

Correlação entre conforto térmico e porcentagem de janelas

Etianne Alves Souza de Oliveira (IFMA) etianne_oliveira@hotmail.com

Antonio Augusto de Paula Xavier (UTFPR) augustox@utfpr.edu.br

Ariel Orlei Michaloski (UTFPR) ariel@utfpr.edu.br

Israel da Silva Mota (IFSC) israelmota@ifsc.edu.br

Elisangela Alves Souza de oliveira (FAB)elisangella@gmail.com

Resumo:

Pesquisadores destacam a necessidade de mais pesquisa sobre o conforto térmico adaptativo a fim de identificar variáveis que possam melhor expressar o conforto térmico em espaços naturalmente ventilados, pois a abordagem tradicional não expressa de forma precisa o estado de conforto nestes espaços. Neste trabalho é apresentada a correlação entre o nível de conforto térmico analítico (PMV) e a porcentagem (%) de janela de salas de escritório de duas formas. Na primeira análise, entre média de conforto e porcentagem de área de janela de cada espaço, não há evidência para afirmar que há correlação entre as variáveis ($\alpha = 0,12$). Na segunda análise, entre voto conforto térmico (PMV) de cada trabalhador e a porcentagem de área de janela de cada escritório, há evidência para afirmar que há correlação entre as variáveis.

Palavras chave: Conforto térmico, trabalhador, arquitetura, escritório.

Correlation between thermal comfort and percentage windows

Abstract

Researchers emphasize the need for more research on the adaptive thermal comfort to identify variables that can better express the thermal comfort in naturally ventilated spaces because the traditional approach does not express precisely the state of comfort in these spaces. This work shows the correlation between the level of analytical thermal comfort (PMV) and the percentage (%) of two forms office rooms window. In the first analysis between average comfort and percentage of each space pane, there is no evidence to say that there is a correlation between variables ($\alpha = 0.12$). In the second analysis, including thermal comfort vote (PMV) for each employee and the percentage of each office window area, there is evidence to say that there is correlation between the variables.

Key-words: Thermal Comfort, (PMV), worker, architecture, office

1. Introdução

Este artigo apresenta duas análises estatísticas de correlações entre o nível de conforto térmico analítico (PMV) de trabalhadores que usam escritórios para desempenhar suas tarefas e porcentagem de janela de espaços de trabalho (%).

Pesquisadores da abordagem adaptativa do conforto térmico humano afirmam que a avaliação analítica de conforto térmico (PMV) tradicional não é capaz de avaliar corretamente o conforto térmico em espaços naturalmente ventilados. Destacam a necessidade de mais pesquisa na área a fim de identificar variáveis que possam melhor expressar o conforto

térmico nestes espaços (HALAWA e HOOFF, 2012; MOUJALLED et al., 2008; MISHRA e RAMGOPAL, 2013; ZHANG et al., 2008).

A abordagem adaptativa fundamenta-se nos resultados de pesquisas que encontram maiores variações de conforto térmico em espaço naturalmente ventilados e discrepância com a abordagem tradicional de conforto térmico, o PMV. Esta abordagem baseia-se no princípio que fatores contextuais adaptativos, história térmica individual e aspectos culturais modificam as expectativas térmicas dos ocupantes e as preferências (DEAR, 2004).

Em espaços naturalmente ventilados, os ocupantes podem se sentir confortável com um espaço levemente quente ou levemente frio, sendo que a temperatura interna é muito influenciada pela externa. Neste tipo de edificação, os indivíduos estão sujeitos a maiores variações de temperatura, o que os torna mais tolerantes termicamente, sendo que ajustes em janelas operáveis e o uso de roupas importantes fatores para o alcance do conforto térmico (HALAWA e HOOFF, 2012).

As avaliações de conforto térmico buscam verificar se as condições em que o indivíduo se encontra permitem o balanço térmico, e se estas condições são capazes de gerar conforto térmico. Permite ainda avaliar o ambiente e verificar se, este, oferece condições de saúde, segurança, rendimento e bem-estar ao homem, sendo esta uma avaliação ambiental com caráter psicofisiológico (BATIZ et al., 2009).

