

A influência do ambiente térmico na actividade mineira

The influence of thermal environment in mining

Sousa, António Oliveira^a; Baptista, João Santos^b; Magalhães, António Barbedo^c

^a Instituto Superior de Engenharia (ISE) da U. Algarve, Campus da Penha, 8005-139 Faro, asousa@ualg.pt

^b CIGAR/FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto, Portugal, jsbap@fe.up.pt

^c LAETA/FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto, Portugal, barbedo@fe.up.pt

RESUMO

A indústria extractiva - onde se inclui a exploração subterrânea de minérios - é um dos sectores de actividade onde os índices nacionais de sinistralidade são mais elevados, quer seja para acidentes mortais quer para não mortais. Este facto fundamenta e justifica a prioridade de análise ao sector, em matéria de Segurança e Saúde Ocupacionais. Por outro lado, o ambiente térmico existente num posto de trabalho pode ser considerado como um elemento crucial no desenvolvimento de uma qualquer actividade profissional. Ele interfere com as condições de saúde, conforto e desempenho das pessoas ou trabalhadores expostos. Esse factor é de especial importância em actividades desenvolvidas em espaços subterrâneos, não climatizados, com temperaturas e humidades elevadas, como são aqueles onde se procede à exploração mineira subterrânea, objecto central da abordagem do presente artigo. O objectivo final que se pretende atingir é o de identificar uma eventual correlação, existente entre o ambiente térmico no interior das minas com o desempenho laboral (produtividade) e a sinistralidade (condições de trabalho). Para tal, apresenta-se uma revisão bibliográfica que evidencia algum do trabalho científico desenvolvido nesta área que permite conhecer o "estado de arte" actual sobre o tema. Como resultado, são identificadas as eventuais lacunas de informação e conhecimento sobre o assunto, as quais poderão abrir pistas, ou novas linhas para investigação futura, cujos frutos se pretende que constituam contributos inovadores para implementação prática no sector.

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

ABSTRACT

The extraction industry - in which the underground mining is included - is one of the activity sectors where the national rates of accidents are high (mortal or non-mortal accidents). This finds and justifies the priority of analysis on this sector in terms of Occupational Health and Safety. In other hand, the thermal comfort in the workplace can be considered as a crucial element on the development of any professional activity. It interferes with the health, comfort and performance conditions of people or workers under exposure. This factor is of special importance in activities performed on underground spaces, with no climatization, subject to high humid and temperature levels, such as the underground mining activity, the central focus of this work. The final aim is to identify a possible correlation between the thermal comfort inside the mines with the working performance (productivity) and the occupational injuries & illnesses (working conditions). For that purpose it is presented a literature review that brings to evidence some of the scientific studies developed in this area of knowledge, which permits the acquaintance of the contemporary "state of art" on the theme. As results, it will be identified the possible gaps of information and knowledge that might lead to new hints or future investigation lines, expecting to generate innovative contributions for practical implementation to this sector of activity.

Key words: Thermal Comfort, Mines, Productivity, Occupational Health and Safety

1. INTRODUÇÃO

A Indústria Extractiva (considerada globalmente) apresenta, em Portugal, índices de sinistralidade global bastante elevados. Em 2009, o sector registou uma "taxa de incidência de 93 acidentes de trabalho/1.000 trabalhadores" e, considerando apenas os acidentes mortais, uma "taxa de 71 acidentes mortais/10.000 trabalhadores", o pior desempenho de todos os sectores, no ano em análise (ACT).

As crescentes necessidades de matérias-primas, à escala mundial, para responder ao aumento de consumo associado ao forte crescimento das economias emergentes, com elevadas densidades populacionais, perspectivam um impulso positivo na actividade de extracção mineira, a qual tenderá a disseminar-se e a utilizar jazidas de teores cada vez mais baixos ('pobres') e/ou mais profundas, o que terá implicações nas condições de segurança, saúde e desempenho dos trabalhadores.

