

CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS ABERTOS: O ESTADO DA ARTE DO *Universal Thermal Climate Index* - UTCI NO BRASIL¹

HIRASHIMA, S. Q da S., Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET.MG), email: simoneqsh@civil.cefetmg.br; SILVA, T.J.V., Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET.MG), email: vieira.thiago@gmail.com

ABSTRACT

Urban climate studies have been increasingly considered for urban planning decisions, mainly in large metropolises. For this purpose, the evaluation of the thermophysiological effects of the microclimatic conditions on the human beings is one of the key issues. There are several important aspects to be taken into account for the definition of thermal comfort conditions outdoors. Microclimatic and individual parameters, among others, are relevant, and thermal indices are used for representing their integrated effect. Currently, the Universal Thermal Climate Index (UTCI) has been regarded as one of the most suitable tools for this goal. In this context, the authors aimed to identify the state of the art of UTCI studies in Brazil, since it was internationally launched in 2001. The method adopted encompassed a Proknow-C's Bibliometric Investigation and an Analysis Process. The results show that, up to now, there are few studies on this subject in the Brazilian context, and that very few researchers have worked with this thematic. The studies themes were categorized and presented. The authors concluded that, although incipient in Brazil, studies on the UTCI index have wide application as subsidies for urban design and, consequently, large potential for contributing to better climatic conditions in cities.

Keywords: Urban Climate. Thermal Comfort Index. Universal Thermal Climate Index. UTCI.

1 INTRODUÇÃO

As condicionantes microclimáticas podem qualificar a atratividade dos espaços abertos e sua utilização (NIKOLOPOULOU; LYKOUDIS, 2006), uma vez que o ambiente térmico relacionado aos diversos microclimas dos espaços urbanos expõe seus usuários a diferentes percepções de conforto.

A fim de quantificar as sensações térmicas, são usados índices de conforto térmico, os quais representam o efeito integrado de variáveis microclimáticas e individuais. Dentre os índices existentes atualmente, há o *Universal Thermal Climate Index* (UTCI). Os estudos sobre esse índice se iniciaram com a implementação da *Comission 6 da Internacional Society Biometerology (ISB)*, em 2001, e prosseguiram com a *COST Action 730 on UTCI*, ocorrida em 2004. Em 2009, o índice *UTCI* foi apresentado em um simpósio que aconteceu em Genebra, Suíça (JENDRITZKY *et al.*, 2008). Atualmente o UTCI tem sido amplamente adotado por pesquisadores com foco em conforto térmico em contexto urbano.

O objetivo deste estudo é identificar o estado da arte do *UTCI* no Brasil por meio do Processo de Investigação e Análise Bibliométrica do *Proknow-C*; desenvolvido em 2005 pelo Laboratório de Metodologia Multicritério de

¹ HIRASHIMA, S. Q da S. Conforto térmico em espaços abertos: o estado da arte do *Universal Thermal Climate Index* - UTCI no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

Apoio à Decisão (LabMCDA), do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

2 MÉTODO

Para Silva e Menezes (2005) a pesquisa científica pode ser classificada mediante a sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos. Isto posto, este estudo define-se como uma pesquisa de natureza aplicada, abordagem qualitativa, objetivo exploratório e procedimento de pesquisa bibliográfica, mais especificamente uma análise bibliométrica.

O rigor sistemático, reflexivo e crítico valida-se pela adoção do instrumento de intervenção *Knowledge Development Process - Constructivist (ProKnow-C)*, que assiste o pesquisador na seleção estruturada de pesquisas relevantes e justificadas, objetivando a identificação de oportunidades de pesquisa.

O instrumento utilizado abarcou 4 etapas (Figura 1): seleção Portifólio Bibliográfico (PB); Análise Bibliométrica (AB); Análise Sistêmica (AS) e definição de Pergunta de Pesquisa (PP) (ENSSLIN *et al.*, 2013).

