

DESVIOS NOS RESULTADOS DE CORRELAÇÃO ENTRE OS VOTOS DA SENSAÇÃO TÉRMICA DA POPULAÇÃO PESQUISADA EM AMBIENTES REAIS E OS RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE PMV/PPD.

Eder R. Voltani (1); Lucila Chebel Labaki (2)

(1) Mestrando da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP – Campinas – SP;
e-mail: edervoltani@gmail.com

(2) Prof^a. Da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP – Campinas – SP; e-
mail: lucila@fec.unicamp.br

RESUMO

As pesquisas sobre o conforto térmico apresentaram um avanço significativo no período compreendido entre 1966 e 1967, com os estudos de Fanger (1970) que estabeleceu o método do *Predicted Mean Vote* – PMV (Voto Médio Estimado – VME) e *Predicted Percentage of Dissatisfied* – PPD (Porcentagem Estimada de Insatisfeitos – PEI). Medindo, ou estimando, as variáveis pessoais (taxa de metabolismo e isolamento térmico da vestimenta) e variáveis ambientais (temperatura radiante média, umidade relativa, temperatura e velocidade relativa do ar) num ambiente, pode-se, com esta metodologia, prever a sensação térmica de um grupo de pessoas e a porcentagem de pessoas insatisfeitas. Contudo, a utilização desta metodologia não é o suficiente para se obter resultados confiáveis nas aplicações práticas, podendo gerar erros consideráveis nos resultados da avaliação térmica. Portanto, o objetivo deste artigo é o de se apresentar uma investigação das prováveis fontes de desvios nos resultados da correlação entre os valores calculados do PMV e votos da sensação térmica da população pesquisada em ambientes reais. Como metodologia, foram obtidas as variáveis ambientais, por meio de equipamentos da marca testo, e variáveis pessoais, juntamente com a aplicação de questionários sobre a sensação e preferência térmica. Com os resultados foi possível realizar simulações dos cálculos de PMV e correlacionar com os votos de sensação térmica da população pesquisada. Desta forma, foram obtidas diferenças de 8%, 12% e 7,6% na correlação entre os cálculos de PMV e os votos de sensação térmica devido à interpretação das atividades desenvolvidas, ao tipo de questionário e ao controle dos votos da sensação térmica, respectivamente.

Palavras-chave: Conforto térmico, Sensação térmica e ambiente industrial.

ABSTRACT

The researches on thermal comfort showed a significant advance in the period between 1966 and 1967, with the studies of Fanger (1970), which established the method of Predicted Mean Vote - PMV and Predicted Percentage of Dissatisfied - PPD. Measuring, or estimating, the personal variables (rate of metabolism and thermal insulation of clothing) and environmental variables (mean radiant temperature, relative humidity, temperature and relative velocity of the air) in a given environment may predict the thermal sensation of a group of people and the percentage of people dissatisfied with this methodology. However, using such methodology is not sufficient to obtain reliable results in practical applications and can generate significant errors in the results of thermal evaluation. Therefore, the objective of this paper is to present an investigation of likely sources of deviations in the results of the correlation between the values of PMV and thermal sensation votes of the population studied in real environments. We have established a methodology where the environmental variables, and personal variables votes have been obtained together with the application of questionnaires on thermal sensation and preference. With the results it has been possible to perform simulations of the calculation of PMV and correlate it with the votes of thermal sensation of the population studied. Thus, differences have been obtained in 8%, 12% and 7.6% when compared to the correlation between the calculations of PMV and thermal sensation of the votes because the interpretation of activities, type of questionnaire and control of the votes of thermal sensation, respectively.

Keywords: thermal comfort, thermal sensation and industrial environment.

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas sobre o conforto térmico apresentaram um avanço significativo, no período compreendido entre 1966 e 1967, com os estudos de Fanger (1970), que estabeleceu o método do *Predicted Mean Vote* – PMV (Voto Médio Estimado – VME) e *Predicted Percentage of Dissatisfied* – PPD (Porcentagem Estimada de Insatisfeitos – PEI).

Estes estudos foram desenvolvidos em câmaras climatizadas com 1296 pessoas norte-americanas e europeias. Durante as experiências cada pessoa estava sentada, vestida com uniforme de 0,6 clo de resistência térmica e ficava exposta por três horas a uma certa temperatura ambiente. Elas votaram sobre a sensação térmica conforme a seguinte escala apresentada na Tabela 1:

Tabela 1: Escala de Sensação Térmica.

