

## **AMBIENTE TÉRMICO DE SALAS DE TRABALHO NUMA INDUSTRIA METALOMECÂNICA ESTUDO COMPARATIVO**

Mário Talaia <sup>(1)</sup>, António Martins <sup>(2)</sup>

*(1) CIDTFF, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal*

*\*e-mail: mart@ua.pt*

*(2) ISCIA – Inst<sup>o</sup> Superior de Ciências da Informação e da Administração, Aveiro, Portugal*

Os ambientes térmicos quentes são ambientes para os quais o balanço térmico, calculado na base da transferência de energia sob a forma de calor por radiação e convecção é positivo (a temperatura do ar ambiente e a temperatura radiante média são superiores à temperatura média cutânea). Neste ambiente o organismo deve accionar os diferentes meios de “luta”, de que dispõe, contra o calor (Talaia, 2004).

O calor gerado pelo corpo humano tem de ser igual ao calor perdido (Butera, 1998). É aceite na literatura da especialidade que o bem-estar do trabalhador num determinado local recai sobre a relação entre o equilíbrio térmico do corpo humano e a temperatura do ar húmido desse local (Zhao, et al., 2009). Este equilíbrio recai sobre vários factores, nomeadamente o ambiente térmico do local de trabalho, o calor gerado através do metabolismo humano e as propriedades térmicas dos materiais que constituem as roupas usadas, entre outras (Kang, et al., 2001; Huang, 2006).

A roupa representa um elemento de elevada importância no conforto térmico pois tem um impacto directo sobre o mesmo, regulando as trocas de energia sob a forma de calor tal como a massa de suor do corpo humano com o meio ambiente (Huang, 2006).

Quando em condições de conforto térmico, o corpo humano tem a capacidade de regular a sua temperatura interna através de métodos passivos e/ou evaporativos. Quando se regista uma situação de stress térmico extremo ou prolongado, esta torna-se insuficiente e obriga a um processo de selecção de indivíduos com boa robustez física (Kang, et al., 2001; Martens, 2006).

É sabido que condições de stress térmico reduzem os índices de produtividade e aumentam os comportamentos de risco e a probabilidade de acidentes de trabalho (Riniolo & Schmidt, 2006; O’Neal & Bishop, 2010), assim como o risco de aparecimento de doenças predominantemente cardiopulmonares (Martens, 2006; O’Neal & Bishop, 2010). Existem vários mecanismos que podem explicar o aparecimento destas doenças, como variações na pressão sanguínea (diástole e sístole) e na viscosidade sanguínea e alterações no ritmo cardíaco associados a ajustes fisiológicos à temperatura do meio ambiente (Martens, 1998, Seeley et al., 2001; Davidovits, 2008).

A Higiene e Segurança Industrial têm feito esforços na procura de um índice de stress térmico que traduza satisfatoriamente a sobrecarga fisiológica para certas condições ambientais.

Pelo facto do conforto térmico ser uma sensação e não um parâmetro físico ou matemático possível de quantificar com exactidão, torna a definição de conforto térmico muito subjectiva dependendo de indivíduo para indivíduo. Esta definição pode até mesmo variar no mesmo indivíduo consoante o seu estado de saúde e/ou estado psicológico. Nestas circunstâncias um ambiente térmico neutro universal é impossível de obter para todos os indivíduos.

Neste trabalho apresenta-se um caso de estudo onde são registados, durante o dia, parâmetros higrométricos. São também registados valores exteriores as salas de trabalho.

Diferentes índices térmicos são aplicados e os valores são comparados com a performance e estratégias de intervenção da WMO (1987).

A Fig.1 mostra um exemplo em que é indicada a variação dos diferentes índices térmicos usados no tempo, nas duas salas de trabalho (escritório e controlo)

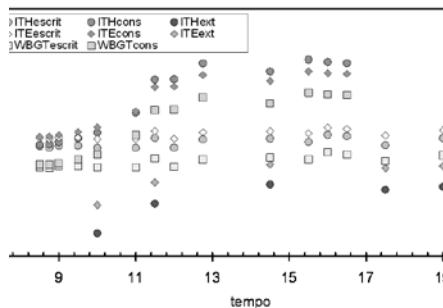


Fig. 1.- Sensações térmicas ao longo do tempo – comparação de diferentes índices

A aplicação do diagrama da WMO (1987) é indicada na Fig.2. A observação visual da localização de cada conjunto de dados registados mostra uma elevada coerência com os valores determinados através de índices térmicos. No notar, que as considerações e estratégias de intervenção para cada instante são semelhantes, o que valida a aplicação dos diferentes índices seleccionados.

