

Sobrecarga Térmica em Fábrica de Móveis

José Reinaldo Moreira da Silva¹, Renilson Luiz Teixeira¹

¹Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras/MG, Brasil

RESUMO

Atualmente, há uma busca incessante pela qualidade dos ambientes industriais. Estudos demonstram que o desenvolvimento e o envolvimento dos trabalhadores em programas de qualidade nas indústrias trazem muitos benefícios administrativos, produtivos e pessoais. Nesses programas de qualidade, encontram-se as condições de conforto nos ambientes de trabalho, principalmente com relação à temperatura. No Brasil, é obrigatório que ambientes de trabalho tenham condições adequadas, sem que ocorram riscos de sobrecarga térmica aos trabalhadores. A avaliação quantitativa da sobrecarga térmica é feita pelo Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG). O objetivo deste trabalho foi avaliar o IBUTG e as condições térmicas no setor de corte de MDF, situado em uma fábrica de móveis. A avaliação da exposição ocupacional ao calor foi realizada utilizando-se aparelho medidor de *stress* térmico digital, além de técnicas da segurança do trabalho e de higiene ocupacional. A avaliação consistiu em utilizar temperaturas provenientes de termômetros de bulbo úmido, bulbo seco e de globo. De posse dessas temperaturas e do tipo de atividade desenvolvida pelo trabalhador, no posto de trabalho, foram analisadas as condições térmicas locais. Os resultados demonstraram que, com relação à temperatura e à atividade, os funcionários não estão expostos à sobrecarga térmica, ou seja, o ambiente não é insalubre para o agente físico calor. Já com relação ao conforto térmico, esse ambiente de trabalho não foi considerado adequado. As temperaturas efetivas avaliadas ficaram acima dos limites definidos pela ergonomia ambiental.

Palavras-chave: segurança do trabalho, higiene ocupacional, ergonomia, calor.

Thermal Overload in a Furniture Factory

ABSTRACT

Currently, environmental quality in industrial areas has been relentlessly pursued. Studies show that the development and involvement in quality programs in many industries bring about productive, administrative and personnel benefits. These quality programs include comfort conditions in the workplace, particularly with respect to temperature. In Brazil, it is mandatory for workplaces to present suitable conditions, with no risk of thermal overload to workers. Quantitative evaluation of thermal overload is performed by the Wet Bulb Globe Thermometer (WBGT) Index. The objective of the present study was to evaluate the WBGT and thermal conditions in the MDF cutting area of a furniture factory. The assessment of occupational exposure to heat was determined using a digital thermal stress meter and techniques of workplace safety and occupational hygiene. The evaluation consisted of analyzing the temperatures from the wet bulb, dry bulb, and globe thermometers. The local thermal conditions were analyzed based on these temperatures and on the type of activity performed by employees in their workplaces. The results showed that, with respect to temperature and type of activity, employees are not exposed to thermal overload, that is, the environment is not unhealthy regarding the physical agent heat; however, the work environment was not considered appropriate with regard to thermal comfort. The effective temperatures evaluated were above the limits set by environmental ergonomics.

Keywords: work safety, occupational hygiene, ergonomics, heat.

1. INTRODUÇÃO

O calor é fator preponderante à sobrevivência do ser humano, tanto para o funcionamento do seu organismo quanto para o seu conforto pessoal. Desde os primórdios da civilização, o ser humano busca fontes de calor, como o fogo, para manter-se aquecido, ou condições que amenizem o excesso de calor ambiental, como por exemplo, a sombra de árvores. Naturalmente o organismo humano possui sistema termorregulador natural, que depende de vários fatores, inclusive particular de cada indivíduo e também regional.

Após a Revolução Industrial, o conceito de temperatura e calor nos ambientes industriais tornou-se importante para as condições de trabalho. No Brasil, atualmente, os órgãos reguladores de Medicina e Segurança do Trabalho definem condições mínimas de conforto e sobrecarga máxima térmica em ambientes de trabalho.