Figura 1 – Enquadramento Metodológico e sistematização dos procedimentos bibliográficos adotados



Fonte: os autores.

Este estudo cumpre todas as fases explicitadas anteriormente tendo como tema de pesquisa o *Universal Thermal Climate Index (UTCI)* no Brasil. A pesquisa foi realizada no 1º semestre de 2018.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados vinculam-se às etapas do *Proknow-C* que subsidiaram os procedimentos bibliométricos adotados.

3.1 Seleção do Portfólio Bibliográfico (PB)

ENSSLIN *et al.*, (2013) ressaltam que o portfólio bibliográfico permite a reunião de um conjunto de artigos relacionados com o tema de pesquisa, alinhados às delimitações expostas pelo pesquisador. Define-se basicamente em 03 passos sequenciais: determinação do Banco Bruto de Artigos, Filtro dos Artigos e Teste de Representatividade dos artigos selecionados. Como resultado desta etapa, institui-se o Portfólio Bibliográfico (PB).

3.1.1 Determinação do banco bruto de artigos

Definido o tema principal do estudo: o estado-da-arte do UTCI no Brasil, foram estabelecidos os seguintes eixos de pesquisa, determinados pela percepção individualizada do pesquisador mediante a temática (FIGUEIREDO *et al.*, 2017): clima urbano, Índices de conforto térmico e conforto térmico em espaços abertos.

Ensslin *et al.*, (2013) e Figueiredo *et al.* (2017) mencionam que, para a definição do banco bruto de artigos, as etapas seguintes devem ser seguidas: (a) definição das palavras-chave (foram utilizadas “*UTCI*” e “*Universal Thermal Climate Index*”); (b) definição da base de dados (foram selecionadas 03 bases de dados: SCOPUS (Elsevier), base de dados internacional multidisciplinar, Compendex (Engineering Village), base de dados internacional referencial e SciELO.ORG, base de dados nacional); (c) busca pelos artigos nas bases de dados com as palavras-chave definidas; e, (d) realização de teste de aderência das palavras-chave.

Como resultados da busca pelos artigos, a base de dados da SCOPUS (Elsevier), a qual limitou-se a “*article*” de pesquisas no Brasil, alcançou um resultado bruto de 10 artigos.

