

## APLICAÇÃO DO UTCI E TE COM O VOTO REAL

Francielle Parlandrino Pereira<sup>1</sup>, Liliane Flávia Guimarães da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do curso técnico integrado ao médio em Administração - IFTO. Bolsista ICJ/IFTO. e-mail: parlandrinofranciellen@gmail.com

<sup>2</sup>Docente do curso de Engenharia Civil - IFTO. e-mail: lilianeg@ifto.edu.br

**Resumo:** A presente pesquisa tem como objetivo avaliar o conforto térmico comparando dois índices de avaliação do conforto térmico com o voto real das pessoas. A escolha do local e do tema deve-se à carência de pesquisas com índices de conforto térmico em espaços abertos. A resposta das pessoas foi coletada por formulários baseados na ISO 10551, e os índices escolhidos foram: o UTCI – *Universal Thermal Climate Index*, mais recente usado na Europa e que teve seu início no Brasil em 2009; e o índice TE – Temperatura Efetiva, um dos mais antigos e ainda muito utilizado, principalmente na área da geografia. Devido às características climáticas locais, foram coletados dados em dois momentos do ano, na estação seca e na estação úmida. A pesquisa demonstrou que os índices mostraram-se úteis para expressar a resposta das pessoas, apesar de não apresentar todas as suas variações.

**Palavras-chave:** conforto térmico, UTCI, Temperatura Efetiva

### 1. INTRODUÇÃO

Sabendo que as condições climáticas locais têm forte impacto na vida das pessoas, definindo estilos de vida, estilos de roupa, esportes praticados, alimentos consumidos entre outros, a presente pesquisa volta-se à influência do clima por meio do conforto térmico. A escolha do local e do tema deve-se à carência de pesquisas com índices de conforto em áreas urbanas. Além disso, a região da pesquisa, a região norte, e mais ainda a cidade pesquisada, Palmas, TO, é carente em estudos mais detalhados abarcando tanto o tema conforto térmico quanto o clima, em especial o clima urbano. A presente pesquisa tem como objetivo avaliar o conforto térmico comparando dois índices de avaliação do conforto térmico com o voto real das pessoas na cidade de Palmas-TO.

Existem 162 índices (FREITAS e GRIGORIEVA, 2015), o que torna mais árdua a sua escolha para aplicação na pesquisa. Além disso, o tempo para a pesquisa de iniciação científica, de apenas um ano, e principalmente pela compatibilidade do tempo do bolsista de curso integral, não possibilita a aplicação de muitos índices. Elegeram-se os índices: UTCI – *Universal Thermal Climate Index*, mais recente usado na Europa e que teve seu início no Brasil em 2009; e o índice TE – Temperatura Efetiva, um dos mais antigos e ainda muito utilizado, principalmente na área da geografia.

O índice UTCI foi criado para espaços externos (MARTINI, 2013). Foi desenvolvido pela *Internacional Society of Biometeorology*, com o objetivo de obter um índice universal de conforto térmico, principalmente para avaliar as condições térmicas de ambientes externos por meio da resposta fisiológica do corpo humano. Os primeiros trabalhos no Brasil que utilizaram esse índice para a avaliação do conforto térmico de ambientes externos foram desenvolvidos na cidade de Curitiba, por Rossi, Krüger e Bröde a partir de 2009 (MARTINI, 2013).

A Temperatura Efetiva (*Discomfort Index*, Índice de Desconforto ou Índice de Temperatura-Umidade) foi desenvolvido por Earl C. Thom em 1959, a partir de uma equação aplicada a adultos vestidos e em repouso com um leve movimento do ar (AYOADE, 1996). Segundo Yousif e Tahir (2013), a fórmula de Thom é uma das mais utilizadas para computar o desconforto baseado na umidade e temperatura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para atender aos objetivos propostos, foram aplicados os índices a partir de dados físicos de temperatura, umidade, temperatura média radiante e velocidade do vento, e verificado o voto das pessoas por meio de formulários. Inicialmente, foi caracterizado o clima da cidade para determinação do período de coleta dos dados. Para isso foram utilizados dados mensais do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), no *site* do INMET (INMET, 2015), com todos os dados existentes. Foram calculadas as médias por mês de temperaturas compensadas, máximas e mínimas e umidade relativa do ar, resultando no gráfico da Figura 1, seguinte:

