



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

CALIBRAÇÃO DE ÍNDICE PET PARA ESPAÇOS ABERTOS EM CLIMA SUBTROPICAL ÚMIDO.

Leonardo Gonçalves Diba Padovan (1); Guilherme William Petrini da Silveira (2); João Roberto Gomes de Faria (3); Maria Solange Gurgel de Castro Fontes (4)

(1) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós- Graduação em Arquitetura, leopadovan.arq@gmail.com

(2) Arquiteto Urbanista, Mestrando do Programa de Pós- Graduação em Arquitetura, guipetrini@gmail.com

(3) Doutor, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, joaofari@faac.unesp.br

(4) Doutora, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, sgfontes@faac.unesp.br, Universidade Estadual Paulista (UNESP), FAAC, PPGARQ, Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01, Vargem Limpa, Bauru, SP, Brasil, CEP 17033-360, (14)3103-4878

RESUMO

O índice PET é uma ferramenta amplamente usada para avaliação das condições de conforto térmico em espaços externos; no entanto ele necessita ser calibrado localmente. Este trabalho tem por objetivo comparar faixas de conforto definidas por dois métodos de calibração do PET, a partir de dados de campanhas de monitoramento realizados entre 2008 e 2011 em duas regiões distintas da cidade de Bauru (SP). Os métodos de comparação foram: 1) a maior frequência de respostas térmicas de votos de sensação térmica agrupados em faixas com variação PET de 1° C; 2) a identificação de faixas de PET estatisticamente distintas a partir do teste Tukey. O segundo método mostrou-se o mais adequado, em que se estabelece ao final faixas distintas de PET para situação de conforto térmico para o verão (29,3 e 33,4°C) e para o inverno (25,3 a 30,3°C). Dado o efeito de aclimatação do usuário propõe-se que esta calibração seja feita considerando-se as diferentes estações do ano.

Palavras-chave: conforto térmico, índice PET, calibração, espaços abertos.

ABSTRACT

The PET index is a widely used tool to evaluate the thermal comfort conditions in outdoor spaces; however it needs to be calibrated locally. This work aims to compare comfort ranges defined by two PET calibration methods, based on data from monitoring campaigns conducted between 2008 and 2011 in two distinct regions of the city of Bauru (SP). The methods of comparison were: 1) the higher frequency of thermal responses of thermal sensation votes grouped in bands with PET variation of 1° C; 2) the identification of statistically distinct PET bands from the Tukey test. The second method proved to be the most appropriate, in which different PET strips were established for thermal comfort for summer (29.3 and 33.4 ° C) and for winter (25.3 to 30, 3 ° C). Given the effect of acclimatization of the user it is proposed that this calibration be done considering the different seasons of the year.

Keywords: thermal comfort, PET index, calibration, outdoors.

1. INTRODUÇÃO

O estudo do clima urbano e sua relação com o conforto térmico do pedestre têm grande importância na gestão e planejamento de políticas públicas para o desenvolvimento da cidade, principalmente nas brasileiras que possuem uma grande diferença de condições térmicas ao longo do ano.

As investigações sobre conforto térmico abrangem desde os estudos sobre as condições climáticas do local, com fatores quantificáveis como as variáveis climáticas, a avaliações psicológicas a partir de fatores não quantificáveis como a sensação de conforto e bem-estar das pessoas. Para tal fim, com frequência se utilizam de índices que apresentam uma faixa de condições nas quais as pessoas encontram-se em conforto térmico. A Temperatura Fisiológica Equivalente (*Physiological Equivalent Temperature* – PET) de Hoppe (1999) é um dos índices de conforto térmico em ambientes externos mais difundidos. Uma das possíveis razões é que ele é expresso em temperatura, o que torna possível sua comparação com outros índices, como o *Universal Thermal Climate Index* UTCI (ABREU, LABAKI, 2012; NINCE et al., 2013).

