

Ricardo Lopes^a, J. Santos Baptista^b, M. Tato Diogo^c

^a Centro de Investigação em Geoambiente e Recursos - FEUP
R. Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal
E-mail: franca_lopes@portugalmail.pt

^b Centro de Investigação em Geoambiente e Recursos - FEUP
R. Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal
E-mail: jsbap@fe.up.pt

^c Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Fernando Pessoa
Praça 9 de Abril, 349, 4249-004 Porto, Portugal
E-mail: mtatod@ufp.pt

RESUMO

Pretende-se demonstrar as diferenças, ao nível do ambiente térmico, numa obra de construção civil em duas situações: a de obra aberta, sem alvenarias e a de obra fechada, após a colocação destas. Neste artigo, a descrição é efectuada através da apresentação de dados referentes a um dia tipo para cada uma das situações. O dia tipo é caracterizado por apresentar uma evolução dos parâmetros no período de medição idêntica à da grande maioria dos dias nos quais se realizaram registos. As diferentes medições foram avaliadas e comparadas directamente através de uma correlação estatística. A avaliação das condições de conforto térmico a que os trabalhadores se encontravam sujeitos foi efectuada através da aplicação das normas em vigor. Os dados obtidos permitiram confirmar a relação existente entre diferentes parâmetros, apesar da dificuldade de padronização da evolução das condições de conforto ao longo do dia de trabalho em ambiente não controlado..

Palavras-chave: *Construção civil, Conforto Térmico, Higiene.*

INTRODUÇÃO

O Ambiente Térmico pode ser caracterizado por um conjunto de parâmetros que influenciam o organismo humano. Em termos ocupacionais, é um factor que intervém, de forma directa ou indirecta, na saúde e bem-estar dos trabalhadores e, conseqüentemente, na realização das tarefas que lhes estão atribuídas. A influência do ambiente térmico é um assunto que tem sido alvo de diversos estudos. Verifica-se no entanto, que desses, poucos são aqueles que incidiam sobre o sector da construção. Sendo esta indústria caracterizada pela realização de actividades ao ar livre, sob a acção directa dos elementos, os seus trabalhadores estão sujeitos a fenómenos como ondas de frio e de calor, pluviosidade e insolação. Considerou-se, por isso, que se tornava premente a realização de um estudo que analisasse a influência do ambiente térmico neste sector.

A Construção Civil é frequentemente referida como crítica no que toca às questões relativas à Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho. No entanto, se por um lado aspectos relativos à segurança, como quedas em altura, soterramentos, esmagamentos, têm sido alvo de muita análise e reflexão, por outro, as temáticas com maior influência sobre a saúde dos trabalhadores têm sido menos abordadas. É nelas que se insere este nosso trabalho.

Sob o ponto de vista da análise da exposição dos trabalhadores ao ambiente térmico, podemos identificar três grandes fases, das quais analisamos as duas primeiras:

- ^{1.ª} É relativa à construção das fundações e da estrutura de betão armado. Aqui os trabalhadores desenvolvem as suas tarefas ao ar livre ou apenas sob tecto (lajes e encontram-se na maior parte do tempo directamente expostos aos elementos.
- ^{2.ª} Corresponde à execução das alvenarias e instalação das redes técnicas e demais instalações. Nesta os trabalhos decorrem no interior do edifício em construção, o que permite um maior abrigo dos elementos atmosféricos. No entanto, a nível de ambiente térmico ainda se encontram sobre a influência das condições exteriores, pois nesta fase a obra ainda não se encontra totalmente fechada.
- ^{3.ª} Compreende os acabamentos: pintura, colocação de pavimentos e louças, entre outros. A realização destes trabalhos por norma é efectuada quando o edifício já se encontra totalmente fechado. Existe um maior isolamento dos trabalhadores relativamente às condições atmosféricas exteriores. Contudo, ao reduzir a circulação de ar, nomeadamente em divisões directamente expostas à luz solar, pode levar a um aumento significativo da temperatura relativamente à sentida no exterior.