PMV	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Sensação Térmica	Muito Frio	Frio	Ligeiramente Frio	Neutro	Ligeiramente Quente	Quente	Muito Quente

Esta escala é simétrica em torno do ponto 0; os valores positivos correspondem à sensação de calor, enquanto os valores negativos correspondem à sensação de frio e o zero corresponde à sensação de neutralidade.

Fanger associou a sensação de desconforto com o nível de atuação do sistema termorregulador por meio do Índice de Carga Térmica (ICT) que leva em consideração o grau de afastamento das condições de neutralidade e definiu este índice como a diferença entre o calor produzido internamente para certa atividade e o calor que seria trocado em condições de neutralidade térmica, para a mesma atividade e mesmo ambiente. Os insatisfeitos foram definidos como aqueles que votaram em -3 (muito frio), -2 (frio), +2 (quente) ou +3 (muito quente).

Segundo Fanger (1970) foi possível obter a relação entre o PMV, ICT e M, por meio da Equação 1:

$$\begin{aligned}
 PMV = & \left[0.352e^{-0.042 \frac{M}{A_{Du}}} + 0.032 \right] \left\{ \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 0.35 \left[43 - 0.061 \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - p_a \right] - \right. \\
 & 0.42 \left[\frac{M}{A_{Du}}(\eta-1) - 50 \right] - 0.0023 \frac{M}{A_{Du}}(44 - p_a) - 0.0014 \frac{M}{A_{Du}}(34 - t_a) - \\
 & \left. 3.4 \times 10^{-8} f_{cl} \left[(t_{cl} + 273)^4 - (t_{rm} + 273)^4 \right] - f_{cl} \times h_c(t_{cl} - t_a) \right\} \quad \text{Equação 1}
 \end{aligned}$$

Onde M é o Metabolismo (Kcal/h), A_{Du} é a Área superficial do corpo (m²), η é o Rendimento do trabalho mecânico externo, P_a é a Pressão de vapor d'água no ar (mmHg), t_{cl} é a Temperatura média da superfície da vestimenta (°C), f_{cl} é o Fator de área da vestimenta, h_c é o Coeficiente de transferência de calor por convecção (Kcal/h.m².°C), t_{rm} é a Temperatura radiante média (°C) e t_a é a Temperatura do ambiente, (°C).

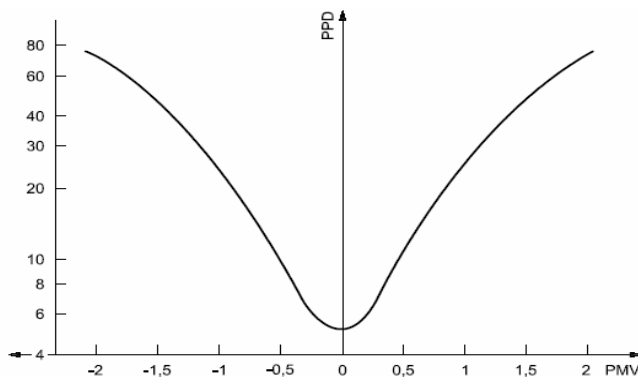


Figura 1 - *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) em função do PMV. Fonte: ISO 7730 (2005).

Por meio das análises estatísticas dos dados experimentais foi possível elaborar uma relação entre o PMV com a porcentagem de pessoas insatisfeitas, criando assim o *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD). Esta relação é apresentada por meio da Figura 1.

Portanto, medindo, ou estimando, as variáveis pessoais (taxa de metabolismo e isolamento térmico da vestimenta) e variáveis ambientais (temperatura radiante média, umidade relativa, temperatura e velocidade relativa do ar) num ambiente, pode-se com esta metodologia prever a sensação térmica de um grupo de pessoas e a porcentagem de pessoas insatisfeitas.

Para auxiliar a obtenção das variáveis existem normas como a ISO 7726 (1998) que apresentam informações sobre métodos e características dos instrumentos para avaliação do conforto térmico, ISO 8996 (1990) que trata da determinação da taxa de metabolismo e ISO 9920 (1995) que trata da estimativa do isolamento térmico e resistência térmica das vestimentas. Conforme Ruas (1999), mesmo com a utilização de todas essas normas, muitas vezes não é o suficiente para se obter resultados confiáveis nas aplicações práticas, podendo gerar erros consideráveis nos resultados da avaliação térmica.

