

NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL PROCEDIMENTO TÉCNICO

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR

NHO 06

MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL

PROCEDIMIENTO TÉCNICO

PRESIDENTE DA REPÚBLICA
Fernando Henrique Cardoso
MINISTRO DO TRABALHO E EMPREGO
Paulo Jobim Filho

FUNDACENTRO

PRESIDENTE DA FUNDACENTRO

Humberto Carlos Parro

DIRETOR EXECUTIVO

José Gaspar Ferraz de Campos

DIRETOR TÉCNICO

João Bosco Nunes Romeiro

DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Antonio Sérgio Torquato

ASSESSORIA ESPECIAL DE PROJETOS

Sonia Maria José Bombardi

DIVISÃO DE PUBLICAÇÕES

Elisabeth Rossi

Norma de Higiene Ocupacional

Procedimento Técnico

*Avaliação da Exposição
Ocupacional ao Calor*

Equipe de elaboração:

Eduardo Giampaoli

Irene Ferreira de Souza Duarte Saad

Irlon de Ângelo da Cunha

**MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO**



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FOURESTO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

2002

APRESENTAÇÃO

A Coordenação de Higiene do Trabalho da FUNDACENTRO publicou, em 1985, uma série de Normas Técnicas denominadas Normas de Higiene do Trabalho – NHT, hoje intituladas Normas de Higiene Ocupacional – NHO.

Diante do processo dinâmico na evolução das técnicas de identificação, avaliação e controle dos riscos ambientais, e considerando também o desenvolvimento tecnológico, a revisão técnica dessas normas é de fundamental importância.

Dessa forma, apresentamos aos profissionais que atuam na área de Higiene Ocupacional a NHO 06 – Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor, resultado da experiência e da vivência profissional de seus autores, complementadas pelos estudos e consultas feitas em documentação técnica nacional e internacional, devidamente referenciadas no Item 8 da Norma, “Referências Bibliográficas”.

Acredita-se que esta Norma possa efetivamente contribuir como ferramenta na identificação e na quantificação da exposição ocupacional ao calor, colaborando no controle da exposição e na prevenção de doenças ocupacionais.

ROBSON SPINELLI GOMES

Gerente da Coordenação de Higiene do Trabalho

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	11
2	APLICAÇÃO	11
3	DEFINIÇÕES	11
4	CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR	12
5	PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO	18
5.1	Abordagem dos locais e das condições de trabalho	18
5.2	Equipamentos de medição	19
5.2.1	Conjunto convencional para a determinação do IBUTG	19
5.2.1.1	Especificações mínimas	19
5.2.1.2	Montagem do equipamento	20
5.2.2	Conjunto não convencional para a determinação do IBUTG	22
5.2.3	Equipamentos e acessórios complementares	22
5.3	Procedimentos de medição	23
5.3.1	Aspectos gerais	23
5.3.2	Posicionamento do conjunto de medição	25
5.3.3	Medições	25
5.4	Cálculos	28
5.5	Interpretação dos resultados	29
6	RELATÓRIO	29
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
7.1	Vestimentas	30
7.2	Aclimatação	30
7.3	Reposição de água e sais minerais	31
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
	ANEXO A	35
	ANEXO B	39
	ANEXO C	45

PREFÁCIO

Esta Norma cancela e substitui a seguinte Norma da FUNDACENTRO:
NHT-01 C/E - 1985: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao calor.

As principais modificações e avanços técnicos em relação à Norma anterior são:

- possibilita a determinação do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG, tanto com a utilização de equipamento convencional como com equipamento eletrônico;
- modificações na tabela para a determinação de taxas metabólicas, visando oferecer maior flexibilidade e refinamento na estimativa da taxa metabólica;
- inclusão de Anexos contendo informações complementares que poderão contribuir na estimativa da taxa metabólica.

1. OBJETIVO

Esta Norma Técnica tem por objetivo o estabelecimento de critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao calor que implique sobrecarga térmica ao trabalhador, com conseqüente risco potencial de dano à sua saúde.

2. APLICAÇÃO

Esta Norma se aplica à exposição ocupacional ao calor em ambientes internos ou externos, com ou sem carga solar direta, em quaisquer situações de trabalho, não estando, no entanto, voltada para a caracterização de conforto térmico.

3. DEFINIÇÕES

Ciclo de Exposição: conjunto de situações térmicas ao qual o trabalhador é submetido, conjugado às diversas atividades físicas por ele desenvolvidas, em uma seqüência definida, e que se repete de forma contínua no decorrer da jornada de trabalho.

Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo Médio ($\overline{\text{IBUTG}}$): média ponderada no tempo dos diversos valores de IBUTG obtidos em um intervalo de 60 minutos corridos.

Taxa Metabólica Média ($\overline{\text{M}}$): média ponderada no tempo das taxas metabólicas, obtidas em um intervalo de 60 minutos corridos.

Ponto de Medição: ponto físico escolhido para o posicionamento do dispositivo de medição onde serão obtidas as leituras representativas da situação térmica objeto de avaliação.

Situação Térmica: cada parte do ciclo de exposição onde as condições do ambiente que interferem na carga térmica a que o trabalhador está exposto podem ser consideradas estáveis.

Grupo Homogêneo: corresponde a um grupo de trabalhadores que ex-

perimentam exposição semelhante, tanto do ponto de vista das condições ambientais como das atividades físicas desenvolvidas, de modo que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de parte do grupo seja representativo da exposição de todos os trabalhadores que compõem o mesmo grupo.

Limite de Exposição: valor máximo de $\overline{\text{IBUTG}}$, relacionado à \overline{M} que representa as condições sob as quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, durante toda a sua vida de trabalho, sem sofrer efeitos adversos à sua saúde.

4. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR

O critério de avaliação da exposição ocupacional ao calor adotado pela presente Norma tem por base o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG, calculado através das Equações 4.1 ou 4.2:

- a) Para ambientes internos ou externos sem carga solar direta

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg} \quad [4.1]$$

- b) Para ambientes externos com carga solar direta

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,2 \text{ tg} + 0,1 \text{ tbs} \quad [4.2]$$

onde

tbn = temperatura de bulbo úmido natural em °C

tg = temperatura de globo em °C

tbs = temperatura de bulbo seco (temperatura do ar) em °C.