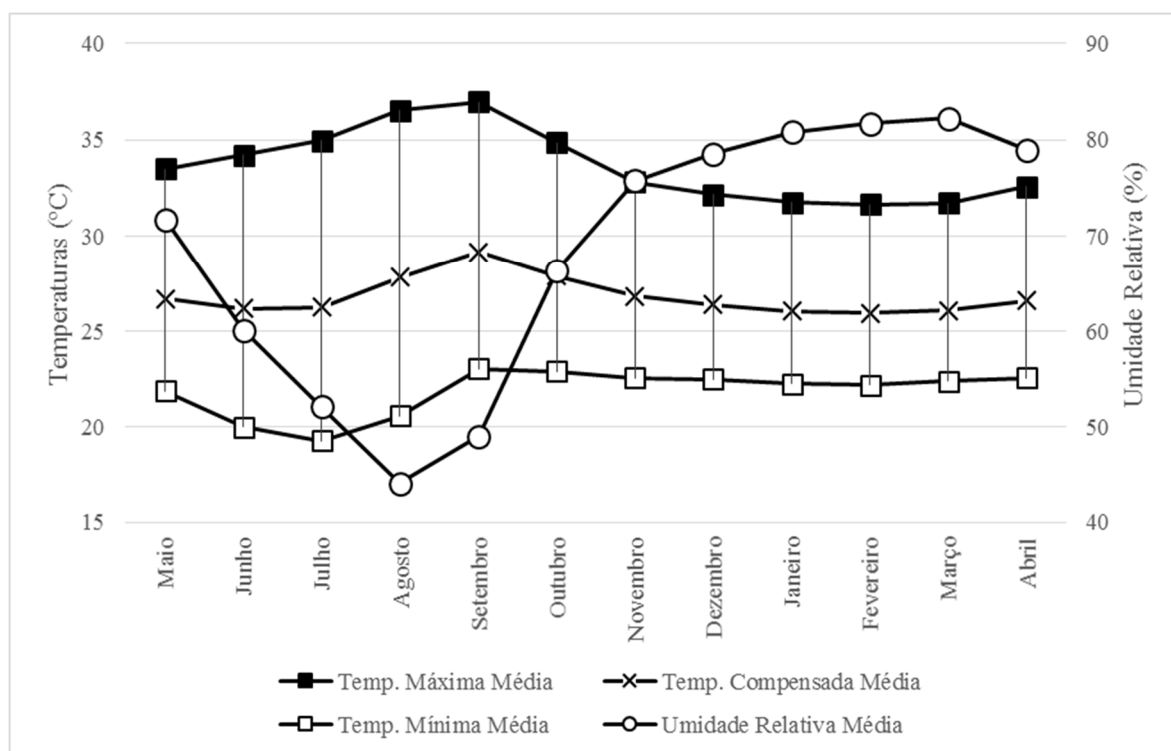


Figura 1 – Médias mensais de temperaturas e umidade relativa em Palmas, TO

Fonte: INMET (2015). Org. SILVA, L. F. G. (2015).

É possível perceber que o clima da cidade de Palmas possui dois períodos distintos. De maio a novembro é a estação seca, a temperatura máxima é alta, ultrapassando os 35°C, enquanto a temperatura mínima e a umidade relativa são baixas, chegando a menos de 20°C e menos de 20%, respectivamente. Na estação úmida, de novembro a abril ocorre o inverso, a temperatura máxima é mais baixa, e a temperatura mínima e a umidade relativa são mais altas que no outro período. A umidade relativa chega a mais de 80% e os elementos possuem pouca variação.

As coletas foram realizadas em uma avenida movimentada de Palmas nesses dois períodos, durante a estação seca e a estação úmida, no dia 01 de outubro de 2015 e 03 de março de 2016. Considerando o tempo de instalação e desinstalação dos equipamentos, como também, a possibilidade da bolsista pesquisadora de realizar os levantamentos e a aplicação dos formulários com entrevistas, pois o curso do IFTO é integral, foram levantados dados das 9h às 16h, durante os períodos determinados. Foram coletados dados de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura de globo com os seguintes instrumentos: – Uma estação meteorológica portátil, marca Instrutemp, modelo ITH-1080, para dados de velocidade do vento, temperatura e umidade relativa (grupo de pesquisa TEMAS – Tecnologias em materiais sustentáveis); – Um termômetro de globo, com globo de cobre com duas polegadas de diâmetro, marca Instrutherm, pintado na cor cinza médio fosco.

