

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO

Gabriella Dias de Oliveira

Conforto Térmico em Espaço Público: Avaliação da Praça Central de Mar de Espanha e a Influência do Entorno Urbano

Gabriella Dias de Oliveira

Conforto Térmico em Espaço Público: Avaliação da Praça Central de Mar de Espanha e a Influência do Entorno Urbano

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído.

Orientador: Cristiano Gomes Casagrande

Coorientador: Cássia de Castro Martins Ferreira

Juiz de Fora

2026

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da
Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Gabriella Dias de.

Conforto Térmico em Espaço Público : Avaliação da Praça Central
de Mar de Espanha e a Influência do Entorno Urbano / Gabriella Dias
de Oliveira. -- 2026.

94 f. : il.

Orientador: Cristiano Gomes Casagrande Coorientadora: Cássia
de Castro Martins Ferreira

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz
de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em
Ambiente Construído, 2026.

1. conforto térmico. 2. espaço público. 3. Mar de Espanha. I.
Casagrande, Cristiano Gomes, orient. II. Ferreira, Cássia de Castro
Martins, coorient. III. Título.

Gabriella Dias de Oliveira

Conforto Térmico em Espaço Público: Avaliação da Praça Central de Mar de Espanha e a Influência do Entorno Urbano

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído.

Aprovada em 19 de Março de 2026

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano Gomes Casagrande
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Cássia de Castro Martins Ferreira
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. César Henrique Barra Rocha
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Aline Calazans Marques
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dedico este trabalho à minha mãe, que, mesmo ausente fisicamente, permanece presente em cada passo da minha trajetória, cujo apoio e confiança sempre me acompanharam, e ao meu pai e à Rafaella.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e aos amigos, pelo apoio, pela compreensão e pela presença ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

No âmbito acadêmico, agradeço ao professor Fábio Sanches (in memoriam), que atuou como meu orientador no início do mestrado e teve papel fundamental na definição e no direcionamento inicial desta pesquisa. Agradeço ao meu orientador atual, Cristiano Casagrande, pelas orientações e contribuições técnicas ao desenvolvimento do trabalho, bem como à Cássia Ferreira, pela coorientação.

Aos professores que compuseram a banca examinadora, agradeço pelas contribuições apresentadas.

Por fim, agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído (PROAC), à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e à CAPES, pelo apoio institucional e ao fomento à pesquisa, fundamentais para a realização deste mestrado.

De cidade a cidade, o espaço e daí todos os cantos, nichos e recantos, as relações espaciais e as dimensões têm uma influência decisiva em nossas experiências de lugar e em nosso desejo de nos movimentarmos ou permanecermos bem ali (Gehl, 2013, p. 163).

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o conforto térmico na Praça Central de Mar de Espanha, localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, e compreender de que maneira os elementos do entorno urbano influenciaram a qualidade térmica do espaço público. A pesquisa partiu da constatação de que praças desempenham papel central na vida urbana, contribuindo para o convívio social, a preservação da ambiência cultural e a melhoria da qualidade ambiental. Considerando o adensamento construtivo, a pavimentação e a vegetação como variáveis determinantes no microclima, buscou-se compreender como a configuração do espaço e do seu entorno imediato impactou as condições de conforto térmico para os usuários.

A metodologia adotada combinou levantamento bibliográfico e documental com estudo de caso, no qual foram realizadas campanhas de coleta de dados microclimáticos em diferentes pontos da praça, abrangendo temperatura do ar e umidade relativa, registrados a cada hora ao longo de diferentes períodos do dia, em distintas estações do ano. Os dados foram analisados por meio da aplicação do Índice de Desconforto de Thom (ID), parâmetro que permitiu classificar a sensação de conforto e desconforto térmico a partir de variáveis simples, amplamente utilizadas em estudos urbanos. Pretendeu-se, com isso, identificar padrões de variação térmica, relacioná-los com a presença de vegetação, pavimentação e gabarito das edificações do entorno, e avaliar em que medida a praça contribuiu para amenizar o microclima urbano de uma cidade de pequeno porte. Esperou-se que os resultados finais fornecessem subsídios para estratégias de planejamento urbano que integrassem valores ambientais e culturais, fortalecendo o papel das praças como espaços públicos democráticos e termicamente confortáveis.

Palavras-chave: conforto térmico; espaço público; Mar de Espanha.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate thermal comfort in the Central Square of Mar de Espanha, located in the Zona da Mata region of Minas Gerais, and to understand how elements of the urban surroundings influenced the thermal quality of this public space. The research was based on the recognition that squares play a central role in urban life, contributing to social interaction, the preservation of cultural ambiance, and the improvement of environmental quality. Considering building density, paving, and vegetation as key variables in microclimate regulation, the study sought to assess how the configuration of the square and its immediate surroundings affected thermal comfort conditions for users.

The methodology combined a bibliographic and documentary review with a case study, in which microclimatic data collection campaigns were conducted at different points in the square, covering air temperature and relative humidity, recorded hourly throughout different times of the day and in distinct seasons. The data were analyzed using Thom's Discomfort Index (DI), a parameter that allowed the classification of comfort and discomfort sensations based on simple variables, widely used in urban studies. The research intended to identify thermal variation patterns, relate them to the presence of vegetation, paving, and building heights in the surroundings, and assess the extent to which the square contributed to mitigating the urban microclimate of a small town. It was expected that the final results would provide support for urban planning strategies that integrated environmental and cultural values, strengthening the role of squares as democratic and thermally comfortable public spaces.

Keywords: thermal comfort; public space; Mar de Espanha.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 – Extensão territorial de Mar de Espanha/MG.....	36
Imagem 2 – Realidade urbana de Mar de Espanha/MG.....	37
Imagem 03 – Localização da Praça e Mar de Espanha/MG.....	38
Imagem 4 – Perímetro de Tombamento da Praça em Mar de Espanha/ MG.....	40
Imagem 5 - Pontos usados para coleta de dados.....	47
Imagem 6 - Aparelho usado para coleta de dados.....	48
Imagem 7- Altura do Aparelho em relação ao solo.....	49
Imagem 08 - Usos e ocupação do entorno da Praça de Mar de Espanha/ MG.....	57
Imagem 09 - Gabaritos do entorno da Praça de Mar de Espanha/ MG.....	58
Imagem 10 - Localização das seções analíticas (AA, BB, CC e DD) e pontos de medição na Praça José Francisco Schettino.....	59
Imagem 11 - Seções representativas do entorno da praça (AA, BB, CC e DD) e respectivas dimensões utilizadas para cálculo da relação H/W.....	60
Imagem 12 - Configuração da cobertura vegetal e evidências de solo exposto na Praça José Francisco Schettino.....	62
Imagem 13 - Registro e materialidade na Praça José Francisco Schettino.....	64
Gráfico 1 – Variação horária da temperatura média do ar na Praça Central de Mar de Espanha nas campanhas de setembro/2024, abril/2025, outubro/2025 e janeiro/2026	67
Gráfico 2 – Variação espacial da temperatura média do ar por ponto de medição nas campanhas de setembro/2024, abril/2025, outubro/2025 e janeiro/2026.....	70
Gráfico 3 – Frequência Acumulada De Ocorrências De Desconforto Térmico Por Ponto De Medição.....	83
Gráfico 4 – Total De Ocorrências De Desconforto Térmico (Idt) Por Campanha.....	85
Imagem 14 – Distribuição Espacial Do Índice De Desconforto Térmico (IDT) Na Praça Central De Mar De Espanha nas Campanhas De Setembro/2024 E Abril/2025.	87
Imagem 15 – Distribuição Espacial Do Índice De Desconforto Térmico (IDT) Na Praça Central De Mar De Espanha nas Campanhas De Outubro/2025 E Janeiro/2026.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação do conforto térmico segundo o Índice de Desconforto de Thom.....	45
Tabela 2 – Campanhas de coletas de dados.....	52
Tabela 3 – Temperatura (°C) média do ar por horário e campanha.....	66
Tabela 4 – Temperatura (°C) média do ar por ponto de medição e campanha.....	69
Tabela 5 – Temperatura mínima, máxima e amplitude térmica entre os pontos de medição nas campanhas de coleta.....	70
Tabela 6 – Amplitude térmica(°C) por ponto de medição e campanha entre o intervalo de 8h30/9h e 20h/20h30.....	72
Tabela 7 – IDT por Ponto De Medição Na Companhia De Setembro/2024.....	76
Tabela 8 – IDT por Ponto De Medição Na Companhia De Abril/2025.....	78
Tabela 9 – IDT por Ponto De Medição Na Companhia De Outubro/2025.....	80
Tabela 10 – IDT Por Ponto De Medição Na Companhia De Janeiro/2026.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISTA DE SÍMBOLOS

ID	Índice de Desconforto de Thom
UR	Umidade relativa do ar (%)
T	Temperatura do ar (°C)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	18
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NAS CIDADES BRASILEIRAS.....	20
2.2 IMPLICAÇÕES CLIMÁTICAS EM CIDADES PEQUENAS.....	22
2.3 A FUNÇÃO DAS PRAÇAS NO CONTEXTO URBANO.....	23
2.3.1 Contexto histórico de Praças.....	25
2.3.2 Vegetação urbana.....	27
2.3.3 Materiais e Pavimentação.....	29
2.3.4 Mobiliário Urbano.....	30
2.3.5 Entorno.....	31
2.4 CONFORTO TÉRMICO: DEFINIÇÃO E ABORDAGEM ADOTADA.....	33
2.4.1 Fatores determinantes no conforto térmico em áreas urbanas.....	34
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA.....	35
3.2 ÁREA DE ESTUDO.....	36
3.2.1 Justificativa de Seleção da Praça.....	38
3.2.2 Caracterização Geográfica de Mar de Espanha.....	41
3.3 SELEÇÃO DE ÍNDICE E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS PARA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO.....	43
3.4 ÍNDICE UTILIZADO PARA ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO.....	44
3.5 COLETA DE DADOS.....	46
3.5.1 Caracterização física e morfológica.....	46
3.5.2 Localização Dos Pontos De Coleta.....	47
3.5.3 Equipamento e Protocolo de Medição.....	48
3.5.4 Levantamento microclimático – Campanhas de Campo.....	50

