

A Produtividade Subjetiva de Trabalhadores de Escritório Sujeitos à duas Diferentes Temperaturas

OLIVEIRA, Etianne (IFMA), etianne_oliveira@hotmail.com
XAVIER, Antônio (UTFPR) augustox@utfpr.edu.br
MICHALOSKI, Ariel (UTFPR) ariel@utfpr.edu.br
PIZYBLSKI, Elisandra (UTFPR) lismopi@hotmail.com
FLAVIA TORRES (UTFPR) flaviaschmidtortres@hotmail.com

Resumo:

A Ergonomia Ambiental vem pesquisando os efeitos da temperatura sobre o desempenho humano a fim de entender como o homem reage em diferentes ambientes térmicos. Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa observacional, que avaliou a produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório submetidos a duas diferentes temperaturas. Foram utilizados os equipamentos *Confortímetro Sensu®* e o Hobo 03 para medir a temperatura ambiental interna; além da ferramenta – NASA LTX que mede produtividade subjetiva através da carga de trabalho. Após análise estatística dos scores; os resultados mostraram que não existe diferença estatística significativa entre as médias; mas que, em temperaturas mais elevada os scores apresentam maior variabilidade. Conclui-se, nesta pesquisa, que as condições térmicas interferem na produtividade de trabalhadores de escritório, alterando seu desempenho.

Palavras-chave: Trabalhador, Escritório, Temperatura, Produtividade.

The subjective productivity of office workers subject to two different temperatures

Abstract

Environmental Ergonomics has been researching the effects of temperature on human performance for the purpose of to understand how the man reacts in different thermal environments. This paper presents the results of an observational study it evaluated the subjective productivity of office workers subjected to two different temperatures. *Confortímetro Sensu* and Hobo 03 equipment were used to measure the indoor environmental temperature, addition to the NASA LTX measuring subjective productivity through workload. After statistical analysis of the scores the results showed that there is no statistically significant difference between the mean; but at higher temperatures the scores show greater variability. This study conclusion that the thermal conditions affect productivity of office workers, changing its performance.

Key-words: Workers, Office, Temperature, Productive.

1. Introdução

O efeito da temperatura ambiente sobre a produtividade subjetiva do trabalhador; ou seja, sob sua perspectiva é apresentado após pesquisa de campo que analisa estatisticamente o *scores* de produtividade de trabalhadores de escritório. A pesquisa foi realizada em três diferentes ambientes de trabalho onde se desempenham as mesmas tarefas e apresentam as mesmas condições térmicas ambientais.

O objetivo do artigo é apresentar os resultados da análise dos parâmetros estatísticos dos scores de produtividade subjetiva de trabalhadores; já que pesquisas experimentais apontam

que as condições térmicas podem interferir no desempenho humano (ARAÚJO, 2012, LAN *et al.* 2010, CARDOSO e GONTIJO, 2012).

Pesquisa de Gaoua (2010) questiona os efeitos de condições térmicas sobre o desempenho cognitivo. Afirma que estes efeitos são ainda vagos, devido a discrepâncias metodológicas em avaliar se a exposição ao calor, por si só, tem efeito adverso na função cognitiva, e em que condições ambientais estes efeitos aparecem, destaca a necessidade de mais pesquisas na área.

Sabe-se que, as condições térmicas ambientais de um espaço podem interferir na saúde, no bem-estar, assim como no desempenho e produtividade dos seres humanos. Pois engloba um conjunto de variáveis que condicionam as trocas de calor entre o corpo e o meio ambiente onde os indivíduos estão; possibilitando, ou não, conforto térmico. (ARAÚJO, 2012, PERSONS 2000).