A avaliação das pessoas foi realizada através de formulários que foram aplicados no mesmo dia e horários da coleta de dados físicos, com o intuito de levantar os votos de percepção térmica e conforto. Foram aplicados 200 formulários, 100 em cada coleta. As perguntas sobre o conforto térmico foram elaborados de acordo com as recomendações da norma ISO 10551 (ISO, 1995). A Escala de Percepção Térmica variou de -4 a +4: – 4 frio extremo; – 3 muito frio; – 2 frio; – 1 pouco frio; 0 neutro; + 1 pouco calor; + 2 calor; + 3 muito calor; + 4 calor extremo. A Escala de Avaliação Térmica variou de 0 a +4: 0 confortável; + 1 pouco desconfortável; + 2 desconfortável; + 3 muito desconfortável; + 4 extremamente desconfortável. A Escala de Preferência Térmica variou de -3 a +3: – 3 muito mais frio; – 2 mais frio; – 1 um pouco mais frio; 0 assim mesmo; + 1 um pouco mais quente; + 2 mais quente; + 3 muito mais quente.

Para cálculo da Temperatura Efetiva desenvolvido por Thom foi utilizada a fórmula de temperatura e umidade relativa:

$$DI = t_a - (0,55 - 0,0055 \cdot UR) (t_a - 14,5) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

DI é o *Discomfort Index* (Temperatura Efetiva),

$t_a$  é a temperatura do ar

UR é a umidade relativa

**Fonte:** Thom (1959) apud Yousif e Tahir (2013, p. 37).

O UTCI foi calculado *on line* através do *site* <<http://www.utci.org>>. Os dados necessários para o cálculo UTCI estão descritos no próprio *site*: temperatura do ar, diferença entre temperatura radiante média e a temperatura do ar, umidade relativa do ar (ou pressão de vapor), e velocidade do vento a 10m de altura (ISB, 2013). A temperatura radiante média foi calculada pelo método da temperatura de globo, descrito na norma ISO 7726 (ISO, 1998). A velocidade do vento a 10m de altura, foi obtida no *site* do INMET, nos dados da estação meteorológica automática. Para todos os dados, foram gerados gráficos em planilha eletrônica, considerando a média a cada meia hora.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 estão descritos os índices calculados na estação seca. É possível perceber que a TE teve pequena variação, de 2,4°C (de 25,4°C a 27,8°C), diferente do UTCI, que chegou a um delta

de 6,4°C ao longo do dia (de 36,4 a 42,8°C). A escala de temperatura equivalente do UTCI também é bem mais elevada que a TE, que não ultrapassou os 30°C, enquanto o UTCI ficou sempre acima desse valor.