As taxas metabólicas relativas às diversas atividades físicas exercidas pelo trabalhador devem ser estimadas utilizando-se os dados constantes do Quadro 1.

Quando houver dificuldade para o enquadramento da atividade exercida no Quadro 1, poderão ser utilizadas outras tabelas disponíveis na

literatura nacional e internacional. Nos Anexos A, B e C são apresentadas tabelas de taxas metabólicas extraídas da norma ISO 8996/90 e dos Limites de Exposição da ACGIH/1999, que poderão ser utilizadas como suporte adicional para o estabelecimento das taxas metabólicas.

Quando o trabalhador está exposto a duas ou mais situações térmicas diferentes, deve ser determinado o IBUTG média ponderada – IBUTG a partir da Equação 4.3, utilizando-se os valores de IBUTG representativos das distintas situações térmicas que compõem o ciclo de exposição do trabalhador avaliado.

$$\overline{\text{IBUTG}} = \frac{\text{IBUTG}_1 \times t_1 + \text{IBUTG}_2 \times t_2 + \dots + \text{IBUTG}_i \times t_i + \dots + \text{IBUTG}_n \times t_n}{60} \quad [4.3]$$

onde

$\overline{\text{IBUTG}}$ = IBUTG médio ponderado no tempo em °C

IBUTG_i = IBUTG da situação térmica “i” em °C

t_i = tempo total de exposição na situação térmica “i” em minutos, no período de 60 minutos corridos mais desfavorável

i = iésima situação térmica

$t_1 + t_2 + \dots + t_i + \dots + t_n = 60$ minutos

Quando o trabalhador desenvolve duas ou mais atividades físicas, deve ser determinada a taxa metabólica média ponderada – \overline{M} a partir da Equação 4.4, utilizando-se os valores estimados de M representativos das distintas atividades físicas exercidas pelo trabalhador durante o ciclo de exposição avaliado.

$$\overline{M} = \frac{M_1 \times t'_1 + M_2 \times t'_2 + \dots + M_i \times t'_i + \dots + M_m \times t'_m}{60} \quad [4.4]$$

onde

\overline{M} = taxa metabólica média ponderada no tempo em kcal/h

M_i = taxa metabólica da atividade “i” em kcal/h

t'_i = tempo total de exercício da atividade “i” em minutos, no período de 60 minutos corridos mais desfavorável

i = iésima atividade

$t'_1 + t'_2 + \dots + t'_i + \dots + t'_m = 60$ minutos

A determinação do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo Médio, IBUTG, e da Taxa Metabólica Média, \overline{M} , representativos da exposição ocupacional ao calor, deve ser obtida em um intervalo de 60 minutos corridos, considerado o mais crítico em relação à exposição ao calor.

O limite de exposição ocupacional ao calor é o valor de \overline{IBUTG} máximo permissível ($\overline{IBUTG}_{MÁX}$) correspondente ao valor de \overline{M} determinado para a condição de exposição avaliada, conforme Quadro 2. Este limite é válido para trabalhadores saudáveis, aclimatados, completamente vestidos com calça e camisa leves, e com reposição adequada de água e sais minerais.

Comentários adicionais sobre estes aspectos são apresentados no Item 7, Considerações Finais.

QUADRO 1
TAXA METABÓLICA POR TIPO DE ATIVIDADE

Atividade	Taxa metabólica (Kcal/h) ^a	Taxa metabólica (W/m ²) ^b
SENTADO		
• Em repouso	90	58
• Trabalho leve com as mãos (exs.: escrever, datilografar)	105	68
• Trabalho moderado com as mãos e braços (exs.: desenhar, trabalho leve de montagem)	170	110

Atividade	Taxa metabólica (Kcal/h)^a	Taxa metabólica (W/m²)^b
• Trabalho pesado de mãos e braços (exs.: bater pregos, limar)	210	136
• Trabalho moderado de braços e pernas (exs.: dirigir ônibus ou caminha em trânsito urbano)	215	139
EM PÉ		
• Em repouso	115	74
• Trabalho leve em máquina ou bancada, principalmente com os braços	150	97
• Trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação	175	113
• Trabalho moderado de braços e troncos (exs.: limar, passar a ferro, bater pregos)	225	146
• Trabalho pesado de braços e troncos (ex.: corte manual com serrote ou serra)	365	236
EM PÉ, EM MOVIMENTO		
• Andando no plano		
○ 2 km/h	170	110
○ 3 km/h	217	140
○ 4 km/h	255	165
○ 5 km/h	309	200
• Subindo rampa (3 km/h)		
○ a 5° de inclinação	302	195
○ a 10° de inclinação	425	275
○ a 15° de inclinação	603	390
• Descendo a rampa (5 km/h)		
○ a 5° de inclinação	201	130
○ a 10° de inclinação	178	115
○ a 15° de inclinação	186	120
• Subindo escada (80 degraus por minuto – altura do degrau de 0,17 m)	681	440
• Subindo escada com carga moderada	725	469
• Descendo escada (80 degraus por minuto – altura do degrau de 0,17 m)	240	155

Atividade	Taxa metabólica (Kcal/h)^a	Taxa metabólica (W/m²)^b
• Trabalho moderado de braços (exs.: varrer, trabalho em almoxarifado)	275	178
• Trabalho moderado de levantar ou empurrar	300	194
• Trabalho de empurrar carrinhos de mão, em nível, com carga	335	217
• Trabalho de carregar pesos ou com movimentos vigorosos com os braços (ex.: trabalho com foice)	425	275
• Trabalho pesado de levantar, empurrar ou arrastar pesos (exs.: remoção com pá, abertura de valas)	450	291
• Transportando carga, no plano (4 km/h)		
o Peso de 10 kg	286,1	185
o Peso 30 kg	386,6	250
o Peso de 50 kg	556,7	360
• Correndo		
o 9 km/h	675	437
o 12 km/h	750	485
o 15 km/h	850	550

^aTaxa metabólica definida para o homem-padrão (área superficial igual a **1,8 m²**)

