INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NA VARIAÇÃO DOS PARAMÊTROS MICROCLIMÁTICOS E NO CONFORTO TÉRMICO REAL E CALCULADO

Rafaela de Lima Vieira (1); Carolina Lotufo Bueno Bartholomei (2)
(1) Arquitetura e Urbanismo, rafaelalvieira@hotmail.com
(2) Professora Doutora do Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, carolina.lotufo@unesp.br
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente (SP), Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente – SP, 19060-900, Tel.: (18) 3229 5680.

RESUMO
São inúmeros os estudos que apontam a importância da vegetação na melhoria do conforto térmico em espaços públicos abertos. Considerando a relevância do conforto térmico no uso e permanência de usuários nesses espaços, o presente artigo busca não só analisar a influência da vegetação nos parâmetros microclimáticos como temperatura do ar (Tar), temperatura radiante média (Trm) e umidade relativa do ar (UR), mas também verificar sua influência direta na sensação e satisfação térmicas dos usuários, comparando-as a simulação de conforto realizada através dos índices preditivos PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e UTCI (Universal Thermal Climate Index). Para isso, foram selecionados três pontos distintos (PA, PB e PC), que se encontravam sob sol pleno ou sombreados por vegetação arbórea, onde foram realizados levantamentos microclimáticos e entrevistas junto aos usuários, de modo a obter o conforto térmico real e calculado da Praça do Centenário, localizada em Presidente Prudente – SP. Com os dados obtidos, analisou-se a redução da Tar e da Trm, e também o aumento da UR nos pontos que estavam sombreados, sendo que os dois últimos parâmetros apresentaram valores mais expressivos. Conclui-se também que a presença de vegetação possui influência positiva principalmente na sensação térmica dos usuários da Praça, e que esses se mostraram mais tolerantes ao calor, independente do ponto de análise, devido a uma provável adaptação ao clima quente local.
Palavras-chave: vegetação, conforto térmico, espaços públicos abertos, conforto térmico real e calculado.

ABSTRACT
There are countless studies that point out the importance of vegetation in improving thermal comfort in open public spaces. Considering the relevance of thermal comfort in the use and permanence of these spaces, this article seeks not only to analyse the influence of vegetation on microclimate parameters such as air temperature, mean radiant temperature and relative humidity, but also to verify its direct influence on the sensation and thermal satisfaction of users, comparing them to the comfort simulation calculated by the predictive indices PET (Equivalent Physiological Temperature) and UTCI (Universal Thermal Climate Index). For this purpose, three distinct points were chosen (PA, PB and PC), that were under sun or under the shade of nearby vegetation, where were realized microclimatic surveys and interviews with the user, in order to obtain the real and calculated thermal comfort of the "Praça do Centenário", located in Presidente Prudente - SP. The results showed the reduction of the air temperature and mean radiant temperature and the increase of the relative humidity in the points that were shaded, just that the last two parameters showed more expressive values. It is also concluded that the presence of vegetation has a positive influence on the user's thermal sensation, and that they were more tolerant to heat, regardless of the point of analysis, due to a probable adaptation to the local hot climate.

Keywords: vegetation, thermal comfort, public spaces, real and calculated thermal comfort.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os estudos de climatologia urbana, a discussão sobre conforto térmico possui grande relevância, pois está relacionada a uma problemática de considerável implicação na qualidade de vida da sociedade, essa que sofreu com as rápidas e profundas transformações ocorridas nas últimas décadas, consequentes da afirmação de uma sociedade e economia globalizada (BRASIL; SILVA; RIBEIRO, 2015).

Portanto, em razão da crescente urbanização e o consequente adensamento do solo urbano, os espaços públicos acabam ficando em segundo plano, o que se torna prejudicial para a qualidade de vida, já que esses espaços são grandes responsáveis por uma parcela significativa da área verde da cidade. Essas áreas são necessárias para a manutenção da qualidade do espaço urbano, não só por embelezarem a cidade, mas também por auxiliar na mitigação dos diversos problemas causados pela urbanização (TEIXEIRA; MARTINS, 2020).

Há diversas pesquisas que analisam e verificam a influência positiva da presença de vegetação no conforto térmico de microclimas urbanos. A arborização se mostrou capaz tanto de promover a redução da temperatura do ar e da temperatura radiante média para valores mais amenos, bem como interferir na umidade relativa, resultando em porcentagens mais elevadas quando sob vegetação arbórea (ROMERO et al., 2019; SHINZATO e DUARTE, 2017; SILVA e FIGUEIREDO, 2019; KNAUT, LISOT e VALQUES, 2019; NINCE et al., 2013; MARTELLI e SANTOS JUNIOR, 2015).

Observando que o período de verão é o mais crítico na cidade de Bauru – SP, devido às altas temperaturas e baixa umidade, Silva e David (2016) verificaram que a intensificação dessa condição se deve à ausência de elementos, como água e vegetação, que poderiam auxiliar no aumento da umidade do ar, e no caso da vegetação, de sombreamento. A falta de elementos que tornem o percurso mais ameno e confortável faz com que a frequência de usuários seja menor.

Nesse interim, compreende-se a importância da vegetação no conforto térmico de usuários e transeuntes nos espaços públicos verdes e de lazer.

O desempenho ambiental de estruturas urbanas e dos espaços abertos possui influência decisiva na qualidade e quantidade de uso dos ambientes urbanos (ROMERO et al., 2019). Em geral, os espaços urbanos quando possuem um ambiente térmico adequado atraem os cidadãos e aumentam a vitalidade das cidades (LAI et al., 2019).