Conforme Brager e De Dear (2000), estudos sobre conforto térmico foram desenvolvidos para criar ambientes artificiais, assim não é de surpreender que o modelo PMV prediga com exatidão os limites das preferências das pessoas em ambientes com ar condicionado. Contudo, este modelo não prediz com precisão as preferências térmicas das pessoas em ambientes naturalmente ventilados.

Alguns trabalhos trataram sobre o assunto dos possíveis erros nos resultados da avaliação de conforto térmico por meio da aplicação do método do PMV/PPD. Em particular, destacam-se os trabalhos de Kähkönen et. al. (1992, apud Ruas e Labaki, 1999), Ruas (1999), Vergara (2001), Pasquotto, Salcedo e Fontes (2007) e Gonçalves (2000).

Estas pesquisas apresentaram informações sobre as possíveis fontes de erros nos resultados dos cálculos da metodologia. Portanto, é necessário que pesquisas em ambientes reais investiguem as prováveis fontes de erros nos resultados destes cálculos.

1 2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar uma investigação das prováveis fontes de desvios nos resultados da correlação entre os valores calculados do PMV e votos da sensação térmica da população pesquisada em ambientes reais.

2 3. MÉTODO

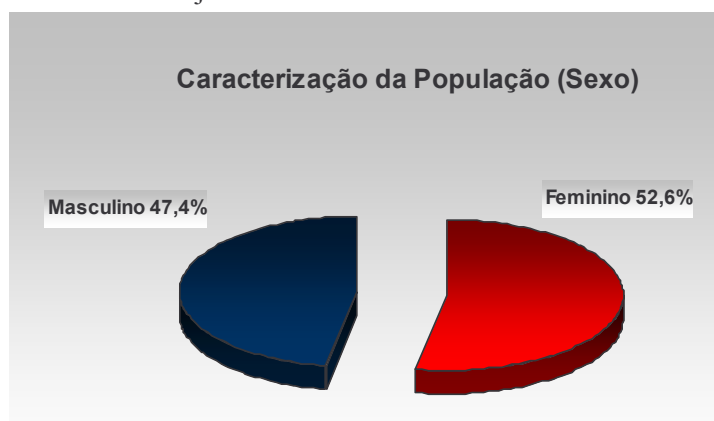
Esta pesquisa foi desenvolvida em sete indústrias de calçado feminino localizadas na região do município de Jaú – SP. Conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade de Jaú tem por volta de 125.469 habitantes, está localizada na região central do Estado de São Paulo, a 310 Km da cidade de São Paulo – SP. Suas coordenadas geográficas são 22° 18” Latitude Sul e 48° 62” Longitude Oeste e 495 metros de Altitude. A área total do município é de 688,34 Km², possuindo uma área urbana de 20 Km². A temperatura média anual é de 23,5°C no verão e 17,3°C no inverno. Devido à importância da produção industrial, a cidade de Jaú é considerada a Capital do Calçado Feminino.

Foram registradas as imagens e as dimensões das indústrias de forma a caracterizar o local. Após quantificar as dimensões dos edifícios, foi possível elaborar croquis das indústrias e caracterizar os edifícios para planejar as escolhas dos pontos de medição de acordo com as condições específicas de cada ambiente. Por meio da análise das imagens e observação “in loco”, foi possível caracterizar o modelo arquitetônico de cada indústria, verificando-se que todos os galpões são de estrutura de concreto armado com fechamento em alvenaria convencional e cobertura metálica. Também foram observados sistemas de ventilação natural, ventilação forçada por meio de ventiladores de parede ou exaustor eólico. A Tabela 2 apresenta os sistemas de ventilação encontrados em cada empresa.

Tabela 2 – Sistemas de Ventilação em cada empresa

INDUSTRIAS	V. NATURAL.	V. PAREDE.	E. EÓLICA
A	X		
B	X	X	
C		X	
D		X	X
E			X
F		X	
G		X	

Os dados foram obtidos por meio de medições realizadas durante o período de 11 a 18 de janeiro de 2007, de 17 de julho a 02 de agosto de 2007 e 15 a 25 de janeiro de 2008. Desta maneira, no inverno foram obtidos 790 conjuntos de dados e 159 no verão.