No estudo do calor em ambientes de trabalho, é importante diferenciar conforto térmico e sobrecarga térmica. O conforto térmico possui conceito mais subjetivo, depende da sensibilidade de cada pessoa, dos aspectos climáticos regionais e da situação geográfica do local, os quais também modificam essa condição (Xavier, 2000). Já o conceito de sobrecarga térmica segue aspectos técnicos bem definidos. Esta é condicionada à avaliação quantitativa, que representa a quantidade de energia que o organismo deve dissipar para atingir o equilíbrio térmico. O organismo também gera calor interno, chamado de calor metabólico, ocasionado pela atividade celular. Essa energia interna é a combinação do calor gerado pelo metabolismo basal e o calor resultante da atividade física. Para que o equilíbrio térmico seja mantido, a carga térmica metabólica deve ser dissipada. O organismo, portanto, pode perder ou ganhar calor de acordo com as condições ambientais, pelos mecanismos de transmissão de calor (Brasil, 2002).

Os organismos são afetados, naturalmente, pelo calor ambiental, por três formas básicas de transmissão de calor:

a) Condução – troca térmica entre corpos por um meio sólido que esteja em contato;

b) Convecção – troca térmica ocorrida por meio de um fluido; no caso de ambientes industriais, o ar;

c) Radiação – troca térmica entre o ambiente e o corpo por meio de ondas eletromagnéticas, cujos comprimentos de ondas localizam-se na região infravermelha do espectro luminoso.

O controle do stress no ambiente de trabalho está diretamente relacionado ao conforto ambiental, ao treinamento e às melhorias gerais das condições de segurança do trabalho (Ensslin & Montibeller, 1998).

A temperatura e a umidade influenciam diretamente no desempenho do ser humano. As altas ou baixas temperaturas ambientais podem fazer com que o organismo humano reaja de forma inadequada, diminuindo sua produtividade (Iida, 2002). No Brasil, o conforto nos ambientes de trabalho é definido pela NR 17 – Ergonomia da Portaria nº 3.214/78 – MTE (Brasil, 1978). O item 17.5.2 da NR 17 recomenda, para locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constante, as seguintes condições de conforto:

- a) Níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO;
- b) Índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C;
- c) Velocidade do ar não superior a 0,75m*s⁻¹;
- d) Umidade relativa do ar não inferior a 40%.

Condições ambientais desfavoráveis, como excesso de calor, umidade, ruído, vibração e luminosidade imprópria, como também a exposição a gases, fuligens e poeiras, além de causarem desconforto ao trabalhador, aumentam o risco de acidentes e podem provocar danos consideráveis à sua saúde (Fiedler et al., 2006).

Sabe-se que a umidade e a velocidade do ar no ambiente de trabalho alteram as intensidades de temperatura, mas a norma brasileira que trata sobre a exposição ocupacional ao calor, a NR 15 (Brasil, 1978), analisa apenas valores de IBUTG e do metabolismo do trabalhador para a caracterização de ambientes insalubres.

O conforto térmico envolve variáveis físicas e também subjetivas ou pessoais. As variáveis físicas ou ambientais, que influenciam para o conforto térmico, são: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade do ar e velocidade relativa do ar. As

principais variáveis pessoais envolvidas nas análises de conforto térmico são: atividade desenvolvida pelo ser humano e suas vestimentas (Fanger, 1972).

Existem variáveis psicológicas significativas envolvidas na análise sobre conforto térmico, que são: temperatura percebida pela pessoa, sentimento próprio, do indivíduo, de se sentir mais aquecido ou mais refrescado do que outras pessoas, tolerância percebida ou tolerabilidade, ajustamento ou adaptação (Howell & Stramler, 1981).

No Brasil, a exposição a sobrecargas térmicas ou simplesmente ao calor, em ambientes de trabalho, é definida pelo Anexo nº 3, da NR 15 – Atividades e operações insalubres, da Portaria nº 3.214/78 – MTE (Brasil, 1978). A exposição ao calor deve ser avaliada pelo “Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo” – IBUTG. Os aparelhos que devem ser utilizados para essa avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum, ou medidor de stress térmico.