Lan *et al.* (2010) afirmam que não existe procedimento padrão para medir produtividade em trabalhadores de escritório, sendo este um desafio entre os ergonomistas. Autores usam avaliações analítica e subjetiva de desempenho para medir a produtividade; pois permite mensurar o quanto um indivíduo está sendo solicitado ao realizar uma tarefa, é o chamado custo humano. Este custo humano pode ser: físico, psíquico, cognitivo, emocional. A avaliação da carga de trabalho mental envolve aspectos psíquico e cognitivo, não sendo apenas oriunda do trabalho, mas também de fatores individuais, socioculturais e ambientais (CARDOSO E GONTIJO, 2012; ARAÚJO, 2012; LAN *et al.* 2010; LAN *et al.*, 2009)

Esta pesquisa fez uso de monitoramento das condições térmicas ambientais dos espaços onde os trabalhadores desempenhavam suas tarefas usando dois aparelhos: o *Confortímetro Sensu®* e o Hobo 03. Junto com o monitoramento térmico; os trabalhadores fizeram avaliações subjetivas de produtividade usando a ferramenta NASA – LTX, aceita internacionalmente para medir produtividade subjetiva através da mensuração de carga de trabalho subjetivo. Os dados foram agrupados e analisados estatisticamente com uso de análise paramétrica; a saber: Teste T, Teste F e Teste Levine.

Na metodologia há a descrição do local, dos critérios e ferramentas utilizadas na pesquisa. Posteriormente, são apresentados os resultados com: caracterização da amostra, grupos amostrais, análise de normalidade dos dados dos grupos amostrais, parâmetros estatísticos e dois testes de hipótese. Os resultados apresentados são discutidos com pesquisas similares; finaliza-se apresentando às conclusões obtidas.

2. Metodologia

Esta pesquisa observacional possui análise quantitativa de dados. Analisa a influência da temperatura ambiente sob os scores de produtividade subjetiva; ou seja, do ponto de vista do trabalhador. A amostra é constituída por oito trabalhadores, em três diferentes empresas. Busca-se descobrir se a temperatura ambiente interfere no *score* de produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório sujeitos a duas diferentes temperaturas ambientais.

2.1 Local

Todas as empresas localizam-se em uma mesma região geográfica que tem temperatura média anual entre 17° e 18° C, com uma média mínima entre 13° e 14° C e uma máxima entre 24° e 25° C, e possui as quatro estações climáticas bem definidas. Tais características térmicas favorecem o uso de edificações com sistema de ventilação natural, pois os índices ambientais estão dentro das médias propícias ao conforto humano em atividade sedentária conforme pesquisa de LAN *et al* (2010) e ZHANG (2007).

As três empresas, com espaços naturalmente ventilados, foram monitoradas termicamente em dias típicos de trabalho. A empresa 01 com dois funcionários, a empresa 02 com quatro funcionários e a empresa 03 com dois funcionários.

2.2 Critérios da pesquisa

Os espaços de trabalhos são naturalmente ventilados. As três empresas pesquisadas estão situadas em uma mesma região climática, para garantir que os seus funcionários trabalhem sob mesmas condições térmicas ambientais. Todos os trabalhadores, que compõem esta amostra, desempenham suas atividades há mais de um ano; portanto, estão adaptados à tarefa. A tarefa desempenhada pelos trabalhadores possui taxa metabólica de 70 W, típica de escritório. Os trabalhadores desenvolvem atividade de trabalho com carga de trabalho mental maior que a carga física. Todos os protocolos do Comitê de Ética na Pesquisa foram atendidos conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde –BR.

2.3 Ferramentas

A ferramenta para avaliação de produtividade subjetiva utilizada foi a NASA LTX - Carga de Trabalho. Esta é composta por seis questões que identificam: demanda mental, física, tempo, desempenho, esforço, frustração. Todas estas variáveis são avaliadas na perspectiva do trabalhador. É uma ferramenta internacionalmente utilizada para este fim (NASA AMES RESEARCH, 1986; LAN *et al.*, 2010; CARDOSO e GONTIJO, 2012).