Os elementos atmosféricos já citados, como a temperatura do ar, a temperatura radiante média, a umidade atmosférica e o vento, formam um complexo térmico que exerce influência direta no conforto e saúde dos seres humanos (ROSA; SILVA, 2017). Sharmin e Steemers (2018) identificaram a influência desses parâmetros climáticos no voto de sensação térmica dos usuários, em que valores maiores de VST (de estresse térmico para o calor) estão associados a valores mais altos de temperatura externa, de temperatura de globo e de temperatura radiante média, bem como a valores menores de umidade relativa de velocidade do vento.

Além disso, os parâmetros psicológicos de adaptação e as opiniões sobre o clima são fatores importantes para se compreender o conforto térmico humano, pois são fatores que constroem a percepção térmica dos indivíduos, e que consequentemente determinam seu comportamento e atividades nos espaços (SHARMIN; STEEMERS, 2018). Sendo assim, um único parâmetro microclimático não é suficiente para explicar a sensação, preferência e condição térmica dos indivíduos (LIMA et al, 2019). Nesse caso, a sensação e a satisfação térmicas dos usuários de um espaço público aberto podem ser afetadas por questões não só climáticas, mas também subjetivas.

Uma das formas de avaliação da relação entre conforto térmico e as condições climáticas de determinada localidade é através do uso de índices de conforto (KRÜGER et al., 2018). Para a determinação do conforto térmico calculado, utilizaram-se os índices PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e UTCI (Universal Thermal Climate Index) como forma de comparar esses resultados às respostas dos usuários quanto à sensação e satisfação térmicas em relação às condições climáticas, diferenciadas pela presença de vegetação nos subespaços de uma área pública de lazer.

2. OBJETIVO

O artigo objetiva analisar as diferentes situações de conforto térmico microclimático em relação à presença ou ausência de vegetação nos subespaços da Praça do Centenário, localizada na cidade de Presidente Prudente – SP, de modo a comparar a temperatura do ar, a temperatura radiante média e a umidade relativa do ar, além de averiguar o conforto térmico real obtido por meio de entrevistas aos usuários, e o conforto térmico calculado pelos índices preditivos.

3. MÉTODO

O método utilizado foi dividido nas seguintes etapas:

1. Caracterização da área de estudo;
2. Seleção e caracterização dos pontos de análise;
3. Levantamento microclimático e realização de entrevistas junto aos usuários, em cada ponto de análise;
4. Tabulação dos dados e identificação do conforto térmico real obtido pelas entrevistas e do conforto térmico calculado por meio da aplicação dos índices preditivos de conforto: PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) - utilizando o software RayMan, desenvolvido pelo Instituto de Meteorologia de Freiburg (Matzarakis, 2006, disponível em www.mif.uni-freiburg.de/rayman). E o UTCI – utilizando o software BioKlima 2.06 desenvolvido por Michael Blazejczyk (disponível em http://www.utci.org/utcineu/utcineu.php);
5. Análise comparativa do conforto térmico e dos parâmetros climáticos: temperatura do ar, temperatura radiante média e umidade relativa do ar.

3.1. Caracterização da área de estudo

O espaço público aberto estudado é a Praça do Centenário, localizada na extremidade noroeste do Parque do Povo, um importante espaço público de lazer na cidade de Presidente Prudente – SP. A Praça, cuja construção em 2018 objetivou a comemoração do centenário da cidade, é relativamente recente. Sua principal característica é ausência de arborização adulta no seu entremeio, o que a torna constantemente exposta ao sol. Os únicos pontos que se encontram sombreados, são aqueles próximos a suas extremidades, ou seja, ao seu entorno, devido à presença de vegetação arbórea de grande porte previamente existente na área.

A implantação da praça apresenta uma clara subdivisão, possuindo uma parte mais permeável, que se encontra gramada, com mudas de vegetação em desenvolvimento e mais próxima da arborização do entorno, e uma outra parte pavimentada com calçamento feito em pedras portuguesas e tijolo aparente e menor proximidade com a arborização.

Segundo Amorim (2012), Presidente Prudente é uma cidade tipicamente tropical caracterizada por um período quente e chuvoso entre os meses de outubro e março e outro, mais ameno e seco, entre abril e setembro. A autora destaca a ocorrência de altas temperaturas, que muito frequentes, causam desconforto na população, ainda mais quando intensificadas pela presença do fenômeno da ilha de calor.

Em razão dessas circunstâncias, pretendeu-se analisar o conforto térmico existente na Praça, considerando que espaços abertos totalmente expostos à insolação direta, principalmente em climas quentes, geram microclimas desconfortáveis ao usuário. O que pode diminuir a propensão de permanência no local, tornando-o espaço apenas de circulação (SILVA E DAVID, 2016).

As imagens a seguir apresentam a localização da cidade (figura 1) e da Praça do Centenário (figura 2).



Figura 1 – Mapa de Localização de Presidente Prudente
Fonte: IBGE, 2010. Elaborado por Rafael Catão, 2012.



Figura 2 – Vista aérea da Praça do Centenário
Fonte:http://museu.presidenteprudente.sp.gov.br/site/noticias.xhtml?cod=39410

3.2. Seleção e caracterização dos pontos de análise

Os pontos de análise, PA, PB e PC (figura 3), foram selecionados de modo a abarcar diferentes condições microclimáticas, seguindo alguns critérios como: local de passagem e/ou permanência, sobre área permeável ou impermeável, proximidade com a vegetação arbórea e sua dinâmica de sombreamento (sombreado, sob meia sombra ou ensolarado).

