



Floresta e Ambiente

Versão impressa ISSN 1415-0980 versão on-line ISSN 2179-8087

Floresta Ambient. vol.24 Seropédica 2017 Epub 16 de out de 2017

<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.086514>

ARTIGO ORIGINAL

Avaliação da Concentração de Poeira MDF Transportada pelo Ar em Fábricas de Móveis

Renilson Luiz Teixeira ¹ *

José Reinaldo Moreira da Silva ²

Nilton Cesar Fiedler ³

José Tarcísio Lima ²

Paulo Fernando Trugilho ²

Antônio Carlos Neri ⁴

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFES, Colatina / ES, Brasil

² Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras / MG, Brasil

³ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Jerônimo Monteiro / ES, Brasil

⁴ Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras / MG, Brasil

Serviços sob demanda

Diário

- SciELO Analytics
- Google Acadêmico H5M5 (2017)

Artigo

- texto nova página (beta)
- Inglês (pdf)
- Inglês (epdf)
- Artigo no formato xml
- Referências de artigos
- Como citar este artigo
- SciELO Analytics
- Currículo ScienTI
- Tradução automática

Indicadores

Links Relacionados

Compartilhar

Mais

Mais

Permalink

ABSTRATO

Altas concentrações de poeira transportada pelo ar são observadas durante o corte de placas de fibra de madeira de média densidade (MDF). Essa poeira, inicialmente considerada apenas desconfortável para os trabalhadores, pode ser prejudicial à sua saúde. O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de poeira aerotransportada durante o corte de painéis de fibras de média densidade (MDF). O experimento foi desenvolvido no setor de corte MDF de três fábricas de móveis localizadas na cidade de Lavras / MG. Os resultados mostraram que as concentrações médias de poeira total suspensa nessas três fábricas de móveis estavam acima do limite de tolerância estabelecido pela Conferência Americana dos Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH), evidenciando um grave problema nessas empresas relacionadas a esse tipo de agente de risco. .

Palavras-chave: segurança ocupacional; higiene ocupacional; painéis de madeira

1. INTRODUÇÃO

A inalação é a forma mais comum de entrada de poeira no corpo. A inalação excessiva de poeira pode causar vários efeitos no corpo humano, pois sobrecarrega os sistemas de proteção e limpeza do corpo. Esses efeitos são determinados por vários elementos, como os componentes químicos presentes, sua concentração no ar, o local de deposição no sistema respiratório e o tempo de exposição dos trabalhadores (Santos, 2001).

Segundo [Nefussi \(1979\)](#), a poeira é definida como partículas sólidas, com diâmetro maior que 1 µm em geral, e resultantes da desintegração mecânica de substâncias orgânicas ou inorgânicas do material processado. Eles são criados pelo simples manuseio dessas substâncias ou em consequência de esmagamento, moagem, peneiramento, perfuração, polimento, detonação, entre outros fatores.

According to [FUNDACENTRO \(2007\)](#), there are three classifications of greater relevance in occupational hygiene regarding particle size and its relation to the deposition site: inhalable (smaller than 100 µm: penetrate through nose and mouth), thoracic (smaller than 25 µm: penetrate beyond the larynx) and respirable (smaller than 10 µm: penetrate into the alveolar region). Particles deposited in the upper airways or lungs have greater potential to cause damage to health.

Pesquisas de campo mostraram que, na maioria das fábricas de móveis de madeira, não existe controle sobre a emissão de partículas de madeira no ar. Locais com altas concentrações desses agentes geram desconforto e podem causar dermatite, irritação, alergias respiratórias e câncer em trabalhadores ([ACGIH, 2008](#)). Estima-se que mais de meio milhão de trabalhadores norte-americanos empregados na indústria de produtos derivados da madeira (US Census Bureau) e 3,6 milhões em 25 estados membros da UE estejam expostos ao pó de madeira durante suas atividades profissionais ([Kauppinen et al., 2006](#)).

