

# A Segurança Ocupacional em Ambientes Térmicos Adversos. Breve Revisão

Sousa, António Oliveira<sup>a</sup>, Baptista, João Santos<sup>b</sup>,

<sup>a</sup> Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve, Campus da Penha, Faro, Portugal

<sup>b</sup> CIGAR/Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

<sup>a</sup>[asousa@ualg.pt](mailto:asousa@ualg.pt); <sup>b</sup>[jsbap@fe.up.pt](mailto:jsbap@fe.up.pt)

## 1. INTRODUÇÃO

Os trabalhadores das minas, da fundição ou da panificação estão constantemente sujeitos a ambientes quentes, húmidos ou secos, que de algum modo os afetem. Embora se reconheça a existência de uma relação entre ambiente térmico e trabalho, importa saber até que ponto essa relação está quantificada.

O presente estudo aborda a problemática do ambiente térmico, com especial incidência nos que se caracterizam por serem quentes e húmidos. Colocando como ponto de partida a questão da existência de uma relação entre trabalho e ambiente térmico, procura-se saber, em que medida é que estas condições de trabalho atuam como fator potenciador do risco e afetam as condições de segurança e saúde dos trabalhadores. Assim, colocou-se como objetivo central do presente trabalho, o de explicitar a relação entre as condições ambientais (térmicas) e o desempenho, no plano da segurança ocupacional.

## 2. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para a concretização do objetivo proposto, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica orientada, através da utilização das seguintes palavras-chave: “heat”, “heat stress”, “heat treatment”, “high-temperature”, “hot environment”, “hot temperature”, “human health”, “mines”, “mine accident rate”, “mine heat”, “safety”, “safety index”, “thermal”, “thermal comfort”, “thermal stress”, “thermal environment”, “thermal index”. Para o efeito, foi utilizado o motor de busca Metalib®. Foram utilizadas combinações de palavras-chave nos campos ‘título’ e ‘assunto’, selecionando-se os documentos em cujo ‘abstract’ era focado pelo menos um dos temas de interesse. Por último, refira-se que a pesquisa foi centrada em dois tipos de fontes: bases de dados (*Academic Search Complete, Compendex, Current Contents, ERIC, SCOPUS, Inspec, Web of Science*) e revistas científicas (*ACM Digital Library, ACS Journals, Annual Reviews, ASME Digital Library, CE Database (ASCE), Emerald Fulltext, IEEE Xplore, ScienceDirect*).

## 3. Discussão temática

O ambiente térmico é um fator central na análise das condições de trabalho, em particular nos setores de atividade com condições mais severas nessa vertente (minas subterrâneas, siderurgia, fundição, estufas, construção civil, agricultura, bombeiros, entre outros). A sua influência estende-se a três aspetos chave para os trabalhadores e para as empresas (Niemela, Hannula, Rautio, Reijula, & Railio, 2002), o estado geral de saúde, as condições de segurança e os níveis de produtividade. No âmbito do presente trabalho, foca-se a atenção primordialmente sobre a relação entre os ambientes térmicos quentes e a segurança ocupacional. Far-se-ão, no entanto, algumas referências pontuais aos restantes elementos identificados (saúde e produtividade), como forma de integrar causas e consequências, numa perspetiva holística.

Sobre ambiente térmico e o seu efeito no ser humano, diversas abordagens têm sido utilizadas para a compreensão global do problema. Estas incidem sobre várias vertentes, nomeadamente, nos aspetos conceptuais, equilíbrios e balanços térmicos, consequências nos trabalhadores, métodos e índices de monitorização e controlo, alterações tecnológicas e medidas de engenharia, entre outros. Esta multiplicidade de questões tem, necessariamente, de ser integrada num tratamento global do assunto. Com a consciência desta dimensão a opção foi a de restringir a análise à relação ambiente térmico-segurança, no intuito de contribuir para o estabelecimento de respostas às duas seguintes questões:

- Será o ambiente térmico um fator importante no desempenho dos trabalhadores, em matéria de segurança laboral?
- Em caso afirmativo, estará a relação entre essas variáveis suficientemente estudada e quantificada?

Numa perspetiva qualitativa, Ribeiro (2010) refere que os efeitos adversos do calor não geram dor, nem limitações, pelo que os trabalhadores tendem a ignorar os primeiros sintomas desse tipo de patologia, o que, aliado à sua persistência nos locais de trabalho, coloca em risco a sua segurança e saúde. Outras abordagens mencionam que o aumento da temperatura do ar propicia a adoção de comportamentos de risco (Bobko & Chernyuk, 2008) e favorece a ocorrência de erros e acidentes, sendo esse efeito claro a partir dos 30°C (Costa, Baptista, Diogo, & Magalhães, 2011). No desempenho das suas atividades e quando submetido a condições de stresse térmico, Lamberts & Xavier (2002) indicam que o ser humano apresenta, face a calor excessivo, entre outros sintomas, debilidade do seu estado geral de saúde, alterações das reações psico-sensoriais e a queda da capacidade de produção. Nessas mesmas condições, Sá (1999) refere que a concentração e a capacidade física é afetada, o que, naturalmente, irá comprometer a produtividade da empresa e, não menos importante, irá criar condições favoráveis à ocorrência de acidentes de trabalho. Complementando estas ideias, Yi & Chan (2013) indicam que o stresse térmico tem efeitos fisiológicos, podendo levar à redução do entusiasmo no trabalho e na produtividade, ao aumento da taxa de incidentes e de doenças causadas pelo calor, as quais podem conduzir, inclusive, à morte.