Para a escolha dos pontos, também se levou em consideração o norte da Praça e suas extremidades, de modo que o PB se encontrasse sombreado e o PC ensolarado em um período, e vice versa. Isso porque não foi possível obter um ponto que se encontrasse sombreado a todo o momento.

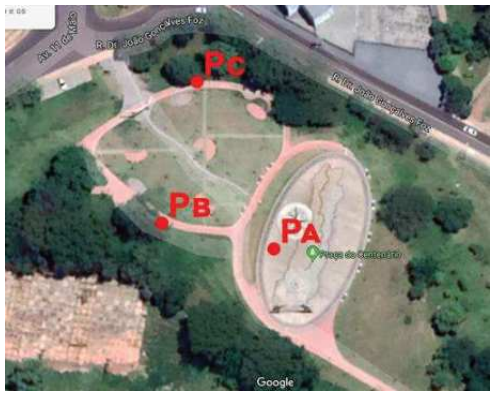

Figura 3 – Localização dos pontos de análise
Fonte: Google Earth, 2020.

3.2.1. Ponto A (PA)

O Ponto A está localizado na parte pavimentada da Praça, calçada por blocos de tijolos aparentes em concreto e pedra portuguesa. Esse subespaço se destaca pelo entorno imediatamente próximo sem vegetação arbórea desenvolvida, ficando amplamente exposto ao sol. As figuras 4 e 5 mostram o ponto e a estação meteorológica móvel posicionada.



Figura 4 – localização do Ponto A
Fonte: Autora, 2020.



Figura 5 – Ponto A com a estação posicionada
Fonte: Autora, 2020.

3.2.2. Ponto B (PB)

Por sua vez, o Ponto B se encontra na parte mais permeável da Praça, situado em um local de passagem feito em piso de tijolo aparente e próximo a assentos para permanência. O ponto é parcial ou totalmente sombreado pelas árvores adultas do entorno no período da tarde e ensolarado na parte da manhã (imagens 6 e 7).



Figura 6 – localização do Ponto B
Fonte: Autora, 2020.



Figura 7 – Ponto B com a estação posicionada
Fonte: Autora, 2020.

3.2.3. Ponto C (PC)

O Ponto C, também localizado na parte mais permeável da Praça, se encontra sombreado ou sob meia

sombra a maior parte do tempo, com destaque ao Ipê Rosa. É próximo a entrada principal da Praça, sendo também local demarcado para passagem (imagens 8 e 9).



Figura 8 – localização do Ponto C
Fonte: Autora, 2020.



Figura 9 – Ponto C com a estação posicionada
Fonte: Autora, 2020.

Como forma de demonstrar a interferência dos volumes e da vegetação do entorno na dinâmica de iluminação natural e sombreamento da Praça estudada, foi elaborada uma maquete eletrônica através do programa SketchUp 2017 (figuras 10 e 11). A simulação 3D foi feita através da projeção solar em ambos os períodos de primavera-verão e outono-inverno, considerando a mudança na inclinação do sol de acordo com o norte da praça. Os horários de análise escolhidos, considerados importantes para a pesquisa foram 10h, 14h e 16h.

Em geral, pode-se observar a ausência de vegetação e, portanto, de sombreamento em todo o entremeio da Praça, que se mantem exposta diretamente ao sol durante a maior parte do tempo, com exceção de seu arredor, que se encontra sombreado pelas árvores do entorno.

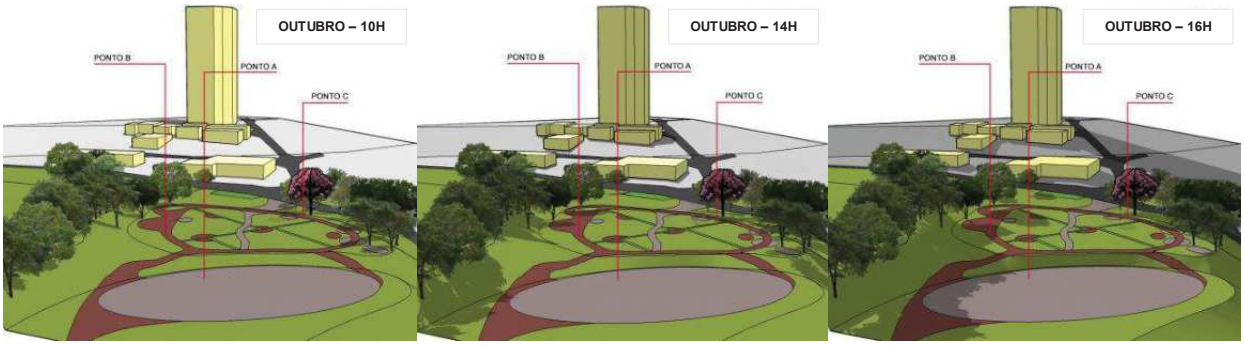

Figura 10: estudo de insolação referente ao período de primavera/verão. Fonte: Autora, 2020.

