ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

ZONA DE CONFORTO TÉRMICO PARA ÁREAS ABERTAS EM CIDADE COM CLIMA CFA COM ÍNDICE TÉRMICO PET

ALCANTARA, Luísa
(luisa.alcantara.rosa@gmail.com)
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil

KRÜGER, Eduardo
(ekruger@gmail.com);
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil

GRALA, Eduardo
(eduardogralacunha@yahoo.com.br)
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Clima urbano, conforto térmico, índice de conforto térmico, temperatura fisiológica equivalente, PET.

RESUMO

O constante adensamento e as variações morfológicas nas cidades interferem no microclima, influenciando no bem-estar e na qualidade de vida urbana quanto ao ambiente térmico. Na determinação de níveis de conforto/estresse térmico em áreas externas são utilizados métodos de levantamento. Com o emprego de índices térmicos em áreas externas associado a levantamentos do tipo *"survey"* é possível proceder uma calibração de faixas de conforto térmico para esses locais. Este estudo utilizou o índice térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) e teve por objetivo caracterizar uma faixa de conforto térmico para espaços abertos para clima subtropical (Cfa), em Pelotas (RS). A amostra obtida é composta por 1674 votos de percepção térmica. Entre julho de 2019 e março de 2020 foram realizadas 53 campanhas de monitoramento, durante as quais ocorreram o registro de dados climáticos simultâneo à aplicação de questionários aos transeuntes sobre conforto térmico em áreas externas. Os trabalhos de campo foram realizados em cinco locais distintos do município. Para a coleta dos dados climáticos foi utilizado o medidor de estresse térmico TGD-400, as seguintes variáveis foram monitoradas: velocidade do ar, temperatura de globo, temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido. A temperatura radiante média (TRM) foi calculada pela equação para convecção forçada com a utilização dos dados climáticos registrados. Os valores de temperatura fisiológica equivalente (PET) para cada questionário validado foram obtidos através do *software Rayman*. A faixa de conforto térmico para áreas abertas para Pelotas apresenta como limites inferior e superior, respectivamente, 17,5° e 26,6°C PET, sendo a neutralidade térmica obtida em 22°C PET. A zona de conforto térmico calibrada apresenta disparidades em relação à faixa original de conforto prevista para o índice PET (18° a 23°C PET).

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são cada vez mais evidentes, causando desastres, impactos na saúde pública, alterações no microclima local e no clima urbano. Em contrapartida, são fundamentais as ações que amenizam estas alterações. Nesse sentido, os estudos acerca do conforto térmico em espaços abertos auxiliam na concepção de soluções que visem o planejamento urbano sensível ao clima. Johansson et al. (2016) apontam que são crescentes os trabalhos desenvolvidos que buscam avaliar o conforto térmico em áreas externas. Spagnolo e De Dear (2003) e Lin (2009) abordam os aspectos que influenciam no conforto térmico em espaços abertos.

A sensação de conforto é influenciada por diferentes fatores, como climáticos, psicológicos e individuais. A percepção térmica é decorrente da ação das variáveis climáticas que são fundamentais à troca de calor entre o ambiente e o corpo humano (HÖPPE, 2002). A temperatura do ar é geralmente utilizada como indicador do conforto térmico humano, mas não é precisa quanto à sensação térmica humana (BARAKAT et al., 2017). O conforto térmico em espaços abertos é influenciado por diversas variáveis, sendo a temperatura radiante média (TRM) um dos aspectos microclimáticos que mais influencia na sensação de conforto térmico humano (THORSSON et al., 2007). Para Huang et al. (2014) a importância da TRM se dá pela variável considerar os fluxos de radiação de onda curta e longa nas trocas de calor radiante entre o meio que se está inserido e o corpo humano. Já para Matzarakis et al. (2007), essa importância é decorrente da influência dos fluxos de radiação no balanço energético do corpo. A ISO 7726 (1998) aponta que a TRM é a temperatura uniforme, na qual é considerado um espaço imaginário em que há transferência de calor por radiação para o corpo humano.

