VOTO DE SENSAÇÃO REAL (ASV) PARA A CALIBRAÇÃO DE ÍNDICES PREDITIVOS DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTES EXTERNOS: O CASO DO CALÇADÃO DE PRESIDENTE PRUDENTE (SP)

Larissa Cristina de Andrade Sanches (1); Carolina Lotufo Bueno-Bartholomei (2)
(1) Arquiteta e Urbanista, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", larissa.andrade@unesp.br, laricsanches@gmail.com
(2) Doutora, Professora do Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, carolina.lotufo@unesp.br, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências e Tecnologia, Rua Roberto Símonsen, 305, 19060-900, Pres. Prudente - SP. Tel.: (18) 3229-5680

RESUMO
Os espaços públicos abertos são indispensáveis para a qualidade de vida urbana e para o bem-estar de sua população. No entanto, são locais cada vez mais negligenciados e projetados sem considerar os parâmetros ambientais que influenciam na percepção de conforto térmico dos usuários, fato que afeta as características de uso do espaço. Para o levantamento de tais características, a metodologia empregada foi a mesma utilizada pelas autoras Barlati & Bueno-Bartholomei (2011) e Shinyashiki & Bueno-Bartholomei (2011), artigos apresentados no XI ENCAC/VII ELACAC. Este trabalho objetivou monitorar as condições microclimáticas com realização simultânea de entrevistas sobre a sensação, percepção e preferência térmica da maior parte dos frequentadores do Calçadão de Presidente Prudente – SP, entre 18 e 24 anos de idade, de forma a levantar o conforto térmico real, obtido por meio de entrevistas, e o calculado, através de índices preditivos de conforto em espaços externos. Dessa maneira foi possível analisar e comparar esses dados, possibilitando a definição de uma faixa de conforto térmico para essa população por meio do ASV (Voto de Sensação Térmica Real) e também a calibração dos índices preditivos de conforto PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e UTCI (Índice de Conforto Térmico Universal). Os resultados finais apresentaram proximidade entre o conforto ASV e o índice calculado UTCI, principalmente em estações mais frias do ano. Os comparativos ressaltam a importância da calibração da faixa de conforto térmico dos índices preditivos de forma a apresentarem com maior precisão a quantidade de confortáveis no contexto da cidade na qual este estudo foi realizado.

Palavras-chave: conforto térmico, calibração, índices preditivos de conforto, espaços públicos abertos.

ABSTRACT
The outdoor public spaces are essential for the quality of urban life and for the well-being of your population. However, these places are increasingly neglected and designed without considering the environmental parameters that influence the perception of the thermal comfort by users. This fact affects the characteristics of use in outdoor space. For the survey of these characteristics the methodology used is the same used by the authors Barlati & Bueno Bartholomei (2011) and Shinyashiki & Bueno Bartholomei (2011), articles presented in the XI ENCAC VII ELACAC. That study aimed to monitor microclimate conditions with interviews about the sensation, perception and thermal preference of most of the users in the central pedestrian street in Presidente Prudente – SP, with ages between 18 and 24 years old, in order to raise the number of the thermal comfort, obtained through interviews, and the calculated, through indices for human thermal comfort in urban outdoor. Therefore, it was possible to analyze and compare these data, enabling to define a range of thermal comfort for this population through the ASV (Actual Sensation Vote) and also the calibration of the indices for human thermal comfort PET ((Physiological Equivalent Temperature) and UTCI (Universal Thermal Climate Index). The final results showed proximity between the comfort ASV and the index UTCI, mainly in colder seasons of the year. The comparatives also highlight the importance of calibrating the thermal comfort range of the indices in order to present with greater precision the amount of comfortable people in the context of the city in which this study was carried out.

Keywords: thermal comfort, calibration, indices for human thermal comfort, outdoor public spaces

1. INTRODUÇÃO

Com a maior parte da população mundial vivendo em áreas urbanizadas, havendo transformação do ambiente natural para o construído, há modificações no clima geral, afetando a qualidade de vida em espaços urbanos (FREITAS, 2005). Essa qualidade está intimamente relacionada ao conforto e também ao desconforto térmico de seus usuários. Segundo Rivero (1985), há duas definições de conforto: a primeira delas, de caráter subjetivo, diz que: "o conforto térmico de uma pessoa é aquela condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico"; a segunda, com fundamentos fisiológicos, diz que "o conforto térmico de um indivíduo se alcança quando as condições do meio permitem que o sistema termorregulador esteja em estado de mínima tensão". Para Freitas (2005), o conforto térmico dos usuários depende de quatro grandezas físicas principais: a temperatura do ar, as temperaturas das superfícies, a umidade do ar e a velocidade do vento. Todas essas grandezas são relacionadas e diretamente influenciadas pela concepção arquitetônica: orientação, disposição, dimensões, materiais, entre outros princípios.