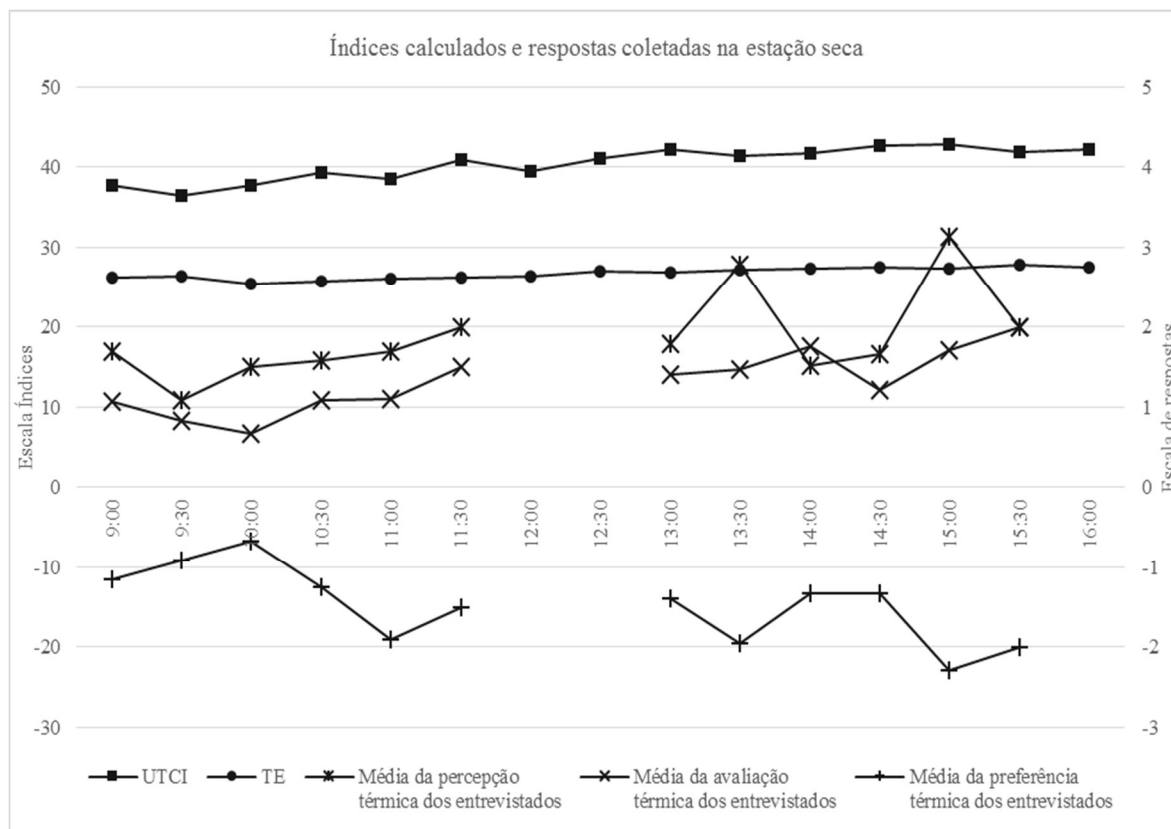


Figura 2 – Índices calculados e respostas da população entrevistada na estação seca  
**Fonte:** Dados de campo, elaborado pelas autoras (2016).

Quanto à resposta dos entrevistados, percebeu-se que a média das respostas foi sempre acima de zero (neutro) para a percepção e avaliação térmica, e menor que zero para preferência térmica. A percepção térmica dos entrevistados foi maior às 13h30 e 15h da tarde, chegando a 3,14 (sensação de calor acima de muito quente, que equivale a + 3). A avaliação térmica acompanhou a percepção térmica, ou seja, ao aumentar a percepção térmica (mais calor), também aumentou o resposta de desconforto. A preferência acompanhou inversamente a percepção térmica dos entrevistados, ou seja, quando a percepção térmica aumentou (mais calor), as pessoas preferiam que estivesse mais esfriado. No entanto, às 14h, a avaliação térmica apresentou uma inversão nesta tendência. As respostas indicaram um aumento de desconforto, apesar de valores mais baixos de percepção e mais altos de preferência térmica ou seja, com menor sensação de calor e menor preferência de esfriamento.

Na coleta na estação úmida (Figura 3), novamente a TE possui pequena variação, com delta máximo de 3,5°C (entre 25,5°C e 29°C), enquanto o UTCI, chegou a 11,6°C de diferença entre a máxima e a mínima (entre 30,3°C e 41,9°C). Novamente a escala do UTCI fica acima dos 30°C, bem mais elevada que a TE. Quanto à resposta dos entrevistados, percebeu-se o mesmo padrão que na

estação seca. A percepção térmica dos entrevistados foi maior às 11h30 e 13h, chegando a 3,00 (sensação de calor muito quente, que equivale a + 3). A avaliação térmica acompanhou a percepção térmica, ou seja, ao aumentar a percepção térmica (mais calor), também aumentou o resposta de desconforto. A preferência acompanhou inversamente a percepção térmica dos entrevistados, ou seja, quando a percepção térmica aumentou (mais calor), as pessoas preferiam que estivesse mais esfriado.

