XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8924

Análise de sensação e prazer térmicos em caminhadas climáticas guiadas

Analysis of thermal sensation and pleasure in guided climate walks

Luísa Alcantara Rosa
UTFPR | Curitiba | Brasil | luisa.alcantara.rosa@gmail.com
Eduardo Krüger
UTFPR | Curitiba | Brasil | ekruger@professores.utfpr.edu.br

Resumo

O estudo envolve a realização de caminhadas guiadas com participantes desenvolvendo atividades metabólicas distintas (em movimento e em repouso), tendo como objetivo correlacionar os votos de sensação térmica e de prazer térmico percebidos pelos indivíduos. O percurso abrange seis pontos de parada para a coleta de respostas subjetivas, simultaneamente ao monitoramento térmico dinâmico. O trabalho de campo compreende vinte campanhas de monitoramento. Os resultados apontam que os erros de predição do índice térmico adotado (*Dynamic Thermal Sensation* - DTS, derivado dos dados do *Universal Thermal Index* – UTCI) apresentam variação quanto aos valores de FVC observados em cada ponto de coleta e segundo diferentes categorias de estresse térmico, considerando a atividade metabólica desenvolvida por cada grupo. Um percentual maior de desprazer térmico foi observado entre os participantes que realizaram o percurso em movimento, enquanto os indivíduos em repouso apresentaram maior prazer térmico ao longo do percurso. A categoria de sensação térmica "nem frio nem calor" apresenta os maiores percentuais em ambos os grupos, com percentual mais expressivo entre os participantes em repouso.

Palavras-chave: Aliestesia. Prazer térmico. Caminhada guiada. Fator de visão do céu. Índice UTCI.

Abstract

This study examines guided walks in which participants engage in distinct metabolic activities, specifically in motion and at rest, to correlate perceived thermal sensation with thermal pleasure ratings. The route comprises six stopping points for collecting subjective responses, conducted concurrently with dynamic thermal monitoring. The fieldwork consists of twenty monitoring campaigns. Results demonstrate that the prediction errors of the adopted thermal index, Dynamic Thermal Sensation (DTS), derived from Universal Thermal Climate Index (UTCI) data, vary according to the observed fractional vegetation cover (FVC) values at each collection point and across different categories of thermal stress, taking into account the metabolic activity of each group. A higher percentage of thermal displeasure was recorded among participants who completed the route in motion, whereas individuals at rest reported greater thermal pleasure throughout the route. The thermal sensation category "neither cold nor hot" accounted for the highest percentages in both groups, with a more pronounced percentage among participants at rest.

Keywords: Alliesthesia. Thermal pleasure. Guided walk. Sky view factor. UTCI index.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8924

INTRODUÇÃO

A sensação percebida como prazerosa ou desprazerosa, decorrente de resposta a um estímulo externo ao organismo do indivíduo, é o fenômeno denominado aliestesia, proposto por Cabanac [1] na década de 1970. No contexto do ambiente construído, o pesquisador Richard De Dear [2] propôs o uso do conceito de aliestesia, desenvolvendo diferentes estudos acerca dessa temática [3] [4] [5] [6].

Estudos [7] [8] apontam que o fenômeno da aliestesia influencia o conforto térmico em espaços abertos, sendo percebido quanto aos aspectos sazonal [9] [10] e temporal [7] [8]. Diferentes trabalhos [11] [12] [13] abordam a aliestesia no âmbito de pesquisas que envolvem a realização de trabalho de campo. O estudo [14] aponta para a escassez de pesquisas sobre essa temática no Brasil.

Em estudos de campo com caminhadas guiadas, fatores morfológicos podem interferir na sensação e no prazer térmicos. O fator de visão do céu (FVC), uma variável morfológica relevante, consiste em uma representação a partir de imagem, obtida com lente de olho de peixe, da exposição ao céu em contexto urbano [15]. Com o FVC, a geometria e a densidade construtiva de um local são observadas a partir da parcela visível do céu [16] [17], apresentando uma variação entre 0 e 1, em que 1 corresponde à visibilidade total do céu [15].