Segundo COUTINHO et al. (2014), o clima urbano “abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Resultado da ação antrópica conjugada com os aspectos geoambientais do sítio urbano, variando quanto às dimensões do espaço geográfico e atmosférico e quanto ao dinamismo das atividades desenvolvidas pelo homem nas cidades, agindo alterando o clima em escala local (MONTEIRO & MENDONÇA, 2009). Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações que desorganizam a vida da cidade e diminuem a qualidade de vida de seus habitantes, como as ilhas de calor – fenômeno que altera a temperatura de uma determinada região (SANTOS & RODRIGUES, 2017).

O crescente aumento da consciência das questões ambientais tem mobilizado diversas áreas do conhecimento, entre elas a do ambiente construído, na tentativa de buscar soluções para mitigar os impactos no meio ambiente, seja com a oferta de edifícios bem-sucedidos do ponto de vista energético, assim como a inclusão de espaços livres circundantes aos edifícios e a revitalização de espaços abertos. Para Brasil, Silva & Ribeiro (2015), “os fatores de variação climática na cidade capitalista moderna, no qual se adensa homens e técnicas modernas, engendra um ambiente construído, em que o homem consegue reduzir os efeitos das variações climáticas através dos equipamentos de calefação e ar condicionados”. Contudo em ambientes abertos, como no caso em que esta pesquisa se destina, o homem usuário do ambiente tem seu conforto dependente não só apenas dos fatores internos, mas dos fatores da natureza, determinados por Freitas (2005).

De acordo com Nikolopoulou (2002), existe um interesse público na qualidade de espaços públicos abertos, pois é conhecido que eles podem melhorar a qualidade nos centros das cidades ou, ao contrário, acentuam a isolação e a exclusão social. O sistema de espaços públicos abertos, que são constituídos por ruas, praças, parques, entre outros, é o lugar natural de encontros entre pessoas de todo caráter, sejam espontâneos ou organizados, que têm a oportunidade de se reunir sem distinção de raça, posição social e ideologias políticas ou religiosas. Além de favorecer as atividades de lazer (recreação e contemplação), esses espaços podem contribuir para a estética e qualidade ambiental urbana. Um bom desempenho ambiental do espaço público urbano, além de influenciar as atividades realizadas ao ar livre, a sensação de conforto térmico dos usuários e a permanência no espaço, contribui para o processo de socialização.

Para a análise do conforto térmico em espaços internos ou externos podem ser utilizados índices preditivos de conforto calculado, além do Voto de Sensação Térmica Real (ASV). Para Katzschner et al. (2004), índices bioclimatológicos como PET predizem a sensação térmica média, com base em parâmetros meteorológicos, assim como o vestuário e atividades das pessoas. O modelo usado no aplicativo computacional RAYMAN (2002), que leva em conta as complexas estruturas urbanas, é adequado para diversas aplicações nas áreas urbanas, tais como planejamento urbano e projetos de vias.

Para Bröde et al. (2012), O UTCI, inicialmente desenvolvido pela International Society of Biometeorology - ISB, resulta em uma temperatura equivalente a um ambiente de referência, sendo válido para todo o intervalo de trocas de calor entre o corpo e o ambiente, podendo também ser classificado em categorias de estresse térmico por faixas da temperatura, variando de “estresse por frio extremo” a “estresse por calor extremo”. Ainda segundo Bröde et al. (2012), para analisar o conforto térmico no Brasil o PET é um dos índices mais utilizados, enquanto o UTCI é o mais recente modelo desenvolvido para áreas externas, no intuito de ser aplicável a todos os tipos de clima.

Os modelos de conforto térmico devem levar em conta, além das variáveis do meio, as variáveis do indivíduo adaptado à sua região, que são influenciadas pelos usos e costumes da população. Para Bustos Bustos Romero (2001), os modelos de conforto térmico, adequadamente desenvolvidos, são um instrumento importante para o estudo das técnicas de controle do ambiente, uma vez que permitem a identificação daquelas variáveis do meio que devem ser modificadas e/ou aproveitadas para se conseguir as condições de conforto desejadas, a partir do projeto de arquitetura.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar a calibração da faixa de conforto térmico para espaços externos, no cenário do interior paulista, a partir da comparação entre valores do Voto de Sensação Térmica Real (ASV) e do conforto térmico calculado pelos índices preditivos PET e UTCI, sendo esses valores obtidos por meio de levantamentos microclimáticos com realização simultânea de entrevistas, com usuários de 18 a 24 anos de idade no Calçadão de Presidente Prudente.

