
**CARACTERÍSTICAS DAS PRAÇAS QUE INFLUENCIAM NO
CONFORTO TÉRMICO**

CHARACTERISTICS OF SQUARES THAT INFLUENCE THERMAL CONFORT

Hiohanes Moura Cardoso

Arquiteto e Urbanista, Mestrado em Ciência Florestal (Universidade Federal de Viçosa), Universidade Federal de Viçosa, Campus UFV, Viçosa - MG, 36570-900, hiohanes.cardoso@ufv.br

Ana Cláudia Nogueira da Silva

Engenheira Ambiental, Mestrado em Ciência Florestal (Universidade Federal de Viçosa), Universidade Federal de Viçosa, Campus UFV, Viçosa - MG, 36570-900, anac.nogueira@ufv.br

Regina Esteves Lustoza

Arquiteta, Doutorado em Geografia (Universidade Federal Fluminense), Universidade Federal de Viçosa, Campus UFV, Viçosa - MG, 36570-900, rlustoza@ufv.br

Angeline Martini

Engenheira Florestal, Doutorado em Engenharia Florestal (Universidade Federal do Paraná), Universidade Federal de Viçosa, Campus UFV, Viçosa - MG, 36570-900, martini@ufv.br

Resumo

O crescimento urbano desordenado resultou em cidades desprovidas de planejamento e infraestrutura adequada, gerando consequências para a saúde e o bem-estar da população. As áreas verdes desempenham um papel fundamental na mitigação do calor e na melhoria da qualidade de vida. As praças públicas proporcionam interação social, atividade física e contribuem para o conforto térmico urbano. Reconhecer a significância desses espaços é de extrema importância para o planejamento urbano. Assim, esta pesquisa investigou as características das praças arborizadas em Viçosa – MG que influenciam no conforto térmico proporcionado por estes espaços. Foram selecionadas cinco praças, com variações em tamanho e localização, no município de Viçosa – MG. Dados meteorológicos foram coletados simultaneamente nas praças e ruas adjacentes para avaliar a diferença microclimática. As praças arborizadas revelaram microclimas mais amenos, com uma média de 7,78°C de diferença em relação às ruas adjacentes. A relevância da arborização para o conforto térmico ficou evidente. Esses estudos auxiliam no planejamento urbano, usando estratégias como arborização para criar ambientes mais confortáveis. O estudo também enfatiza a importância da arborização em cidades pequenas, considerando seu papel no cenário brasileiro atual.

Palavras-chave: Arborização urbana; Áreas verdes; Microclima; Planejamento urbano; Viçosa – MG.

Abstract

Unplanned urban growth has led to cities lacking proper planning and infrastructure, resulting in repercussions for the health and well-being of the population. Green areas play a pivotal role in mitigating heat and enhancing quality of life. Public squares foster social interaction, physical activity, and contribute to urban thermal comfort. Recognizing the significance of these spaces is crucial for urban planning. Thus, this research investigated the characteristics of tree-lined squares in Viçosa – MG that influence the thermal comfort provided by these areas. Five squares varying in size and location within the municipality of Viçosa – MG were selected. Meteorological data were simultaneously collected in these squares and adjacent streets to assess microclimatic differences. The tree-lined squares revealed milder microclimates, with an average difference of 7.78°C compared to adjacent streets. The relevance of tree coverage for thermal comfort became evident. These studies aid in urban planning, employing strategies like tree planting to create more comfortable environments. The study also underscores the importance of tree planting in small cities, considering its role in the current Brazilian scenario.

Keywords: Urban afforestation; Green spaces; Microclimate; Urban planning; Viçosa – MG.

1. Introdução

As pessoas sentem-se mais dispostas de acordo com condições climáticas favoráveis do ambiente, uma vez que as condições atmosféricas têm efeito significativo no status fisiológico e comportamental, influenciando nos chamados “índices de conforto térmico” (CETIN et al., 2019).

O calor é uma das principais ameaças climáticas para as cidades. Em áreas urbanas o impacto do aumento da temperatura tem sido maior quando comparado aos arredores rurais tendo em vista o uso de diferentes materiais, alteração dos padrões de vento, poluição atmosférica entre outros processos antropogênicos (ULPIANI et al., 2019). Tais características intensificam a sensação de calor percebida pelas pessoas, o que por sua vez interfere no seu bem-estar e prejudica ainda mais a qualidade de vida.

Com a finalidade de amenizar as ameaças climáticas, os gestores consideram o papel cada vez mais importante das florestas urbanas na melhoria da qualidade de vida nas cidades. Isto porque, a vegetação é capaz de fornecer benefícios importantes, como a remoção de poluentes do

ar, a diminuição das temperaturas extremas do ambiente criando sombra e agindo como mecanismo natural de resfriamento, a redução do efeito das ilhas de calor e gerando economia no uso de eletricidade durante o verão (JONES; GOODKIND, 2019).