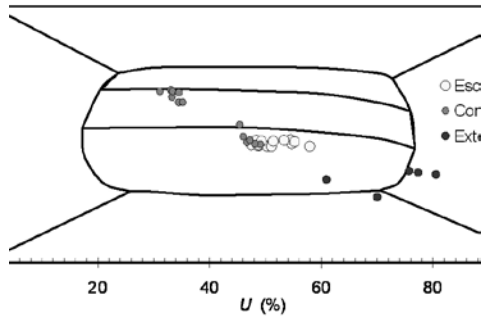


Fig. 2.- Diagrama adaptado da WMO (1987). Registo de dados

Na Fig.3 ilustra-se um exemplo de estudo, onde são indicadas, para um dia, horas, valores de diferentes índices e cores para intervenção.

Hora	ITH escrit	ITH cons	ITH ext	ITE escrit	ITE cons	ITE ext	WBGT escrit	WBGT cons	EsConTer escrit	EsConTer cons
08:30	16.1	16.3		16.9	17.1		14.0	14.2	-0.6	-0.6
08:45	16.0	16.3		16.8	17.1		14.0	14.3	-0.6	-0.6
09:00	16.2	16.5		17.0	17.3		14.1	14.4	-0.6	-0.5
09:30	16.2	16.9		17.0	17.6		14.1	14.8	-0.6	-0.8
10:00	15.9	17.5	7.3	16.9	18.0	10.2	14.0	15.3	-0.6	-0.3
11:00	16.9	19.5		16.8	19.6		14.0	17.2	-0.6	0.1
11:30	16.9	22.9	10.3	17.8	22.1	12.6	14.9	19.7	-0.4	0.7
12:00	16.0	22.9		16.9	22.1		14.1	19.8	-0.6	0.7
12:45	16.8	24.5		17.5	23.3		14.8	21.0	-0.6	1.0
14:30	16.9	23.7	12.3	17.8	22.7	14.3	15.0	20.4	-0.4	0.9
15:30	16.6	24.9		17.4	23.7		14.9	21.5	-0.5	1.1
16:00	17.3	24.0		18.0	23.5		15.5	21.3	-0.4	1.1
16:30	17.1	24.5		17.9	23.4		15.3	21.3	-0.4	1.0
17:30	16.2		11.7	17.2		13.9	14.6		-0.6	
19:00	16.9		12.0	17.7		14.1	15.2		-0.4	

Fig. 3.- Um exemplo de quadro de registo de valores

Os resultados obtidos mostram que há um excelente acordo entre índices aplicados. A comparação dos dois locais investigados mostra que a presença de uma fonte térmica suscita condições a tender para stress térmico, como era esperado.

Os resultados obtidos permitem a adopção de estratégias de intervenção que devem ser valorizadas pelo departamento de higiene e segurança da unidade industrial. Medidas adequadas favorecem o aumento de índices de satisfação, intelectual, qualidade e produção

Estudos desta natureza são adequados e oportunos, devido a permitirem detectar zonas vulneráveis numa indústria.

## BIBLIOGRAFIA

- Butera, F.M. (1998). Chapter 3 – Principles of thermal comfort, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39-66.
- Davidovits, P. (2008). *Physics in Biology and Medicine*. Academic Press.
- Huang, J. (2006). Thermal parameters for assessing thermal properties of clothing. *Journal of Thermal Biology*, 31, 461–466.
- Kang, Z.J., Xue H. & Bong T.Y. (2001). Modeling of thermal environment and human response in a crowded space for tropical climate. *Building and Environment*, 36, 511–525.
- Martens, W.J.M. (2006). Climate change, thermal stress and mortality changes. *Elsevier Science Ltd*, Vol. 46, No. 3, 331–334.
- O’Neal, E.K. & Bishop, P. (2010). Effects of working a hot environment on repeated performances of multiple types of simple mental tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(1), 77–81.
- Riniolo, T.C. & Schmidt L.A. (2006). Chronic heat stress and cognitive development: An example of thermal conditions influencing human development. *Developmental Review*, 26, 277-290.
- Seeley, R., Stephens, T.D. & Tate, P. (2001). *Anatomia & Fisiologia*. Lusodidacta, Lisboa.
- Talaia, M.A.R. (2004). O Conforto Humano e as Alterações Ambientais, XXVIII Jornadas Científicas, La Meteorologia y El Clima Atlánticos, 5º Encuentro Hispano-Luso de Meteorologia: La Meteorologia y Climatologia en los Sectores Público y Privado, Badajoz, Espanha, 11-13 Fevereiro, pp. 79-80.
- W.M.O. (1987). *World Climate Program Applications, Climate and Human Health*. World Meteorological Organization.
- Zhao, J., Zhu, N. & Lu, S. (2009). Productivity model in hot and humid environment based on heat tolerance time analysis. *Building and Environment*, 44, 2202–2207.