



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ABORDAGEM BIOCLIMÁTICA PARA CIDADES DE PORTE MÉDIO EM CLIMA SUBTROPICAL

João Paulo Assis Gobo^(a), Marlon Resende Faria^(b), Emerson Galvani^(c)

^(a) Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, E-mail: jpgobo@usp.br

^(b) Departamento de Física Aplicada/Instituto de Física, Universidade de São Paulo, E-mail: marlon.faria@usp.br

^(c) Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, E-mail: egalvani@usp.br

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente estudo propôs a definição de três modelos empíricos baseados em entrevistas transversais realizadas na cidade de Santa Maria - RS, com base em dados meteorológicos, subjetivos e fisiológicos obtidos a partir da aplicação de questionários e avaliação conjunta e simultânea de atributos climáticos. Para tanto, foram obtidos dados por meio de uma estação meteorológica automática instalada no centro da cidade. Entrevistaram-se 1720 pessoas com os resultados executaram-se regressões lineares a partir da série de dados completa, bem como dos dados separados sazonalmente. Em seguida foi executada a validação dos modelos propostos por meio da comparação com modelos já tradicionais na literatura, tais como o PET, SET e PMV. Os resultados observados propuseram os novos modelos empíricos para áreas urbanas de médio porte em clima subtropical, o Modelo Subtropical de Verão (MOSV), o Modelo Subtropical de Inverno (MOSI) e o Modelo Bioclimático para Cidades Médias Subtropicais (MBCMS).

Palavras chave: Conforto térmico; sensação térmica; clima urbano.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

O crescimento exponencial da população residente em áreas urbanas foi um dos maiores legados do século XX, o que impulsionou o desenvolvimento dos estudos em clima urbano e de conforto térmico em áreas urbanas desde o fim do século passado.

A população brasileira atingiu 190,8 milhões em 2010 e será de aproximadamente 208,9 milhões em 2018 (Ervatti et al., 2015), sendo que a parcela da população com 80 anos ou mais aumentou em aproximadamente 48% entre 1997 e 2007. Assim, ao considerarmos o crescimento urbano e os padrões climáticos desses ambientes, cabe destacar a vulnerabilidade da população urbana ao estresse térmico, muitas vezes observado nas grandes cidades, porém agora, também percebido em médias e pequenas cidades (Ervatti et al., 2015).

No Brasil, tais estudos são fundamentais pela expressão que as cidades pequenas e médias tomaram nos últimos anos, pois nelas se concentram 66,22% do total da população (IBGE, 2013), além de desempenharem papel importante na dinâmica econômica e espacial do país. Desde modo, segundo o censo demográfico do (IBGE, 2013), 62.575.769 habitantes (38,88%) viviam em municípios de pequeno porte, com menos de 100 mil habitantes e 43.992.408 habitantes (27,34%) em municípios de médio porte com população entre 100.001 e 500.000 habitantes.

Tendo em vista estes aspectos associados a estudos de conforto térmico e predição térmica para populações em espaços abertos, com a finalidade de averiguar os padrões de conforto e preferência da população durante distintas épocas do ano e zonas climáticas (Farajzadeh et al., 2015; Hong and Lin, 2015; Lai et al., 2014; Lin et al., 2011; Nasir et al., 2012; Ng and Cheng, 2012; Pantavou et al., 2018, 2013; Villadiego and Velay-Dabat, 2014; Yang et al., 2013), o presente estudo propõe a definição de três modelos empíricos para cidade média de clima subtropical, baseado nas entrevistas transversais realizadas na cidade de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul, Brasil, com base em variáveis ambientais, subjetivas e individuais.

1.1. Área de Estudo

Localizado no extremo sul do Brasil, o estado do Rio Grande do Sul está situado entre as coordenadas geográficas: 27° 04' 48" latitude norte, 53° 01' 53" longitude oeste, 33° 45' 06" latitude



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

sul, 53° 23' 48" longitude sul (Figura 1), e conta com uma população estimada de 11.322.895 habitantes (IBGE, 2013).