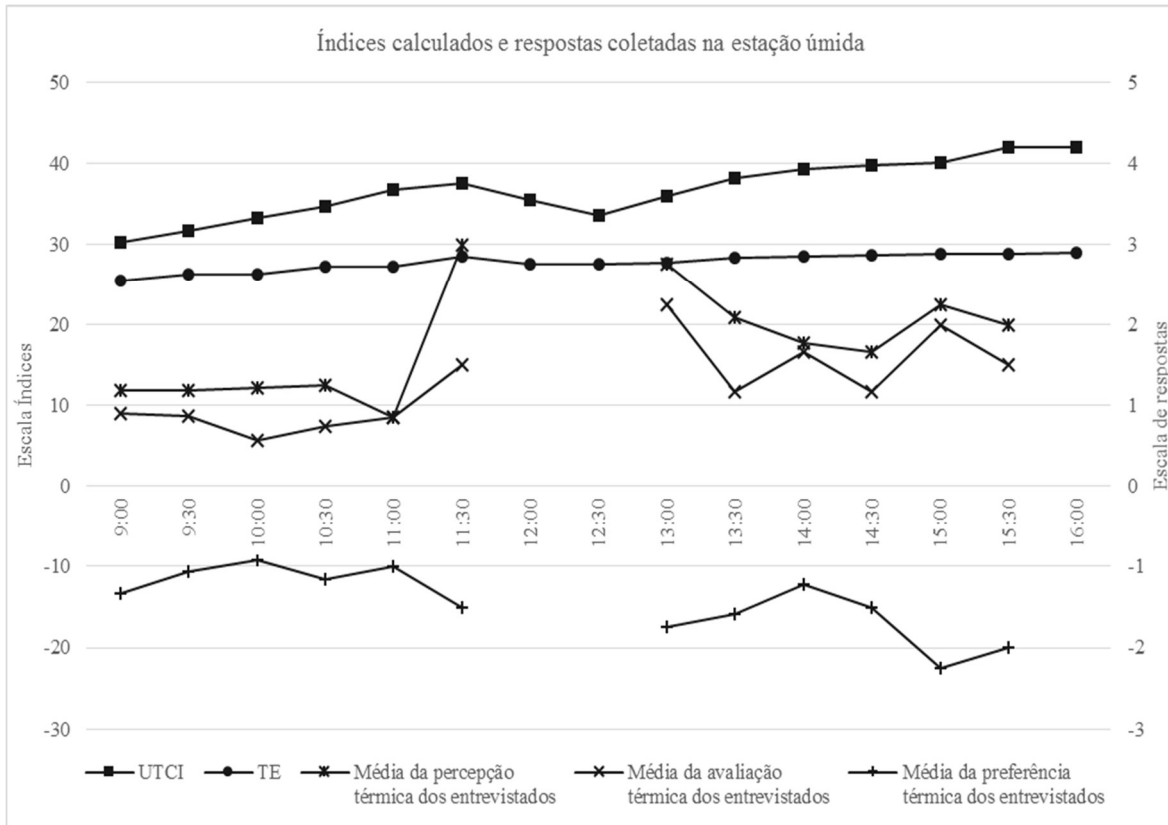


Figura 3 – Índices calculados e respostas da população entrevistada na estação úmida  
Fonte: Dados de campo, elaborado pelas autoras (2016).

## 6. CONCLUSÕES

Percebeu-se que as respostas dos entrevistados apresentou maior variação que os índices nos diversos horários do dia. Porém, da mesma forma, ambos aumentam no período vespertino, o que demonstra que os índices apresentam valores que também expressam as respostas dos entrevistados.

Em alguns momentos, pode-se verificar que o UTCI acompanhou mais as variações das respostas das pessoas. Tanto na primeira quanto na segunda coleta, o UTCI teve aumento de valores às 11h30, assim como na resposta de percepção térmica dos entrevistados. Na primeira coleta, na estação seca, essa elevação também foi percebida às 15h, mas de forma não tão acentuada como na resposta das pessoas.

Uma tendência nas respostas não identificada nos índices ocorreu à tarde na estação úmida. A resposta das pessoas foi reduzindo o calor (percepção térmica) e o desconforto (avaliação térmica) com o passar das horas (exceto às 15h que ainda apresentou um pico), enquanto os índices continuaram a aumentar. De uma forma geral, a pesquisa demonstrou que os índices mostraram-se úteis para expressar a resposta das pessoas, apesar de não apresentar todas as suas variações.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao IFTO pelos recursos financeiros das bolsas de Iniciação Científica Júnior aplicados ao projeto, e ao Grupo TEMAS – Tecnologias em Materiais Sustentáveis, pelo empréstimo da estação meteorológica.

## REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4. ed. Tradução: Maria Juraci Zani dos SANTOS. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FREITAS, C. R. de; GRIGORIEVA, E. A. A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. **International Journal of Biometeorology**, n. 59, p. 109-120, 2015.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 10551**: Ergonomics of thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales. Genebra, Suíça, 1995.

\_\_\_\_\_. **ISO 7726**: Ergonomics of the thermal environments – Instruments for measuring physical quantities. Genebra, Suíça, 1998.

ISB – INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMETEOROLOGY. **Universal Thermal Climate Index (UTCI)**. Disponível em: <<http://www.utci.org>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

MARTINI, Angeline. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba, PR**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

YOUSIF, Tawhida A., e Hisham M. M. TAHIR. “Application of Thom’s Thermal Discomfort Index in Khartoum State, Sudan.” **Journal of forest products & industries**, v. 2, n. 5, p. 36-38, 2013.