



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

EMPREGO DO UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI) NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DA PRAÇA NOVE DE JULHO, PRESIDENTE PRUDENTE-SP.

Murilo O. F de Araújo (1); Carolina Lotufo Bueno-Bartholomei (2)

(1) Arquiteto e Urbanista, muriloof@hotmail.com, FCT – UNESP (Universidade Estadual Paulista)

(2) Doutora, Professora do Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, carolina.lotufo@unesp.br, FCT – UNESP (Universidade Estadual Paulista), Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, (18) 3229-5689

RESUMO

A condição de vida nos meios urbanos está diretamente relacionada à qualidade de seus espaços urbanos. Assim, o microclima local e o conforto são fatores essenciais que impactam usos, podendo atrair ou repelir usuários. Nesse sentido, o presente estudo de iniciação científica visou aplicar o Universal Thermal Climate Index (UTCI) nas análises de conforto da Praça Nove de Julho, praça central de Presidente Prudente-SP, comparando os dados obtidos com o conforto dos usuários e avaliar a capacidade preditiva desse índice para as condições climáticas locais. Para tal, utilizou-se a metodologia do projeto RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces), monitorando o microclima local com aplicação simultânea de questionários a respeito da sensação e satisfação térmica dos usuários. Isso permitiu o cálculo do índice de conforto térmico UTCI e o confronto de seus resultados com o conforto térmico real (satisfação e sensação térmica). Os resultados obtidos indicaram que o índice necessita de calibração para maior efetividade na previsão do conforto térmico de usuários em espaços abertos de regiões com a mesma característica climática de Presidente Prudente/SP.

Palavras-chave: Conforto térmico. Espaços público urbanos. Microclima urbano.

ABSTRACT

The living conditions in the urban environment is immediately associated to its urban spaces quality. Thus, local microclimate and comfort are essential agents that impact uses, attracting or repelling users. This study aimed to apply the Universal Thermal Climate Index (UTCI) in the thermal comfort analysis of the Nove de Julho Square, the main public square in the city of Presidente Prudente, by comparing the data obtained with the users thermal comfort and evaluating this index predictive capacity to the local climate conditions. For this purpose, the project methodology RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces) was used, monitoring the local microclimate with the simultaneous application of surveys about users sensations and thermal perceptions. That allowed the thermal comfort index UTCI to be calculated and the comparison of its results with the real feel of thermal comfort (sensations and thermic perceptions). The results obtained showed the need to calibrate the index so it can me more efficient in the prediction of open spaces thermal comfort in regions with the same climate characteristics of Presidente Prudente/SP.

Keywords: Thermal comfort. Public urban spaces. Urban microclimate.

1. INTRODUÇÃO

O conforto térmico é, segundo a American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (2003), a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. No entanto, ela está associada a fatores subjetivos, físicos, fisiológicos e psicológicos dos indivíduos, bem como às características ambientais do local em que estão inseridos. Segundo Freitas (2005), o conforto térmico dos usuários de um ambiente depende principalmente da temperatura do ar, das temperaturas de superfícies, da umidade do ar e da velocidade do vento. Sendo esses elementos influenciados pelas características arquitetônicas e espaciais do local como: dimensões, materiais, orientação, disposição, entre outros.

A dependência desses diversos parâmetros influenciadores faz com que Gatani et al (2005) afirmem que o conforto térmico é um conceito relativamente complexo. Os mesmos autores acrescentam que, além dos fatores físicos, existem parâmetros externos que influenciam o cálculo das condições de conforto térmico, como o nível da atividade realizada pelos usuários, definido pela taxa metabólica, e a sua vestimenta, interface entre o corpo e o ambiente.