MATERIAIS E MÉTODOS

Equipamento

Para este estudo foram utilizados os seguintes equipamentos e software:

- Unidade de base – marca LSI - modelo BABUC A – BSA10, 11 entradas.
- Sonda de globo preto opaco – marca LSI - modelo BST 131
- Sonda de fio quente para velocidade do ar – marca LSI – modelo BSV 101
- Sonda psicométrica da humidade relativa – marca LSI – modelo BSU 102
- Sonda de temperatura ambiente – marca LSI – modelo BST 101
- Sonda de temperatura húmida natural – marca LSI – modelo BSU 121
- Software INFOGAP Vers. 2.20 Cod. MW 6501 da LSI.

Recolha de dados

Pretendendo-se comparar duas condições distintas: os dados foram recolhidos com uma situação de obra aberta, i.e., durante os trabalhos de execução da estrutura do edifício, antes da colocação de alvenaria (figura 1) e com a obra fechada, i.e., após a conclusão da colocação da alvenaria interior e exterior (figura 2).



Figura 1 – Obra aberta



Figura 2 – Obra fechada

A recolha de dados processou-se entre Março de 2006 e Setembro de 2006, sob diversas condições atmosféricas. A recolha de dados foi feita num piso por dia, durante o dia completo de trabalho, tendencialmente das 9H00 às 17H00. O intervalo de registo de dados adoptado foi de 1m40s. Os dados de seguida apresentados correspondem a um desses dias, para cada uma das situações. A escolha recaiu sobre dias cuja evolução das condições de trabalho foi considerada estatisticamente representativa de cada uma das situações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados foi efectuada segundo as normas ISO 7730, ISO 7243 e ISO 7933 e permitiu constatar grandes variações nas condições ambientais ao longo do dia de trabalho. Ao mesmo tempo possibilitou a confirmação das relações entre diferentes variáveis ambientais.

Os parâmetros para os quais foi obtida uma maior correlação na evolução diária foram a temperatura ambiente, humidade relativa, velocidade do ar, PMV e WBGT. Como também seria de esperar, o valor da correlação entre estes parâmetros é superior no caso da obra fechada.

Nos gráficos 1 e 2 podemos verificar a evolução da temperatura do ar para as duas situações em análise. Verificamos padrões de evolução idênticos ao longo do dia para ambos os casos. A temperatura sobe durante a manhã até cerca das 15H00. Apenas a partir desse momento as duas situações se distinguem. Com a obra fechada a temperatura tem tendência a descer mais suavemente. Este facto é justificado pela protecção oferecida pela alvenaria existente.

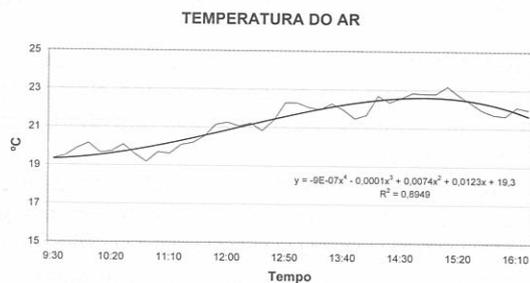


Gráfico 1 – Temperatura do ar - obra aberta

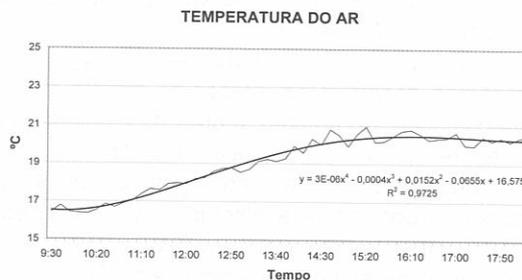


Gráfico 2 – Temperatura do ar - obra fechada

A humidade relativa, apresenta um comportamento inverso do da temperatura. O seu valor máximo ocorre ao início da manhã e desce até cerca das 15H00. Este momento corresponde ao de temperatura mais elevada. A partir daí, a humidade retoma um processo de subida. A principal característica distintiva entre as duas situações é a amplitude de variação. Verifica-se que na obra fechada o valor da diferença entre os valores máximo e mínimo é superior ao da obra aberta. Tal é justificado pelo efeito conjunto da descida de temperatura associado com a maior dificuldade na renovação do ar devido aos constrangimentos causados pelas paredes. Nos gráficos 5 e 6 pode ver-se que com a obra fechada a velocidade do ar é consideravelmente inferior e, conseqüentemente, a sua renovação.