É possível observar por meio da Figura 2 que 52,6% da população avaliada é do sexo feminino e 47,4% do sexo masculino.

Figura 2 – Caracterização da população avaliada em relação ao sexo

Conforme os dados coletados, a idade média obtida foi de 29,2 anos (desvio padrão = 8,84), estatura média 1,68 m (desvio padrão = 0,09) e massa corporal média de 68,4 Kg (desvio padrão = 14,8) como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização da população pesquisada

Empresa	A	B	C	D	E	F	G	Todas
Tamanho da Amostra	254	190	140	131	118	44	72	949
Idade (anos)								
média	32,53	29,94	28,83	28,93	24,96	30,41	23,46	29,24
desvio padrão	7,85	10,99	8,27	7,1	7,14	8,34	5,13	8,84
mínimo	18,00	16,00	17,00	16,00	16,00	17,00	16,00	16,00
máximo	52,00	54,00	56,00	45,00	46,00	48,00	34,00	56,00
Altura (m)								
média	1,70	1,65	1,68	1,71	1,66	1,65	1,69	1,68
desvio padrão	0,09	0,09	0,07	0,09	0,08	0,07	0,08	0,09
mínimo	1,45	1,49	1,52	1,52	1,54	1,52	1,55	1,45
máximo	1,90	2,00	1,88	1,95	1,81	1,76	1,85	2,00
Peso (Kg)								
média	74,60	59,86	67,96	73,43	64,07	70,82	65,86	68,40
desvio padrão	15,71	10,44	12,43	12,42	15,45	16,63	13,97	14,81
mínimo	42,00	42,00	47,00	50,00	43,00	45,00	44,00	42,00
máximo	120,0	96,00	107,0	99,00	108,0	110,0	95,00	120,00

Foram realizadas filmagens e a observação do ciclo de trabalho durante o período mínimo de uma hora, conforme recomendações da ISSO 8996 (1990). Desta forma, foi possível encontrar 6 atividades comuns a estas indústrias: - cortador (manual ou mecânico); - preparador; - pespontador; - auxiliar de montagem; - montador e; - embalador. Cada atividade foi analisada individualmente, a partir da decomposição dos movimentos para sua execução e desta forma foram considerados os seguintes valores de taxa de metabolismo, Conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Determinação do metabolismo para diversas atividades

Atividades	Basal + Postura do Corpo + Tipo de Tarefa	Resultado
Cortador (Manual ou mecânico)	Em pé/Trab. mod. com 1 braço	120 W/m ² ou ± 2 met
Preparador	Sentado/Trab. leve com 1 braço	82 W/m ² ou ± 1,4 met
Pespontador	Sentado/Trab. leve com 2 braços	109 W/m ² ou ± 1,8 met
Aux. Montador	Em pé/Trab. leve com 1 mão	84 W/m ² ou ± 1,4 met
Montador	Sentado/Trab. leve com 2 braços	119 W/m ² ou ± 2 met
Embalador	Em pé/Trab. leve com 1 mão	84 W/m ² ou ± 1,4 met

Entre as atividades encontradas no processo de fabricação dos calçados é possível perceber que a de preparador tem a maior porcentagem, seguido de auxiliar de montagem, cortador, pespontador, montador, e embalador, com a menor porcentagem, como mostrado na Figura 3.