A eficiência do resfriamento de áreas verdes na mitigação das elevadas temperaturas do ar nas cidades depende das características biofísicas da área, como tipo e quantidade de vegetação, tamanho e estruturas das áreas, nível de obstrução do céu; e das características do ambiente urbano, como densidade, calor antrópico, condição climática predominante e a zona climática da área (JAMEI et al., 2016). Além da temperatura do ar, outras variáveis microclimáticas como a velocidade do vento, radiação e umidade também são importantes fatores de influência do conforto térmico (LAI et al., 2023).

Compreender a influência dos espaços arborizados no conforto térmico é uma relevante ferramenta para planejadores e gestores do espaço urbano na tomada de decisões a fim de melhorar a qualidade de vida nas cidades. Portanto esta pesquisa investiga as características das praças arborizadas em Viçosa – MG que influenciam no conforto térmico proporcionado por estes espaços.

2. Material e métodos

Área de estudo

O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata Mineira, interior do estado de Minas Gerais, na região Sudeste do Brasil. Possui altitude média de 649 metros acima do nível do mar, área territorial é de 299.418 km² e possui população estimada em 78.846 habitantes (PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA, 2020; IBGE, 2020). É importante destacar que a cidade apresenta uma população flutuante de aproximadamente 20 mil habitantes, composta principalmente por discentes, docentes e funcionários vinculados às instituições de ensino superior, como a Universidade Federal de Viçosa e Univiçosa (ANDRADE et al., 2018).

A Floresta Estacional Semidecidual é a formação florestal presente no município, sob os domínios do bioma Mata Atlântica, sendo este amplamente devastado pela ação do homem. Além disso, Viçosa possui 45,1% de arborização de vias públicas (DOS SANTOS et al., 2018; IBGE, 2020).

A topografia presente no município é acidentada, caracterizada pelos chamados “mares de morros”, com ampla distribuição na paisagem, no qual os relevos são acidentados, ondulados e montanhosos, caracterizada por vales estreitos, no qual predomina-se o latossolo vermelho-amarelo câmbico e nos topos das elevações e encostas, o solo predominante é o argiloso vermelho-amarelo álico (MARANGON et al., 2003; DOS SANTOS et al., 2018).

A característica do clima de Viçosa é Subtropical quente e de invernos secos, cuja classificação de Köppen é Cwa (KOTTEK et al., 2006) e encontra-se dentro do domínio da zona bioclimática 3 (ABNT, 2005). A média de temperaturas do mês mais frio (julho) é de 16,4 °C, que também é o mês mais seco, com 8,7 mm de precipitação. A média de temperatura do mês mais quente (janeiro) é de 23,2°C (INMET, 2020). A temperatura média anual é de 20,4 °C. Nos meses frios e secos de junho a agosto a temperatura mínima gira entorno de 12,2 °C e nos meses quentes e úmidos de novembro a março a temperatura máxima é de 28,2 °C, em média.

Os ventos predominantes são a noroeste (INMET, 2020). A média de velocidade dos ventos é de 2,94 m/s, sendo o período de agosto a dezembro o que apresenta maiores valores de média para velocidade dos ventos, acima de 3,28 m/s (WEATHERSPARK, 2020).

A estação seca é bem distinta da chuvosa. Enquanto em 7 meses - de abril a outubro - a soma da pluviosidade é de 283,5 mm, apenas no mês de dezembro, a pluviosidade é de 269,2mm, sendo este o mês mais chuvoso, dentro da estação úmida que compreende de novembro a março. A pluviosidade anual é de 1320,7 mm (INMET, 2020). Tais informações meteorológicas advêm da estação meteorológica automática, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa. Esta estação fornece dados em tempo real tanto para fomentar pesquisas relacionadas ao clima quanto para os dados oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia, INMET (UFV, 2020).

Seleção e caracterização das praças

Barbosa (2019) identificou 26 logradouros públicos definidos como praça no município de Viçosa. Tendo em vista que o efeito de melhoria do conforto térmico de uma praça está diretamente correlacionado com a presença de vegetação, área sombreada e área total (JAMEI et al., 2016; WU et al., 2021), foram selecionadas 5 praças para o estudo (Tabela 1, figura 1).