Índices térmicos auxiliam na compreensão das preferências dos usuários quanto ao clima urbano e na avaliação do conforto térmico em áreas abertas. Como exemplos podem ser observados os indicadores *Physiological Equivalent Temperature* (PET), *Perceived Temperature* (PT) e *Universal Thermal Climate Index* (UTCI). O PET é um índice recomendado pela Associação Alemã de Engenheiros (*Verein Deutscher Ingenieure*) para apoiar no planejamento urbano e regional (KRÜGER et al., 2018). O PET tem como base o MEMI (*Munich Energy-balance Model for Individuals*), que é utilizado como referência quanto aos aspectos termofisiológicos, considerando em regime estacionário a termorregulação humana (MAYER; HÖPPE, 1987).

A utilização do índice PET possibilita avaliar o microclima e a situação urbana da área em análise, em relação ao nível de estresse/conforto térmico dos usuários dos espaços abertos. Desta forma, a calibração do índice térmico consiste em uma ferramenta para o planejamento urbano. Estudos sobre o índice PET foram realizados no Brasil, sendo que empregam diversos métodos de calibração. Há trabalhos desenvolvidos em localidades e climas distintos, como em Curitiba - PR (KRÜGER et al., 2018), Santa Maria - RS (GOBO et al., 2018), Rio de Janeiro - RJ (ROSSI et al., 2017), Campo Grande - MS (LUCCHESE et al., 2016) e Belo Horizonte - MG (HIRASHIMA, 2014).

Este estudo apresenta o método empregado nas atividades de campo realizadas, a análise dos dados e os resultados obtidos. O artigo tem como objetivo determinar a faixa de conforto térmico para áreas abertas na cidade de Pelotas - RS com a utilização do índice térmico temperatura fisiológica equivalente (PET), além de calibrar as demais faixas de estresse térmico possíveis.

2. MÉTODO

O estudo desenvolvido envolve trabalho de campo, no qual foram aplicados questionários à população residente sobre percepção térmica nas áreas abertas, simultaneamente ao monitoramento e coleta de dados microclimáticos. O método utilizado é pormenorizado a seguir.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE

A cidade de Pelotas - RS (31°46'34"S, 52°21'34"O) está localizada ao sul do Estado do Rio Grande do Sul, na microrregião de Pelotas, apresenta clima subtropical (Cfa), conforme a classificação Köppen-Geiger e está situada na zona bioclimática 2, de acordo com a NBR1 5220-3 (ABNT, 2005). Segundo as Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) em Pelotas, a temperatura média anual é 18°C, sendo em julho, 8,4°C a temperatura média das mínimas e em janeiro 28,5°C a temperatura média das máximas, umidade relativa média anual de 81% e média da intensidade do vento anual de 3,7 m/s.

2.2 DEFINIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE DADOS

Cinco locais foram definidos para o monitoramento e coleta dos dados microclimáticos e aplicação dos questionários, sendo três situados no centro da cidade e dois em outras áreas (tabela 1). A frequência de uso da população residente e a verificação de características morfológicas distintas entre si (presença de vegetação, uso e pavimentação do solo, cobrimento do céu e a altura de edificações) foram aspectos considerados na definição dos pontos de coleta de dados.

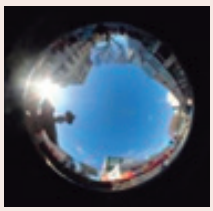
Ponto	Imagem obtida com a lente olho de peixe	FVC	Localização	Vegetação	Edificação	Circulação
1		0,717	Centro da Praça Coronel Pedro Osório	Densamente vegetada	Sem edificação	Apenas pedestres
2		0,517	Rua XV de Novembro	Pouco vegetada	Edificações regulares em ambos os lados	Apenas pedestres
3		0,561	Cruzamento entre a ruas Sete de Setembro e Andrade Neves	Pouco vegetada	Edificações regulares em ambos os lados	Apenas pedestres
4		0,671	Avenida Dom Joaquim	Mediamente vegetada	Sem edificação	Pedestres e veículos
5		0,871	Orla da Praia do Laranjal	Pouco vegetada	Sem edificação	Pedestres e veículos

Tabela 1. Pontos de coleta em Pelotas.