Esta pesquisa parte de uma questão levantada por Halawa e Hoof (2012) que afirmam existir inúmeras questões sobre o conforto térmico adaptativo a serem estudadas, em particular os seus fundamentos e sua aparente negligência a vários fatores que afetam as condições térmicas dos ambientes reais. Em vista disto, pesquisa questionando de que maneira as variáveis arquitetônicas de escritórios naturalmente ventilados podem interferir nas variáveis térmicas e no conforto térmico humano, a ponto de influenciar a produtividade dos trabalhadores de escritório foi realizada e parte de seus resultados está apresentado neste artigo.

Após a apresentação do objetivo e da lacuna do estado da arte. Este artigo descreve a amostra, critérios da pesquisa o local da pesquisa e ferramentas, procedimento experimental. Posteriormente, são apresentados os resultados com, caracterização da amostra, grupos amostrais, as análises estatísticas de normalidade e a correlação entre os grupos. Os resultados apresentados são discutidos com pesquisas similares; finaliza-se apresentando às conclusões obtidas, limitações do trabalho e sugestão para trabalhos futuros.

2. Metodologia

2.1. Amostra

A amostra total é composta por 41 avaliações feitas em 22 trabalhadores de escritório de 4 diferentes empresas, em 08 salas de trabalho com função de escritório e porcentagens de janelas (%).

Tabela 1: Amostra da População de Empresas, Trabalhadores e Salas, 2014.

Empresas	Trabalhadores	Pesquisados Coleta - 01	Pesquisados Coleta - 02	Salas pesquisadas
Emp. 01	10	10	9	4
Emp. 02	4	4	3	1
Emp. 03	7	7	5	1
Emp. 04	2	2	2	2
Total	22	22	19	8

No segundo dia de aplicação da pesquisa alguns trabalhadores faltaram ao trabalho, não sendo possível replicação, tabela 1. O levantamento de dados ocorreu entre fevereiro e novembro de 2014 permitindo que os dados fossem obtidos em diferentes condições térmicas. Foram feitas duas coletas observando condição térmica típica do verão e inverno e conforme permissão das empresas de forma a não atrapalhar as tarefas.

2.2. Critérios da Pesquisa

Todas as empresas desenvolvem suas atividades em ambientes naturalmente ventilados, portanto seus trabalhadores estão sujeitos às condições e variação térmica da região. A região geográfica onde a pesquisa foi aplicada tem temperatura média anual de 18°C com média mínima de 13°C e máxima de 25°C e possui as quatro estações climáticas bem definidas. Estas características térmicas favorecem o uso de edificações naturalmente ventilada e estão dentro da média propícias ao conforto humano em atividade sedentária (LAN et al., 2010).

A principal tarefa desempenhada pelos trabalhadores das empresas é classificada como atividade sedentária, com taxa metabólica de 70 W/m², típica de escritório (ISO 7730, 2005). Os trabalhadores desempenham suas funções há no mínimo doze meses, garantindo familiaridade com a tarefa desempenhada. As empresas e os participantes concordaram em participar da pesquisa e todos os protocolos do Comitê de Ética na Pesquisa foram atendidos conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde –BR. A pesquisa está aprovada pelo comitê de ética na pesquisa, CAAE nº 24498514.4.0000.5547.

2.3. Local da Pesquisa

As empresas 1 e 2 são prestadoras de serviço educacional específico, figura 1 e 2. A empresa 3 é prestadora de serviço à comunidade, figura 3. A empresa 4 é uma empresa administrativa ligada ao setor agroindustrial, figura 4. Cada uma possui diferentes quantidades de salas de trabalho, tabela 1.