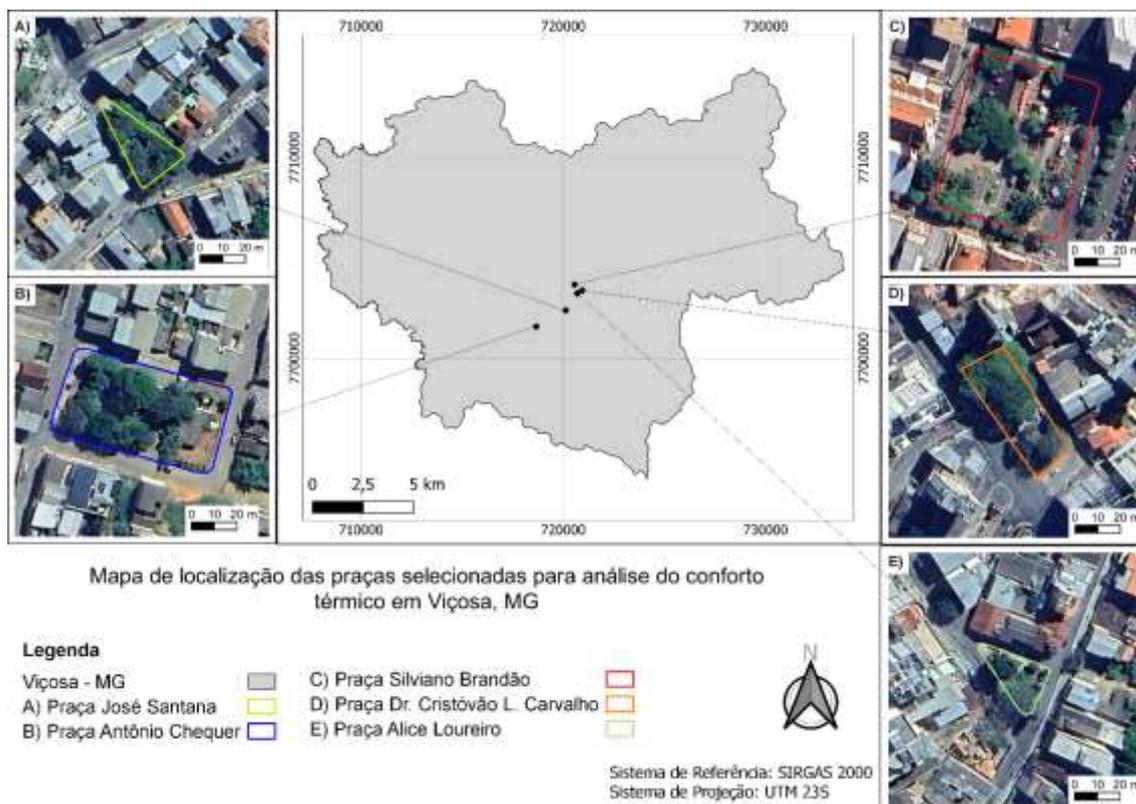


Figura 1. Mapa de localização das praças selecionadas para análise do conforto térmico

Fonte: O próprio autor.

A seleção foi baseada nos critérios: 1) Presença de vegetação arbórea; 2) Uma praça para cada classe de área total: $a \leq 500 \text{ m}^2$; $500 < a \leq 1000 \text{ m}^2$; $1000 < a \leq 1500 \text{ m}^2$; $1500 < a \leq 3000 \text{ m}^2$; $a > 3000 \text{ m}^2$; onde a = área total); 3) Praças localizadas em ambientes com maiores adensamentos de construções e infraestruturas urbanas, a fim de permitir melhores comparações entre o interior das praças e as ruas adjacentes; 4) Praças distante de outros fragmentos com vegetação para evitar a sobreposição do efeito de melhoria microclimática (PENG et al., 2021).

A caracterização das praças foi realizada com base nos dados do inventário da arborização realizado por Barbosa (2019). A única variável acrescida deste estudo foi a cobertura arbórea, que difere da variável soma de área de copa. Barbosa (2019) calculou a área de copa de cada indivíduo arbóreo das praças, este valor somado refere-se a variável soma de área de copa.

Tabela 1. Caracterização das praças selecionadas para análise do conforto térmico

Características	Praças				
	Alice Loureiro	Antônio Chequer	Dr. Cristóvão L. Carvalho	José Santana	Silvano Brandão
Permeabilidade (%)	69,60	22,54	52,32	5,51	23,00
Área da praça (m ²)	477	2903	1155	600	4139

Nº de árvores	7	24	18	14	24
Soma de área de copa (m²)	854,81	1749,41	2799,29	1122,68	1599,61
DAP (cm)	31,51	31,88	42,85	33,51	40,14
Altura média de copa (m)	3,57	4,60	5,98	5,48	6,17
Densidade de árvores (árv./ha)	146,75	82,67	155,84	233,33	57,20
Altura média (m)	15,28	10,08	13,86	9,96	10,83
Diâmetro de copa (m)	9,57	8,90	12,50	9,70	10,84
Área média de copa (m²)	122,12	72,89	155,52	80,19	97,86
Cobertura arbórea (m²)	467,04	1625,93	1464,47	680,58	1195,06
Diversidade de espécies (m²)	3	6	4	4	9

Fonte: O próprio autor.

Já a cobertura arbórea trata da área identificada no mapeamento de uso e ocupação do solo recoberta por copa de árvores. Esta desconsidera as possíveis sobreposições entre indivíduos, bem como os diferentes estratos presentes.

Coleta de dados

Para investigar o conforto térmico proporcionado pelas praças foram realizadas medições de dados meteorológicos, em campo, nos locais selecionados e em ruas adjacentes. As coletas ocorreram por meio de campanha de monitoramento entre novembro de 2019 e fevereiro de 2020, das 12h00 às 14h00, em dias cuja previsão de temperatura atingisse ou ultrapassasse 28,3 °C (temperatura média máxima dos meses de verão dos últimos cinco anos em Viçosa) (HUANG et al., 2008). A campanha de monitoramento foi realizada em nove dias ao longo deste período, onde a quantidade de trechos amostrados por dia foi variável de acordo com a extensão das ruas e o tempo necessário para realizar cinco repetições em cada trecho.