Dois aparelhos calibrados foram utilizados para medir a temperatura ambiental interna; o *Confortímetro Sensu®* e o Hobo 03, ambos instalados no ambiente de trabalho (FIGURAS 1, 2 e 3). Estes são capazes de medir a temperatura e umidade relativa do ambiente. Os dados foram coletados a cada cinco minutos e ficaram instalados durante o turno de trabalho. A utilização dos dois equipamentos ocorreu para poder se confrontar e verificar a consistência dos dados, já que na instalação e coleta poderia ocorrer alteração dos dados por conta de alguma fonte de calor não percebida, a exemplo de raios de sol penetrando o ambiente. Não foram observadas divergências nos dados coletados em nenhum ambiente.

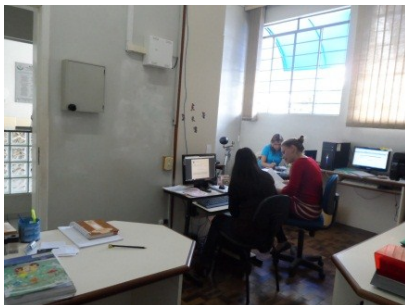


Figura 01- Empresa 01-
Secretaria Geral



Figura 02 Empresa 02-
Expedição Protesto



Figura 03 Empres 03-
Secretaria Geral

3. Resultado

A amostra é constituída por oito trabalhadores que possuem as características sociodemográfica apresentadas na TABELA 01.

Características	n	%	Desv. Pad.
Gênero			
Masculino	5	62.5	
Feminino	3	37.5	
Faixa Etária			

Cont.			
Características	n	%	Desv. Pad.
<30	4	50	
30 a 39	1	12.5	
40 a 49	2	25	
>50	1	12.5	
Média Feminina.	3	43.66	11.01
Média Masculina	5	27.40	10.38
Nível Educacional (*)			
3º grau	4	50	
2º grau	3	37.5	
Tempo de trabalho			
1 ano	1	12.5	
2 a 4.9 anos	5	62.5	
5 a 9.9 anos	2	25	
Mais de 10 anos	0	0	
Horário de Trabalho	8 h		

(*) 01 trabalhador não respondeu.

Tabela 01 Características sociodemografica da amostra de trabalhadores

A coleta de dados da amostra atendeu ao critério estatístico de diversidade e aleatoriedade simples. A média de idade geral é 33 anos, destes 62.5% são homens com idade média de 27 anos e 37.5% mulheres com idade média de 43 anos. A maioria dos trabalhadores possui nível superior e trabalham na mesma função há mais de dois anos, todos trabalham oito horas diárias.

3.1 Grupos Amostrais

A coleta de dados desta pesquisa, classifica-se como um estudo transversal, pois os dados foram coletados em dois diferentes tempos. Os grupos amostrais saíram da estratificação da amostra em dois grupos distintos e independentes. Na amostra foi identificada temperatura ambiente (T_a) variando entre 17.18 °C até 25.97 °C. Os dados dos scores de carga de trabalho subjetiva foram então agrupados em dois: Grupo 01 com temperatura ambiente menor que 20 °C e Grupo 2 com temperatura ambiente maior que 20 °C.

3.2 Normalidade

A normalidade estatística dos grupos foi verificada, já que é pré-requisito para os testes de hipótese que serão realizados posteriormente. Dados amostrais normalmente distribuídos agrupam-se próximo à média, apresentando pouca dispersão de dados. Isto permite inferir afirmações estatisticamente significativas com base nos dados amostrais; através de análise estatística paramétrica.

A dispersão deixam os dados amostrais distantes da média e dificultam inferir afirmações significativas com base nos dados, sendo necessário o uso de análise de dados utilizando análise estatística não-paramétrica.

Os dois grupos de dados, desta pesquisa, apresentaram normalidade estatística. Não apresentaram *outliers*, ou seja, valores discrepantes, conforme GRÁFICOS: 03 e 06. A normalidade de ambos os grupos foi verificada, graficamente, através de histograma, quadris e *boxplot*; GRÁFICOS: 01 a 06. Bem como por meio de testes estatísticos de normalidade, a saber: K-S, Liliefors e Shapiro-Wilk. Todos os testes analíticos de normalidade apresentaram valores abaixo dos valores críticos de referência e $P\text{-valor} > 0.05$.