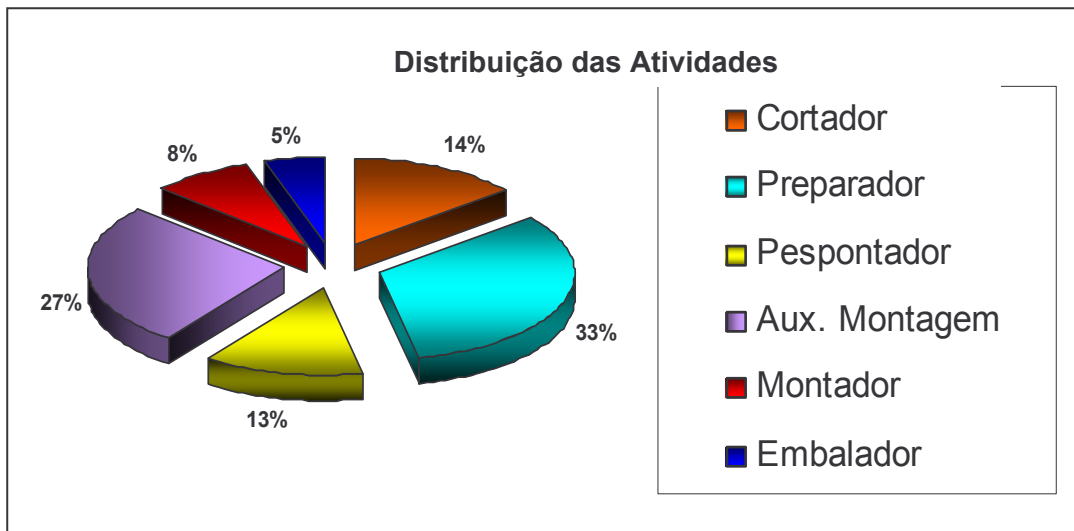


Figura 3 – Distribuição das Atividades encontradas no processo de fabricação do calçado.

Ao agrupar as taxas metabólicas de mesmo valor observa-se que a maioria da população estudada exercia uma atividade com taxa metabólica de 1,4 met (93,2 W/m²). Foram encontrados 72% de pessoas que desenvolveram atividades leves e 28 % de pessoas em atividades moderadas, conforme Figura 4.

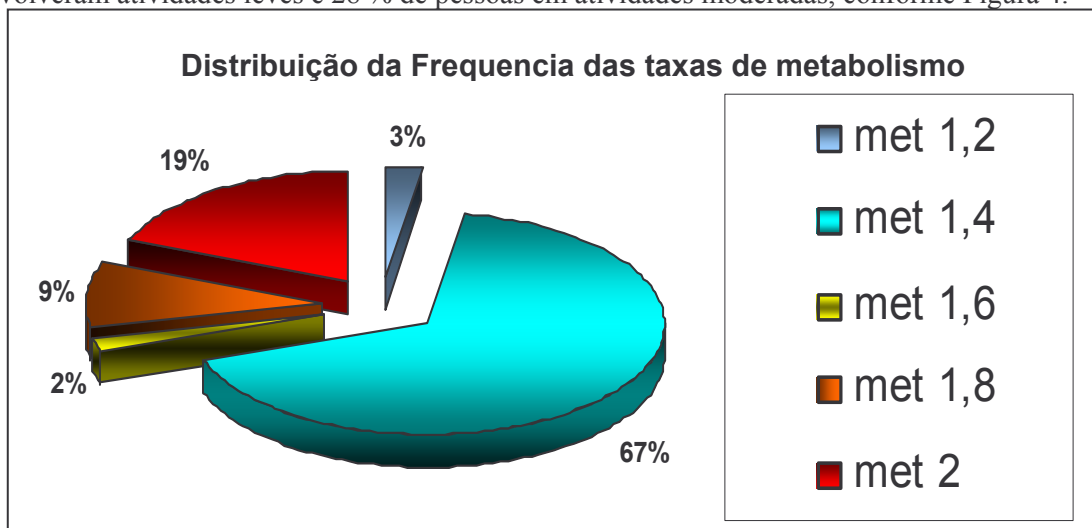


Figura 4 – Caracterização das taxas metabólicas encontradas nas avaliações

Valores de 1,2 met como taxa de metabolismo foram encontrados, pois no momento da coleta, algumas pessoas desenvolviam atividades leves devido à pouca produção.



Figura 5 – Registrador de temperatura Testo modelo 175 – 72

Neste trabalho, foram realizadas as medições das temperaturas do ar e do globo com o registrador de temperatura da marca Testo de modelo 175 – T2 que possui sensor interno e entrada para sensor externo (Figura 5), com escala de medição entre -35 °C e 70 °C, precisão de ± 0,5 °C.



Figura 6 – Sensor de temperatura inserido no globo

Para temperatura de globo foi utilizado um sensor de temperatura Testo, conectado no registrador modelo 175 – 72, inserido no interior de uma esfera oca de cobre. Nesta esfera existe uma abertura que tem a função de fixar o sensor por meio de uma rolha com orifício no centro para transpor o sensor sem que ocorra fluxo de ar no interior do globo. Figura 6.