3. MÉTODO

Os procedimentos metodológicos deste trabalho estão divididos em três etapas principais, sendo elas:

1. Caracterização da área de estudo e realização de levantamentos microclimáticos com realização simultânea de entrevistas no Calçadão de Presidente Prudente – SP.
2. Tabulação dos dados, da sensação térmica real (ASV), da satisfação térmica dos usuários e cálculo dos índices preditivos de conforto PET e UTCI, utilizando os programas RayMan versão 1.2 e Bioklima versão 2.06.
3. Análises comparativas do conforto térmico calculado e real (ASV) para definir uma faixa de conforto térmico dos usuários do local e calibrar os índices preditivos de conforto.

3.1. Caracterização da área de estudo e realização de levantamentos microclimáticos com realização de entrevistas no Calçadão de Presidente Prudente – SP

A área de estudo está inserida em um trecho do Calçadão de Presidente Prudente, cidade localizada no interior do estado de São Paulo, a 587 km de distância da capital paulista, conforme indicação das Figuras 1 e 2. Em relação ao clima, a localização da cidade revela a influência da continentalidade, possibilitando temperaturas médias anuais elevadas. Porém, as variações de temperaturas reais são muito elevadas, principalmente nos meses de inverno que, em alguns anos, atingem os 30ºC (AMORIM, 2000), assim como ocorreu em 2018. Para Vicente (2001), a região apresenta duas estações bem definidas: uma estação mais seca, de tempo estável (outono e inverno), e outra quente e úmida com chuvas mais frequentes e intensas (primavera e verão).



Figuras 1 e 2 – Localização de Presidente Prudente no Brasil e no Estado de São Paulo, da esquerda para a direita (IBGE, 2018).

3.3.1. O Calçadão e a caracterização sócio ambiental

O Calçadão, localizado no centro tradicional da cidade, área das primeiras ocupações de Presidente Prudente, foi implantado no início dos anos 1980 e sofreu uma série de modificações até os dias atuais. Segundo HIRAO (1990), quando da construção do Calçadão não foi realizada avaliação das reais necessidades e costumes dos habitantes, nem consideradas condicionantes climáticas, sistemas construtivos usuais na região e a paisagem urbana existente. De acordo com Thomaz (2006), a área que compreende a Rua Tenente Nicolau Maffei no trecho de cinco quadras que compõe o Calçadão (Figura 3) caracteriza-se por uma intensa atividade comercial e de serviços bancários com um fluxo contínuo e ininterrupto das 8 às 18 horas. O Calçadão é a principal via do centro tradicional da cidade e cada uma de suas cinco quadras contém 100 lotes ocupados por atividades comerciais, de serviços e residências, além de ser uma via de trânsito exclusivo de pedestres.



Figura 3 - Extensão do Calçadão, em laranja (GOOGLE EARTH, 2020, editado pela autora).

A caracterização sócio ambiental teve por objetivo considerar os aspectos da localidade, como microclima, circulação, atividades realizadas no local, mobiliários e assentos, e também aspectos relacionados ao significado urbano do Calçadão, como identificação e entendimento dos seus significados, das atividades comunitárias da vida local, do uso real/efetivo e das identidades do espaço.

3.3.2. Monitoramentos microclimáticos e realização de entrevistas

Para a análise das condições de conforto térmico dos usuários foram feitos monitoramentos microclimáticos com a realização de entrevistas em três pontos distintos nas primeiras três quadras do Calçadão, anteriormente escolhidos por Barlati (2011). A localização dos três pontos pode ser observada por meio das Figuras 4 e 5.



Figura 4 – Área escolhida para análise, em amarelo (GOOGLE EARTH, 2020, editado pela autora).

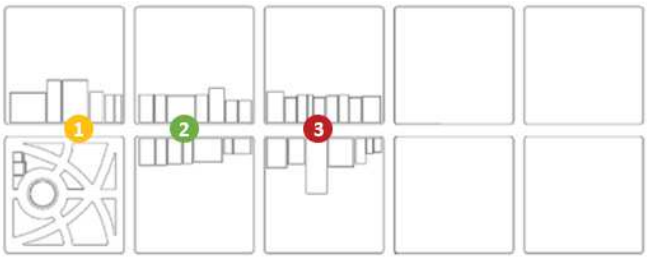

Figura 5 – Localização dos três pontos de medição (BARLATI, 2011, editado pela autora).

O ponto P1 do Calçadão (Figura 6) se localiza entre a Av. Cel. José Soares Marcondes e a Rua Joaquim Nabuco e está embaixo de uma árvore de grande porte, configurando durante a manhã um local de plena sombra e durante a tarde um local de meia sombra. O ponto P2 (Figura 7) se encontra entre a Rua Joaquim Nabuco e a Rua Siqueira Campos e sofre influência das sombras dos prédios à norte durante o início da manhã e, à tarde, recebe sol pleno. Já o ponto P3 (Figura 8) situa-se entre a Rua Siqueira Campos e a Rua Major Felício Tarabay, recebendo insolação de maneira parecida com o ponto P2 durante a manhã e também durante a tarde, porém sendo sombreado pela manhã por mais tempo devido à altura das edificações.