Os exemplos citados permitem responder favoravelmente à primeira questão enunciada, ou seja, constata-se ser consensual que o ambiente térmico (quente) influencia negativa e decisivamente as condições de segurança dos trabalhadores. Note-se que, a globalidade dos autores se referem ao assunto numa perspetiva descritiva, não quantificada, o que nos transporta para a segunda questão: será bem conhecida a relação entre essas duas grandezas?

Na realidade, a pesquisa bibliográfica efetuada não forneceu elementos que permitam medir a intensidade e profundidade da interação entre ambiente térmico e segurança ocupacional. No entanto, identificaram-se vários estudos que quantificam as consequências desse tipo de ambientes nas áreas da saúde (Barr, Gregson, & Reilly, 2010), (Schulte & Chun, 2009), (DeVaul, 2008), ou na quebra de produtividade (Wyon, 2010), (Seppänen, Fisk, & Faulkner, 2005), (Eston, 2005), o que não se verificou para a segurança ocupacional, nos termos pretendidos. Na origem desta lacuna estarão diversos fatores, de entre os quais se elencam os que se consideram mais determinantes:

- A segurança ocupacional é uma variável de difícil quantificação, porquanto os seus efeitos se manifestam durante períodos de tempo longos, não sendo exequível medi-la de forma instantânea. A dificuldade consiste na transformação de uma variável discreta (acidente) numa outra, que possa ser lida numa escala contínua, enquanto propriedade intrínseca ao trabalho, problema ainda longe de estar resolvido;
- O desempenho nesta área depende, por um lado, dos meios (Dragosavuevic, Ivkovic, & Miljanovic, 2010), medidas físicas (Bates, 2005) e organizacionais (Szwedzicki, 2003) implementadas para incrementar a segurança no conjunto de operações do processo produtivo e, por outro, das características, formação, atitudes e comportamentos individuais dos trabalhadores (Liu & Zhang, 2011), (Barr, Gregson, & Reilly, 2010). A diversidade de elementos a considerar multiplica a quantidade de respostas possíveis a uma dada realidade de ambiente térmico, exigindo a obtenção de um conjunto amplo de dados (em qualidade, quantidade e tempo) que possibilite ‘expurgar’ os efeitos e enviesamentos produzidos pelas restantes variáveis focadas;
- Não se conhecem trabalhos que correlacionem segurança e ambiente térmico, de forma direta e quantificada. Os valores e índices (ex: incidência, frequência, gravidade) determinados nos estudos disponíveis, por exemplo, em Sanmiquel, Freijo, Edo, & Rossell (2010), resultam da conjugação da globalidade dos fatores que condicionam a variável segurança, não sendo possível identificar o contributo isolado de cada parcela e, portanto, do ambiente térmico. Paralelamente, outra restrição à medição daquela grandeza é a profusão de métricas utilizadas na sua avaliação, como sejam, por exemplo, o nº de dias perdidos (Kukic, Ikanovic, & Kudumovic, 2009), o custo de cuidados médicos (Houtven, et al., 2010) ou taxas de incidência (Vazirinejad & Esmaeili, 2009), podendo deduzir-se que não existe uma metodologia de cálculo universal, o que inviabiliza a execução de análises comparativas de resultados e dificulta a validação e congruência da informação.

Os aspetos enunciados evidenciam as restrições, no plano de execução prática, do processo de obtenção de uma relação causa/efeito entre as duas grandezas em causa.

Em suma, a conjugação e não superação das dificuldades apresentadas, resulta na ausência de informação quantitativa disponível, validada, que possa traduzir o real efeito das condições de ambiente térmico na segurança dos trabalhadores. Portanto, a resposta à segunda questão é negativa, verificando-se existir necessidade e espaço para o desenvolvimento de estudos futuros, que materializem a interação entre as duas variáveis em questão, culminando na “*pragmatização*” da perceção qualitativa e abstrata avocada.

#### 4. Conclusões

A importância e repercussão do ambiente térmico nas condições de segurança dos trabalhadores é uma evidência consensual. Esta é, no entanto, uma constatação que se baseia em informações de caráter qualitativo. Importa, pois, comprovar e quantificar essa realidade, o que se tem revelado de difícil execução e cuja concretização continua em aberto. Em suma, existe um défice de investigação dirigida à quantificação das consequências do ambiente térmico na segurança ocupacional. Esta situação terá de ser ultrapassada, face à agudização do problema, associado às alterações climáticas previsíveis e à realidade atual dos mercados em que se movem os trabalhadores e as empresas. Finaliza-se o presente ponto, citando duas ideias-força que, para além de apresentarem os aspetos de segurança como fundamentais e de interesse geral, corroboram as conclusões apresentadas: a primeira, enunciada por Dash & Kjellstrom (2011), o qual postula que ‘(...) é tempo de reconhecer a importância do stresse térmico como uma questão de saúde pública e conduzir estudos de caráter científico, (...) para formular diretrizes quanto às medidas de segurança a adotar’ e a segunda, por Logsdon (2009), reportando-se ao setor mineiro, indicando que “(...) Investimentos em segurança são bons como o ouro ... as empresas mineiras que não tiverem isso em consideração provavelmente cairão”.