O objetivo deste trabalho é a avaliação quantitativa da carga térmica em um posto de trabalho de uma fábrica de móveis, utilizando-se aparelhos digitais e técnicas da segurança do trabalho e de higiene ocupacional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de dados foi realizado no mês de agosto de 2011, no período da tarde, em uma fábrica de móveis localizada no município de Lavras-MG. Inicialmente, foi realizada visita prévia para a verificação das atividades desenvolvidas no local de trabalho, o qual, aparentemente, não demonstrava desconforto térmico para os funcionários. Na fábrica, estavam presentes oito funcionários desenvolvendo

atividades de carregamento de materiais, cortes de painéis “MDF” (painel de fibra de madeira de média densidade) em seccionadoras e montagem de móveis modulados (Figura 1).

Para o levantamento dos dados, foi escolhido o setor de corte de MDF. Esse local era um dos mais utilizados por operários no processo de fabricação de móveis. Esse setor demanda atenção especial com relação às condições ambientais ocupacionais, já que apresenta os maiores fatores de riscos de acidentes e danos à saúde dos trabalhadores.

A coleta e a análise de dados para avaliação da existência de sobrecarga térmica no setor de trabalho definido foram realizadas conforme determinam o anexo nº 3 da NR 15 (Brasil, 1978) e a NHO 06 (Brasil, 2002). A coleta foi realizada no local em que o trabalhador desenvolvia suas atividades de corte do MDF, por meio de medidores de stress térmico instalados sobre tripé (Figura 2), de modo que os termômetros ficassem posicionados na altura da região do corpo mais atingida. Foi solicitado ao funcionário que não alterasse o desenvolvimento de suas atividades, isto é, agir de forma natural do dia a dia de trabalho.

Por tratar-se de empresa de pequeno porte, a atividade de corte de MDF não é realizada de maneira constante. Os cortes são realizados conforme programação prévia, em função das encomendas feitas por clientes. Com isso, foram programadas as coletas de temperaturas durante um dia inteiro na atividade de corte do MDF. Foram realizadas 21 coletas durante o processo de corte, no horário das 13 às 17 horas.

A coleta dos dados, fornecidos pelos termômetros, foram transferidos para uma planilha e analisados posteriormente (Figura 3).



Figura 1. Atividades desenvolvidas: a) carregamento de materiais; b) corte de MDF; c) montagem de móveis.
Figure 1. Activities undertaken in that: a) material loading; b) MDF cutting; c) furniture assembly.

Conforme indicação existente no anexo nº 3 da NR 15 (Brasil, 1978), para avaliação do calor nos locais de trabalho, em ambientes internos e sem carga solar, calculou-se o IBUTG (Equação 1).

$$IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg \quad (1)$$

Em que:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural;

tg = temperatura de globo.

Na avaliação do conforto térmico, nesse mesmo setor de trabalho, os valores da temperatura efetiva foram analisados conforme o ábaco de avaliação

da temperatura efetiva normal, para pessoas normalmente vestidas (Figura 4). Os valores da temperatura efetiva foram obtidos em função da temperatura dos termômetros de bulbo úmido, bulbo seco e da velocidade do ar no local de trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os valores de temperaturas de bulbo úmido natural (*tbn*), de bulbo seco (*tbs*) e de globo (*tg*), e de IBUTG calculado, conforme Equação 1, para ambiente de trabalho interno e sem carga solar.

Para a análise da exposição ao calor, é necessária a classificação da atividade que o trabalhador desenvolve; assim, conforme observação *in loco* e de acordo com o anexo nº 3 da NR 15 (Brasil, 1978), o trabalho foi considerado “moderado”, com taxa de metabolismo do trabalhador de 300 Kcal*h⁻¹.