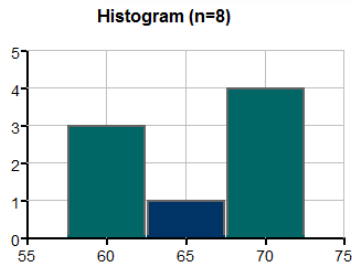


Gráfico 01- Histograma – Grupo 1

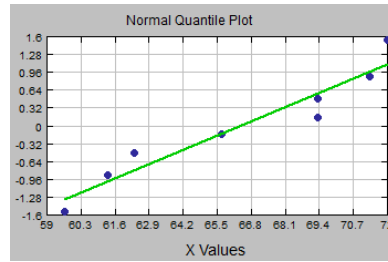


Gráfico 02- Quartis normais – Grupo 1

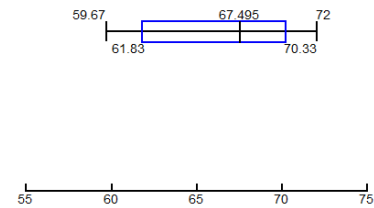


Gráfico 03- Boxplot – Grupo 1

Grupo 01- Score de Carga de Trabalho Ta (°C) maior que 20°C

No Grupo 01, os resultados dos testes de normalidade foram: K-S= 0.23132 com p-valor > 0.05, Lilliefors com p-valor >0.05 e Shapiro-Wilk= 0.90470 com p-valor > 0.05, confirmando a normalidade dos dados do Grupo 01.

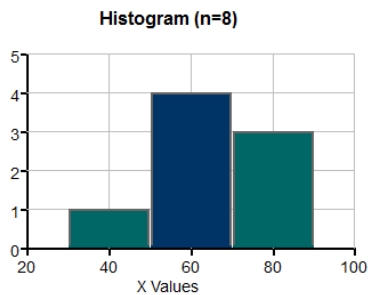


Gráfico 04 Histograma – Grupo 2

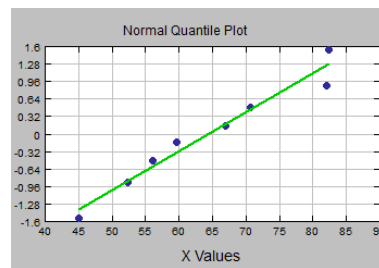


Gráfico 05 Quartis normais - Grupo 2

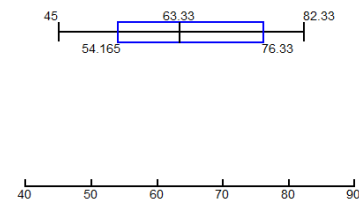


Gráfico 06 Boxplot – Grupo 2

Grupo 02 – Score de Carga de Trabalho Ta (°C) maior que 20°C

No Grupo 02, os resultados dos testes de normalidade foram: K-S= 0.15275 com p-valor > 0.05, Lilliefors p-valor >0.05 e Shapiro-Wilk= 0.90653 com p-valor > 0.05, confirmando a normalidade dos dados do Grupo 02.

3.3 Parâmetros Estatísticos

Os parâmetros estatísticos, dos grupos de estudo, mostram uma similaridade entre as médias das cargas de trabalho e desvio-padrão bem diferenciados, com amplitude de valores maior para o Grupo 2, TABELA 02.

GRUPOS	AMOSTRA	TEMP. (°C)	AMB.	MÉDIA (X)	DESV.PAD (S)	MÍNIMO	MÁXIMO
Grupo 01	8	18.29		66.37	4.79	59.67	72.00
Grupo 02	8	25.23		64.37	13.59	45.00	82.33

Tabela 02 - Parâmetros estatísticos amostrais dos Grupos 01 e 02.