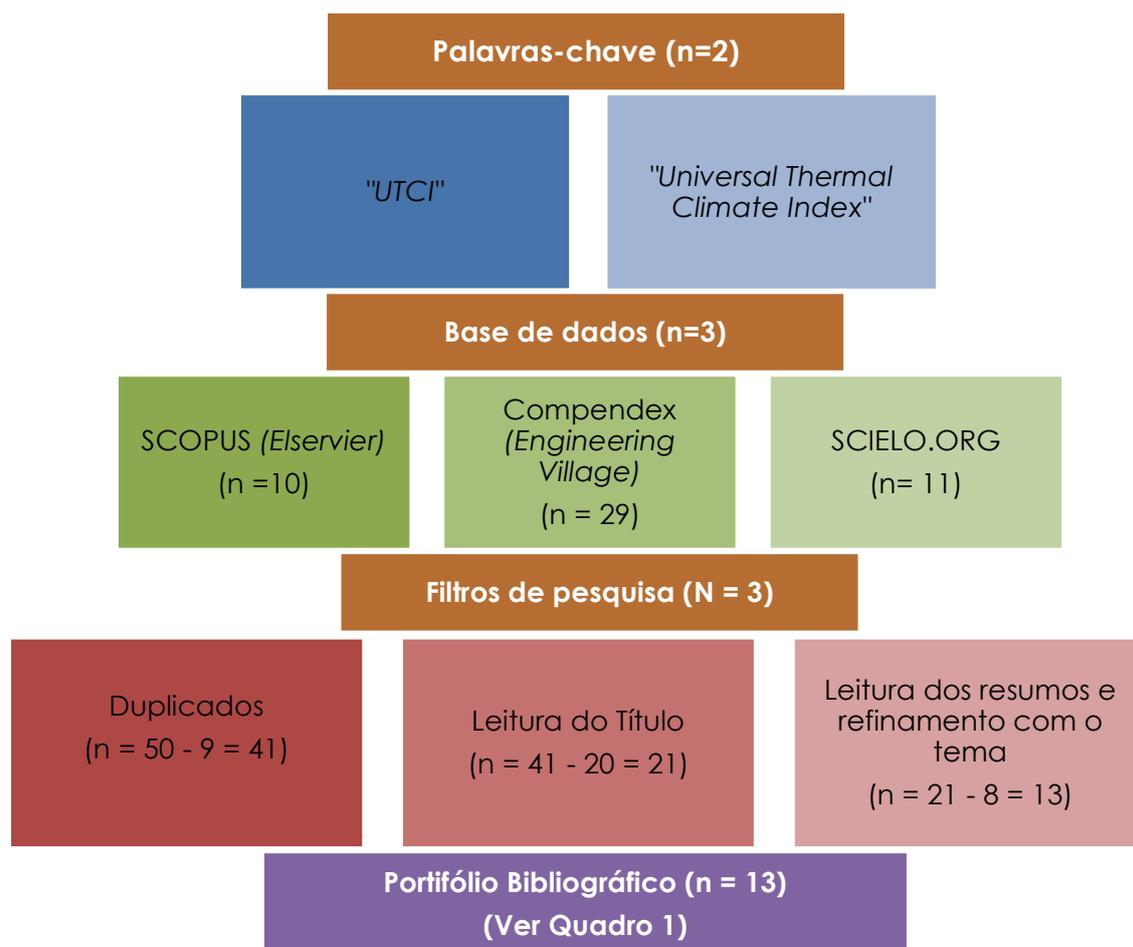
Já a Compendex (*Engineering Village*) limitou-se à “*journal articles*” com pesquisas no Brasil, totalizando um banco de artigos de 29 títulos.

A base de dados nacional SCIELO.ORG, com os filtros “artigos” e “Brasil”, trouxe 06 resultados para “*UTCI*” e 05 resultados para “*Universal Thermal Climate Index*”. Então, como banco de artigos bruto foram encontrados um total de 50 títulos.

3.1.2 Filtro dos artigos

Após a verificação dos artigos duplicados, por estarem indexados em mais de uma base, o número de artigos do banco de dados bruto reduziu para 41. A leitura dos títulos e verificação de alinhamento aos eixos temáticos de pesquisa induziu à exclusão de 20 títulos, compactando o banco de artigos brutos para 21. Os 21 artigos tiveram o seu resumo lido e refinado de acordo com o tema principal do presente estudo. Restaram 13 títulos (Figura 2).

Figura 2 – Determinação do Banco Bruto e Filtragem dos Artigos



Fonte: os autores.

3.1.3 Teste de representatividade dos artigos

A representatividade dos artigos foi balizada pelo número de citações de cada título, verificados no *Google Scholar* (Quadro 1):

Quadro 1 – Portfólio Bibliográfico ordenado por representatividade de citações

N	AUTORES	REPRESENTATIVIDADE POR Nº DE CITAÇÕES	ANO
1	BRÖDE, Peter; KRÜGER, Eduardo L.; ROSSI, Francine A.; FIALA, Dusan.	119	2012
2	BRÖDE, Peter; KRÜGER, Eduardo L.; FIALA, Dusan.	29	2013