Freitas (2005) acrescenta que o conforto está diretamente relacionado com o local vivido diariamente. Por exemplo, os fatores causadores de sensação de conforto no ambiente rural são diferentes daqueles do meio urbano; mostrando, dessa forma, que o clima urbano é importante na compreensão do conforto térmico da população das cidades. Rossi e Kruger (2013) explanam que o clima urbano é afetado pelas formas criadas pelo homem, pelo uso e ocupação do solo, largura e orientação das vias, características arquitetônicas das edificações, dentre outros elementos. Nesse contexto, o planejamento e o desenho urbano são capazes de intervir na climatização urbana minimizando ou maximizando o impacto ambiental nos centros urbanos (ROSSI, 2012).

Os fenômenos resultantes do processo de urbanização acabam por criar diferentes condições atmosféricas e, conseqüentemente, diferentes microclimas (FREITAS, 2005). Isto é, as diversas características físicas e ambientais do meio urbano criam condições climáticas e atmosféricas diferentes nos inúmeros espaços inseridos no meio urbano, ocasionando variações nos graus de conforto e desconforto tanto em espaços abertos quanto internos (ROSSI, 2012). Cruz e Babirato (2013) afirmam que o microclima é o elemento dos espaços urbanos que mais afeta o comportamento humano. Sobre isso, Nikolopoulou (2002) acrescenta que as características microclimáticas afetam as atividades desenvolvidas nos espaços urbanos, mesmo que inconscientemente.

Devido a grande importância do conforto térmico para o uso efetivo e adequado dos espaços, vários estudiosos do tema desenvolveram índices preditivos de conforto com a finalidade de prever a condição de conforto térmico em determinadas situações. Rossi e Kruger (2013) afirmam que a maioria dos estudos da área utilizam o “Voto Médio Preditivo” (PMV), criado por Fanger (1970), e o “Temperatura Fisiológica Equivalente” (PET), desenvolvido por Mayer e Hoppe (1987).

O PET é baseado no modelo de balanço energético para indivíduos de Munique (MEMI), representando uma temperatura fictícia gerada pela interação das condições físicas ambientais (LABAKI et al., 2012). Sua aplicação se dá tanto para ambientes internos quanto externos, considerando temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura radiante média. O índice resulta numa temperatura do ar de um ambiente em que a temperatura radiante média é igual a temperatura do ar, a velocidade do ar é fixa em 0,1 m/s e a pressão do vapor de água é 12 hPa (HOPPE, 1999). A faixa de conforto para o PET está entre os 18 °C e os 23 °C (MAYER e MATZARAKIS, 1998).

O Predicted Mean Vote (PMV) prevê a sensação térmica dos usuários por meio de uma escala de sensações (LAMBERTS, 2011). Para Shimakawa e Bueno-Bartholomei (2009), o índice se baseia no balanço entre o corpo humano e o ambiente, combinando as variáveis climáticas (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade relativa) com o isolamento térmico das vestimentas (clo) e a taxa de metabolismo (met). O índice estima o conforto através de dois parâmetros: o voto estimado médio (PMV) e porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPD) (LIMA et al., 2005). Segundo Lima et al. (2005), há um consenso atual de que o índice não é muito adequado para regiões de clima tropical. Um dos principais questionamentos sobre a eficiência do modelo é a sua aplicabilidade em ambientes ventilados naturalmente ou com sistemas híbridos (RUPP, 2015).

No entanto, para o presente estudo utilizou-se o Universal Thermal Climate Index (UTCI), elaborado pela ISB Comissão 6 da Sociedade Internacional de Biometeorologia (ISB, 2001). Este índice foi criado com base no modelo termorregulatório multimodal Fiala, o mais avançado modelo, segundo Nince et al (2013).