Cada praça é circundada por uma quantidade variável de ruas, nesta amostragem a praça Alice Loureiro foi a que apresentou o menor número de ruas (três) e as praças Silviano Brandão e Antônio Chequer, os maiores números, seis, cada uma. Ao todo foram 22 trechos de ruas adjacentes às cinco praças. O menor trecho avaliado, a Travessa João C. Belo Lisboa, apresenta 60m, assim, para esse transecto existiram sete pares de dados (incluindo a borda, 0m) obtidos em cada repetição, considerando as cinco repetições, totaliza uma amostragem equivalente a 35 pares de dados. Já para os maiores trechos, com 500m, existiram dezenove pares de dados, considerando as 5 repetições, totaliza uma amostragem equivalente a 95 pares de dados. Desta forma, o conjunto de dados analisados somaram 1520 pares.

As variáveis meteorológicas coletadas *in loco* nas cinco praças e nas ruas do entorno foram: temperatura do ar (t_a , °C), umidade relativa do ar (UR, %), velocidade do vento (V_v , m/s) e temperatura do globo (T_g , °C).

Um par de medidores de estresse térmico AK887 (fabricante ASKO, precisão de temperatura ambiente de $0,6\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C}$ e faixa de medição de 0 °C a 50 °C ; precisão de temperatura de globo de $1,5\text{ °C}$ a $2\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C}$ em ambientes externos e faixa de medição de 0° a 80°C ; precisão da Umidade Relativa de 3 a $5\% \pm 0,1\%$ e faixa de medição de 0 a 99%) foi utilizado para coleta das variáveis: temperatura ambiente (bulbo seco), temperatura do globo (interna e externa) e umidade relativa do ar (Figura 2). Um par de termoanemômetro AK800A (fabricante ASKO, com capacidade de medição de velocidades até 30 m/s com uma resolução de $0,1\text{ m/s}$ e exatidão de $3\% \pm 0,2\text{ m/s}$) foi utilizado para a medição da velocidade do vento (Figura 2).

Os dados meteorológicos foram coletados por meio de transectos móveis, metodologia que consiste em um caminhamento de posse de equipamentos que coletam informações meteorológicas em movimento contínuo, para que se possa comparar, a uma distância percorrida a partir de um referencial (FIALHO, 2009; VIEZZER, et al., 2015, MARTINI et al., 2018).

Os dados foram coletados simultaneamente entre o ponto central da praça (fixo) e cada ponto de caminhamento do transecto móvel nas ruas adjacentes. A obtenção de dados foi padronizada para cada 1 min . Todas as ruas existentes no entorno das praças foram consideradas, sendo variável a quantidade de ruas por praça. No caso das praças que dividiam ruas em dois segmentos, considerou-se a coleta em ambos os sentidos, estabelecendo como cada sentido, uma amostragem diferente. Os equipamentos posicionados no ponto central da praça respeitaram a mesma direção geográfica dos equipamentos que efetuavam o percurso através do transecto móvel, todos os equipamentos foram posicionados a $1,5\text{ m}$ de altura. Nas ruas adjacentes, a coleta iniciou a 10 m de distância da praça e finalizou a 500 metros ou até que se atingisse o limite final da rua (OKE, 2007; MARTINI; BIONDI, 2015; CAO et al, 2010 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Para cada trecho de rua foram efetuadas 5 repetições no mesmo dia de coleta.



Figura 2. Medidor de Estresse Térmico AK8877 (esquerda) e Termoanemômetro AK800 (direita)

Fonte: Manual ASKO (2019)

Processamento dos dados

O conforto térmico foi avaliado por meio do índice UTCI (Índice Climático Térmico Universal). Este índice foi elaborado pela Comissão da Sociedade Internacional de Biometeorologia (ISB – *International Society of Biometeorology*) e abrange faixas de temperatura do ar (t_a) de -50°C a 70°C , velocidade do vento (V_a) entre 0,5 e 30,3 m/s e umidade relativa (UR) de 5% a 100% (NINCE et al., 2013).

O cálculo do índice UTCI foi realizado no *software* Bioklima 2.6, de uso livre, desenvolvido por do Instituto de Geografia e Gestão Espacial (IGPZ – *Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania*, <https://www.igpiz.pan.pl/bioklima-crd.html>).

O Bioklima é um software que avalia as condições bioclimáticas, com base nos valores médios dos elementos meteorológicos, analisa de maneira detalhada as condições bioclimáticas, com base em dados diários, avalia também o balanço térmico humano, além de detalhar o calor humano em diferentes condições ambientais (IGPZ, 2020).