3.5.5 Limitações da Coleta.....	51
3.5.6 Evolução das campanhas de coletas de dados.....	52
3.6 PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	53
3.6.1 Organização dos Dados.....	53
3.6.2 Cálculo do Índice de Conforto Térmico.....	53
3.6.3 Análise de Variabilidade Térmica.....	54
3.6.4 Comparação entre Períodos de Coleta.....	54
4 RESULTADOS.....	56
4.1 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E PAISAGÍSTICA.....	56
4.1.1 Configuração urbana do entorno imediato.....	56
4.1.2 Relação altura/largura (H/W) e associação aos pontos de medição.....	59
4.1.3 Cobertura vegetal e potencial de sombreamento.....	61
4.1.4 Materialidade superficial e comportamento termo-hídrico.....	63
4.2 RESULTADOS MICROCLIMÁTICOS.....	66
4.2.1 Comportamento térmico diário da praça.....	66
4.2.2 Amplitude térmica espacial entre pontos.....	69
4.2.3 Amplitude térmica diária.....	72
4.3 ANÁLISE DO ÍNDICE DE THOM.....	74
4.3.1 Classificação horária do conforto térmico.....	74
4.3.2 Distribuição espacial do desconforto térmico.....	83
4.4 COMPARAÇÃO SAZONAL DO CONFORTO TÉRMICO.....	84
4.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	86
5 CONCLUSÃO.....	90
REFERÊNCIAS.....	93

1 INTRODUÇÃO

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

Espaços públicos são locais de uso coletivo, desempenham um papel fundamental na dinâmica da cidade, proporcionando interação social, lazer e mobilidade. Para Gehl (2013), esses espaços devem ser projetados para promover experiências agradáveis aos usuários, incentivando a permanência e o convívio. Entre os diversos tipos de espaços públicos, as praças se destacam como elementos estruturantes da paisagem urbana, funcionando como pontos de encontros, descanso e expressão cultural. A qualidade desses espaços é influenciada por fatores como acessibilidade, segurança, diversidade de usos e conforto ambiental (Jacobs, 2011).

A relação entre o ambiente construído e as condições climáticas tem sido frequentemente negligenciada no planejamento urbano e arquitetônico. Evidências indicam que a própria configuração das cidades pode impactar as condições de conforto térmico, influenciando o uso dos espaços e a qualidade de vida da população (Fernandes et al., 2020). Nesse contexto, a morfologia urbana tem sido reconhecida como elemento decisivo na regulação do microclima, uma vez que parâmetros espaciais — como densidade edificada, razão altura-largura e organização do tecido urbano — apresentam forte correlação com indicadores térmicos ao nível do pedestre (Zhang et al., 2022). Além disso, investigações demonstram que diferentes arranjos morfológicos produzem respostas térmicas distintas, evidenciando a complexidade das relações entre forma urbana e conforto ambiental (Shinzato, 2018). Tais constatações reforçam a necessidade de abordagens integradas no planejamento urbano, capazes de considerar o espaço urbano como um sistema climático dinâmico e de orientar intervenções que promovam condições mais adequadas de habitabilidade (Achouri, 2024). Uma vez que, variáveis como temperatura e umidade do ar, precipitação, insolação e vento podem tornar o ambiente urbano hostil, exigindo estratégias de controle para garantir condições adequadas de habitabilidade.

“Uma cidade é algo mais do que o somatório dos seus habitantes: é uma unidade geradora de uma experiência de bem-estar de

facilidades que leva a maioria das pessoas a preferirem — independentemente das outras razões — viver em comunidade a viverem isoladas. [...] O cérebro humano reage ao constante, i.e., às diferenças entre os sítios, ao ser estimulado simultaneamente por duas imagens — a rua oposta, por exemplo: daí a existência de um contraste bem marcado. Neste caso a cidade torna-se visível num sentido mais profundo: anima-se de vida pelo vigor e dramatismo dos seus contrastes.” (Cullen, 2007, p. 7; p. 11-12).

Dentro desse contexto, as praças assumem um papel central na qualificação dos espaços urbanos. Para Romero (2014), elas são os lugares atualmente propícios à permanência e ao desenvolvimento de atividades sociais, reforçando sua importância como espaços democráticos de convivência e lazer. Quando projetadas considerando as variáveis ambientais, as praças podem oferecer um ambiente térmico mais confortável, favorecendo a permanência dos usuários e contribuindo para a qualidade de vida nas cidades.

A configuração do ambiente urbano exerce influência direta sobre as condições térmicas locais, uma vez que a morfologia das cidades interfere nos processos de absorção, armazenamento e liberação de calor. Pesquisas indicam que características como altura das edificações, densidade construída, orientação urbana e propriedades térmicas das superfícies regulam a incidência de radiação solar, os padrões de ventilação e a retenção de calor, produzindo variações microclimáticas significativas (Yahia et al., 2018). Além disso, materiais urbanos com baixa reflectância tendem a absorver e reemitir maiores quantidades de energia térmica, contribuindo para o aumento das temperaturas do ar e intensificando o fenômeno das ilhas de calor urbanas (Monteiro, 2003). Estudos também demonstram que a densidade do tecido urbano está associada às diferenças nas taxas de resfriamento das superfícies, estabelecendo padrões térmicos distintos quando comparados ao entorno menos urbanizado (Rodríguez-Álvarez, 2016). Dessa forma, a substituição de superfícies naturais por estruturas edificadas e pavimentadas modifica o balanço energético urbano e altera as trocas térmicas entre superfície e atmosfera, afetando diretamente o desempenho térmico dos espaços urbanos (Brandão et al., 2023).

O planejamento de uso e ocupação do solo é um dos desafios mais complexos no desenvolvimento urbano, exigindo a integração de diversas disciplinas para compreender e modificar o ambiente construído (Romero, 2013). Historicamente, o desenho urbano tem sido conduzido sem uma consideração adequada dos impactos ambientais, resultando em desequilíbrios ecológicos e afetando diretamente o conforto e a qualidade de vida nas cidades (Gehl, 2013). Dentro desse contexto, o estudo do conforto térmico em espaços urbanos torna-se essencial, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, onde as condições climáticas exercem forte influência sobre o bem-estar da população (Givoni, 1998; Amorim, 2021).

A vegetação é um dos fatores mais relevantes na regulação térmica das praças. A presença de árvores e arbustos proporcionam sombreamento, reduzindo a incidência direta da radiação solar e minimizando a sensação térmica de desconforto. Segundo Nogueira et al. (2019), áreas com maior cobertura vegetal em ambientes urbanos contribuem para a redução das temperaturas do ar, promovendo um efeito de resfriamento nas áreas arborizadas quando comparadas às áreas pavimentadas.

Logo, o microclima de espaços públicos urbanos resulta da interação entre diferentes componentes da morfologia urbana, como a configuração do entorno construído, a geometria das edificações, os materiais das superfícies e a presença de áreas verdes. Evidências científicas indicam que padrões de desenho urbano influenciam diretamente o conforto térmico ao nível do pedestre, uma vez que variáveis como altura e orientação dos edifícios, espaçamento entre construções e taxa de ocupação alteram o acesso à radiação solar e os fluxos de ventilação (Yahia et al., 2018). Nesse contexto, a morfologia urbana tem sido apontada como uma das principais forças reguladoras do ambiente térmico em microescala, ao determinar a disponibilidade de radiação e os padrões de circulação do vento (Krüger; Minella; Rasia, 2011). Estudos sistematizados em revisões da literatura, reforçam que diferenças morfológicas produzem microclimas distintos e podem tornar os ambientes externos mais ou menos confortáveis para a população (Costa et al., 2024). Além disso, revisões destacam que fatores como geometria urbana, materiais e vegetação devem ser analisados de forma integrada para a compreensão do conforto térmico em espaços abertos (Zhang et al., 2022).

Apesar dos avanços na área, ainda são necessárias investigações empíricas que examinem a influência do entorno construído sobre o desempenho térmico de espaços públicos, especialmente em contextos urbanos com configurações morfológicas específicas.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Avaliar o conforto térmico da Praça Central de Mar de Espanha a partir da análise empírica das variáveis microclimáticas e examinar de que maneira a configuração do entorno urbano influencia o desempenho térmico do espaço em uma cidade de pequeno porte.

Objetivos Específicos:

Caracterizar a configuração do entorno urbano da praça, considerando parâmetros como uso do solo, volumetria das edificações, materiais predominantes e presença de vegetação.

Analisar a variabilidade das condições microclimáticas da praça com base em dados de campo, identificando padrões térmicos associados às características do entorno.

Verificar a existência de gradientes térmicos entre o interior da praça e seu entorno imediato.

Apontar subsídios técnicos para o planejamento urbano climático de espaços públicos em cidades de pequeno porte.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi estruturado em cinco capítulos. A introdução apresenta a contextualização do tema, a formulação do problema de pesquisa com a justificativa, os objetivos e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 reúne a revisão da literatura sobre espaço público e entorno, conforto térmico em espaços abertos e estudos de praças públicas, com ênfase em cidades de pequeno porte.

O capítulo 3 descreve o delineamento da pesquisa, o contexto urbano e climático do Mar de Espanha, a caracterização da Praça Central e de seu entorno,

os procedimentos de coleta e processamento dos dados, bem como a definição do índice de desconforto adotado.

