



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

## DEFINIÇÃO DE FAIXA DE CONFORTO TÉRMICO DO ÍNDICE PET PARA ESPAÇOS ABERTOS EM CLIMA Cfa<sup>1</sup>

**ALCANTARA, Luísa (1); KRÜGER, Eduardo (2); GONZAGA, Maria (3);  
RODRIGUES, Thaisa (4); LEITZKE, Rodrigo (5); CARVALHO, Amanda (6); AIRES,  
Kelly (7); CUNHA, Eduardo (8)**

- (1) Universidade Federal de Pelotas, luisa.alcantara.rosa@gmail.com
- (2) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ekruger@utfpr.edu.br
- (3) Universidade Federal de Pelotas, mariaguissio@outlook.com
- (4) Universidade Federal de Pelotas, thaisa\_cr@hotmail.com
- (5) Universidade Federal de Pelotas, rodrigokarinileitzke@gmail.com
- (6) Universidade Federal de Pelotas, amandarosadc@gmail.com
- (7) Universidade Federal de Pelotas, kelly.aires21@hotmail.com
- (8) Universidade Federal de Pelotas, eduardogralacunha@yahoo.com.br

### RESUMO

O crescimento das cidades interfere no adensamento urbano e provoca variações morfológicas que afetam o microclima local. Essas alterações no espaço urbano influenciam na satisfação térmica dos usuários quanto ao conforto térmico em áreas externas. Em espaços abertos, as faixas de conforto térmico podem ser definidas com a realização de estudos do tipo "survey", calibrando desta forma índices de conforto. Neste estudo, foi determinada uma faixa de conforto térmico para o índice "Temperatura Fisiológica Equivalente" (Physiologically Equivalent Temperature, PET) para espaços abertos pra um clima do tipo Cfa (Pelotas – RS). Os dados analisados foram coletados entre julho de 2019 e março de 2020. As medições foram realizadas em cinco pontos distintos da cidade e a amostra obtida corresponde a 1972 votos de percepção térmica coletados no decorrer de 53 campanhas de monitoramento. Para o registro de dados climáticos foi utilizado o equipamento TGD-400. A faixa de conforto térmico obtida para Pelotas tem como limite superior 23,3°C, como limite inferior 15,9°C e a neutralidade térmica é obtida em 19,6°C, sendo todos os valores em escala PET.

**Palavras-chave:** Conforto térmico. Clima urbano. Índice de conforto térmico. PET.

### ABSTRACT

The growth of cities interferes in the urban density and causes morphological changes that affect local microclimates. These changes in the urban space impact the thermal satisfaction of users regarding thermal comfort in outdoor areas. In open areas, "survey" studies can serve to define thermal comfort ranges, thereby calibrating existing thermal comfort indices. The present study defines a thermal comfort range for the Physiologically Equivalent Temperature

---

<sup>1</sup>ALCANTARA, Luísa; KRÜGER, Eduardo; GONZAGA, Maria; RODRIGUES, Thaisa; LEITZKE, Rodrigo; CARVALHO, Amanda; AIRES, Kelly; CUNHA, Eduardo. Definição de faixa de conforto térmico do índice PET para espaços abertos em clima Cfa. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

*index (PET) for a Cfa climate type (Pelotas – RS). The analyzed data were collected between July 2019 and March 2020. The measurements were carried out at five different spots of the city and with a samples of 1978 thermal perception votes collected during 53 monitoring campaigns. For recording climatic data, the TGD-400 equipment was used. The thermal comfort range for Pelotas has an upper limit of 23.3°C and a lower limit of 15.9°C, and thermal neutrality is reached at 19.6°C, all values in PET scale.*

**Keywords:** Thermal comfort. Urban climate. Thermal comfort index. PET.

## 1 INTRODUÇÃO

São crescentes as buscas por ações que visam mitigar as mudanças climáticas, cada vez mais evidentes, e que impactam, além do ambiente físico, a saúde pública. O estudo do conforto térmico em áreas externas auxilia na análise e proposição de soluções de planejamento urbano frente a alterações no clima urbano. O indicador de conforto térmico humano mais comumente utilizado é a temperatura do ar, mas esta por si não traduz com exatidão a sensação térmica humana (BARAKAT et al., 2017).

