

INTERACÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO NA ACTIVIDADE MINEIRA SUBTERRÂNEA

António Oliveira e Sousa*¹, João Santos Baptista²

¹Universidade do Algarve, Instituto Superior de Engenharia (ISE) - Faro, Portugal

²Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, (CIGAR) - Porto, Portugal

*Email: asousa@ualg.pt

RESUMO

O ambiente térmico dos locais de trabalho é um factor determinante no desempenho dos seres humanos. Numa perspectiva organizacional, é amplamente reconhecida a sua influência aos níveis da produtividade e da segurança, bem como na rentabilidade das empresas. Num plano individual e familiar tem efeitos no estado geral de saúde e na qualidade de vida das pessoas.

Nesse contexto, pretende-se, no desenvolvimento do presente artigo, apresentar o estado da arte sobre o impacte do ambiente térmico na segurança e produtividade ocupacionais em explorações mineiras subterrâneas e, focar, os modos de intervenção e instrumentos disponíveis para modificação e controlo desse mesmo ambiente térmico sem, contudo, descurar uma abordagem holística no tratamento do tema.

Palavras-chave: Ambiente Térmico, Minas, Produtividade, Segurança e Saúde Ocupacionais

INTRODUÇÃO

O ambiente térmico é um factor importante a considerar na análise das condições que envolvem um posto de trabalho genérico, repercutindo-se a sua influência no estado de saúde e no desempenho das pessoas expostas. Nas explorações mineiras subterrâneas, o estudo daquele parâmetro reveste-se de especial importância face às especificidades inerentes à actividade. Trata-se de trabalho em espaços com temperaturas e humidades elevadas (quentes e húmidos), sendo tanto mais críticos, quanto maior a profundidade a que se desenvolve a laboração. Atenda-se ao gradiente geotérmico, o qual corresponde a um acréscimo médio de temperatura de 3°C/100m de profundidade. A relevância intrínseca do tema neste sector de actividade justifica, por si só, o desenvolvimento de estudos que possam contribuir para a melhoria das condições de laboração nesses espaços.

Concomitantemente, o aumento mundial da procura de matérias-primas, associada ao desenvolvimento das economias emergentes, com grandes densidades populacionais e elevados potenciais de consumo, impele a indústria extractiva a aumentar a sua oferta, quer pela pesquisa e abertura de novas minas, quer pela extracção de minérios a maior profundidade nas que se encontram em exploração. Esta última situação é, em si, paradigmática do problema em análise, pelo agravamento das condições de ambiente térmico que comporta.

A título de exemplo, refira-se que a produção de carvão, nos Estados Unidos da América, aumentou de 573 Milhões de Toneladas, em 1978, para 1.100 Milhões de Toneladas em 2006 (Kecojevic e Grayson, 2008) e a previsão do sector mineiro australiano, para o período de 2008 a 2020, indica que a taxa de crescimento de emprego no sector deverá rondar os 85%, a que corresponde o acréscimo de 86.000 trabalhadores, crescendo o número previsto, até 2020,

para um total de 215.000, para manter a quota de mercado daquele país na oferta mundial disponível (S.A., 2008).

Estes exemplos mostram a dimensão e crescimento previsto para a indústria mineira, cuja evolução global conduzirá, inevitavelmente, ao surgimento de condições ambientais cada vez mais adversas para o ser humano as quais, obviamente, terão de ser permanentemente monitorizadas, avaliadas e controladas para garantir condições de trabalho sustentáveis, no médio e longo prazo.

No desenvolvimento do presente artigo, apresentam-se os resultados de uma pesquisa bibliográfica que incidiu sobre a investigação sobre o assunto, evidenciando-se os principais aspectos inerentes ao problema, os resultados alcançados e disponíveis, culminando na identificação de questões cujo tratamento se revele insuficiente ou não conclusivo, quanto ao estabelecimento de relações entre diferentes variáveis em presença, em concreto, na influência do ambiente térmico na saúde, produtividade e eficiência dos trabalhadores e empresas mineiras consideradas.

A PROBLEMÁTICA DO AMBIENTE TÉRMICO

Diverso trabalho e investigação têm sido produzido, ao longo dos tempos, incidindo no estudo dos efeitos do ambiente térmico nos espaços ocupados por seres humanos, em geral, e nos trabalhadores mineiros, em particular.