Como o PET se baseia no balanço térmico humano, seus intervalos de sensação térmica precisam ser calibrados localmente para refletir os diversos fatores humanos que interferem nesse balanço. Várias pesquisas têm sido realizadas com esse objetivo, tanto no Brasil (KRÜGER et al, 2018; HIRASHIMA et al., 2018; ANDRADE et al., 2016; HIRASHIMA et al, 2011) como no exterior (HENG; CHOW, 2019; CHENG et al. 2012).

A importância da calibração foi destacada por Monteiro (2006) que, mensurando variáveis microclimáticas e aplicando questionários sobre sensação térmica na cidade de São Paulo-SP, realizou a calibração paramétrica de vinte índices de previsão de conforto térmico, estabelecendo novas faixas de conforto térmico para todos os índices avaliados. Na pesquisa, o autor observou um acréscimo de até 70% de correlação entre os modelos matemáticos e a resposta do usuário em campo após a calibração. Pesquisa semelhante foi desenvolvida para clima mediterrâneo, onde Pantavou et al (2014) avaliaram a performance de um grande número de índices de conforto térmico em região urbana da cidade de Atenas, Grécia e constataram alterações locais em todas as faixas de conforto.

Os processos de calibração são diversos: regressão linear (HENG; CHOW, 2019; KRÜGER et al., 2018; CHENG et al. 2012; MONTEIRO, 2006), frequência relativa de sensação térmica (KRÜGER et al, 2018; HIRASHIMA et al., 2018; HIRASHIMA et al, 2011), análise probit (KRÜGER et al., 2018) e árvore de decisão (ANDRADE et al., 2016). No entanto, diferentes métodos levam a resultados distintos, prejudicando a confiabilidade dos resultados e, conseqüentemente, impossibilitando estudos comparativos. Neste contexto Krüger et al (2018), em pesquisa realizada na cidade de Curitiba-PR apresentam a calibração do índice PET por três métodos diferentes, na qual se destacam os resultados semelhantes obtidos nos métodos de regressão linear de dados agrupados e análise probit.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é comparar as faixas de sensação térmica de calibração do índice PET obtidas por meio de dois métodos distintos em clima subtropical.

3. MÉTODO

O presente estudo utilizou um conjunto de dados levantados em pesquisas de iniciação científica desenvolvidas junto ao Núcleo de Conforto Ambiental (NUCAM), da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Bauru, com monitoramento microclimático térmico e entrevistas realizados em 4 campanhas entre Julho de 2010 e Março de 2011.

Os levantamentos foram feitos em duas importantes e movimentadas avenidas da cidade. De início foi elaborado um levantamento de campo em diferentes dias e horários com o propósito de identificar as características de uso do espaço e desta maneira estipular os locais de medição. Definido os melhores pontos, realizou-se o monitoramento das variáveis ambientais: temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa de ar, velocidade do ar e radiação solar e difusa, com uso de estação meteorológica móvel, de acordo com a ISO 7726 (INTERNATIONAL..., 1998) no período das 9h às 12h e das 14 às 17h em diferentes meses e anos (Tabela 16).

Simultaneamente ao levantamento microclimático, foram aplicados questionários aos usuários com o intuito de identificar os votos de sensação térmica. A elaboração do questionário seguiu a orientação da ISO 10551 (INTERNATIONAL..., 1995) e além de conter questões de avaliação da percepção térmica também identificou perfil dos usuários (altura, peso e sexo) aspectos culturais e psicológicos como motivos de uso do

espaço, satisfação térmica dos usuários, questões que afetam o uso dos espaços e frequência de uso. Foi aplicado um total de 244 questionários, conforme a Tabela 1.

Finalmente os dados foram tabulados em planilha eletrônica, comparados e utilizados para cálculo da Temperatura Equivalente Fisiológica (PET). Esta foi calculada por uma série de macros do Microsoft Visual Basic for Applications executadas na planilha eletrônica Microsoft Excel.

Tabela 16 – Características das campanhas da pesquisa.