O controlo do ambiente térmico é crítico em espaços subterrâneos uma vez que se verifica, nos terrenos, um aumento de 3°C por cada 100 metros de profundidade - gradiente geotérmico. Se, associado a este aumento da temperatura considerarmos o factor humidade, facilmente se concluirá que o aumento da profundidade das explorações torna o ambiente interno cada vez mais agressivo. Tal exige medidas preventivas e de controlo adequadas que garantam as condições necessárias à vida humana. Essa será uma exigência mínima - necessária, mas não suficiente - sendo desejável também garantir um ambiente de trabalho favorável, com um nível reduzido de contaminantes atmosféricos (boa qualidade do ar) e que promova o conforto térmico das pessoas expostas. A implementação desta última abordagem contribuirá, previsivelmente, para a melhoria da produtividade dos recursos humanos utilizados na actividade extractiva, o que terá reflexos na competitividade e sustentabilidade económica das empresas do sector.

No desenvolvimento do presente artigo e considerando o contexto enunciado, pretende-se evidenciar os principais aspectos a considerar na análise da problemática em causa, através de pesquisa bibliográfica dirigida a diversas 'fases' que a constituem, nomeadamente, num plano geral:

- Delimitação dos conceitos de ambiente, conforto e stress térmicos;
- Modelos relacionais entre ambiente térmico e:
 - Condições de segurança e saúde;
 - Produtividade laboral.

e num plano particular, específico:

- Aplicações e repercussões do ambiente térmico na actividade mineira.

Da revisão bibliográfica efectuada resulta a identificação das abordagens preconizadas pelos diversos autores e as propostas de alternativas disponíveis (consensuais ou não), acerca dos modelos e métodos a adoptar na 'gestão' e correlação dos factores intervenientes.

A finalidade é conhecer o 'estado de arte' sobre um tema que tem grande impacte nas condições de trabalho no interior das minas, cujo interesse e actualidade tem por base a perspectiva de crescimento permanente e continuado dessa actividade, a qual se desenvolve num âmbito e escala universal e que merece, por isso, uma atenção especial.

2. AMBIENTE, CONFORTO E STRESS TÉRMICO

O ambiente térmico pode ser definido como "o conjunto das variáveis térmicas ou meteorológicas do local em questão, que influenciam as trocas de calor entre o meio e o organismo humano, sendo assim um factor que intervém - de forma directa ou indirecta - na saúde e bem-estar dos indivíduos e na realização das suas tarefas diárias." (definição adaptada da proposta em S.A. [13].

Segundo a American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE), o conforto térmico define-se como "o estado de espírito em que o indivíduo expressa satisfação em relação ao ambiente térmico". Esta definição contempla unicamente o 'estado de espírito' do indivíduo, isto é, a vertente mental e psicológica, de cariz tendencialmente subjectivo, pelo que não faculta instrumentos que possibilitem a avaliação dessa satisfação, como refere Orosa [11].

Complementarmente, o conforto térmico pode ser entendido e fundamentado nas condições físicas e ambientais que permitam a manutenção da temperatura interna do corpo humano, sem a necessidade de serem accionados os mecanismos biológicos termo-reguladores, ou seja, em que o balanço térmico - que contabiliza as perdas e ganhos, nas trocas de calor com o ambiente - produz um resultado neutro ou de equilíbrio térmico. Höpfe [7] refere que o único modo de descrever completamente os efeitos do ambiente térmico no corpo humano é fazê-lo através de uma equação de balanço energético, onde se considerem os parâmetros meteorológicos e as características biométricas e comportamentais (actividade e vestuário) relevantes. É, pois, necessário efectuar o balanço das trocas de calor para, posteriormente, se analisarem os efeitos produzidos no corpo humano, dos quais depende a sensação de conforto ou desconforto térmico do indivíduo. A permuta de calor entre um sujeito e a sua envolvente depende, então, dos seguintes elementos básicos:

- Diferencial térmico entre o ser humano e o ambiente que o envolve;
- Nível de actividade (tarefas/ocupações);
- Interface indivíduo/ambiente;
- Nível de temperatura ambiente.