Para o cálculo do conforto térmico, foram necessárias algumas variáveis não obtidas diretamente com os equipamentos. A Temperatura Radiante Média (T_{rm}) foi calculada através das variáveis: temperatura do globo (t_g), velocidade do vento (V_a) e temperatura do ar (t_a), por meio da seguinte fórmula (ISO, 1998):

$$T_{rm} = [(t_g + 273)^4 + 2,5 * 10^8 * V_a^{0,6} * (t_g - t_a)]^{\frac{1}{4}} - 273$$

No qual,

T_{rm} : temperatura radiante média ($^{\circ}\text{C}$)

tg: temperatura do globo (°C)

V_a: velocidade do vento (m.s⁻¹)

ta: temperatura do ar (°C)

Outra variável necessária foi a velocidade do vento a 10 metros de altura. Haja vista a inviabilidade da coleta desta variável, os valores de velocidade do vento a 1,5 metros de altura V_v (1,5 m), mesma altura adotada por Martini e Biondi (2015), foram convertidos para 10 metros através da fórmula proposta por BRÖDE et al. (2012):

$$V_a = V_{v(xm)} * \left(\log \frac{10}{0,01} \right) \div \left(\frac{x}{0,01} \right)$$

No qual,

V_a: velocidade do vento com fator de escala aplicado (m.s⁻¹)

V_v: velocidade do vento (m.s⁻¹)

x: altura (m)

O UTCI foi calculado para cada conjunto de dados simultâneos (praça e rua adjacente) e posteriormente foi gerada uma média geral para cada praça. A esse valor médio foi atribuído uma classe de estresse térmico (Tabela 2).

A diferença entre UTCI médio registrado no interior das praças e nas ruas adjacentes foi usada para definir o conforto térmico proporcionado pelas praças. O teste t de Student, ao nível de 95% de significância (p-valor: 0,05), foi aplicado a fim de avaliar se ocorreu diferença significativa de conforto térmico entre o interior e exterior das praças, como realizado por Martini e Biondi (2015) e Martini et al. (2018).

Tabela 2. Classes de estresse térmico

Faixa de UTCI (°C)	Categoria de Estresse
Acima de +46	Estresse de calor extremo
+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
+ 9 a 0	Estresse de frio leve
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

Fonte: Nastos ; Matzarakis (2012)

Após identificar a diferença entre UTCI médio registrado no interior das praças e nas ruas adjacentes avaliou-se quais características das praças que contribuíram para melhoria das condições de conforto térmico: permeabilidade, área da praça, número de árvores, diâmetro na altura do peito (DAP) médio das árvores, altura de copa, densidade de árvores da praça, altura das árvores, diâmetro das copas área média das copas, cobertura arbórea na praça e, diversidade de espécies.

Foi realizada uma análise de correlação de Pearson com as diferenças de valores de conforto médio entre interior e exterior das praças. Com as correlações, foi também efetuado um teste de significância a 95% e a 99%, buscando avaliar quais dessas características influenciavam de fato no conforto térmico.

3. Resultados e discussão

Conforto térmico no interior das praças e ruas adjacentes

O índice médio de conforto térmico registrado no interior das praças foi estatisticamente distinto do registrado nas ruas adjacentes para todas as praças analisadas (Tabela 3). Os valores de UTCI foram em média 7,78 °C menores no interior das praças do que nas ruas adjacentes.

Tabela 3. UTCI médio registrado no interior das praças e na área externa, com resultado da análise estatística (teste t) aplicada entre os ambientes

Praça	Interior	Ruas Adjacentes
Alice Loureiro	31,27° a	37,66° b
Antônio Chequer	32,78° a	42,33° b
Dr. Cristóvão Lopes Carvalho	34,19° a	39,80° b
José Santana	33,44° a	41,46° b
Silviano Brandão	33,18° a	42,51° b

Legenda:  Estresse de Calor Moderado,  Estresse de Calor Forte,  Estresse de Calor Muito Forte. **Fonte:** O próprio autor.

Nota: Linhas com letras diferentes (a,b) são significativamente diferentes pelo teste t ($p > 0,05$).

Ao considerar as escalas de estresse térmico tabelada, principalmente as que estão relacionadas ao calor, a diferença de uma classe a outra é de 6 °C a 8 °C. Portanto, pode-se afirmar que a diferença de UTCI encontrada entre o interior das praças e a suas ruas adjacentes é equivalente a uma classe de estresse térmico.

Embora não tenha sido observada a condição de conforto em nenhum ambiente, a diferença no valor do UTCI médio entre as ruas adjacentes e o interior das praças, permite inferir que a sensação de desconforto para o calor, foi menor no interior das praças.

No interior das praças obteve-se o registro de “forte” estresse para o calor enquanto que nas ruas adjacentes registrou-se “muito forte” estresse para o calor.

Antônio Chequer, com diferença de 9,55 °C entre interior e ruas adjacentes, foi a praça que proporcionou maior benefício de conforto. Em seguida, a praça Silviano Brandão (9,33 °C), José Santana (8,02 °C), Alice Loureiro (6,39 °C) e Dr. Cristóvão Lopes de Carvalho (5,61 °C). Tal resultado evidencia a relevância das praças na redução do estresse térmico.

Um estudo realizado por Nastos e Matzarakis (2012), na Grécia, relacionou a taxa de mortalidade humana com aumento dos valores de estresse térmico. Tal pesquisa concluiu que, durante a estação de maior calor, com 10 °C de aumento de desconforto térmico do índice UTCI, a taxa de mortalidade relacionada ao calor também aumentou 5%. Isso demonstra a importância da adoção de medidas para amenização do conforto térmico em ambiente urbano e, as praças apresentam-se como uma alternativa relevante.