Campanha	Período	Estação	Questionários
1	06, 07 e 08/07/2010	Inverno	101
2	19/08/2010 e 21/08/2010	Inverno	58
3	27/01/2011 e 28/01/2011	Verão	56
4	26/03/2011	Verão	29
Total			244

O primeiro método adotado para a calibração foi adaptado de Krüger et al. (2018) e Silva e Alvarez (2015), utilizado pela primeira vez por De Dear e Brager (1998). Ele é denominado neste trabalho como método de frequência relativa de sensação térmica. Para seu uso, agruparam-se os votos de sensação térmica declarada em faixas com variação de PET de 1° C. Para evitar resultados tendenciosos, utilizaram-se faixas com agrupamento de no mínimo cinco respondentes, sendo descartados neste caso valores PET extremos calculados. Considerou-se como conforto o intervalo que apresentasse percentual igual ou superior a 50% dos votos de sensação neutra declarados nas entrevistas. As campanhas foram comparadas por estações do ano, a fim de se avaliar a interferência da adaptação do usuário as mudanças nas diferentes condições climáticas, assim como também observar se há grande alteração na faixa de conforto geral, esta definida com a utilização de todos os entrevistados.

Para o segundo método, denominado método Tukey (1949), inicialmente agruparam-se valores de PET calculados segundo a sensação térmica declarada. Os grupos adjacentes foram comparados com o teste Tukey a um nível de significância de 95% (se $p < 0,05$ os grupos não seriam iguais). Caso o teste fosse negativo ($p \geq 0,05$), os dados seriam agrupados no voto declarado de menor valor absoluto. Posteriormente, utilizando-se da ferramenta gráfica *box plot* definiu-se os intervalos de valores PET dos diferentes grupos de sensação a partir dos resultados estatísticos e valor limite do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). Em alguns casos ocorreu a sobreposição de votos declarados adjacentes, sendo determinado o intervalo para o grupo que apresentou menor diferença entre o valor extremo PET e a mediana do grupo.

4. RESULTADOS

Inicialmente são apresentados os resultados da pesquisa de campo realizado com os usuários, a qual se contata uma grande diversidade da amostra entrevistada. Posteriormente são analisados os dois métodos de calibração e definidas as faixas de sensação térmica.

4.1. Condições meteorológicas das campanhas

Na tabela 2 apresenta-se uma análise das variáveis mensuradas agrupadas por campanha de monitoramento sendo elas: temperatura, velocidade e umidade relativa do ar, e temperatura radiante média, calculada através das variáveis anteriores e da temperatura de globo.

Observou-se nos levantamentos uma grande variedade de condições climáticas, sendo registradas temperaturas do ar mínimas de 22,3°C no verão e 13,7°C no inverno e máximas de 34,4°C e 31°C para cada uma destas estações do ano respectivamente. Similar a esta variável climática a temperatura radiante média calculada apresentou valores mínimos de 18,4°C no inverno e 26,1°C no verão. Uma vez que as médias de temperaturas do ar e temperatura média radiante apresentaram diferenças significativas, realizou-se a comparação das faixas de conforto definidas para cada estação do ano pesquisada.

Conforme apresentado anteriormente na Tabela 1, durante as quatro campanhas realizadas foram validados 244 questionários. Considerando a área de abrangência das avenidas Luiz Edmundo Corrijo Filho e Rodrigues Alves estudadas e a densidade populacional de Bauru (510,83hab/km²), calculou-se para o grupo de 730 pessoas uma amostra mínima de 85 pessoas para uma margem de erro de 10% e nível de confiança de 95% da pesquisa.

Tabela 2 – Análise das características microclimáticas por campanha de monitoramento.

	Temperatura do Ar (°C)				Umidade Relativa do Ar (%)			
	Mínima	Máximo	Média	Desvio Padrão	Mínima	Máximo	Des. Padrão	Média
Campanha 1	19,50	30,20	24,80	3,38	28,90	65,40	12,35	43,90
Campanha 2	13,70	31,00	22,00	5,62	22,20	80,60	20,96	48,70
Campanha 3	22,30	34,40	28,50	3,55	41,50	84,00	12,14	63,30
Campanha 4	23,30	32,70	29,00	3,26	44,80	85,40	14,64	61,30
	Velocidade do ar (m/s)				Temperatura Radiante Média (°C)			
	Mínima	Máximo	Média	Desvio Padrão	Mínima	Máximo	Des. Padrão	Média
Campanha 1	0,20	2,60	0,35	0,70	18,40	51,80	8,52	31,10
Campanha 2	0,20	1,80	0,36	0,80	20,50	51,30	7,70	34,10
Campanha 3	0,10	2,20	0,41	0,70	26,10	56,40	7,60	39,50
Campanha 4	0,20	1,10	0,25	0,70	30,10	52,80	7,14	39,90