Conforme os valores de IBUTG (Tabela 1), com índice médio de 21,5°C, e para a atividade desenvolvida pelo operário, com taxa de metabolismo de 300 Kcal*h⁻¹, e de acordo com o anexo nº 3 da NR 15 (Brasil, 1978), este local de corte do MDF não possui sobrecarga térmica. Analisando-se esse mesmo anexo, pode-se concluir que, para a situação existente, o limite de sobrecarga térmica foi de 26,5°C (Figura 5). Abaixo desse limite, as atividades podem ser desenvolvidas normalmente, sem a adoção de



Figura 2. Medidor de stress térmico digital posicionado para medição.

Figure 2. Digital thermal stress meter positioned for measurement.

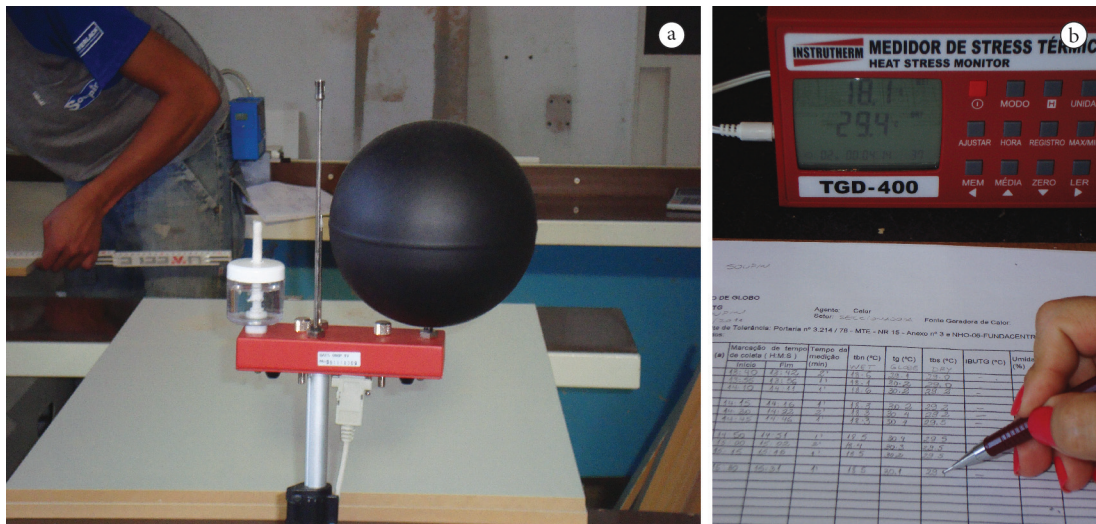


Figura 3. Medição de *tbn*, *tg* e *tbs*: a) termômetros e b) sistema de coleta dos dados e planilha.

Figure 3. Measurement of *tbn*, *tg* and *tbs*: a) thermometers and b) data acquisition system and worksheet.

regime de trabalho intermitente. Essa situação, em nenhum momento da avaliação, não foi considerada insalubre para o trabalhador.

É importante a diferenciação dos conceitos de sobrecarga térmica e de conforto térmico. Embora este setor de trabalho não tenha sido considerado

com sobrecarga térmica, o mesmo não pode ser considerado como adequado em relação ao conforto térmico. Assim, conforme a NR 17 - Ergonomia (Brasil, 1978), para que ambientes de trabalho sejam considerados termicamente adequados, a temperatura efetiva deve estar entre 20°C e 23°C.