Face à multiplicidade de factores envolvidos, as abordagens são usualmente focadas em aspectos parcelares e específicos da problemática geral, os quais podem ser agrupados em áreas temáticas (consoante os conteúdos), de acordo com a representação esquemática apresentada na figura 1.

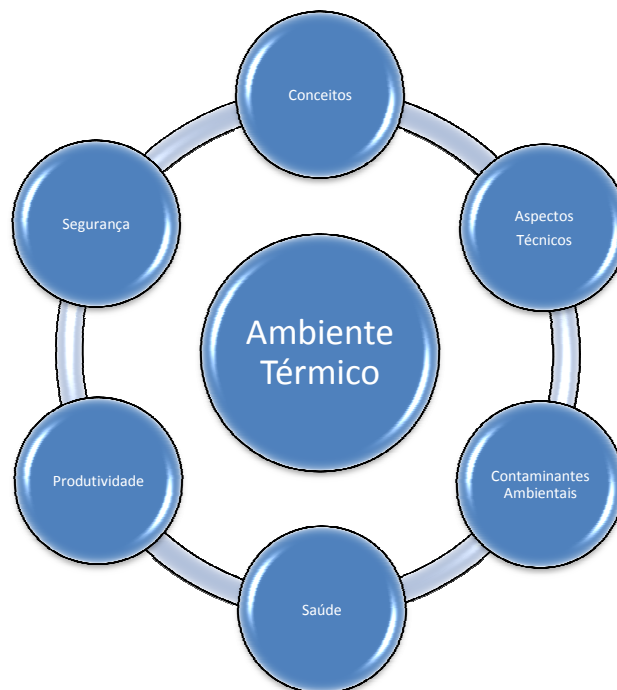


Figura 1 – Ambiente Térmico e aspectos correlacionados

Da observação da figura 1 poder-se-á referir, sinteticamente que em torno do tema central são examinados os seus efeitos no ser humano, através do desenvolvimento de conceitos, índices e modelos que permitem quantificar o nível de conforto térmico e as suas repercussões nos planos de saúde, segurança e produtividade individual. No caso de atmosferas confinadas, de

que são exemplo as galerias de minas subterrâneas, são também estudadas as soluções técnicas viáveis (ex: sistemas de ventilação) para modificar a atmosfera no seu interior, o que se traduz, quer na alteração da temperatura e humidade desses espaços (ambiente térmico), como na diluição ou remoção dos contaminantes atmosféricos aí existentes (melhoria da qualidade do ar ambiente).

A título exemplificativo e não exaustivo, descrevem-se, seguidamente, exemplos de cada um dos elementos apresentados na figura 1, de modo a concretizar o esquema apresentado.

Conceitos: Delimitação de conceitos e criação de uma linguagem e quadro referencial comuns aos investigadores, que sirva de ponto de partida para desenvolvimentos futuros. São disso exemplo, nesta óptica, as definições dos conceitos de Conforto, Desconforto e Stress Térmicos. Também nesta categoria se inserem os modelos e índices para determinação da realidade (efectiva ou percebida), como sejam o estabelecimento das equações de balanço térmico do indivíduo nas trocas de calor que efectua com o meio envolvente ou os índices de conforto térmico (PMV, PPD), propostos por Fanger em 1972.

Aspectos Técnicos: Desenvolvimento e implementação, por exemplo, de sistemas de ventilação nas galerias das minas, de modo a proporcionar a quantidade e qualidade de ar necessário à preservação das condições atmosféricas desejáveis à presença e utilização humana. Torano (2011) propõe um sistema de ventilação auxiliar, a aplicar em minas de carvão, com o objectivo de melhorar a produtividade e saúde dos trabalhadores através do controlo de poeiras.

Contaminantes Ambientais: Identificação dos contaminantes atmosféricos (ex: CO, CO₂, NO_x, entre outros) existentes no interior das minas e que possam ser nefastos para a saúde ou segurança dos trabalhadores. Os riscos, neste caso, diferem de acordo com a natureza do minério em exploração (ex: ouro, carvão). Por exemplo, Ogola (2002) realizou estudos em minas de ouro kenianas, onde constatou níveis de contaminantes metálicos acima do permitido, nomeadamente de substâncias como Hg, Pb e As, nocivos para a saúde humana, propondo o uso de equipamentos de protecção individual específicos.