O capítulo 4 reúne os resultados e as discussões dos dados obtidos em campo, incluindo a análise das variáveis microclimáticas e do índice de conforto térmico, bem como a interpretação dos padrões térmicos observados na praça central de Mar de Espanha.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões da pesquisa, destacando as principais contribuições do estudo, suas limitações e possíveis direções para investigações futuras.

Por fim as referências bibliográficas que reúnem as obras e documentos utilizados para fundamentar a pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NAS CIDADES BRASILEIRAS

O processo de urbanização brasileiro intensificou-se a partir da segunda metade do século XX, especialmente após a década de 1960, período marcado por profundas transformações econômicas e sociais. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE (2018), cerca de 86,6% da população do país já residia em áreas urbanas, com projeções que indicam a continuidade desse crescimento nas próximas décadas. Esse cenário evidencia a consolidação de um modelo territorial fortemente urbanizado e reforça a necessidade de compreender os efeitos dessa concentração populacional sobre a estrutura e o funcionamento das cidades.

A expansão urbana esteve diretamente associada à modernização do campo, à mecanização das atividades agrícolas e à reconfiguração das relações produtivas rurais, fatores que impulsionaram o êxodo rural e ampliaram a pressão sobre os centros urbanos. Conforme destacam Maricato (2011) e Santos (2008), esse processo ocorreu de forma desigual, contribuindo para a intensificação da concentração fundiária, da especulação imobiliária e das disparidades socioespaciais. Como resultado, grande parte das cidades brasileiras expandiu-se sem o devido acompanhamento de políticas urbanas capazes de assegurar infraestrutura, moradia e serviços adequados à população.

Nesse contexto, Corrêa (1995) destaca que a urbanização brasileira está relacionada à forma como o país se integrou à economia global, processo que contribuiu para a produção de espaços urbanos marcados por desigualdades. Tal dinâmica favoreceu a produção de espaços urbanos fragmentados e socialmente desiguais, frequentemente marcados por processos de crescimento acelerado e planejamento insuficiente.

Além das implicações socioeconômicas, a expansão urbana promoveu transformações significativas no ambiente natural das cidades. A substituição de superfícies com vegetação por áreas impermeabilizadas, associada ao adensamento construtivo, alterou os fluxos de energia e matéria no espaço urbano, interferindo no equilíbrio térmico local e contribuindo para a formação de microclimas

distintos. Mesmo em cidades pequenas, essas mudanças têm se tornado cada vez mais perceptíveis. Amorim (2021) destaca que tais centros urbanos vêm passando por expressivas transformações ambientais, muitas vezes sem o suporte de políticas públicas eficazes, o que amplia sua vulnerabilidade às modificações no clima urbano.

Entre os principais efeitos dessas transformações estão a intensificação das temperaturas, a redução da umidade relativa do ar e a modificação dos padrões de ventilação, fatores que impactam diretamente as condições de conforto térmico da população. Monteiro (2003) já ressaltava que as alterações promovidas pela urbanização interferem no clima urbano e exigem maior atenção do planejamento, especialmente no que se refere à incorporação de variáveis ambientais às decisões sobre uso e ocupação do solo.

No contexto latino-americano, esse processo apresenta particularidades associadas a uma modernização rápida e desigual, que impôs desafios ao desenvolvimento socioespacial das cidades. Para Maricato (2011), a urbanização na região revela tensões entre crescimento econômico e justiça social, exigindo novas abordagens projetuais capazes de articular inovação tecnológica e democratização do acesso à infraestrutura urbana. Nessa mesma direção, Correia (2019) argumenta que o desenvolvimento socioespacial pode ser compreendido como um projeto de reconciliação, no qual o ato de projetar deve considerar simultaneamente o passado desigual e a construção de futuros urbanos mais sustentáveis.

A discussão sobre qualidade ambiental urbana emerge, portanto, como elemento central desse debate. Gonçalves (2019) observa que a elevação das temperaturas nas áreas urbanizadas, quando comparadas às regiões com maior presença de vegetação, evidencia a influência da configuração territorial sobre o desempenho térmico das cidades. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias urbanísticas que promovam ambientes mais equilibrados e resilientes.

A promoção da qualidade ambiental deve ser compreendida como componente fundamental do planejamento urbano contemporâneo, uma vez que fatores como acesso à radiação solar, ventilação natural e presença de áreas verdes influenciam diretamente o bem-estar da população e a eficiência ambiental das cidades. No âmbito dos espaços públicos, essas variáveis tornam-se ainda mais relevantes, pois condicionam a permanência e o uso dos ambientes coletivos. Assim, compreender de que maneira os elementos urbanos interferem na qualidade

térmica desses espaços constitui etapa essencial para o desenvolvimento de estratégias urbanísticas mais sensíveis às dinâmicas climáticas e orientadas à melhoria das condições de habitabilidade.

2.2 IMPLICAÇÕES CLIMÁTICAS EM CIDADES PEQUENAS

As modificações no clima urbano decorrentes das transformações antrópicas na paisagem urbana não se restringem às grandes metrópoles. Amorim (2021) destaca que cidades pequenas e médias também apresentam modificações relevantes em seu clima local, resultantes do avanço da urbanização e da intensificação das intervenções humanas no território. Ainda que frequentemente recebem menor atenção das políticas públicas, esses centros urbanos vêm passando por processos de artificialização da paisagem, como a canalização de cursos d'água, a supressão da vegetação e as mudanças na morfologia urbana, fatores que contribuem para a intensificação térmica e para a configuração de microclimas distintos.

A análise climática dessas cidades deve considerar não apenas variáveis físicas — como cobertura do solo, densidade construtiva e distribuição das áreas verdes —, mas também os aspectos socioeconômicos que condicionam o padrão de ocupação urbana. Diferentemente das grandes cidades, onde a segregação socioespacial tende a ser mais evidente, nos centros urbanos de menor porte observa-se frequentemente a coexistência de diferentes tipologias habitacionais em áreas próximas, configurando um tecido urbano heterogêneo. Essa característica dificulta a aplicação direta de modelos tradicionais de análise climática e reforça a necessidade de investigações contextualizadas (Amorim, 2021).

Estudo conduzido por Lima Alves (2021) em uma cidade pequena evidenciou que variáveis geourbanas, como uso e ocupação do solo, densidade edificada e presença de áreas verdes, exercem influência direta sobre a distribuição térmica intraurbana. Os resultados apontaram temperaturas mais elevadas em áreas com maior grau de impermeabilização e menor cobertura vegetal, indicando a relevância do planejamento urbano na mitigação das alterações microclimáticas.

De forma semelhante, a pesquisa de Almeida et al. (2020), conduzida em Montes Claros (MG), identificou variações térmicas associadas à densidade urbana e à presença de vegetação, evidenciando que mesmo em contextos urbanos fora

das grandes metrópoles, podem apresentar padrões térmicos complexos em decorrência do processo de urbanização.

Compreender essas dinâmicas torna-se fundamental para cidades pequenas, cujas especificidades morfológicas e socioespaciais exigem análises térmicas sensíveis ao contexto local. Apesar dos avanços nas pesquisas sobre clima urbano, ainda são limitados os estudos empíricos voltados a esses territórios, o que evidencia a necessidade de investigações que aprofundem a compreensão das relações entre forma urbana e microclima. Nesse sentido, analisar como os elementos do entorno influenciam a qualidade térmica dos espaços públicos contribui para o desenvolvimento de estratégias de planejamento mais responsivas às variáveis ambientais e orientadas à promoção do conforto térmico da população.

2.3 A FUNÇÃO DAS PRAÇAS NO CONTEXTO URBANO

Os espaços públicos constituem elementos estruturadores da vida urbana, influenciando tanto as dinâmicas sociais quanto às condições ambientais que moldam a experiência dos usuários. Para Rogers (2017), a vitalidade desses espaços está associada à sua capacidade de acolher a diversidade, estimular a interação e garantir acessibilidade, refletindo diretamente os valores da sociedade que os produz.

As praças, no caso, configuram-se como componentes fundamentais do tecido urbano, desempenhando papel central na promoção da interação social, no lazer e na qualificação ambiental das cidades. Espaços públicos de qualidade tendem a incentivar o uso prolongado e diversificado, fortalecendo a vida comunitária e contribuindo para a coesão social (Gehl, 2013). Nesse sentido, Carmona et al. (2010) ressalta que o planejamento desses espaços deve considerar, de maneira integrada, atributos funcionais, ambientais e estéticos, reconhecendo sua influência sobre o comportamento dos usuários e sobre os padrões de apropriação do espaço urbano.

Embora o conceito de praça varie conforme o contexto histórico e geográfico, esses espaços podem ser compreendidos como áreas livres inseridas na malha urbana e destinadas ao convívio social e às atividades coletivas (Robba e Macedo, 2010). Sua configuração espacial e sua relação com o entorno construído influenciam não apenas a organização do espaço, mas também a percepção

ambiental dos usuários (Jacobs, 2011). Para Lynch (1997), a legibilidade do espaço urbano constitui fator essencial para sua apropriação, pois ambientes visualmente organizados e facilmente compreensíveis tendem a proporcionar maior sensação de orientação e conforto.

Sob essa perspectiva, Jacobs (2011) observa que praças e parques de menor escala frequentemente atuam como importantes centros de encontro, contribuindo para a vitalidade cotidiana das cidades. A autora destaca ainda que espaços públicos bem utilizados apresentam maior complexidade de atividades quando ocupados, indicando que a diversidade de cenários influencia diretamente a forma como esses ambientes são vivenciados ao longo do dia. Tais características tendem a favorecer a permanência dos usuários, especialmente quando associadas a condições ambientais e térmicas adequadas, uma vez que fatores como radiação solar, sombreamento e ventilação influenciam diretamente a experiência nos espaços públicos.