4.2. Calibração método 1

O agrupamento das respostas de sensação térmica (ST) de mínimo de cinco pessoas com variação de PET de 1 °C utilizou-se de 226 respondentes para análise considerando-se todas as campanhas (Figura 1), 150 para o período de inverno (Figura 2a) e 65 pessoas para o período de verão (Figura 2b).

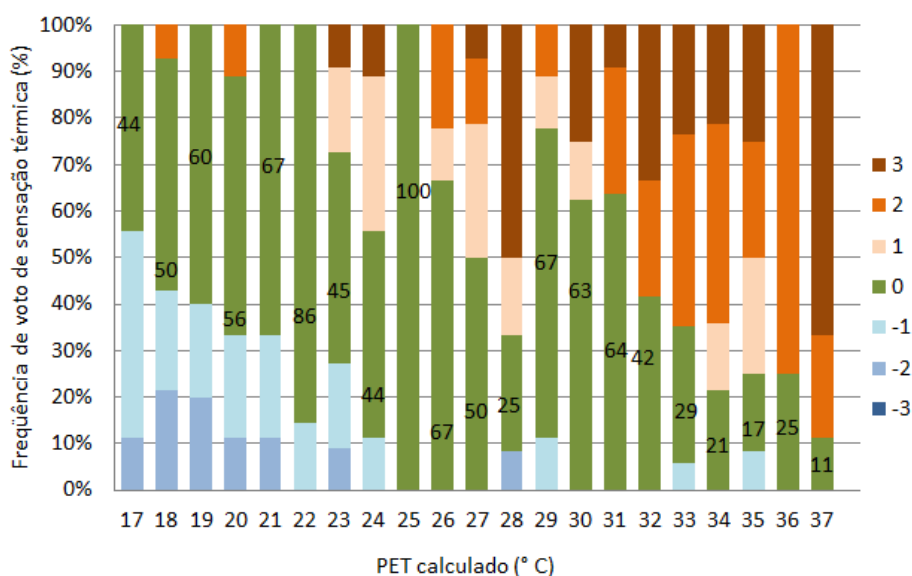


Figura 1 – Método 1: Percentual sensação térmica declarada em função do PET: verão + inverno.

Para o primeiro caso, observa-se definição de faixa de conforto (votos de sensação térmica = 0) predominante na faixa de 18 a 31 °C na escala PET, com descontinuidade em 23, 24 e 28 °C, esta última temperatura onde se registra opinião majoritária dos usuários como sensação de “muito quente”. Abaixo de 17 °C registra-se sensação térmica de “pouco frio” e acima de 32 °C observa-se predominância de sensação de calor.

A comparação dos gráficos apresentado na Figura é possível constatar as diferentes faixas de conforto definidas em distintas estações do ano para a cidade Bauru. Enquanto no verão a sensação de conforto predomina entre 29 e 31 °C, no inverno ela predomina entre 18 a 32 °C. As faixas de desconforto para o calor também são divergentes: muito quente (ST = 3) no verão varia de 32 a 37 °C e quente (ST=2) no inverno varia de 32 a 34 °C, não existindo faixas intermediárias de transição de sensação térmica. Para a estação de verão observa-se descontinuidade da faixa de conforto nas temperaturas de 29 e 31°C. Nesta última temperatura se registra opinião majoritária dos usuários como de sensação “quente”, indo ao encontro da observação de Krüger (et al, 2018) sobre a utilização do método1 para calibração do índice PET, no qual a definição dos limites inferior e superior de cada grupo de sensação térmica declarada é pouco nítida, devido à existência de diversas descontinuidades de predominância de sensação térmica entre os valores PET.