Sua função é a de avaliar as condições térmicas de espaços externos através das reações fisiológicas do corpo humano podendo ser utilizado em todos os tipos de clima e não considera as características individuais dos usuários. O UTCI segue o conceito de temperatura equivalente, definindo um ambiente de referência

com o qual as outras condições climáticas são comparadas (JEDRITZKY, 2012). As condições de referência são:

- velocidade do vento de 0,5 m/s a 10m de altura;
- temperatura radiante média igual à temperatura do ar;
- pressão de vapor que representa a umidade relativa de 50%; em altas temperaturas (maiores que 29°C), o valor da umidade torna-se constante a 20 hPa;
- Atividade metabólica de 2,3 met ou 135 W/m² que representa uma pessoa caminhando a 4 km/h;

A igualdade das condições fisiológicas é baseada na equivalência da resposta fisiológica dinâmica apresentada pelo modelo para o ambiente de referência. Como essa resposta é multidimensional (temperatura do corpo, taxa de sudorese, umidade da pele, etc em diferentes tempos de exposição), um índice de estresse térmico unidimensional foi calculado como principal análise da resposta do modelo (JENDRITZKY, 2012). Desse modo, Blazejczyk et al. (2010) explicam que o valor obtido pelo índice é a temperatura do ar que causaria as mesmas condições fisiológicas de estresse térmico provocado pelo ambiente real.

No que diz respeito às características de vestimenta, Blazejczyk et al. (2010) afirmam que o índice utiliza o modelo de vestimenta europeu obtido em pesquisas dos hábitos comportamentais dos europeus ao longo das estações. Ainda segundo os autores, os estudos de dados publicados e de pesquisas não publicadas realizadas na Suécia e Polônia revelaram que o isolamento térmico das vestimentas (Icl) é dada em função da temperatura do ar, conforme a seguinte fórmula:

$$I_{cl} = 1,374 - 0,013847.T_a - 0,00043804.T_a^2 - 0,0000238383.T_a^3$$

Equação 1 – Equação de isolamento térmico das vestimentas utilizado pelo UTCI (BLAZEJCZYK et al., 2010)

Esse modelo pode ser utilizado para temperaturas superiores a -20°C. No entanto, outros fatores são considerados pelo índice com a finalidade de obter valores mais precisos do isolamento térmico das vestimentas. De acordo com Jendritzky (2012), esse modelo considera:

- 1) O comportamento adaptativo de isolamento térmico das vestimentas observados na população urbana europeia,
- 2) A distribuição da roupa em diferentes partes do corpo causando isolamento térmico diferenciado em cada porção corporal, e
- 3) A redução da resistência térmica e evaporativa causada pelo vento e movimento dos usuários a 4 km/h.

As faixas climáticas englobadas pelo UTCI são: $-50\text{ °C} \leq T_a \leq 50\text{ °C}$, $-30\text{ °C} \leq T_{rm}-T_a \leq 70\text{ °C}$, velocidade de vento entre 0,5 e 30,3 m/s e umidade relativa de 5% a 100% (pressão de vapor máxima de 5 kPa) (ROSSI et al., 2012).

Blazejczyk et al. (2010) apresentam as seguintes faixas de conforto para o índice na tabela 1:

Tabela 1 – Faixas de UTCI e graus de conforto (BLAZEJCZYK et al, 2010).

Faixa de UTCI (°C)	Categoria de Estresse	Grau de Conforto
Acima de +46	Estresse de calor extremo	Desconfortável
+38 a +46	Estresse de calor muito forte	
+32 a +38	Estresse de calor forte	
+26 a +32	Estresse de calor moderado	
+9 a +26	Nenhum estresse	Confortável
+9 a 0	Estresse de frio leve	Desconfortável
0 a -13	Estresse de frio moderado	
-13 a -27	Estresse de frio forte	
-27 a -40	Estresse de frio muito forte	
Abaixo de -40	Estresse de frio extremo	

Apesar das inúmeras variáveis e complexidade para a prever o conforto, algumas pesquisas apontam que o UTCI precisa de calibração para regiões diferentes. Silva et al. (2017) demonstra em seu estudo que o

UTCI superou a avaliação térmica de desconforto dos usuários de espaços públicos centrais de Palmas-TO e sugere que mais pesquisas sobre o tema são necessárias para uma possível calibração do índice para a região. O estudo realizado por Rossi (2012) em espaços abertos de Curitiba-PR evidenciou que o UTCI, assim como o PMV e PET, não previram adequadamente a quantidade de pessoas em conforto, superestimando a quantidade de indivíduos submetidos a estresse térmico para o calor e para o frio, indicando a necessidade de calibração para a região estudada.

2. OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo verificar a pertinência do uso do UTCI em clima brasileiro, bem como avaliar as condições de conforto térmico na Praça Nove de Julho, localizada em Presidente Prudente-SP.

3. MÉTODO

O estudo seguiu as seguintes etapas para a obtenção e avaliação dos dados:

1. Monitoramento dos dados microclimáticos da praça com a aplicação simultânea de questionários aos usuários.
2. Tabulação dos dados obtidos e cálculo do índice UTCI a partir do software Bioklima 2.6, desenvolvido por Michael Blazejczyk.
3. Análise dos dados obtidos e comparação do conforto térmico calculado pelo UTCI e do conforto real dos usuários.

3.1. Monitoramento dos dados microclimáticos – Praça Nove de Julho, Presidente Prudente-SP

O local escolhido para o estudo é localizado em Presidente Prudente, interior do estado de São Paulo, cerca de 587 km da capital. De acordo com o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade tem 207.610 mil habitantes e 562 km² de área, a maior cidade de sua microrregião. O clima é tropical chuvoso com estação seca de inverno, Aw na classificação climática de Koeppen, segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura (CEPAGRI). Esse grupo climático possui climas megatérmicos, mês mais frio com média superior a 18°C, inverno ausente e forte precipitação anual. A temperatura média anual é de 23,6°C com temperatura máxima média anual de 29,2°C e mínima média anual de 17,8°C. De acordo com Amorim (2005), o clima de Presidente Prudente é derivado da alternância dos sistemas tropicais e polares com domínio das massas de ar tropical marítima e da Frente Polar Atlântica.

A praça estudada está localizada na área central de Presidente Prudente (figuras 1 e 2), sendo importante por seu caráter histórico, uma vez que seu surgimento está atrelado ao início da urbanização local na década de 20. Por estar numa posição estratégica e importante, que conta com pontos de ônibus e variados comércios (figura 3), ela é um dos espaços públicos mais visitados da cidade, servindo de ponto de lazer, comércio e passagem. Além desses pontos, ela constitui um espaço democrático com a convivência de diversas faixas etárias e estratos sociais no mesmo local.



Figura 1 – Localização da praça na malha urbana (Google Maps, 2018. Editado pelo autor)



Figura 2 – Vista de satélite da praça com destaque nas vias circundantes. (Google Maps, 2018. Editado pelo autor)

Os monitoramentos climáticos foram realizados em três pontos da praça (figura 3) utilizando a estação meteorológica portátil desenvolvida pelos técnicos da UNICAMP (figuras 4 e 5), com a qual se registrou a

temperatura de bulbo seco, temperatura de globo e radiação global. Simultaneamente, foram aplicados questionários aos usuários a respeito de suas sensações e percepções térmicas. A cada entrevista, a velocidade do ar adquirida por uma sonda omnidirecional e anotada manualmente.



Figura 3 – Planta baixa da praça e posição dos pontos de monitoramento (Prefeitura Municipal de Presidente Prudente. Editado pelo autor.)



Figura 4 – Estação meteorológica portátil geral.



Figura 5 – Estação meteorológica portátil interior.

Durante o outono e inverno de 2018, ocorreram 5 monitoramentos climáticos distribuídos da seguinte forma: dois pela manhã nos dias 03 de julho e 13 de setembro de 2018 e três durante as tardes dos dias 21 de junho, 11 de julho e 06 de setembro de 2018. Ao longo da primavera e verão de 2018 e 2019, 7 períodos foram monitorados sendo eles: as manhãs dos dias 20 de novembro, 05, 06 e 13 de dezembro de 2018 e tardes dos dias 05 e 06 de dezembro de 2018 e 28 de janeiro de 2019.