O município de Santa Maria está situado no centro geográfico do estado do Rio Grande do Sul, com população estimada em 278.445 habitantes (IBGE, 2013), e é caracterizado, climaticamente segundo Sartori (2016), por um mês mais quente (janeiro) com temperatura média acima de 24°C e média das máximas de 32°C, e um mês mais frio (julho) com temperaturas médias entre 13°C e 15°C, sendo a média das temperaturas mínimas, entre 7°C e 10°C. Alvares et al., (2013) define Santa Maria dentro do clima Cfa, subtropical com verão quente, porém Dubreuil et al., (2018), aponta para o fato de Santa Maria, além de estar inserida dentro do tipo climático Cfa, também apresenta o tipo climático Csa, clima temperado com verão seco e quente.

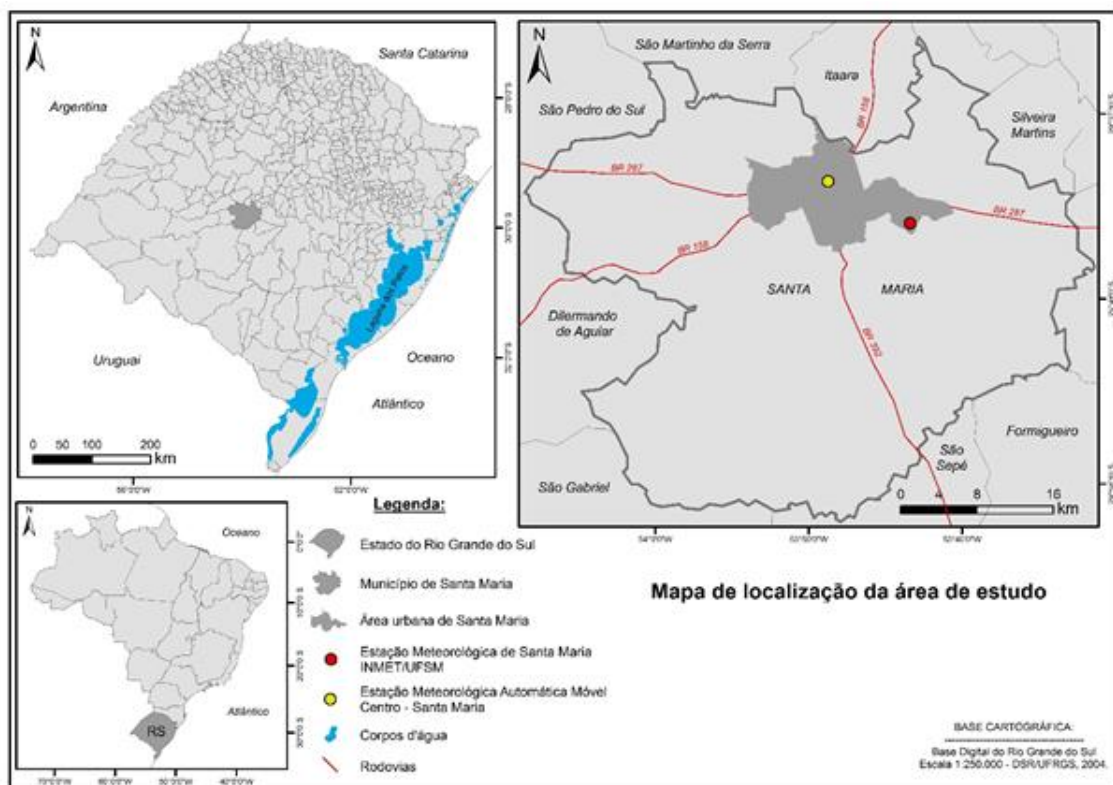


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

2. Materiais e Procedimentos

A coleta de dados de campo foi realizada nos períodos de 5 a 7 de agosto de 2015, 17 a 19 de janeiro de 2016 e de 6 a 8 de julho de 2016, no período das 09h00min às 17h00min. Os dados meteorológicos foram coletados por meio de uma Estação Meteorológica Automática Campbell CR100 (AWS) contendo os seguintes sensores: sensor de precipitação; de radiação global; de temperatura e umidade relativa; de velocidade e direção do vento; e termômetro de globo cinza. A estação foi posicionada em uma área pavimentada no centro de Santa Maria.

Foram entrevistadas apenas pessoas residentes em Santa Maria a mais de um ano, em função da história térmica e memória ambiental dos inqueridos, como foi observado por Nikolopoulou et al., (2001), totalizando 1720 entrevistas. Também foram limitadas as entrevistas a pessoas com área de corpo coberta entre 0,5 e 1,0 clo, o que corresponde, respectivamente, a um indivíduo de calça jeans e camiseta e um indivíduo de terno (ISO 9920, 2007) e com um padrão de atividade física de 300 W, uma vez que só foram selecionadas pessoas em movimento (caminhando) (ISO, 2004). Quanto ao questionário aplicado, foi utilizado o modelo estabelecido pela norma ISO 10551 (1995).