A exposição ao pó de madeira implica doenças respiratórias não malignas, incluindo doença obstrutiva das vias aéreas inferiores e doença reativa das vias aéreas superiores ([Enarson & Chan-Yeung, 1990](#)). Ao contrário desta informação, a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) encontrou evidências de carcinogenicidade do pó de madeira em humanos. Assim, o pó de madeira foi classificado como carcinógeno humano ([IARC, 1995](#)). Além disso, o Conselho Consultivo sobre Lesões Industriais no Reino Unido encontrou uma associação entre exposição ao pó de madeira e câncer de nasofaringe ([IIAC, 2007](#)).

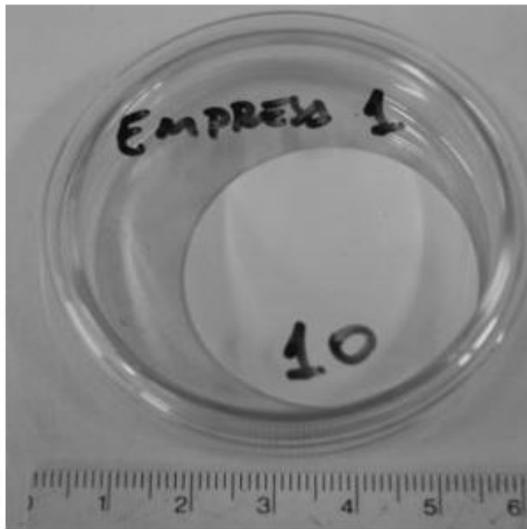
A [FUNDACENTRO \(2007\)](#) enfatiza a importância da informação sobre a localização e a intensidade das fontes de material particulado para o monitoramento da exposição dos trabalhadores em registros e estudos epidemiológicos, e para obtenção de amostras para investigações analíticas e toxicológicas.

Apesar dos efeitos prejudiciais amplamente conhecidos do pó de madeira nos trabalhadores, os padrões de segurança ocupacional e higiene no Brasil não estabelecem limites para este agente de risco. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma avaliação quantitativa da concentração de poeira aerotransportada produzida durante o corte de painéis de fibras de média densidade (MDF) em fábricas de móveis. Para isso, utilizamos procedimentos técnicos de higiene e padrões ocupacionais para coletar e analisar o material particulado suspenso no ar e diagnosticar a qualidade do ar nessas unidades industriais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em três empresas produtoras de móveis de madeira localizadas na cidade de Lavras / MG, especificamente no setor de corte de chapas de fibra média (MDF) dessas empresas. Essas empresas têm características construtivas semelhantes, galpões de alvenaria instalados, pisos de cimento rústicos e coberturas de telhas de fibrocimento. Os procedimentos definidos pela NHO 03 ([FUNDACENTRO, 2001](#)) e NHO 08 ([FUNDACENTRO, 2007](#)) foram adotados para coleta e análise de poeira suspensa.

Utilizamos coletores do tipo filtro de membrana de PVC, com 37 mm de diâmetro, com poros de 5 µm. No Laboratório de Tecnologia da Madeira (DCF / UFLA), os coletores foram colocados em uma placa de Petri ([Figura 1a](#)) e armazenados no dessecador por 3 horas para estabilizar a umidade ([Figura 1b](#)). Posteriormente, as placas de petri e os filtros foram pesados em balança de precisão (0,0001g) ([Figura 1c](#)). Este procedimento também foi realizado em dois tratamentos utilizados como referência, que foram o controle neste estudo. Após a medição da massa, os filtros de membrana de PVC foram acondicionados em recipientes, denominados cassetes, devidamente identificados ([Figura 1d](#)).



a)



b)



c)



d)

Figura 1 Metodologia para coleta de poeira: (a) filtros de membrana de PVC; (b) armazenamento de filtros; (c) pesagem dos filtros e (d) cassete com filtro armazenado. Fonte: pesquisa de campo.