2.3 ESTRUTURAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Para a formulação dos questionários aplicados à população quanto à percepção térmica nas áreas externas foram consideradas as normas ISO 8996 (2004), 7730 (2005), 9920 (2007), 10551 (2015) e o estudo de Johansson et al. (2014). As entrevistas contam com questões acerca da aclimatação de curto e longo prazo de cada indivíduo, do uso do espaço, percepção e preferência térmica e de velocidade do vento. A tabela 2 apresenta a avaliação térmica dos usuários.

Como tu te sentes neste exato momento?						
Com muito frio	Com frio	Com pouco frio	Sem frio nem calor	Com pouco calor	Com calor	Com muito calor
-3	-2	-1	0	1	2	3

Tabela 2. Avaliação da sensação térmica dos usuários.

Aspectos sobre cada participante e quanto ao momento da entrevista foram registrados, com ênfase na altura (cm), massa corporal (kg), idade (anos), sexo biológico (feminino ou masculino), taxa metabólica (W/m^2), cor da pele autodeclarada (segundo a classificação utilizada pelo IBGE) e isolamento térmico da vestimenta. Os dados foram registrados no questionário, assim como, se no momento da entrevista o participante estava localizado sob o sol ou à sombra.

A taxa metabólica é expressa em W/m^2 e refere-se à atividade exercida pelo indivíduo no momento da realização da entrevista. As alternativas disponíveis quanto à taxa metabólica estão conforme os valores apresentados nas normas vigentes. O valor do isolamento térmico da vestimenta foi obtido com o auxílio de uma planilha com diversas opções de vestuário, as quais eram assinaladas caso estivessem sendo utilizadas pelo participante. Para cada vestimenta havia o respectivo valor de clo, unidade que expressa o isolamento térmico. O somatório das opções utilizadas pelo indivíduo no momento da entrevista correspondeu ao total do isolamento térmico.

2.4 AMOSTRA DE ESTUDO

Neste estudo, a população foi formada por aqueles indivíduos residentes na cidade de Pelotas, há no mínimo seis meses, e que estivessem, pelo menos, há 15 minutos no espaço externo. Estas restrições foram necessárias para que os participantes estivessem aclimatados, considerando as ações das variáveis microclimáticas no momento da aplicação do questionário. Segundo os estudos realizados por Krüger et al. (2013 e 2015), 15 minutos consistem no tempo recomendado para que a pessoa esteja apta a uma adequada percepção térmica do espaço externo. Não foram adotadas restrições quanto à faixa etária dos participantes, porém, indivíduos com idade inferior a 18 anos só puderam participar perante a autorização de responsável. A tabela 3 apresenta informações acerca da amostra obtida no estudo realizado na cidade de Pelotas - RS.

Variável pessoal	Categoria	N	%
Sexo Biológico	Feminino	1047	63
	Masculino	627	37
Idade	Até 25 anos	544	32
	Entre 25 e 64 anos	1047	63
	Acima de 64 anos	83	5
Massa Corporal	Abaixo do peso (IMC < 18,5 kg/m^2)	15	1
	Normal (18,5 kg/m^2 IMC 24,5 kg/m^2)	682	40
	Acima do peso (IMC 25 kg/m^2)	667	40
	Obeso (IMC 30 kg/m^2)	310	19
Cor da pele	Branca	1245	74
	Parda	233	14
	Preta	177	10
	Amarela	10	1
	Indígena	9	1

Tabela 3. Dados da amostra obtida.