Dentre as variáveis que influenciam no conforto térmico em espaços abertos, a temperatura radiante média (TRM) consiste em uma das mais importantes, na qual são considerados os fluxos de radiação de onda curta e longa na troca de calor radiante entre o corpo humano e o meio no qual está inserido (HUANG et al., 2014). Esta variável pode ser determinada a partir da temperatura do globo, temperatura do ar e velocidade do ar. Conforme a ISO 7726 (1998), a TRM consiste na temperatura uniforme considerando um ambiente imaginário em que ocorre transferência de calor por radiação para o corpo humano, equivalente às trocas em um espaço real considerado como não uniforme. Para Thorsson et al. (2007) é um dos fatores microclimáticos que mais influenciam no conforto térmico do ser humano. A importância da TRM se deve à grande influência dos fluxos de radiação no balanço energético do corpo do ser humano (MATZARAKIS et al., 2007).

Os índices *Physiological Equivalent Temperature (PET)*, *Perceived Temperature (PT)* e *Universal Thermal Climate Index (UTCI)* auxiliam a compreender a percepção térmica dos usuários em áreas abertas. O índice PET compõe os regulamentos indicados ao planejamento urbano e regional, recomendado pela Associação Alemã de Engenheiros (*Verein Deutscher Ingenieure*) (KRÜGER et al., 2018).

Johansson (2016) aponta que desde a última década são crescentes os estudos relacionados ao conforto térmico em áreas abertas. Estudos realizados por Spagnolo e De Dear (2003) e Lin (2009) discutem as variáveis de influência no conforto térmico em espaços abertos. Diferentes variáveis influenciam na sensação de conforto, sendo identificadas como fatores climáticos, aspectos individuais e aspectos psicológicos. Segundo Höpfe (2002), as variáveis microclimáticas são essenciais à troca de calor entre o corpo humano e o ambiente no qual se está inserido, a percepção térmica é uma consequência da ação desses elementos.

O Modelo de Balanço Energético de Munique para Indivíduos - *Munich Energy-balance Model for Individuals (MEMI)* - é a base do modelo de Temperatura Fisiológica Equivalente. O MEMI é a referência no cálculo do PET para os aspectos termofisiológicos, considerando a termorregulação humana em regime estacionário (MAYER; HÖPPE, 1987). O PET é definido como uma temperatura fisiológica para qualquer ambiente considerado, equivalente à temperatura do ar para um ambiente interno típico, no qual o balanço térmico entre o corpo e o ambiente

possibilita que a temperatura do corpo e da pele sejam verificadas de acordo com as condições reais do ambiente externo em avaliação (MAYER; HÖPPE, 1987).

A calibração do índice PET é abordada nos estudos de Gobo et al. (2018), Krüger et al. (2018), Lucchese et al. (2016) e Hirashima (2016), respectivamente, para as cidades de Santa Maria - RS, Curitiba - PR, Campo Grande - MS e Belo Horizonte - MG. Há diferentes métodos para a calibração do PET, como o método das curvas Probit e o desenvolvido por Silva e Alvarez (2015) com a categorização de votos agrupados de percepção térmica por variação de grau PET (KRÜGER et al., 2018). Neste estudo, a calibração do índice ocorre pela variação discreta de 1°C, em escala PET, pelo agrupamento dos votos de sensação térmica.

O PET permite avaliar diferentes microclimas e situações urbanas quanto ao grau de stress/conforto térmico estimado de usuários de áreas abertos. A definição de uma faixa de conforto térmico para espaços abertos de Pelotas - RS pode ser um subsídio para o planejamento urbano, já que não há estudos sobre o tema no município. Este artigo apresenta o método utilizado nos levantamentos realizados entre julho de 2019 e março de 2020 e análise dos dados. O objetivo deste estudo é determinar uma faixa de conforto térmico para espaços abertos de Pelotas - RS em termos do índice de conforto térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET).

## 2 MÉTODO

A percepção térmica dos usuários de espaços abertos partiu de trabalho de campo, no qual foram aplicados questionários com transeuntes e concomitante registro de dados climáticos. As etapas que constituem este estudo são:

1. Caracterização do clima local e definição dos pontos de coleta de dados;
2. Estruturação dos questionários e amostra para a população de estudo;
3. Coleta dos dados climáticos e aplicação dos questionários;
4. Cálculo dos valores de Temperatura Fisiológica Equivalente;
5. Determinação da faixa de conforto térmico e neutralidade térmica.