Figura 7 - Registrador de temperatura e umidade Testo modelo 175 - H1

Para coletar a umidade foi utilizado o registrador de temperatura e umidade da marca Testo modelo 175 - H1 (Figura 7), com escala de medição entre 0 % e 100 % de umidade e precisão de $\pm 3\%$.



Figura 8 - Sensor de temperatura inserido no globo

Para mensurar a velocidade do ar foi utilizado o sensor de esfera quente de 3 milímetros da marca Testo modelo 0635 1549, o qual tem escala de medição entre 0 m/s e 10 m/s, conectado no registrador multi-função da marca Testo modelo 445 (Figura 8).

Para medições das variáveis ambientais, foram utilizados equipamentos na altura de 1,1 m do piso para os grupos de pessoas sentadas e 1,7 m do piso para os grupos de pessoas em pé. Paralelamente à coleta das variáveis ambientais, foram aplicados os questionários na população pesquisada que foi iniciada após o período de 1 hora de permanência das pessoas em suas atividades e estabilização dos equipamentos. O horário de trabalho da maioria dos funcionários pesquisados era das 7:00 às 11:00 e das 12:40 às 17:00. Antes da aplicação dos questionários, foi realizada a identificação do pesquisador que explicou os objetivos da pesquisa, assim como os procedimentos a serem adotados. Cada funcionário foi entrevistado por volta de quatro vezes no decorrer do seu dia de trabalho.

A velocidade média do ar foi obtida por volta de 10 minutos antes da aplicação do questionário realizando medições a cada 15 segundos durante 3,5 minutos em todos os pontos selecionados para medição.

Os dados da temperatura radiante média e os índices do PMV e PPD foram calculados por meio do software Conforto versão 2.03.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Por meio dos resultados dos conjuntos de variáveis ambientais e pessoais, foi possível realizar a análise de regressão simples entre o PMV e a Sensação Térmica de todos os dados coletados, a qual obteve 19,4% de correlação. Com os dados coletados no verão foram obtidos 45,5 % de correlação e para os dados coletados no inverno foram obtidos 4,4 % de correlação.

Devido à discrepância entre os resultados foi realizada uma investigação para entender as prováveis fontes de desvios nos resultados da correlação. Para isso, foram realizadas algumas simulações, tais como:

- o tipo de questionário utilizado para coletar a sensação térmica das pessoas;
- o primeiro questionário apresenta uma tolerância de $\pm 0,5$ PMV entre os votos coletados e os resultados dos PMV calculados, isto é, enquanto a aplicação dos questionários referentes à sensação e preferência térmica resultam em valores unitários. O cálculo do PMV apresenta resultados que variam continuamente entre -3 a +3 com precisão decimal, como segue: Voto -3 = $-3 \leq \text{PMV} < -2,5$; Voto -2 = $-2,5 \leq \text{PMV} < -1,5$; Voto -1 = $-1,5 \leq \text{PMV} < -0,5$; Voto 0 = $-0,5 \leq \text{PMV} \leq 0,5$; Voto 1 = $0,5 < \text{PMV} \leq 1,5$; Voto 2 = $1,5 < \text{PMV} \leq 2,5$; Voto 3 = $2,5 < \text{PMV} \leq 3$.

Em face disso, foi elaborado um segundo questionário para diminuir a tolerância de comparação para 0,1 PMV, conforme apresentado no trabalho de Humphreys e Hancock (2007), (Figura 9).

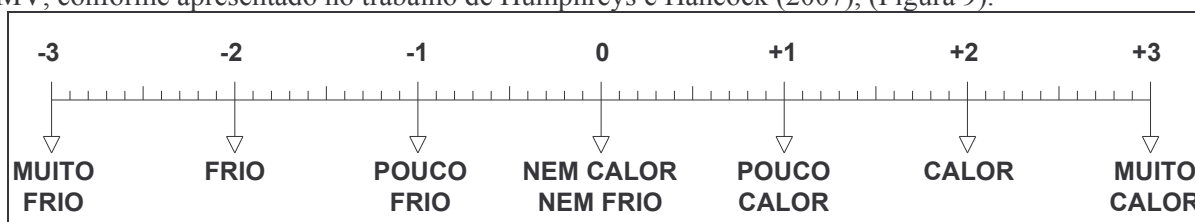


Figura 9 - Segundo questionário sobre sensação térmica

Por meio de um conjunto de 72 dados coletados no verão foi possível realizar uma comparação entre os resultados do PMV e os Votos obtidos com o primeiro e o segundo tipo de questionário. A primeira

regressão apresentou uma correlação de 36,6 % foi entre os resultados do PMV e os Votos de sensação térmica obtidos com o primeiro tipo de questionário. Já o segundo tipo de questionário apresentou uma correlação de 48,6 % entre os resultados do PMV e os Votos de sensação térmica. Desta maneira foi possível observar um desvio de 12% entre os resultados de correlação.