2.5 REGISTRO DOS DADOS MICROCLIMÁTICOS E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Para o registro das variáveis microclimáticas foi utilizado o medidor de estresse térmico TGD-400. A tabela 4 apresenta as especificações do equipamento. A cada cinco segundos foram registradas as seguintes variáveis: temperatura do globo (TG), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU) e velocidade do vento (v). A partir dos dados de TBS e TBU foi possível calcular os valores de umidade relativa. O globo utilizado tem diâmetro de cinco cm e foi pintado na cor cinza médio. A cor do globo visou obter os efeitos da absorção solar mais semelhantes ao de uma pessoa vestida e exposta ao espaço aberto (THORSSON et al., 2007; JOHANSSON et al., 2014). Foi assumido o valor 0,95 na emissividade do globo (ISO 7726, 1998).

Sensor	Faixa	Precisão	Resolução
Termostato NTC (coeficiente negativo de temperatura)	- 10 ~ 150°C	±0,5°C	0,1°C
Fio quente	0 - 20 m/s	±4% +0,1m/s	0,1 m/s

Tabela 4. Especificações do TGD-400.

Entre julho de 2019 e março de 2020 foram realizadas 53 campanhas de monitoramento e coleta de dados, concomitantemente à aplicação dos questionários com a população residente. Em cada atividade de campo, apenas um dos cinco locais era monitorado. O monitoramento ocorria no período diurno, entre 09h00min e 17h00min. Antes do início do registro dos dados e da aplicação dos questionários, o tripé era posicionado e o medidor de estresse térmico era instalado a 1,10 m do solo. Para que o termômetro de globo obtivesse o equilíbrio térmico era necessário aguardar 20 minutos após o acionamento do equipamento para iniciar o registro das variáveis. Ao longo das atividades de campo foram obtidas 1674 entrevistas validadas.

2.6 VALORES DE TEMPERATURA RADIANTE MÉDIA E TEMPERATURA FISIOLÓGICA EQUIVALENTE

Os valores de TRM foram calculados a partir dos dados registrados de temperatura do ar, temperatura do globo e velocidade do ar, através da equação para convecção forçada estabelecida pela norma ISO 7726 (1998). Foi calculado o valor de TRM para cada horário em que houve a aplicação de questionário.

Os valores de PET foram obtidos com a utilização do *software Rayman*, desenvolvido por Matzarakis et al. (2007). Foram utilizados como dados de entrada as variáveis registradas de temperatura do ar (°C), umidade relativa (%), velocidade do vento (m/s) e TRM (°C). As informações de biometria utilizadas seguiram os valores de referência estabelecidos na ISO 8996 (2004). Conforme a resposta do participante quanto ao sexo biológico, foram adotadas os parâmetros para o homem padrão (30 anos, 70 kg e 1,75 m) e mulher padrão (30 anos, 60 kg e 1,60 m). Os valores do isolamento térmico da vestimenta seguiram o somatório registrado em cada questionário. Quanto à taxa metabólica, foi padronizado para todas as entrevistas o correspondente a uma pessoa caminhando a velocidade de 4km/h, que equivale a taxa de 300 W. Na tabela 5 estão informações sobre os dados registrados.

	Vel. vento (m/s)	Umid. Rel. (%)	Temp. Ar (°C)	Temp. Globo (°C)	TRM (°C)	PET(°C)
Máximo	9,7	93,1	35,7	41,5	72	44,4
Média	0,7	62,7	24,4	27,5	32,7	27,8
Mínimo	0,0	33,3	10,8	11,4	11,6	9,7

Tabela 5. Informações das variáveis coletadas e dos valores de PET obtidos.