Tomando como elemento central o ser humano e a sua característica designada por homeotermia - que consiste na manutenção da temperatura interna do corpo, dentro de certos limites - quando o balanço térmico, que conjuga os elementos anteriormente referidos (ex: actividade, vestuário, T_{ext}), resulta num desequilíbrio, o organismo desencadeia os mecanismos termoreguladores para repor a temperatura do seu interior, em torno dos valores pré-estabelecidos, equilibrando a geração interna de calor (metabólica) com a dissipação de calor para o ambiente externo, através da utilização de diversas formas de transmissão de calor, como sejam, a convecção, condução, radiação, evaporação ou respiração.

A sensação de conforto ou desconforto térmico do indivíduo está, pois, associado à manutenção do equilíbrio nas trocas de calor com o exterior. No entanto, essa condição sendo necessária, não é suficiente. O "conforto térmico é função de vários parâmetros e não apenas de um, como seja a temperatura", conforme refere Orosa [11].

Fanger [5] foi pioneiro na concepção e apresentação de um modelo para quantificação do conforto térmico, no qual - como refere Águas [1], se considera a influência das seguintes variáveis no balanço térmico do corpo humano:

- Individuais: Metabolismo e vestuário;
- Ambientais: Temperatura do ar, Humidade do ar, Velocidade do ar e Temperatura média radiante.

Como descreve Silva [14], "o método desenvolvido por Fanger [5] (...) tem por base a determinação do índice PMV (Predicted Mean Vote) calculado a partir de uma equação de balanço térmico para o corpo humano, em que intervêm os termos de geração interna e de troca de calor com o ambiente circundante (...). O valor deste índice de conforto térmico é uma estimativa da votação média previsível de um painel de avaliadores relativamente a um dado ambiente térmico (...)"

Um outro índice para análise do conforto térmico - designado por Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD), utilizado por Chan [3], Silva [14] e Águas [1], entre outros - quantifica a percentagem prevista de pessoas insatisfeitas com um dado ambiente térmico, ou seja, o nº de pessoas que se sentem desconfortáveis num ambiente térmico particular.

Considera-se que um espaço apresenta condições de conforto térmico quando não mais do que 10% dos seus ocupantes se sintam desconfortáveis. A quantificação da percentagem de desconforto foi feita através de estudos desenvolvidos por Fanger [5] que envolveram 1300 pessoas". Como refere Silva [14], os estudos desenvolvidos por Fanger conduziram-no ao estabelecimento de uma relação entre o resultado do balanço energético do corpo e a tendência de insatisfação, ou seja, entre os índices PMV e PPD, através da expressão:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-(0.03353 \cdot PMV^4 + 0.2179 \cdot PMV^2)}$$

Cuja tradução gráfica pode ser observada no diagrama da Figura 1.