Vale destacar que a magnitude dos efeitos da arborização urbana na melhoria do UTCI varia de acordo com a densidade urbana, usos do espaço e horas do dia, assim os planejadores urbanos precisam considerar tais questões na hora de selecionar a quantidade e o tipo de vegetação mais apropriados, pois soluções únicas são improváveis ou exigem uma cobertura vegetal muito grande (MEILI et al., 2021).

Características das praças que contribuem para o conforto térmico

Quase nenhuma relação direta significativa foi observada entre as características das praças e a melhoria do conforto térmico, apenas a área média de copa apresentou uma correlação significativa e forte com o conforto térmico proporcionado pelas praças (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de Correlação entre as características da praça e os valores de diferença das áreas interna e externa

Variáveis	Diferença			Amplitude
	UTCI médio	UTCI máximo	UTCI mínimo	
Permeabilidade	-0,6950	-0,3208	-0,4918	0,1119
Área da praça	0,7626	0,7035	-0,0473	0,6767
Nº de árvores	0,6803	0,4389	-0,2442	0,5981
Soma de área de copa	-0,2707	-0,4831	-0,7842	0,2043

DAP	-0,2785	-0,4605	-0,3676	-0,1165
Altura de Copa	0,4236	0,2775	0,2358	0,0585
Densidade de Árvores	-0,5186	-0,6653	0,3274	-0,8715
Altura	-0,8446	-0,5141	-0,4072	-0,1326
Diâmetro de copa	-0,5615	-0,6920	-0,4408	-0,2665
Área média de copa	-0,8795*	-0,7686	-0,5748	-0,2261
Cobertura arbórea	-0,4092	-0,5672	-0,1998	-0,3507
Diversidade de espécies	0,6975	0,6537	0,0092	0,5852

Fonte: O próprio autor.

Nota: Os sinais negativos representam relação inversa entre as variáveis; (*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste *t* de Student. Não há valores significativos a 1%.

O coeficiente de correlação de Pearson entre a área média de copa e o conforto térmico foi de -0,8795, $p < 0,05$. Isso significa que quanto maior a área média de copa menor será a diferença de UTCI entre os ambientes. A relação da maior área de copa das árvores em uma praça e as diferenças de UTCI médio entre os ambientes pode ser melhor compreendida na **Erro! Fonte de referência não encontrada**.3.

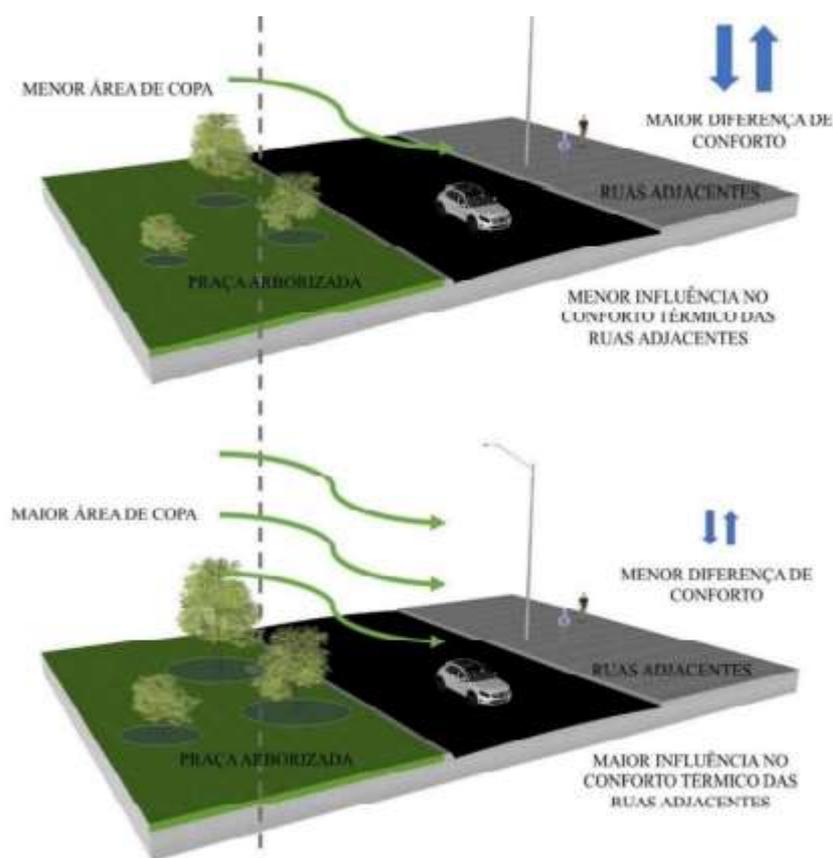


Figura 3. Modelo esquemático que diferencia a influência de uma praça com menor e outra com maior área de copa no conforto térmico das ruas adjacentes. **Fonte:** O próprio autor.