Saúde: Reconhecimento das doenças, perturbações e alterações ao estado geral de saúde dos indivíduos, decorrentes da exposição a ambientes quentes e húmidos, de que são exemplo os diversos problemas de saúde associados ao calor referidos por Donoghue (2005).

Produtividade: Relação da produtividade individual em função das características do ambiente térmico. Por exemplo, um estudo de caso realizado por Eston em 2005 indicava uma quebra de 75% no rendimento quando a temperatura atinge os 37°C.

Segurança: Existem evidências de que o trabalho executado em atmosferas quentes provoca no ser humano uma desconcentração e redução do tempo de resposta, os quais são factores potenciadores da ocorrência de acidentes.

Os exemplos acima apresentados evidenciam a diversidade de elementos distintos e complementares que, necessariamente, deverão ser considerados na abordagem do ambiente térmico. Compreendem aspectos técnico-científicos de áreas tão diversas como a engenharia, a medicina ou a química, entre outras, pelo que facilmente se compreende a dificuldade de um tratamento abrangente, global, por um único interveniente. Consequentemente, cada um dos referidos autores optou, naturalmente, por desenvolver o assunto na vertente da sua respectiva área de especialidade. Essa opção metodológica também será adoptada mais à frente, onde se centra a atenção na relação entre três dimensões: o ambiente térmico, a segurança e a produtividade. No entanto, é de ter em consideração que, apesar das dificuldades enunciadas, a evolução do conhecimento global sobre o tema assenta, indubitavelmente, na contribuição de todas as especialidades. É da conjugação da informação desenvolvida em cada área

técnico-científica, *de per se*, que se obtêm a integração de todos os factores relevantes para a percepção das inter-relações existentes entre os elementos em presença.

O AMBIENTE TÉRMICO, A SEGURANÇA E A PRODUTIVIDADE

No sentido de responder plenamente ao repto colocado, serão referidas, de modo individualizado, as principais questões que se colocam na abordagem relacional desses factores e, de seguida, identificadas as respostas e críticas que até ao momento foram produzidas acerca das mesmas. Tome-se, como ponto de partida, o diagrama da figura 2.