Os cassetes com os filtros de membrana de PVC foram conectados à bomba de fluxo e calibrados com um medidor digital de fluxo ([Figura 2a](#)). A vazão da bomba foi calibrada para uma sucção média de ar de $1,80 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$, com tempo médio de coleta para cada cassete de 30 minutos, resultando em um volume médio de ar contaminado coletado de 54 litros, considerando a indicação do NIOSH nº 500. ([NIOSH, 2010](#)). Posteriormente, as cassetes foram armazenadas dentro de um receptáculo adequado para transporte ([Figura 2b](#)).

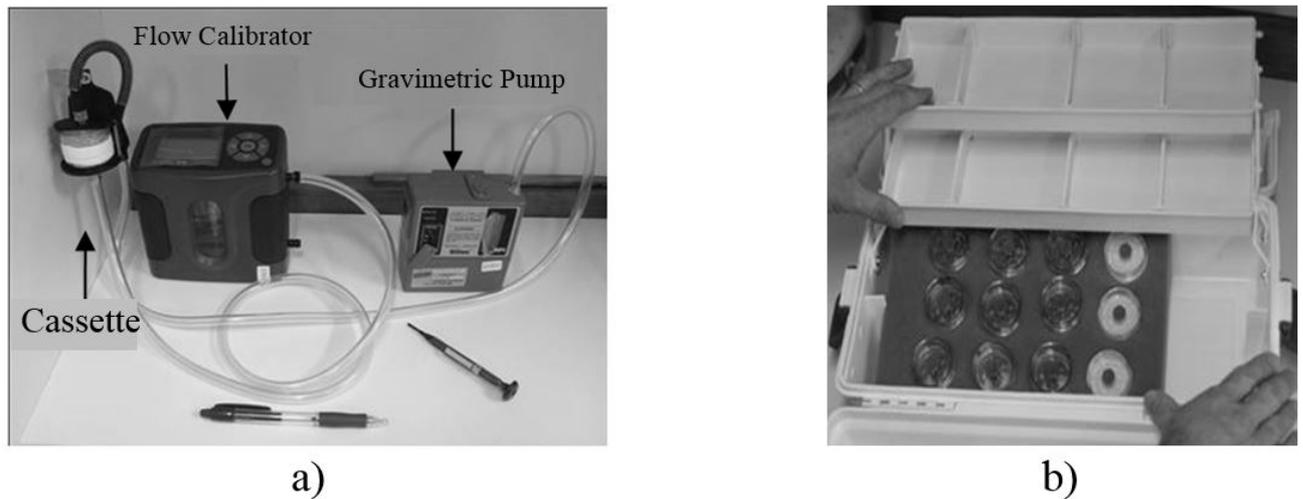


Figura 2 Calibração do fluxo e tempo de coleta dos coletores de campo: (a) bomba gravimétrica e calibrador de fluxo e (b) armazenamento de cassetes para coleta em campo. Fonte: pesquisa de campo.

O tempo de coleta foi definido em função da calibração da bomba digital e calculado pela [Equação 1](#).

$$T = \frac{V}{Q}$$

onde: T = tempo de coleta, em minutos; Q = vazão entregue pela bomba, em $L \cdot \text{min}^{-1}$; V = volume de ar coletado, em litros.

De acordo com a NHO 03 ([FUNDACENTRO, 2001](#)), a bomba gravimétrica digital e o cassete com filtro de membrana de PVC foram colocados no corpo do trabalhador, ou seja, coleta individual ([Figura 3](#)).