A área de copa é uma variável de relevância significativa para estudos florestais de maneira geral, normalmente obtida através do raio ou diâmetro de copa (PADOIN; FINGER, 2010). O sombreamento e a evapotranspiração são as principais características proporcionadas pela área de copa que contribui para o conforto térmico (BARBOZA et al., 2020; DAS et al., 2022). Isso indica que a presença e densidade de espécies arbórea com grandes copas são fundamentais para a melhoria do conforto térmico nas praças e nas áreas adjacentes. Resultados semelhantes a este foram para outras tipologias de áreas verdes (FEYISA et al., 2014; LIN et al., 2017; YU et al., 2017; DAS et al., 2022).

As demais variáveis não mostraram relação significativa com o conforto térmico, contudo os efeitos indiretos de resfriamento e umidificação proporcionados por estas variáveis podem contribuir para o conforto.

As praças Antônio Chequer (2903 m²) e Silviano Brandão (4139 m²) proporcionaram os maiores benefícios de conforto para as ruas adjacentes e são as praças que apresentam maiores áreas, contudo a Praça Dr. Cristóvão Lopes Carvalho é a terceira maior em área (1155 m²) e apresentou a menor diferença de conforto térmico. Diversas pesquisas (PENG et al., 2021; WU et al., 2021; LAI et al., 2023) apresentaram resultados diferentes do encontrado neste estudo, indicando uma correlação significativa entre a área do espaço verde urbano e a melhoria do conforto térmico.

Segundo Wu et al. (2021), a intensidade do resfriamento aumenta logaritmicamente com a área do espaço verde. O fato das praças de Viçosa possuírem pequenas áreas (< 5000 m²) pode explicar a ausência de correlação significativa entre esta variável e o conforto térmico.

A pesquisa de Yu et al. (2017) afirma que a correlação entre o tamanho da área verde e o efeito de resfriamento aumenta, à medida que o tamanho da área verde aumenta. Cao et al. (2010) sugere a possibilidade de que a intensidade do conforto térmico significativo só exista quando as áreas verdes possuem um determinado limite (> 20000 m²).

Em contrapartida, Lin et al. (2017) ao analisar a contribuição de *pocket parks* para o efeito de resfriamento afirma que os espaços verdes urbanos com menores áreas (< 1000 m²) também podem ajudar a resfriar o ar externo, contribuindo para o conforto térmico, corroborando com os resultados das medições encontrados nesta pesquisa (Tabela 3).

4. Considerações finais

As praças arborizadas proporcionam microclima e conforto térmico mais agradáveis. A média dos valores de conforto térmico foram 7,78 °C menores nas praças do que na ruas adjacentes

e, embora as praças não tenham apresentado conforto térmico ideal, a faixa do índice de conforto foi uma classe mais baixa quando comparado às ruas adjacentes, evidenciando que os ambientes arborizados das praças melhoram o conforto de uma maneira geral.

O conforto térmico proporcionado pelas praças muda temporal e espacialmente, dentre as características observadas nas praças que favoreciam a melhoria do conforto térmico, aquelas relacionadas à presença de arborização foram as que mais se destacaram. A área de copa média das árvores apresentou forte correlação com a melhoria do conforto térmico, já o tamanho da praça não demonstrou ser uma característica relevante para os resultados.

É importante ressaltar que não foram observadas condição de conforto em nenhum ambiente analisado, assim os planejadores urbanos devem buscar estratégias para a melhoria da atual condição climática do município, além de prevenir maiores impactos com a intensificação das mudanças climáticas.

Este estudo confirma que as praças arborizadas podem efetivamente ser uma estratégia para melhoria do conforto térmico das cidades e ressalta a pertinência da arborização em cidades de pequeno porte, haja vista o papel e relevância destas cidades no cenário brasileiro.

Referências

ANDRADE, I. M. S.; DA SILVA SANTOS, T.; CAPOBIANGO, A. C.; DE OLIVEIRA, L. A.; DE GODOI LIMA, G.; ROBERTO, R. F. Influências da população flutuante no comércio da cidade de Viçosa-MG. **ANAIS SIMPAC**, v. 9, n. 1, 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. ABNT, 2005.

BARBOSA, G. A. **Diagnóstico da Arborização e dos Elementos de Composição existentes as Praças de Viçosa-MG**. Monografia - Universidade Federal de Viçosa. 2019.

BARBOZA, E. N.; CAIANA, C. R. A.; NETO, F. D. C. B.; ALVES FILHO, L. S.; MARACAJÁ, P. B. Estudo sobre o campo térmico em ambientes distintos no que se refere uso e ocupação do solo em Missão Velha, Ceará. **Acta de Estudos Interdisciplinares**, v. 2, n. 1, 2020.

BRÖDE, P.; KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A. FIALA, D. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI—a case study in Southern Brazil. **International journal of biometeorology**, 56(3), 471-480, 2012.

CAO, X.; ONISHI, A.; CHEN, J.; IMURA, H. Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data. **Landscape and urban planning**, v. 96, n. 4, p. 224-231, 2010.

