

## **AMBIENTE TÉRMICO E O SEU IMPACTO NO HOMEM - ANÁLISE NUMA PERSPECTIVA HOMEM/AMBIENTE/TRABALHO**

**C. Rodrigues\*, J.C. Guedes, J. Santos Baptista**

Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia (CIGAR/LABIOMEPE)

Porto, Portugal

\*Email: pee10017@fe.up.pt

**RESUMO:** *Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica de cariz sistemático que tenta interrelacionar numa perspectiva holística as três dimensões fundamentais do meio laboral. Pretende identificar as influências, directas e indirectas, de variáveis que interferem no comportamento humano, face às exigências ocupacionais e diferentes condições de ambiente térmico. A metodologia aplicada consiste no levantamento exaustivo de variáveis que intervêm no problema, numa perspectiva tridimensional, recorrendo a diferentes áreas do saber, através de ensaios experimentais, estudos de campo, modelação fenomenológica, entre outros, identificados na literatura científica. O mapeamento de relações apresenta, ainda, alguns vazios de conhecimento, que surgem aqui como campos exploratórios, cujas relações podem vir a explicar a variabilidade da resposta psicofisiológica aos diferentes ambientes térmicos. As diferentes condições de ambiente térmico influenciam a saúde, a segurança e a produtividade.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A temperatura afecta o homem e as sociedades das mais diversas formas. A própria cultura dos povos é influenciada pelas condições climáticas nas quais se desenvolve.

À escala do indivíduo a temperatura e a humidade influenciam de forma indelével todo o seu comportamento. Essa influência vai desde a performance física à psicológica e afecta desde o rendimento do trabalho até às relações com outros indivíduos e com as próprias tarefas.

Apresentar o ambiente térmico como factor central obriga a analisar o seu impacto em dois níveis diferentes. Um prende-se um com a capacidade individual de tolerar, melhor ou pior, o ambiente, e outro com o impacto na componente laboral, cuja performance, mediante as exigências das tarefas, será mais ou menos influenciada de acordo com o ambiente térmico em que se realizam. Há, portando, uma relação entre o *Homem* e o *Ambiente* (definição da tolerância ao calor de acordo com as características individuais), e entre o *Ambiente* e o *Trabalho* (impacto nos níveis de desempenho e produtividade mediante as exigências laborais em determinado contexto de ambiente térmico). Estas relações apesar de importantes não são completas nem auto-explicativas. Uma análise completa e detalhada deve englobar as três dimensões uniformemente. A análise centrada no Homem mostra que este, como ser biopsicossocial, tem uma atitude perante o trabalho e as exigências do mesmo que não se pode dissociar do “ambiente físico” do espaço em que se insere.

Este artigo pretende apresentar uma imagem do estado da arte relativamente às influências do ambiente térmico nas suas várias vertentes, nomeadamente as físicas e as psicológicas e, a sua relação com o desempenho laboral.

Uma compreensão integrada deste problema ajudará a obter respostas, para além das triviais relações causa/efeito ou simples constatações de resultados. Pretende-se identificar influências, directas e indirectas, de variáveis que interferem no comportamento humano, face às exigências ocupacionais em diferentes condições de ambiente térmico.

De forma complementar procura-se identificar estudos que permitam confirmar a validade de afirmações ou opiniões correntes e identificar lacunas de conhecimento.

## **2. MATERIAIS**

A pesquisa foi realizada utilizando a ferramenta de interface de pesquisa do sistema de metapesquisa da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, construída com base no sistema Metalib da Exlibris, através do URL: <http://metalib.fe.up.pt>.

Esta ferramenta foi escolhida devido à vantagem que oferece tanto em termos de utilização de recursos como de possibilidades de triagem entre os inúmeros estudos devolvidos. A pesquisa permite englobar as seguintes bases de dados numa única ferramenta, conseguindo assim devolver os resultados de pesquisas em: Web of Science; Zentrallblatt MATH Database; PsycArticles; PsycCRITIQUES; PsycBOOKS; Library, Information Science & Technology; Psychology + Behavior; PsycINFO; PubMed; Regional Business News; MEDLINE; Inspec; Fuente Academica; ERIC; Current Contents; Compendex; Arts & Humanities Citation Index; Academic Search Complete.

## **3. MÉTODOS**

A metodologia compreende 2 fases de desenvolvimento:

1. Levantamento exaustivo de variáveis estudadas pelos diversos autores, numa perspectiva tridimensional (Homem - Ambiente - Trabalho), recorrendo a diferentes áreas do saber;
2. Estudo da relação entre as diferentes variáveis, num sistema organizado com a representação do fluxo entre mesmas (mapas de relações), através de ensaios experimentais, estudos de campo, modelação fenomenológica, entre outros, identificados na literatura científica.

### **3.1. Levantamento de Variáveis**

A identificação das principais variáveis que estão na origem da abordagem tridimensional em questão foi realizada por especialistas oriundos de duas diferentes áreas (Psicologia e Engenharia), sendo a componente relacionada com a fisiologia humana validada por um elemento da área médica.

As variáveis foram agrupadas em 3 dimensões, Homem, Ambiente e Trabalho, no sentido de as caracterizar de uma forma geral.

### 3.2. Organização de Pesquisa

A pesquisa foi organizada de acordo com as possíveis relações que se podem estabelecer entre as diferentes dimensões. As relações estabelecidas par a par, entre: homem/ambiente, homem/trabalho e ambiente/trabalho, estão na origem da introdução da abordagem tridimensional.

Para além das descritas, anteriormente, houve uma série de outras palavras que foram utilizadas na pesquisa, que por não terem sido devolvidas com resultados, não foram aqui apresentadas.

## 4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O comportamento humano, perante a exigência das tarefas e determinadas condições ambientais, é influenciado por diferentes variáveis.

Na perspectiva Homem, o seu comportamento pode ser afectado pelas variáveis sexo, idade, metabolismo energético, capacidade de aclimação, fadiga, quantidade de líquidos ingeridos, actividade imunológica, funcionamento gastrointestinal, prática de exercício físico, vestuário, sensação de conforto térmico (bem-estar perante uma determinada temperatura ambiente), consumo de medicamentos, álcool e/ou drogas, posturas (...).

Relativamente ao trabalho, as variáveis prendem-se com questões ergonómicas e psicossociais, entre eles, o ritmo de trabalho, carga de trabalho, carga horária, horário de trabalho, exigência das tarefas, dimensões do espaço, desenho ergonómico, assédio moral, violência no trabalho, cultura organizacional e função, papel no seio da organização, progressão na carreira, liberdade da decisão/controlo, relações interpessoais no trabalho, relações vida privada-trabalho, ambiente laboral e equipamento, concepção da tarefa, volume/cedência de trabalho, formação, o apoio por parte dos colegas e gestores, as mudanças (OSHA, 2000a,b).

Já na perspectiva ambiente, os factores influenciáveis são os factores físicos (ambiente térmico: temperatura e radiação, humidade, velocidade do ar; ruído, iluminação, vibrações, radiações), químicos (compostos orgânicos voláteis) e biológicos (micro-organismos que podem levar ao desenvolvimento de doenças).