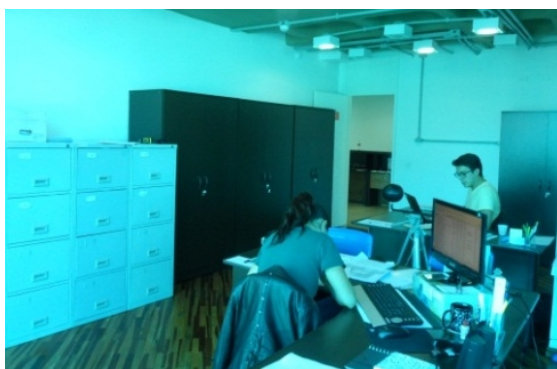


Figura 1: Empresa 01

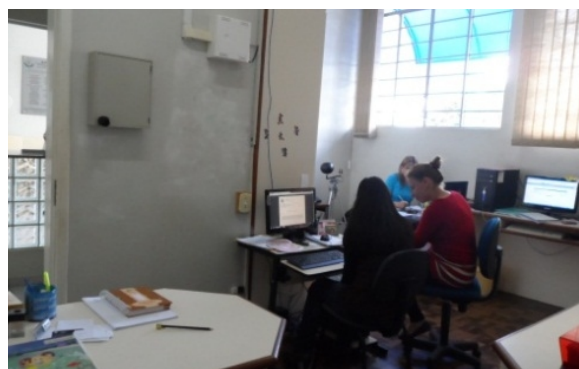


Figura 2: Empresa 02



Figura 3: Empresa 03



Figura 4: Empresa 04

2.4. Ferramentas

Três ferramentas foram usadas. Medição analítica do conforto térmico (PMV) com uso de aparelho, questionário autoaplicado e levantamento arquitetônico das salas de trabalho.

2.5. Conforto Térmico Subjetivo

Um questionário autoaplicado verificou o nível de conforto térmico subjetiva dos trabalhadores, com uso da escala de sete pontos, conforme a norma ISO 7730 (2005). Este permite verificar se a avaliação analítica expressa satisfatoriamente o estado de conforto térmico da amostra pesquisada.

2.6. Conforto Térmico Analítico – PMV

O aparelho *Confortímetro Sensu®*, ferramenta usada na medição do conforto térmico, foi instalado no espaço de trabalho e mediu as quatro variáveis térmicas ambientais do espaço onde os trabalhadores estavam desempenhando suas tarefas. Estas variáveis foram usadas para calcular o conforto térmico analítico (PMV) usando o *software Analysis CST 2.1®*.

O nível de isolamento das roupas dos trabalhadores, medidos em clo ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$), foi obtido com questionário autoaplicado. Utilizou-se a tabela de mensuração de clo em função da peça de roupa conforme a norma ISO 9920 (2005).

2.7. Medidas Arquitetônicas

A mensuração da porcentagem de janelas (%) foi feita após o levantamento físico das medidas arquitetônicas de cada espaço de trabalho. Observando código de obras no Brasil as áreas de janelas são estabelecidas em função da área de piso do espaço projetado.

2.8. Procedimento experimental

Os dados foram coletados duas vezes no ano, em dia típico de inverno e verão, em cada sala de trabalho. Em cada dia de coleta o experimento foi realizado duas vezes ao dia, durante a manhã e durante a tarde. O equipamento *Confortímetro Sensu®* foi instalado em cada ambiente de trabalho e coletou dados das variáveis ambientais a cada cinco, minutos durante cada turno, figura 5.

Duração da coleta de dados			
1º turno de trabalho	so an sc De	2º turno de trabalho	
Análise subjetiva de conforto térmico		Análise subjetiva de conforto térmico	
Mensuração das variáveis térmicas ambientais		Mensuração das variáveis térmicas ambientais	
8 h	12 h	2 h	6 h

Figura 5: Cronograma de Coleta de Dados, 2014.

Os procedimentos de coleta obedeceram à norma ISO 7726 (1998) e 7730 (2005). Os dados foram confrontados a fim de encontrar discrepância ou erros.

3. Resultados

3.1. Caracterização da amostra

A amostra é independente e aleatória simples, composta por 22 trabalhadores de escritório, saudáveis e com massa corporal 70 Kg (+/-12,72). Destes, 56% são homens e 44 % mulheres com idade média de 34 anos (+/- 12,79). Do total, 76% possuem ensino superior e trabalham na mesma função a mais de doze meses.

3.2. Grupos amostrais

Após questionário autoaplicado contendo a escala de sete pontos de voto de conforto térmico, foi possível verificar que dos dados coletados, 93% das respostas de conforto térmico subjetivo foram iguais ao conforto térmico analítico (PMV) e nenhum foi discrepante. Isto

confirma que a medição analítica como uma boa ferramenta para medir o conforto térmico nesta amostra, sendo portanto usada para descrever o estado de conforto nesta amostra. Os dados foram organizados em dois conjuntos e analisados estatisticamente.

1º Conjunto – Variável 01, sendo a média de conforto térmico em cada espaço; e variável 02 com % de área de janela de cada espaço, tabela 02.

Tabela 2: Escritório, Trabalhadores Pesquisados, Médias de PMV, Porcentagem de Janelas.