3	ROSSI, Francine Aídie; KRÜGER, Eduardo Leite; BRÖDE, Peter.	21	2012
4	KRÜGER, E.; DRACH, P.; BRODE, P.	9	2017
5	KRUGER, Eduardo L.; DRACH, Patricia.	7	2017
6	KRÜGER, E.; DRACH, P.; BRÖDE, P.	5	2015
7	KRUGER, Eduardo; BRODE, Peter; EMMANUEL, Rohinton; FIALA, Dusan.	4	2012
8	KRÜGER, Eduardo Leite; DRACH, Patricia Regina Chaves.	3	2016
9	KRÜGER, E.	1	2017
10	KRÜGER, Eduardo; DRACH, Patricia.	0	2017a
11	KRÜGER, Eduardo Leite; DRACH, Patricia Regina Chaves.	0	2017b
12	MINELLA, Flavia Cristina Osaku; KRÜGER, Eduardo Leite.	0	2017
13	Martini, A.; Biondi, D.; Batista, A. C.; Zamproni, K.; Viezzer, J.; Grise, M. M.; Lima Neto, E. M.	0	2014

Fonte: os autores.

O artigo mais citado, 119 vezes, foi o trabalho intitulado “*Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI - a case study in Southern Brazil*”, de autoria de BRÖDE, Peter; KRÜGER, Eduardo L.; ROSSI, Francine A.; FIALA, Dusan. Veiculado no *International Journal of biometeorology*, no ano de 2012.

Ressalta-se o caráter recente e crescente da produção. A primeira publicação levantada data o ano de 2012 e, somente no ano de 2017, sete artigos foram publicados.

3.2 Análise Bibliométrica (AB)

A análise bibliométrica é fundamental para a validação do portfólio bibliográfico, representando uma sistematização quantitativa da relevância dos artigos, de seus autores e dos periódicos de indexação (ENSSLIN *et al.*, 2013).

3.2.1 Avaliação Qualis CAPES e Índice h5 (Google Scholar) dos periódicos de Indexação dos artigos do PB

O Quadro 2 apresenta a análise Bibliométrica do Portfólio Bibliográfico (PB) pela Classificação Qualis CAPES (área Engenharias – Subárea Engenharias 1), que avalia a produção científica dos programas de pós-graduação e o Índice H5 - *Google Scholar* relacionado ao número de publicações e citações dos últimos cinco anos.

Quadro 2 – Avaliação dos Periódicos de veiculação dos artigos.

PERIÓDICO / CONFERÊNCIA	QUALIS	Índice H5
<i>International Journal of biometeorology</i>	B1	38
<i>Building and Environment</i>	A1	68
<i>Geographia Polonica</i>	-	63
<i>Urban Climate</i>	B1	25
Ambiente Construído	B1	4
Floresta	-	9
Revista Brasileira de Gestão Urbana	B3	7
Windsor Conference	-	-
INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE (PLEA).	-	-

Fonte: os autores.

O periódico mais bem-conceituado, tanto na Qualis CAPES (A1) quanto no índice h5 (68) é o *Building and Environment*. Sobre os periódicos nacionais, a classificação é muito inferior aos internacionais, sendo a Revista Brasileira de Gestão Urbana a mais bem conceituada (A1 e 21). Sobre as conferências, estas não possuem este tipo classificação.

No que tange os autores com maior produção científica, Krüger, E. L. destaca-se por ser autor ou coautor de 12 dos 13 artigos do Portfólio Bibliográfico; sequencialmente, Bröde, P. e Drach. P. R. C., com 6 trabalhos; Fiala, D. com 3 publicações; Rossi, F. A. com 2 pesquisas; e demais autores com uma publicação cada. (Quadro 3).

Quadro 3 – Produção Científica dos 19 autores do PB.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
AUTORES	Krüger, E. L.	Bröde, P.	Drach. P. R. C.	Fiala, D.	Rossi, F. A.	Matzarakis, A.	Minella, F. O.	Tamura, C. W., A.	Monteiro, L. M..	Alucci, M. P.	Rohinton, E..	Minella, F. C. O.:	Martini, A.	Biondi, D.	Batista, A.	Zamproni, K.	Viezer, J.	Grise, M.	Neto E.
n - CITAÇÕES	12	6	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: os autores.