Por meio da correlação das variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura radiante média - TRM) e variáveis fisiológicas (índice de massa corporal - I.M.C.) observadas em campo com as respostas subjetivas dos entrevistados, um novo modelo empírico foi proposto. Para tanto, foram utilizados apenas os dados referentes aos dias de coleta nos meses de janeiro e julho de 2016, uma vez que os dados de agosto de 2015 foram utilizados posteriormente para a validação dos resultados do modelo.

Na obtenção dos dados de índice de massa corporal (I.M.C.), considerou-se o peso e a altura para classificar o baixo e o excesso de peso, além da obesidade dos adultos, a partir dos parâmetros indicados pela Organização Mundial da Saúde - OMS (World Health Organization, 2006). Este índice é definido como o peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros (kg.m^{-2}). A OMS subdivide o I.M.C. de um indivíduo de acordo com as seguintes classes:

- menor que 18,5 - abaixo do peso;
- entre 18,5 e 24,9 - peso normal;
- acima de 25 - acima do peso.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Para a formulação do modelo foram selecionados, 66% dos dados com a finalidade de obter o modelo linear pelo método dos mínimos quadrados e logística multivariada, a fim de compará-los. O restante dos dados, 34% foram utilizados para validação.

A correlação de Pearson de 98,9% entre os modelos de regressão logística e linear mostrou desnecessária a utilização de dois métodos diferentes, e, portanto, optou-se pelo modelo de regressão linear múltipla descrito pela seguinte expressão matemática:

Equação 1

$$Y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \dots + \alpha_n x_n + c$$

Em que: n é o número de termos da equação; α_n são os parâmetros (constantes) obtidos pela regressão; c é a constante que corresponde ao ponto onde a reta ajustada intercepta o eixo y; Y é a variável dependente; x_n são as variáveis independentes.

O que chamamos de Índice Empírico é a média das respostas observadas em campo para um dado valor das variáveis climáticas durante o intervalo de 20 minutos. Considerando que são possíveis apenas valores discretos de -3 a 3, de acordo com a escala da (Ansi/Ashrae, 2004), a média das respostas foi obtida a partir do cálculo da média de uma distribuição discreta aleatória.

Para a validação do modelo desenvolvido, foram utilizados 34% dos dados para a comparação entre este e os modelos já tradicionais na literatura, Physiologically Equivalent Temperature - PET (Höppe, 1999), Standard Effective Temperature - SET* (Pickup and De Dear, 2000) e Predicted Mean Vote - PMV (Fanger, 1970), os quais tiveram suas classes ajustadas por Gobo, Galvani e Wollmann, (2018) para a mesma condição climática em Santa Maria.

3. Resultados e Discussão

Ao buscar-se avaliar uma nova proposta de modelos empíricos analisaram-se as correlações entre as variáveis utilizadas e a preferência térmica dos indivíduos (Índice Empírico), bem como a distribuição das médias destes votos de preferência térmica dos entrevistados (Índice Empírico) dentro da escala de 7 pontos (ANSI/ASHRAE, 2004).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Durante a referida análise de correlação entre as variáveis, observou-se que a correlação da temperatura do ar com a umidade relativa apontou um R de -0,76 o que demonstra multicolinearidade entre os dois atributos climáticos, assim, em função da multicolinearidade observada, foi executada uma regressão substituindo a variável sob suspeita (UR) por outra que em tese não seria afetada (Umidade Absoluta- UA), porém, os resultados da regressão com a UA não demonstraram melhora estatística considerável, sendo que o nível de significância da UA (p-value 0,72) é inferior à UR (p-value 0,27).

Dessa forma, calculou-se o Fator de Inflação da Variância (VIF) para as variáveis previamente selecionadas. Como afirma Marquardt (1970), aquelas variáveis caracterizadas por valores de VIF maiores que 10 devem ser excluídas, no entanto, as variáveis colineares não acrescentam qualquer valor relevante ao modelo, não sendo verificados valores acima do limiar estabelecido por Marquardt (1970), logo, optou-se, por manter a umidade relativa na construção do modelo.