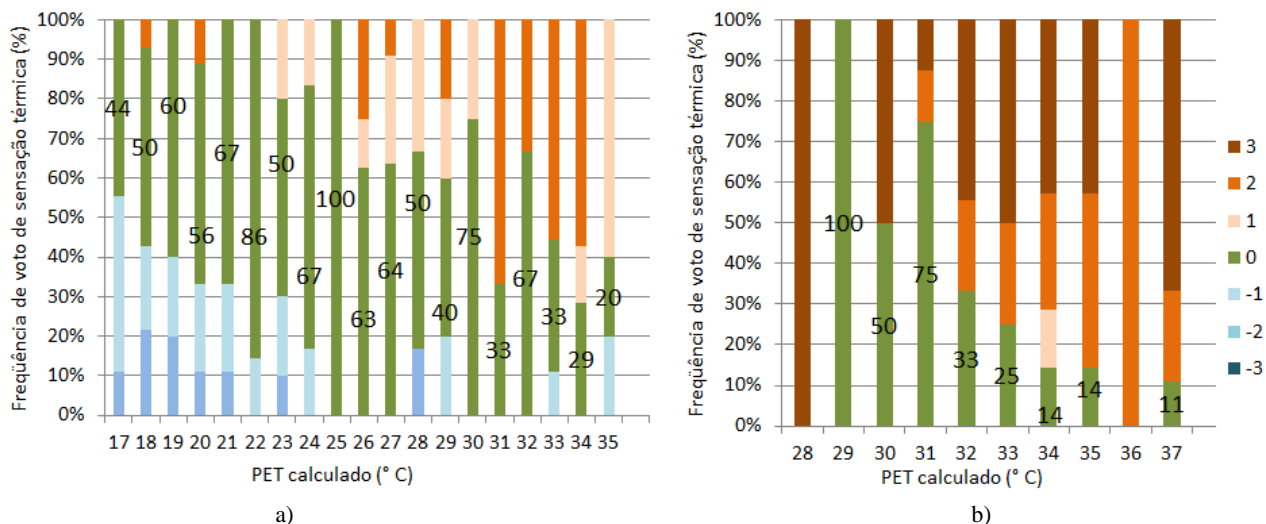


Figura 2 – Método 1: Percentual de entrevistas de acordo com sensação térmica declarada e distribuição do PET calculado para aos períodos de a) inverno e b) verão

4.3. Calibração método 2

O agrupamento dos valores calculados em faixas de sensação térmica (ST) utilizou todos os 244 questionários, sendo para o período de verão 85 pessoas e para o período de inverno 159 pessoas.

Para aplicação do teste Tukey foram realizados inicialmente os testes de Levene para avaliação da homogeneidade das variâncias e Shapiro-Wilk para a da normalidade. Com resultados $p = 0,589$ e $W = 0,9826$, respectivamente, observa-se que teste Tukey é possível de ser aplicada uma vez que os resíduos seguem uma distribuição normal e a variância dentro de cada grupo é igual.

Considerando-se a análise para todas as campanhas da pesquisa, a aplicação do teste estatístico de Tukey resultou em $p = 0,79$ entre os grupos de sensação térmica -2 e -1, indicando grande similaridade entre ambos. Assim, agruparam-se os valores daquele neste, sem alterar significativamente as similaridades entre os grupos -1 e 0, passando o grupo -1 de 21 para 33 respondentes. O teste estatístico mostrou também similaridade entre os grupos 0 e +1 ($p = 0,99$) e entre os grupos +2 e +3 ($p = 0,76$). No primeiro caso agrupou-se toda a série de valores ao intervalo de conforto (0), o qual passou a ter 135 entrevistados, e no segundo para sensação de muito quente (+3), 76 respondentes, resultando no gráfico apresentado na figura 3, cuja faixa de conforto é definida entre 25,8 e 31,9°C.