3.3 Análise Sistêmica (AS)

A Análise Sistêmica objetiva avaliar de maneira individualizada os artigos do PB sob a ótica de lentes de pesquisa determinadas pelo pesquisador. Divide-se em 02 fases: definição das lentes de pesquisa; e análise do conteúdo dos artigos do PB (ENSSLIN *et al.*, 2013).

3.3.1 Definição das lentes de pesquisa

Foram definidas 03 lentes de pesquisa: método, calibração e comparação com os respectivos objetivos descritos no Quadro 4:

Quadro 4 – Análise Sistêmica – Lentes de pesquisa

LENTE		OBJETIVO
L1	MÉTODO	Descrição do UTCI e avaliação de aspectos específicos relacionados ao conforto térmico mensurado pelo UTCI.
L2	CALIBRAÇÃO	Variáveis, instrumentação e parâmetros estatísticos considerados para a calibração do UTCI.
L3	COMPARAÇÃO	Comparação dos resultados obtidos com o UTCI e outros índices de conforto térmico ou comparação entre diferentes sítios urbanos considerados os valores do UTCI.

Fonte: os autores.

3.3.2 Análise do conteúdo dos artigos

Seguindo a numeração dos artigos proposto pelo Quadro 1 – Portfólio Bibliográfico ordenado por representatividade de citações, os artigos 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 enquadram-se na Lente 1 (L1); as pesquisas 1 e 3, na lente 2 (L2); e o trabalho 7, na lente 3 (L3).

3.4 Pergunta de Pesquisa (PP)

No Brasil, é possível determinar condições de conforto térmico em espaços abertos por meio da calibração do UTCI?

5 CONCLUSÕES

No Brasil, a produção científica que abrange o UTCI ainda é escassa, porém, é crescente, com grande número de artigos publicados no ano de 2017. Percebe-se, que apesar da implementação da Comissão 6, da Internacional Society of Biometeorology (ISB), ter acontecido em 2001, o portfólio bibliográfico nacional levantado é muito recente (estudos a partir de 2012). Esse quadro retrata certo atraso temporal de pesquisa; apontando, porém, para um horizonte potencial de futuros estudos sobre o tema, o qual merece considerações e estudos mais aprofundados.

Salienta-se a importância da utilização do UTCI na avaliação das condições térmicas dos ambientes urbanos. Esta pesquisa permite futuras comparações entre os resultados de estudos realizados no Brasil com pesquisas internacionais, bem como, identifica lacunas direcionadas à significância dos ambientes térmicos para o planejamento urbano e saúde pública.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Deus, familiares e amigos pela compreensão; e a CAPES e ao CEFET.MG pelo apoio recebido no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, R. C. *et al.* **Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil.** Ambiente Construído, v. 11, p. 85-104, 2011.
- BRÖDE, Peter; KRÜGER, Eduardo L.; ROSSI, Francine A.; FIALA, Dusan. **Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI—a case study in Southern Brazil.** International journal of biometeorology, v. 56, n. 3, p. 471-480, 2012.
- BRÖDE, Peter; KRÜGER, Eduardo L.; FIALA, Dusan. **UTCI: validation and practical application to the assessment of urban outdoor thermal comfort.** Geographia Polonica, v. 86, n. 1, p. 11-20, 2013.
- DOS SANTOS, José Carlos Francisco; CERVANTES, Brígida Maria Nogueira. **Controle de Vocabulário em Periódicos Científicos Eletrônicos: Proposta de Compatibilização de Palavras-chave.** In: XVI Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 2015.
- ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim; DE MORAES PINTO, Hugo. **Processo de investigação e Análise bibliométrica: Avaliação da Qualidade dos Serviços Bancários.** RAC-Revista de Administração Contemporânea, v. 17, n. 3, p. 325-349, 2013.
- FIGUEIREDO, Paola; ENSSLIN, Sandra; ROSSETTO, Adriana; MATOS, Lucas. **Avaliação de Desempenho para o Desenvolvimento do Urbanismo Sustentável: Revisão de Literatura e Diretrizes para Futuras Investiações.** MIX Sustentável, v. 3, n. 2, p. 114-124, 2017.
- HIRASHIMA, SQ da S.; ASSIS, ES de; FERREIRA, D. G. **Calibração do Índice de Conforto Térmico Temperatura Equivalente Tisiológica (PET) para Espaços Abertos do Município de Belo Horizonte, MG.** ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 11, 2011.
- JENDRITZKY, Gerd; WEIHS, Philipp; BATCHVAROVA, Ekaterina; HAVENITH, George; DE DEAR Richard. **The universal thermal climate index UTCI goal and state of COST action 730.** In: **18th International Conference on Biometeorology**, Tokyo. 2008.
- KRÜGER, E. **Impact of site-specific morphology on outdoor thermal perception: A case-study in a subtropical location.** Urban Climate, v. 21, p. 123-135, 2017.
- KRÜGER, E.; DRACH, P.; BRÖDE, P. **Implications of air-conditioning use on thermal perception in open spaces: A field study in downtown Rio de Janeiro.** Building and Environment, v. 94, p. 417-425, 2015.
- KRÜGER, E.; DRACH, P.; BRODE, P. **Outdoor comfort study in Rio de Janeiro: site-related context effects on reported thermal sensation.** International journal of biometeorology, v. 61, n. 3, p. 463-475, 2017.