Whyte (1980) destaca que a atratividade de espaços públicos, como praças, depende, entre outros fatores, de sua acessibilidade, da oferta de mobiliário confortável e da diversidade de possibilidades de uso. Entretanto, além desses atributos, as condições microclimáticas exercem influência significativa sobre o comportamento dos usuários, podendo ampliar ou restringir o potencial de uso desses ambientes.

Compreender o papel das praças no contexto urbano pressupõe reconhecer que sua qualidade ultrapassa as dimensões social e funcional, abrangendo também as condições ambientais que sustentam sua apropriação. A interação entre forma urbana, elementos construídos e componentes naturais interfere diretamente na configuração microclimática desses espaços, influenciando sua habitabilidade e o tempo de permanência dos usuários. Nesse sentido, investigar de que maneira os elementos urbanos modulam o microclima das praças torna-se essencial para ampliar o entendimento sobre a relação entre ambiente construído e conforto térmico. Tal abordagem contribui para o desenvolvimento de estratégias de planejamento urbano mais sensíveis às variáveis ambientais e alinhadas à promoção de espaços públicos mais qualificados.

2.3.1 Contexto histórico de Praças

As praças brasileiras têm suas origens no período colonial, quando a organização das cidades foi fortemente influenciada pelos modelos urbanísticos portugueses. As primeiras vilas, configuraram-se como largos centrais frequentemente associados a igrejas, capelas e edifícios administrativos, com funções sociais, religiosas e comerciais. Segundo Holston (1993), tais áreas articulavam-se, em muitos casos, ao pelourinho, constituindo núcleos simbólicos e funcionais da vida urbana e reafirmando a centralidade do poder político e religioso na estruturação das cidades.

Além de sua função cívica, esses espaços desempenham papel fundamental na organização morfológica do tecido urbano. Robba e Macedo (2010) ressaltam que as praças coloniais atuavam como elementos estruturadores da paisagem, organizando fluxos, orientando a expansão urbana e estabelecendo referências espaciais que contribuem para a legibilidade da cidade. Nesse sentido, o Largo do Pelourinho, em Salvador, exemplifica essa configuração ao evidenciar o papel ordenador desses vazios urbanos na formação das cidades brasileiras.

Ao longo do século XIX, a intensificação da urbanização e a crescente influência de modelos europeus promoveram transformações significativas na concepção desses espaços. As praças passaram a incorporar elementos paisagísticos e ornamentais, refletindo uma valorização estética associada ao ideário higienista e às estratégias de embelezamento urbano. Lauande Júnior (2008) observa que a introdução de jardins geométricos, alamedas arborizadas e fontes sinalizava uma mudança na forma de compreender o espaço público, que passou a ser concebido também como ambiente de permanência e contemplação. Para Magnoli (2006), essa inflexão revela a consolidação das praças como componentes fundamentais do sistema de espaços livres, ampliando sua relevância na qualificação ambiental e na organização da vida urbana.

No século XX, os processos de modernização e a difusão dos princípios modernistas produziram novas interpretações do espaço público. As praças tornaram-se mais abertas e visualmente integradas à malha urbana, privilegiando a monumentalidade e a continuidade espacial. A Praça dos Três Poderes, em Brasília, projetada por Lúcio Costa e Oscar Niemeyer, constitui um exemplo emblemático dessa abordagem, na qual o desenho urbano enfatiza a escala monumental e a

relação entre arquitetura e espaço livre (Lauande Júnior, 2008). Contudo, como argumenta Spirn (2014), a valorização da forma frequentemente ocorreu em detrimento de uma compreensão mais profunda dos processos ecológicos que atravessam o espaço urbano, questão que se tornaria central nas discussões contemporâneas.

Na contemporaneidade, as praças brasileiras enfrentam desafios que extrapolam aspectos de manutenção e segurança, envolvendo também sua qualidade ambiental e capacidade de responder às demandas impostas pela urbanização intensiva. Holston (1993) e Lauande Júnior (2008) destacam que atributos como vegetação, materiais, mobiliário e acessibilidade influenciam diretamente as condições de uso desses espaços. Entretanto, tais elementos devem ser compreendidos não apenas sob a perspectiva funcional, mas também como mediadores das relações entre forma urbana, microclima e experiência ambiental. Conforme aponta Spirn (2014), o reconhecimento do papel ecológico da paisagem urbana amplia a compreensão dos espaços públicos, evidenciando sua importância na regulação ambiental e no suporte à vida cotidiana.

Dessa forma, compreender a evolução histórica das praças permite reconhecer que sua configuração resulta de sucessivas transformações sociais, culturais e espaciais, cujos desdobramentos incidem também sobre as condições ambientais desses espaços. Essa leitura torna-se particularmente relevante para investigações que buscam analisar o desempenho térmico de áreas públicas, uma vez que a forma urbana herdada e os modelos de ocupação do entorno influenciam diretamente as dinâmicas microclimáticas e as possibilidades de adaptação ao clima.

2.3.2 Vegetação urbana

A vegetação urbana é amplamente reconhecida como um dos elementos mais eficazes na modificação das condições microclimáticas dos espaços abertos, atuando diretamente sobre o balanço energético urbano e, consequentemente, sobre o conforto térmico. A presença de cobertura vegetal interfere nos fluxos de radiação de onda curta e longa, promove sombreamento e intensifica processos de evapotranspiração, mecanismos capazes de reduzir tanto as temperaturas superficiais quanto a temperatura do ar (Bowler et al., 2010; Oke, 1987).

Sob a perspectiva do clima urbano, árvores e formações vegetais desempenham papel estratégico na atenuação do aquecimento decorrente da substituição de superfícies naturais por materiais de elevada capacidade térmica. Conforme argumenta Oke (1987), a vegetação atua simultaneamente na interceptação da radiação solar, na modificação da velocidade do vento e na regulação das trocas de calor sensível e latente, configurando-se como componente fundamental na mitigação das condições de estresse térmico em áreas urbanizadas.

Nesse contexto, estudos desenvolvidos por Romero (2013), Labaki et al. (2012) e Shinzato (2018), tem destacado a infraestrutura verde como estratégia central para a adaptação climática das cidades, especialmente em áreas urbanas consolidadas. A integração de elementos naturais, como árvores, gramados e vegetação de estrato baixo, produz benefícios ambientais, sociais e climáticos de forma interdependente, entre os quais se sobressai a regulação térmica dos espaços urbanos. Pesquisas aplicadas em diferentes contextos urbanos brasileiros demonstram que a vegetação atua na moderação das temperaturas do ar e das superfícies por meio do sombreamento e dos processos de evapotranspiração, contribuindo para a redução do estresse térmico em espaços públicos (Romero, 2013; Labaki et al., 2012; Shinzato, 2018).

As espécies arbóreas assumem papel particularmente relevante nesse processo, sobretudo em razão de sua capacidade de gerar sombreamento efetivo e contínuo. A redução da exposição direta à radiação solar limita o aquecimento das superfícies urbanas, enquanto a evapotranspiração favorece o resfriamento do ar e contribui para a elevação da umidade relativa. Entretanto, a eficiência térmica da vegetação depende de variáveis como porte arbóreo, densidade do dossel, arranjo

espacial e disponibilidade hídrica, indicando que seus efeitos não são uniformes e exigem planejamento criterioso (Shinzato, 2018).

Estudos aplicados a espaços públicos demonstram que a tipologia vegetal influencia diretamente as variáveis higrotérmicas. Formações arbóreas tendem a apresentar maior capacidade de moderação térmica quando comparadas a superfícies predominantemente gramadas, cuja contribuição para o sombreamento é limitada (Pereira, 2020). Essa evidência reforça a necessidade de compreender a vegetação não apenas como elemento de composição paisagística, mas como estrutura capaz de reorganizar as condições microclimáticas locais.

No contexto brasileiro, investigações empíricas corroboram essa discussão. Estudo conduzido em uma praça urbana de Juiz de Fora (MG), por meio de simulações microclimáticas, verificou que áreas com maior proporção de vegetação arbórea apresentaram desempenho térmico superior, caracterizado pela redução da temperatura do ar, aumento da umidade relativa e melhora das condições de conforto térmico dos usuários (Souza, 2024). Tais resultados evidenciam o potencial do planejamento paisagístico como instrumento de adaptação climática e reforçam a necessidade de incorporar a vegetação como componente estruturante do desenho urbano.

Assim, a vegetação deve ser compreendida para além de sua dimensão estética, assumindo papel determinante na qualificação ambiental dos espaços públicos. Sua integração ao planejamento urbano favorece a criação de ambientes termicamente mais amenos, amplia as possibilidades de uso e permanência e fortalece a capacidade adaptativa das cidades frente às intensificações térmicas associadas à urbanização.

2.3.3 Materiais e Pavimentação

Os materiais de pavimentação constituem um dos principais mediadores das trocas térmicas nos espaços urbanos, influenciando diretamente o balanço energético superficial e, conseqüentemente, as condições microclimáticas experimentadas pelos usuários. Suas propriedades físicas — como albedo, capacidade térmica, condutividade e emissividade — determinam a forma como a radiação solar é absorvida, armazenada e reemitida para a atmosfera, afetando tanto a temperatura das superfícies quanto a do ar adjacente (Oke, 1987).