A seguir, nas Tabelas I, II e III apresentam-se os resultados das regressões lineares realizadas para os valores médios alcançados durante o verão, inverno e para o período completo (verão e inverno), respectivamente.

Tabela I – Análise estatística da constante, das quatro variáveis independentes e da variância para a regressão realizada para o verão (janeiro de 2016).

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor Estatístico t	Nível de significância p
Constante	-4,103611	1,912679	-2,145	0,0355
Tar	0,141870	0,050093	2,832	0,0061
UR	0,002138	0,009280	0,230	0,8185
I.M.C.	0,060335	0,029102	2,073	0,0420
TRM	0,001708	0,006119	0,279	0,7810
Erro padrão residual				0,3882
R - Múltiplo quadrado				0,6616
R - Quadrado ajustado				0,6414
F - Estatístico				32,75
Nível de Significância – p				3,987

Tabela II – Análise estatística da constante, das quatro variáveis independentes e da variância para a regressão realizada para o inverno (julho de 2016).

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor Estatístico t	Nível de Significância
Constante	-2,6442001	1,6867833	-1,568	0,12169
Tar	0,1438950	0,0522399	2,755	0,00756
UR	0,0109601	0,0102163	-1,073	0,28721
I.M.C.	0,0259737	0,0276817	0,938	0,35146
TRM	0,0004312	0,0019910	-0,217	0,82921



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Erro padrão residual	0,3711
R – Múltiplo Quadrado	0,729
R – Quadrado Ajustado	0,7128
F - Estatístico	45,06
Nível de Significância – p	< 2,2

Tabela III – Análise estatística da constante, das quatro variáveis independentes e da variância para a regressão realizada para o período completo (janeiro e julho de 2016).

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor Estatístico t	Nível de significância
Constante	-3,737138	0,674142	-5,544	1,44.10 ⁻⁰⁷
Tar	0,151633	0,006927	21,890	< 2.10 ⁻¹⁶
UR	-0,003338	0,003039	-1,098	0,27395
I.M.C.	0,052020	0,019910	2,613	0,00997
TRM	-0,002114	0,001599	-1,322	0,18834
Erro padrão residual				0,386
R – Múltiplo Quadrado				0,928
R – Quadrado Ajustado				0,925
F - Estatístico				447,6
Nível de Significância – p				< 2,2

O valor estatístico t testa a hipótese nula de que o coeficiente da variável independente seja igual a 0, ou seja, que ela não contribui para a predição da variável dependente. O valor de t é a razão entre o coeficiente de regressão e o seu erro padrão. Os valores de p apresentados referem-se à predição da variável dependente por combinação linear das variáveis independentes.

Verificam-se resultados próximos para as duas primeiras regressões (Tabela I e II), com a soma dos quadrados totais praticamente idêntica, em ambos os casos. Contudo, por meio do teste estatístico F, que considera a razão entre os quadrados médios, o valor não é tido como elevado, no entanto, indica que as variáveis em conjunto contribuem para a predição da variável independente.

Os resultados da regressão da Tabela III apresentou R múltiplo quadrado e R quadrado ajustado elevado com valores de 0,928 e 0,925, respectivamente. O teste estatístico F apresentou valor elevado de 447,6, o que confirma que as variáveis em conjunto contribuem para a predição da variável independente.

Assim, definiram-se as equações que consideram as quatro variáveis anteriormente apresentadas (Tar, UR, TRM e I.M.C.) correlacionadas para as situações de verão, inverno e para o período completo (verão e inverno), e o valor médio de percepção de sensação térmica verificado em cada uma delas:



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Equação 2

$$MOSV = 0,1419 \times Tar + 0,0021 \times UR + 0,0603 \times IMC_{m\u00e9dio} + 0,0017 \times TRM - 4,1036$$

Equação 3

$$MOSI = 0,1439 \times Tar - 0,0110 \times UR + 0,0260 \times IMC_{m\u00e9dio} - 0,0004 \times TRM - 2,6442$$

Equação 4

$$MBCMS = TAR * 0,1567 + UR * 0,0047 + IMC * 0,0522 - TRM * 0,0012 - 4,1516$$

Em que: MOSV = Modelo Subtropical de Verão; MOSI = Modelo Subtropical de Inverno; MBCMS = Modelo Bioclimático para Cidades Médias Subtropicais; Tar = temperatura do ar (°C); UR = umidade relativa do ar (%); I.M.C.média = índice de massa corporal médio dos entrevistados; TRM = temperatura radiante média (°C).