Ao analisar, os scores de carga de trabalho subjetiva, observou-se similaridade entre as médias e discrepância entre os desvios-padrão. Portanto utilizou-se de testes estatísticos de hipótese para verificar se o score de carga de trabalho subjetivo dos trabalhadores de escritório, com temperaturas ambientais diferentes, tem média e desvio-padrão estatisticamente divergentes.

3.4 Testes de Hipótese

Hipóteses 01: Scores de produtividade subjetiva entre trabalhadores de escritório, sujeito a temperaturas ambientais diferentes, tem médias (μ) divergentes.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \text{ (afirmativa original)}$$

Utilizou-se o teste *t*, robusto contra o afastamento da normalidade, para verificar se existe diferença significativa entre as médias dos grupos, presumindo variâncias ou desvio-padrão diferentes, com nível de significância $\alpha = 0,05$, TABELA 03 (TRIOLA, 2013).

	Variável 1	Variável 2
Média	66.3725	64.3725
Variância	22.99128	184.6084
Observações	8	8
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	9	
Stat t	0.39261	
P(T<=t) uni-caudal	0.351872	
t crítico uni-caudal	1.833113	
P(T<=t) bi-caudal	0.703744	
t crítico bi-caudal	2.262157	
Intervalo de confiança	$-9.582737 < \mu_1 - \mu_2 < 13.58274$	

Tabela 03–Teste *t*: duas amostras presumindo variâncias diferentes

Interpretação:

A estatística do teste $t = 0.703744$ bilateral, pois a afirmativa original contém a desigualdade, não se situa na região crítica. Portanto, deixa-se de rejeitar a hipótese nula de $\mu_1 = \mu_2$. Isto é confirmado pelo *P-valor* = 0.70, maior que 0.05; aceitando-se, também, a hipótese nula. Como o intervalo de confiança, $\mu_1 - \mu_2$, pode conter o valor zero que iguala às médias; conclui-se, com 95% de confiança, que nesta amostra não há evidência para garantir a afirmativa de que scores de produtividade subjetiva entre trabalhadores de escritório, sujeito a temperaturas ambientais diferentes, tem médias (μ) divergentes.

Hipóteses 02: Os Scores de produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório apresentam maior variação quandoos trabalhadores estão sujeito à temperatura ambiental maior.

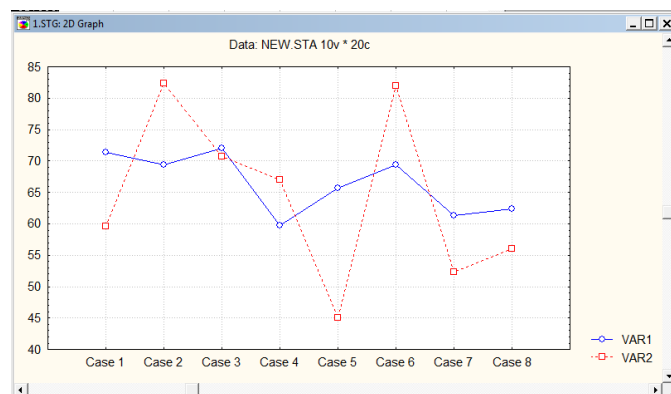


Figura 01: Gráfico de Polígonos com scores de Carga de Trabalho Subjetiva – NASA LTX.

No gráfico, tipo polígono, os *scores* das cargas de trabalho subjetivo dos trabalhadores desempenhando suas tarefas com temperatura maior que 20° C parecem ter desvio-padrão (*s*) maior do que quando, os mesmos trabalhadores desempenhando as mesmas tarefas, estavam trabalhando com temperatura menor que 20 °C, FIGURA 01.

$$H_0: s_1 = s_2$$

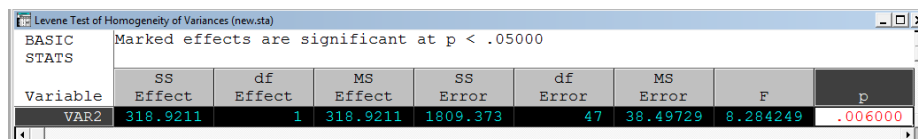
$$H_1: s_1 < s_2 \text{ (afirmativa original)}$$

Utilizou-se o *Teste F*, não robusto para afastamento da normalidade, por se tratar de afirmativa sobre dois desvios-padrão, de duas amostras aleatórias simples e independentes, e os dados apresentaram normalidade estrita TABELA 06 (TRIOLA, 2013).