Superfícies compostas por materiais escuros e impermeáveis tendem a apresentar baixa refletância e elevada capacidade de armazenamento de calor, favorecendo o aquecimento diurno e a liberação gradual de energia térmica ao longo da noite. Esse processo contribui para a intensificação das temperaturas urbanas e para a persistência do desconforto térmico, especialmente em áreas densamente pavimentadas (Gartland, 2008). Em contraposição, materiais com maior refletância solar, albedo, podem reduzir a temperatura superficial ao limitar a absorção de radiação de onda curta, ainda que seus efeitos sobre o conforto térmico dependem da interação com outras variáveis ambientais, como sombreamento e ventilação.

Romero (2013) destaca que a materialidade do espaço urbano deve ser compreendida como componente ativo do clima local, uma vez que a substituição de superfícies naturais por pavimentos minerais altera significativamente os fluxos de calor sensível e latente. Nesse sentido, a predominância de materiais impermeáveis reduz a evaporação e compromete um importante mecanismo de resfriamento ambiental, ampliando a suscetibilidade dos espaços públicos ao superaquecimento.

A literatura tem avançado na discussão sobre estratégias de pavimentação capazes de mitigar tais efeitos. Ribas et al. (2023) observam que superfícies com maior refletância — incluindo pavimentos claros ou tecnologicamente modificados — tendem a apresentar temperaturas superficiais inferiores quando comparadas a materiais convencionais. Contudo, como alerta Santamouris (2013), intervenções baseadas exclusivamente no aumento do albedo devem ser analisadas com cautela, uma vez que a reflexão excessiva da radiação pode elevar a carga térmica radiante incidente sobre os pedestres, produzindo efeitos ambíguos sobre a sensação térmica.

Dessa forma, a eficiência térmica dos pavimentos não pode ser avaliada de maneira isolada, exigindo uma abordagem integrada que considere sua interação com elementos como vegetação, morfologia urbana e sombreamento. A compreensão dessas relações torna-se particularmente relevante para o planejamento de espaços públicos, na medida em que a escolha dos materiais influencia não apenas o desempenho térmico imediato, mas também a capacidade adaptativa do ambiente frente às intensificações térmicas associadas à urbanização.

Assim, a materialidade do solo urbano deve ser entendida como fator estruturante do microclima, cuja incorporação criteriosa ao desenho urbano pode contribuir para a qualificação ambiental dos espaços abertos e para a promoção de condições mais favoráveis ao conforto térmico.

2.3.4 Mobiliário Urbano

O mobiliário urbano desempenha papel relevante na mediação entre os usuários e as condições ambientais dos espaços públicos, influenciando diretamente padrões de uso, permanência e apropriação. Para além de sua função operacional, elementos como bancos, estruturas de sombreamento e equipamentos de apoio podem alterar significativamente a experiência térmica ao modular a exposição dos indivíduos à radiação solar, ao vento e às superfícies aquecidas. Nesse sentido, a qualidade ambiental dos espaços abertos não depende exclusivamente de suas características morfológicas, mas também da forma como o mobiliário é incorporado ao desenho urbano (Carmona et al., 2010; Gehl, 2013).

Sob a perspectiva do conforto térmico, a permanência em espaços públicos está fortemente associada à oferta de oportunidades de adaptação comportamental. Estudos recentes indicam que usuários tendem a ajustar sua permanência conforme as condições microclimáticas, buscando áreas sombreadas, ventiladas e protegidas da radiação direta (Nikolopoulou; Lakoudis, 2006). Assim, a disposição do mobiliário deve ser compreendida como estratégia projetual capaz de ampliar essas possibilidades adaptativas, favorecendo a utilização do espaço mesmo em cenários de maior exigência térmica.

A literatura tem reforçado que a simples presença de assentos ou equipamentos não garante sua apropriação, sendo determinante sua localização em zonas termicamente mais favoráveis. Pesquisa conduzida por Middel et al. (2014)

demonstra que mobiliários posicionados sob sombreamento — natural ou artificial — apresentam taxas significativamente superiores de ocupação quando comparados àqueles instalados em áreas expostas. Esse achado evidencia que decisões aparentemente pontuais de projeto podem repercutir diretamente sobre o comportamento dos usuários e sobre a vitalidade dos espaços públicos.

Além disso, estratégias integradas de desenho urbano têm sido apontadas como fundamentais para responder às intensificações térmicas observadas nas cidades. Sharifi (2021) argumenta que soluções baseadas apenas em grandes intervenções morfológicas nem sempre são viáveis, especialmente em tecidos urbanos consolidados, o que amplia a relevância de elementos de menor escala — como o mobiliário — na promoção de ambientes mais adaptáveis ao clima. Quando articulados a dispositivos de sombreamento, materiais adequados e infraestrutura verde, esses elementos contribuem para reduzir a exposição térmica e ampliar a habitabilidade dos espaços abertos.

Dessa forma, o mobiliário urbano deve ser compreendido como componente integrante do sistema microclimático, atuando não apenas como suporte funcional, mas como ferramenta de qualificação ambiental. Sua incorporação ao planejamento urbano, orientada por critérios climáticos, pode favorecer a criação de espaços mais responsivos às condições térmicas e mais propícios à permanência, reforçando a necessidade de abordagens projetuais sensíveis ao clima no desenho das cidades contemporâneas.

2.3.5 Entorno

O entorno de uma praça compreende o conjunto de elementos urbanos que a circundam, incluindo edificações, usos do solo, sistema viário, cobertura vegetal e fluxos de pessoas, configurando-se como componente fundamental da organização espacial e da dinâmica urbana. No âmbito da produção do espaço, Milton Santos (2008) destaca que o espaço urbano resulta da articulação entre fixos e fluxos, isto é, entre os objetos materiais e as práticas sociais que lhes conferem sentido. De modo complementar, Corrêa (1995) ressalta que o entorno participa ativamente da construção do lugar, sendo sua identidade condicionada pelas relações estabelecidas entre funções urbanas, usos cotidianos e formas de apropriação do espaço.

No campo da arquitetura e do urbanismo, o entorno da praça é reconhecido como elemento determinante da experiência espacial, estética e funcional. Lynch (1997) demonstra que bordas, distritos e marcos urbanos condicionam a legibilidade do espaço urbano, permitindo que o usuário reconheça e situe a praça no conjunto da cidade. Cullen (2007), ao analisar a paisagem urbana a partir da percepção do observador, destaca que a conformação volumétrica das edificações e a sequência visual das fachadas produzem o efeito de enclosure, responsável por conferir unidade espacial e sensação de abrigo aos espaços públicos.

Para além dos aspectos sociais e perceptivos, o entorno exerce papel decisivo nas condições ambientais das praças, especialmente no que se refere ao conforto térmico. Oke (1987) demonstra que a forma urbana, o gabarito das edificações e a relação entre cheios e vazios controlam a incidência de radiação solar, os padrões de ventilação e o balanço térmico nos espaços abertos, resultando em microclimas diferenciados. No contexto brasileiro, Mascaró (1989) ressalta que a volumetria edificada, os alinhamentos das fachadas e a largura das vias interferem diretamente na insolação e na circulação dos ventos, influenciando a qualidade ambiental dos espaços livres urbanos.

Estudos nacionais sobre clima urbano reforçam essa leitura ao evidenciar que o entorno construído condiciona o desempenho ambiental dos espaços públicos. Monteiro (2003) e Mendonça (2010) apontam que a configuração urbana, associada aos usos do solo e aos materiais construtivos, influencia a retenção de calor, a ventilação e a distribuição térmica nas cidades brasileiras. Nesse sentido, Labaki et al. (2012) destacam que o conforto térmico em espaços urbanos abertos resulta da interação entre fatores microclimáticos e características do entorno, como forma urbana, sombreamento e materiais, sendo esses elementos determinantes para a permanência e o comportamento dos usuários.

Para Bustos Romero (2013), tais relações assumem especial relevância em espaços públicos, uma vez que a permanência e a apropriação estão diretamente associadas às condições ambientais percebidas, sobretudo em cidades de clima tropical. Assim, o entorno de uma praça não deve ser compreendido apenas como cenário urbano, mas como parte constitutiva do próprio espaço público, capaz de influenciar simultaneamente sua identidade, vitalidade social e desempenho ambiental.

2.4 CONFORTO TÉRMICO: DEFINIÇÃO E ABORDAGEM ADOTADA

O conforto térmico pode ser compreendido como a condição em que o indivíduo percebe o ambiente térmico como satisfatório, sem experimentar sensações de desconforto relacionadas ao frio ou ao calor (FROTA; SCHIFFER, 2016). A formulação clássica do conceito, consolidada por Fanger (1970), enfatiza que essa condição resulta do balanço térmico do corpo humano e da interação entre variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade, radiação e movimento do ar) e variáveis pessoais (atividade e vestimenta).

Ainda que a base teórica do conforto térmico tenha sido desenvolvida com foco em ambientes internos, sua transposição para espaços urbanos abertos tornou-se necessária diante do papel crescente do espaço público na vida cotidiana e da intensificação de condições de estresse térmico em cidades. Em áreas externas, a experiência térmica apresenta maior variabilidade espacial e temporal e depende de modo mais direto da configuração do ambiente urbano — forma, materiais, vegetação e, sobretudo, da relação entre espaço livre e entorno construído (Oke, 1987; Monteiro, 2003).

No debate brasileiro, destaca-se a consolidação de protocolos e discussões metodológicas específicas para espaços urbanos abertos, reconhecendo que a avaliação do conforto térmico nesses ambientes deve articular variáveis microclimáticas com a dimensão perceptiva e comportamental dos usuários, evitando leituras exclusivamente físico-meteorológicas (Monteiro, 2018). Nessa direção, estudos em espaços públicos de passagem no Brasil demonstram que as respostas térmicas reais podem divergir de classificações calculadas por índices, reforçando a necessidade de interpretar o conforto térmico como fenômeno situado, condicionado pelo uso e pela configuração espacial (Labaki et al., 2012).