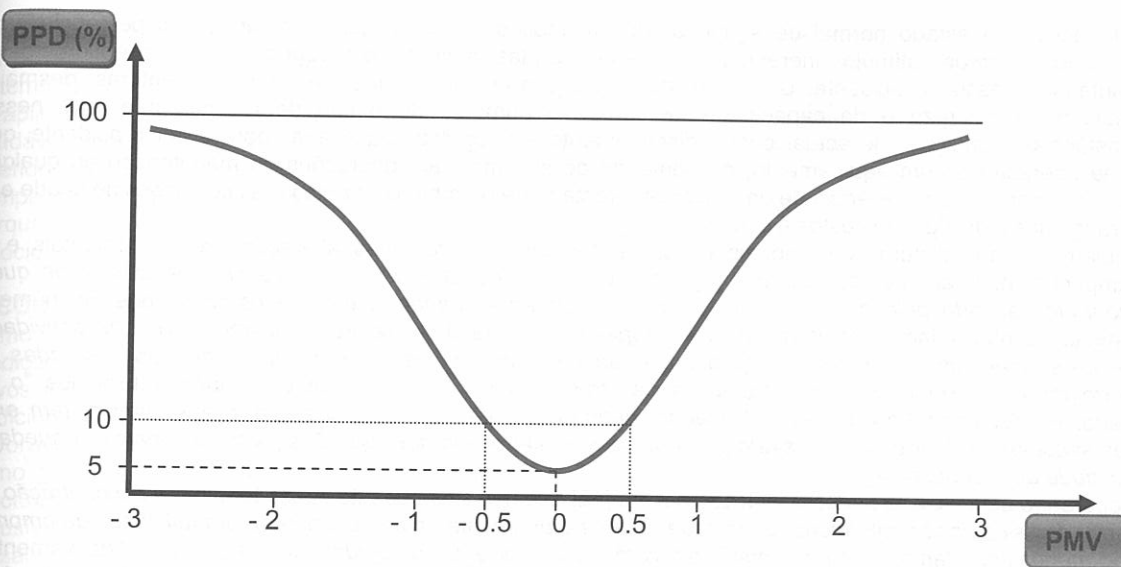


Figura 1 – Relação entre Índices PMV e PPD

O modelo proposto por Fanger [5], é referido por Orosa [11] como “apresentando uma análise profunda que relaciona variáveis que actuam na sensação térmica”. Sobre o mesmo, Silva [14] menciona que “estabeleceu uma correlação entre a percepção subjectiva humana, expressa através da votação numa escala de conforto que vai de -3 (muito frio) a +3 (muito quente), e a diferença entre o calor gerado e o calor libertado pelo corpo humano”. A utilização dos índices referidos para a quantificação do conforto térmico, não sendo consensual e única, é a que reúne maior número de defensores, de entre os autores que abordam o tema.

Quando por razões técnico-económicas não é viável a determinação dos índices PMV e PPD, é utilizado um outro índice - o WBGT Index (Wet Bulb Globe Temperature Index) – recomendado para determinar se um “ambiente térmico quente é, ou não, seguro” [15] ou para “definir o nível de desconforto do ambiente” [1] para a actividade humana. Este índice é considerado como um índice de stress térmico simples e de aplicação global, podendo considerar-se o stress térmico como “o estado psicofisiológico a que está submetida uma pessoa, quando exposta a situações ambientais extremas de frio ou calor.” [9]. Lamberts [9] também refere que - para ambientes quentes - de entre os diversos índices de stress térmico disponíveis, o WBGT index é o mais utilizado, devido à sua consistência.

3. RELAÇÃO ENTRE AMBIENTE TÉRMICO, SEGURANÇA, SAÚDE E PRODUTIVIDADE

O ambiente térmico existente no espaço ocupado pelas pessoas pode produzir-lhes diferentes ‘sensações’, “dependendo do grau de esforço necessário à manutenção da temperatura interior” [12]. Nesse sentido, podem ocorrer três situações [12]:

- **Conforto térmico:** a manutenção da temperatura interior do nosso corpo não implica qualquer esforço significativo;
- **Desconforto térmico:** apesar de o esforço necessário para manter a temperatura interior do corpo constante ser reduzido existem ainda assim condições locais – correntes de ar, contacto com superfícies quentes ou frias, etc. – que impedem que se fale de uma situação de conforto térmico;
- **Tensão térmica** (“stress térmico”): a manutenção da temperatura interior do corpo exige um esforço significativo, que para além de interferir com a capacidade de concentração e de realização de trabalho pode ainda obrigar a limitar o tempo máximo de exposição às condições térmicas que originam a situação de tensão térmica.