### 2.1 Caracterização do clima local e definição dos pontos de coleta de dados

Ao sul do Estado do Rio Grande do Sul está situado o município de Pelotas (31°46'34"S, 52°21'34"W). O clima presente em Pelotas é subtropical úmido com verão quente (Cfa), conforme a classificação Köppen-Geiger (ROSSATO, 2011).

As Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) demonstram que a temperatura média anual corresponde a 18°C, com média das mínimas em julho de 8,4°C e média das máximas de 28,5 °C em janeiro. A umidade relativa do ar média anual é 81%, a média da intensidade do vento no verão é na faixa de 3,8 m/s, sendo leste a direção predominante, no inverno, esta média corresponde a 3,7 m/s e predominância nordeste. A precipitação aproximada é de 1400 mm ao ano e insolação anual de 2328 horas.

Foram definidos cinco pontos para a coleta de dados microclimáticos e aplicação de questionários. São locais de uso frequente e apresentam diferenças entre si quanto à presença de vegetação, pavimentação e uso do solo, cobertura do céu e entorno construído. Esses pontos se situam em áreas distintas da cidade, três estão localizados na área central, o quarto está na zona norte da cidade, em um bairro residencial, e o último local foi estabelecido na orla da Praia do Laranjal.

O registro fotográfico com uma câmera equipada com lente olho de peixe,

possibilitou obter os valores de Fator de Visão do Céu para cada local monitorado. A determinação dos valores de FVC ocorreu através da inserção e análise das imagens olho de peixe no programa Rayman. Na Figura 1, apresentam-se os diferentes valores para o FVC, conforme constatado em cada ponto (Figura 1).

Figura 1 – FVC para cada um dos cinco pontos



Fonte: Os autores.

## 2.2 Estruturação dos questionários e definição da amostra

Para a estruturação dos questionários aplicados aos usuários, foram consideradas as normas ISO 8996 (2004), 7730 (2005), 9920 (2007) e 10551 (2015). O estudo realizado por Johansson et al. (2014) também foi observado para formulação das questões. Aclimatação de curto e longo prazo, utilização do espaço pelo usuário, percepção e preferência térmica e de ventilação constituem as questões abordadas (Tabela 1). O isolamento do vestuário utilizado pelo entrevistado foi registrado a partir do apontamento dos trajes utilizados. A atividade exercida pelo indivíduo no momento da realização da pesquisa também foi levantada.

Tabela 1 – Avaliação da sensação e preferência térmica dos usuários

<b>Como te sentes neste exato momento?</b>						
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

Fonte: Os autores.

A população de estudo é compreendida por aqueles que são residentes há pelo menos seis meses na cidade de Pelotas e que estão no mínimo há cinco minutos no espaço externo. Em relação à idade dos entrevistados, não foram estabelecidas restrições, mas menores de idade só participaram mediante autorização de responsável. A Tabela 2 apresenta informações sobre a amostra de Pelotas.

Tabela 2 – Dados da amostra

<b>Critério</b>	<b>Categoria</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sexo	Feminino	1231	62,4
Biológico	Masculino	741	37,6
	Até 25 anos	674	34,2
Idade	Entre 25 e 64 anos	1207	61,2
	Acima de 64 anos	91	4,6
	Abaixo do peso (IMC < 18,5 kg/m <sup>2</sup> )	16	0,8
Massa corporal	Normal (18,5 kg/m <sup>2</sup> ≤ IMC ≤ 24,5 kg/m <sup>2</sup> )	907	46
	Acima do peso (IMC ≥ 25 kg/m <sup>2</sup> )	688	34,9
	Obeso (IMC ≥ 30 kg/m <sup>2</sup> )	361	18,3

Fonte: Os autores.

### 2.3 Coleta dos dados climáticos e aplicação dos questionários

Os dados climáticos foram registrados através do medidor de stress térmico denominado TGD-400. Este equipamento possui a função de console digital (*datalogger*) e é formado por um conjunto de sensores. As seguintes variáveis são registradas através dos sensores: temperatura do globo (TG), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU) e velocidade do vento (v). O globo utilizado neste estudo foi pintado na cor cinza médio de forma a melhor aproximar as medidas ao efeito de absorção solar de uma pessoa vestida, exposta em áreas externas (THORSSON et al., 2007; JOHANSSON et al., 2014) e possui 5 cm de diâmetro. A emissividade assumida para o globo é de 0,95 (ISO 7726, 1998).