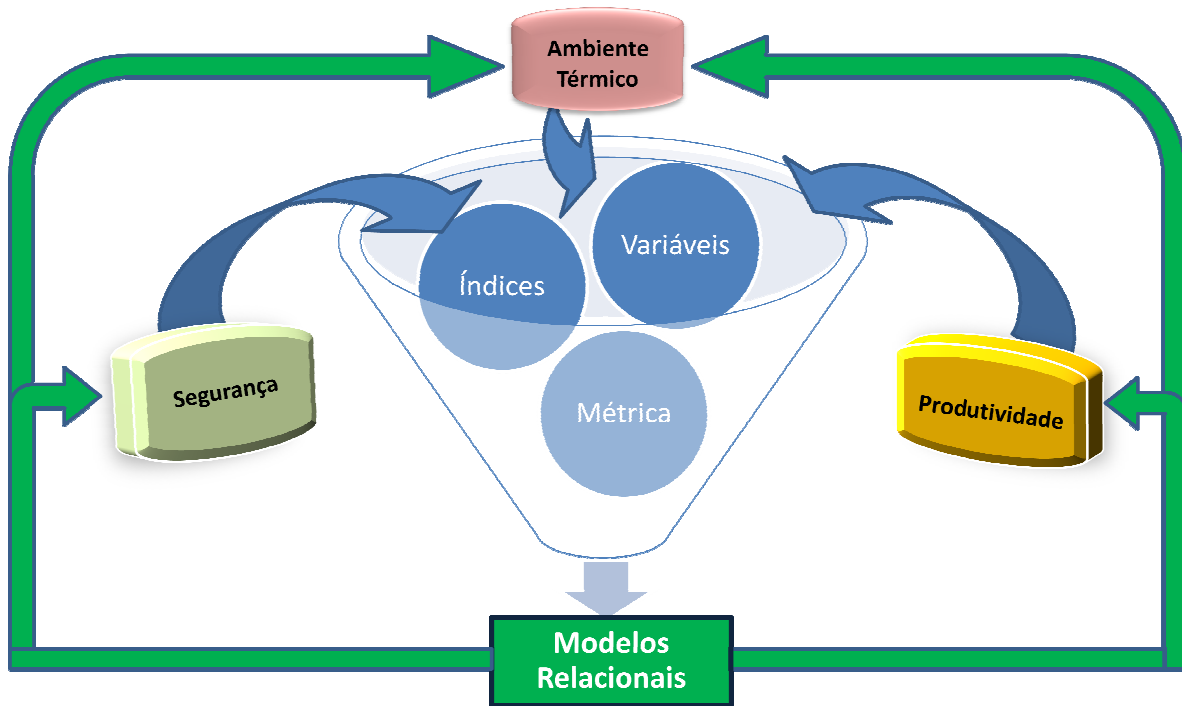


Figura 2 – Ambiente Térmico, Segurança e Produtividade: Inter-relação

Para a prossecução do objectivo final de obtenção de modelos explicativos da relação entre as grandezas ambiente térmico / segurança e, ambiente térmico / produtividade, há que identificar previamente as variáveis a medir, os índices a estabelecer e as unidades a utilizar na respectiva quantificação de cada uma delas, a saber:

Ambiente Térmico – A caracterização das condições ambientais, de modo restrito, é realizada pela medição das grandezas temperatura (T [°C]) e humidade (H [%]). No entanto, o interesse desta dimensão, no contexto em apreço, é a forma como interage e condiciona o desempenho humano, pelo que outros parâmetros devem também ser medidos, em especial a velocidade do ar, que influencia a capacidade de arrefecimento corporal por transpiração (evaporação do suor), o qual é o único mecanismo metabólico eficaz nas trocas de calor dos indivíduos com envolventes consideradas quentes ($T \geq 36^{\circ}\text{C}$) (Magalhães, S. *et al.* (2002).

Aliás, como é referido, por exemplo, em Águas, 2001, o conforto térmico depende de duas classes de parâmetros:

Individuais: Tipo de actividade e vestuário utilizado;

Ambientais: Temperatura do ar, humidade do ar, velocidade do ar e temperatura média radiante;

sendo, neste ponto, apenas referidas as que integram o segundo grupo (ambientais).

Para analisar o conforto/desconforto percebido pelo ser humano, num dado ambiente, Fanger (1972) estabeleceu e propôs índices de conforto, que designou por Predicted Mean Vote (PMV) e Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD), os quais são utilizados na maioria dos estudos realizados desde então. Situações de desconforto extremo, em que o balanço térmico coloque em risco o funcionamento dos mecanismos de auto regulação térmica do organismo, são designadas por situações de Stress Térmico, cuja quantificação é usualmente realizada pelo denominado índice Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), que integra a influência combinada das quatro variáveis ambientais com influência sobre o balanço térmico do nosso corpo (temperatura e velocidade do ar, humidade relativa e temperatura das superfícies que nos rodeiam) (Sá, 1999). É de notar que outros índices - alternativos ou complementares - têm sido desenvolvidos para medir o conforto e stress térmico, referindo-se aqui apenas os que são mais utilizados, por não fazer parte do âmbito do presente trabalho a discussão dos mesmos.

Segurança – A segurança laboral é um factor de difícil quantificação, porquanto os seus efeitos manifestam-se ao longo de períodos temporais amplos, não sendo exequível mensurar o nível de segurança e as suas correspondentes consequências de forma instantânea, como é possível, por exemplo, na medição da variável temperatura, atrás citada. Outra dificuldade está associada ao facto de o desempenho nesta área depender, não só dos meios e medidas físicas e organizacionais implementadas para incrementar a segurança no conjunto de operações do processo produtivo – onde se inclui o controlo do ambiente térmico – como das características, formação, atitudes e comportamentos dos trabalhadores. Um outro aspecto que condiciona a medição desta variável é a profusão de abordagens, índices e variáveis que são utilizadas para avaliação da segurança, conforme o âmbito e circunstância que se considere. Como denominador comum a todas as abordagens, está a tentativa de transformar um acontecimento ou variável discreta, que é o acidente, numa outra que possa ser lida numa escala contínua. Vários autores propõem diferentes unidades de grandeza para a medição do “acidente” como uma propriedade intrínseca ao trabalho, contudo, este é um problema longe de estar resolvido.