Dados microclimáticos coletados em espaços abertos podem ser melhor interpretados por meio de índices de conforto térmico. Um desses índices é o *Universal Thermal Climate Index* (UTCI) [18], desenvolvido para uso em ambientes externos e elaborado no âmbito da *International Society of Biometeorology* (ISB) [19]. O índice UTCI tem sido amplamente empregado em pesquisas sobre conforto térmico em áreas externas, sendo apropriado para esse fim.

Ao considerar a crise climática atual, a crescente urbanização, o adensamento das cidades e a possibilidade de novos surtos pandêmicos, a discussão a respeito da aliestesia mostra-se atual e necessária, podendo auxiliar na compreensão das relações existentes entre os indivíduos e as condições observadas nos espaços urbanos. Salientam-se aspectos distintos relacionados ao conforto térmico humano, com uma abordagem centrada no usuário do espaço aberto.

OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo correlacionar os votos de sensação e prazer térmicos reportados por participantes de caminhadas guiadas com dados coletados por meio de monitoramento ambiental dinâmico.

MÉTODO

Esta pesquisa envolve a realização de trabalho de campo e abrange o desenvolvimento de cinco etapas.

RECRUTAMENTO

Para a composição da amostra do estudo, a pesquisa foi apresentada a alunos de graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a fim de recrutar voluntários para participar das campanhas de monitoramento do estudo. A divulgação da pesquisa ocorreu em disciplinas de graduação, nas quais se coletaram dados biométricos dos discentes interessados, de forma a se compor pares de participantes, uma vez que o protocolo demandava que os participantes apresentassem Índice de Massa Corporal (IMC) semelhante, para uma avaliação pareada. O Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) da UTFPR aprovou a pesquisa, identificada pelo Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 87038325.5.0000.0177, número de protocolo 7.554.882.

O trabalho de campo abrangeu vinte campanhas de monitoramento, com uma amostra composta por 40 discentes voluntários. A tabela 1 apresenta as informações da amostra obtida.

Tabela 1: Dados da amostra.

Variável pessoal		N	%
Sexo biológico	Feminino	24	60
	Masculino	16	40
Idade	Até 25 anos	35	87,5
	Entre 25 e 64 anos	5	12,5
Massa Corporal	Abaixo do peso IMC<18,5	1	2,5
	Normal 18,5≤IMC<24,5	24	60
	Acima do peso 24,5≤IMC<30	14	35
	Obeso IMC>30	1	2,5
Isolamento térmico da vestimenta	Até 0,30	13	32,5
	Acima de 0,30 e até 0,60	23	57,5
	Acima de 0,60	4	10

Fonte: Autores.

PROTOCOLO

A pesquisa compreendeu a realização de um trajeto, em cada campanha, percorrido pelos participantes no perímetro do campus universitário. O circuito possibilita que os voluntários avaliem, de forma dinâmica, o microclima, em pontos pré-definidos. O trabalho de campo envolveu caminhadas guiadas de aproximadamente 850 metros de extensão, com seis pontos de parada e avaliação subjetiva, seguindo uma abordagem *stop-and-go*, sendo um desses pontos também o de retorno. Em cada ponto foram aplicados questionários de percepção térmica. O percurso compreendeu a participação simultânea de dois voluntários: um realizou o trajeto em movimento, enquanto o outro foi mantido em repouso, transportado por meio de um suporte móvel (cadeira de rodas adaptada, conduzida por uma pesquisadora). O estudo possibilitou, desta forma, que os indivíduos realizassem atividades físicas distintas, as quais alteraram seu metabolismo e influenciaram suas percepções. No decorrer do trajeto, foram registrados dados climáticos e variáveis fisiológicas por meio de equipamentos adequados a essas finalidades. Nos dias de realização do trabalho de

campo, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi apresentado e assinado pelos voluntários, após isso, ocorreu a paramentação dos indivíduos com os equipamentos para coleta de dados fisiológicos. Em seguida, por um período de 15 minutos, os participantes permaneceram em sala de aula com ar condicionado acionado (ambiente termicamente neutro, com temperatura de *setpoint* ajustada para 24°C).