Figura 6 – Localização do Ponto 1.



Figura 7 – Localização do Ponto 2.



Figura 8 – Localização do Ponto 3.

Os levantamentos microclimáticos nos três pontos foram realizados e registrados por meio de uma estação meteorológica móvel, que coleta dados de temperatura do ar e de globo, umidade relativa e radiação global. A estação, conforme Figura 9, é composta pelos seguintes instrumentos: Net Radiômetro, marca Kip & Zonen; Sonda de temperatura ambiente para termômetro de globo, marca/modelo TESTO 06131712;

Datalogger (figura 10) para registros de temperatura e umidade, marca/modelo TESTO 177-H1; e o Aquisitor de dados (figura 11), marca Campbell Scientific modelo CR1000. Os sensores estão fixados há 1,5m de altura em relação ao chão. A velocidade do vento foi registrada com um anemômetro através da anotação manual da variação do vento durante cada entrevista.



Figura 9 – Estação meteorológica.



Figura 10 – Datalogger.



Figura 11 – Case da estação.

Concomitantemente às medições foram realizadas entrevistas com os usuários que passavam pelo local de maneira a serem identificados o perfil dos mesmos, características, sensação e satisfação térmica. As questões abrangeram desde perguntas mais gerais, como: idade do usuário, o sexo, a altura e o peso; até perguntas relativas a sensação térmica (como estava o microclima local), a percepção térmica (como gostaria que estivesse o microclima), além da satisfação térmica (se o usuário se sentia confortável no momento). Além disso, informações sobre o usuário foram anotadas, sendo elas: a atividade desenvolvida (se sentado, em pé em atividade leve, em pé atividade média, ou caminhando), localização (no sol, meia sombra ou sombra) e todas as peças de roupas que estava vestindo. Durante as medições, permanecia-se em cada ponto por uma hora para a coleta de dados e entrevistas com os usuários que passavam pela área. Ao total foram realizadas cerca de 15 entrevistas por período. Todas as medições foram feitas em dias com céu aberto, com pouca ou nenhuma quantidade de massa de nuvens e sem chuva.

3.2. Tabulação dos dados e cálculo dos índices preditivos de conforto PET e UTCI

Após o monitoramento, todos os dados das entrevistas e da estação meteorológica móvel foram passados para o computador e tabulados em planilhas para análise. O presente artigo faz parte de uma pesquisa maior, que entrevistou ao todo 340 usuários do Calçadão nos anos de 2018 a 2020, em todas as estações do ano. Para o recorte apresentado foram utilizados os dados referentes a maior parte dos usuários entrevistados (49%), sendo 166 entrevistados que têm faixa etária entre 18 e 24 anos.

O primeiro índice de conforto térmico calculado utilizado neste trabalho foi o PET (Temperatura Fisiológica Equivalente), por meio do programa *RayMan* versão 1.2. O PET, índice desenvolvido por Hoppe & Mayer (1987), é muito aplicável em ambientes externos e leva em consideração os dados de velocidade do vento (m/s), temperatura do ar (ºC), umidade relativa (%), temperatura radiante média (ºC), idade do entrevistado, sexo, peso e altura, tipo de atividade desenvolvida e o tipo de vestuário utilizado (clo). A faixa de conforto desse índice foi definida na Tabela 1.

Tabela 1 – Escala do PET e grau de conforto adotado (MONTEIRO & ALUCCI, 2007).

PET (ºC)	Sensação Térmica	Grau de conforto
> 43	Muito calor	Desconfortável
> 31	Calor	
> 26	Pouco calor	
18 a 26	Neutra	Confortável
< 18	Pouco frio	Desconfortável
< 12	Frio	
< 4	Muito frio	

O segundo índice, o UTCI (Índice de Conforto Térmico Universal), foi calculado por meio do programa *Bioklima* versão 2.06, inserindo os dados microclimáticos levantados. O UTCI leva em consideração a velocidade do vento (m/s) a 10m de altura, a umidade relativa (%), a temperatura do ar (ºC) e a temperatura média radiante (ºC), sendo essa última calculada pelo programa *RayMan*. Para o cálculo da velocidade do vento a 10 metros de altura foi utilizado o fator de escala indicado por Bröde et al (2011), por meio da Equação 1. A faixa de conforto adotada para o UTCI está definida na Tabela 2.

$$Va = Vaxm \times \log(10/0{,}01) / \log(x/0{,}1) \qquad \text{Equação 1}$$

Onde:
Va é a velocidade do vento a 10m de altura [m/s];
Va_{xm} é a velocidade do vento medida a X metros [m/s];
X é a altura no qual a velocidade do vento foi medida, sendo considera no estudo a altura de 1,2 [m].