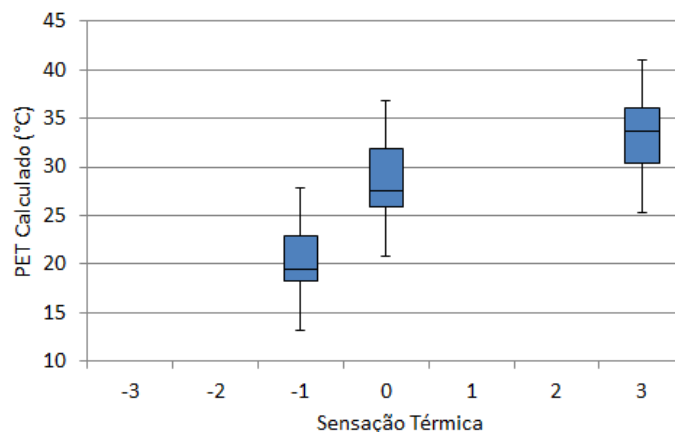


Figura 3 – Distribuição de valores PET por votos de sensação térmica durante todas as campanhas.

Na análise do período de inverno constatou-se semelhança entre os grupos -2 e -1 ($p = 0,88$). Avaliando-se pelas diferenças entre os quartis a distribuição de menor dispersão agrupou-se o primeiro ao segundo grupo, o qual passou a ter 32 respondentes. Assim também o teste Tukey mostrou-se negativo para os grupos 0 e +1 ($p = 0,83$) e +1 e +2 ($p = 0,95$), agrupando-se os intervalos de valores PET da sensação de “levemente quente” para “quente”, 38 entrevistados. O resultado apresentado na Figura a demonstra que para a população de Bauru, nesta estação do ano não há muito sensibilidade para discernir conforto de levemente quente ou frio, mas sim três faixas de sensação: frio, conforto e quente. Na forma apresentada no gráfico da figura 4a, para o período de inverno definiu-se a faixa de conforto de 25,3 a 30,3°C.

Finalmente, na análise para o período de verão as semelhanças entre os grupos 0 e +1, e +2 e +3 foram indicadas nos resultados de $p = 0,86$ e $p = 0,73$ respectivamente, agrupando-se os valores indicados para sensação de “quente” para “ muito quente” (56 pessoas) e “levemente quente” para “conforto” (29 pessoas). Não foi registrado para o período declaração de sensação térmica de “levemente frio”, “frio” ou “muito frio”, conforme Figura 4b, com zona de conforto entre 29,3 e 33,4°C.

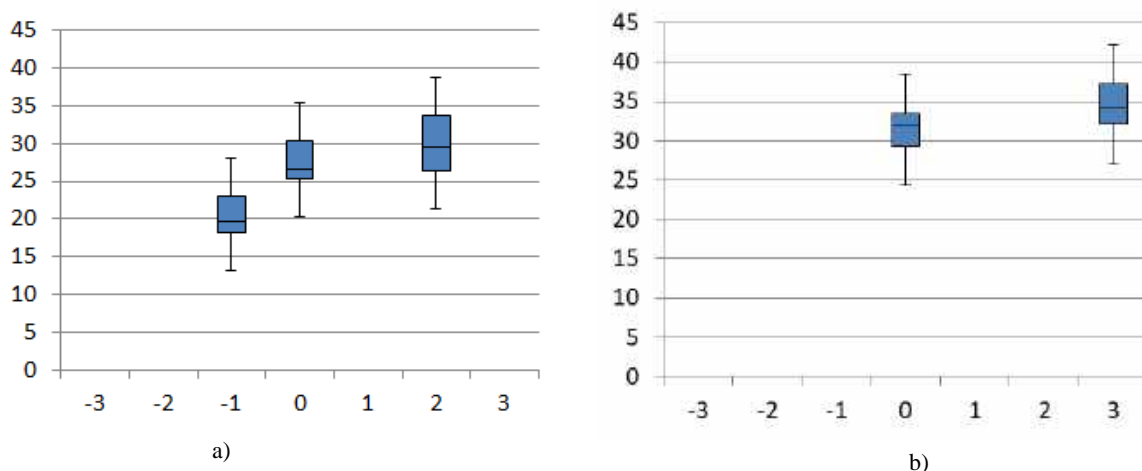


Figura 4 – Distribuição de valores PET por votos de sensação térmica durante: a) inverno e b) verão.