	Grupo 01	Grupo 02
Média	64.3725	66.3725
Variância	184.6084	22.99128
Observações	8	8
gl	7	7
F	8.029498	
P(F<=f) uni-caudal	0.006728	
F crítico uni-caudal	3.787044	
Inter. Confiança 95%	0.158 < SD1/SD2 < 0.788	
	0.025 < Var1/Var2 < 0.620	

Tabela 06–*Teste F*: duas amostras presumindo variâncias diferentes

Fez-se ainda o *teste de Levine*, robusto para afastamento da normalidade, que também trata de afirmativa sobre dois desvios-padrão, de duas amostras aleatórias simples e independentes FIGURA 02.



Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
VAR2	318.9211	1	318.9211	1809.373	47	38.49729	8.284249	.006000

Figura 02: Resultado teste Levin.

O resultado do *teste Levine*, robusto, e o *Teste - F*, não robusto; deram similares, corroborando assim com o resultado.

Interpretação:

Como a estatística do *Teste F amostral* = 8.02, se situa na região crítica que fica limitada por *F crítico* = 3.79; e como o *teste F* e o *teste Levine* apresentam o *p*-valor < 0.05. Os dados apoiam, com 95% de confiança, a afirmativa original e conclui-se que, pela amostra estudada, há evidência para garantir que o *score* de produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório apresenta maior variação quando os trabalhadores estão sujeito à temperatura ambiental maior.

4. Discussão

Resultado similar foi encontrado em uma pesquisa aplicada, onde os sujeitos desempenhavam atividade com carga mental maior que carga física e com temperatura entre 18 °C e 26 °C Concluiu-se que, esta faixa de temperatura não prejudicou a atenção e a memória dos pesquisados. Nesta faixa de temperatura, os pesquisados não apresentaram os efeitos psicológicos do desconforto térmico, permitindo um bom desempenho (BATIZ, 2009).

Os resultados de outra pesquisa aplicada em trabalhadores que desempenham atividade com carga intelectual maior que carga física, identificou que a ferramenta NASA- LTX, por meio

de seu modelo de apresentação dos resultados, mostra-se mais sensível em termos de dimensões associadas à carga mental e teve maior aceitação pelos avaliados. Esta é uma das ferramentas mais usadas em pesquisas que avaliam produtividade subjetiva (CARDOSO *et al.*, 2012; LAN, *et al.* 2010).

Nesta pesquisa a ferramenta apresentou boa aceitação já que todos os participantes responderam a toda à avaliação e os dados não apresentaram espúrios. Todos os avaliados apontaram que a carga mental de sua tarefa é maior que carga física.

Em uma outra pesquisa experimental que avaliou o desempenho humano, em atividade com carga intelectual maior que carga física, observou que o tempo de resposta ao teste de memória independe das condições objetivas e subjetivas de conforto térmico. Embora tenha relação com o desconforto localizado, por calor na cabeça e por frio nos pés. Na mesma pesquisa o teste de raciocínio não apresentou relação com as condições térmicas ambientais, já o teste de concentração apresentou resultados melhores com temperaturas mais quentes e sensações térmicas mais elevadas, ambos independem do período do dia. Já o teste de concentração tendeu a ter resultados diferentes ao longo do dia, apresentou melhores resultados em temperaturas mais elevadas e sensações mais quentes (ARAÚJO, 2012).