São exemplos desta diversidade de abordagens os seguintes estudos realizados na indústria mineira sobre o tema:

- Análise da taxa de acidentes de trabalho (AT) - graves e mortais - no sector mineiro espanhol, no período de 1982-2006, durante o qual foram registados 212 AT (Sanmiquel, 2010);
- Análise de riscos e de acidentes de trabalho em minas, através da contabilização de dias perdidos (Kukic, 2009);
- Análise da taxa de mortalidade, no período de 1979-2005, numa região americana (Appalachian) e estabelecimento de uma comparação económica entre o valor estatístico de perda de vidas e o benefício da indústria de extracção de carvão (Hendryx, 2009);
- Ou um estudo incidindo sobre as minas de carvão chinesas, no período de 1995-2006, onde se quantificam a frequência de acidentes e a taxa de mortalidade, cujas evoluções se correlacionam com a regulamentação de segurança implementada (Shi, 2009).

Como se observa, as abordagens e índices adoptados na avaliação da segurança - em diferentes estudos e espaços geográficos, de um mesmo sector de actividade - por serem distintas, não permitem uma análise comparativa, o que dificulta a validação e congruência da informação. Neste caso, pode referir-se que não existe uma metodologia de cálculo universal, o que conduz à utilização de métricas diferenciadas, que resultam na medição da segurança

através de taxas de acidentes graves ou de mortalidade, número de dias perdidos, perda/ganho económico comparado ou frequência de acidentes, entre outros.

Produtividade – Esta grandeza pode ser quantificada de forma absoluta, quando se refere a uma “quantidade” (nº de peças, peso, volume) produzida na unidade de tempo ou relativa, se se considera a relação da produção efectiva com um valor de referência pré-definido. Neste segundo caso é usualmente apresentada sob a forma de índice ou taxa (%).

Numa outra perspectiva, poder-se-á referir que a produtividade pode ser entendida como a medição da velocidade ou ritmo de trabalho (ex: quantidade/tempo), ou como medição do valor económico unitário produzido (ex: PIB/nº trabalhadores).

Na indústria, ambas são usadas, por exemplo, como indexantes remuneratórios dos trabalhadores, dando suporte a decisões de âmbito distinto. A produtividade, na óptica do ritmo, como factor de diferenciação entre trabalhadores com idênticas funções (pares), enquanto a produtividade, na óptica de valor, como indicador de desempenho geral, do qual depende a evolução da massa salarial global ou a posição concorrencial da empresa no sector de actividade ou mercado em que se insere. Analogamente ao referido para a variável segurança, também para a produtividade se constata a utilização de diferentes métricas ou modos de quantificação, decorrentes da óptica adoptada e que condicionam a comparação entre resultados obtidos nos diferentes estudos.

Na sequência da descrição anterior, relativa às variáveis, índices e métricas utilizadas para avaliação de cada uma das grandezas de interesse (ambiente térmico, segurança e produtividade), retomemos a observação da figura 2, focando a atenção, agora, nos modelos relacionais disponíveis, os quais podem dividir-se em duas categorias:

a) Modelos Qualitativos

A relação do ambiente térmico com a segurança e produtividade, em termos qualitativos, é intuitiva e amplamente reconhecida pela comunidade científica. Várias menções surgem expressas nesse sentido, como por exemplo:

- ‘O conforto térmico, nas minas, está directamente relacionado com a produtividade e ainda associado a acidentes’ (Gancev, 2006);
- ‘O ser humano, no desempenho de suas actividades, quando submetido a condições de stress térmico, tem entre outros sintomas, a debilitação do estado geral de saúde, alterações das reacções psicossensoriais e a queda da capacidade de produção’ (Lamberts e Xavier, 2002);
- ‘Em ambientes industriais é frequente a ocorrência de situações de stress térmico, nomeadamente devido a um calor excessivo. Nestas situações a concentração e a capacidade física dos trabalhadores é afectada, o que naturalmente irá comprometer a produtividade da empresa e, não menos importante, irá criar condições favoráveis à ocorrência de acidentes de trabalho’ (Sá, 1999).

Este tipo de ‘modelos’ enfatizam a existência de uma relação de influência, de causa/efeito, entre as condições ambientais (térmicas) e a produtividade e segurança. Nesse sentido, o seu contributo é o de realçar essa ligação, numa perspectiva geral, o que se revela ser consensual.