Diante disso, nesta pesquisa o conforto térmico é tratado como uma condição microclimática e urbana, relacionada à qualidade ambiental do espaço público e à sua capacidade de sustentar permanência e uso. O conceito é operacionalizado por meio de variáveis mensuráveis em campo e por índices compatíveis com as limitações instrumentais do estudo, permitindo a comparação entre pontos e horários e a interpretação das variações térmicas à luz dos elementos urbanos presentes na praça e no seu entorno.

2.4.1 Fatores determinantes no conforto térmico em áreas urbanas

O conforto térmico em áreas urbanas resulta da interação entre variáveis ambientais e da forma como o espaço construído modula essa interação. Em espaços públicos, temperatura do ar e umidade relativa são componentes centrais, mas a sensação térmica é significativamente amplificada (ou atenuada) pela radiação e pela ventilação, que dependem diretamente de sombreamento, sky view factor, rugosidade urbana e materiais predominantes (Oke, 1987; Monteiro, 2003).

A temperatura do ar participa das trocas convectivas entre corpo e ambiente, enquanto a umidade relativa interfere na eficiência do resfriamento corporal por evaporação. Entretanto, em ambientes externos, essas variáveis raramente explicam sozinhas o desconforto percebido, sobretudo em situações de alta carga radiante. Isso desloca o foco da análise para a radiação (direta, refletida e emitida) e para os mecanismos urbanos que a controlam, como presença de arborização, geometria do entorno e propriedades térmicas e óticas das superfícies (Oke, 1987).

Nessa perspectiva, estudos brasileiros evidenciam que a forma urbana e a cobertura do solo condicionam a intensidade do estresse térmico em espaços públicos ao ar livre, produzindo diferenças relevantes entre áreas mais compactas, impermeabilizadas e com menor sombreamento, e áreas com maior presença de vegetação e espaços abertos mais protegidos (Fernandes et al., 2020). Em paralelo, pesquisas aplicadas com simulação e índices fisiológicos mostram que a vegetação, dependendo de sua disposição e densidade, pode alterar significativamente padrões de conforto térmico na escala local, reforçando que a “presença” de verde não é suficiente: importa a configuração espacial do plantio e sua capacidade de produzir sombra e resfriamento efetivo (Silva; E Silva, 2020).

Assim, os fatores determinantes do conforto térmico urbano devem ser compreendidos como parte de um sistema em que microclima, morfologia e materialidade operam conjuntamente. Para praças urbanas, isso implica reconhecer que o desempenho térmico não deriva apenas do clima regional, mas do modo como o espaço livre e seu entorno modulam radiação, ventilação e armazenamento de calor — o que torna a análise do conforto térmico indissociável do desenho urbano e das condições ambientais específicas do lugar.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois busca contribuir para a compreensão das condições térmicas em espaços públicos urbanos, com foco na melhoria da qualidade ambiental em cidades de pequeno porte. A abordagem adotada é mista, combinando procedimentos quantitativos, relacionados à coleta de dados microclimáticos, e qualitativos, voltados à análise das características físicas, morfológicas e funcionais do espaço urbano analisado.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo e explicativo, uma vez que descreve as condições ambientais observadas em campo e procura compreender as relações entre o entorno urbano, a configuração da praça e o conforto térmico. Essa abordagem permite identificar padrões térmicos e, ao mesmo tempo, analisar os fatores urbanos associados a essas condições.

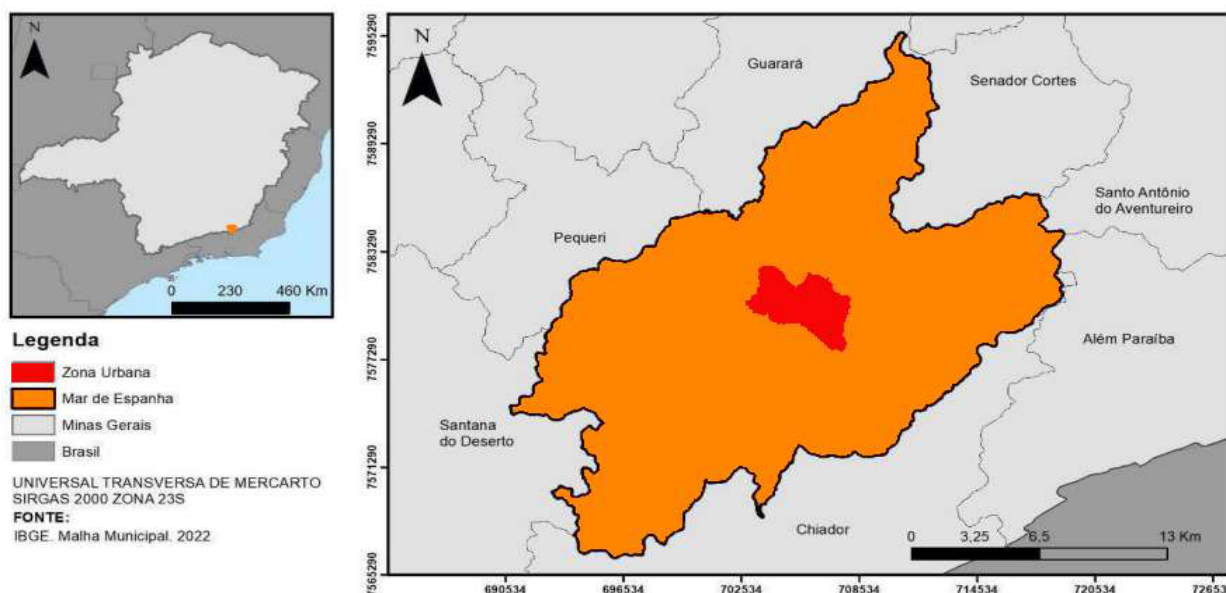
Em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa configura-se como um estudo de caso, centrado na análise da Praça Central de Mar de Espanha, município localizado na Zona da Mata Mineira. A escolha desse recorte justifica-se pela possibilidade de aprofundar a análise em um espaço público inserido em tecido urbano consolidado, com características morfológicas e climáticas típicas de cidades brasileiras de pequeno porte, o que possibilita compreender de forma mais detalhada a relação entre forma urbana, entorno construído e condições microclimáticas (Gil, 2008)

Para organizar a aplicação do método, a seção está estruturada em três partes: (i) a caracterização do município e do entorno urbano, que contextualiza o objeto de estudo; (ii) a descrição dos procedimentos de coleta de dados ambientais e levantamento documental; e (iii) a explicitação dos índices utilizados para avaliar o conforto térmico.

3.2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Mar de Espanha localiza-se na Zona da Mata mineira (Imagem 1), próximo à divisa com o estado do Rio de Janeiro, integrando a região do Vale do Paraíba. Possui área territorial de aproximadamente 371,6 km² e população de 12.721 habitantes, conforme dados do Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2023). O município situa-se a cerca de 58 km de Juiz de Fora, principal centro regional, e apresenta altitudes que variam entre aproximadamente 515 m e 1.063 m, o que contribui para variações locais de relevo e exposição solar.