Amostras	Empresa 01				Empresa 02		Empresa 03		Empresa 04	
Escritório N°	1	2	3	4	5	6	7	8		
Trab. Pesquisados	4	5	2	7	13	7	2	2		
Média (PMV)	0,16	0,28	0,64	0,28	-0,30	0,16	-1,47	-0,70		
Janela (%)	79,67	44,82	43,78	74,88	29,28	31,98	21,13	28,04		

2º Conjunto – Variável 01, sendo o voto de conforto térmico analítico de cada trabalhador; variável 02, porcentagem (%) de área de janela de cada espaço, tabela 03.

Tabela 3: Amostra de Trabalhadores, Voto de Conforto Analítico(PMV) e Porcentagem de Janela.

Amostra	PMV	%	Amostra	PMV	%	Amostra	PMV	%	Amostra	PMV	%
1	0,34	79,67	11	0,75	43,78	21	-1,39	29,28	31	1,43	31,08
2	0,27	79,67	12	1,06	43,78	22	-1,39	29,28	32	-0,97	31,08
3	0,48	79,67	13	-0,65	74,88	23	-0,83	29,28	33	-1,16	31,08
4	-0,46	79,67	14	-0,70	74,88	24	-0,42	29,28	34	0,75	31,08
5	0,06	44,82	15	-0,13	74,88	25	0,45	29,28	35	-0,25	31,08
6	0,34	44,82	16	-0,50	74,88	26	0,15	29,28	36	0,45	31,08
7	0,27	44,82	17	0,99	74,88	27	0,51	29,28	37	0,89	31,08
8	0,06	44,82	18	0,78	74,88	28	0,31	29,28	38	-0,79	21,13
9	0,69	44,82	19	-0,71	29,28	29	0,21	29,28	39	-2,14	21,13
10	-0,17	43,78	20	-0,99	29,28	30	0,51	29,28	40	-0,52	28,04
									41	-0,88	28,04

3.3. A análise estatística de normalidade

Os grupos amostrais foram avaliados quanto a distribuição de normalidade. O programa Statistica For Windows foi utilizado para nas análises estatísticas.

1 Conjunto de dados:

Grupo 01 – Variável Média de PMV

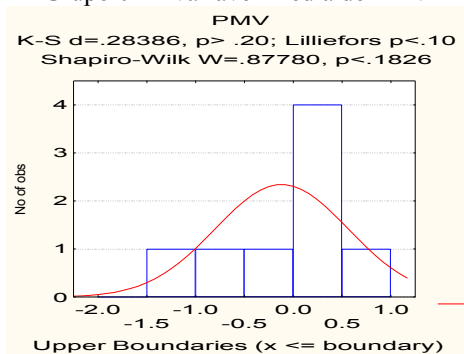


Figura 6: Histograma Média PMV

Grupo 02 – Variável % Janela

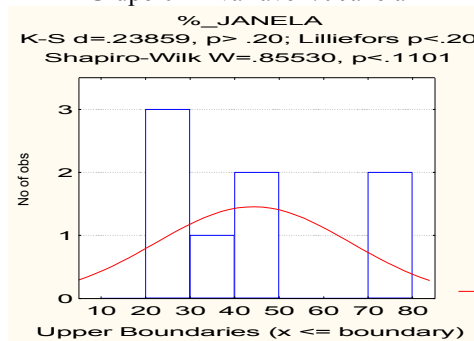


Figura 7: Histograma % Janelas

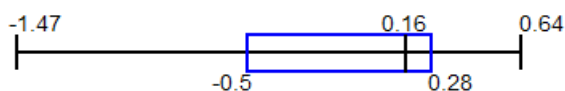


Figura 8: Boxpot média PMV

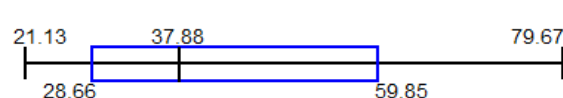


Figura 9: Boxpot % Janela

Os grupos amostrais do conjunto 01 apresentam distribuição normal, figura 6 e 7, e não apresentam valores espúrios, figura 8 e 9. Portanto todos os dados serão usados como amostra. Como os dados se distribuem conforme curva de normalidade utilizou-se a correlação de Person a fim de identificar o grau de associação entre as variáveis.