Nas conjunturas em que ocorrem desequilíbrios térmicos, o estado de saúde das pessoas envolvidas é afectado, a vários níveis, de acordo com o grau de severidade das condições ambientais. Particularmente nas situações de tensão ou stress térmico, surgem diversos tipos de consequências, resumidas na tabela 1.

Tabela 1 – 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)	- Caímbrias térmicas.

Fonte: Sá, Ricardo (1999)

As alterações ao estado normal de saúde produzem efeitos na forma como os indivíduos percebem e reagem aos diversos estímulos inerentes às suas actividades, diminuindo a segurança e, consequentemente, aumentando o risco de acidente. Um trabalhador sujeito a condições que lhe provocam tonturas, desmaios, diminuição da destreza e da capacidade mental ou o aumento do tempo de reacção não terá, nessas circunstâncias, condições de actuar com o discernimento e a rapidez necessárias para evitar o acidente, quer seja na operação de um equipamento, no comando de sistemas, em operações de manutenção ou qualquer outra. Nesse sentido, a existência de uma relação directa entre o ambiente térmico e as condições de saúde e de segurança dos indivíduos expostos é evidente.

Paralelamente aos distúrbios funcionais descritos, também são referidas alterações comportamentais e de desempenho, nomeadamente, Lamberts [9] lembra que *"os estudos mostram uma clara tendência de que o desconforto causado pelo calor ou frio, reduz a performance humana"*, embora os resultados de inúmeras investigações não sejam conclusivas a esse respeito, como também refere o mesmo autor. *"As actividades intelectuais, manuais e perceptivas, geralmente apresentam um melhor rendimento quando realizadas em conforto térmico"*. Relativamente a situações de stress térmico, o mesmo autor também refere que *"o ser humano, no desempenho de suas actividades, quando submetido a condições de stress térmico, tem entre outros sintomas, a debilidade do estado geral de saúde, alterações das reacções psicossensoriais e a queda da capacidade de produção"* [9].

Corroborando esta ideia, é também indicado por Sá [12] que nas situações de stress térmico *"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."* Relativamente à produtividade, Gancev [6] apresenta uma tabela indicativa da queda do rendimento (R) com a temperatura do ar (T), em trabalhos pesados de perfuração, com perfuradores experientes, aclimatados, trabalhando 3 horas consecutivas nas frentes de trabalho (Tabela 2).

A relação entre o ambiente térmico e as consequências psicofisiológicas produzidas no ser humano, numa perspectiva médica, encontra-se amplamente descrita, referenciada e aceite, na bibliografia. Ao invés, a conexão daquele com a segurança ocupacional e com a produtividade apenas reúne consenso num plano qualitativo, porquanto os resultados dos estudos quantitativos disponíveis, de que é um exemplo o desenvolvido por Gancev [6], não são unanimemente aceites pela comunidade científica, devido à sua falta de abrangência e consistência. No entanto, a consideração de que o ambiente térmico é um factor determinante nas condições de segurança e de desempenho é inquestionável.

Tabela 2 – Queda de Rendimento em Função da Temperatura

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

Fonte: Gancev (2006)