2.7 FAIXAS/NÍVEIS DE ESTRESSE TÉRMICO

Para a determinação da faixa de neutralidade térmica foi empregada a regressão linear. Utilizou-se do agrupamento dos votos de sensação térmica para a variação discreta de 1°C PET, sendo considerada a classificação dos níveis de conforto/es-

tresse térmico para as faixas do índice térmico PET estabelecida por Matzarakis e Mayer (1996). Para a determinação das categorias foi considerada a relação entre os valores de PMV e os níveis de estresse térmico. A função entre os votos agrupados de sensação térmica e os valores de temperatura fisiológica equivalente permite determinar a zona que não apresenta estresse térmico e as demais faixas. A partir da equação da linha de tendência gerada e estabelecendo os valores de sensação térmica referentes a cada nível de estresse térmico, são determinadas as demais faixas. A categoria que não apresenta estresse térmico é delimitada pela variação da sensação térmica entre -0,50 e 0,50, sendo que os valores de PET que estão neste intervalo compõem a zona de conforto térmico. Os limites inferior e superior desta faixa são obtidos quando, respectivamente, o valor de sensação térmica corresponder a -0,50 e 0,50. A temperatura de neutralidade térmica é obtida quando o voto de sensação térmica é nulo. Os agrupamentos dos votos de sensação térmica corresponderam ao mínimo de cinco respostas, de modo a reduzir *outliers*.

3. RESULTADOS

Para a calibração dos níveis de conforto/estresse térmico foi utilizado o método de agrupamento por variação discreta de 1°C por PET. A faixa original para o índice térmico PET prevê o conforto térmico entre 18° a 23°C PET (MATZARAKIS; MAYER, 1996). Para Pelotas - RS, a partir das 1674 respostas validadas, o estudo apontou a faixa de conforto térmico para espaços abertos entre 17,5°C e 26,6°C PET. A temperatura de neutralidade térmica é obtida em 22°C PET. Em relação a faixa original, a zona calibrada para Pelotas apresentou redução no limite inferior e aumento no limite superior, respectivamente nos valores 0,5° e 3,6°C PET. A faixa determinada para Pelotas apresenta 9,1°C PET de amplitude térmica, enquanto a originalmente prevista para o índice apresenta 5°C PET. A população da localidade do estudo demonstrou maior resistência ao frio e ao calor do que o considerado para o índice térmico. Na figura 1 é apresentada a relação entre os votos de sensação térmica agrupados e os valores de PET.

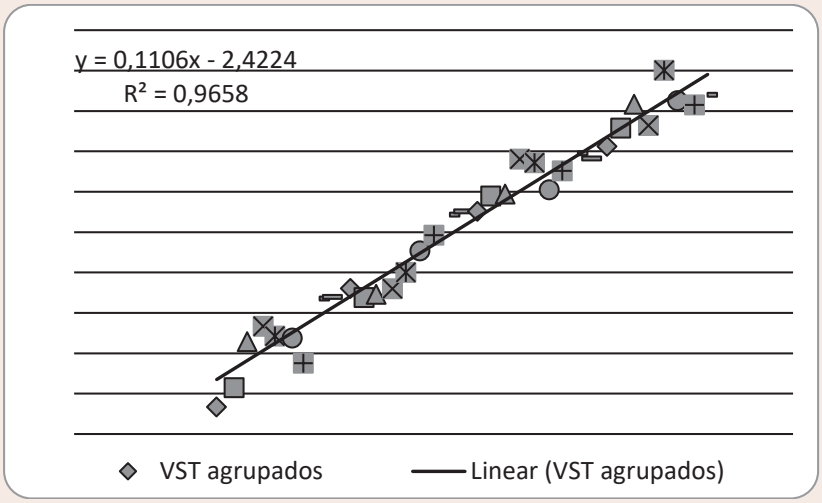


Figura 1. Gráfico dos valores de sensação térmica agrupados versus valores de PET.