O trabalho de campo, constituído do registro de dados e aplicação simultânea dos questionários aos transeuntes, foi realizado no período diurno, entre 9:00h e 17:00h, de julho de 2019 a março de 2020<sup>2</sup>. Em cada campanha, o monitoramento foi realizado em um dos pontos de coleta. Para o monitoramento dos dados, o medidor de estresse térmico foi posicionado a 1,10 m do solo e acionado 20 minutos antes do início das coletas para a obtenção do equilíbrio térmico do termômetro de globo. Os dados microclimáticos foram registrados a cada 5 segundos. Foram obtidas 1972 respostas, em 53 campanhas de medição, envolvendo inverno, primavera e verão, com, respectivamente, 573, 745 e 654 votos de sensação térmica.

### 2.4 Obtenção dos valores de temperatura fisiológica equivalente

O software Rayman, desenvolvido por Matzarakis et al. (2007), foi utilizado para a obtenção dos valores de PET referentes a cada entrevista. Foram adotadas como dados de entrada as variáveis medidas de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura radiante média e velocidade do vento. A taxa metabólica adotada para todas as respostas corresponde à de um indivíduo caminhando a 4 km/h, que equivale a 300W/m<sup>2</sup>, desconsiderando as respostas individuais. Foram utilizados os dados biométricos de um homem padrão - 30 anos, 70 kg e 1,75 m, de acordo com o estabelecido pela ISO 8996 (2004). O isolamento térmico da vestimenta de cada indivíduo corresponde ao levantado na entrevista. Para o cálculo da temperatura radiante média (TRM) foi utilizada a equação estabelecida pela ISO 7726 (1998) para convecção forçada. A amplitude dos dados coletados e dos valores de PET obtidos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Amplitude das variáveis coletadas e dos valores de PET obtidos

	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
Mínimo	0,0	33,3	10,8	11,3	11,6	9,3

Fonte: Os autores.

### 2.5 Determinação da faixa de conforto térmico e de neutralidade térmica

Os votos de sensação térmica foram agrupados para uma variação discreta de 1°C da escala do índice PET. Para a realização do agrupamento dos votos, foi

<sup>2</sup> A intenção era realizar um ano completo de campanhas de monitoramento, distribuídas nas quatro estações, o que acabou não se viabilizado em decorrência da pandemia de COVID-19 a partir de março de 2020.

considerada a classificação proposta por Matzarakis e Mayer (1996) para categorias de conforto e stress térmico para faixas de PET. A partir da linha de tendência gerada em função dos votos agrupados de conforto térmico e dos valores de PET, foram geradas a faixa de conforto térmico e a temperatura de neutralidade térmica. A zona de conforto térmico é delimitada pela variação de sensação térmica entre -0,50 e +0,50, compreendendo os valores de PET situados neste intervalo. O voto nulo representa a neutralidade térmica. Há desconforto por frio quando o valor de PET é inferior ao limite mínimo da faixa de conforto térmico, e, quando superior ao limite máximo, há desconforto por calor. Para redução de *outliers*, delimitou-se o agrupamento de no mínimo cinco votos de sensação térmica.