INSTRUMENTAÇÃO E QUESTIONÁRIO

A instrumentação utilizada na pesquisa compreendeu o equipamento de registro das variáveis climáticas, denominado *Portable Low-cost Environmental Monitoring System* (Sistema de Monitoramento Ambiental de Baixo Custo - PLEMS) (Figura 1), as fitas cardíacas Polar H10 e os *dataloggers i-buttons* DS1921H, utilizados para o monitoramento da frequência cardíaca e da temperatura de pele dos participantes, respectivamente, além do suporte móvel empregado para conduzir o voluntário em repouso.

O instrumento PLEMS, do tipo mochila, compreende um microcontrolador de baixo custo com diversos sensores acoplados, que medem temperatura do ar, temperatura do globo, umidade relativa, velocidade do ar, níveis de ruído, concentração de dióxido de carbono (CO_2) e iluminância. Salienta-se que o registro das variáveis climáticas foi realizado a cada minuto. O estudo [20] apresenta a descrição e composição do instrumento PLEMS.

A frequência cardíaca de cada participante foi monitorada a cada segundo ao longo do trabalho de campo, a fim de identificar as variações decorrentes das diferenças na atividade física desempenhada por cada um. A fita Polar H10 foi utilizada para o registro dos batimentos cardíacos, dotada de um sensor que realiza a leitura do eletrocardiograma e o monitoramento da frequência cardíaca do indivíduo. Os dados registrados ao longo do trajeto foram salvos pelo aplicativo *Polar Beat*.

As informações de temperatura de pele dos participantes, cujos valores foram salvos a cada minuto durante o trabalho de campo, foram coletadas por meio dos *i-buttons* DS1921H. Posteriormente, tais dados foram corrigidos conforme uma pré-calibração.

O suporte móvel adaptado (Figura 1) consiste em uma cadeira de rodas adequada ao espaço externo, na qual o tecido original foi substituído por um tecido permeável, a fim de evitar um aumento significativo no isolamento térmico do participante. A troca do tecido permite reduzir a resistência ao vento e a transmissão de calor do suporte para o usuário. O suporte móvel adaptado permitiu que os participantes da pesquisa em modo “repouso” mantivessem uma taxa metabólica distinta da dos participantes em modo “movimento” durante a realização do percurso.

Figura 1: PLEMS (esquerda), suporte móvel adaptado (direita).



Fonte: Autores.

As normas [21], [22], [23], [24] e o artigo de Johansson [25] foram considerados na elaboração dos questionários aplicados aos participantes da pesquisa. Aspectos como sensação e prazer térmicos dos participantes foram avaliados nos questionários, em cada ponto de coleta de dados. As perguntas e as alternativas de resposta para cada questão são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Questões sobre sensação térmica e prazer térmico.

Neste local, neste momento, como você está se sentindo?						
-3	-2	-1	0	1	2	3
Com muito frio	Com frio	Com pouco frio	Nem frio nem calor	Com pouco calor	Com calor	Com muito calor
As condições térmicas oferecem a você:						
-3	-2	-1	0	1	2	3
Muito desprazer	Desprazer	Pouco desprazer	Indiferente	Pouco prazer	Prazer	Muito prazer

Fonte: Autores.

CLIMA LOCAL

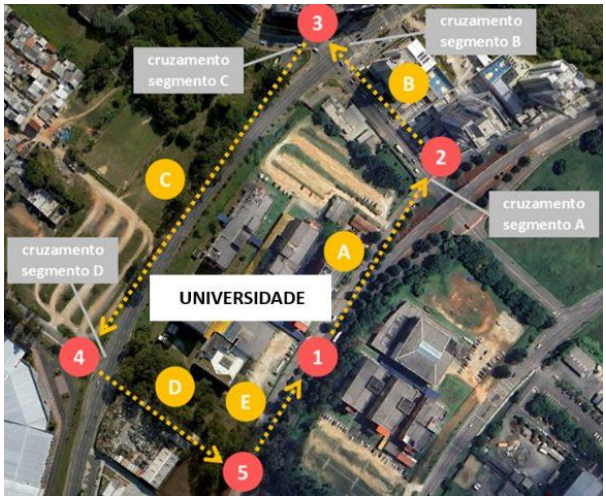
A localidade de realização do estudo é Curitiba, situada nas coordenadas 25°25’48” S e 49°16’15” O, caracterizada por clima Cfb, conforme classificação Köppen-Geiger [26] e situada na zona bioclimática 1M, denominada muito fria com inverno moderado [27]. As normais climatológicas 1991-2020 [28] apontam temperaturas máxima, média e mínima, respectivamente, de 23,8°C, 18,5°C e 13,8°C, sendo 80% de umidade média, precipitação acumulada de 1630 mm e 1862 horas de insolação total. O município está situado à altitude de 945 m ANM.