O estudo desenvolvido por Gobo et al. (2018) para Santa Maria - RS, cidade que também apresenta clima Cfa, demonstra que para a população local a faixa de conforto térmico obtida varia entre 16° e 24°C PET, ambos limites são inferiores aos calibrados para Pelotas, mas são valores mais próximos aos da faixa original prevista para o PET. Com a utilização do mesmo método empregado em Pelotas, a faixa calibrada para Curitiba - PR (clima Cfb) apresenta variação entre 13° e 25°C PET (KRÜGER et al., 2018). Já a faixa de conforto térmico para a cidade Campo Grande - MS, que apresenta clima Aw e Cfa, apresenta variação entre 21° e 27°C PET (LUCCHESE et al., 2016). Hirashima (2014), determinou para Belo Horizonte - MG (clima Aw) a zona de conforto térmico, com variação entre 19° e 27°C PET. Observou-se que em comparação à faixa estabelecida para Pelotas, as cidades de Santa Maria e Curitiba apresentam limites inferior e superior menores, quanto à amplitude térmica, respectivamente, os valores correspondem a 8° e 12°C PET, sendo que em Pelotas a amplitude térmica da faixa é maior do que o verificado para Santa Maria e menor do que o constatado para Curitiba. Ao considerar os valores calibrados para Campo Grande e Belo Horizonte, observa-se que ambas apresentam limites inferior e superior maiores aos de Pelotas, entretanto, as amplitudes térmicas, respectivamente 6° e 8°C PET são menores. Os estudos mencionados utilizam diferentes métodos de calibração, como apontado por Johansson et al. (2014), a padronização de pesquisas sobre conforto térmico em áreas abertas é importante, o que possibilita uma comparação adequada entre resultados.

Neste estudo, foi possível determinar para Pelotas os seguintes níveis de estresse térmico: “leve estresse para o frio”, “sem estresse térmico”, “leve estresse para o calor” e “moderado estresse para o calor”. As demais categorias de estresse térmico foram impossibilitadas de calibração, dada a faixa de variação do PET da amostra. A tabela 6 apresenta as faixas originais previstas para os índices PET e PMV, as calibrações obtidas para cada categoria de estresse térmico para a cidade de Pelotas e a relação com a sensação térmica e o nível de estresse térmico.

PMV	PET	PET Pel.	Sensação térmica	Nível de estresse
			Muito frio	Extremo estresse para o frio
-3,5	4			
			Frio	Forte estresse para o frio
-2,5	8			
			Pouco frio	Moderado estresse para o frio
-1,5	13	8,4		
			Levemente frio	Leve estresse para o frio
-0,5	18	17,5		
			Confortável	Sem estresse térmico
0,5	23	26,6		
			Levemente calor	Leve estresse para o calor
1,5	29	35,7		
			Pouco calor	Moderado estresse para o calor
2,5	35	44,7		

Continua..

...continuação

PMV	PET	PET Pel.	Sensação térmica	Nível de estresse
			Calor	Forte estresse para o calor
3,5	41			
			Muito calor	Extremo estresse para o calor

Tabela 6. Calibração das faixas de estresse térmico para o índice PET em °C para áreas abertas para Pelotas - RS.

Os percentuais de insatisfeitos (PD) da amostra foram gerados considerando as porcentagens agrupadas da quantidade dos votos da escala de sete pontos, desconsiderando o voto nulo, versus os votos médios de sensação térmica. Para a faixa sem estresse térmico, que apresenta conforto térmico, compreendida entre -0,50 e 0,50, apontou o valor médio de PD de 16%, considerando a equação gerada. Rossi et al. (2017), determinaram para amostras de Curitiba e Rio de Janeiro, os respectivos valores de PD, 12% e 7%. Observa-se que o valor encontrado em Pelotas é mais próximo do constatado para Curitiba e mais do que o dobro verificado para o Rio de Janeiro. A ISO 7730 (2005) considera a equação prevista por Fanger (1970) para a análise do percentual de insatisfeitos, sendo que equação original para PPD (*Predicted Percentage of Disatisfied*) foi ajustada para o valor de PD encontrado no estudo. Na figura 2 constam os valores de PD, de PPD obtidos pela equação original e aqueles gerados a partir da equação ajustada, além da curva de tendência polinomial.