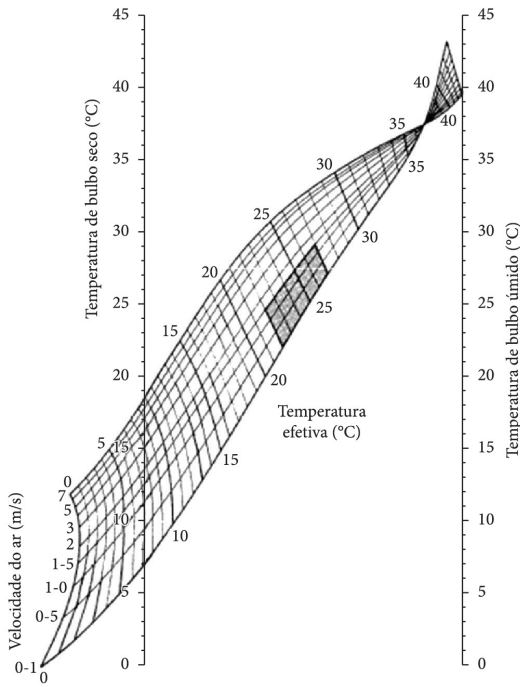


Figura 4. Abaco para avaliação da temperatura efetiva normal (para pessoas normalmente vestidas).
Figure 4. Abacus to evaluate the effective temperature normal (for people usually dressed).

Tabela 1. Valores de *t_{bn}*, *t_g*, *t_{bs}* e *IBUTG*.
Table 1. Values of *t_{bn}*, *t_g*, *t_{bs}* and *IBUTG*.

Coleta	<i>t_{bn}</i> (°C)	<i>t_g</i> (°C)	<i>t_{bs}</i> (°C)	<i>IBUTG</i> (°C)
1	18,60	29,10	29,00	21,75
2	18,10	30,20	29,00	21,73
3	18,60	30,20	29,20	22,08
4	18,30	30,20	29,20	21,87
5	18,30	30,40	29,20	21,93
6	18,30	30,40	29,50	21,93
7	18,50	30,40	29,50	22,07
8	18,40	30,30	29,50	21,97
9	18,50	30,20	29,50	22,01
10	18,50	30,10	29,40	21,98
11	18,10	30,00	29,40	21,67
12	18,20	29,90	29,20	21,71
13	17,50	29,30	28,70	21,04
14	17,60	29,10	28,60	21,05
15	17,90	29,00	28,60	21,23
16	17,20	28,90	28,40	20,71
17	17,60	28,70	28,20	20,93
18	17,50	28,70	28,20	20,86
19	17,30	28,60	28,00	20,69
20	17,40	28,50	27,90	20,73
21	17,10	28,30	27,80	20,46

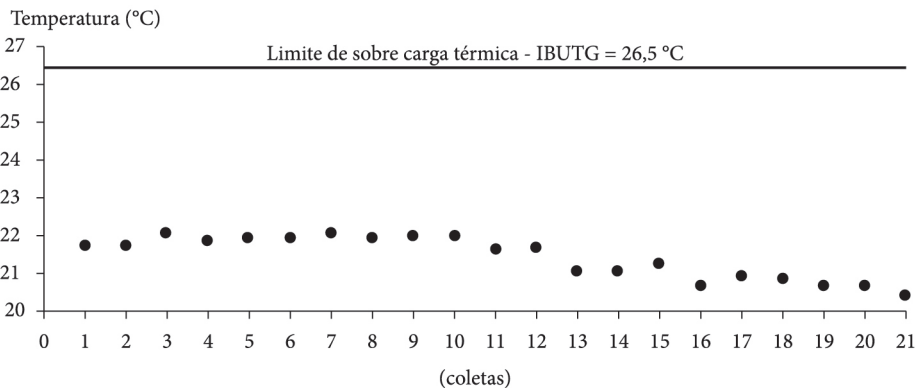


Figura 5. Valores de sobrecarga térmica em função das coletas, acrescidos do valor limite estabelecido pelo anexo nº 3 da NR 15 (BRASIL, 1978).
Figure 5. Values depending on the thermal load of the collections, plus the limit value established by annex 3 of NR 15 (BRAZIL, 1978).