#### 5. Referências

- Barr, D., Gregson, W., & Reilly, T. (2010). The thermal ergonomics of firefighting reviewed. *Applied Ergonomics*, 41(1), 161-172.
- Bates, G. (2005). Minimising the effects of environment on health and productivity. *9th AusIMM Underground Operators Conference*, 1, pp. 381-384.

- Bobko, N., & Chernyuk, V. (2008). Effects of time-of-day, work strain, noise and air temperature on human-operator performance under time pressure. *International Journal of Psychophysiology*, 69(3), 247-247.
- Costa, E., Baptista, J., Diogo, M., & Magalhães, A. (2011). Hot thermal environment and its impact in productivity and accidents. In A. S. J. S. Baptista (Ed.), *International Symposium on Occupational Safety and Hygiene - SHO2011*, (pp. 211-215). Guimarães.
- Dash, S., & Kjellstrom, T. (2011). Workplace heat stress in the context of rising temperature in India. *Current Science*, 101(4), 496-503.
- DeVaul, R. (2008). At home, work, or play, it's hot. *Occupational Health & Safety*, 77(3), 30-32.
- Dragosavuevic, Z., Ivkovic, M., & Miljanovic, J. (2010). Applied research impact of underground coal mining systems on injuring of miners in the under ground mines Serbia. *Tehnika*, 65(6), 8-12.
- Eston, S. (2005). Problemas de conforto termo-corporal em minas subterrâneas. *Revista de Higiene Ocupacional*, 4(13), 15-17.
- Houtven, G. V., Reed, W., Biddle, E., Volkwein, J., Clayton, L., & Finkelstein, E. (2010). Rates and costs of respiratory illness in coal mining: A cross-industry comparative analysis. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 52(6), 10-617.
- Kukic, M., Ikanovic, N., & Kudumovic, D. (2009). Injuries at work at coilliery "Underground exploitation" "Banovici" Coilliery inc Banovici. *HealthMed*, 3(4), 529-537.
- Lamberts, R., & Xavier, A. (2002). *Conforto térmico e stress térmico*. Obtido em 20 de novembro de 2010, de <http://www.dec.ufms.br/lade/docs/cft/ap-labeee.pdf> 19/11
- Liu, X., & Zhang, Z. (2011). Study on relationship of miners' psychological characteristic and safety degree. *Achievements in Engineering Materials, Energy, Management and Control Based on Information Technology*(Pts 1 and 2, 171-172), 295-298.
- Logsdon, R. K. (2009). Safety investments good as gold. *Rock Products*, 112(9), 12.
- Niemela, R., Hannula, M., Rautio, S., Reijula, K., & Railio, J. (2002). The effect of air temperature on labour productivity in call centres - a case study. *Energy and Buildings*, 34, 759-764.
- Ribeiro, B. (2010). *Calor, Fadiga e Hidratação*. Alfragide: Texto Editores.
- Sá, R. (1999). *Introdução ao "stress" térmico em ambientes quentes*. Obtido em 19 de novembro de 2010, de <http://www.factor-segur.pt/artigosA/artigos/Introducao%20Stress%20termico.pdf>
- Sanmiquel, L., Freijo, M., Edo, J., & Rossell, J. M. (2010). Analysis of work related accidents in the Spanish mining sector from 1982-2006. *Journal of Safety Research*, 41, 1-7.
- Schulte, P., & Chun, H. (2009). Climate change and occupational safety and health: Establishing a preliminary framework. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 6(9), 542-554 .
- Seppänen, O., Fisk, W., & Faulkner, D. (2005). Control of temperature for health and productivity in offices. *ASHRAE, III(Part 2)*, 680-686.
- Szwedzicki, T. (2003). Quality assurance in mine ground control management. *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 40(4), 565.
- Vazirinejad, R., & Esmaeili, A. (2009). Five-year follow up of job-related injuries among sarcheshme copper mine complex workers. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 25(3, Part 2), 418-423 .
- Wyon, D. (2010). *Thermal and air quality effects on the performance of schoolwork by children*. Obtido em 21 de Dezembro de 2011, de [http://web1.swegon.com/upload/AirAcademy/Seminars/Documentation\\_2010/Rotterdam/David%20Wyon.PDF](http://web1.swegon.com/upload/AirAcademy/Seminars/Documentation_2010/Rotterdam/David%20Wyon.PDF)
- Yi, W., & Chan, A. (2013). Optimizing work-rest schedule for construction rebar workers in hot and humid environment. *Building and Environment*, 61, 104-113.