Em termos comunicacionais, o estabelecimento de ‘máximas’ ou ‘slogans’ - de que é um bom exemplo a frase referida em Logsdon, (2009): *‘Investimentos em segurança são bons como o ouro’* – permitem passar uma ideia forte, independentemente do seu carácter qualitativo, mais abstracto.

No entanto, para se analisar a profundidade e dimensão das interações focadas, há necessidade de computar as causas e os efeitos produzidos nas variáveis em análise, através de modelos complementares.

b) Modelos Quantitativos

Considerando que os níveis de produtividade e de segurança atingidos numa dada actividade industrial são determinados por diversos factores, convém aqui referir que a maioria dos estudos disponíveis - cujo objectivo é o de contribuir para a sua melhoria - se baseiam em aspectos de carácter organizacional, técnico e de gestão, numa óptica clássica, inserida na área de Gestão da Produção.

A título de exemplo, numa perspectiva de melhoria das condições de segurança no interior de minas subterrâneas, refira-se:

- o método de enriquecimento da concentração de etileno - proposto em Xie, 2011 - para aumentar a sensibilidade da detecção precoce, de modo a evitar a combustão espontânea em minas de carvão;
- a importância das comunicações (telefone, rádio) para o incremento da segurança, produtividade e gestão da actividade mineira (Walker, 2010);
- a utilização de tecnologias que permitam o treino em segurança, na indústria mineira, recorrendo à internet e a software de simulação (Carter, 2009).

Também quanto à produtividade vários exemplos comprovam a ideia exposta, como sejam o aumento de produtividade baseada numa abordagem de melhoria de eficiência da gestão de stocks e de aquisição de peças de desgaste de última tecnologia (Okely, 2009) ou o aumento da produtividade associado à mudança organizacional e ao estabelecimento de redes de comunicação (Hall, 2010) ou, ainda, a identificação de factores comportamentais, culturais e atitudes, como determinantes da produtividade, em minas de carvão australianas (Roberts, 2005).

Após a contextualização anterior - que pretendeu evidenciar diferentes perspectivas, complementares, no tratamento dos temas – serão elencados os modelos que, especificamente, correlacionam as grandezas que constituem o objecto central do presente trabalho. É de notar que na descrição seguinte, acerca da quantificação das consequências efectivas do ambiente térmico no desempenho dos trabalhadores, são mantidos constantes os restantes factores (de entre os anteriormente enunciados), de modo a não enviesar os resultados, o que, de contrário ocorreria, fruto da influência de aspectos exógenos aos modelos utilizados.

Neste contexto, dados obtidos em minas sul-americanas de ouro, relativos a trabalhos pesados de perfuração, com perfuradores experientes, aclimatados, trabalhando três horas consecutivas nas frentes de trabalho, permitiram estabelecer a relação entre o decréscimo de rendimento e o aumento da temperatura, expressa na Tabela 1 (Eston, 2005):

Tabela 1 – Queda de Rendimento (R) com a Temperatura (T)

T (°C)	R (%)
28.9	100
32.8	75
35.5	50
36.4	30
37.0	25

Fonte: Eston, 2005

Outros estudos relacionam a perda de produtividade devida ao excesso de calor, com o tempo de trabalho perdido (Youle e Parsons, 2009) ou propõem modelos baseados no tempo de tolerância ao calor e na produtividade, em ambientes quentes e húmidos (Zhao e Zhu, 2009), aproveitando, para o efeito, dados obtidos em ensaios com atmosfera controlada (câmaras laboratoriais), em três condições pré-estabelecidas de intensidade de carga de trabalho e variando a temperatura e humidade do ambiente.

Quanto à segurança, na pesquisa realizada não foram encontrados trabalhos que a correlacionem com o ambiente térmico, em termos quantitativos, de forma directa. Os exemplos apresentados no ponto anterior - relativo a índices e métricas utilizadas no item segurança - mostram que os resultados disponíveis são focados em análises de risco globais, que não desagregam causas particulares e específicas. Assim, os valores disponíveis e índices calculados, resultam da conjugação da globalidade dos factores que condicionam a segurança, não sendo possível identificar o contributo isolado de cada parcela e, portanto, do ambiente térmico. Apenas de modo qualitativo - como também anteriormente se referiu - essa relação é veiculada.