Outra fonte de desvios nos resultados da correlação entre o PMV e o Voto de sensação térmica está na interpretação das atividades desenvolvidas pelas pessoas. Em face disso, foi realizada uma simulação com os valores das taxas de metabolismo para obter a melhor relação nos resultados. A Tabela 5 apresenta as diferentes interpretações das atividades desenvolvidas no processo de fabricação do calçado.

Tabela 5 – Diferentes interpretações das atividades

Atividades	Interpretação A	Interpretação B	Interpretação C
Cortador (Manual ou mecânico)	Em pé/Trab. mod. com 1 braço	Em pé/Trab. leve. com 2 braços	Em pé/Trab. leve. com 1 braço
Preparador	Sentado/Trab. leve com 1 braço	Sentado/Trab. leve. com 2 braços	Sentado/Trab. leve com 1 braço
Pespontador	Sentado/Trab. leve com 2 braços	Sentado/Trab. leve. com 2 braços	Sentado/Trab. leve com 1 braços
Aux. Montador	Em pé/Trab. leve com 1 mão	Em pé/Trab. leve. com 2 braços	Em pé/Trab. leve com 1 braço
Montador	Sentado/Trab. leve com 2 braços	Sentado/Trab. mod. com 2 braços	Sentado/Trab. leve com 2 braços
Embalador	Em pé/Trab. leve com 1 mão	Em pé/Trab. leve com 1 braço	Em pé/Trab. leve com 1 braço

Dessa maneira, foram encontrados os seguintes valores de met para o cálculo do PMV.

Tabela 6 – Valores das Taxas de met para diferentes interpretações das atividades

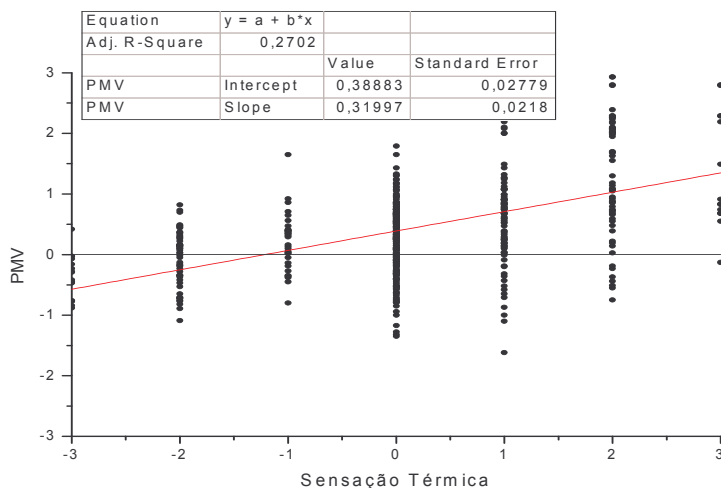
Atividades	Interpretação A (met)	Interpretação B (met)	Interpretação C (met)
Cortador	2	2,3	1,8
Preparador	1,4	2	1,5
Pespontador	1,8	2	1,5
Aux.Montador	1,4	2,3	1,8
Montador	2	2,4	2
Embalador	1,4	1,8	1,5
% correlação entre PMV/Votos	36	32	28

Como a metodologia adotada para estimar o valor da taxa de metabolismo foi a somatória do metabolismo basal, postura do corpo e tipo de tarefa, a consideração de valor errado no tipo de tarefa pode provocar desvios nos resultados de correlação entre os Votos e os cálculos de PMV.

O terceiro fator de desvios dos resultados de correlação é o difícil controle sobre a população pesquisada. Diante deste fato foi, realizada uma filtragem dos votos. Foram excluídos os votos que não corresponderam a tais parâmetros:

- sensação de pouco calor ou pouco frio com a preferência de sem alteração;
- sensação de frio ou muito frio com preferência de pouco calor, calor e muito calor;
- sensação de calor ou muito calor com preferência de pouco frio, frio ou muito frio.