^bRelação matemática de conversão das unidade para o homem-padrão: 1Kcal/h = 0,859107 × **1,8 W/m²**

QUADRO 2
LIMITE DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR

\bar{M} kcal/h	$\overline{IBUTG}_{MÁX}$ (\overline{IBUTG} máximo permissível) (°C)	\bar{M} kcal/h	$\overline{IBUTG}_{MÁX}$ (\overline{IBUTG} máximo permissível) (°C)
125	32,0	268	28,4
128	31,9	272	28,3
132	31,8	277	28,2
136	31,7	282	28,1
139	31,6	286	28,0
143	31,5	290	27,9
146	31,4	295	27,8
150	31,3	299	27,7
154	31,2	303	27,6
157	31,1	307	27,5
162	31,0	311	27,4
165	30,9	316	27,3
169	30,8	321	27,2
173	30,7	327	27,1
176	30,6	333	27,0
181	30,5	338	26,9
184	30,4	344	26,8
188	30,3	350	26,7
192	30,2	356	26,6
196	30,1	361	26,5
200	30,0	367	26,4
204	29,9	373	26,3
209	29,8	379	26,2
213	29,7	385	26,1
218	29,6	391	26,0
222	29,5	397	25,9
227	29,4	400	25,8
231	29,3	406	25,7
236	29,2	416	25,6
240	29,1	425	25,5
244	29,0	434	25,4
247	28,9	443	25,3
250	28,8	454	25,2
254	28,7	470	25,1
259	28,6	500	25,0
263	28,5	-	-

5. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

5.1 Abordagem dos locais e das condições de trabalho

A avaliação de calor deverá ser feita de modo a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores considerados no estudo.

Identificando-se grupos de trabalhadores que apresentem iguais características de exposição – **grupos homogêneos** –, nem todos os trabalhadores precisarão ser avaliados.

As avaliações podem ser realizadas cobrindo trabalhadores cuja situação corresponda à exposição “típica” do grupo considerado.

Havendo dúvidas quanto à possibilidade de redução do número de trabalhadores a serem avaliados, a abordagem deve incluir necessariamente a totalidade dos expostos no grupo considerado.

O conjunto de medições deve ser representativo das condições reais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores objeto do estudo. Dessa forma, a avaliação deve cobrir todas as condições operacionais e ambientais habituais que envolvem o trabalhador no exercício de suas funções.

Para que as medições sejam representativas da exposição ocupacional é importante que o período de amostragem seja adequadamente escolhido, de maneira a considerar os 60 minutos corridos de exposição que correspondam à condição de sobrecarga térmica mais desfavorável, considerando-se as condições térmicas do ambiente e as atividades físicas desenvolvidas pelo trabalhador. Portanto, a identificação do período de exposição mais desfavorável deve ser feita mediante análise conjunta do par de variáveis, situação térmica e atividade física, e nunca por meio de análise isolada de cada uma delas.

Havendo dúvidas sobre o período de 60 minutos corridos de exposição mais desfavorável, este pode ser identificado por meio de avaliação que cubra um período de tempo maior, envolvendo, se necessário, toda a jornada de trabalho.

Os procedimentos de avaliação devem interferir o mínimo possível nas condições ambientais e operacionais características da condição de trabalho em estudo.

Condições de exposição não rotineiras, decorrentes de operações ou procedimentos de trabalho previsíveis mas não habituais, devem ser avaliadas e interpretadas isoladamente, considerando-se a sua contribuição na caracterização da exposição ocupacional do trabalhador exposto.

Deverão ser obtidas informações administrativas, necessárias à caracterização da exposição dos trabalhadores. Estas informações deverão ser confirmadas por observações de campo.

5.2 Equipamentos de medição

5.2.1 Conjunto convencional para a determinação do IBUTG

5.2.1.1 Especificações mínimas

O conjunto convencional para a determinação do IBUTG é composto de termômetro de globo, termômetro de bulbo úmido natural e termômetro de bulbo seco.

a) Termômetro de globo

Dispositivo destinado à determinação da temperatura de globo (**tg**), constituído de:

- uma esfera oca de cobre de aproximadamente 1 mm de espessura e com diâmetro de 152,4 mm, pintada externamente de preto fosco, com emissividade mínima de 0,95, e com abertura na direção radial, complementada por um duto cilíndrico de aproximadamente 25 mm de comprimento e 18 mm de diâmetro, destinado à inserção e fixação de termômetro;
- um termômetro de mercúrio com escala mínima de +10 °C a +120 °C, com subdivisões de 0,2 °C ou menores, e exatidão de $\pm 0,5$ °C (para a faixa de 10 °C a 100 °C) e $\pm 1,0$ °C (para faixas superiores a 100 °C);
- uma rolha cônica de borracha, na cor preta, com diâmetro superior de aproximadamente 20 mm, diâmetro inferior em torno de 15 mm, e altura na faixa de 20 mm a 25 mm, vazada no centro, na direção de seu eixo, por orifício que permita uma fixação firme e hermética do termômetro.

b) Termômetro de bulbo úmido natural

Dispositivo destinado à determinação da temperatura de bulbo úmido natural (**tbn**), constituído de:

- um termômetro de mercúrio com escala mínima de +10 °C a +50 °C, com subdivisões de 0,2 °C ou menores, e exatidão de $\pm 0,5$ °C;
- um *erlenmeyer* de 125 ml, contendo água destilada;
- um pavio em forma tubular, na cor branca, de tecido de algodão com alto poder de absorção de água, com comprimento mínimo de 100 mm.

c) Termômetro de bulbo seco

Dispositivo destinado à determinação da temperatura do ar, denominada temperatura de bulbo seco (**tbs**), constituído de:

- um termômetro de mercúrio com escala mínima de +10 °C a +100 °C, com subdivisões de 0,2 °C ou menores, e exatidão de $\pm 0,5$ °C.