Há, no entanto, formas indirectas de identificar a interacção referida. Diversos estudos, na área da saúde, mostram os efeitos metabólicos e respostas orgânicas decorrentes da exposição dos indivíduos a ambientes quentes. Vários autores identificam as principais 'doenças térmicas' como, por exemplo, exaustão, choque, síncope, câibras ou *miliaria rubra* (Gancev, 2006), (Donoghue, 2005), (DREC,-), das quais decorrem diversas perturbações no funcionamento do organismo. Para cada uma das situações mais severas (stress térmico), são indicadas as respectivas consequências na Tabela 2 (Sá, 1999):

Tabela 2 – Consequências do stress térmico

Designação	Consequências
Choque térmico (Subida continua da temperatura)	– Convulsões e alucinações; – Coma (42 – 45 °C); – Morte.
Colapso térmico (Aumento acentuado da pressão Arterial, incremento do fluxo sanguíneo)	– Vertigens, tonturas; – Transpiração muito intensa; – Dores de cabeça fortes.
Desidratação (Perda de água excessiva, taxa de sudação muito elevada)	– Diminuição da capacidade mental; – Diminuição da destreza; – Aumento do tempo de reacção.
Desmineralização (Perda de sais não compensada, ingestão de água não compensada)	– Câibras térmicas.

Fonte: Sá, Ricardo (1999)

Pelas disfunções associadas ao desequilíbrio térmico, facilmente se percebe que o ambiente térmico é determinante na segurança laboral, nos planos individual e colectivo. A ocorrência de vertigens, tonturas, dores cabeça fortes, câibras, diminuição de capacidades intelectuais e destreza e o aumento do tempo de reacção são, em si, factores fortemente potenciadores de acidentes, pondo em causa a segurança dos trabalhadores sujeitos a esses ambientes. A relação entre o ambiente térmico e a segurança é aqui estabelecida - de forma indirecta e qualitativa - como consequência dos distúrbios de funcionamento orgânico dos indivíduos, não se conhecendo estudos que a quantifiquem, o que estará associado às dificuldades anteriormente enunciadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo efectuado mostra que o ambiente térmico é um factor decisivo para as condições de saúde, segurança e produtividade dos indivíduos, no desempenho de actividades industriais, em geral, e na actividade mineira, em especial. Numa perspectiva qualitativa, a relação existente entre as grandezas é comumente aceite pela comunidade científica. As maiores dificuldades surgem na análise quantitativa das diversas incidências, porquanto:

- Face às características das 'variáveis' em consideração, as medidas implementadas produzem efeitos com grande desfasamento temporal (meses ou mesmo anos, no caso da segurança) e, portanto, difíceis de mensurar, em cada momento.
- Diferentes métricas usadas nos estudos apresentados, condicionam a comparação e consistência de resultados;
- Ensaio laboratoriais e estudos de campo, desenvolvidos com pressupostos e contextos particulares (públicos, tipos de actividade, condições ambientais, entre outros) quantificam uma realidade específica que não é facilmente generalizável para contextos diferentes.

Estes aspectos justificam a escassez de estudos produzidos, de cariz quantitativo, sobre esta temática, pelo que se entende - face à importância e impacto do assunto, em termos humanos, sociais e económicos - existir espaço para futura investigação, que permita suprir a lacuna identificada.

REFERÊNCIAS

- Águas, Miguel, Conforto Térmico, IST, Univ. Téc. Lisboa, disponível em: http://in3.dem.ist.utl.pt/laboratories/PDF/EMEE_1.pdf, consultado em 2010/02/22, (2001);
- Carter, Russell A., Spreading the Safety Net, <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=40644409&EbscoContent=dGJyMMvl7ESeqa84yNfsOLCmr0meprNSsa64SrSWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGus0i1rbJRuePfgeyx%2BEu3q64A&D=a9h>, Academic Search Complete, (2009);
- Donoghue, A. M., Heat illness in mining, 8th International Mine Ventilation Congress: Brisbane, QLD, Australia (2005) 95-102;
- Eston, S. M., Problemas de conforto termo-corporal em minas subterrâneas. Revista de Higiene Ocupacional, v. 4, n.13, jul./set. São Paulo, (2005) 15-17 [Citado em Gancev, (2006)];
- Fanger, P. O., Thermal Comfort. Danish Technical Press, Copenhagen, (1972);
- Gancev, Boris; Avaliação de Condições de Qualidade do Ar em Mina Subterrânea; dispon. em: http://www.poli.usp.br/d/pme2599/2006/Artigos/Art_TCC_006_2006.pdf, consultado em 2010/11/22, (2006);
- Hall, Dan, Talk up productivity. Academic Search Complete, (2010);
- Hendryx, Michael, Mortality in Appalachian Coal Mining Regions: The Value of Statistical Life Lost. Academic Search Complete, (2009);
- Kecojevic, Vladislav e Grayson, L., An Analysis of the Coal Mining Industry in the United States. Minerals & Energy Jun2008, Vol. 23 Issue 2, (2008), p.74-83;
- Kukic, M., Injuries at work at coilliery "Underground exploatation" "Banovici" Coilliery inc Banovici. Academic Search Complete, (2009);