O ambiente térmico, factor central na abordagem em questão, tem uma relação estreita com os restantes factores de risco ambientais, uma vez que a proliferação e contaminação dos restantes agentes (químicos e biológicos) é, em grande, parte determinada pelas variáveis temperatura e humidade, não apenas numa abordagem de climas interiores mas, acima de tudo, de climas exteriores (Luber, 2009).

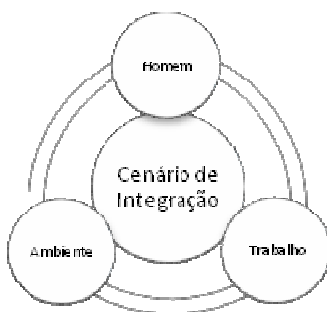


Fig 1. Representação da análise integrada, conjugando relações par a par, resultando num único cenário.

Numa análise integrada, verificou-se que as causas isoladas por si só não se manifestaram suficientes na produção de consequências, no entanto a mecânica das relações demonstra um impacto representativo, nomeadamente no aumento da temperatura corporal dos indivíduos, afectações clínicas (hipertermia dos sistema nervoso central, comprometimento do funcionamento do aparelho cardiovascular, hipoxia tecidual, síndromas de agressão térmica, depressão), stress, inibição da actividade motora, menor produtividade/rendimento físico e/ou cognitivo, alterações psicológicas e/ou comportamentais, maior risco de abortamento nas primeiras semanas de gravidez, absentismo, maiores custos com compensações ou despesas de saúde (Bhattacharya, 1991; Taylor, 2006; Wilson, 2007). Não obstante, não foi possível identificar a existência concreta e quantificável de relações entre certas variáveis, nos inúmeros estudos analisados.

#### 4.1. Homem vs Ambiente

##### Idade

A capacidade de termorregulação diminui com a idade, devido ao desgaste do organismo ao longo do tempo. Algumas experiências levadas a cabo mostram que a variação da tolerância ao calor devido à idade tem menos expressão quando não há influência de doenças crónicas, adiposidade e performance física reduzida (C. BRUCE WENGER, 2002 p. 78). Contudo a tolerância ao calor de um indivíduo diminui ao longo dos anos. Genericamente estabelece-se como grupo de maior risco, os indivíduos com idades a partir de 65 anos. A partir dos 75 anos considera-se a idade como factor crítico. A

Figura resume as principais capacidades fisiológicas são afectadas com a idade.

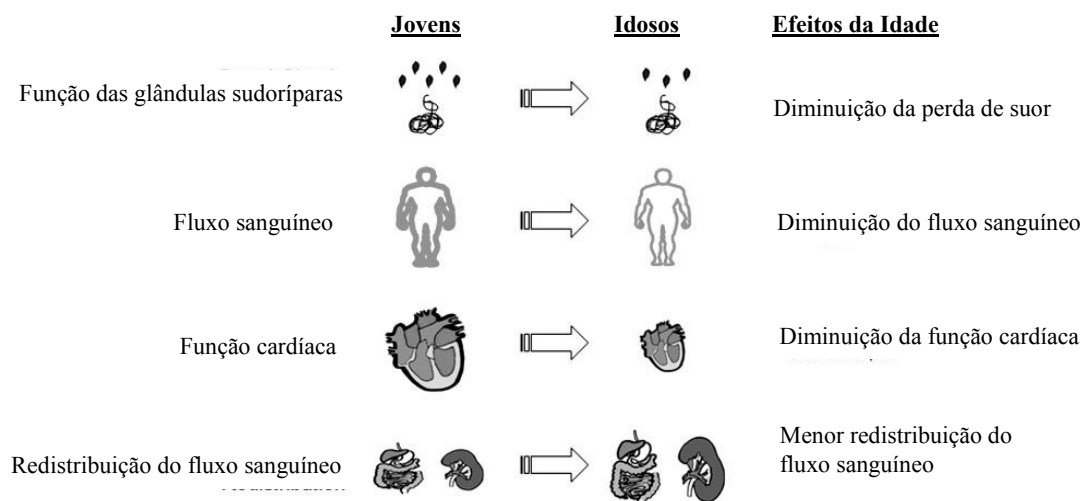


Figura 2 – Alteração das capacidades de termorregulação com a idade. Adaptado de (Kenney, et al., 2003 p. 2601)

Além dos pormenores já apresentados, com o avanço da idade diminui ainda o reflexo de sede, sendo que a reposição de líquidos é fundamental na tentativa de combate ao calor. É também uma evidência que a população idosa feminina é mais afectada do que a masculina, diferença essa que se deve a factores relacionados com o género, questão abordadas abaixo.

O grupo etário compreendido entre os 0-14 anos também é considerado como um dos mais afectados pelo calor. Tal como nos adultos, a termorregulação das crianças é afectada pela desidratação. Uma Criança desidratada responde ainda pior ao calor do que um adulto desidratado. Comparativamente com adultos, as crianças têm mais dificuldade de regular a temperatura interna corporal. Têm menor taxa de sudação por glândula sudorípara, menor reposta de frequência cardíaca, menos volume de plasma sanguíneo, geram mais calor metabólico e possuem um rácio de superfície corporal por massa superior aos adultos o que resulta em maior perda relativa de fluidos (Dougherty, 2008).

### Forma Física (Capacidade Aeróbica)

A Performance física de uma pessoa nada tem a ver com o seu IMC. A performance relaciona-se com a capacidade de determinado sujeito de realizar trabalho. É portanto resultado de uma prática regular de exercício. Pessoas com o IMC ou o índice de massa gorda elevado podem apresentar boa capacidade aeróbica. A capacidade aeróbica é tanto maior quanto maior o consumo de oxigénio ( $\dot{V}O_2$ ). A fisiologia muscular, mostra claramente a relação entre capacidade de trabalho muscular e o consumo de  $O_2$ .

A prática regular de exercício leva o indivíduo a reduzir a ritmo cardíaco, o que é consequência do aumento da capacidade pulmonar e respectivo consumo de oxigénio. A fisiologia muscular mostra que os músculos consomem ATP a partir de dois ciclos de formação, um aeróbico, e outro anaeróbico. O ciclo anaeróbico é activado devido à incapacidade do sangue conseguir levar oxigénio ao músculo em esforço muscular estático ou então, quando a necessidade de oxigénio é superior à fornecida pelo organismo, em caso de esforço extremo. Nestes casos a produção de ATP leva à formação de um sub-produto tóxico para o organismo (o lactato) que quando atinge determinados níveis de concentração não consegue ser eliminado e a sua concentração pode levar à morte do indivíduo.