TRAJETO, PONTOS DE COLETA E FATOR DE VISÃO DO CÉU

O trajeto (Figura 2) percorrido no trabalho de campo abrange o entorno do campus universitário, com aproximadamente 850 metros. Seis pontos de coleta de dados compõem o percurso, com permanência de cerca de 3 minutos em cada local para que os participantes respondessem ao questionário. Salienta-se que são seis pontos de

parada, sendo cinco locais distintos, o percurso tem início no ponto 1, término no ponto 5 e retorno ao ponto 1 (denominado como ponto 6).

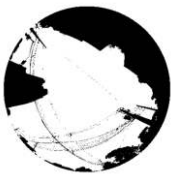
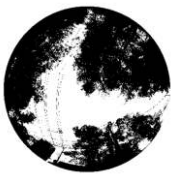
Figura 2: Percurso e pontos de coleta de dados.



Fonte: Autores.

Os locais de coleta de dados apresentam diferenças entre si quanto à presença de vegetação, altura das edificações, pavimentação, distância, fator de visão do céu, entre outros fatores que interferem na percepção individual. A determinação dos valores de FVC para cada local foi realizada a partir da análise de imagem gerada com lente olho de peixe e com o auxílio do software *Rayman* [29]. Os valores de FVC verificados apresentam variação entre 0,698 e 0,902, que correspondem, respectivamente, aos pontos 5 e 4. A Tabela 3 apresenta as imagens e os valores de FVC para cada ponto.

Tabela 3: Pontos de análise e FVC.

				
Ponto 1 e 6	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
FVC = 0,757	FVC = 0,816	FVC = 0,826	FVC = 0,902	FVC = 0,698

Fonte: Autores.

Utilizaram-se o índice térmico UTCI e sua derivação, *Dynamic Thermal Sensation* (DTS) [30], que transforma dados de UTCI, representados em termos de temperatura equivalente, em votos estimados de sensação térmica, segundo a mesma escala adotada pela ISO 10551 [24], de modo a contrastar as respostas de sensação térmica dos participantes em cada ponto de parada. Assim, as análises foram realizadas considerando o erro de predição do DTS (diferença entre o valor predito pelo DTS e a resposta subjetiva, no caso, a sensação térmica), por modo de atividade metabólica, para variações de ponto e de categorias de estresse térmico do UTCI. Complementarmente, analisaram-se os percentuais de sensação e de prazer térmicos, com base em respostas subjetivas.

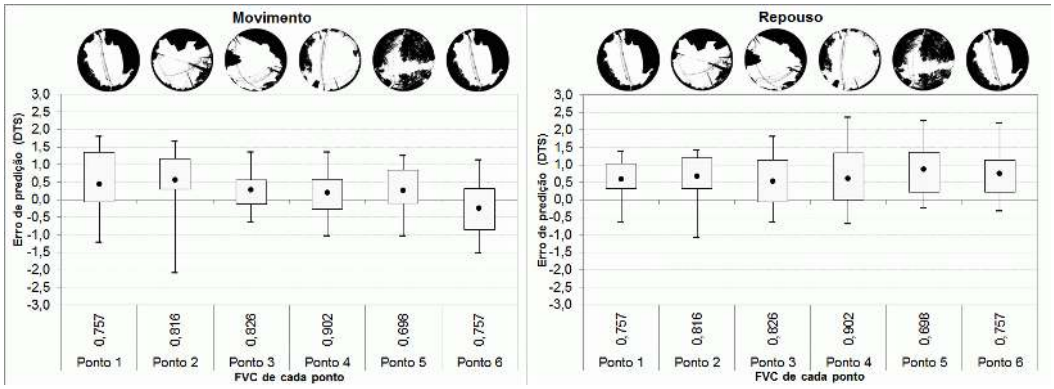
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8924

RESULTADOS

CORRELAÇÃO ENTRE ERRO DE PREDIÇÃO E FATOR DE VISÃO DO CÉU POR PONTO

Os resultados do erro de predição (DTS) observados para cada ponto de análise, considerando a atividade metabólica de cada grupo (movimento e repouso), são apresentados na Figura 3, na qual os resultados estão ordenados pelo percurso sequencial (do Ponto 1 ao Ponto 6). Para os participantes em movimento, a maior amplitude foi observada no ponto 2, enquanto, para os participantes em repouso, a maior amplitude foi observada no ponto 4, que apresenta o maior valor de FVC.