Tabela 2 – Escala do UTCI e grau de conforto adotado (YOUNG, 2017).

UTCI (ºC)	Estresse Térmico	Grau de conforto
> 38	Muito estresse térmico	Desconfortável
32 a 38	Moderado estresse térmico	
26 a 32	Pouco estresse térmico	
9 a 26	Sem estresse térmico	Confortável
9 a 0	Pouco estresse térmico	Desconfortável
0 a -13	Moderado estresse térmico	
< -13	Muito estresse térmico	

A sensação térmica foi determinada com base nas respostas dadas durante as entrevistas, em que os usuários respondiam se o microclima no momento estava "muito frio", "frio", "pouco frio", "nem frio nem quente", "pouco quente", "quente" ou "muito quente". A faixa de conforto foi determinada pelo ASV (sensação real) conforme a Tabela 3. A satisfação térmica também foi obtida por meio das entrevistas, com o usuário respondendo se estava ou não confortável naquele momento.

Tabela 3 –Voto da Sensação Real (ASV) e faixa de conforto (FANGER, 1970).

Sensação Térmica (ASV)	Voto	Grau de conforto
Muito quente	+3	Desconfortável
Quente	+2	
Leve sensação de calor	+1	Confortável
Neutralidade térmica	0	
Leve sensação de frio	-1	
Frio	-2	Desconfortável
Muito frio	-3	

3.3. Calibração dos índices preditivos de conforto PET e UTCI – análises comparativas com o ASV

Com os dados dos monitoramentos climáticos e das entrevistas tabuladas foram obtidos os valores de conforto térmico: Sensação Térmica (ASV), Satisfação Térmica, PET e UTCI. A partir desses dados foram gerados gráficos em forma de barras que apresentam a porcentagem de usuários confortáveis para cada um dos índices preditivos de conforto e para as respostas de sensação e de satisfação térmica, possibilitando o

comparativo entre o conforto térmico calculado e o real nos períodos de primavera/verão, de outono/inverno e geral ao longo de todo o período de medições de 2018-2020. Além disso, foi possível elaborar um comparativo por meio de gráficos do tipo bolha que comparam o número de confortáveis e desconfortáveis para o ASV, em relação a temperatura do ar, e as faixas de conforto térmico do PET e do UTCI. Tal gráfico permite o comparativo entre as faixas de conforto e a calibração dos índices preditivos estudados segundo a Sensação Térmica (ASV) sentida pelos usuários do local.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos no recorte desta pesquisa. Os gráficos são referentes aos períodos de medição de Primavera/Verão, de Outono/Inverno e Geral de todo o período de medições, de 2018 a 2020. Os gráficos mostram o número de usuários confortáveis, de 18 a 24 anos, de acordo com o conforto térmico calculado e o real (PET, UTCI, ASV e Satisfação Térmica) em cada período do ano; e um comparativo direto da Sensação Térmica (ASV) com as faixas de conforto determinadas pelos índices calculados PET e UTCI, permitindo a calibração desses índices para o cenário local.

4.1. Comparativo de usuários confortáveis para cada índice

Com os dados dos levantamentos microclimáticos, das entrevistas e com o cálculo dos índices de conforto foi possível avaliar o conforto térmico calculado correlacionado ao conforto térmico real, que pode ser observado nas Figuras 12, 13 e 14.

No período de medições de primavera/verão (Figura 12) o desconforto dos usuários foi muito expressivo. O índice com maior desconforto foi o UTCI, com 95% dos usuários entrevistados desconfortáveis. O número de desconfortáveis para o índice PET ficou muito semelhante à Sensação Térmica sentida pelos usuários, de 82% e 84%, respectivamente. Em relação a Satisfação Térmica, que é quando os usuários respondem se estão confortáveis ou não com o microclima local, 60% disseram estar desconfortáveis. Comparado com os demais confortos tal fato mostra a adaptabilidade psicológica e fisiológica da população ao clima quente e seco local, com muito usuários respondendo que se sentiam confortáveis para a Satisfação Térmica (40%) ao mesmo tempo que responderam para a Sensação Térmica que o microclima estava “quente” ou “muito quente” (desconforto).

Durante o outono/inverno (Figura 13) houve um maior número de confortáveis para a maioria dos índices. Nesse período os índices UTCI e o conforto ASV foram os que mais se aproximaram, com 89% de confortáveis para o primeiro e 82% para o segundo. A Satisfação Térmica teve 70% que disseram estar confortáveis no momento. Contudo, em relação ao índice PET o número de confortáveis foi menor, de apenas 24%. Tal fato ocorre porque foi considerado para o PET o intervalo de conforto entre 18ºC e 26ºC, e para o UTCI, de 9ºC a 26ºC, com este último índice abrangendo um intervalo maior de temperaturas.