Um estudo realizado por Arngrímsson (University of Georgia Athens) mostra que consumo de oxigénio e a frequência cardíaca vão aumentando gradualmente com a temperatura ambiente. A elevação da frequência cardíaca está relacionada em parte com o consumo de oxigénio durante o exercício aeróbico. Acima da capacidade aeróbica máxima existe uma dissociação destes parâmetros. Atinge-se o pico de consumo de  $O_2$  e o ritmo cardíaco continua a aumentar (Arngrímsson, et al., 2003). A prática regular de exercício ajuda à optimização destes dois mecanismos que em condições de calor são indicadores de stress térmico. Por um lado a habituação ao esforço diminui o ritmo cardíaco em repouso, melhora o sistema cardiovascular, aumenta a capacidade pulmonar e melhora o valor de pico de absorção de oxigénio. O resultado é maior perda de calor por radiação, mais tolerância a temperaturas elevadas mesmo em condições de esforço.

A elevada capacidade aeróbica ajudar a tolerar o calor. Um estudo desenvolvido por Selkirk e McLellan mostra que indivíduos com elevada capacidade aeróbica atingem a exaustão com temperaturas internas corporais superiores em cerca de  $0,9^\circ C$  do que os indivíduos com capacidade aeróbica inferior (Selkirk, et al., 2001 p. 2062).

### Índice de Massa Corporal

Contrariamente ao tecido magro que aquece facilmente, o tecido adiposo produz o efeito contrário, o que faz com que a sua quantidade afecte directamente a capacidade calorífica do corpo. Assim, a quantidade de tecido adiposo influencia a resposta do organismo ao calor bem como a sua distribuição e localização influencia a transferência interna e dissipação de calor do corpo (Selkirk, et al., 2001 pp. 2055,2062).

Existe uma suspeita que a tolerância a temperaturas internas corporais mais elevadas reside no facto de os indivíduos com menor quantidade de tecido adiposo conseguirem dissipar mais facilmente o calor. Tal resulta na capacidade de atingir temperaturas mais elevadas sem sofrer danos. Estes indivíduos aquecem mais facilmente mas também arrefecem com maior rapidez.

### Género

As principais noções que se prendem com o género já foram abordadas em parágrafos anteriores às quais se somam as questões que se prendem com o ciclo menstrual. Experiências realizadas, revelaram que a diferença na capacidade de tolerância mediante o género é atenuada quando se compara os indivíduos por tamanho, aclimação e  $\dot{V}O_2$  máx.

O ciclo hormonal feminino altera a temperatura limite para a qual o corpo começa a executar as tarefas de termorregulação. Esta alteração vai condicionar, inevitavelmente, a resposta ao calor. Contudo, não se trata da única alteração que afecta a resposta ao calor e à capacidade de exercício em ambiente quente. Estudos realizados mostram que consoante a fase de ciclo em que se encontra, a mulher está sujeita a variações na temperatura interna corporal. A mesma causa afecta o batimento cardíaco, o qual varia de forma diferente durante a prática de exercício em ambientes quentes, sendo essa diferença tanto maior quanto mais agressivo se apresentar o ambiente.

### Outros Factores

A tolerância ao calor é dependente de uma enorme variedade de factores. Além dos acima descritos, podem apontar-se outros também importantes e ligados ao estilo de vida como:

- Alimentação;
- Consumo de bebidas alcoólicas e hábitos tabágicos;
- Saúde em estado debilitado;
- Medicação a que se está sujeito (nomeadamente a toma de anti-depressivos, anti-inflamatórios).

Estes e outros factores pessoais ligados aos estilos de vida, a problemas crónicos de saúde e/ou o estado de saúde actual, afectam de forma significativa a capacidade de resistência ao calor. Pessoas acamadas representam um grupo de especial preocupação, quando não ocupam espaços devidamente climatizados. A protecção conferida pela roupa de cama favorece o aquecimento, impede a evaporação do suor, o que conduz ao desenvolvimento de dermatoses e ao aparecimento de feridas/chagas. A estes problemas acresce a sobrecarga fisiológica exigida pelo ambiente durante os períodos de recuperação.

Comportamentalmente, a aclimação (habituação a ambientes quentes) ajuda a melhorar a capacidade de tolerância ao calor (RICHARD F. JOHNSON, et al., 2002 p. 142). Um organismo aclimatado sofre imensas alterações que vão desde os sinais mais clássicos (diminuição do batimento cardíaco, aumento da taxa de sudação durante exercício e redução do valor da temperatura interna) até às alterações fisiológicas mais complexas como maior capacidade de manter um elevado nível de sudação, diminuir o teor de minerais no suor, redistribuir a sudação do tronco para os membros, aumentar a quantidade de água no organismo e redistribuí-la de modo diferente, transformações metabólicas e endócrinas entre outras alterações menos estudadas (C. BRUCE WENGER, 2002 p. 74). Ao nível metabólico e celular a aclimação aumenta a produção de proteínas que ajudam os tecidos mais frágeis a não sofrer lesões perante aumento da temperatura interna (Samali, et al., 1998; KREGEL, 2002).

## 4.2. Ambiente vs Trabalho

### Posturas

Tab 1 – Tabela resumo da relação entre Posturas e Temperatura.

Ref.	Estudo	Influência
<b>(Kaynakli, Unver et al. 2003)</b>	Avaliação de Ambientes Térmicos para a Posição de Pé e Sentado	Posturas que aumentem contacto com superfícies tendem a diminuir a dissipação de calor. Bem como posturas fisicamente exigentes tendem a aumentar a produção de calor interno.
<b>(Donaldson, Scarborough et al. 1996)</b>	Influência da Postura na Temperatura Interna Corporal	Há diminuição da temperatura interna corporal entre 0,2 a 0,4 graus Celcius em ambiente neutro a 31 graus de temperatura ambiente, quando o corpo se encontra em supinação.
<b>(Huggare and Ronning 1986)</b>	Efeito do ar frio na postura da Cabeça	O ar frio influencia na posição da cabeça, provavelmente devido à adaptação da respiração.
<b>(Kobayashi, Horvath et al. 1980)</b>	Termorregulação durante o repouso e o exercício, para diferentes posturas, em ambientes quentes e húmidos	As taxas de sudação entre as posturas supina, sentado e de pé, após a prática de exercício a 30% e 45% de VO <sub>2</sub> máx foi respectivamente, 65%, 52% e 46%. A temperatura interna corporal correspondente analisada foi superior na posição de supinação e inferior na posição de pé.
<b>(Diaz, Bransford et al. 1979)</b>	Diminuição do volume plasmar durante repouso e exercício nas diferentes posturas em ambientes quentes e húmidos	A postura está intimamente ligada com a perda de líquido e redução do respectivo volume plasmar. A diferença de peso é de 0,3% durante repouso ao qual acresce uma perda de 1,1% durante o exercício. Exercício realizado em supinação é o que mais reduz o volume plasmar, em seguida a postura sentada e por último de pé.

A influência postural está mais intimamente ligada com a produção de calor metabólico e, como tal, com a resposta fisiológica necessária à dissipação desse mesmo calor. Os diversos estudos que foram realizados sobre esta temática centram-se exactamente nessa perspectiva avaliando a sudação (Diaz, Bransford et al. 1979; Kobayashi, Horvath et al. 1980), o seu impacto na redução do volume plasmar (que funciona como critério de restrição na tolerância ao calor) (Diaz, Bransford et al. 1979), uma vez que estas variáveis vão influenciar o mais importante indicador biológico de saúde e bem-estar, a temperatura interna corporal (Donaldson, Scarborough et al. 1996). Existem, no entanto, outros aspectos que influenciam a dissipação de calor (Kaynakli, Unver et al. 2003). A influência no bem-estar vai, por sua vez, depender do compromisso entre a produção e a

perda de calor permitida (Kaynakli, Unver et al. 2003) bem como da capacidade que o corpo tem, em determinadas condições, de se termorregular.