2º Conjunto de dados:

Grupo 01 – Variável PMV

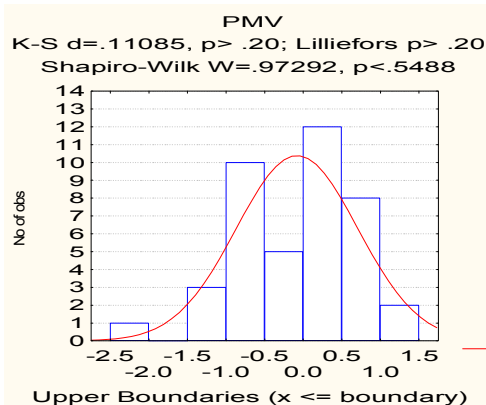


Figura 10: Histograma PMV

Grupo 02 – Variável % Janela

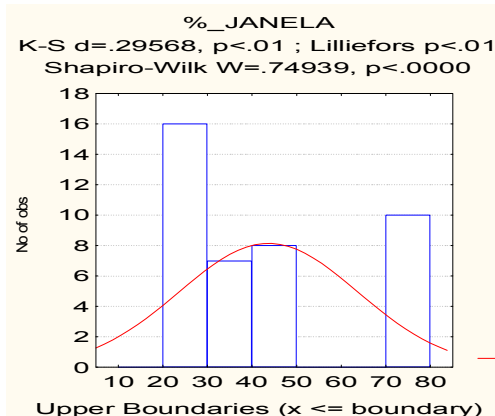


Figura 11: Histograma % Janela

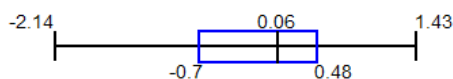


Figura 12: Boxpot PMV

Figura 12: Boxpot Janela

No conjunto 2, a variável 1, conforto térmico (PMV), apresenta distribuição normal, figura 10, e não apresentam valores espúrios, figura 13. Já a variável 2, porcentagem de janela, não apresenta distribuição normal, figura 11; e apresentam valores espúrios, figura 13, que conforme análise são dados corretos e permanecerão na análise. Como um dos grupos de variáveis não se distribuem conforme curva de normalidade, utilizou-se a correlação de Sperman a fim de identificar o grau de associação entre as variáveis.

3.4. Correlações entre grupos amostrais

O primeiro conjunto de dados com 8 (oito) dados amostrais está correlacionado com Person, pois são dados com distribuição normal. O coeficiente amostral foi r_{pa} : 0,60; tendo como correlação crítica r_{pc} : $\pm 0,70$. Com base nestes valores não há evidência para afirmar que há correlação entre as variáveis com significância estatística ($\alpha=0,12$).

O segundo conjunto com 41 pares de dados amostrais está correlacionado com Sperman, pois não tem distribuição normal. O coeficiente amostral encontrado foi r_{sa} = 0,37; tendo como correlação crítica r_{sc} : $\pm 0,31$. Com base nesses valores há evidência para afirmar que há correlação entre as variáveis com significância estatística.

4. Discussão

Dear et al. (2013) afirmam que em função das mudanças climáticas das últimas décadas, os estudos de conforto térmico têm gerado inovações tecnológicas capazes de gerar conforto com menor impacto ambiental. Segundo eles, a principal mudança ocorreu com a aceitação de conforto adaptativo, que apresenta novos parâmetros para a preferência de velocidade de ar, além da crescente procura por edifícios com eficiência energética que proporcionem ambientes internos confortáveis.

Pesquisadores defendem que a abordagem adaptativa reflete melhor a sensação térmica dos ocupantes em edifícios ventilados naturalmente. Do ponto de vista metodológico existem inúmeras questões sobre a abordagem adaptativa a serem estudadas; em particular, seus fundamentos e sua aparente negligência de vários fatores que afetam as condições térmicas dos ambientes reais naturalmente ventilados (MOUJALLED et al., 2008; HALAWA E HOOFF, 2012, ZHANG et al., 2008).

Elali (1997) afirma que “a Psicologia Ambiental habilita-se a ser o ramo da ciência, constituindo-se *locus* entre o conhecimento psicológico e o arquitetônico, contribuindo para a produção de um ambiente mais humanizado e ecologicamente coerente”. Assim, como a Psicologia Ambiental busca entender como o ambiente influencia o psicológico, a Ergonomia Ambiental busca entender como as pessoas interagem com o espaço e quais as consequências sobre os indivíduos. Avalia o contexto ocupacional com princípios e métodos identificando fatores ambientais que afetam pessoas, pois existe uma interação contínua e dinâmica entre pessoas e seus arredores que produz esforço fisiológico e psicológico nas pessoas (PARSONS, 2000).