CETIN, M.; ADIGUZEL, F.; GUNGOR, S.; KAYA, E.; SANCAR, M. C. Evaluation of thermal climatic region areas in terms of building density in urban management and planning for Burdur, Turkey. **Air Quality, Atmosphere & Health**, v. 12, p. 1103-1112, 2019.

DAS, M.; DAS, A.; MOMIN, S. Quantifying the cooling effect of urban green space: A case from urban parks in a tropical mega metropolitan area (India). **Sustainable Cities and Society**, v. 87, p. 104062, 2022.

DOS SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 353p.

FEYISA, G. L.; DONS, K.; MEILBY, H. Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa. **Landscape and urban planning**, v. 123, p. 87-95, 2014.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. 2009. 259p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

HUANG, L.; LI, J.; ZHAO, D.; ZHU, J. A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China. **Building and Environment**, Oxford, v. 43, p. 7-17, 2008.

IBGE - instituto brasileiro de geografia estatística. **Cidades**. 2020. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2020

IGPZ - INSTITUTO DE GEOGRAFIA E GESTÃO ESPACIAL. **Instituto de Geografia e Gestão Espacial**. Disponível em: <<https://www.igpz.pan.pl/department-geoecology-and-climatology.html>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. **Normais Climatológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2020

JAMEI, E.; RAJAGOPALAN, P.; SEYEDMAHMOUDIAN, M.; JAMEI, Y. Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 54, p. 1002-1017, 2016.

JONES, B. A.; GOODKIND, A. L. Urban afforestation and infant health: Evidence from Million Trees NYC. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 95, p. 26-44, 2019.

KOTTEK, M.; GRIESER, J., BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, 15(3), 259-263. 2006

LAI, D.; LIU, Y.; LIAO, M.; YU, B. Effects of different tree layouts on outdoor thermal comfort of green space in summer Shanghai. **Urban Climate**, v. 47, p. 101398, 2023.

LIN, P.; LAU, S. S. Y.; QIN, H.; GOU, Z. Effects of urban planning indicators on urban heat island: a case study of pocket parks in high-rise high-density environment. **Landscape and Urban Planning**, v. 168, p. 48-60, 2017.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P. Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 207-215, 2003.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente**, 22(2), 182-193, 2015

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. A Influência das diferentes tipologias de Floresta Urbana no Microclima do entorno imediato. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 997-1007, 2018.

MEILI, N.; ACERO, J. A.; PELEG, N.; MANOLI, G.; BURLANDO, P.; FATICHI, S. Vegetation cover and plant-trait effects on outdoor thermal comfort in a tropical city. **Building and environment**, v. 195, p. 107733. 2021.

NASTOS, P. T.; MATZARAKIS, A. The effect of air temperature and human thermal indices on mortality in Athens, Greece. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, n. 3-4, p. 591-599, 2012.

NINCE, P. C. C.; MUSIS, C. R.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S.; NOGUEIRA, M. C. D. J. A. 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**, v. 9, n. 9, p. 2026-2036, 2013.

OKE, T. R. Siting and exposure of meteorological instruments at urban sites. *In: Air pollution modeling and its application XVII*. Springer, Boston, MA, 2007, p. 615-631.

PADOIN, V.; FINGER, C. A. G. Relações entre as dimensões da copa e a altura das árvores dominantes em povoamentos de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 95-105, 2010.

PENG, J.; DAN, Y.; QIAO, R.; LIU, Y.; DONG, J.; WU, J. Estimating the cooling effect of pocket green space in high density urban areas in Shanghai, China. **Frontiers in Environmental Science**, v. 9, p. 657969, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA. **Apresentação do Município de Viçosa**. Disponível em: <https://www.vicosamg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Anexo_I__Apresentacao_Vicosas?cdLocal=2&arquivo=%7BC1D6CDDA-DDE4-5D26-DEA7-CE57C00D1CB7%7D.pdf>. Acesso: 02 fev. 2020.

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Boletim meteorológico 2020**. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. Viçosa, 2020.

ULPIANI, G.; DI GIUSEPPE, E.; DI PERNA, C.; D'ORAZIO, M.; ZINZI, M. Thermal comfort improvement in urban spaces with water spray systems: Field measurements and survey. **Building and Environment**, 156, 46-61. 2019.

VIEZZER, J.; BIONDI, D.; MARTINI, A.; SILVA, D. A. O benefício microclimático proporcionado pela Praça Alfredo Andersen na cidade de Curitiba-PR. **Ciência e Natura**, 138 – 143, 2015.

WEATHERSPARK. **Condições meteorológicas médias de Viçosa**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30681/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Vi%C3%A7osa-Brasil-durante-o-ano>> Acesso: 15 mar. 2020

WU, C.; LI, J.; WANG, C.; SONG, C.; HAASE, D.; BREUSTE, J.; FINKA, M. Estimating the cooling effect of pocket green space in high density urban areas in Shanghai, China. **Frontiers in Environmental Science**, v. 9, p. 657969, 2021.

YU, Z.; GUO, X.; JØRGENSEN, G.; VEJRE, H. How can urban green spaces be planned for climate adaptation in subtropical cities. **Ecological Indicators**, v. 82, p. 152-162, 2017.