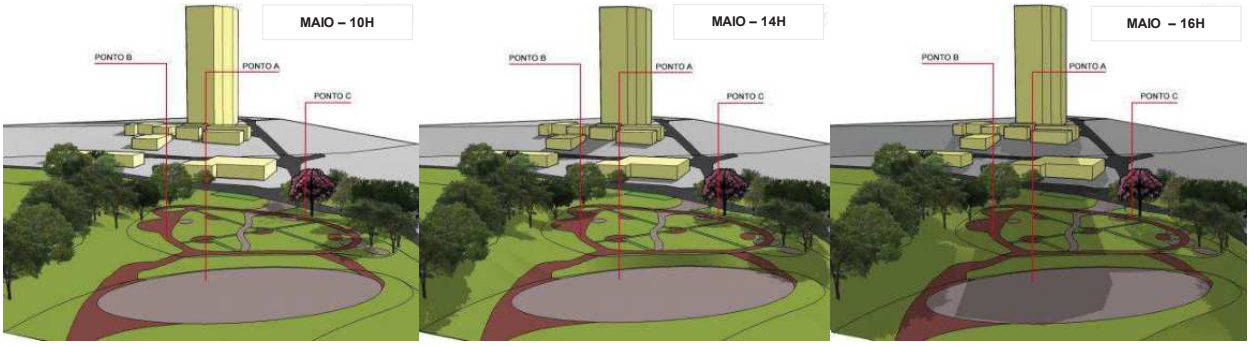

Figura 11: estudo de insolação referente ao período de outono/inverno. Fonte: Autora, 2020.

3.3. Levantamentos microclimáticos e realização das entrevistas

Os levantamentos microclimáticos foram realizados através de uma estação meteorológica móvel, que possibilita a obtenção dos dados de temperatura do ar, temperatura de globo, temperatura radiante média e umidade. Também foi utilizado um anemômetro para auferir a velocidade do vento.



Figura 12: Instrumentos utilizados nos levantamentos microclimáticos: estação meteorológica móvel, aquisidor de dados, anemômetro e datalogger para registros de temperatura e umidade, respectivamente. Fonte: Autora, 2020.

Simultaneamente às medições dos dados microclimáticos efetuadas em cada ponto (PA, PB e PC), foram realizadas as entrevistas junto aos usuários da Praça, que passavam ou permaneciam próximos ao ponto analisado, com o objetivo de identificar suas características físicas e suas repostas quanto à sensação e satisfação térmicas naquele momento. Para a realização das entrevistas foi utilizado o questionário apresentado no quadro 1, semelhante aos utilizados por Barlati e Bueno-Bartholomei (2011) e Shinyashiki e Bueno-Bartholomei (2011).

Descrição do sujeito:
Data:
Hora: início da entrevista -
fim da entrevista -
Atividade desenvolvida:

Planta do espaço público



- **Grupo de idade:** Criança Adolescente 18-24 25-34 35-44 45-54 55-64 >65
- **Atividade desenvolvida:**
  ( ) deitado ( ) sentado relaxado ( ) atividade sedentária. Qual? _____
  ( ) em pé (atividade leve) ( ) em pé atividade média ( ) caminhando
- **Sexo:** ( ) Homem ( ) Mulher Peso: Altura:
- **Roupa:** ( ) de uso diário ( ) de trabalho ( ) muito leve ( ) leve ( ) nem leve nem pesada ( ) pesada
- **Assinalar:** ( ) camiseta ( ) camisa manga curta ( ) camisa manga longa
  ( ) vestido ( ) saia ( ) short ( ) calça comprida (leve, jeans, outra)
  ( ) jaqueta ( ) casaco (lã, couro, outro) ( ) terno ( ) sobretudo ( ) luvas
  ( ) sandália ( ) chinelo ( ) tênis ( ) sapato ( ) meias ( ) outras:_____
- **Entrevistado:** ( ) sozinho ( ) com uma pessoa ( ) mais de 2 pessoas
- **Onde o entrevistado está:** ( ) no Sol ( ) na sombra ( ) meia sombra
- **No momento, o que você acha do microclima local?** (sensação térmica):

Muito frio	Frio	Nem frio nem quente	Quente	Muito quente

- **O que você acha do Sol nesse momento?** (apenas perguntar se estiver no Sol)

Preferia mais Sol	Ok	Muito sol

- **Como você gostaria que estivesse o microclima local?** (percepção térmica):

Mais frio	Frio	Nem frio nem quente	Quente	Mais quente

- **O que você acha do vento nesse momento?**

Estável	Pouco vento	OK	Ventilado	Muito vento

- **O que você acha da umidade nesse momento?**

Úmido	ok	Seco

- **Você se sente confortável? (satisfação térmica)**

Sim	Não

- **Por que você vem aqui?**.....
- **Onde você esteve antes de vir aqui?**.....
- **Qual a frequência de uso do espaço?** ( ) diária ( ) semana ( ) mensal ( ) anual ( ) é a primeira vez
- **Existe alguma coisa que você não gosta na área?** .....
- **O que você mais gosta na área?** .....
- **Você é habitante local?** ( ) sim ( ) Não (de onde você vem?.....)
- **Você é?** ( ) estudante ( ) trabalhador ( ) aposentado ( ) dona de casa ( ) outro

Quadro 1: Modelo dos questionários utilizados para as entrevistas.
Fonte: Barlati e Bueno-Bartholomei (2011) e Shinyashiki e Bueno-Bartholomei (2011).

Ambos os processos de medição e entrevistas ocorreram nos períodos da manhã (das 8h às 11h) e da tarde (das 14h às 17h), de modo a percorrer os três pontos de análise em formato de rodízio durante 1 hora em cada ponto.

3.4. Tabulação dos dados e identificação do conforto térmico real e calculado

Após a realização dos levantamentos microclimáticos e das entrevistas, os dados obtidos foram tabulados a fim de calcular o conforto térmico por meio dos índices preditivos PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e UTCI (Universal Thermal Climate Index). Para o primeiro, foi utilizado o software RayMan, desenvolvido pelo Instituto de Meteorologia de Freiburg (MATZARAKIS; RUTZ; MAYER, 2006), enquanto para o último utilizou-se o software BioKlima 2.06 desenvolvido por Michael Blazejczyk (BŁAŻEJCZYK K., BŁAŻEJCZYK M., 2010).