Figura 3: Erros do índice DTS para cada ponto de análise: participantes em movimento (à esquerda) e em repouso (à direita).



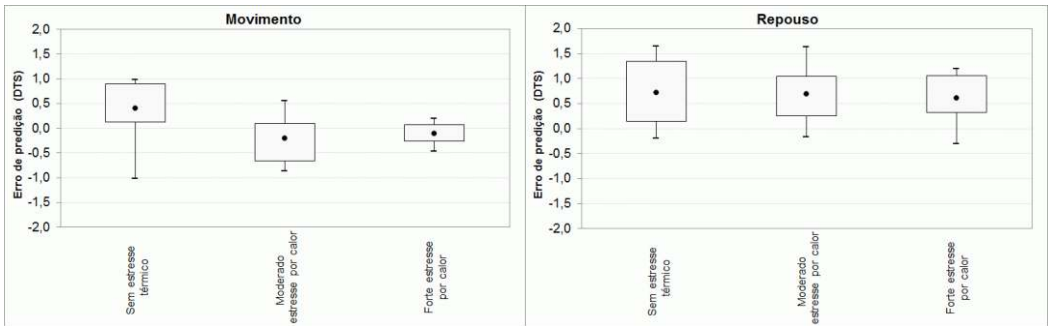
FONTE: AUTORES.

Os valores de erro de DTS verificados nos pontos 1 e 6, situados no mesmo local, apresentam amplitudes similares, com variação em relação aos limites superior e inferior, sendo esta situação observada para ambos os grupos.

CORRELAÇÃO ENTRE ERRO DE PREDIÇÃO E CATEGORIAS DE ESTRESSE TÉRMICO

Os resultados do erro de DTS e as categorias de estresse térmico para os dados de UTCI registrados são apresentados na Figura 4 para os grupos de movimento e repouso. Os dados de UTCI obtidos nos trabalhos de campo compreendem três categorias de estresse térmico: “sem estresse térmico”, “moderado estresse por calor” e “forte estresse por calor”.

Figura 4: Erros do índice DTS e categorias de estresse térmico – participantes em movimento (à esquerda) e em repouso (à direita).



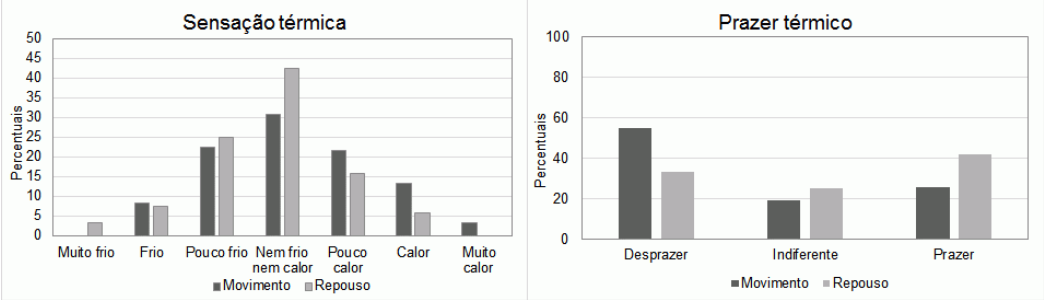
Fonte: Autores.