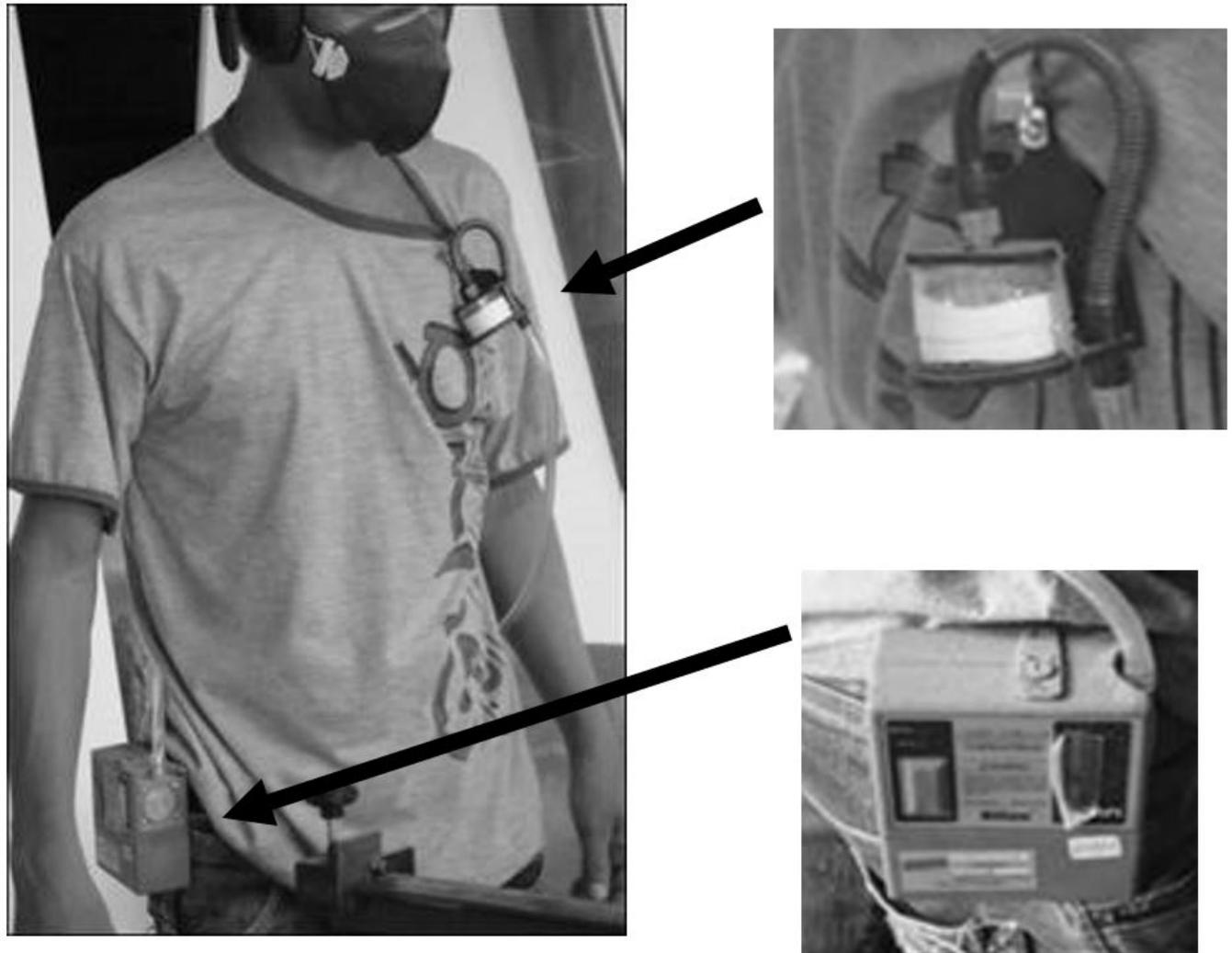


Figura 3 Colocação da coleção individual de poeira no ar mostrando detalhes do cassete com filtro de membrana de PVC e a posição da bomba gravimétrica no trabalhador. Fonte: pesquisa de campo.

Após a coleta nas empresas, os conjuntos de cassetes / filtros de membrana de PVC com o material particulado retido foram recalibrados, seguindo a mesma metodologia descrita anteriormente ([Figura 2](#)). Em seguida, as membranas foram colocadas nas respectivas placas de petri, armazenadas no dessecador por 3 horas e pesadas no balanço de precisão (0,0001g).

