 29 nov. 2017.



que influem, como a poluição atmosférica, o hábito do tabaco e as afecções respiratórias.

A bissinose é uma enfermidade difícil de detectar, pois não apresenta alterações radiográficas ou patológicas específicas.

#### *Ocorrência*

A exposição ocupacional à poeira de algodão ocorre mais frequentemente na fabricação de tecidos. Nos setores de abertura, cardas e fiação a exposição é maior do que na tecelagem, revisão e expedição. Em outros ramos de atividade também pode ocorrer exposição, como, por exemplo, na indústria de confecção.

#### *3.4. Caulim*

Segundo a ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), a inalação de quantidade excessiva de poeira de caulim pode causar dano à pele e às mucosas, além de pneumoconiose. O limite de tolerância para exposição ocupacional à poeira respirável de caulim é de 2,0 mg/m<sup>3</sup> (ACGIH, 2022). O NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) não modificou o limite de tolerância para poeira de caulim. Já a OSHA (*Occupational Safety and Health administration*) pretende desenvolver no futuro um estudo mais aprofundado da toxicologia do caulim. Atualmente, esse órgão estabelece os limites de tolerância de 10 mg/m<sup>3</sup> para poeira total e 5,0 mg/m<sup>3</sup> para poeira respirável. Esses limites estão baseados nos danos causados à pele e às mucosas. Deve-se salientar ainda que os limites de exposição estabelecidos para o caulim são válidos para poeira em suspensão que não contenha sílica livre cristalizada e/ou asbestos.

#### *Ocorrência*

A ocorrência de poeira de caulim acontece principalmente na mineração de caulim, tanto na extração quanto no beneficiamento.

#### *3.5. Madeira*

A poeira de madeira é definida como qualquer tipo de particulado em suspensão proveniente do manuseio da madeira. A madeira dura é derivada de espécies de árvores de folhas grossas, como, por exem-

plo, o carvalho e a faia. A exposição à poeira de madeira pode produzir diversos efeitos na saúde do ser humano, tais como dermatite, irritação, alergias respiratórias e câncer, segundo estudos baseados em evidências epidemiológicas (ACGIH, 2017).

#### *Ocorrência*

A exposição à poeira de madeira é mais acentuada na fabricação de móveis. As operações com serra circular, desengrosso, plaina, tupia e lixadeira são as fontes mais significantes. Nas indústrias de reflorestamento e fabricação de celulose, e na construção civil, também pode ocorrer exposição a esse agente.

#### *3.6. Grãos (trigo, cevada)*

Os efeitos da inalação da poeira de grãos são conhecidos por vários séculos. Ramazzini, em 1713, descreveu os riscos respiratórios associados à exposição de cereais. Diversos estudos epidemiológicos feitos nas últimas décadas demonstraram que a exposição à poeira de grãos pode causar: “febre do grão”, chiado, dor no peito, tosse, bronquite, irritação nasal e nos olhos, além de sintomas de doenças respiratórias crônicas. Com relação aos limites de tolerância, estes são fixados pelos organismos internacionais, desde que a poeira em suspensão não contenha sílica livre cristalizada e/ou asbestos (ver limites da ACGIH, Parte IV).

#### *Ocorrência*

A exposição à poeira de grãos ocorre na agricultura, portos e em outros locais onde há armazenamento desse produto.

#### *3.7. Partículas (insolúveis ou de baixa solubilidade) não especificadas de outra maneira — PNOS*

Segundo a ACGIH, as partículas insolúveis ou fracamente solúveis, mesmo que biologicamente inertes, podem causar efeitos adversos à saúde; sendo assim, recomenda que as concentrações ambientais devem ser mantidas abaixo de 3,0 mg/m<sup>3</sup> para partículas respiráveis e 10 mg/m<sup>3</sup> para partículas inaláveis, até que seja estabelecido um li-

mite de exposição para substância específica. A ACGIH recomenda também que, para enquadramento desse tipo de particulado, deve-se observar que:

- não tenha o particulado um limite de tolerância específico;
- seja insolúvel ou fracamente solúvel em água (preferencialmente nos fluidos aquosos do pulmão, se houver dados disponíveis);
- tenha baixa toxicidade, ou seja, não seja citotóxico, genotóxico ou quimicamente reativo de outra forma com o tecido pulmonar e não emita radiação ionizante, cause imunossensibilização ou outros efeitos tóxicos que não a inflamação ou o mecanismo de sobrecarga pulmonar. Acrescente-se, ainda, que é importante verificar o teor de quartzo na amostra e a presença de asbestos para o enquadramento do particulado como PNOS. É recomendado que o particulado não contenha asbestos e o percentual de quartzo seja inferior a 1,0%.

#### *Ocorrência*

A presença desse tipo de particulado pode ocorrer em diversos ramos de atividade, tais como: fábrica de cimento, cal, indústria de papel, dentre outros.

#### *3.8. Partículas metálicas*

Os efeitos da exposição a fumos ou poeiras metálicas estão condicionados ao tipo de substância presente. Assim sendo, dependendo do processo e das matérias-primas utilizadas, pode ocorrer a exposição a ferro, manganês, zinco, chumbo, cromo, dentre outros. Essas substâncias podem produzir pneumoconioses, doenças como saturnismo (chumbo) e manganismo, irritação, dentre outras.

A exposição a fumos metálicos pode produzir a “febre dos fundidores”. Essa doença resulta no aparecimento de tosse, dores nos músculos e nas juntas, febre e resfriados. Todavia, é passageira, e a recuperação ocorre de um a dois dias após cessar a exposição.

Alguns metais são considerados como carcinogênicos para humanos (grupo 1) da Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos (Linach), conforme Portaria Interministerial n. 9, de 7 de outubro de 2014 do Ministério do Trabalho e Emprego, tais como: cádmio e compostos de cádmio; compostos de cromo (VI); arsênio e compostos inorgânicos de arsênio.

#### *Ocorrência*

A exposição à poeira metálica pode ocorrer em: mineração, operações de rebarbação de peças metálicas, fabricação de baterias etc. A exposição a fumos metálicos é mais frequente nas operações de soldagem, fundições, aciarias, dentre outras. Nas operações de pintura a pistola, a névoa de tinta formada pode conter pigmentos metálicos, tais como: chumbo e cromo.

#### *3.9. Negro de fumo*

A exposição à poeira de negro de fumo pode produzir efeitos sobre os pulmões. A ACGIH não considera este agente sob suspeita de ser carcinogênico para o ser humano, porém os dados existentes são insuficientes para se chegar a essa conclusão.

#### *Ocorrência*

A exposição a esse agente ocorre com maior frequência na fabricação de borracha.