Para os participantes em movimento, a categoria “sem estresse térmico” apresenta a maior amplitude, enquanto a menor é a de “forte estresse por calor”. Observa-se que os erros de predição do DTS estão mais próximos de zero na categoria “forte estresse por calor”. Os erros de DTS para o grupo em repouso indicam que as três categorias apresentam amplitudes semelhantes, com dispersão distinta em cada uma delas. Nota-se que os valores de erro do DTS são, em sua maioria, positivos, ou seja, há uma superestimação da sensação térmica pelo índice DTS, enquanto, no caso dos participantes em movimento, a elevada taxa metabólica acarreta erros de predição próximos de zero. Isso demonstra a aplicabilidade do índice UTCI, que adota como condição de referência uma pessoa em atividade de caminhada (4 km/h) [31].

PERCENTUAIS DE SENSAÇÃO E PRAZER TÉRMICOS

Os resultados relativos às questões de sensação térmica e prazer térmico são apresentados na Figura 5. Salienta-se que os votos relativos ao prazer térmico (aliestesia) foram agrupados em Prazer e em Desprazer.

Figura 5: Percentuais observados para sensação térmica (à esquerda) e prazer térmico (à direita).



Fonte: Autores.

Os resultados da sensação térmica indicam que a categoria “nem frio nem calor” apresenta o maior percentual de respostas entre os dois grupos (movimento e repouso). Observa-se, entre os participantes em repouso, que mais de 40% relatam estar sem frio nem calor. Entre os participantes em movimento, observa-se uma distribuição semelhante de percentuais nas categorias “pouco frio” e “pouco calor”. Nesse caso, observa-se um percentual maior nas categorias de calor do que o dos participantes em repouso, novamente devido à sua atividade física.

As respostas sobre o prazer térmico indicam que cerca de 60% dos participantes em movimento estavam em desprazer térmico, enquanto 40% dos voluntários em repouso apresentaram prazer térmico. Desta forma, verificou-se que os caminhantes, em função do dispêndio energético e da produção de calor decorrente da atividade metabólica, acabaram por sentir menos prazer térmico ao longo dos pontos do que os participantes em repouso.

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a atividade metabólica interfere nas respostas subjetivas dos participantes, o que se observa tanto nos pontos de coleta de dados quanto nas

categorias de estresse térmico. Nota-se que os participantes em movimento apresentam maior desprazer térmico, enquanto os indivíduos em repouso demonstram maior percentual de prazer térmico.

Os resultados mostraram um desempenho superior do índice DTS para os caminhantes, o que se alinha às condições de referência do UTCI, do qual o DTS deriva. A percepção subjetiva em cada ponto foi afetada pela condição metabólica, o que pode ser um aspecto relevante a considerar em caminhadas guiadas com equipamento portátil. Em relação ao FVC, particularmente quanto aos pontos inicial e final, que são os mesmos, o erro de predição do DTS mostrou, para os caminhantes, uma superestimação no início da caminhada, que se tornou, ao final, uma subestimação da sensação térmica. Ou seja, a tolerância térmica inicial dos caminhantes se alterou ao final do trajeto, com os participantes se sentindo levemente mais quentes do que o previsto pelo DTS.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não fizeram uso de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] CABANAC, M.; Physiological Role of Pleasure: A stimulus can feel pleasant or unpleasant depending upon its usefulness as determined by internal signals. **Science**, v. 173, n. 4002, p. 1103-1107, 1971.

[2] DE DEAR, R. Revisiting an old hypothesis of human thermal perception: alliesthesia. **Building Research & Information**, v. 39, n. 2, p. 108-117, 2011.

[3] PARKINSON, T.; DE DEAR, R. Thermal pleasure in built environments: physiology of alliesthesia. **Building Research & Information**, v. 43, n. 3, p. 288-301, 2015.

[4] PARKINSON, T.; DE DEAR, R. Thermal pleasure in built environments: spatial alliesthesia from contact heating. **Building Research & Information**, v. 44, n. 3, p. 248-262, 2016.

[5] DE DEAR, R. et al. Study of thermal satisfaction in an Australian education precinct. **Architectural Science Review**, [*S. l.*], v. 63, n. 3-4, p. 312-323, 2020.

[6] PARKINSON, Thomas; DE DEAR, Richard; Thermal pleasure in built environments: spatial alliesthesia from air movement. **Building Research & Information**, [s. l.], v. 45, n. 8, p. 920-935, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1299517.

[7] LAI, D. et al.; A comprehensive review of thermal comfort studies in urban open spaces. **Science of the Total Environment**, v. 742, p. 140092, 2020.