A média de temperatura do ar diária fornecida pela estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia implantada na cidade variou entre 14,4 °C, alcançada em 11/07/2018, e 28,11 °C, valor registrado no dia 05/12/2018. No que diz respeito a umidade relativa do ar, o período mais seco se deu no dia 06 de dezembro de 2018 (43,05%) e o mais úmido no dia 28 de janeiro de 2019 (64,33%). A média geral de temperatura e umidade relativa do ar nos dez dias analisados foram de 23,5 °C e 53%, respectivamente.

As medições ocorreram em três pontos da praça durante a manhã, entre as 08:00 horas e as 11:00 horas, e à tarde das 14:00 horas às 17:00 horas, alternando os pontos ao completar cada hora. Ao longo dos dias, trocou-se a ordem dos pontos a fim de adquirir dados de cada um no decorrer de todas as horas.

O Ponto 1 (figura 6), localizado próximo à Rua Barão do Rio Branco, fica embaixo de árvores de grande porte que sombreiam o local durante grande parte do dia. Já o Ponto 2 (figura 7), próximo ao Teatro Arena, não possui adensamento de árvores no seu entorno e por isso recebe insolação direta ao longo de todo o dia. O último deles, Ponto 3 (figura 8), está posicionado em completo sol em todos os períodos por apresentar apenas arbustos pequenos e poucas árvores altas ao seu redor.



Figura 6 – Vista do Ponto 1.



Figura 7 – Vista do ponto 2.



Figura 8 – Vista do ponto 3.

3.2. Universal Thermal Climate Index (UTCI)

Com os dados microclimáticos levantados foi possível utilizar o software Bioklima 2.6 para calcular o índice UTCI de todos os entrevistados.

Contudo, o cálculo desse índice leva em consideração a velocidade do vento a 10 metros de altura, algo inviável para esse estudo. Assim, utilizou-se o fator de escala indicado por Brode et al (2011) para determinar esse valor:

$$v_a = v_{x_m} \times \log(10/0,01) \div \log(x/0,01) \quad \text{Equação 2 – Fator de escala para a velocidade do vento (BRODE et al, 2011).}$$

Onde:

v_a = velocidade do vento a 10 m de altura, em m/s;

v_{x_m} = velocidade do vento medida a x metros, em m/s;

x = altura na qual a velocidade do vento foi medida, neste caso a 1,2m.

3.3. Avaliação do conforto dos usuários

O conforto térmico dos frequentadores da Praça Nove de Julho, Presidente Prudente-SP, foi obtido por meio dos questionários aplicados simultaneamente às medições da estação meteorológica portátil. Neles, os usuários responderam qual era a sua sensação térmica, baseada em como estava o microclima no momento (“muito frio”, “frio”, “pouco frio”, “nem frio nem quente”, “pouco quente”, “quente” ou “muito quente”), sua percepção térmica (como o indivíduo gostaria que estivesse o microclima local) e se estavam confortáveis ou não com as condições microclimáticas (satisfação térmica), além de características individuais, como: peso, altura, vestimenta, sexo, idade, entre outros. Dessa forma, foi possível também identificar o perfil dos entrevistados e as atividades praticadas.

4. RESULTADOS

Ao longo da pesquisa, foram aplicados 277 (duzentos e setenta e sete) questionários, 54,87% com usuários do sexo masculino e 45,13% do sexo feminino. A partir dos dados obtidos pela estação meteorológica e os adquiridos por meio do questionário, tornou-se possível comparar os resultados do conforto térmico calculado pelo UTCI e o conforto real indicado pelos entrevistados.

De maneira geral, o UTCI não se mostrou adequado para prever o conforto térmico real dos usuários sob as condições microclimáticas da praça nos dias de medição. Segundo seus resultados, mais de 60% dos usuários estariam em situação de estresse térmico, sendo que mais de 70% que responderam estar confortáveis no momento (figura 9). Analisando por ponto (figura 10), o mesmo padrão de resultado foi encontrado, onde o UTCI conseguiu porcentagens mais próximas da sensação térmica do que da satisfação térmica, indicando que o fator psicológico é o provável responsável pela divergência dos resultados.