5.2.1.2 Montagem do equipamento

Uma série de cuidados deverá ser tomada na montagem do equipamento, a fim de minimizar erros na avaliação.

a) Termômetro de globo

O termômetro de mercúrio deve ser fixado no orifício da rolha e ambos inseridos no globo, de maneira que o centro do bulbo do termômetro fique posicionado no centro da esfera. A rolha deve ser fixada no globo com certa pressão, a fim de que não se solte durante o uso e possa garantir a hermeticidade do sistema, impedindo a existência de fluxo de ar do interior do globo para o ambiente e vice-versa (Figura 1).

b) Termômetro de bulbo úmido natural

O termômetro de mercúrio deve ser montado na posição vertical acima do *erlenmeyer*, de maneira que sua extremidade inferior fique a 25 mm da

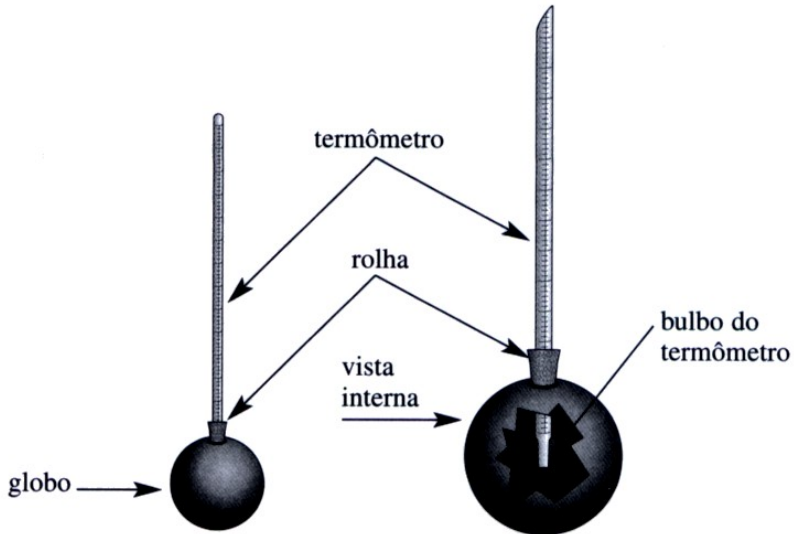


Figura 1 – Termômetro de globo

borda do gargalo deste recipiente. Uma das extremidades do pavio deverá revestir a parte inferior do termômetro, compreendendo duas vezes o comprimento do bulbo, de forma perfeitamente ajustada, sendo fixado no termômetro por meio de amarração com fio fino na cor branca. A outra extremidade do pavio deve ser inserida no interior do *erlenmeyer*, que deverá estar cheio de água destilada (Figura 2).

A utilização de pavio folgado ou apertado sobre o bulbo poderá interferir nos resultados da medição.

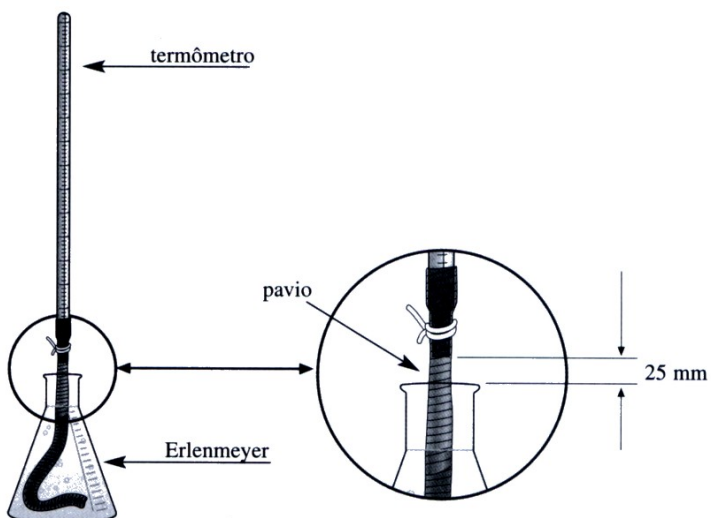


Figura 2 – Termômetro de bulbo úmido natural

5.2.2 Conjunto não convencional para a determinação do IBUTG

É permitida a utilização de equipamento eletrônico para a determinação do IBUTG, ou outros dispositivos para a medição das temperaturas de globo, de bulbo úmido natural e de bulbo seco, desde que, para quaisquer condições de trabalho avaliadas, apresentem resultados equivalentes aos que seriam obtidos com a utilização do conjunto convencional.

Os dispositivos de medição de temperatura deverão apresentar, no mínimo, a mesma exatidão exigida para os termômetros de mercúrio do conjunto convencional.

A esfera utilizada no dispositivo de medição da temperatura de globo deve ser de cobre, oca, de aproximadamente 1 mm de espessura e com diâmetro de 152,4 mm, pintada externamente de preto fosco, com emissividade mínima de 0,95.

O pavio utilizado no dispositivo de medição da temperatura de bulbo úmido natural deve ser de forma tubular, de tecido com alto poder de absorção de água, como por exemplo o algodão, na cor branca, mantido úmido com água destilada, por capilaridade.

Os medidores só poderão ser utilizados dentro das condições de umidade, temperatura, campos magnéticos e demais interferentes especificados pelos fabricantes. Nesses casos, muitas vezes, a utilização de cabo de extensão pode ser uma alternativa para eliminar a influência de interferências inaceitáveis.

5.2.3 Equipamentos e acessórios complementares

a) Tripé do tipo telescópico

Dispositivo, pintado de preto fosco, destinado à montagem e posicionamento do equipamento de medição, na altura necessária para a correta avaliação da exposição ocupacional ao calor.

b) Conjunto de garras e mufas

Dispositivos destinados à fixação do sistema de medição, preferencialmente pintados de preto fosco.

No sistema convencional devem ser utilizadas garras e mufas conforme detalhado a seguir:

- garra com mufa do tipo pinça para a fixação do termômetro de bulbo seco;
- garra com mufa para a fixação do globo, possuindo material isolante térmico (ex.: cortiça) na superfície de contato com o globo;
- garra sem mufa com haste longa para a fixação do *erlenmeyer*;
- garra sem mufa do tipo pinça com haste longa para a fixação do termômetro de bulbo úmido natural;
- mufas universais para a fixação das garras de haste longa.

c) Cronômetro

Destinado à determinação dos tempos de permanência em cada situação térmica e dos tempos de duração de cada atividade física.