Calculados os valores dos índices para cada período de medição, adotou-se a escala de conforto proposta por Monteiro (2008) para o índice PET (quadro 2) e as faixas apresentadas por Błażejczyk et al. (2013) para o UTCI (quadro 3).

Faixa do PET (°C)	Sensação Térmica
>43°C	Muito calor
>31°C	Calor
>26°C	Pouco calor
18°C – 26°C	Neutra
<18°C	Pouco frio
<12°C	frio
<4°C	Muito frio

Quadro 2 – Escala do índice PET.
Fonte: Monteiro (2008).

Faixa de UTCI (°C)	Categoria de estresse	Grau de Conforto
Acima de +46	Estresse de calor extremo	Desconfortável
+18 a +46	Estresse de calor muito forte	
+26 a +32	Estresse de calor moderado	
+9 a +26	Nenhum estresse	Confortável
+9 a +0	Estresse de frio leve	
0 a -13	Estresse de frio moderado	Desconfortável
-13 a -27	Estresse de frio forte	
-27 a -40	Estresse de frio muito forte	
Abaixo de -40	Estresse de frio extremo	

Quadro 3 – Faixas do UTCI e Categoria de Estresse Térmico.
Fonte: Błażejczyk et al. (2013).

Com isso, foi possível comparar o conforto térmico calculado para cada índice com os dados de conforto térmico real expresso pelos usuários da Praça do Centenário através das entrevistas.

4. RESULTADOS

A presente pesquisa foi realizada no ano de 2020 e início de 2021, e são apresentados a seguir os resultados obtidos quanto às análises dos pontos aqui nomeados de Ponto A, Ponto B e Ponto C. Foram realizadas 12 medições contemplando os períodos de outono/inverno e primavera/verão, e ao todo foram enrevistados 130 usuários, sendo desse total 59% mulheres e 41% homens, com predominância de jovens adultos na faixa dos 18-24 (55%), em seguida de adultos de 35-45 anos (13%) e pessoas de meia idade com 55-64 anos (11%), o restante das faixas etárias apresentaram menos de 10% (criança, adolescente, 25-34, 45-54 e +65 anos).

Para a apresentação dos resultados neste artigo, foi selecionado um dia inteiro (manhã e tarde) de cada período de primavera/verão e de outono/inverno, de modo a demonstrar a situação de conforto térmico verificada na Praça do Centenário. Os gráficos apresentam as respostas de satisfação e sensação térmicas dos entrevistados, expressa através das entrevistas; os valores de conforto calculados pelos índices; bem como as médias de temperatura do ar (Tar), temperatura radiante média (Trm) e umidade relativa do ar (UR), obtidas nos momentos das entrevistas realizadas em cada ponto de análise. No período de outono/inverno, foram selecionadas as medições ocorridas no dia 02 de julho de 2020, na parte da manhã e no dia 07 de agosto de 2020, na parte da tarde. E no período de primavera/verão, as medições do dia 06 de novembro de 2020, na parte da manhã e do dia 05 de fevereiro de 2021, à tarde.

4.2. Análise de conforto térmico no período de outono/inverno

A seguir são apresentadas as medições referentes ao outono/inverno. A figura 13 demonstra a situação de conforto averiguada no dia **02 de julho**, na parte da manhã. Nesse período de medição, o Ponto A e o Ponto B, encontravam-se sob sol pleno, enquanto o Ponto C sob sombra constante.

Como mostra o gráfico, a média de Tar nos dois primeiros pontos PA e PB, variou de 14,2°C a 17,2°C, e no PC chegou a 10,3°C. Em relação à UR, essa atingiu 66,3% no PA, 54,2% no PB e 81,4% no PC, atingindo nesse último o valor mais alto.

A Trm, também demonstrou variação significativa entre os três pontos. Naqueles que se encontraram ensolarados (PA e PB), a Trm foi de 22,1°C e 29,9°C, consideravelmente elevada em relação à Tar. No PC, aquele que estivera sombreado, a Trm atingiu um valor negativo de -0,8 °C.

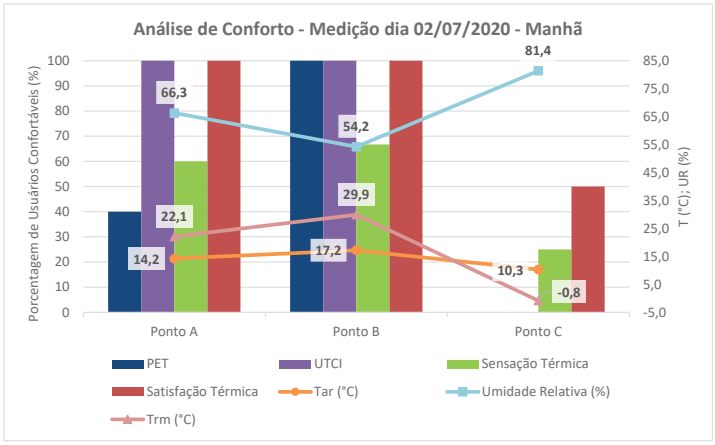

Figura 13 – Análise de conforto medição dia 02/07/2020 - manhã.
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Observa-se que os pontos ensolarados (PA e PB) demostraram 100% de usuários satisfeitos termicamente, em relação ao ponto sombreado (PC), que obteve 50%. E nos três pontos, a sensação térmica foi consideravelmente menor que a satisfação, em que houve usuários afirmando sentir "frio". Quanto aos índices calculados, ambos UTCI e PET não apontaram usuários confortáveis no PC, que apresentou temperatura mais baixa e umidade bastante alta.