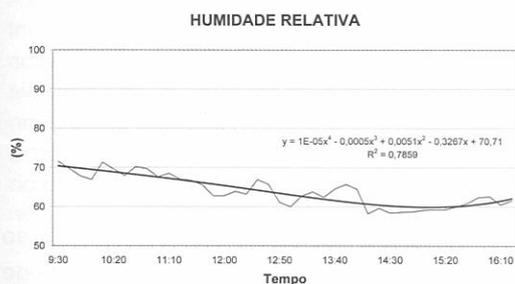


Gráfico 3 – Humidade Relativa - obra aberta

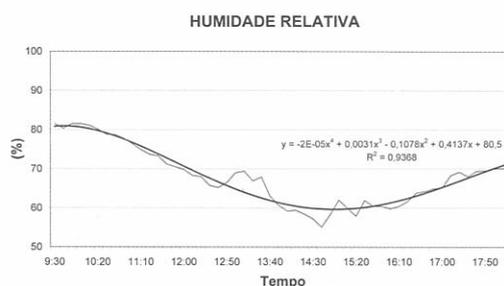


Gráfico 4 – Humidade Relativa - obra fechada

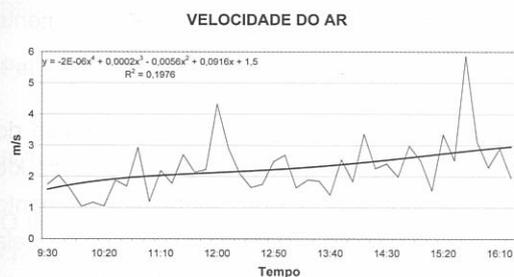


Gráfico 5 – Velocidade do ar - obra aberta

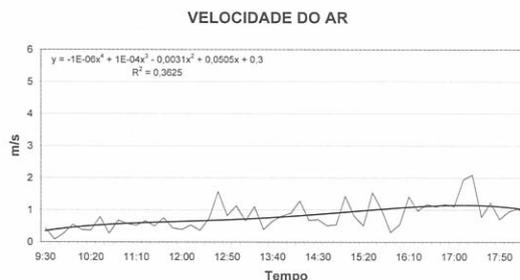


Gráfico 6 – Velocidade do ar - obra fechada

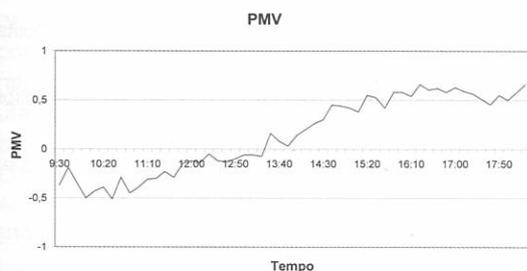


Gráfico 7 – PMV - obra fechada

Para ambas as situações a velocidade do ar apresenta uma tendência crescente ao longo do dia, com fortes oscilações momentâneas correspondentes a rajadas de vento. Pela análise dos gráficos 5 e 6 podemos constatar o efeito fortemente protector das alvenarias na obra fechada. Estas, por si só, promovem uma significativa melhoria das condições de trabalho. Pelo facto de, na obra aberta, a velocidade do ar ultrapassar sistematicamente 1ms^{-1} verifica-se a impossibilidade de cálculo do PMV, índice que dá a previsão quantitativa do número de pessoas insatisfeitas. Mesmo com a obra fechada, no período da tarde, os valores do PMV calculados ultrapassam sistematicamente 0,5 (gráfico 7), valor máximo recomendável.