5.3 Procedimentos de medição

5.3.1 Aspectos gerais

Antes de serem iniciadas as medições para a determinação do IBUTG, deve ser observado o que segue:

a) Quanto aos conjuntos convencionais:

- verificar se os termômetros estão inseridos em um programa de calibração periódica;
- verificar a não-existência de descontinuidade nas colunas de mercúrio (bolhas ou vazios);
- verificar a integridade física de todos os seus componentes;
- verificar a limpeza e a contaminação do pavio e da água destilada;

- proceder à umidificação prévia do pavio.

b) Quanto aos equipamentos eletrônicos de medição:

- verificar a integridade eletromecânica e a coerência no comportamento de resposta do instrumento;
- verificar a suficiência de carga das baterias para o tempo de medição previsto;
- efetuar a calibração de acordo com as instruções do fabricante;
- verificar a necessidade da utilização de cabo de extensão para eliminar a influência de interferências inaceitáveis;
- proceder à umidificação prévia do pavio.

c) Quanto à conduta do avaliador:

- evitar que seu posicionamento e conduta interfiram na condição de exposição sob avaliação, para não falsear os resultados obtidos. Se necessário, utilizar avaliação remota por meio do uso de cabo de extensão, para permitir leitura à distância;
- adotar as medidas necessárias para impedir que o usuário, ou qualquer terceiro, possa fazer alterações na programação do equipamento, comprometendo os resultados obtidos;
- informar o trabalhador a ser avaliado que:
 - a medição não deve interferir com suas atividades habituais, devendo manter a sua rotina de trabalho, a não ser nas exceções previstas no Item 5.3.3;
 - o equipamento de medição só pode ser removido pelo avaliador;
 - o equipamento de medição não pode ser tocado ou obstruído.

Os dados obtidos deverão ser invalidados sempre que:

- houver qualquer prejuízo à integridade do equipamento;

- os termômetros de mercúrio apresentarem descontinuidade na coluna de mercúrio;
- a calibração do equipamento eletrônico estiver fora da faixa de tolerância estabelecida pelo fabricante;
- houver indicação de insuficiência de carga da bateria.

5.3.2 Posicionamento do conjunto de medição

O conjunto de medição deverá sempre ser posicionado no local de medição, de maneira que os sensores fiquem todos alinhados segundo um plano horizontal (Figura 3).

Quando houver uma fonte principal de calor, os termômetros deverão estar contidos num mesmo plano vertical e colocados próximos uns dos outros, sem, no entanto, se tocarem. A posição do conjunto no ponto de medição deve ser tal que a normal ao referido plano vertical esteja na direção da fonte supracitada. Caso não haja uma fonte principal de calor, este cuidado torna-se desnecessário.

A altura de montagem dos equipamentos deve coincidir com a região mais atingida do corpo. Quando esta não for definida, o conjunto deve ser montado à altura do tórax do trabalhador exposto.

No caso do conjunto convencional, os termômetros devem ser posicionados de maneira que as escalas de leitura fiquem na face oposta àquela voltada para a fonte.

5.3.3 Medições

A avaliação da exposição ao calor é feita por meio da análise da exposição de cada trabalhador, cobrindo-se todo o seu ciclo de exposição.

Portanto, devem ser feitas medições em cada situação térmica que compõe o ciclo de exposição a que fica submetido o trabalhador. Ressaltamos que o número de situações térmicas poderá ser superior ao número de pontos de trabalho, já que no mesmo ponto poderão ocorrer duas ou mais situações térmicas distintas.

As temperaturas a serem medidas são a temperatura de bulbo úmido natural (**tbn**), a temperatura de globo (**tg**) e a temperatura de bulbo seco (**tbs**). Quando não houver a presença de carga solar direta não é necessária a medição da temperatura de bulbo seco.

As leituras das temperaturas devem ser iniciadas após a estabilização* do conjunto na situação térmica que está sendo avaliada, e repetidas a cada minuto. Deverão ser feitas no mínimo três leituras, ou tantas quantas forem necessárias, até que a variação entre elas esteja dentro de um intervalo de $\pm 0,2$ °C. Os valores a serem atribuídos ao **tg**, ao **tbs** e ao **tbn** corresponderão às médias das leituras, respectivas a cada temperatura, contidas no referido intervalo.

As condições térmicas de curta duração, inferiores ao tempo de estabilização, poderão ser avaliadas por meio de simulação. Este procedimento consiste em estender o tempo de duração das referidas condições térmicas, de modo a permitir a estabilização e as leituras necessárias para a avaliação da exposição.

São exemplos de condições térmicas de curta duração um forno cuja porta fica aberta por apenas cinco minutos a cada meia hora, ou um maçarico acionado por dez minutos a cada hora. No caso do forno, pode-se manter a porta aberta por trinta minutos ou mais, de modo a permitir a estabilização do conjunto de medição e a coleta dos dados. Procedimento similar pode ser adotado no exemplo do maçarico.

Nas situações em que a simulação não for viável por motivos de ordem operacional, a avaliação da exposição ocupacional ao calor fica prejudicada.

Deve ser medido o tempo de permanência do trabalhador em cada situação térmica que compõe o ciclo de exposição. Este parâmetro é determinado através da média aritmética de no mínimo três cronometragens, obtidas observando-se o trabalhador na execução do seu trabalho.

Análogo à determinação das diversas situações térmicas, devemos, igualmente, identificar as distintas atividades físicas exercidas pelo trabalhador em estudo e estimar o calor produzido pelo metabolismo em cada uma delas, utilizando o Quadro 1 apresentado no Item 4.

* O tempo necessário para a estabilização do conjunto pode ser de até 25 minutos.



Figura 3 – Conjunto convencional para a avaliação do IBUTG

O tempo de duração de cada atividade física identificada deverá ser determinado por meio de no mínimo três cronometragens, obtidas observando-se o trabalhador na execução do seu trabalho.