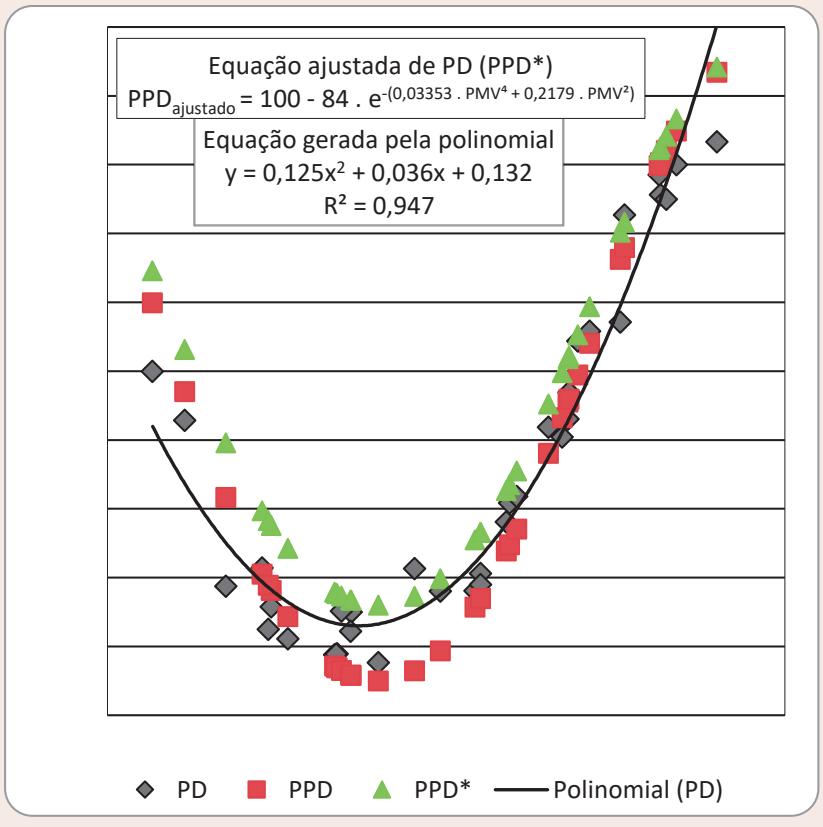


Figura 2. Porcentagem de insatisfeitos versus votos médios de sensação térmica.

4. CONCLUSÕES

A zona de conforto térmico calibrada para os espaços abertos para Pelotas - RS apresenta semelhanças quanto ao limite inferior das faixas estabelecidas para Santa Maria e Belo Horizonte, sendo situada no intervalo entre as duas, apresenta 1,5°C PET a mais do que a primeira cidade mencionada e o mesmo valor a menos do que a segunda. Quanto ao limite superior, a faixa para Pelotas está mais próxima aos valores definidos para Campo Grande e Belo Horizonte, sendo 0,4°C PET menor do que a delimitação destas faixas.

Quanto aos valores apontados para Curitiba, observa-se que em Pelotas há menor tolerância ao frio e maior tolerância ao calor, sendo o mesmo constatado quando a faixa determinada neste estudo é comparada aos valores de Santa Maria. Em relação à faixa sugerida pelos desenvolvedores do índice, a diminuição do limite inferior e o aumento na delimitação superior demonstram que a população residente em Pelotas apresenta maior tolerância ao frio e ao calor.

A interrupção dos trabalhos de campo, em decorrência da pandemia da Sars-Cov-2, impossibilitou a coleta de dados e aplicação dos questionários no período de outono e restringiu os registros de inverno apenas ao que havia sido monitorado no ano de 2019. O estudo pretendia completar um ano de monitoramento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BARAKAT, A.; AYAD, H.; EL-SAYED, Z. Urban design in favor of human thermal comfort for hot arid climate using advanced simulation methods. Alexandria Engineering Journal, [s. l.], v. 56, n. 4, p. 533-543, 2017.