Desta maneira, foram excluídos 37,9 % do número total de conjunto de dados. Após esta seleção foi realizada uma regressão simples entre os resultados do PMV e os Votos de sensação térmica.



Por meio dessa comparação, foi possível perceber que a primeira regressão simples realizada com os dados obteve um resultado de 19,4%, contudo após seleção dos dados foi possível obter um resultado de 27% de correlação. Portanto, o difícil controle sobre a população pesquisada também é uma fonte de desvios nos resultados da correlação entre os votos das sensações térmicas e os resultados do cálculo de PMV.

Figura 10 – Regressão simples – PMV x Sensação Térmica, votos selecionados.

5. CONCLUSÕES

Por meio deste trabalho foi possível perceber as prováveis fontes de desvios nos resultados da correlação entre os valores calculados do PMV e Votos da sensação térmica da população pesquisada em ambientes reais, tais como:

- obter uma adequada interpretação das atividades desenvolvidas no processo de fabricação. Por meio da simulação de diferentes valores de metabolismo para os tipos de tarefas foi obtida uma variação de até 8% na correlação dos resultados.

- o tipo de questionário utilizado para coletar a sensação térmica das pessoas. Por meio da alteração do tipo de questionário, onde o primeiro apresentou 0,5 PMV e o segundo de 0,1 PMV de tolerância de comparação entre os votos e o PMV, foi possível obter uma variação de até 12% na correlação dos resultados.

- o controle das respostas das sensações térmicas da população pesquisada. Por meio de um filtro das respostas, onde foram excluídos votos que não corresponderam ao padrão determinado foi possível obter uma variação de até 7,6% na correlação dos resultados.

Diante destes resultados é importante realçar que para obter uma avaliação de conforto térmico por meio do método PMV/PPD é preciso bastante atenção com relação à interpretação das atividades, o tipo de questionário assim como com as respostas de sensação térmica da população.

6. REFERÊNCIAS

- DE DEAR, R. and BRAGER, G.S., Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. In: ASHRAE Transactions, v. 104, part. 1, pp.145-167. 1998.
- FANGER, P. O. **Thermal Comfort – Analysis and Application in Engineering**. Copenhagen, 1970.
- GONÇALVES, W.B. **Estudo de índices de conforto térmico avaliados com base em população universitária na região metropolitana de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.
- HUMPHREYS, M.A.; HANCOCK, M.; Do people like to feel “neutral”? Exploring the variation of the desired thermal sensation on the ASHRAE scale. In: **Energy and Building**, 2007. 8p
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, **ISO 7726 (1998)** “Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities. International Organization for Standardization”. Switzerland.
- _____. **ISO 8996 (1990)** “Ergonomics – Determination of metabolic heat production thermal environments – resistance of clothing ensemble”. Geneva.
- _____. **ISO 9920 (1995)** “Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble”. Geneva.
- _____. **ISO 7730 (2005)** “Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria”. Geneva.
- PASQUOTTO, G. B.; SALCEDO, R. F. B.; FONTES, M. S. G. C.; Conforto Térmico em Ambientes Escolares nos períodos de verão e inverno: uma análise qualitativa e quantitativa do Centro de Convivência Infantil da UNESP-Bauru. In: ENCAC 2007 – IX Encontro Nacional e V Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2007, Ouro Preto/MG. **Anais...** Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 2007, p. 1376-1384.
- RUAS, A. C.; LABAKI, L. C.; Contribuição à aplicação prática das normas Internacionais na Avaliação do Conforto Térmico. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 1999, Fortaleza/CE. **Anais...** Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 1999.
- RUAS, A. C.; **Avaliação de conforto térmico: contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. Campinas: Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, 78p. 1999.
- VERGARA, L.G.L. **Análise das condições de conforto térmico de trabalhadores da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Universitário de Florianópolis**. Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado), UFSC, 2001.

7. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pela bolsa de estudos – Processo 2006/023734-8, às indústrias de calçados que disponibilizaram o ambiente, incluindo os funcionários que colaboraram com a pesquisa, à Prof^a Lucila Chebel Labaki pela orientação nos momentos mais importantes.