Os elementos arquitetônicos do envelope construído são variáveis que, de forma isolada ou conjuntamente, podem influenciar a sensação e percepção de conforto dos usuários de uma construção, pois são eles que limitam o espaço interno do externo. Estes elementos permitem, além de segurança, condições de conforto necessárias ao desenvolvimento das atividades humanas.

Em pesquisa sobre a influência das configurações espaciais em local de trabalho e a percepção dos ocupantes, os pesquisadores Hua et al. (2011) sugerem que o *layout* e a organização interna do espaço de trabalho contribuam para desempenho dos trabalhadores, pois podem facilitar ou não a distração e a comunicação. Então, locais de trabalho devem ser cuidadosamente projetados para garantir espaço com qualidade e bem-estar aos trabalhadores. Em outra pesquisa que avalia a relação das janelas, luz solar, vista do local de trabalho e o estresse ocupacional, Rashid e Zimring et al. (2008) mostraram que existe um efeito significativo e direto entre a penetração da luz solar sobre a satisfação no trabalho, a intenção de parar de fumar e o bem-estar geral dos trabalhadores.

Souza e Rodrigues (2012) identificaram que a taxa de renovação do ar é 3,5 vezes maior em ambientes com ventilação cruzada, e que a profundidade do espaço pode contribuir para a estagnação do ar no espaço. Destacam, ainda, que a condição de entorno das edificações, apesar de complexa e imprevisível, é importante para a eficiência das edificações naturalmente ventiladas. A ventilação dentro das edificações ocorre por meio das aberturas que permitem que o ar circule com maior ou menor intensidade em função das suas dimensões, posicionamento e da existência ou não de obstáculos internos ou externos.

O trabalho de Candido et al. (2010) mostram resultados que indicam existir uma maior preferência por maior movimentação de ar em espaços naturalmente ventilados que as previstas nas normas de conforto. A ASHRAE 55 (2010) e ISO 7730 (2005) atribuem a preferência por maior ventilação à necessidade de restabelecer condições de conforto térmico. Para Candido et al. (2011), o projeto de um edifício deve adequar-se às características da zona climática onde será edificado, tendo em conta as estratégias bioclimáticas.

A Pesquisa aplicada por Kuchen et al. (2011) em 30 prédios de escritório em diferentes cidades da Alemanha, onde eram realizadas atividades de escritório e apresentavam sistemas térmicos diferentes - climatização total, climatização parcial e sem climatização - apresentou que as condições ambientais interiores das edificações variam em função das estações do ano. Os requisitos que devem ser considerados são a orientação e o planejamento local, estratégias bioclimáticas, planejamento de aberturas (localização, dimensão, operacionalização de aberturas), dispositivos complementares com protetor solar, coletores de vento e dispositivos mecânicos de climatização quando necessários. Para a autora, combinar aceitabilidade térmica e aceitabilidade no movimento do ar é o desafio dos arranjos espaciais de ambientes internos e do envelope da edificação.

5. Conclusões

A correlação entre o nível de conforto térmico analítico (PMV) de trabalhadores que usam escritórios e a porcentagem de janela de espaços de trabalho (%) em função da área de piso foi apresentada de duas formas.

O primeiro conjunto com oito dados amostrais; onde a variável 01 é a média de conforto térmico e variável 02 a porcentagem de área de janela de cada espaço. O coeficiente amostral Person foi r_{pa} : 0.60, menor que a correlação crítica r_{pc} : ± 0.70 . Com base nestes valores não há evidência para afirmar que há correlação entre as variáveis com significância estatística ($\alpha=0,12$).

O segundo conjunto com 41 pares de dados amostrais; onde a variável 01 é o voto de conforto térmico analítico de cada trabalhador e a variável 02 a porcentagem de área de janela de cada espaço. Os dados foram correlacionados com Sperman, pois não tem distribuição normal, o coeficiente amostral encontrado foi $r_{sa}=0,37$, tendo como correlação crítica r_{sc} : ± 0.31 . Com base nesses valores há evidência para afirmar que há correlação entre as variáveis com significância estatística.

Com base nos resultados desta amostra pode-se inferir que a porcentagem de área de janela de cada espaço pode interferir no conforto dos usuários, mas não há de ser usado como parâmetro para determinar o conforto médio dos usuários. Faz-se necessário a ampliação da amostra, bem como sua aplicação em outros seguimentos do setor produtivo, sendo recomendável a extensão desta inferência a outras amostras ou populações.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Maranhão (IF-MA), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e as empresas 2º Cartório, APAE, Sindicato Rural e ao Conservatório de Ponta Grossa e pelo financiamento, apoio técnico e disponibilidade, respectivamente.