Em resumo apresenta-se Figura 5 indicando-se as diferentes faixas de sensação térmica, discriminadas por método de calibração utilizado. Em ambos destaca-se que são formadas faixas de PET diferentes para as estações de ano verão e inverno. O período anual tende a proporcionar faixas mais amplas de sensação térmica, as quais nem sempre correspondem à realidade às quais estão expostos os indivíduos, principalmente devido à sua aclimação diante de mudanças térmicas naturais do meio.

A utilização do método1 para calibração do índice PET, apesar de simples aplicabilidade, criou faixas de conforto mais amplas e com limites superior e inferior poucos nítidos, devido à existência de diversas discontinuidades de predominância de sensação térmica entre os valores PET, tendendo a proporcionar menos acertos durante sua aplicação corroborando os estudos de Krüger et al (2018), os quais descartam o uso deste método para calibração do índice PET em Curitiba.

Observa-se que para a definição de uma faixa anual de conforto térmico para Bauru seria necessário a utilização de mais dados de campanhas de monitoramento, de preferência em épocas do ano com temperaturas mais amenas. Ainda nesse caso é necessária a verificação de faixas de conforto distintas de acordo com cada época do ano.

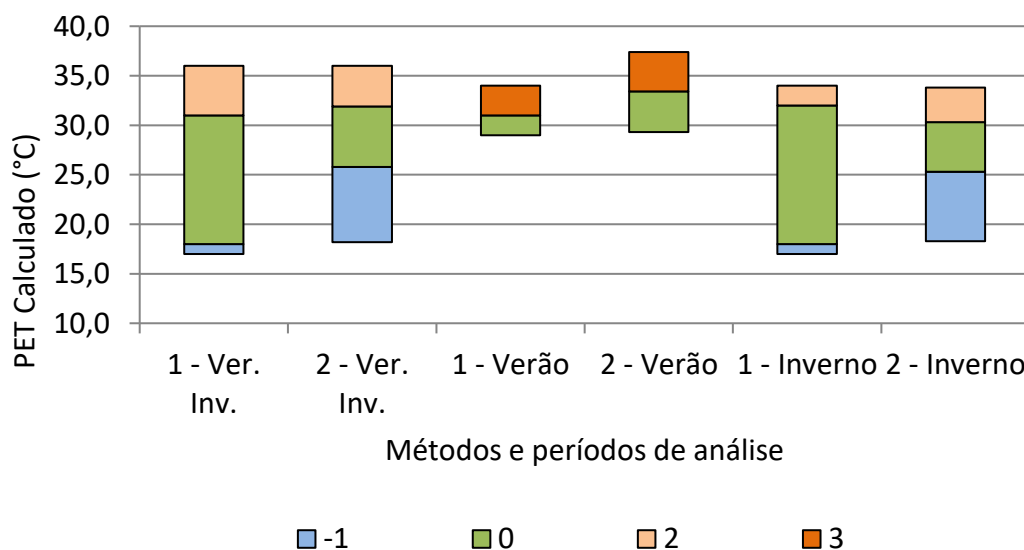


Figura 5 – Faixas de sensação térmica, discriminadas por método de calibração utilizado e período de análise.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo comparar faixas de conforto definidas por dois métodos de calibração do PET, a partir de dados de campanhas de monitoramento realizados entre 2008 e 2011 em duas regiões distintas da cidade de Bauru (SP).

A partir da análise dos resultados, observou-se a aplicabilidade de ambos os métodos de calibração adotados neste trabalho. O método 1 apresentou definição dos limites inferior e superior de cada grupo de sensação térmica declarada pouco nítida, sendo recomendado para a cidade de estudo neste trabalho o método 2, a partir do uso de técnicas ferramenta gráfica *box plot*, em conjunto aplicação de teste estatístico Tukey.