Quanto ao stress térmico, medido pelo índice WBGT, verifica-se que também apresenta um comportamento distinto para as duas situações. Enquanto que com a obra aberta se regista um valor máximo pelas 15H00, coincidindo com o pico de temperatura do ar, com a obra fechada apresenta um comportamento crescente ao longo do dia. Este comportamento faz com que sejam criadas condições para a ocorrência de stress térmico com mais frequência nesta última situação.

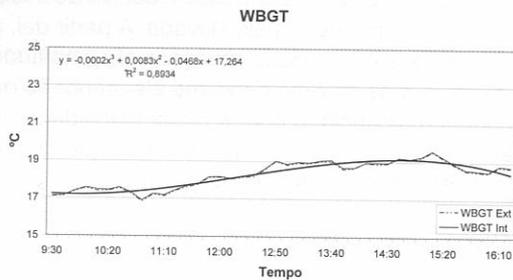


Gráfico 8 – WBGT - obra aberta

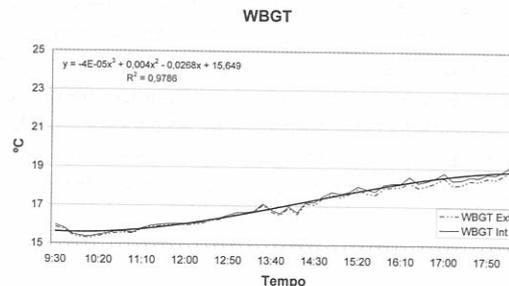


Gráfico 9 – WBGT - obra fechada

CONCLUSÕES

Os dados apresentados permitiram constatar a existência de diferenças significativas nas condições de trabalho, ao nível do ambiente térmico, tanto ao longo do dia como nas diferentes situações de obra. Verifica-se, como seria de esperar, que em obra aberta, para além da temperatura e humidade, a velocidade do ar é um factor determinante para as condições de conforto. Já com a obra fechada verifica-se uma subida contínua do valor do WBGT, o que para períodos mais quentes e húmidos conduz facilmente a situações de stress térmico, que pode ser particularmente gravoso para trabalhadores não aclimatizados, (cfr. ISO 7243)

Estes elementos permitem verificar a premência de se realizarem mais estudos no sentido da caracterização do trabalho em ambientes não controlados. Os seus resultados podem ter implicações importantes ao nível da saúde dos trabalhadores, através da melhoria das condições de trabalho e da sua qualidade de vida. Também de um ponto de vista económico podem advir vantagens, tanto através do aumento do rendimento directo do trabalho como pela diminuição dos acidentes e baixas directamente relacionadas pela exposição directa a ambientes adversos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hancher, Donn E. / Abd-Elkhalek, Heslam A. (1998) The Effect of Hot Weather on Construction Labor Productivity and Costs. *Cost Engineering* vol.40 pp 32-36 (Morgantown, West Virginia)
2. Hewage, K.; Kuwanpura, J. (2006) Carpentry workers issues and efficienc. related to constr. Producti. in commercial construction projects in Alberta. *Canadian Journal of Civil Eng.* Vol. 33, pp1075-1089.
3. Li, Xianting / Yu, Zhen / Zhao, Bin / li, Ying (2005) Numerical analysis of outdoor thermal environment around buildings. *Building and Environment*. Vol. 40 pp. 853-866
4. Mohamed, Sherif / Srinavin, Korb (2005) Forecasting labor productivity changes in construction using the PMV index. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Vol. 35 pp. 345-351.
5. Nagamo, Kazuo; Takaki, Akira; Hirakawa, Megum; Tochiyara, Yutaka (2005) Effects of ambient temperature steps on thermal comfort requirements. *Int. Journal of Biometeorology*. Vol. 50, pp.33-39
6. Tanabe, S./ Hasebe, Y / Kimura, K / Haga, Y (1993) Estimation of thermal sensation using PMV and SET under high air movement conditions. *Journal of Thermal Biology*. Vol. 18 pp. 551-554.