### Fadiga

Tab 2 – Resumo das principais relações entre fadiga e temperatura.

<b>Ref.</b>	<b>Estudo</b>	<b>Influência</b>
<b>(Kacin, Golja et al. 2008)</b>	Influencia da fadiga muscular e da perda de trabalho na temperatura corporal	A fadiga muscular não influencia o aumento da temperatura média corporal nem a regulação da perda de calor durante o exercício prolongado com carga constante.
<b>(Hamilos, Nutter et al. 2001)</b>	Estudo do efeito da temperatura e luminosidade na capacidade de trabalho	Um ambiente ligeiramente mais frio do que o normal é mais propício ao trabalho sedentário, bem como um ambiente ligeiramente mais iluminado. O cansaço e o humor são afectados pelas condições laborais. As mulheres são mais influenciadas e susceptíveis ao ambiente que as rodeia do que os homens.

A relação entre a fadiga muscular e temperatura, provocada por trabalhos exigentes do ponto de vista físico, não é algo completamente determinado. O estudo levado a cabo por Kacin (2008) demonstrou que a fadiga muscular induzida não tem efeitos directos no aumento da temperatura interna corporal nem na capacidade de termorregulação do organismo. Por sua vez Nelson em 1984 já tinha conseguido comprovar que o humor e a sensação de fadiga (o cansaço percebido) são afectados pelas condições ambientais gerais, entre as quais testou a temperatura e a luminosidade. Este interessante estudo verificou ainda a diferença de percepção mediante o género, sendo as mulheres mais afectadas pelas condições ambientais a que estão expostas. Apesar de a temperatura ter influência directa na capacidade de termorregulação influencia positivamente o processo de acumulação de fadiga (fadiga que deve ser definida como o resultado mais de factores psicológicos do que físicos).

### Stress e Performance Cognitiva

Tab 3 – Principais relações entre cognição e temperatura.

<b>Ref.</b>	<b>Estudo</b>	<b>Influência</b>
<b>(Tawatsupa, Lim et al. 2010)</b>	Influência do calor na indução de stress psicológico	O calor e o excesso de termorregulação deriva numa redução do estado geral de saúde e em angústia psicológica, ou mesmo depressões crónicas e distúrbios de ansiedade crónicas.
<b>(Oka, Oka et al. 2001)</b>	Aumento da temperatura corporal devido a condições de stress	O stress induz um aumento de temperatura corporal da mesma magnitude em ambientes quentes ou frios. O processo é o mesmo que o de ocorrência de febre (alteração no ponto de regulação de temperatura interna).
<b>(Nunneley, Dowd et al. 1978)</b>	Condições de stress psicológico durante a exposição ao calor na simulação de condições de cockpit	A exposição ao calor influencia a curva de aprendizagem de alguns testes RPM (altera tempos de resposta).
<b>(Rim 1975)</b>	Performance psicológica durante a exposição climática a ambiente quentes.	A exposição a ambientes quentes parece não influenciar o discernimento para aritmética, escrita e percepção visual.



O stress térmico provocado pelo calor deriva em consequências desagradáveis para o organismo. O stress interfere com a temperatura interna corporal aumentando o set point de termorregulação, gerando deste modo um estado febril (Oka, Oka et al. 2001). Ora desta forma também há uma interferência na capacidade de termorregulação e consequentemente na capacidade de tolerar o calor. Por outro lado, a simples exposição ao calor também deriva em consequências notáveis de stress psicológico, manifestado através de alterações de comportamento a curto prazo, ou ainda, através de depressões e distúrbios de ansiedade crónicos (Tawatsupa, Lim et al. 2010).

O stress psicológico e o nível de performance cognitiva confundem-se em diversas alturas, especialmente quando em ambos os casos o que é exigido são tempos de resposta no trabalho em períodos relativamente curtos. A performance cognitiva sofre variações com as variações das condições climatéricas extremas (frio e calor). Apesar dos mecanismos que afectam a performance cognitiva serem algo diferentes entre o frio e o calor, em ambas as condições há um impacte significativo. A performance cognitiva está associada a um aumento no valor da temperatura interna corporal, ao passo que a fadiga induzida pelo calor surge como reflexo da combinação de temperatura interna e temperatura da pele elevadas (Simmons, Saxby et al. 2008). No frio a performance cognitiva também aparece diminuída, no entanto, ao contrário do calor, não interfere directamente com o funcionamento cerebral. Os seus efeitos ocorrem através dos mecanismos de distração e de excitação, o que, indirectamente, tem implicações na performance final (Mäkinen, Palinkas et al. 2006).

### Esforço

A prática de esforço é fortemente relacionada com as condições ambientais em que se desenvolve, em especial, a temperatura e humidade. A prática de esforço em ambientes quentes apresenta uma diminuição na capacidade de realizar trabalho, em comparação com o mesmo esforço realizado a condições de conforto. O mesmo acontece para temperaturas muito reduzidas.

Ambientes quentes, e muito húmidos impedem a dissipação do calor metabólico gerado durante a prática de esforço, o que provoca um aumento da temperatura. Esse aumento (acumulado nos músculos) provoca reacções que ampliam a sensação de esforço e, consecutivamente, potenciam o cansaço (Armada-da-Silva, Woods et al. 2004). Durante o frio, a prática de exercício físico intenso leva a uma possível deficiência do sistema de termorregulação. O balanço de energia enfraquecido devido à prática de esforço induz, por si, a uma perda de massa corporal que vai reduzir o tecido de isolamento facilitando a transferência de calor do interior do corpo para a superfície, o que gera o arrefecimento corporal e consequente aumento da exigência dos mecanismos de termorregulação (Young and Castellani 2001).

## Privação de Sono

Tab 4. Resumo entre privação de sono e temperatura.

<b>Ref.</b>	<b>Estudo</b>	<b>Influência</b>
<b>(Spitznagel, Updegraff et al. 2009)</b>	Exposição a ambientes frios e privação de sono na capacidade de atenção, tempo de reacção e execução de funções.	A exposição ao frio apresenta uma associação com a perda de capacidade de atenção, no entanto associando o factor privação de sono, o défice de atenção pronuncia-se ainda mais. A combinação dos efeitos apresenta ainda um efeito aditivo no que toca à diminuição dos tempos de reacção.
<b>(Caine-Bish, Potkanowicz et al. 2004)</b>	Termorregulação induzida pela privação de sono	Os resultados foram associados com maiores sensações de frio e tremores devido à privação de sono. Eles também sugeriram que a privação de sono modifica as respostas de termorregulação, a nível central, especialmente em ambientes frios.