FANGER, P. O. Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. McGraw Book Company, New York, 1970.

GOBO, João Paulo Assis; GALVANI, Emerson; WOLLMANN, Cássio Arthur. Subjective Human Perception of Open Urban Spaces in the Brazilian Subtropical Climate: A First Approach. Climate, v. 6, n. 2, p. 24, 2018.

HIRASHIMA, Simone Queiróz da Silveira. Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte-MG, Brasil. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. Energy and buildings, [S.l.], v.34, n.6, p.661–665, 2002.

HUANG, J.; CEDEÑO-LAURENT, J. G.; SPENGLER, J. D. CityComfort+: A simulation-based method for predicting men radiant temperature in dense urban areas. Building and Environment, [s. l.], v. 80, p. 84-95, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas 1981-2010. INMET, BRASIL, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 10551. Ergonomics of the thermal environments – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales. Genève: ISO, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7726. Ergonomics of the thermal environments – Instruments for measuring physical quantities. Genève: ISO, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 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. Genève, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 8996. Ergonomics of the thermal environments – Determination of thermal metabolic rate. Genève: ISO, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.ISO 9920. Ergonomics of the thermal environments – Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Genève: ISO, 2007.

JOHANSSON, E. Urban thermal comfort in the tropics. In: EMMANUEL, R. Urban Climate in the tropics: Rethinking Planning and Design Opportunities. London: Imperial College Press, 2016. p. 163-204.

JOHANSSON, E.; THORSSON, S.; EMMANUEL, R.; KRÜGER, E. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies - The need for standardization. Urban Climate, Vol. 10, p. 346-366, 2014.

KRÜGER, E.; DRACH, P.; EMMANUEL, R.; CORBELLA, O. Assessment of daytime outdoor comfort levels in and outside the urban area of Glasgow, UK. International journal of biometeorology, [S.l.], v.57, n.4, p.521–533, 2013.

KRÜGER, E. et al. Short-term acclimatization effects in an outdoor comfort study. In: ICUC9-9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2015, 2015. Anais... [S.l.: s.n.], 2015.

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.

LIN, T.-P. Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. Building and environment, [S.l.], v.44, n.10, p.2017–2026, 2009.

LUCCHESE, J. R.; MIKURI, L. P.; FREITAS, V. S. de; ANDREASI, W. A. Application of Selected Indices on Outdoor Thermal Comfort Assessment in Midwest Brazil. International Journal of Energy and Environment, v. 7, n. 4, p. 291-302, 2016.

MATZARAKIS, A.; BLAZEJCZYK, K.; AMELUNG, B. Climate Change and Tourism Assessment and Coping Strategies. Freiburg: Maastricht-Warsaw, 2007.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Another Kind of Environmental Stress: thermal stress. WHO Newsletter, v. 18, p. 7-10, 1996.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modeling radiation fluxes in simple and complex environments: Basics of the RayMan model. International Journal of Biometeorology, v. 54,n. 2, p. 131-139, 2007.

MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. Theoretical and Applied Climatology, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 43-49, 1987.

ROSSI, F. A.; KRÜGER, E.; DRACH, P. Calibração do índice PET para Curitiba e Rio de Janeiro. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2017, Balneário Camboriú, SC. Anais... Balneário Camboriú, SC: ENCAC, 2017, V. 1. p. 185-193.

SPAGNOLO, J.; DE DEAR, R. A field study of thermal comfort in outdoorand semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. Building and Environment, [S.l.], v.38, n.5, p.721–738, 2003.

THORSSON, S.; LINDBERG, F.; ELIASSON, I.; HOLMER, B. Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. International Journal of Climatology, v.27, p.1983-1993, 2007.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).