Referências

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. ANSI/ASHRAE Standard 55 - *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta, 2010

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, 2009.

CANDIDO, Christhina; LAMBERTS, Roberto; DEAR, Richard de; BITTENCOURT, Leonardo; VECCHI, Renata de. *Towards a Brazilian standard for naturally ventilated*

buildings: guidelines for thermal and air movement acceptability. Building research & information, v. 39, n. 2, p. 145–153, 2011.

CANDIDO, C.; DEAR, R. J. de; LAMBERTS, R.; Bittencourt, L. *Air movement acceptability limits and thermal comfort in Brazil's hot humid climate zone*. Building and Environment v.45, n.1, p. 222–229, 2010.

CHEN, A.; CHANG, V. W. C. *Human health and thermal comfort of office workers in Singapore*. Building and Environment, v. 58, n. 1, p. 172-178, 2012.

DEAR, R. J. de; AKIMOTO, T.; ARENS, E. A.; BRAGER, G.; CANDIDO, C.; CHEONG, K. W. D.; B. Li5; NISHIHARA, N.; SEKHAR, S. C.; TANABE, S.; TOFTUM, J.; ZHANG, H.; ZHU Y. *Progress in thermal comfort research over the last twenty years*. Indoor Air, v. 23, n. 6, p. 442-61, 2013.

DEAR, R. de. *Thermal comfort in practice*. Indoor Air, v. 14, n. 7, p. 32–39, 2004.

ELALI, Gleice Azambuja. *Psicologia e Arquitetura: em busca do locus interdisciplinar*. Estudos de Psicologia, v. 2, n.2, p. 349-362, 1997.

FRONTCAZAK, M.; ANDERSEN, R. V.; WARGOCKI, P. *Questionnaire survey on factors influencing comfort with indoor environmental quality in Danish housing*. Building and Environment, v. 50, n.1, p. 56-64, 2012.

HALAWA, E. J.; HOOFF, Van. *The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview*. Energy and Buildings, v. 51, n.1, p. 101-110, 2012.

HUA, Ying; LOFTNESS, Vivian; HEERWAGEN, Judith H.; POWELL, Kevin M. *Relationship Between Workplace Spatial Settings and Occupant-Perceived Support for Collaboration*. Environment and Behavior, v. 43, n. 1, p. 807 - 818, 2011.

LAN. L.; LIAN. Z.; PAN. L. *The effects of air temperature on office workers' well-being, workload and productivity-evaluated with subjective ratings*. Applied Ergonomics, v. 42, n.1, p.29-36, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD. ISO 7730 - Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneva, 2005.

_____. **ISO 9920** - Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Genebra, 2005.

MISHRA, AK; RAMGOPAL, M. *Field studies on human thermal comfort - An overview*, Building and Environment, v. 64, n.1, p.94-106, 2013.

MOUJALLED, Bassam; CANTIN, Richard; GUARRACINO, Gérard. *Comparison of thermal comfort algorithms in naturally ventilated office buildings.* Energy and Buildings. v. 40, n.1, p. 2215-2223, 2008.

PARSONS, K.C. *Environmental Ergonomics: a review of principles, methods and Models.* Applied Ergonomics, v. 31, n. 1, p. 581-594, 2000.

RASHID, Mahbub; ZIMRING, Craig. *A Review of the Empirical Literature on the Relationships Between Indoor Environment and Stress in Health Care and Office Settings.* Environment and Behavior. v. 40, n. 2, p. 151-190, 2008.

SOUZA, H. A.; RODRIGUES, L. S.. *Natural ventilation as a strategy for thermal comfort in buildings.* REM: R. Esc. Minas, v. 65, n. 2, p. 189-194, 2012.

KUCHEN, Ernesto; FISCH, Manfred Norbert; GONZALO, Guillermo Enrique; NOZICA, Graciela Noemí. *Predição do índice de conforto térmico em edifícios de escritório na Alemanha.* Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 39-53, 2011.

ZHANG, Guoqiang; ZHENG, Cong; YANG, Wei; ZHANG, Quan; MOSCHANDREA, Demetrios J. *Thermal Comfort Investigation of Naturally Ventilated Classrooms in a Subtropical Region.* Indoor Built Environment v.16, n.2, p. 148–158, 2008.