A privação de sono potencia, particularmente em ambiente frios, o défice de atenção e da diminuição dos tempos de reacção. A exposição ao frio apresenta uma associação com a perda de capacidade de atenção, no entanto adicionando o factor privação de sono, o défice de atenção pronuncia-se ainda mais (Spitznagel, Updegraff et al. 2009). Desta forma pode inferir-se a responsabilidade que terá em determinadas actividades, a combinação destes dois factores, no incremento da probabilidade de erro e até de acidente. A privação de sono incrementa a sensibilidade ao frio e interfere na capacidade de termorregulação, o que deriva além de consequências fisiológicas de afecções de saúde e mau estar geral intensificado (Caine-Bish, Potkanowicz et al. 2004).

### **4.3. Trabalho vs Homem**

#### Efeitos da fadiga, horário de trabalho e rotatividade

O desempenho no trabalho, muitas vezes, é afectado por situações de fadiga dos trabalhadores. Esta situação tende a exacerbar-se em actividades onde são realizados trabalhos por turnos.

Num estudo realizado por Hsberg et al. (2000), os autores verificaram que a fadiga (traduzida por sonolência, maior tempo de reacção, falta de energia e falta de motivação) era o principal efeito do trabalho por turnos, sendo maior nos períodos nocturnos. Os autores concluíram, ainda, que, para além da fadiga se tender a acumular durante o período nocturno, a falta de energia e motivação, levam a uma maior percepção do cansaço (Hsberg, Kecklund et al. 2000).

Por outro lado, Fischer et al. (1998) realizaram um estudo transversal onde os resultados indicaram que no trabalho por turnos em áreas operacionais, os riscos gerais e particulares eram significativamente maiores, devido a stressores específicos destas áreas e aos efeitos negativos dos horários laborais. Verificaram, também, que trabalhar em turnos “influência a saúde e o bem-estar dos trabalhadores” (Fischer, Vianna et al. 1998).

Os resultados do estudo de Swaim (1988) levaram-no a indicar que a causa da fadiga está mais relacionada com a privação do sono do que com o número de horas de trabalho acumulado (Swaim 1988).

Atendendo a que, segundo os estudos anteriores, a fadiga é o principal efeito do trabalho por turnos e que no trabalho por turnos os riscos são maiores, subentende-se que a fadiga pode levar a um aumento do número de erros cometidos, sendo que, por sua vez,

“o erro humano é uma fonte frequente e fortemente influenciadora de acidentes e falhas em sistemas tecnológicos complexos” (Mackie and Cilingir 1998). Desta forma, poder-se-á dizer que a fadiga contribuiu para ocorrência de acidentes.

McManus considera que a solução para resolver o problema passa por informar os trabalhadores sobre os efeitos da fadiga no trabalho e promover a rotatividade de tarefas. (McManus 2009). E “as intervenções para promover a saúde dos trabalhadores devem passar pela melhoria de todo o ambiente de trabalho, incluindo os horários de turnos” (Fischer, Vianna et al. 1998).

Sobre a rotação de tarefas um estudo sobre militares refere que “A rotação generalizada no trabalho é uma das características mais idiossincráticas da profissão militar nos países desenvolvidos. (...) Os resultados sugerem que, embora as altas taxas de rotatividade do emprego possam ser justificáveis para algumas categorias da carreira, como oficiais subalternos, comandantes e líderes, elas são menos viáveis para oficiais e praças. Isto pode negar, pelo menos, alguma da vantagem adquirida pelo desenvolvimento dos membros, por exposição a uma variedade de funções e perspectivas” (Jans and Frazer-Jans 2004). No entanto os autores concluem que é necessária uma abordagem mais ponderada sobre a utilização da rotação no trabalho.

Por sua vez, Kuijer et al. (1999) verificaram, no seu estudo, que a “rotação do trabalho resultou numa diminuição significativa da carga percebida e carga energética e uma ligeira diminuição da carga postural. Os resultados indicaram que a quantidade total de trabalho realizado por meio da rotação de trabalho resultou numa carga de trabalho física, geral, reduzida, dos trabalhadores” (Kuijer, Visser et al. 1999). No entanto, os mesmos autores, em 2004, consideraram que embora a “rotação do trabalho seja frequentemente defendida para reduzir a carga de trabalho (...) a redução da exigência de trabalho não implica directamente uma redução da carga de trabalho” (Kuijer, de Vries et al. 2004).

Já Weichel et al. (2000), consideram que a “rotação de trabalho é uma intervenção que visa prevenir o desequilíbrio da carga de trabalho e aumentar a produtividade”. Isto porque, com o aumento médio da esperança de vida, o número de trabalhadores com idades mais avançadas tende a aumentar, bem como as limitações físicas associadas à idade. No estudo, efectuado pelos autores, estes verificaram que, os trabalhadores com mais idade eram aqueles que rodavam menos, apresentavam mais limitações físicas e problemas de saúde, tinham menor desempenho e maior absentismo, do que os restantes trabalhadores, sem limitações. Além disso, confirmaram que os trabalhadores, com maior rotatividade, apresentavam melhor desempenho e menos problemas de saúde, comparativamente com aqueles com menor taxa de rotatividade. Os autores estabeleceram, ainda, a relação que de maior rotatividade corresponde a menor absentismo.

Outros autores, como é o caso de Ho et al (2009), entenderam por bem aplicar um questionário, a Enfermeiros, para aferir a forma como o stress e a rotatividade poderia influenciar a satisfação destes. Assim, verificaram que a rotatividade de tarefas poderia ter um efeito sobre a satisfação no trabalho e que a rotatividade e a satisfação no trabalho poderia ter efeito sob o grau de comprometimento para com a organização, Observaram, ainda, que o stress poderia ter um efeito negativo quer com a satisfação no trabalho, quer com o grau de comprometimento para com a organização. Estes resultados levaram-nos a concluir que, o Hospital poderia promover, tanto aos trabalhadores como ao próprio hospital, os benefícios da rotação através da implementação, periódica e justa, de um sistema de rotatividade.

### Exigências da tarefa/do trabalho

Em 1998, resultados de um estudo realizado por Sargent e Terry (1998) apresentaram algum suporte relativo à proposta de que os efeitos das exigências do trabalho seriam protegidos por altos níveis de controlo das tarefas, mas não nos aspectos mais periféricos de controlo do trabalho. Esse estudo revela também efeitos significativos do controlo das tarefas sobre satisfação no trabalho (Sargent and Terry 1998).

Já elevadas exigências físicas no trabalho estão associadas com outro tipo de resultados ao nível de saúde, tais como desconforto, perturbações e licença por doença” (de Oliveira Sato and Cote Gil Coury 2009). Esta situação confirma que “as exigências do trabalho podem incluir a execução de acções físicas e/ou (...) cognitivas”. Sendo que, o “impacto dessas exigências depende da capacidade do indivíduo que executa o trabalho” (Perrey, Thedon et al. 2010).