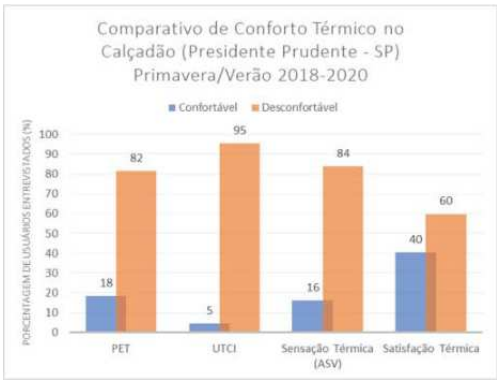

Figura 12 – Comparativo do conforto térmico na primavera/verão.

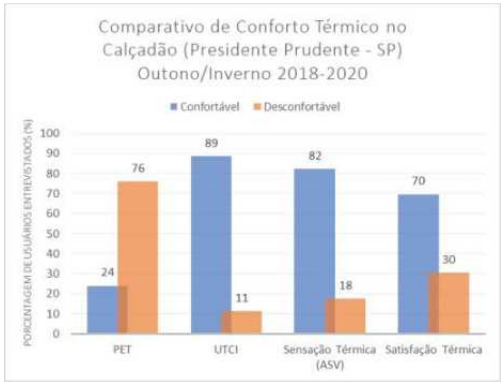

Figura 13 – Comparativo do conforto térmico no outono/inverno.

Considerando todo o período, de primavera/verão e de outono/inverno de 2018 a 2020, foi feita a média dos índices de conforto. No geral o maior número de confortáveis foi de 54% para a Satisfação Térmica. O ASV teve 48% de confortáveis, muito próximo do valor dado pelo UTCI, de 45% confortáveis. O PET foi o índice que ficou mais distante do conforto térmico real, com apenas 21% de confortáveis. Com isso, em relação ao comparativo do conforto térmico real e do conforto térmico calculado, para o cenário do espaço público aberto do Calçadão de Presidente Prudente o índice preditivo que mais se assemelhou ao conforto real ASV (Sensação Térmica) foi o UTCI.

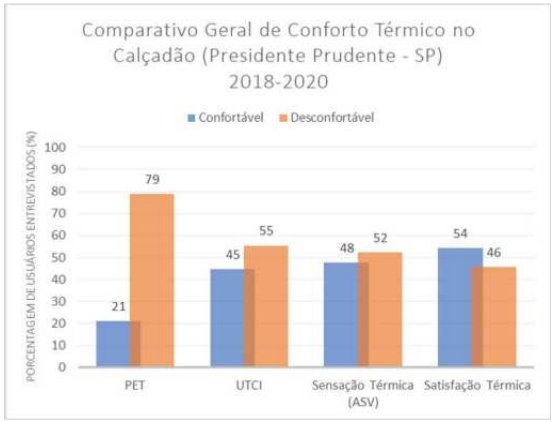

Figura 14 – Comparativo de conforto térmico geral durante todo o período de medições.

4.2. Calibração dos índices PET e UTCI

As Figuras 15 e 16 mostram, por meio de gráfico de bolhas, a quantidade de usuários confortáveis para o conforto térmico real ASV (Voto de Sensação Térmica Real) de acordo com a temperatura do ar, comparando com o intervalo de conforto térmico adotado para os dois índices estudados: PET e UTCI. A metodologia que permite a comparação dos dados de conforto real e calculado, baseada no procedimento adotado por Rossi (2012), permite observar se intervalo de conforto térmico definido pelos índices está de acordo com a realidade de Presidente Prudente, e assim calibrá-los.

Na Figura 15 pode-se observar que houve sobreposição da faixa de conforto do PET para as respostas do ASV de conforto e desconforto para frio, entre 18ºC e 19ºC. Do total de usuários em desconforto para frio pelo ASV, 64% estão abaixo de 18ºC. Para o conforto, 57% estão entre 18ºC e 26ºC, faixa de conforto definida para o PET. Para o desconforto para calor, 100% está fora do intervalo de conforto definido pelo PET, ou seja, em temperatura maior que 26ºC.

Na figura 16 também se pode observar que houve sobreposição da faixa de conforto do UTCI com as respostas de conforto e o desconforto para frio segundo o ASV, entre 9ºC e 19ºC. Em relação ao total de desconfortáveis para frio pelo ASV, 0% estão fora do intervalo de conforto para o UTCI. Para os confortáveis pelo ASV, 73% estão dentro da faixa de 9ºC a 26ºC. Para os desconfortáveis para calor segundo o ASV, 100% está no intervalo de temperaturas maior que 26ºC, no intervalo de desconforto do UTCI.