Verificam-se descontinuidades nas faixas de sensações térmicas em ambos os métodos. Elas podem ser atribuídas ao pequeno número de dados disponível, cujos valores não cobriram de forma satisfatória toda a gama da escala de sensações térmicas.

Destaca-se nessa pesquisa a importância da calibração do índice de conforto adaptativo PET para a realidade local, e dado o efeito de aclimação do usuário propõe que esta calibração seja feita considerando-se as diferentes estações do ano. Para a cidade de Bauru/SP, objeto desta pesquisa, definiu-se as faixas de conforto térmico para o período de verão de PET = 29,3° a 33,4 °C e para o período de inverno PET = 25,3° a 30,3 °C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 4, p. 103–117, dez. 2010.
- ANDRADE, T. C.; NERY, J. M. F. G.; SOUZA, S. H. M.; PITOMBO, C. S.; FREIRE, T. M. M.; KATZSCHNER, L. Medição do conforto térmico em áreas públicas urbanas de Salvador-BA e calibração do índice de conforto PET usando a técnica árvore de decisão. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 4, n. 2, p. 278–296, 2016.
- CHENG, V. et al. outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, n. 1, p. 43–56, 1 jan. 2012.
- De DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. **ASHRAE Transactions**, v. 104, n. 1, p. 145–167, 1998.
- HENG, S. L.; CHOW, W. T. L. How 'hot' is too hot? Evaluating acceptable outdoor thermal comfort ranges in an equatorial urban park. **International Journal of Biometeorology**, v. 63, n. 6, p. 801–816, 1 jun. 2019.
- HIRASHIMA, S. Q. S.; KATZSCHNER, A.; FERREIRA, D. G.; ASSIS, E. S.; KATZSCHNER, L. Thermal comfort comparison and evaluation in different climates. **Urban Climate**, v. 23, p. 219–230, mar. 2018.
- HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S.; FERREIRA, D. G. Calibração do índice de conforto térmico temperatura equivalente fisiológica (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte - MG. In: XI Encontro Nacional e VII Encontro Latino-Americano Sobre Conforto no Ambiente Construído, 2011, Búzios/RJ. **Anais... Búzios: ANTAC**, 2011
- HÖPPE, P. The Physiological Equivalent Temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 43, n. 2, p. 71–75, 25 out. 1999.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10551**: ergonomics of the thermal environments: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales. Genebra, 1995.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7726**: ergonomics of the thermal environments: instruments for measuring physical quantities. Genebra, 1998.
- KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A.; CRISTELI, P. S. SOUZA, H. A. de. Calibração do índice de conforto para espaços externos Physiological Equivalent Temperature (PET) para Curitiba. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 135-148, jul./set. 2018.
- LABAKI, L. C.; FONTES, M. S. G. C; BARTHOLOMEI, C. L. B.; DACANAL, C. Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 167–183, mar. 2012.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. **Calibration of outdoor thermal comfort models**. In: PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, 2006, Geneva. PLEA 2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture. Geneva: PLEA, 2006.
- NINCE, P. C. C.; MUSIS, C. R.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Usos dos índices PET e UTCI na avaliação do conforto termal no campus da UFMT em Cuiabá-MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, n. 9, 18 fev. 2013. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/view/7707>>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- PANTAVOU, K; SANTAMOURIS, M., ASIMAKOPOULOS, D.; THEOBARATOS, G. Empirical calibration of thermal indices in an urban outdoor Mediterranean environment. **Building and Environment**, v. 80, p. 283-292, 2014.
- ROSSI, F. A. **Proposição de metodologia e de modelo preditivo para avaliação da sensação térmica em espaços abertos em Curitiba**. Tese (Doutorado). Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2012.
- SILVA, F. T.; ALVAREZ, C. E. de. An Integrated Approach For Ventilation's Assessment on Outdoor Thermal Comfort. **Building and Environment**, v. 87, p. 59-71, 2015.
- TUKEY, J. **Comparing Individual Means in the Analysis of Variance**. *Biometrics*. 5 (2): 99–114. JSTOR 3001913., 1949.