A situação de conforto térmico do dia **07 de agosto** é demonstrada na figura 14. Na parte da tarde, o Ponto A esteve ensolarado, enquanto os Pontos B e C, sob a sombra constante das árvores imediatamente próximas. Essa medição apresentou temperaturas mais altas para o período de outono/ inverno e em comparação à medição anterior.

Nessa situação, a temperatura do ar não demonstrou grandes variações entre os pontos, sendo igual a 29,3°C no PA, 27,8°C no PB e 28,2°C no PC. No entanto a UR, apresentou diferença significativa entre os pontos sombreados e o ponto ensolarado. No PA, a UR foi de 26,2%, já nos pontos B e C, 29,8% e 28,7%, respectivamente. Inversamente, a média de Trm foi maior no PA, apresentando 33,2°C, e reduzindo consideravelmente nos outros dois pontos: 18,8° C no PB e 12,3°C no PC. Sendo assim, a diferença entre a média da Trm entre o PA e o PB, foi de 14,4°C. E entre o PA e o PC, foi igual a 19,9°C.

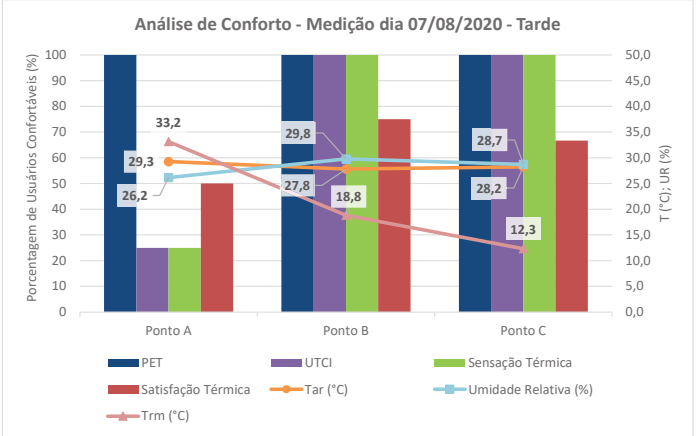

Figura 14 – Análise de conforto medição dia 07/08/2020 - tarde.
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Em relação ao conforto térmico manifestado pelos usuários, nota-se que o PA apresentou 50% de usuários satisfeitos termicamente, ao tempo em que os pontos B e C obtiveram 75% e 67% de satisfeitos, respectivamente. Nota-se que no PA, apenas 25% dos usuários afirmaram neutralidade térmica, em comparação aos outros dois pontos, onde 100% dos usuários afirmaram o mesmo. Sendo assim, percebe-se essa distinção entre a reposta dos usuários quanto à sensação e satisfação térmica que manifestam.

Quanto ao conforto calculado pelos índices, o UTCI e o PET apontaram 100% de conforto nas condições existentes nos pontos PB e PC, que se encontravam sombreados. Já no PA, apesar do índice PET também indicar 100% de usuários satisfeitos, o UTCI apontou apenas 25%, similarmente a reposta de sensação térmica nesse ponto.

4.3. Análise de conforto térmico no período de primavera/verão

Em relação ao período de primavera/verão, a figura 15 apresenta a análise de conforto da medição realizada no dia **06 de novembro**, na parte da manhã. Quanto aos pontos analisados, o PA e o PB se encontraram sob sol constante, enquanto o PC sob meia sombra.

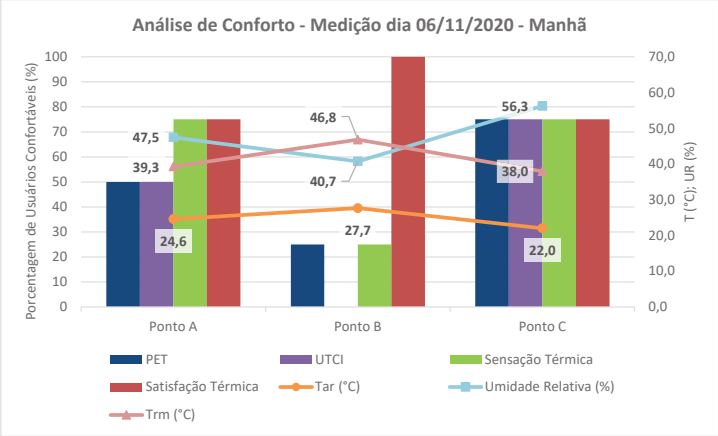

Figura 15 – Análise de conforto medição dia 06/11/2020 - manhã.
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Diante dessa situação, nota-se a variação da Tar nos pontos de análise, em que o PA obteve média de 24, 6°C, o PB de 27,7°C e o PC de 22,0°C. Variação semelhante ocorreu com a Trm: o PA teve média de 39,3°C, o PB de 46,8°C e o PC de 38,0°C. Esse último ponto (PC) apresentou o menor valor médio tanto para a Tar quanto para Trm. Já a UR que nos pontos ensolarados apresentou média na faixa dos 40% (47,5% no PA e 40,7% no PB), no PC atingiu 56,3%.