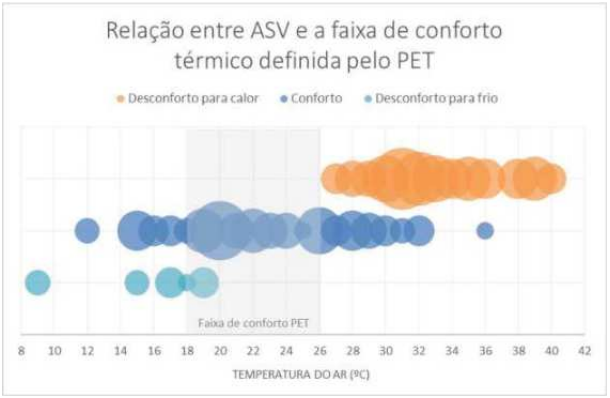

Figura 15 – Relação entre ASV e a faixa de conforto definida pelo PET.

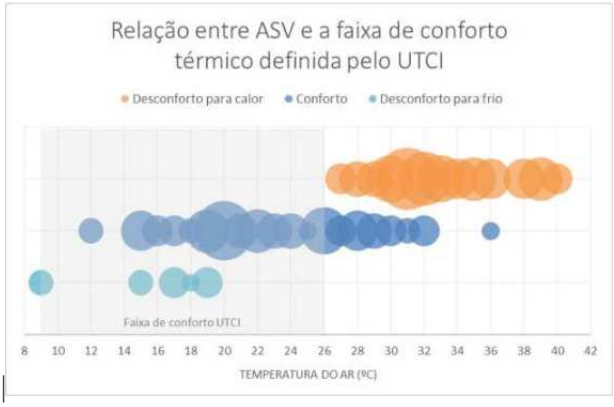

Figura 16 – Relação entre ASV e a faixa de conforto definida pelo UTCI.

As respostas do ASV variaram para o desconforto para calor, de 27ºC a 40ºC; para conforto, de 12ºC a 36ºC; e para o desconforto para frio, de 9ºC a 19ºC. Em relação à maioria dos votos, 79% das respostas para o desconforto para calor em relação ao ASV ficaram entre 29 e 38ºC, 80% das respostas para conforto ficaram entre 16 e 29ºC e 81% para desconforto para frio ficaram entre 15ºC e 19ºC. Dessa maneira, observa-se que o intervalo de conforto definido pelos índices preditivos PET e UTCI não está de acordo com o intervalo definido pelo ASV para o local. Com isso, pode-se definir um novo intervalo de conforto, a partir da concentração da maior parte de usuários confortáveis dentro de certo intervalo. Assim, o novo intervalo

de conforto para os índices calculados seria de 16ºC a 29ºC, compreendendo 80% das respostas de conforto do ASV. Os intervalos podem ser vistos por meio da Tabela 4.

Tabela 4 – Calibração do intervalo de conforto dos índices PET e UTCI segundo o ASV.

Índices Preditivos	Grau de conforto	Intervalo de conforto dos índices	Faixa de conforto definida pelo ASV
PET	Desconforto para frio Conforto Desconforto para calor	PET < 18ºC 18ºC ≤ PET ≤ 26ºC PET > 26ºC	16ºC ≤ ASV ≤ 29ºC
UTCI	Desconforto para frio Conforto Desconforto para calor	UTCI < 9ºC 9ºC ≤ UTCI ≤ 26ºC UTCI > 26ºC	

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos por meio dos levantamentos microclimáticos no Calçadão de Presidente Prudente - SP, com realização de entrevistas, foi possível definir o conforto térmico real dos usuários, determinado pelas respostas de Sensação Térmica (ASV) e de Satisfação Térmica, e calcular o conforto térmico por meio dos índices preditivos de conforto PET e UTCI. Com esses dados foi possível comparar diretamente o número de usuários confortáveis para cada um dos índices de conforto, além de observar o número de confortáveis e desconfortáveis para o ASV em relação à temperatura do ar permitindo a calibração da faixa de conforto dos índices preditivos para o cenário local.

Em relação ao comparativo entre os índices de conforto térmico calculados e o conforto real, o índice preditivo PET foi o que mais se assemelhou às respostas do Voto de Sensação Térmica Real (ASV) no período mais quente, de primavera/verão, e o índice UTCI foi o que mais se assemelhou ao ASV no período com temperaturas mais amenas, de outono/inverno. No cenário geral, analisando o período de 2018 a 2020 como um todo, o número de usuários confortáveis dado pelo índice UTCI é o que mais se aproxima das respostas para o ASV. Destaca-se também a adaptação psicológica e fisiológica da população ao microclima local, com os usuários dizendo se sentirem confortáveis em momentos em que a temperatura do ar estava elevada, mesmo classificando durante as entrevistas o clima como “quente” ou “muito quente”, considerado como desconfortável (ASV).