4. AMBIENTE TÉRMICO EM ESPAÇOS SUBTERRÂNEOS (Minas)

Nos pontos anteriores, foram referidos os aspectos e metodologias genéricas aplicadas à problemática do ambiente térmico, que reúnem maior número de defensores/seguidores. Neste ponto, são referidas as diferentes abordagens no tratamento do ambiente térmico, especificamente no interior de minas, face às características ambientais específicas (quentes e húmidos) desses espaços subterrâneos e à sua severidade para o ser humano. Tomando como ponto de partida o índice de stress térmico mais utilizado nas diversas aplicações, o WBGT, tem sido objecto de diversos estudos comparativos, quanto à sua aplicabilidade e eficácia, na avaliação do stress térmico em espaços reais de trabalho. Ensaio realizado por Duncan e Austin [4] em minas de ouro, indicam que ambientes com idênticos valores de temperatura de bolbo húmido têm 'potências de arrefecimento' distintas, em função das velocidades do ar em presença. Constataram, também, que em espaços de trabalho com velocidades de ar reduzidas, o incremento da capacidade de arrefecimento dos trabalhadores é mais eficaz se for aumentada a velocidade do ar, do que se se reduzir a temperatura de bolbo húmido. Jienlin [8] refere que a velocidade do ar deverá ser tal que permita cumprir os requisitos de refrigeração e de ventilação no interior das minas. Através da adopção do índice PMV para avaliar as condições de conforto térmico do ambiente e de métodos de simulação numérica, aplicados a túneis com temperaturas de 40° C, estimaram - em 0.8m/s - o valor da velocidade do ar à entrada que satisfaz esses requisitos. Paralelamente, um novo índice de stress térmico - *Thermal Work Limit* (TWL) - tem vindo a ser testado e comparado com o tradicional WBGT, conforme refere Miller [10] ou Bates [2]. Trata-se de um índice que utiliza os cinco parâmetros ambientais (temperaturas de bolbo seco, húmido e radiante, velocidade do ar e pressão atmosférica) para a determinação de um nível máximo de actividade (trabalho) de um indivíduo, num dado ambiente. Os valores obtidos pelo índice TWL poderão ser, posteriormente, comparados com os valores recomendados para as situações limite de paragem do trabalho ou ausência de restrições. Bates [2] refere que, até à data, poucos são os estudos que examinam o efeito do ambiente térmico no ritmo de trabalho e na temperatura corporal central, em parte devido às dificuldades técnicas relacionadas com a medição deste parâmetro.

Note-se que a melhor aproximação da temperatura corporal, no passado, era obtida pela medição da temperatura rectal, o que não é um procedimento aceitável, de modo contínuo, no espaço de trabalho. Com o surgimento de tecnologias de sensores de temperatura, ingeríveis, sem fios, que emitem um sinal para um receptor externo, é agora possível monitorizar continuamente a temperatura dos sujeitos, o que elimina os