O resultado desta pesquisa vai contra os resultados de Araújo (2012), já que o resultado médio da carga de trabalho manteve-se similar, sob as duas temperaturas observadas, e apresentou carga de trabalho insignificativamente mais elevada com temperatura maior. Isto pode ser explicado pela constatação da pesquisa de Lan *et al.*(2009) que conclui que os trabalhadores têm que exercer maior esforço para manter o desempenho sob estado de desconforto térmico por calor.

Em pesquisa que relacionou os efeitos das condições térmicas ambientais, com o bem-estar, o humor e a produtividade de trabalhadores que desempenhavam atividade de escritório. Sugere que a carga imposta pelos testes neurocomportamentais usados para avaliar a produtividade analiticamente, aumenta em ambientes moderadamente desconfortáveis. O desconforto térmico por frio ou calor teve influência negativa sobre a produtividade, sendo que a escala subjetiva da ferramenta NASA - LTX foi um suplementos importantes às medidas neurocomportamentais na avaliação de desempenho (LAN, *et al.*, 2010).

Portanto esta pesquisa aplicada corrobora com o que as pesquisas experimentais vêm observando. As condições térmicas de espaços de trabalho interferem no desempenho e produtividade dos trabalhadores que desempenham atividade com carga mental maior que carga física

5 Conclusão

Os dados amostrais, desta pesquisa, que analisou a carga de trabalho subjetivo de oito trabalhadores de escritório em três diferentes empresas; com temperaturas maiores e menores que 20 °C. Mostram que o *score* de produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório apresentam médias similares em diferentes temperaturas e maior variação quando o trabalhador está sujeito à temperatura ambiental mais elevada.

Pelos dados desta amostra, trabalhadores de escritórios com 70 W de atividade metabólica, por tarefa, desempenhando atividade com carga mental maior que carga física quando desempenham sua tarefa em ambientes com temperatura entre 18 a 25 °C não alteram seu desempenho médio produtivo; mas apresentam maior variação de desempenho quando sujeitos a maiores temperaturas. Conclui-se nesta pesquisa que as condições térmicas interferem na produtividade de trabalhadores de escritório, alterando seu desempenho.

Referências

- ARAÚJO, M.E.M.** *Desempenho Cognitivo em Ambiente Moderado* / Maria Elisa Machado Araújo. Portugal: UMinho, 2012. Tese (mestrado em Engenharia Humana) Universidade do Minho. Escola de Engenharia, 2012.
- BATIZ, Eduardo Concepción. , Goedert, Jean., MORSCH, Junir Junior., JUNIOR, Pedro Kasmirski., VENSKE Rafael.** *Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória.* Produção. V. 19, n. 3, p. 477-488, set./dez. 2009.
- CARDOSO, Mariane de Souza, GONTIJO, Leila Amaral.** *Avaliação de carga mental de trabalho e do desempenho de medidas de mensuração: NASA TLX e SWAT.* Gestão e Produção. São Carlos.V. 19, n.4, p. 83-884, 2012.
- GAOUA, N.** *Cognitive function in hot environments: a question of methodology.* Scand J Med Sci Sports.V.20 (Suppl. 3): p.60–70, 2010.
- LAN, Li; LIAN, Zhiwei; PAN, Li.** *Os efeitos da temperatura do ar sobre a dos trabalhadores de escritório bem-estar, a carga de trabalho e produtividade avaliada com avaliações subjetivas.* Ergonomia Aplicada. V. 42, (1),p. 29-36, dez. 2010.
- PARSONS, K. C.** *Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models.* Applied ergonomic.V. 31(6), p.581-94, 2000.
- TRIOLA, Mario F.** *Introdução à Estatística: atualização da tecnologia*/Mario F. Triola; tradução e revisão técnica Ana Amria Lima de Farias, Vera Teginia Lima de Farias e Flores. – V. 11, Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- ZHANG. Guoqiang, ZHENG. Cong, YANG. Wei, ZHANG. Quan, MOSCHANDREASA. Demetrios J.,** *Thermal Comfort Investigation of Naturally Ventilated Classrooms in a Subtropical Region.* Indoor Built Environ 2007;16;2:148–158.