Os três modelos podem ser sucintamente definido como uma escala de sensação térmica baseada no voto médio dos indivíduos entrevistados, por meio da escala de 7 pontos (Tabela IV).

Tabela IV – Faixas interpretativas para os modelos MOSV, MOSI e MBCMS.

<= -3	Muito frio
-2,9 a -2	Frio
-1,9 a -1	Um pouco de frio
-0,9 a 0,9	Nem frio nem calor
1 a 1,9	Um pouco de calor
2 a 2,9	Calor
>= 3	Muito calor

Após a execução e o desenvolvimento dos modelos anteriormente apresentado, cabe abordar o processo de validação dos mesmos. Para tanto, foram utilizados dados obtidos por meio do primeiro trabalho de campo realizado em agosto de 2015. A correlação entre o MOSV, o MOSI e o MBCMS com as respostas de sensação térmica da população observadas em campo no período de agosto de 2015, estão descritas na Tabela V.

Dentre os índices de conforto térmico mais utilizados na literatura, quatro (PET, PMV, Universal Thermal Climate Index - UTCI, SET*) são amplamente utilizados em estudos de percepção



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

térmica ao ar livre (Potchter et al., 2018). Deste modo, realizou-se um teste de correlação entre as respostas de preferência térmica dos entrevistados (Índice Empírico) no período utilizado para a validação dos modelos (Agosto de 2015) e os modelos PET (Höppe, 1999), SET* e PMV calibrados por Gobo, Galvani e Wollmann (2018) para a Santa Maria. Os resultados também estão descritos na Tabela V.

Tabela V – Correlação entre os modelos MOSV, MOSI e MBCMS e os modelos PET, SET* e PMV em relação a preferência térmica dos entrevistados (Índice Empírico).

Correlação entre os modelos MOSV, MOSI e MBCMS com voto médio dos indivíduos entrevistados no período de Agosto de 2015

MOSV = 0,8305

MOSI = 0,8264

MBCMS = 0,8398

Correlação entre os modelos PET, SET* e PMV calibrados por Gobo, Galvani e Wollmann (2018) e voto médio dos indivíduos entrevistados no período de Agosto de 2015.

PET calibrado = 0,2352

SET* calibrado = 0,1478

PMV Calibrado = 0,3805

Observou-se uma eficiência baixa dos modelos PET, SET* e PMV, mesmo calibrados para o ambiente em questão, quando comparados aos modelos propostos. No entanto, é importante destacar que as correlações feitas entre os modelos PET, SET*, PMV e o Índice Empírico foram apenas para o período utilizado na validação dos modelos MOSV, MOSI e MBCMS, de agosto de 2015, diferentemente do período utilizado por Gobo, Galvani e Wollman (2018) na calibração dos referidos modelos, onde se utilizou toda a série de agosto de 2015, janeiro e julho de 2016.

4. Considerações Finais

A proposição de modelos empíricos sazonais de conforto térmico baseado em pesquisa de campo transversal é uma contribuição inédita para a bioclimatologia humana em cidades de médio porte da zona subtropical brasileira.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O Modelo Subtropical de verão (MOSV), o Modelo Subtropical de Inverno (MOSI) e o Modelo Bioclimático para Cidades Médias Subtropicais (MBCMS), propostos nesta pesquisa, apresentaram F-estatístico e R2 ajustado elevados, não revelando nenhum comportamento patológico que indicasse inapropriação dos modelos escolhidos.

A validação dos modelos confirmou o alto desempenho destes, bem como sua maior eficiência na área de estudo quando comparados aos demais índices comumente utilizados em estudos para espaços abertos na literatura.

Assim, como qualquer modelo estatístico, o MOSV e o MOSI possuem limitações e são válidos para ambientes característicos de sua formulação, a cidade de médio porte de Santa Maria-RS localizada sob influência de clima subtropical, sendo que para a sua utilização em um espectro ambiental mais amplo, recomenda-se a sua validação e, quando necessária, sua calibração.