[8] LAI, D.; ZHOU, X.; CHEN, Q.; Modelling dynamic thermal sensation of human subjects in outdoor environments. **Energy and Buildings**, v. 149, p. 16-25, 2017.

[9] JOHANSSON, E. et al. Outdoor thermal comfort in public space in warm-humid Guayaquil, Ecuador. **International journal of biometeorology**, v. 62, p. 387-399, 2018.

[10] YAO, J. et al. The effect of personal and microclimatic variables on outdoor thermal comfort: A field study in a cold season in Lujiazui CBD, Shanghai. **Sustainable Cities and Society**, v. 39, p. 181-188, 2018.

[11] LI, Y.; LI, Z.; REN, C. Diversity of summertime thermal and environmental perceptions in residential public spaces: a walking-based assessment in Hong Kong's public housing estates. *Building and Environment*, v. 271, 112594, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112594.

[12] LYU, K.; BRAMBILLA, A.; GLOBA, A.; DE DEAR, R. A socio-cultural perspective to semi-outdoor thermal experience and restorative benefits: comparison between Chinese and Australian cultural groups. *Building and Environment*, v. 230, 109951, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109951.

[13] LIU, S.; NAZARIAN, N.; HART, M. A.; NIU, J.; XIE, Y.; DE DEAR, R. Dynamic thermal pleasure in outdoor environments: temporal alliesthesia. *Building and Environment*, v. 190, 107571, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107571.

[14] ALCANTARA, L.; KRÜGER, E. Panorama internacional da aliestesia no contexto do conforto térmico humano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–12. DOI: 10.46421/entac.v20i1.6208.

[15] MINELLA, F. C. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Influência do fator de visão do céu no conforto térmico em duas situações urbanas distintas. In: X ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2009, Natal - RN. Anais [...] Natal: ANTAC, 2009.

[16] THEEUWES, N. E.; STEENEVELD, G. J.; RONDA, R. J.; HOLTSLAG, A. A. M. A diagnostic equation for the daily maximum urban heat island effect for cities in northwestern Europe. International Journal of Climatology, v. 37, n. 1, p. 443-454, 2017.

[17] MIDDEL, A.; LUKASCZYK, J.; MACIEJEWSKI, R.; DEMUZERE, M.; ROTH, M. Sky View Factor footprints for urban climate modeling. Urban climate, v. 25, p. 120-134, 2018.

[18] MCGREGOR, G. R. Universal Thermal Climate Index (UTCI). **International Journal of Biometeorology**, v. 56, n. 3, p. 419-419, 2012.

[19] ISB. INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMETEOROLOGY. **Commission 6 for the Development of a "Universal Thermal Climate Index" (UTCI)**. Report for 2003. Genebra: ISB Commission 6, 2003.

[20] KRÜGER E. et al. Desenvolvimento de estação microclimática baseada em microcontroladores e sensores de baixo custo. In: ENTAC, 20., 2024. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–15. DOI: 10.46421/entac.v20i1.5845.

[21] ISO. International Organization for Standardization. **ISO 8996**. Ergonomics of the thermal environments – Determination of thermal metabolic rate. Genève: ISO, 2004.

[22] ISO. 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.

[23] ISO. 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.

[24] ISO. 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.

[25] 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.

[26] KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. **Handbuch der klimatologie**, 1936.

[27] MACHADO, Rayner Maurício e Silva. **Zoneamento bioclimático brasileiro**. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, 2025. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/zoneamento>. Acesso em: 03 de agosto de 2026.

[28] INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas 2010-2021**. Cidade de Curitiba. INMET, BRASIL, 2025. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais. Acesso em: 30 de janeiro, 2025.

[29] 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.

[30] FIALA, D. Dynamic simulation of human heat transfer and thermal comfort (Ph. D. Thesis), De Montfort University, UK, 1998.

[31] BLAZEJCZYK, K.; JENDRITZKY, G.; BROEDE,P.; FIALA, D.; HAVENITH, G.; EPSTEIN, Y; PSIKUTA, A.; KAMPMANN, B. An Introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI). Geographia Polonica, v. 86, n. 1, p. 5-10, 2013.