Imagem 1 – Extensão territorial de Mar de Espanha/MG



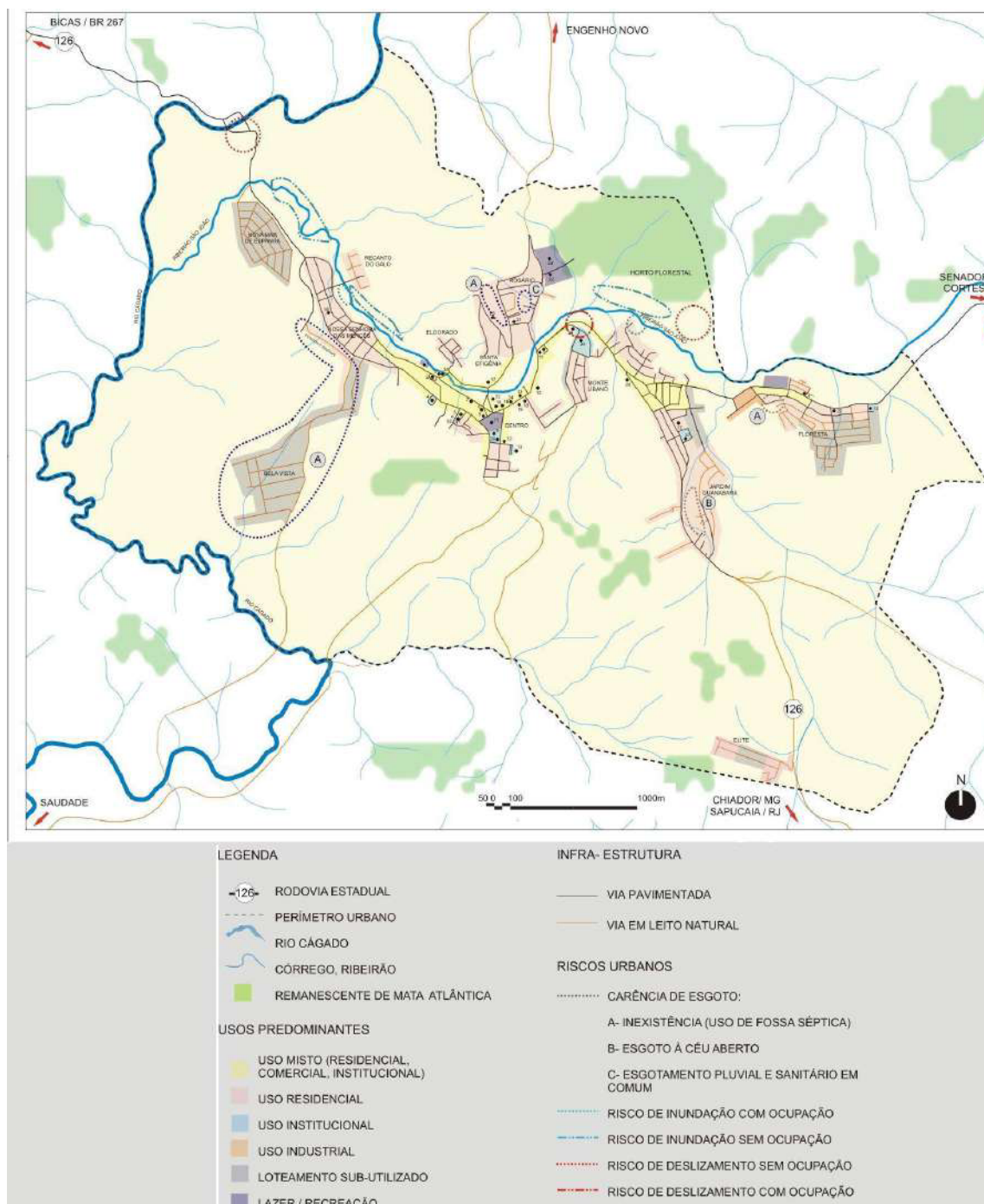
Fonte: Elaboração própria, 2025

O processo de ocupação do território teve início no começo do século XIX, associado às atividades agropecuárias desenvolvidas no Vale do Paraíba. Em 1820, já se registrava a presença de fazendas e de um pequeno núcleo urbano, que evoluiu para vila em 1851 e foi elevado à categoria de cidade em 1859 (Lima, 2010). Esse processo histórico contribuiu para a conformação de um tecido urbano compacto, com centralidade bem definida.

De acordo com o Plano Diretor Participativo do município (Lei nº 1.188/2007), a expansão urbana recente ocorreu, em grande parte, por meio da implantação de loteamentos privados, principalmente ao longo do vale do Ribeirão São João e em

áreas de encosta. O documento aponta ainda o adensamento ao longo do eixo central de comércio e serviços, que conecta o centro histórico aos bairros periféricos, além da predominância do uso residencial e da existência de ocupações em áreas ambientalmente sensíveis (Imagem 2).

Imagem 2 – Realidade urbana de Mar de Espanha/MG



Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal de Mar de Espanha; IBGE; Plano Diretor Municipal, 2007

No quadro regional, predomina uma matriz agropecuária nas áreas rurais próximas à sede, com pastagens e remanescentes arbóreos, enquanto o setor terciário concentra-se no eixo central urbano, de maior fluxo de pedestres e veículos—configuração compatível com cidades de pequeno porte da Zona da Mata.

3.2.1 Justificativa de Seleção da Praça

O objeto de estudo desta pesquisa é a Praça José Francisco Schettino, localizado no centro histórico do Mar de Espanha, na área conhecida como Praça Barão de Ayuruoca (Imagem 3). A praça ocupa uma posição estratégica na malha urbana, conectando importantes vias da cidade, como a Rua Estevão Pinto e a Avenida Bueno Brandão, o que facilita o acesso da população e favorece seu uso cotidiano. A área é caracterizada por intenso fluxo de pedestres, presença de edificações de baixo gabarito no entorno e significativa arborização em seu interior, aspectos que influenciam diretamente as condições microclimáticas do local.

Imagem 03 – Localização da Praça e Mar de Espanha/MG



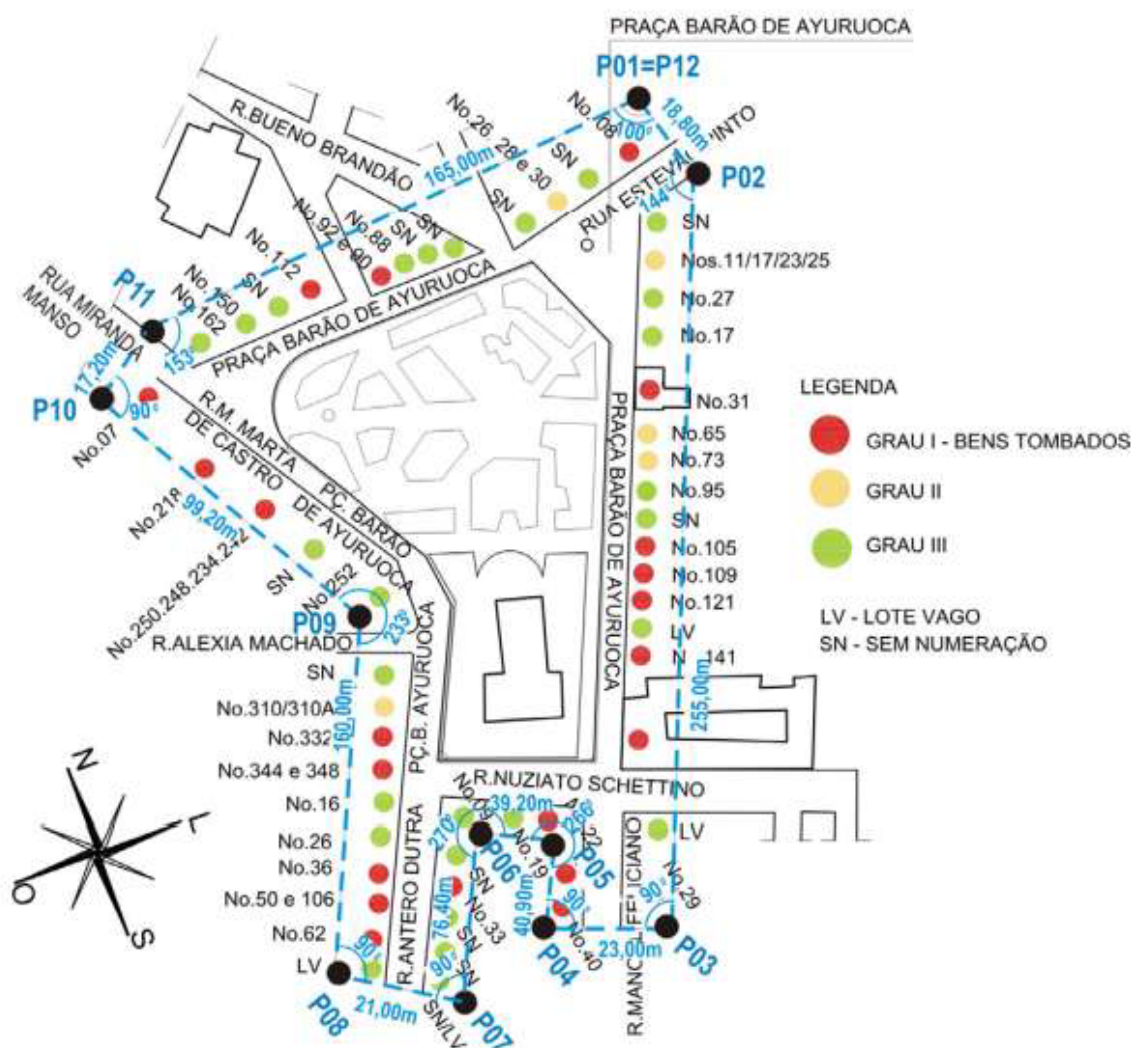
Fonte: Adaptado de Google Earth, 2025

A praça também se destaca por sua proximidade com edificações históricas, como a Matriz de Nossa Senhora das Mercês e vários prédios administrativos municipais, o que reforça sua importância no contexto cultural e histórico do Mar de Espanha. Essa conexão com o patrimônio histórico estabelece uma relação entre o espaço público e o legado da cidade, promovendo uma integração entre o passado e o presente.

Além disso, a praça desempenha um papel significativo no cotidiano da população, funcionando como espaço de lazer, convívio e para a realização de eventos culturais, o que fortalece sua relevância social na cidade.

A importância do espaço foi reconhecida no Dossiê de Tombamento do Conjunto Paisagístico Praça José Schettino (Mar De Espanha, 2009), elaborado pela Prefeitura Municipal em parceria com a MGTM Ltda., no âmbito da política de preservação do patrimônio cultural. O dossiê apresenta não apenas o histórico do município e do bem, mas também diretrizes para sua conservação e integração com o entorno (Imagem 4).

Imagem 4 – Perímetro de Tombamento da Praça em Mar de Espanha/ MG



Fonte: Adaptado de Mar De Espanha, 2009.

De acordo com o documento estabelece que a proteção do bem não se restringe apenas à praça em si, mas se estende ao seu entorno imediato, considerando a ambiência urbana como elemento inseparável da paisagem cultural. Nessa perspectiva, recomenda-se a preservação da vegetação de porte arbóreo existente, que contribui tanto para a ambiência sombreada e para a qualidade ambiental do espaço quanto para a identidade visual da cidade. Além disso, enfatiza-se a necessidade de manter o traçado viário e a relação espacial com as edificações históricas, de forma a não comprometer a leitura do conjunto urbano.

Outro ponto importante é a orientação quanto às novas intervenções. O dossiê destaca que construções ou reformas na área de influência da praça devem

respeitar a escala urbana e a configuração paisagística, de modo a não descaracterizar a imagem consolidada do centro histórico. Dessa forma, as diretrizes de preservação não apenas buscam garantir a integridade do bem cultural, mas também reconhecem o papel da praça como elemento fundamental para a qualidade urbana, ambiental e social do Mar de Espanha.

A análise do Dossiê de Tombamento do Conjunto Paisagístico Praça José Schettino (Mar De Espanha, 2009) evidencia que a valorização do espaço público central de Mar de Espanha está vinculada não apenas a aspectos históricos e culturais, mas também à sua ambiência paisagística, fortemente associada à presença da vegetação arbórea e à configuração urbana do entorno. Essa constatação reforça a pertinência da presente pesquisa, uma vez que o conforto térmico — foco do estudo — dialoga diretamente com os mesmos elementos destacados no processo de tombamento. Ao articular valores patrimoniais e condições ambientais, torna-se possível compreender a praça simultaneamente como bem cultural protegido e como espaço capaz de oferecer qualidade ambiental e conforto térmico à população.