Layer et al. tentaram testar se a questão do desempenho humano depende das capacidades cognitivas do trabalhador e da percepção que este tem sobre efeitos da qualidade no trabalho no dia-a-dia. Dos resultados obtidos concluíram que a optimização do desempenho humano pode ser mais eficaz quando estes dois factores se combinam” (Layer, Karwowski et al. 2009).

### EPI/vestuário

A ergonomia dos Equipamentos de Protecção Individual (EPI) também produz algum impacto no desempenho dos trabalhadores, uma vez que, em alguns casos, além de produzirem desconforto térmico podem provocar limitações nos movimentos, como é o caso dos EPI dos Bombeiros. Onde os autores Coca et al. verificaram que havia “uma diminuição da flexão de ombro, rotação e flexão cervical, flexão lateral do tronco e pé e alcance” quando estes profissionais utilizavam os EPI (Coca, Williams et al. 2010).

Li e Li investigaram a influência de materiais de vestuário nas respostas térmicas do corpo humano e concluíram que a higroscopicidade dos materiais do vestuário influencia, significativamente, o processo de termorregulação humana, durante períodos transitórios (Li and Li 2005).

### Questões organizacionais

Grivel diz que se deve “aproveitar os recursos humanos da forma mais eficaz” e “que um estilo de gestão mais aberta é aquela que é mais se adequada à evolução das necessidades e expectativas dos trabalhadores”. Sendo que, “a melhoria da comunicação, o envolvimento através da participação e apoio, são vistos como chaves para a construção de relações de confiança” (Grivel 1973). Daqui podemos depreender que aproveitar os recursos humanos se traduz num aumento de eficácia e desempenho. E que a confiança (construída através da comunicação e a participação) é, também ela, um indicador de melhor desempenho.

Janssen e Yperen (2004) concluíram no seu estudo que os “resultados sugerem que os empregados com orientações de domínio fortes são mais eficazes no trabalho, pois eles tendem a estabelecer intercâmbios de maior qualidade com os seus supervisores” (Janssen 2004).

### Factores individuais (Idade; Inteligência; Raça)

Gubser citou que “de acordo Moher – o processo de envelhecimento resulta de uma série de deteriorações, incluindo a perda da capacidade para executar tarefas, altamente exigentes, de forma rápida, para resistir à fadiga, para manter a resistência física, desaprender ou descartar velhas técnicas e a capacidade para fazer actuar em situações de emergência” (Gubser 1984).

Num estudo electrofisiológico que Gajewski et al. realizaram com trabalhadores jovens e com trabalhadores de meia-idade, observaram que “diminuiu o desempenho (...) no bloco de memória (...) no grupo de trabalhadores mais velhos, com as exigências do trabalho repetitivo (...), sugerindo capacidade de memória de trabalho reduzida”. Os autores concluíram que “os resultados são compatíveis com a suposição de que, as exigências do trabalho sem desafios podem causar várias deficiências neurocognitivas (...)”. No entanto, “são necessários estudos longitudinais para confirmar esta hipótese” (Gajewski, Wild-Wall et al. 2010).

Potter et al., apresentaram, como resultados de um estudo realizado, que a “altos níveis de exigências intelectuais e interacção e comunicação humana foram independentemente associados com elevado desempenho, enquanto que elevado actividade física foi independentemente associada com baixo desempenho. Há uma interacção entre exigências intelectuais e inteligência, indicando que a gama de aptidão intelectual nos jovens adultos deriva em benefícios cognitivos maiores para as exigências intelectuais do trabalho”. Desta forma, os autores concluíram que as exigências intelectuais do trabalho foram associadas a maiores benefícios no desempenho cognitivo na idade avançada, independentemente dos factores como a educação e a inteligência. O facto de os indivíduos com baixa aptidão intelectual demonstrarem uma associação fortemente positiva entre trabalho e alto desempenho cognitivo durante a reforma sugere que tal situação pode melhorar as reservas intelectuais, talvez mesmo até anos após o pico da actividade intelectual” (Potter, Helms et al. 2008).

Para além da idade, os resultados do estudo realizado por Judge e Bono, “indicam que auto-estima, locus de controle, neuroticismo e auto-eficácia generalizada são predictores significativos de ambos os satisfação no trabalho e desempenho profissional” (Judge 2001).

Relativamente à discriminação, apenas se encontrou um estudo realizado por James onde verificou que “os gerentes negros relataram um ritmo mais lento da promoção e menos apoio psicossocial do que os gerentes brancos” (James 2000).

### Stress

A “Mudança na eficiência do desempenho comportamental é o reflexo mais sensível da resposta humana ao stress” (Hancock and Vasmatazidis 1998).

As “exigências do trabalho são únicos factores de burnout” (Bakker 2003). “Durante o curso de formação e o trabalho, os militares são muitas vezes obrigados a passar um tempo considerável debaixo de condições intensas, mais do que qualquer outra pessoa. Devido às exigências no desempenho e intensidade das situações, as interacções entre indivíduos podem começar a mudar com sentimentos negativos de frustração (...). Durante um treino de combate, os indivíduos que relataram mais de burnout como base, apresentaram erros significativamente maiores, nadavam significativamente mais

devagar e apresentavam uma pobre capacidade durante a navegação submarina” (Morgan, Cho et al. 2002).

A exigência tecnológica é apontada por Tiwari et al. (2008), também, como uma das fontes de stress. Não obstante, “como a literatura revela, o papel da tecnologia como um factor de stress não emerge somente da utilização efectiva dos sistemas tecnológicos de automação, mas também parece estar, indirectamente, ligada a alterações nas exigências da tarefa e ao ambiente de trabalho. (...) Estudos também descobriram que níveis excessivamente elevados de carga mental de trabalho podem levar a erros e falhas nos sistemas, enquanto que níveis baixos de carga mental podem levar a complacência e eventuais erros” (Tiwari 2008).

Para além disso, o “controlo no trabalho tem uma influência tanto sobre o stress como no desempenho” (Frese 1987).

#### **4.4. Homem vs Trabalho vs Ambiente**

##### *Stress térmico*

“Evidências experimentais indicam que, até mesmo, um baixo nível de stress térmico pode afectar o desempenho humano. Tarefas que requerem destreza manual e força muscular são claramente comprometidas, ao nível do desempenho, pela exposição ao frio, enquanto que, o calor diminui a vigilância e a resistência” (Enander 1989).

Os efeitos do stress térmico podem variar de acordo com “as interações entre as condições de exposição, as características das tarefas e os factores individuais” (Enander 1989). Enander (1998) considera, também, que já existem abordagens onde a “atenção, também, está focada na importância das habilidades individuais e experiência formativa, para o desempenho, perante condições desfavoráveis”.

Ismail et al. (2010), num estudo sobre a optimização do nível da temperatura para o aumento do desempenho dos trabalhadores na Indústria Automóvel, referiram que “a qualidade do produto depende muito o conforto do trabalhador na condição de trabalho. A temperatura é um dos factores ambientais que tem um efeito significativo sobre o desempenho do trabalhador.” E mediante os resultados obtidos pela utilização do método de análise de redes neurais artificiais, concluíram que, numa determinada linha de produção manual, o valor óptimo de produção pode ser obtido quando o valor da temperatura (WBGT) é de 24,5°C” (Ismail 2010).