Dentre os pontos, o PB que apresentou Tar e Trm mais altas e UR mais baixa, foi o ponto que obteve menos usuários afirmando neutralidade térmica (apenas 25%). Apesar disso, 100% dos usuários manifestaram conforto térmico. Para esse ponto, o índice UTCI apontou nenhum usuário confortável, enquanto o PET indicou 25%, correspondendo a sensação térmica.

Nos outros dois pontos (PA e PC), 75% dos usuários manifestaram sensação e satisfação térmicas confortáveis. Percebe-se que no PA, os índices apontaram menor porcentagem de usuários confortáveis (50%), enquanto no PC, os índices apresentram mesma porcentagem que as respostas dos usuários (75%).

A medição do dia **05 de fevereiro**, ocorreu na parte da tarde, quando o PA se encontrava ensolarado e os outros dois pontos (PB e PC) sombreados. Nesse caso, a Tar não demonstrou grandes variações, se mantendo em torno dos 30°C nos três pontos de análise. Em relação a UR, essa apresentou diferença significativa entre os pontos devido à presença de vegetação: no PA a média foi de 38,9%, e nos pontos PB e PC, atingiu 42,5% e 41,4%, respectivamnete. A Trm também apresentou variação significativa, no entanto inversa. O PA apresentou média mais alta, igual a 41,4°C, enquanto o PB apresentou 28,0°C e o PC 30,8°C. O que corresponde a uma diferença de 13,4°C entre o PA e o PB, e de 10, 6°C entre o PA e o PC.

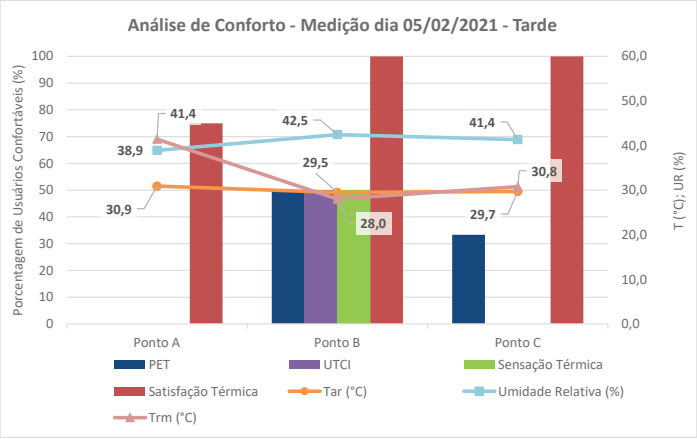

Figura 16 – Análise de conforto medição dia 05/02/2021 - tarde.
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Como mostra o gráfico analisado, no PA não houve usuários entrevistados manifestando neutralidade térmica, no entanto 75% deles afirmaram estar confortáveis termicamente. Nenhum índice apontou entrevistados confortáveis nesse ponto. Já no PB, 50% dos entrevistados afirmaram neutralidade térmica, sendo que 100% estavam satisfeitos térmicamente. Para esse ponto os índices indicaram 50% de confortáveis, assim como a porcentagem de sensação térmica (neutra). Por fim, o PC também obteve 100% de entrevistados confortáveis, apesar deles apontarem sensação térmica "quente". E nesse caso, o índice PET foi o único que apresentou confortáveis (33%).

5. CONCLUSÕES

Através dos dados obtidos por meio dos monitoramentos microclimáticos e das entrevistas realizadas em cada ponto de análise (PA, PB e PC), é possível tecer algumas conclusões quanto ao desempenho e conforto térmico existentes na Praça do Centenário. Primeiramente, os resultados vão ao encontro de outras pesquisas na área (ROMERO et al., 2019; SHINZATO e DUARTE, 2017; SILVA e FIGUEIREDO, 2019; KNAUT, LISOT e VALQUES, 2019; NINCE et al., 2013; MARTELLI e SANTOS JUNIOR, 2015) que também verificaram a diferença nos valores de parâmetros microclimáticos entre locais que se encontram sob sol ou sombra constantes.

Dentre as variáveis, a umidade relativa do ar e a temperatura radiante média foram as que demonstraram maior diferença devido à presença de vegetação, onde a média de UR tende a aumentar e a média de Trm a reduzir. Enquanto a temperatura do ar, apesar de também ter apresentado redução em seu valor nos pontos sombreados, não demonstrou uma diferença tão expressiva em relação ao ponto ensolarado, porém ainda assim pode ser percebida.

Quanto à satisfação e sensação térmicas manifestadas pelos usuários, nota-se que suas respostas não são correspondentes. Como mostraram os gráficos, mesmo os usuários expressando voto de sensação térmica para o "frio" ou para o "calor", muitos afirmavam estar confortáveis termicamente, o que pode ser justificado pela adaptação psicológica e fisiológica desses usuários entrevistados. Nesse caso, percebeu-se uma maior tolerância dos usuários ao calor quanto à satisfação térmica, e que a sensação térmica neutra foi mais recorrente nos pontos sombreados, onde a temperatura radiante média era menor e a umidade relativa maior. Outra análise importante, é a de que os usuários quando expostos a temperaturas mais amenas no outono/inverno, tendem a expressar maior neutralidade térmica.