Para o cálculo final das concentrações individuais, a massa de partículas coletadas de acordo com a NHO 3 ([FUNDACENTRO, 2001](#)) foi corrigida e as concentrações individuais de cada amostra foram calculadas ([Equação 2](#)).

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

onde: C = concentração da amostra, em $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$; M = massa da amostra, em mg; V = volume de ar amostrado, em m^3 .

A concentração média ponderada no tempo de cada coleta foi calculada de acordo com a [Equação 3](#).

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

em que: C_{MPT} = concentração média ponderada no tempo em $\text{mg} * \text{m}^{-3}$; C_{1-n} = concentração de material particulado obtido na amostra n , em $\text{mg} * \text{m}^{-3}$; T_{1-n} = coleta de amostra no tempo n , em minutos; T_{total} = tempo total de coleta ($= t_1 + t_2 + \dots + t_n$), em minutos.

Considerando que todas as empresas avaliadas possuíam menos de oito funcionários, o número de coleções por empresa era de sete, segundo [Leidel et al. \(1977\)](#). Para investigar a eficiência dos sistemas de exaustão de gases e partículas dos galpões industriais, as amostras foram coletadas com exaustores em operação e desativados.

De acordo com [Brief e Scala \(1975\)](#), os Valores Limite Limite (TLV) foram corrigidos para uma semana de trabalho de 44 horas ([Equação 4](#)).

$$FR = \frac{40}{h} * \frac{168 - h}{128}$$

onde: FR = fator de redução; h = dia útil (semanal) em horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de concentração de partículas coletadas no ar durante o corte de MDF nas três empresas madeireiras de Lavras / MG são mostrados na [Tabela 1](#). A Companhia 1, com o sistema de exaustão desligado, apresentou o maior valor de concentração de partículas no ar, $120,18 \text{ mg} * \text{m}^{-3}$. Após a instalação do sistema de exaustão, observou-se uma melhora no ambiente, com redução da concentração de partículas para um valor mínimo de $1,52 \text{ mg} * \text{m}^{-3}$.

Tabela 1 Concentração de partículas transportadas pelo ar durante o corte de MDF em três empresas madeireiras de Lavras / MG.

Amostra	Companhia 1		Companhia 2		Companhia 3
	Sem esgotamento	Com exaustão	Sem esgotamento	Com exaustão	Com exaustão
1	31,95	-	-	33,95	3,55
2	120,18	-	-	48,90	1,77
3	38,03	-	-	15,24	8,87
4	15,21	-	-	43,65	1,72
5	-	9,13	40,65	-	1,77
6	-	9,13	66,99	-	0,00
7	-	1,52	68,59	-	2,66
8	-	9,13	-	-	-

A comparação da concentração de particulados nas empresas 1 e 2 ([Tabela 1](#)) apresentou menores percentuais de redução com o sistema de exaustão na empresa 1. A concentração de partículas na empresa 3 foi a menor observada, que atingiu o valor de zero em um das amostras coletadas ([Tabela 1](#)). Isso pode ser explicado pela eficiência do sistema de exaustão no setor de corte dessa empresa.

O limite para as concentrações de poeira aerotransportadas definidas pela [ACGIH \(2010\)](#) corrigidas para o dia útil brasileiro foi de $0,88 \text{ mg} * \text{m}^{-3}$. Notavelmente, a amostra 6 da empresa 3 foi a única abaixo desse limite ([Tabela 1](#)). Com base no [SWEA \(2005\)](#), que estabelece um limite de tolerância de $2 \text{ mg} * \text{m}^{-3}$ para indústrias de móveis na Suécia, a amostra 7 da empresa 1 e as amostras 2, 4 e 5 da empresa 3 podem ser consideradas aceitáveis.

[A Figura 4](#) mostra a comparação múltipla das concentrações médias de partículas transportadas pelo ar com o sistema de escape em operação nas três empresas estudadas. A igualdade estatística foi observada a 5% de significância entre a concentração de partículas no ar nas empresas 1 e 3. A empresa 2 diferiu das demais. Além disso, esta última empresa teve o maior desvio padrão de dados.