constrangimentos anteriores e possibilita o desenvolvimento de nova investigação sobre o tema. No entanto, a aplicação destas novas tecnologias, com carácter intrusivo, não são de aplicação generalizada e estão fortemente dependentes da colaboração activa dos sujeitos a observar. Bates [2] menciona que este novo índice foi aplicado em situações de ambiente controlado e em estudos de campo, incidindo sobre uma população jovem saudável (menos de 32 anos), do sexo masculino, em minas australianas. Nessas circunstâncias, concluiu o referido autor que os resultados obtidos são mais fiáveis e menos propensos a erros de interpretação, quando comparados com os obtidos pelos índices tradicionais (WBGT), de características mais conservadoras, porquanto estes últimos não consideram um elemento determinante nas condições de arrefecimento a velocidade do ar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como nota final decorrente da pesquisa realizada, poder-se-á referir que os instrumentos para controlo e medição das condições de ambiente ou stress térmico em espaços subterrâneos não são consensuais, surgindo novos índices que, para as condições de verificação efectuadas, apresentam melhor desempenho do que os tradicionalmente utilizados. A validação desses índices emergentes e alternativos deverá ser aprofundada, envolvendo todos os géneros e faixas etárias, de modo a comprovar a respectiva eficácia e consistência, num plano geral. A aplicabilidade dos diversos índices é outro aspecto a ponderar, caso a caso, nas escolhas a efectuar. Especialmente em situações em que a aquisição de dados é realizada com processos e tecnologias intrusivas (ex: ingestão de sensores, recolha de fluidos orgânicos), colocam-se questões nos planos ético, legal e de saúde que têm de ser consideradas, conjuntamente com a desejável eficiência instrumental. Num outro plano, também a quantificação das implicações do ambiente térmico na produtividade e condições de segurança são temas que se encontram em "aberto". A correlação existente entre essas grandezas, em termos qualitativos, é reconhecida pela comunidade científica. Porém, a sua quantificação numérica não é consensual. Há, ainda, um longo caminho a percorrer na quantificação das interacções entre as condições ambientais e os níveis de segurança e produtividade dos indivíduos expostos a condições adversas (ambientes quentes), o que estimula o desenvolvimento de investigação complementar sobre estes temas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Águas, Miguel, (2001); Conforto Térmico, IST, Univ. Téc. Lisboa, em: http://in3.dem.ist.utl.pt/laboratories/PDF/EMEE_1.pdf, consultado em 2010/02/22;
- [2] Bates, Graham (S.D.). Empirical Validation of a New Heat Stress Index, em <http://pointhealth.com.au/pdf/TWL%20Validation%20Heat%20stress%20study.pdf>, consultado em 2010/02/22;
- [3] Chan, L. S. Apple, (2008), Prediction of Thermal Comfort, disponível em <http://personal.cityu.edu.hk/~bsapple/newpage315.htm>, consultado em 2010/11/18;
- [4] Duncan, M. e Austin, W., (1999), Cooling power of underground environments, Journal of the Mine Ventilation Society of South Africa, Vol. 52, Issue 4, pp. 161-168;
- [5] Fanger, P. O. (1972), Thermal Comfort. Danish Technical Press, Copenhagen;
- [6] Gancev, Boris (2006); Avaliação de Condições de Qualidade do Ar em Mina Subterrânea; em: http://www.poli.usp.br/d/pme2599/2006/Artigos/Art_TCC_006_2006.pdf, consultado em 2010/11/22;
- [7] Höpfe P. R., (1993); Heat balance modeling, Institute and Outpatient Clinic for Occupational Medicine, University of Munich, disponível em: <http://www.springerlink.com/content/154304v3r2163803/fulltext.pdf>;
- [8] Jienlin, L., Keping, Z., Hongwei, D. e Chenglin, Y. (2007); Numerical evaluation of thermal environment in deep high temperature mine; Int. Symp. On Mining Science and Safety Technology, ISI Proceedings;
- [9] Lamberts, R. e Xavier, A. (2002); 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-labee.pdf> 19/11, consultado em 2010/11/20;
- [10] Miller, V. e Bates, G. (2007); The Thermal Work Limit Is a Simple Reliable Heat Index for the Protection of Workers in Thermally Stressful Environments, <http://annhyg.oxfordjournals.org/content/51/6/553.short?rss=1&ssource=mfc>, consultado em 2010/12/22;
- [11] Orosa, José A., (2009); Research on General Thermal Comfort Models, European Journal of Scientific Research, ISSN 1450-216X Vol.27 No.2 (2009), pp.217-227. Disp. em http://www.eurojournals.com/ejsr_27_2_06.pdf, consultado em 2010/10/26;
- [12] Sá, Ricardo, (1999); 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;
- [13] S.A., (S.D.); Ambiente Térmico, Dep. Ciênc. Atmosféricas; Univ. S. Paulo; Disp. em http://www.master.iag.usp.br/conforto/ambiente_termico.html, consultado em 2010/10/25;
- [14] Silva, M. C. Gameiro, (S.D.); Aplicações Computacionais para Avaliação do Conforto Térmico, DEM/FCT da Universidade Coimbra, disponível em: <https://woc.uc.pt/efs/getFile.do?tipo=2&id=84>, consultado em 2010/12/18;
- [15] Youle, T. and Parsons, K., (2009); The Thermal Environment, Technical Guide No. 12, (Addendum to Second Edition 1996), British Occupational Hygiene Society, Disp. em: http://www.bohs.org/uploadedFiles/Library/Publications/04_TG12_Addendum_to_2nd_Edition.pdf, consultado em 2010/10/29;