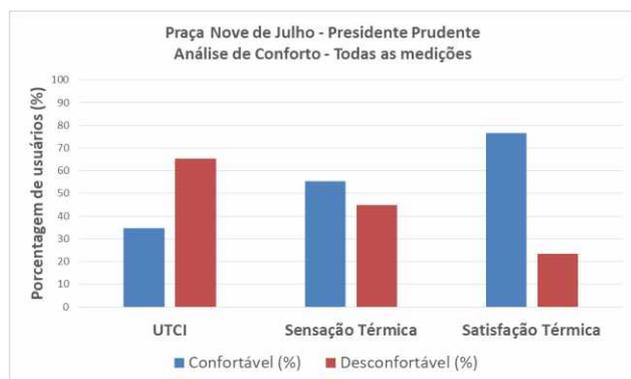


Figura 9 – Gráfico de análise de conforto geral.

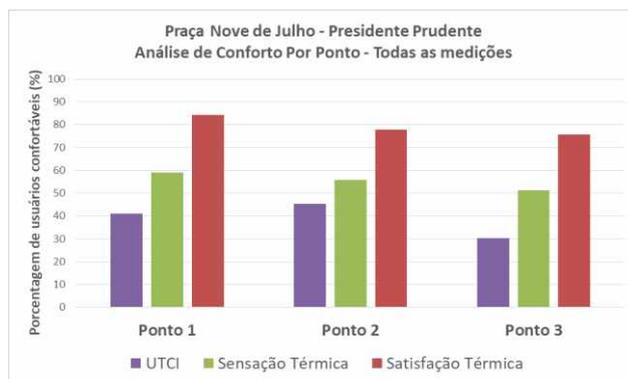


Figura 10 – Gráfico de análise de conforto geral por ponto.

Durante o período do outono e inverno (figuras 11 e 12), o UTCI apresentou maior capacidade preditiva do conforto real dos usuários, especialmente no Ponto 1. Cerca de 60% dos resultados obtidos pelo índice indicaram ausência de estresse térmico, enquanto quase 90% dos usuários demonstraram estar confortáveis com o microclima local. Nos pontos 2 e 3, o índice registrou maior diferença em relação às respostas dos entrevistados, enquanto no ponto 1 houve concordância tanto com a satisfação quanto com a sensação térmica. Nesse caso, tanto o UTCI quanto a sensação e satisfação térmicas apontaram boas condições de conforto na praça.

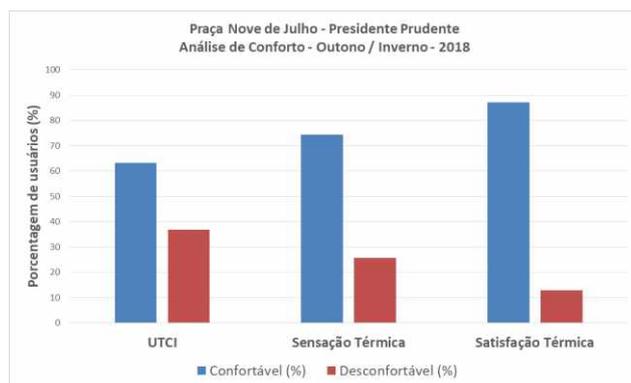


Figura 11 – Comparação do conforto térmico real e calculado durante o outono/inverno.

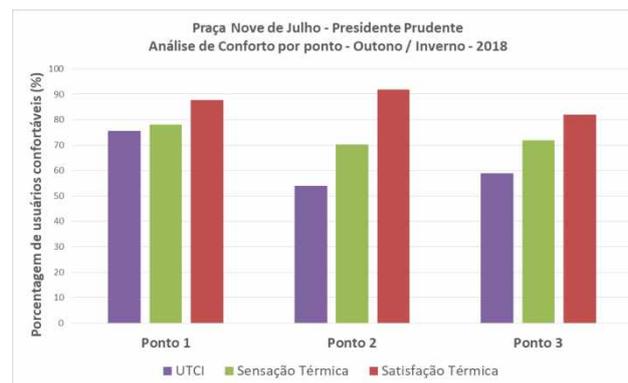


Figura 12 – Comparação do conforto térmico real e calculado por ponto durante o outono/inverno.