Lamberts, R. e Xavier, A.; Conforto Térmico e Stress Térmico. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Univ. Fed. Santa Catarina, Florianópolis, disp. em: <http://www.dec.ufms.br/lade/docs/cft/ap-labeee.pdf> 19/11, consultado em 2010/11/20 (2002);

Logsdon, Randy K., Safety Investments Good as Gold. <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=44377830&EbscoContent=dGJyMMvl7ESeqa84yNfsOLCmr0mepRrSr6i4TbWWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGus0i1rbJRuePfgex%2BEu3q64A&D=a9h>; Academic Search Complete, (2009);

Magalhães, S. *et al.*, Termorregulação. Doc. electrónico disponível em: http://fisiologia.med.up.pt/Textos_Apoio/outros/Termorreg.pdf, consultado em 2010/10/17, (2002);

Ogola, J.S., Impact of gold mining on the environment and human health: A case study in the Migori Gold Belt, Kenya. *Environmental Geochemistry and Health* 24 (2): Jun (2002) 141-158;

Okely, Andrew, Managing the Downturn: Now is the Time for Excellence in Operations. <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=36931591&EbscoContent=dGJyMMvl7ESeqa84yNfsOLCmr0mepRrSsa64SbeWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGus0i1rbJRuePfgex%2BEu3q64A&D=a9h>, Academic Search Complete, (2009);

Roberts, M., Understanding organisational and personal behaviours to sustain high productivity and safety. *Science & Technology Proceedings*, (2005);

Sá, Ricardo, Introdução ao “stress” térmico em ambientes quentes. *Tecnometal* n.º 124, disponível em: <http://www.factor-segur.pt/artigosA/artigos/Introducao%20Stress%20termico.pdf>, consultado em: 2010/11/19, (1999);

Sanmiquel, L., Analysis of work related accidents in the Spanish mining sector from 1982-2006. *Academic Search Complete*, (2010);

S.A., Australian mining needs 86,000 new staff to maintain market share. *Academic Search Complete*, (2008);

S.A., Ambiente Térmico. DREC - Direcção Regional de Educação do Centro, disponível em: http://www.prof2000.pt/users/eta/Amb_Termico.htm; consultado em 2010/11/17;

Shi, X.P., Have government regulations improved workplace safety? A test of the asynchronous regulatory effects in China's coal industry, 1995-2006, *Current Contents*, (2009);

Torano, J., Auxiliary ventilation in mining roadways driven with roadheaders: Validated CFD modelling of dust behavior, *Web of Science*, (2011);

Walker, Simon, Communications: Vital for Safety and Management. <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=53069833&EbscoContent=dGJyMMTo50SeqLY4yNfsOLCmr0mep7BSSam4SrKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGus0i1rbJRuePfgex%2BEu3q64A&D=a9h>, *Academic Search Complete*, (2010);

Xie, Jun et al, Early detection of spontaneous combustion of coal in underground coal mines with development of an ethylene enriching system. *Academic Search Complete*, (2011);

Youle, T. and Parsons, K. The Thermal Environment. http://www.bohs.org/uploadedFiles/Library/Publications/04_TG12_Addendum_to_2nd_Edition.pdf, consultado em: 2010/10/29, (2009);

Zhao, J. and Neng Zhu, S. L., Productivity model in hot and humid environment based on heat tolerance time analysis. *Current Contents*, (2009).