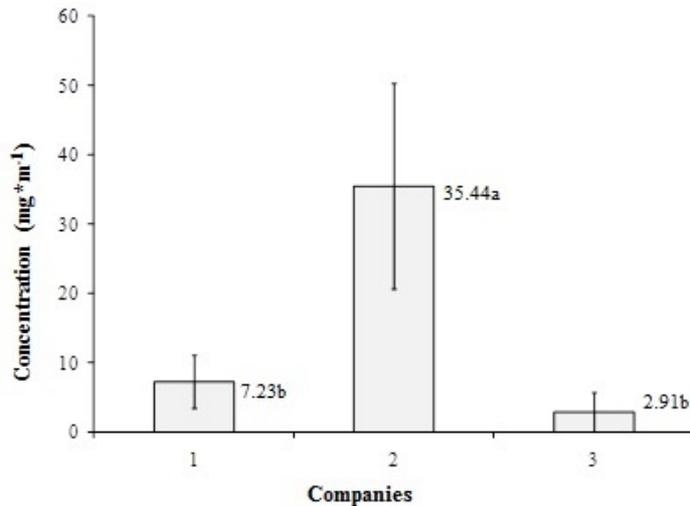


Figura 4 Comparação múltipla da concentração média de partículas aéreas no sistema de exaustão nas três empresas de Lavras / MG. Meios seguidos pela mesma letra não diferem um do outro a 5%, de acordo com o teste t.

A redução da concentração de partículas no ar em torno de 86% foi observada com o sistema de exaustão na empresa 1. Na empresa 2, a redução foi menor, em torno de 39%. Este fato pode ser atribuído à baixa eficiência e tamanho do sistema de exaustão ou mesmo à falta de manutenção do sistema, como limpeza interna de mangueiras e descargas freqüentes de resíduos. Também foi observado nas empresas 1 e 2 que as serras circulares haviam coletado particulado apenas na parte inferior da mesa e não possuíam sistema de coleta superior de partículas.

Assim, a projeção de partículas no ar durante o corte do MDF foi observada, mesmo com o sistema de exaustão em operação. Uma solução possível para reduzir a emissão dessas partículas no ar é a implementação de sistemas de capô superior conectados ao sistema de exaustão. A empresa 3 apresentou os menores valores de concentração de partículas no ar, uma vez que o MDF foi cortado pelos cortadores de seção com um sistema de sucção de partículas inferior e superior para a mesa de apoio do painel. A análise das concentrações médias ponderadas resultou em valores de 7,23; 35,44 e 2,91 mg * m⁻³ para as empresas 1, 2 e 3, respectivamente. Nenhum desses valores atende ao limite de tolerância estabelecido pela [ACGIH \(2010\)](#), que é de 0,88 mg * m⁻³, corrigido por uma semana de trabalho de 44 horas. Estes valores também não atendem ao limite estabelecido pela norma sueca, que é de 2 mg * m⁻³ ([SWEA, 2005](#)).

4. CONCLUSÕES

- Os valores-limite ([ACGIH, 2010](#)) da concentração de partículas no ar foram excedidos em todas as empresas;
- A qualidade do ar nessas empresas durante o corte do MDF pode representar um risco para a saúde dos trabalhadores;
- Mesmo com a presença de sistemas de exaustão, os padrões de segurança ocupacional indicam o uso obrigatório de máscaras ou respiradores com filtros, de acordo com os modelos e tipos estabelecidos pelos Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), que são obrigatórios para todas as empresas;
- Projetos, implantação e manutenção de sistemas de exaustão e coletores de partículas devem ser realizados por empresas especializadas para que os sistemas funcionem adequadamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFES e à FAPEMIG.