O comparativo entre as faixas de conforto definidas para o PET e para o UTCI e a quantidade de confortáveis e de desconfortáveis para a Sensação Térmica, de acordo com a temperatura do ar, destaca a importância da calibração desses índices para o cenário local. Dentro do intervalo de conforto do PET (de 18ºC a 26ºC), apenas 54% dos usuários confortáveis segundo o ASV se encontravam nesse intervalo. Para o UTCI, 73% dos entrevistados confortáveis para o ASV estavam dentro do intervalo de conforto do índice (de 9ºC a 26ºC). Dessa maneira, foi considerado que para um ambiente passar a ser caracterizado como confortável o número mínimo de usuários confortáveis deve ser de 80% ou mais. Com isso, o intervalo de conforto dos dois índices preditivos foi calibrado segundo o número de confortáveis para o ASV, com 80% dos usuários confortáveis entre 16ºC e 29ºC. A faixa de conforto foi deslocada em +7ºC para a temperatura mínima e em +3ºC para a temperatura máxima em relação ao intervalo utilizado para o UTCI, o mais próximo da faixa definida pelo ASV.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

BARLATI, Amanda Braceiro & BUENO BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo. **Calçadão de Presidente Prudente – SP: O conforto térmico em espaços públicos abertos.** In: XI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, XI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Búzios - RJ. 2011.

BIOKLIMA 2.06. Disponível em: <https://www.igipz.pan.pl/Bioklima-zgik.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

BRASIL, Antônio de Pádua de M. dos Santos; SILVA, Mauro Emílio Costa; RIBEIRO, Willame de Oliveira. **Clima, ambiente urbano e a qualidade de vida:** uma análise da percepção dos moradores da periferia belenense do carmelândia sobre o conforto/desconforto térmico. Maringá: Universidade do Estado do Paraná (UEPA), 2015.

BRÖDE, P.; FIALA, D.; BŁAŻEJCZYK, K.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; TINZ, B.; HAVENITH, G. Deriving the operational procedure for the Thermal Climate Index (UTCI). **International Journal of Biometeorology**, v. 56, n. 3, p. 481–494, maio de 2012.

BUSTOS ROMERO, Marta Adriana. **A arquitetura bioclimática do espaço público.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

COUTINHO, Maytê Duarte Leal; DOS SANTOS, Thalyta Soares; GOMES, Ana Carla dos Santos; SILVA, Allan Rodrigues; COSTA, Micejane da Silva. DE MORAIS, Michelyne Duarte Coutinho. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade de Natal. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 10(19), 50-73, 2014.

FANGER, P. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill, 1970.

FREITAS, Ruskin Marinho de. **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano.** Tese (Doutorado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2005.

HIRAO, Hélio. **Ruas de pedestres: o planejamento visual urbano dos projetos públicos adequados ao contexto regional**. O caso de Presidente Prudente. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo – USP: São Paulo, 1990.

HÖPPE, P.; MAYER, H. Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and applied Climatology**, V. 38, 1987.

MONTEIRO, Leonardo Marques; ALUCCI, Márcia Peinado. **Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos:** consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. Disponível em: http://www.antac.org.br/ambienteconstruido. 2007.

MONTEIRO. C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano.** 1.ed., São Paulo: Contexto, 2009. 192p.

RAYMAN 1.2. Disponível em: <http://www.mif.uni-freiburg.de/rayman/>. Acesso em: 25 fev. 2021.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural** – Porto Alegre: D.C. Luzzato Editores: Ed. Da Universidade, UFRGS, 1985.

ROSSI, F. **A. Proposição de metodologia e de modelo preditivo para avaliação da sensação térmica em espaços abertos em Curitiba**. 188 f. Tese (Doutorado em Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SANTOS, Ana Maria dos Santos; RODRIGUES, Gilberto Aparecido. **Ilhas de calor: conceito, problemas e alternativas.** III SIMTEC, Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga, v.3, n.1. Taquaritinga, 2017.

SHINYASHIKI, Letícia Akemi Varella & BUENO BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo. **Praça Nove de Julho: O conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Prudente – SP.** In: XI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, XI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Búzios - RJ. 2011.

THOMAZ, Francini. **Usos das vias urbanas em Presidente Prudente:** espaços públicos e legislação urbana. 2006. 323 f. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia, 2006. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96748?show=full>. Acesso em: 06 mar. 2019.

VICENTE, A. K. **Conforto térmico na cidade de Presidente Prudente**. Monografia (Bacharelado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2001. 96 p.

YOUNG. A. **Universal Thermal Index.** 2017. Disponível em: <http://www.utci.org/utci_doku.php>. Acesso em: 12 mar. 2019.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa faz parte de um projeto mais amplo intitulado “Conforto térmico em espaços públicos abertos: O calçadão pós-reforma, Presidente Prudente - SP”, com financiamento FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). As autoras agradecem à FAPESP pela concessão de bolsa para o desenvolvimento desta pesquisa.