5. Referências Bibliográficas

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., De Moraes Gonçalves, J.L., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Zeitschrift* 22, 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

Ansi/Ashrae, 2004. ANSI/ASHRAE 55:2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Ashrae. <https://doi.org/10.1007/s11926-011-0203-9>

Dubreui V.; K. P. Fante; O. Planchon; J. L. Sant'Anna Neto., 2018. Climate change evidence in Brazil from Köppen's climate annual types frequency. *Int. J. clim* 11, 1–12. <https://doi.org/10.1002/joc.5893>

Ervatti, L.R., Borges, G.M., Jardim, A. de P., 2015. Mudança Demográfica no Brasil no início do Século XXI. Subsidios para as Projeções da População, IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://doi.org/ISSN 0101-4234>

Fanger, P.O., 1970. Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering. Copenhagen Danish Tech. Press.

Farajzadeh, H., Saligheh, M., Alijani, B., Matzarakis, A., 2015. Comparison of selected thermal



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

indices in the northwest of Iran. *Nat. Environ. Chang.* 1, 1–20.

Gobo, J. P. A.; Galvani, E.; Wollmann, C.A., 2018. Subjective Human Perception of Open Urban Spaces in the Brazilian Subtropical Climate: A First Approach. *climate* 6, 1–12. <https://doi.org/10.3390/cli6020024>

Hong, B., Lin, B., 2015. Numerical studies of the outdoor wind environment and thermal comfort at pedestrian level in housing blocks with different building layout patterns and trees arrangement. *Renew. Energy* 73, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.05.060>

Höppe, P., 1999. The physiological equivalent temperature - A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int. J. Biometeorol.* 43, 71–75. <https://doi.org/10.1007/s004840050118>

IBGE, 2013. Censo 2010, Atlas censo demografico. <https://doi.org/ISSN 0101-4234>

ISO. International Organization for Standardization. ISO 10551. Ergonomics of the Thermal Environment – Assessment of the Influence of the Thermal Environment Using Subjective Judgement Scales. Geneva, 1995.

ISO, 2004. ISO 8996 Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate. Management. <https://doi.org/10.3403/03205220>

ISO 9920, 2007. Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. *Int. Organ. Stand.*

Lai, D., Guo, D., Hou, Y., Lin, C., Chen, Q., 2014. Studies of outdoor thermal comfort in northern China. *Build. Environ.* 77, 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.026>

Lin, T.P., De Dear, R., Hwang, R.L., 2011. Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. *Int. J. Climatol.* 31, 302–312. <https://doi.org/10.1002/joc.2120>

Marquardt, D.W., 1970. Generalized Inverses, Ridge Regression, Biased Linear Estimation, and Nonlinear Estimation. *Technometrics.* <https://doi.org/10.2307/1267205>

Nasir, R.A., Ahmad, S.S., Ahmed, A.Z., 2012. Psychological Adaptation of Outdoor Thermal Comfort in Shaded Green Spaces in Malaysia. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 68, 865–878.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.273>

Ng, E., Cheng, V., 2012. Urban human thermal comfort in hot and humid Hong Kong. *Energy Build.* 55, 51–65. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.025>

Nikolopoulou, M., Baker, N., Steemers, K., 2001. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Understanding the Human parameter. *Sol. Energy* 70, 227–235. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00093-1)

Pantavou, K., Lykoudis, S., Nikolopoulou, M., Tsiros, I.X., 2018. Thermal sensation and climate: a comparison of UTCI and PET thresholds in different climates. *Int. J. Biometeorol.* 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1569-4>

Pantavou, K., Theoharatos, G., Santamouris, M., Asimakopoulos, D., 2013. Outdoor thermal sensation of pedestrians in a Mediterranean climate and a comparison with UTCI. *Build. Environ.* 66, 82–95. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.02.014>

Pickup, J., De Dear, R., 2000. An outdoor thermal comfort index (OUT_SET*)-part I-the model and its assumptions., in: *In Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium. Selected Papers from the Conference ICB-ICUC.*

Potchter, O., Cohen, P., Lin, T.P., Matzarakis, A., 2018. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Sci. Total Environ.* 631–632, 390–406. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.276>

Sartori, M. G. B.; *O Vento Norte*. Santa Maria: Editora DR Publicidade, 2016. 256p.

Villadiego, K., Velay-Dabat, M.A., 2014. Outdoor thermal comfort in a hot and humid climate of Colombia: Afield study in Barranquilla. *Build. Environ.* 75, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.017>

Yang, W., Wong, N.H., Jusuf, S.K., 2013. Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. *Build. Environ.* 59, 426–435. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.09.008>