Por fim, comparando o conforto térmico real manifestado pelos usuários entrevistados com o conforto calculado pelos índices PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e UTCI (Universal Thermal Climate Index), verifica-se que não há uma concordância nas repostas. Mas os índices demonstram maior proximidade com as respostas de sensação térmica apresentada pelos usuários. Em razão disso, mostra-se necessário a adequação dos índices aos limites de conforto para as diferentes regiões, que possuem realidades climáticas e populações com percepções térmicas diferentes das faixas originalmente propostas pelos desenvolvedores desses índices, assim como afirmam Krüger et al., 2018.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Antônio de Pádua de M. dos S.; SILVA, Mauro Emílio Costa; RIBEIRO, Willame de Oliveira. CLIMA, AMBIENTE URBANO E QUALIDADE DE VIDA: uma análise da percepção dos moradores da periferia belenense do carmelândia sobre o conforto/desconforto térmico. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 60-72, mai./ago., 2015. Disponível em: http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/23296. Acesso em: 16 jun. 2020.

BłAŜEJCZYK, Krzysztof et al. An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI)**. Geographia Polonica,** [s.l.], v. 86, n. 1, p.5-10, 2013. Disponivel em: https://www.geographiapolonica.pl/article/item/7723.html. Acesso em: 14 maio 2019.

BŁAŻEJCZYK K., BŁAŻEJCZYK M., BioKlima 2.6, Program komputerowy, 2010. http://www.igipz.pan.pl/Bioklima-zgik.html.

KNAUT, Beatriz Falco; LISOT, Aline; VALQUES, Igor José Botelho. **Efeitos da vegetação viária no conforto térmico urbano: estudo de caso nas avenidas Morangueira e Pedro Taques na cidade de Maringá, PR.** In: XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. João Pessoa – PB. 2019.

KRÜGER et al. Calibração do índice de conforto para espaços externos *Physiological Equivalent Temperature* (PET) para Curitiba. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 135-148, jul./set., 2018. Disponivel em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-62120180003001 35&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 26 jun. 2020.

LAI, Dayi et al. A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces. **Science of The Total Environment**, [s.l.], v. 661, p.337-353, abr. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719300683?via%3Dihub>. Acesso em: 19 ago. 2019.

LIMA et al. Conforto térmico em espaços abertos no clima quente e úmido: estudo de caso em um parque urbano no Bioma Mata Atlântica. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 109-127, abr./jun**.** 2019.

MARTELLI, Anderson; SANTOS JUNIOR, Arnaldo Rodrigues. Arborização Urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Reget**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.1018-1031, mai/ago. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/15968/pdf>. Acesso em: 02 ago. 2019.

MATZARAKIS, Andreas; RUTZ, Frank; MAYER, Helmut. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments-application of the RayMan model. **International Journal Of Biometeorology**, [S.L.], v. 51, n. 4, p. 323-334, 9 nov. 2006.

MONTEIRO, Leonardo Marques. **Modelos Preditivos de Conforto Térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos.** 382 f. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NINCE, Paulo Celso do Couto et al. USOS DOS ÍNDICES PET E UTCI NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TERMAL NO CAMPUS DA UFMT EM CUIABÁ-MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s.l.], v. 9, n. 9, p.2026-2036, 18 fev. 2013. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/7707. Acesso em: 29 julho 2019.

ROMERO, Marta Adriana Bustos et al. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Etb, 2019. 151 p.

ROSA, Adriana Aparecida Carneiro; SILVA, Janini de Oliveira Dias da. CONFORTO AMBIENTAL EM ESPAÇOS URBANOS ABERTOS: SUA CORRELAÇÃO COM O PLANEJAMENTO DE CIDADES. **Intellectus**. Jaguariúna, v. 1, n. 38, p. 45-56, jun. 2017. Disponível em: http://www.revistaintellectus.com.br/RevistaUpload/39.pdf. Acesso em: 01 jun. 2020.

SILVA, Ana Luiza Thomaz da; FIGUEIREDO, Erika Ciconelli. **A influência da arborização no comportamento térmico e no fator de visão do céu no microclima urbano no bairro de Santa Cecília.** In: XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. João Pessoa – PB. 2019.

SILVA, Wilton Dias da; DAVID, Priscilla Lacerda Duarte. Arquitetura Bioclimática do espaço público: estudo da praça machado de mello em bauru-sp. **Revista Científica Anap Brasil**, Bauru, v. 9, n. 17, p. 87-97, 31 dez. 2016. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1451. Acesso em: 04 jun. 2020.

SHARMIN, Tania; STEEMERS, Koen. Effects of microclimate and human parameters on outdoor thermal sensation in the high-density tropical context of Dhaka. **International Journal Of Biometeorology**, [s.l.], v. 64, n. 2, p. 187-203, set. 2018. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-018-1607-2. Acesso em: 18 jun. 2020.

SHINZATO, Paula; DUARTE, Denise Helena Silva. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 197- 215, abr./jun. 2018. Disponivel em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212018000200197&script=sci_abstract&tlng=pt

SHINYASHIKI, L. A. V. **Praça Nove de Julho: o conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Presidente Prudente – SP**. Projeto e Relatórios Processo FAPESP 2008/11134-0; 2009 – 2011.

SHINYASHIKI, Letícia Akemi Varella; BUENO-BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo. **Praça Nove de Julho: O Conforto Térmico em Espaços Públicos Abertos na Cidade de Presidente Prudente – SP.** In: XI ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VII ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Búzios – RJ. 2011.

TEIXEIRA, Amanda Burgarelli; MARTINS, Mateus de Carvalho. A importância das árvores na cidade de lavras, Minas Gerais, Brasil. Perspectivas de conforto térmico-visual e pertencimento afetivo urbano. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade - Rms**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 101-122, jan/abr., 2020. Disponível em: http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/2036. Acesso em: 15 jun. 2020.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela oportunidade e privilégio de concessão da bolsa de pesquisa.