##### *Produtividade (no geral)*

Embora não exista nenhum estudo que refira, concretamente, que a produtividade está, intimamente, ligada a factores, tanto, intrínsecos como extrínsecos, ao ser humano, considera-se que tal situação ocorre, na medida em que foram encontrados diversos estudos onde estas variáveis não aparecem dissociadas da condição de desempenho ou produtividade. Prova disso são os autores Baines e Kay (2002) que consideraram que a metodologia de modelagem do sistema de fabricação baseada “on Discrete Event Simulation” não era adequada e que havia uma necessidade de a alterar. Para os autores a metodologia deveria “incluir as relações entre os factores humanos (demografia, atitudes, crenças, etc), o ambiente de trabalho (físico e organizacional) e seu posterior desempenho, em termos de rotinas produtivas” (Baines and Kay 2002).

Esta ligação de termos leva-nos a inferir que os factores intrínsecos e extrínsecos ao ser humano estão, directamente, relacionados com a produtividade, sendo que a sua variação terá impacto nos resultados.

O desempenho dos trabalhadores pode ser influenciado por diversos factores. Bobko et al. (2008) consideraram que, entre esses factores, estão a hora do dia, do local e esforço de trabalho, do ruído e da temperatura. Sendo que, a produtividade (“relativa ao número correcto de decisões”) depende mais do esforço de trabalho e da hora do dia, do que do ruído e da temperatura, enquanto que a qualidade do desempenho, depende do contrário.

No seu estudo, os autores verificaram que o aumento da temperatura diminui a qualidade do desempenho e que os efeitos do ruído dependem do esforço e da complexidade das tarefas, sendo que nas duas situações os efeitos são mais pronunciados nos turnos diurnos.

No período nocturno, verificaram que, perante esforços elevados, os trabalhadores passam de um comportamento normal para a adopção de comportamentos de risco (que podem causar acidentes). Isto porque, nestas condições, os trabalhadores preferem solucionar o problema de forma incorrecta do que o omitir. O mesmo acontece com o aumento da temperatura e/ou ruído. No entanto observaram uma excepção, e entenderam que a temperatura e o ruído podem ser considerados como um estímulo, uma vez que estes corrigem o estilo de desempenho, quando o trabalhador consegue resolver tarefas simples.

O estudo permitiu, assim, aos autores, concluir que, o período diurno é mais propício a níveis favoráveis de factores físicos são mais favoráveis, bem como à ocorrência de comportamentos de segurança. Enquanto que o período nocturno, bem como algum aumento da temperatura e/ou ruído é mais preditivo de um comportamento de risco (“ameaça de acidente”). Pode-se, ainda estabelecer, aqui, por inferência, uma correlação entre fadiga e as variáveis descritas anteriormente (esforço no trabalho, horário/hora do dia, temperatura do ar e ruído), na medida em que a fadiga é para Hsberg et al. (2000), o principal efeito do trabalho por turnos. Para além disso, a fadiga foi por nós considerada como potenciadora do cometimento de erros e de possíveis acidentes, indo ao encontro de Bobko et al. (2008) que consideram que o esforço do trabalho, o aumento da temperatura do ar e ruído “resultavam num comportamento de ameaça de acidente”.

## **5. CONCLUSÕES**

É de notar que a exposição a diferentes ambientes térmicos gera respostas psicofisiológica distintas, no entanto, dentro de alguns intervalos de temperatura e humidade ( $T_a < 35^\circ\text{C}$  e  $HR < 60\%$ ), a simples exposição não produz efeitos adversos. A variável Trabalho revela-se, neste contexto, crucial no desenvolvimento da patologia. A sintomatologia aliada aos efeitos adversos do calor não é limitativa, ou seja, não gera dor nem imobiliza. Este facto torna a persistência, inerente à condição de trabalho, um factor determinante na perigosidade da exposição ocupacional. A obrigatoriedade de permanecer em situações de desconforto, bem como a responsabilidade a que o trabalho obriga, leva a que os primeiros sintomas da condição patológica sejam ignorados, colocando em risco a segurança e saúde dos trabalhadores (Ribeiro, 2010).

As diferentes condições de ambiente térmico influenciam a saúde, a segurança e a produtividade.

Constata-se que a fadiga, stress e burnout não só têm um impacto negativo no desempenho profissional como levam ao cometimento de um maior número de erros, sendo o impacto maior nos trabalhos por turnos. A rotação das tarefas poderá ser, em algumas situações, uma solução para diminuir a percepção da carga de trabalho e aumentar a satisfação.

Os EPI e o stress térmico provocado tanto pelo calor como pelo frio, também contribuem para uma performance mais reduzida.

Por outro lado, a existência de relações de confiança e boas condições térmicas, são impulsionadoras de um desempenho mais eficaz.

As tarefas cognitivas mais exigentes (não repetitivas) obrigam a uma maior capacidade cognitiva, cujos benefícios poderão ser úteis não só em termos de performance no trabalho, mas também na prevenção de doenças neurodegenerativas associadas à idade, constituindo uma espécie de reserva cognitiva.

De um modo geral, poder-se-á, assim concluir que a produtividade está sob a dependência de factores intrínsecos e extrínsecos ao ser humano e que a sua variação terá impacto nos resultados.

A identificação da existência de um conjunto de factores que mostram ter influência sobre o desempenho permite-nos, assim, estabelecer combinações de factores com vista a potenciar esse desempenho. Na medida em que,

aferir consequências sem partir da análise de cenários não permite o planeamento de intervenções preventivas. Esta modelação e consequente validação permitem uma abordagem sistémica à problemática de ambientes térmicos, numa perspectiva holística, dentro das possíveis alternativas.

Do vasto conjunto de pesquisas efectuadas foi possível detectar-se que existem imensas variáveis que afectam o comportamento humano, em termos de desempenho, mas que precisam de ser melhor exploradas, dado não existir consenso entre os diferentes autores que as tentaram estudar ou devido a alguns estudos não terem tido resultados conclusivos. Outras há que, apesar de serem descritas na literatura, nunca foram validadas por nenhum estudo. Nesse sentido e dada a importância, aqui provada, de que é o conjunto das partes (ambiente, homem, trabalho) que influencia o seu todo (Homem – desempenho/performance/produtividade), torna-se importante, que no futuro, venham a ser validadas todas as variáveis identificadas, pois só assim se conseguirá aferir com mais precisão e rigor o verdadeiro mapeamento das relações entre variáveis e do seu efeito no Homem, com vista a potenciar o seu máximo desempenho, nas melhores condições de Segurança.

Conclui-se, assim que, o mapeamento de relações apresenta, ainda, alguns vazios de conhecimento, que surgem aqui como campos exploratórios, cujas relações podem vir a explicar a variabilidade da resposta psicofisiológica aos diferentes ambientes térmicos.

As diferentes condições de ambiente térmico influenciam a saúde, a segurança e a produtividade.

## **REFERÊNCIAS**

Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2000). FACTS-8, PT. Stress no trabalho. Síntese de um relatório da Agência. Publicada em <http://osha.eu.int>.



- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2000). FACTS-22, PT. Stresse relacionado com o trabalho. ISSN 1681-2166. Publicada em <http://osha.eu.int>.
- Baines, T. S. and J. M. Kay (2002). "Human performance modelling as an aid in the process of manufacturing system design: a pilot study." *International journal of production research* 40(10): 2321-2334.
- Bakker, A. B., Demerouti, E., Boer, E., and W.B. Schaufeli (2003). "Job demands and job resources as predictors of absence duration and frequency." *Journal of Vocational Behavior* 62: 341-356.
- Bhattacharya, S. K., C. K. Pradhan, et al. (1991). "Human performance capability in psychomotor tasks at variable difficulty levels and physiological reactions under noise and heat conditions." *Ind Health* 29(4): 129-138.
- Bobko, N. A., V. I. Chernyuk, et al. (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.
- Chen, C. J., Y. T. Dai, et al. (2007). "Evaluation of auditory fatigue in combined noise, heat and workload exposure." *Ind Health* 45(4): 527-534.
- Coca, A., W. J. Williams, et al. (2010). "Effects of fire fighter protective ensembles on mobility and performance." *Applied Ergonomics* 41(4): 636-641.
- de Oliveira Sato, T. and H. J. Cote Gil Coury (2009). "Evaluation of musculoskeletal health outcomes in the context of job rotation and multifunctional jobs." *Applied Ergonomics* 40(4): 707-712.
- Enander, A. E. (1989). "Effects of thermal-stress on human-performance." *Scandinavian journal of work, environment & health* 15: 27-33.
- Fischer, F., M. M. L. Vianna, et al. (1998). "Working conditions, work organization and consequences for health of Brazilian petrochemical workers." *International journal of industrial ergonomics* 21(3-4): 209-219.
- Frese, M. (1987). "A concept of control: implications for stress and performance in human-computer interaction " *Social, Ergonomic and Stress Aspects of Work with Computers* 1: 43-50.
- Gajewski, P., N. Wild-Wall, et al. (2010). "Effects of aging and job demands on cognitive flexibility assessed by task switching." *Biological psychology* 85(2): 187-199.
- Grivel, F. (1973). "Influence of ambient and body heat on human work without important physical load .1.1 1945-1958 laboratory studies and search for relationship between heat and psychomotor performance." *Le Travail humain* 36(2): 199-220.
- Gubser, A. W. (1984). "Aging and human performance." *Proceedings - International Air Safety Seminar* 74-81.
- Hancock, P. A. and I. Vasmatazidis (1998). "Human occupational and performance limits under stress: The thermal environment as a prototypical." *Ergonomics* 41(8): 1169.
- Ho, W. H., C. S. Chang, et al. (2009). "Effects of job rotation and role stress among nurses on job satisfaction and organizational commitment - art. no. 8." *BMC health services research* 9: 8-8.
- Hsberg, E., G. Kecklund, et al. (2000). "Shiftwork and different dimensions of fatigue." *International journal of industrial ergonomics* 26(4): 457-465.

- Ismail, A. R., Yusof, M.Y.M., Makhtar, N.K., Deros, B.M. and M.R.A. Rani (2010). "Optimization of Temperature Level to Enhance Worker Performance in Automotive Industry." *American Journal of Applied Sciences* 7(3): 360-365.
- James, E. H. (2000). "Race-related differences in promotions and support: Underlying effects of human and social capital." *Organization science* 11(5): 493-508.
- Jans, N. and J. Frazer-Jans (2004). "Career Development, Job Rotation, and Professional Performance." *Armed forces and society* 30(2): 255-277.
- Janssen, O. a. N. W. V., Yperen (2004). "Employees goal orientations, the quality of leader-member exchange, and outcomes of job performance and job satisfaction." *Academy of Management Journal* 43(3): 368-384.
- Judge, T. A. a. J. E. B. (2001). "Relationship of Core Self-Evaluations Traits - Self-Esteem, Generalized Self-Efficacy, Locus of Control, and Emotional Stability - With Job Satisfaction and Job Performance: A Meta-Analysis *Journal of Applied Psychology*." *Journal of Applied Psychology* 86(1): 80-92.
- Kuijer, P. P. F. M., B. Visser, et al. (1999). "Job rotation as a factor in reducing physical workload at a refuse collecting department." *Ergonomics* 42(9): 1167-1178.
- Kuijer, P. P. F. M., W. H. K. de Vries, et al. (2004). "Effect of Job Rotation on Work Demands, Workload, and Recovery of Refuse Truck Drivers and Collectors." *Human Factors* 46(3): 437-448.
- Layer, J. K., W. Karwowski, et al. (2009). "The effect of cognitive demands and perceived quality of work life on human performance in manufacturing environments." *International journal of industrial ergonomics* 39(2): 413-421.
- Li, F. and Y. Li (2005). "Effect of clothing material on thermal responses of the human body." *Modelling and simulation in materials science and engineering* 13(6): 809-827.
- Luber, G. and N. Prudent (2009). "Climate change and human health." *Trans Am Clin Climatol Assoc* 120: 113-117.
- Mackieh, A. and C. Cilingir (1998). "Effects of performance shaping factors on human error." *International journal of industrial ergonomics* 22(4-5): 285-292.
- McManus, K. (2009). "Out of gas." *Industrial engineer* 41(5): 18-18.
- Morgan, C. A., T. Cho, et al. (2002). "The impact of burnout on human physiology and on operational performance: A prospective study of soldiers enrolled in the combat diver qualification course." *Yale journal of biology and medicine* 75(4): 199-205.
- Perrey, S., T. Thedon, et al. (2010). "NIRS in ergonomics: Its application in industry for promotion of health and human performance at work." *International journal of industrial ergonomics* 40(2): 185-189.
- Potter, G. G., M. J. Helms, et al. (2008). "Associations of job demands and intelligence with cognitive performance among men in late life." *Neurology* 70(19): 1803-1808.
- Ribeiro, B. (Outubro, 2010). *Calor, Fadiga e Hidratação*. Alfragide: Texto Editores.
- Sargent, L. and D. Terry (1998). "The effects of work control and job demands on employee adjustment and work performance." *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 71(3): 219-236.
- Swaim, D. J. (1988). "Effect of 12-hour/day shift on performance." *IEEE Conference on Human Factors and Power Plants*: 513-518.
- Taylor, N. A. S. (2006). "Challenges to temperature regulation when working in hot environments." *Industrial Health* 44(3): 331-344.

Tiwari, T., Singh, A. L. and Singh, I. L. (2008). "Information Technology-Induced Stress and Human Performance: A Critical Review." *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology* 34(2): 241-249.

Weichel, J., S. Stanic, et al. (2010). "Job rotation - Implications for old and impaired assembly line workers." *Occupational ergonomics* 9(2): 67-74.

Wilson, T. E., C. Tollund, et al. (2007). "Effects of heat and cold stress on central vascular pressure relationships during orthostasis in humans." *Journal of Physiology-London* 585(1): 279-285.