Os resultados da primavera e verão foram distintos dos obtidos durante o outono e inverno (figuras 13 e 14). O UTCI indicou desconforto para quase 90% dos indivíduos abordados, concordando com os quase 60% dos entrevistados que responderam estar com sensação térmica desfavorável para o conforto. Já a satisfação térmica apontou condição oposta com mais de 70% de pessoas dizendo estar confortáveis, mais uma evidência do fenômeno de aclimação nos habitantes locais.

Nesse período, o UTCI foi incapaz de prever o conforto real, ficando muito distante da satisfação térmica obtida pelo questionário ao superestimar o estresse térmico dos usuários. De acordo com o índice, mais de 80% dos frequentadores estariam submetidos a condições de desconforto, enquanto apenas 30% dos

usuários indicaram estar desconfortáveis com a situação microclimática da praça. Ao analisar essa divergência por ponto, é possível identificar que nos pontos 1 e 3 houve maior dificuldade do índice em concordar com as respostas dos usuários.

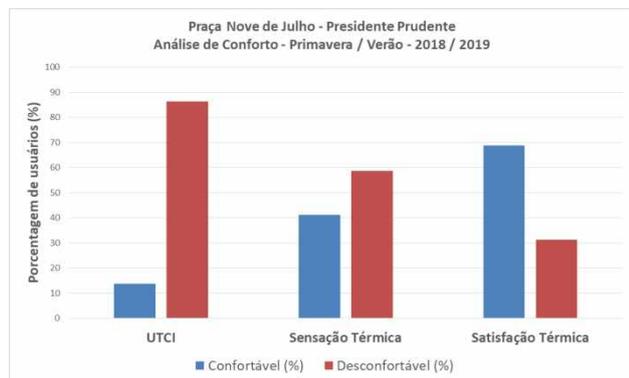


Figura 13 – Comparação do conforto térmico real e calculado durante a primavera/verão.

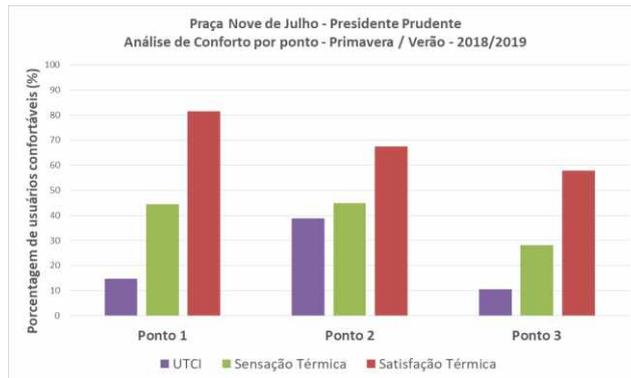


Figura 14 – Comparação do conforto térmico real e calculado por ponto durante a primavera/verão.