### 3 RESULTADOS

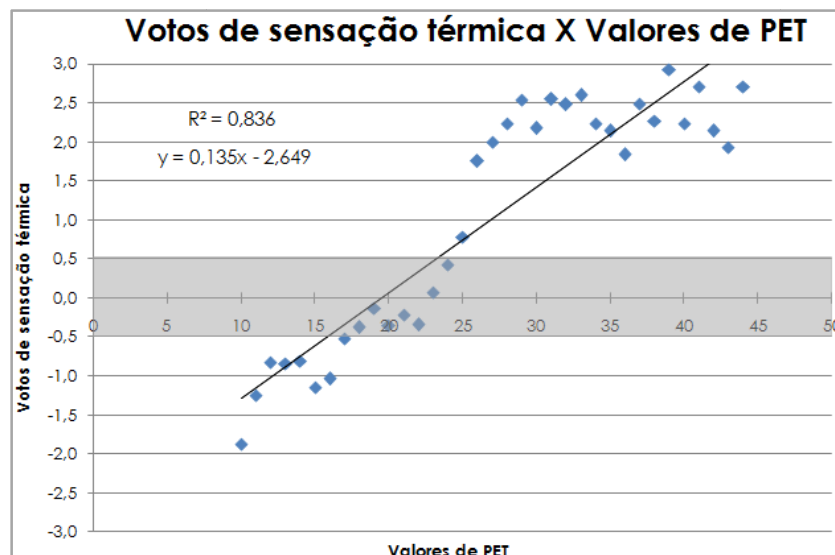
A faixa de conforto térmico compreendida pela variação dos votos agrupados de sensação térmica entre -0,50 e +0,50 apontou limites inferiores e superiores correspondentes, respectivamente, a 15,9°C e 23,3°C, em unidades PET (Tabela 4). Há neutralidade térmica quando o valor de PET atinge 19,6°C na escala PET. Os valores de PET obtidos para cada entrevista realizada correspondem a cerca de 83,60% da variação real do voto de sensação térmica. A Figura 2 apresenta a relação entre os votos de sensação térmica e valores de PET, a sinalização da faixa de conforto térmico e linha de tendência gerada (Figura 2).

Tabela 4 – Faixa de conforto térmico para áreas externas para Pelotas - RS para valores em unidades PET e faixa original do PET.

Faixa de conforto	Pelotas	PET
Limite superior	23,3°C	23°C
Limite inferior	15,9°C	18°C

Fonte: Os autores.

Figura 2 – Valores de sensação térmica vs valores de PET



Fonte: Os autores.

A faixa original de conforto térmico para o índice PET varia entre 18° a 23°C PET (MATZARAKIS; MAYER, 1996). A zona obtida para Pelotas está próxima da proposta para o índice e também apresenta pouca variação para faixa para Santa Maria -

RS (clima Cfa), determinada por GOBO et al., 2018 e que varia entre 16° e 24°C PET, apesar do uso de metodologia distinta. Curitiba – PR (clima Cfb), segundo o mesmo método de análise (KRÜGER et al., 2018), apresenta uma faixa com variação entre 13° e 25°C PET. Já ao comparar com as cidades de Belo Horizonte - MG (clima Aw) e Campo Grande - MS (clima Aw e Cfa), essas apresentam faixas de conforto térmico entre 19° a 27°C PET e 21° a 27°C PET, respectivamente. Observa-se que os limites inferiores e superiores dessas faixas são superiores aos verificados para Pelotas.

#### 4 CONCLUSÕES

A faixa de conforto térmico para espaços abertos obtida para Pelotas – RS se assemelha aos resultados de Santa Maria - RS e Curitiba - PR, outras localidades do país que apresentam condições subtropicais. No caso de Pelotas, considerando o limite superior, os valores corroboram o limite máximo original para o PET, ao limite inferior, há um aumento da zona de conforto com o limite deslocando-se para baixo, o que denota que a população residente em Pelotas tem maior tolerância ao frio do que sugerido pelos desenvolvedores do índice. Em relação à amostra de Curitiba, a amostra de Pelotas apresenta redução quanto à tolerância ao calor e menos tolerância ao frio. As faixas de Pelotas e Santa Maria apresentam uma leve diferença de valores, com o limite inferior da faixa de Pelotas sendo 0,1°C menor que Santa Maria e o limite superior sendo 0,7°C menor, valores em unidades PET. O estudo pode evoluir com a calibração do índice PET através de outros métodos.

Pelo trabalho de campo ter sido interrompido pandemia da Covid-19, não há dados coletados para o outono. O período de inverno também foi afetado por não haver em junho. Foi observado nas entrevistas que perguntas sobre cor da pele, uso de ar condicionado e trabalho podem gerar desconforto nos entrevistados.

#### 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).

#### REFERÊNCIAS

- 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.
- DA SILVEIRA HIRASHIMA, Simone Queiroz; DE ASSIS, Eleonora Sad; NIKOLOPOULOU, Marialena. Daytime thermal comfort in urban spaces: A field study in Brazil. **Building and Environment**, v. 107, p. 245-253, 2016.
- 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.
- 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 mean 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. 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.

LUCCHESI, 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.

ROSSATO, MAÍRA SUERTEGARAY. **Os climas no Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia.** Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS - BR, 2011.

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.

SPAGNOLO, J.; DE DEAR, R. A field study of thermal comfort in outdoor and 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.