Deve ser registrado em planilha de campo:

a) para cada situação térmica identificada:

- a1) o horário de início e fim da medição;
- a2) a descrição das características ambientais e operacionais que a compõem;
- a3) os dados obtidos nas medições de temperatura;
- a4) os dados de cronometragem do tempo de duração da situação.

b) para cada atividade física identificada:

- b1) a descrição das operações e procedimentos que a compõem;
- b2) os dados de cronometragem do tempo de duração da atividade.

5.4 Cálculos

Uma vez determinados os parâmetros relacionados no subitem anterior, deve-se proceder aos cálculos necessários para a determinação do IBUTG médio e da Taxa Metabólica média a serem utilizados na caracterização da exposição ao calor.

Deve ser calculado o IBUTG de cada situação térmica, utilizando-se as Equações 4.1 ou 4.2, em função da presença ou ausência de carga solar direta.

Os dados a serem utilizados nestes cálculos são as temperaturas médias obtidas segundo os critérios estabelecidos nesta Norma.

Deve ser atribuído o valor da taxa metabólica (M) para cada atividade física identificada, utilizando-se o Quadro 1.

A partir dos “IBUTGs” de todas as situações térmicas que compõem o ciclo de exposição do trabalhador objeto de estudo, e dos valores de “M”

atribuídos para todas as atividades físicas executadas por ele em seu ciclo de exposição, devem ser determinados o “ $\overline{\text{IBUTG}}$ ” e o “ $\overline{\text{M}}$ ” representativos da exposição ao calor do referido trabalhador.

O “ $\overline{\text{IBUTG}}$ ” é a média ponderada dos valores do “ IBUTG ” das situações térmicas identificadas no ciclo de exposição. O “ $\overline{\text{M}}$ ” é a média ponderada dos valores do “ M ” das atividades físicas exercidas pelo trabalhador no seu ciclo de exposição. Para o cálculo desses parâmetros são usadas as Equações 4.3 e 4.4, devendo ser considerados os valores de IBUTG e de M correspondentes ao período de 60 minutos corridos mais desfavorável da jornada de trabalho.

Os tempos de exposição a serem utilizados nas referidas equações devem ser determinados com base no tempo total de duração de cada situação térmica e de cada atividade física no período de 60 minutos mais desfavorável da jornada de trabalho.

O tempo de duração de cada situação térmica e de cada atividade física é determinado por meio da média aritmética de cronometragens, conforme estabelecido nesta Norma.

5.5 Interpretação dos resultados

Uma vez determinados o “ $\overline{\text{IBUTG}}$ ” e o “ $\overline{\text{M}}$ ”, o limite de exposição ao calor será considerado ultrapassado quando o “ $\overline{\text{IBUTG}}$ ” exceder o “ $\overline{\text{IBUTG}}_{\text{MÁX}}$ ” correspondente ao “ $\overline{\text{M}}$ ” obtido, conforme definido no Quadro 2 apresentado no Item 4.

Para os valores encontrados de taxa metabólica média ponderada – “ $\overline{\text{M}}$ ”, intermediários aos valores constantes no Quadro 2, será considerado o “ $\overline{\text{IBUTG}}_{\text{MÁX}}$ ” relativo à taxa metabólica média ponderada – “ $\overline{\text{M}}$ ” imediatamente mais elevada.

6. RELATÓRIO

Recomenda-se que no relatório técnico sejam abordados, no mínimo, os aspectos a seguir apresentados, de modo que possibilitem a compreensão

do trabalho desenvolvido por leitor qualificado, e apresentem a documentação dos tópicos da presente Norma que foram utilizados no estudo.

- Introdução, incluindo objetivos do trabalho, justificativa e datas ou períodos em que foram desenvolvidas as avaliações;
- Critério de avaliação adotado;
- Instrumental utilizado;
- Metodologia de avaliação;
- Descrição das condições de exposição avaliadas;
- Dados obtidos;
- Interpretação dos resultados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Vestimentas

As vestimentas de trabalho e Equipamentos de Proteção Individual naturalmente interferem nos mecanismos de troca térmica entre o trabalhador e o ambiente. Nas situações em que o trabalhador utiliza Equipamentos de Proteção Individual ou roupas especiais, diferenciados daqueles definidos no critério de avaliação estabelecido nesta Norma, poderá ocorrer uma contribuição positiva ou negativa na condição de sobrecarga térmica do trabalhador. A quantificação desta variável é de caráter complexo, devendo ser analisada caso a caso pelo higienista ocupacional.

7.2 Aclimação

Uma vez que existe resposta fisiológica diferenciada do organismo, durante o período de aclimação o trabalhador deve ter acompanhamento médico. Neste período os limites de exposição estabelecidos nesta Norma não são válidos, visto que os valores máximos admissíveis para trabalhadores não aclimatados são inferiores. A aclimação é necessária no início do

exercício de funções que submetam o trabalhador a uma sobrecarga térmica. A reaclimação será necessária sempre que houver a interrupção da atividade sob condições de sobrecarga térmica, mesmo que temporariamente, inclusive devido a férias.

7.3 Reposição de água e sais minerais

Os limites de exposição estabelecidos no critério desta Norma pressupõem a reposição de água e sais minerais perdidos pelo trabalhador durante a sua atividade, mediante orientação e controle médico.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FUNDACENTRO – Ministério do Trabalho – NHT-01 C/E – *Norma para avaliação da exposição ocupacional ao calor*. 1985.
2. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS – ACGIH – *Threshold limit values for chemical substances and physical agents – biological exposure indices*. Cincinnati, Estados Unidos, 1999.
3. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS – ACGIH – *Documentation of the threshold limit and biological exposure indices*. 6. ed. Cincinnati, Estados Unidos, 1996.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS – ABHO – *TLVs e BEIs – Tradução dos limites de exposição (TLVs) para substâncias químicas e agentes físicos e índices biológicos de exposição (BEIs) da ACGIH*. 1999.
5. BRÜEL & KJAER – *Technical Review n. 2 – Heat stress*. Dinamarca, 1985.
6. ISO 7243 (1989) – *Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)*.
7. ISO 7726 (1985) – *Thermal environments – Instruments and methods for measuring physical quantities*.
8. ISO 8996 (1990) – *Ergonomics – Determination of metabolic heat production*.
9. OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION – OSHA. *Instruction CPL 2-2.20B – Capítulo 3, “Heat stress”*. Washington, Estados Unidos, 1990.
10. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH – *Criteria for a recommended standard – Occupational ex-*

posure to hot environments – Revised Criteria. Estados Unidos, 1986.

11. AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION JOURNAL – *Ergonomics Guide to Assessment of Metabolic and Cardiac costs of Physical work.* ERGONOMIC GUIDES, ago. 1971, pp. 560-4.
12. RUAS, ÁLVARO CESAR – *Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho.* FUNDACENTRO, 94 p., 1999.

ANEXO A

TABELA 1 - TAXA METABÓLICA PARA ATIVIDADES TÍPICAS
(extraído da norma ISO 8996 : 1990, Anexo E)

Nº	Atividade	Taxa metabólica (W/m²)
1	Atividades básicas	
1.1	Andando no plano 2 km/h 3 km/h 4 km/h 5 km/h	110 140 165 200
1.2	Subindo rampa (3 km/h) a 5° de inclinação a 10° de inclinação a 15° de inclinação	195 275 390
1.3	Descendo rampa (5 km/h) a 5° de inclinação a 10° de inclinação a 15° de inclinação	130 115 120
1.4	Subindo escada (altura do degrau de 0,17 m) 80 degraus por minuto	440
1.5	Descendo escada (altura do degrau de 0,17 m) 80 degraus por minuto	155
1.6	Transportando carga, no plano (4 km/h) Peso de 10 kg Peso de 30 kg Peso de 50 kg	185 250 360
2	Profissões	
2.1	Indústria da Construção	
2.1.1	Assentando tijolo (construindo uma parede de área equivalente) Tijolo sólido (peso de 3,8 kg) Tijolo furado (peso de 4,2 kg) Bloco furado (peso de 15,3 kg) Bloco furado (peso de 23,4 kg)	150 140 125 135

Nº	Atividade	Taxa metabólica (W/m ²)
2.1.2	Fabricação de concreto acabado, moldagem e desmoldagem (concreto protendido) Instalando os tensores de aço Lançando o concreto (capa de concreto protendido)	180 130 180
2.1.3	Construção de uma habitação Misturando cimento Lançando o concreto para fundações Compactando concreto por vibração Montando as fôrmas Carregando a betoneira com pedras e argamassa	155 275 220 180 275
2.2	Indústria de ferro e aço	
2.2.1	Alto-Forno preparação de rolete para a corrida Vazamento	340 430
2.2.2	Moldagem (moldagem manual) Moldagem de peça de tamanho médio Socagem com martetele pneumático Moldagem de pequenas peças	285 175 140
2.2.3	Moldagem mecanizada Vazamento em molde Moldagem com cadinho operado por um homem Moldagem com cadinho operado por dois homens Vazamento por meio de cadinho suspenso por guindaste	125 220 210 190
2.2.4	Limpeza de peças Trabalhando com martetele pneumático Lixamento e corte	175 175
2.3	Silvicultura	
2.3.1	Transportando e trabalhando com machado Caminhando e transportando (peso de 7 kg) na floresta, 4 km/h Carregando motosserra (18 kg) nas mãos, a 4 km/h	285 385

Nº	Atividade	Taxa metabólica (W/m ²)
2.3 2.3.1	Silvicultura (continuação) Transportando e trabalhando com machado Trabalhando com um machado (peso de 2 kg, 33 golpes/min) Cortando raiz com machado Podando galhos	 500 375 415
2.3.2	Serrando Corte transversal ao sentido das fibras, com serra operada por dois homens 60 ciclos de corte (vai-e-volta)/minuto, 20 cm ² por ciclo de corte 40 ciclos de corte (vai-e-volta)/minuto, 20 cm ² por ciclo de corte derrubando com motosserra motosserra operada por um homem motosserra operada por dois homens cortando com motosserra motosserra operada por um homem motosserra operada por dois homens descascando valor médio no verão valor médio no inverno	 415 240 235 205 205 190 225 390
2.4	Agricultura Cavando com pá (24 elevações/minuto) Arando com cavalos Arando com trator Fertilizando área cultivável Plantio manual Plantio com adubadeira conduzida por cavalos Plantando com trator Escavando manualmente (peso da escavadeira de 1,25 kg)	 380 235 170 280 250 95 170

Nº	Atividade	Taxa metabólica (W/m ²)
2.5 2.5.1	Esportes Correndo 9 km/h 12 km/h 15 km/h	435 485 550
2.5.2	Esquiando (no plano, neve boa) 7 km/h 9 km/h 12 km/h	350 405 510
2.5.3	Patinação no gelo 12 km/h 15 km/h 18 km/h	225 285 360
2.6	Trabalho doméstico Limpeza de casa Cozinhando Lavando pratos, em pé Lavando com as mãos e passando Barbeando, lavando e vestindo	100 a 200 80 a 135 145 120 a 220 100

Fonte: ISO 8996 : 1990 – Anexo E – Tabela E1

ANEXO B

PROCEDIMENTOS PARA A ESTIMATIVA DA TAXA METABÓLICA POR MEIO DE COMPONENTES RELACIONADAS À ATIVIDADE E AO HOMEM (extraído da norma ISO 8996 : 1990, Anexos C e D)

A taxa metabólica pode ser analiticamente determinada pelo somatório dos seguintes valores:

- a) taxa metabólica basal;
- b) componente devida à postura corporal;
- c) componente devida ao tipo de tarefa;
- d) componente devida à movimentação corporal relacionada à velocidade de trabalho.