5. CONCLUSÕES

Considerando exclusivamente os resultados obtidos pelo Universal Thermal Climate Index (UTCI), seria possível concluir que as condições de conforto térmico na praça não são adequadas, pois o índice indicou grande porcentagem de usuários submetidos a estresse térmico nos períodos avaliados, especialmente durante a primavera e o verão. No entanto, quando comparado com a satisfação térmica obtida pelos questionários, a capacidade preditiva do índice se mostrou muito limitada para prever o conforto térmico dos usuários de um espaço público aberto com as condições microclimáticas da Praça Nove de Julho, Presidente Prudente-SP. A menor porcentagem de acertos ocorreu na primavera e no verão quando as temperaturas são mais altas e os usuários mais adaptados a essas condições climáticas, evidenciando o fator psicológico no estudo. A discrepância dos resultados do UTCI com o conforto real pode ser corrigida através de uma calibração para faixas de conforto mais indicadas para cidades com condições semelhantes às de Presidente Prudente. Dessa maneira, o UTCI poderia ser aplicado com maior eficácia na área a fim de obter dados mais precisos para fomentar estratégias do planejamento urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. 3 ed. Atlanta: ASHRAE, 2003.
- AMORIM, M. C. C. T. Intensidade e forma de ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno. **Geosul**, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.
- BLAZEJCZYK K.; BROEDE P.; FIALA D.; HAVENITH G.; HOLMÉR I.; JENDRITZKY G.; KAMPMANN B.; KUNERT A.; Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. **Miscelanea Geographica**, v. 14. P. 91-102, 2010.
- CRUZ, M. S; BARBIRATO, G. M. Condições de conforto térmico urbano em espaços externos: previsões e potencial de inserção nas decisões de planejamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XII, 2013, Brasília. **Anais...**Brasília: 2013.
- FANGER, P. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill, 1970.
- FREITAS, R. **O que é conforto**. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE 103 CONSTRUÍDO, VIII e IV, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005.
- GATANI, N. et al. On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. **Building and Environment**, v. 42, 2007.
- HÖPPE, P.; MAYER, H. **Thermal comfort of man in different urban environments**. *Theoretical and applied Climatology*, V. 38, 1987.
- HÖPPE, P. The Physiological Equivalent Temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 43, n. 2, p. 71-75, 1999.
- INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMETEOROLOGY - ISB Commission 6 for the development of a Universal Thermal Climate Index UTCI. **Meeting Report**, June 7-8, 2001, Freiburg, Germany. Freiburg: ISB Commission, 2001.
- JENDRITZKY, G., DE DEAR, R. and HAVENITH, G., 2012. UTCI - why another thermal index? **International Journal of Biometeorology**, 56 (3), pp. 421 – 428.
- LAMBERTS, R. **Conforto e stress térmico**. Florianópolis, 2011. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20TC3%A9rmico_2016.pdf> Acesso em: 10 maio 2018.
- LIMA, G. L. F. et al. Índices de conforto térmico: revisão e proposta para clima quente e úmido de Natal-RN. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005. **Anais...**Maceió: ENCAC, 2005.

- MAYER, H; MATZARAKIS, A. **Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/29692358_Humanbiometeorological_assessment_of_urban_microclimates'_thermal_component> Acesso em: 10 maio 2018.
- NIKOLOPOULOU, M. Microclimate and comfort conditions in urban spaces: an intricate relationship. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19th, 2002, Toulouse. **Proceedings...** Toulouse: Ecole d'Architecture, 2002.
- NINCE, P. C. C. et al. Usos dos índices PET e UTCI na avaliação do conforto termal no campos da UFMT em Cuiabá-MT. **Ver. Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, n. 9, p. 2026-2036, 2013.
- ROSSI, F. A. **Proposição de metodologia e de modelo preditivo para avaliação da sensação térmica em espaços abertos em Curitiba**. 2012. 188p. Tese (Doutorado em Tecnologia e Desenvolvimento), Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2012.
- ROSSI, F. A.; KRÜGER, E.L. Comparação entre sensação térmica real e índice PET para Curitiba/PR. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XII, 2013, Brasília. **Anais...**Brasília, 2013.
- RUPP, R. F. Aplicabilidade do modelo PMV/PPD para avaliação de conforto térmico em escritórios com Sistema central de condicionamento artificial em Florianópolis/SC. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XIII, 2015, Campinas. **Anais...** Campinas: ENCAC, 2015.
- SHIMAKAWA, A. H; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Aplicação dos modelos preditivos de conforto PET e PMV em Presidente Prudente: estudo de caso – Parque do Povo. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, X, 2009. **Anais...**Natal: ENCAC, 2009.
- SILVA et al. Avaliação dos índices PET e UTCI em espaços públicos centrais, Palmas, Tocantins. **Revista Sítio Novo**, v.1, p. 168-189, 2017.