APOIO FINANCEIRO FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais - ACGIH. *Manual de TLVs e BEIs de 2008*. Cincinnati: ACGIH; 2008. 274 p. [[Links](#)]

Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais - ACGIH. *TLVs de 2010 e Manual do BEI*. Cincinnati: ACGIH; 2010. 272 p. [[Links](#)]

Breve RS, Scala RA. Limites de exposição ocupacional para novos horários de trabalho. *Revista Americana de Higiene Industrial Association*, 1975; 36 (6): 467-469. PMID: 1229889. <http://dx.doi.org/10.1080/0002889758507272>. [[Links](#)]

Enarson DA, Chan-Yeung M. Caracterização dos efeitos na saúde de exposições a poeiras de madeira. *American Journal of Industrial Medicine* 1990; 17 (1): 33-38. PMID: 2407114. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.4700170107>. [[Links](#)]

Fundação Jorge Duprat e Figueiredo - FUNDACENTRO. *Norma de Higiene Ocupacional 03: método de análise: análise gravimétrica de aerodispersos sobre filtros de membrana*. São Paulo: FUNDACENTRO; 2001. 35 p. [[Links](#)]

Fundação Jorge Duprat e Figueiredo - FUNDACENTRO. *Norma de Higiene Ocupacional 08: lista técnica: coleta de material particulado sólido suspenso no ambiente de trabalho*. São Paulo: FUNDACENTRO; 2007. 19 p. [[Links](#)]

Conselho Consultivo de Lesões Industriais - IIAC. *Câncer nasofaríngeo devido à exposição ao pó de madeira*. Londres: IIAC; 2007. [[Links](#)]

Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer - IARC. *Monografia sobre a avaliação de riscos carcinogênicos para seres humanos*. Lyon: Grupo de Trabalho sobre Avaliação de Riscos Carcinogênicos para Humanos; 1995. Poeira de madeira e formaldeído n. 62. [[Links](#)]

Kauppinen T, Vincent R, T Liukkonen, Grzebyk M, Kauppinen A, Welling I et al. Exposição ocupacional a poeiras de madeira inaláveis nos estados membros da União Européia. *Os Anais da Higiene Ocupacional* 2006; 6 (6): 549-561. PMID: 16571638. [[Links](#)]

Leidel NA, Bush KA, Lynch JR. *Manual de estratégia de amostragem de exposição ocupacional*. Cincinnati: NIOSH, Departamento de Saúde, Educação e Bem-Estar dos EUA, Centros de Serviço de Saúde Pública para Controle de Doenças; 1977. 132 p. [[Links](#)]

Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional - NIOSH. *Manual de métodos analíticos nº 0500: particulados não regulamentados, total*. Atlanta: NIOSH; 2010. [citado em 15 de agosto de 2010]. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0500.pdf> [[Links](#)]

Nefussi N. *Curso de Engenharia do Trabalho*. São Paulo: FUNDACENTRO; 1979. p. 103-150. [[Links](#)]

Santos AMA. *O tamanho das partículas de poeira não é diferente dos ambientes de trabalho*. São Paulo: FUNDACENTRO; 2001. [[Links](#)]

Autoridade Sueca do Ambiente de Trabalho - SWEA. *AFS: valores-limite de exposição ocupacional e medidas contra contaminantes do ar* Autoridade Sueca do Ambiente de Trabalho. Estocolmo: SWEA; 2005. [citado 2008 10 de junho]. Disponível em: <http://www.av.se/dokument/inenglish/legislations/eng0517.pdf> [[Links](#)]

Recebido: 14 de abril de 2014; Aceito: 01 de maio de 2017

* **Renilson Luiz Teixeira** - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFES, Campus Colatina, Av. Prof. Arino Gomes Leal, 1700, Santa Margarida, CEP 29700-558, Colatina, ES, Brasil e-mail: renilson@ifes.edu.br



Este é um artigo de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

Rodovia BR 465 Km 7
CEP 23897-000
Tel. : (21) 2682 0558 | (21) 3787-4033



floram@ufrj.br