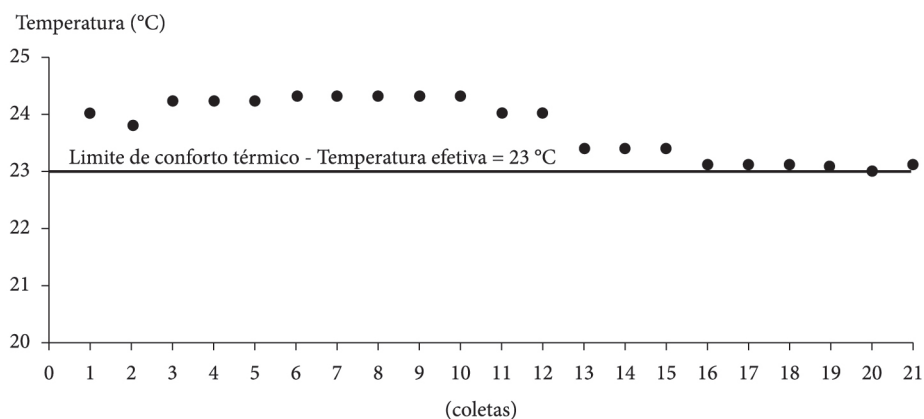


Figura 6. Valores de temperatura efetiva em função das coletas, acrescidos do limite de conforto térmico estabelecido pela NR 17 - Ergonomia (BRASIL, 1978).

Figure 6. Values of effective temperature according to the collections, plus the thermal comfort limit established by NR 17 - Ergonomics (BRASIL, 1978).

Já que todos os valores obtidos para a temperatura efetiva, calculados a partir das temperaturas da Tabela 1 e do ábaco da Figura 4, ficaram acima dos 23°C, conforme apresentado na Figura 6, esse local não possui condições de conforto térmico adequado.

Científico e Tecnológico, por concederem recursos financeiros para a aquisição de equipamentos, o salário e as Bolsas de Estudo, respectivamente, sendo todos estes quesitos fundamentais para a realização deste trabalho.

4. CONCLUSÕES

- ✓ As condições ambientais no posto de trabalho de corte do MDF não superam o limite de tolerância para o calor; portanto, não há excesso de carga térmica.
- ✓ Para o tipo de atividade desenvolvida, existe sobrecarga térmica acima do limite de tolerância, se o IBUTG superar 26,5°C.
- ✓ Mesmo nos ambientes de trabalho sem sobrecarga térmica ocupacional, é necessário monitorar constantemente as condições ambientais locais para temperatura (anexo nº 3 da NR 15 - Brasil, 1978).
- ✓ O ambiente de trabalho não possui índices adequados de conforto térmico (NR 17 - Ergonomia - Brasil, 1978).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, ao IFES - Instituto Federal do Espírito Santo e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 19 jul., 2012
Aceito: 05 ago., 2014
Publicado: 21 nov., 2014

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

José Reinaldo Moreira da Silva
Departamento de Ciências Florestais,
Universidade Federal de Lavras – UFLA, CEP
37200-000, Lavras, MG, Brasil
e-mail: jreinaldo@dcf.ufla.br

REFERÊNCIAS

- Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO. *Norma de Higiene Ocupacional 06 – Procedimento Técnico. Avaliação da exposição ocupacional ao calor*. São Paulo; 2002. 50 p.
- Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. *Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF (1978 July 6) [cited 2011 Aug. 15]. Available from: <http://

www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/default.asp>

Ensslin L, Montibeller G. Evaluating quality of working life: a cognitive approach. In: *Annals of Manufacturing Agility and Hybrid Automation-II*; 1998; Hong Kong. Hong Kong: IEA Press; 1998. p. 461-464.

Fanger PO. *Thermal comfort – analysis and applications in environmental engineering*. United States: McGraw-Hill Book Company; 1972. 244 p.

Fiedler NC, Rodrigues TO, Medeiros MB. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal. *Revista*

Árvore 2006; 30(1): 55-63. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000100008>.

Howell W, Stramler CP. The contribution of psychological variables to the prediction of thermal comfort judgments in real world settings. *ASHRAE Transactions* 1981; 87(1): 609-621.

Iida I. *Ergonomia: Projeto e Produção*. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher; 2002.

Xavier AAP. *Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias – teoria física aliada a estudos de campo*. [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2000.