KRUGER, Eduardo; BRODE, Peter; EMMANUEL, Rohinton; FIALA, Dusan. **Predicting outdoor thermal sensation from two field studies in Curitiba, Brazil and Glasgow, UK using the Universal Thermal Climate Index (UTCI)**. In: Windsor Conference. 2012.

KRUGER, Eduardo L.; DRACH, Patricia. Identifying potential effects from anthropometric variables on outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, v. 117, p. 230-237, 2017.

KRÜGER, Eduardo Leite; DRACH, Patricia Regina Chaves. **Impactos do uso de climatização artificial na percepção térmica em espaços abertos no centro do Rio de Janeiro**. *Ambiente Construído*, v. 16, n. 2, p. 133-148, 2016.

KRÜGER, Eduardo Leite; DRACH, Patricia Regina Chaves. **Interferências do fator cor da pele na percepção térmica de transeuntes**. *Ambiente Construído*, v. 17, n. 1, p. 83-96, 2017b.

KRÜGER, Eduardo; DRACH, Patricia. **Quantificação dos impactos da climatização artificial na sensação térmica de transeuntes em termos de alterações no microclima**. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 9, n. 1, 2017a.

LACERDA, R. T. DE O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. **Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho**. *Gestão & Produção*, v. 19, n. 1, p. 59-78, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. – PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL EDIFICA – Eficiência Energética em Edificações – Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2003.

Martini, A.; Biondi, D.; Batista, A. C.; Zamproni, K.; Viezzer, J.; Grise, M. M.; Lima Neto, E. M. **Population's perception on thermal comfort provided by street trees of Curitiba-PR**. *Floresta*, v. 44, n. 3, p. 515-524, 2014.

MINELLA, Flavia Cristina Osaku; KRÜGER, Eduardo Leite. **Proposição do índice “fração vegetada” e sua relação com alterações na temperatura do ar e no conforto térmico no período diurno e em situação de verão para Curitiba**. *Ambiente Construído*, v. 17, n. 1, p. 353-371.

MONTEIRO, Leonardo Marques; ALUCCI, Marcia Peinado. **Proposal of an outdoor thermal comfort index: empirical verification in the subtropical climate**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE (PLEA). 2011. p. 433-438.

NIKOLOPOULOU, M.; LYKLOUDIS, S. **Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces: analysis across different European countries**. *Building and Environment*, v. 41, n. 11, p. 1455-1470, nov. 2006.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Método e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROSSI, Francine Aidie; KRÜGER, Eduardo Leite; BRÖDE, Peter. **Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI**. Ambiente Construído, v. 12, n. 1, p. 41-59, 2012.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologias da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4a ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.