TABELA 1 – DADOS DA PESSOA-PADRÃO

DADOS	HOMEM	MULHER
Altura, em metros	1,7	1,6
Massa corporal, em quilogramas	70	60
Área da superfície do corpo, em metros quadrados	1,8	1,6
Idade, em anos	35	35
Taxa metabólica basal, em watts por metro quadrado	44	41

Fonte: ISO 8996 : 1990 – Anexo C – Tabela C1

**TABELA 2 – TAXA METABÓLICA PARA POSTURA DO CORPO
(taxa metabólica basal não incluída)**

Postura do corpo	Taxa metabólica (W/m²)
Sentado	10
Ajoelhado	20
Agachado	20
Em pé	25
Em pé, inclinado	30

Fonte: ISO 8996 : 1990 – Anexo D – Tabela D1

**TABELA 3 – TAXA METABÓLICA PARA
DIFERENTES TIPOS DE TRABALHO
(taxa metabólica basal não incluída)**

Tipo de trabalho	Taxa metabólica (W/m ²)	
	Valor médio	Faixa
Trabalho com as mãos		
Leve	15	<20
Moderado	30	20 a 35
Pesado	40	>35
Trabalho com um braço		
Leve	35	<45
Moderado	55	45 a 65
Pesado	75	>65
Trabalho com dois braços		
Leve	65	<75
Moderado	85	75 a 95
Pesado	105	>95
Trabalho com o tronco		
Leve	125	<155
Moderado	190	155 a 230
Pesado	280	230 a 330
Muito pesado	390	>330

Fonte: ISO 8996 : 1990 – Anexo D – Tabela D2

**TABELA 4 – TAXA METABÓLICA RELACIONADA
COM A VELOCIDADE DE TRABALHO
(taxa metabólica basal não incluída)**

Tipo de trabalho	Taxa metabólica relacionada à velocidade de trabalho (W.m²)/(m.s⁻¹)
Velocidade de trabalho relacionada à distância	
Andando, 2 km/h a 5 km/h	110
Andando em subida, 2 km/h a 5 km/h	
Inclinação de 5°	210
Inclinação de 10°	360
Andando em descida, a 5 km/h	
Declive de 5°	60
Declive de 10°	50
Andando carregando peso, a 4 km/h	
10 kg	125
30 kg	185
50 kg	285
Velocidade de trabalho relacionada à altura	
Subindo escada	1725
Descendo escada	480
Subindo escada de mão inclinada	
Sem carga	1660
Com carga de 10 kg	1870
Com carga de 50 kg	3320
Subindo escada de mão na vertical	
Sem carga	2030
Com carga de 10 kg	2335
Com carga de 50 kg	4750

Fonte: ISO 8996 : 1990 – Anexo D – Tabela D3

**TABELA 5 – EXEMPLOS PARA AVALIAÇÃO
DOS VÁRIOS TIPOS DE ATIVIDADE POR MEIO
DAS TABELAS DE TAXAS METABÓLICAS**

Nº	Atividade	Taxa metabólica (W/m ²)				Resultado
		Basal (homem)	Postura corporal	Tipo de trabalho	Movimento do corpo	
1	Ajuntando folhas em gramado (andando lentamente, trabalho leve com os dois braços)	44	0	65	60	170
2	Aplainando pranchas manualmente (em pé, curvado, com leve trabalho de tronco)	44	30	125	0	200
3	Montagem de trilhos ferroviários com ferramenta socadora (em pé, curvado, trabalho pesado com tronco)	44	30	280	0	355
4	Empurrando um carro (andando, trabalho pesado com o tronco)	44	0	280	120	445
<p>NOTA – Devido a limitação na exatidão desse método, os resultados podem ser arredondados para valores múltiplos de 5 W/m₂.</p>						

Fonte: ISO 8996 : 1990 – Anexo D – Tabela D4

TABELA 6 – EXEMPLOS PARA CÁLCULO DA TAXA METABÓLICA UTILIZANDO A TAXA METABÓLICA RELACIONADA À VELOCIDADE DE TRABALHO

Atividade	Duração (s)	Distância/Altura (m)	Velocidade (m/s)	Taxa metabólica relacionada com a velocidade de trabalho (W.m²)/(m.s⁻¹)	Taxa metabólica basal (W/m²)	Taxa metabólica (W/m²)
Andando com carga de 50 kg	180	200	1,11	285	45	360
Andando	300	350	1,17	110	45	175
Subindo escada	45	10	0,22	1725	45	425

Fonte: ISO 8996 : 1990 – Anexo D – Tabela D5

ANEXO C

TAXA METABÓLICA PARA ATIVIDADES TÍPICAS
(extraído da ACGIH – TLVs e BEIs, 1999 –
edição em português da ABHO)

TABELA 1 – ESTIMATIVA DA CARGA DE TRABALHO

Valores médios de taxa metabólica para diferentes atividades			
A. Posição do corpo e movimento		kcal/min	
Sentado		0,3	
Em pé		0,6	
Andando		2,0-3,0	
Em movimento, subindo		adicione 0,8 por metro de elevação	
B. Tipo de Trabalho		Média kcal/min	Faixa kcal/min
Trabalho com as mãos	leve	0,4	0,2-1,2
	pesado	0,9	
Trabalho com um braço	leve	1,0	0,7-2,5
	pesado	1,7	
Trabalho com dois braços	leve	1,5	1,0-3,5
	pesado	2,5	
Trabalho com o corpo	leve	3,5	2,5-15,0
	moderado	5,0	
	pesado	7,0	
	muito pesado	9,0	

Fonte: ACGIH 1999 – Agentes Físicos – Sobrecarga Térmica – Tabela 3

TABELA 2 – EXEMPLOS DE CÁLCULOS

Trabalho em uma linha de montagem usando ferramenta manual pesada

A. Andando ao longo da linha 2,0 kcal/min

B. Valor intermediário entre trabalho pesado com
dois braços e trabalho leve com o corpo 3,0 kcal/min

Subtotal 5,0 kcal/min

C. Adição para a taxa metabólica basal 1,0 kcal/min

Total 6,0 kcal/min

Fonte: ACGIH 1999 – Agentes Físicos – Sobrecarga Térmica – Tabela 4

Sobre o livro

*Composto em Times 11/14
em papel off-set 90 g/m² (miolo)
e cartão supremo 250 g/m² (capa)
no formato 16x23 cm
pela Graphbox/Caran
Tiragem: 3.000
1ª Edição - 2002*

Equipe de realização

Ilustrações:

Daves de Jesus Ribeiro

Revisão de texto:

Beatriz de Freitas Moreira

Coordenação de Produção:

Lilian Queiroz

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