3.2.2 Caracterização Geográfica de Mar de Espanha

O município de Mar de Espanha, localizado na região da Zona da Mata Mineira, insere-se no contexto climático do sudeste brasileiro, caracterizado por clima tropical com variações sazonais bem definidas. Segundo a classificação proposta por Novais (2023), a área integra a Zona Climática Quente Meridional, pertencente ao Clima Zonal Quente, no qual a temperatura média do mês mais frio situa-se entre 15 °C e 22,5 °C. Essa condição confere ao município um padrão térmico predominantemente ameno, com invernos de baixa severidade e verões quentes e úmidos.

Sob a ótica da classificação de Köppen-Geiger, a região enquadra-se no tipo Cwa — clima subtropical úmido com verão quente e estação chuvosa concentrada nos meses de primavera e verão. Esse regime caracteriza-se por forte sazonalidade pluviométrica, com precipitações mais intensas entre outubro e março, e período relativamente mais seco no inverno.

A configuração geomorfológica local, inserida no domínio dos Mares de Morro Florestados, influencia diretamente o comportamento atmosférico regional. O relevo

ondulado favorece variações altimétricas que interferem na circulação de ventos e na distribuição da radiação solar incidente. Além disso, a inserção no bioma Mata Atlântica contribui para índices de umidade relativamente elevados, sobretudo no período chuvoso, intensificando processos de evapotranspiração e influenciando a sensação térmica.

De acordo com dados climatológicos regionais (normais de 1991–2020), observa-se que as temperaturas médias anuais situam-se em torno de valores típicos do sudeste interiorano, com temperaturas do ar máximas médias mais elevadas nos meses de verão e redução moderada durante o inverno. A umidade relativa do ar apresenta variação sazonal associada ao regime de chuvas, impactando diretamente os índices de desconforto térmico baseados na combinação entre temperatura e umidade do ar.

É importante destacar que, embora o município apresenta características macroclimáticas definidas, a dinâmica térmica no espaço urbano pode sofrer alterações significativas em função da morfologia construída, da cobertura vegetal e das características dos materiais superficiais, denotando a presença de um clima urbano. Conforme discutido por Oliveira (2019), modificações no balanço energético urbano — especialmente aquelas relacionadas à impermeabilização do solo e à verticalização — podem intensificar variações microclimáticas, influenciando diretamente as condições de conforto térmico em espaços públicos.

Nesse contexto, compreender o enquadramento climático regional de Mar de Espanha é fundamental para interpretar os resultados microclimáticos obtidos na Praça Central, uma vez que o desempenho térmico do espaço urbano resulta da interação entre condições atmosféricas de fundo (macroclima) e fatores morfológicos locais (microclima).

3.3 SELEÇÃO DE ÍNDICE E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS PARA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO

A avaliação do conforto térmico em ambientes externos configura-se como um campo multidisciplinar, exigindo a consideração simultânea de fatores microclimáticos, fisiológicos e comportamentais. Diversos modelos têm sido propostos com o intuito de estimar a sensação térmica percebida pelo corpo humano, destacando-se, entre os mais robustos, o Predicted Mean Vote (PMV), desenvolvido por Fanger (1970), a Physiological Equivalent Temperature (PET)(Höppe, 1999) e a Standard Effective Temperature (SET) (Gage et al.,1986). Tais modelos incorporam um amplo conjunto de variáveis — como temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, velocidade do vento, nível de atividade metabólica e resistência térmica das vestimentas — sendo amplamente empregados em estudos de avaliação ambiental em espaços internos e externos.

Entretanto, a aplicação desses modelos demanda instrumentação meteorológica avançada e um conjunto de dados cuja obtenção, em ambientes urbanos abertos e em estudos de caráter exploratório, frequentemente se revela inviável. Nesse contexto, como argumentam Frota e Schiffer (2016), a adoção de índices simplificados é metodologicamente válida, desde que respaldada em fundamentos teóricos consistentes e compatível com os objetivos e as limitações da pesquisa.

Dessa forma, optou-se neste estudo pela aplicação do Índice de Desconforto de Thom (ID), desenvolvido por Thom (1959), o qual utiliza apenas temperatura do ar e umidade relativa para estimar a sensação de desconforto térmico. Tal escolha justifica-se pela viabilidade de obtenção desses dados por meio de instrumentos portáteis de precisão, além do reconhecimento do IDT na literatura da arquitetura bioclimática como um indicador eficaz em avaliações microclimáticas de espaços urbanos abertos.

Outros índices simplificados foram considerados, tais como: o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) ou Humidex, de uso corrente em meteorologia, mas com menor aplicabilidade na arquitetura bioclimática devido à sua formulação empírica e menor difusão acadêmica; a Temperatura Efetiva (TE), proposta por Houghten e Yaglou (1923), que inclui a velocidade do vento como variável adicional,

mas que foi descartada nesta pesquisa em virtude da ausência de medições anemométricas.

A coleta de dados foi realizada com o auxílio de um termo-higrômetro da marca Oregon Scientific®, responsável pelo registro das variáveis microclimáticas de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e pressão atmosférica (hPa), em intervalos horários. As medições foram realizadas ao longo do dia, abrangendo diferentes períodos horários, o que possibilitou acompanhar a variação térmica diária do ambiente. Durante as campanhas de campo, também foram observadas e registradas as condições atmosféricas predominantes, como presença de nebulosidade, incidência de radiação solar e estabilidade atmosférica, informações que auxiliam na interpretação do comportamento térmico observado em cada período de coleta. Entre essas variáveis, apenas as duas primeiras foram consideradas relevantes para a análise do conforto térmico, em consonância com a formulação do índice adotado. A variável pressão atmosférica, embora registrada, não apresenta contribuição significativa para os modelos selecionados e, portanto, foi desconsiderada na etapa de processamento dos dados.

A adoção de um índice compatível com os dados efetivamente coletados visa assegurar a coerência metodológica do estudo, viabilizando a análise do conforto térmico na Praça Central de Mar de Espanha de forma objetiva, replicável e fundamentada teoricamente.

3.4 ÍNDICE UTILIZADO PARA ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO

Para a análise dos dados coletados em campo, foi adotado o Índice de Desconforto de Thom (ID), que apresenta uma fórmula simples e eficiente para estimar o desconforto térmico em função da temperatura e da umidade relativa, conforme a equação 1. Esse índice tem sido amplamente utilizado em estudos urbanos de avaliação microclimática, especialmente quando não há possibilidade de coletar dados como radiação ou velocidade do vento (Santos, 2011; Din et al., 2015; Monteiro, 2023).

A fórmula do índice é a seguinte:

$$IDT = T - (0,55 - 0,0055 \times UR) \times (T - 14,5) \quad (1)$$

Onde:

- T = temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)
- UR = umidade relativa do ar (%)

A aplicação do índice permite classificar as condições térmicas em faixas de conforto e desconforto, como apresentado na Tabela 1:

Tabela 1 – Classificação do conforto térmico segundo o Índice de Desconforto de Thom

IDT –($^{\circ}\text{C}$)	Nível de Desconforto
IDT < 24,0	Confortável
$24,0 \leq \text{IDT} \leq 26,0$	Parcialmente confortável
$26,0 < \text{IDT} < 28,0$	Desconfortável
$\text{IDT} \geq 28,0$	Muito desconfortável

Fonte: Adaptado Santos (2011).

O IDT será utilizado na análise dos diferentes pontos da Praça Central de Mar de Espanha, permitindo identificar os horários e locais de maior e menor desconforto térmico e associar essas variações aos elementos urbanos existentes, como sombreamento, arborização e revestimentos.

3.5 COLETA DE DADOS

A etapa de coleta de dados constitui uma fase fundamental da pesquisa, tendo como objetivo reunir informações necessárias para análise das condições microclimáticas da Praça José Francisco Schettino, em Mar de Espanha (MG). Para isso, foram realizadas atividades de levantamento morfológico do espaço urbano, definição dos pontos de medição e monitoramento das variáveis ambientais em diferentes períodos do ano. Os procedimentos adotados nesta etapa envolveram a caracterização física da área de estudo, a definição dos equipamentos e protocolo de medições, bem como a realização de campanhas de coleta de dados em campo.

3.5.1 Caracterização física e morfológica

A caracterização física e morfológica da Praça Central de Mar de Espanha e de seu entorno imediato foi realizada por meio de observação direta em campo, complementada por registros fotográficos sistemáticos e levantamento documental a partir de plantas cadastrais e imagens aéreas disponíveis. As informações coletadas foram posteriormente organizadas e sistematizadas em ambientes digitais, utilizando softwares de desenho assistido por computador (CAD) e de geoprocessamento, o que permitiu estruturar graficamente os dados obtidos. A partir desse processo, foram elaborados mapas temáticos que sintetizam o uso e a ocupação do solo, indicando a predominância de funções residenciais, comerciais, institucionais e de serviços; o gabarito das edificações, representando a distribuição das alturas e volumetrias presentes no entorno; os materiais mais recorrentes em fachadas, pavimentação e mobiliário urbano; além da vegetação existente e dos elementos que contribuem para o sombreamento da praça. Esses produtos fornecem suporte à análise integrada entre morfologia urbana e condições microclimáticas, permitindo compreender a influência dos fatores espaciais sobre o conforto térmico do local estudado.

3.5.2 Localização Dos Pontos De Coleta

Em setembro de 2024, as medições foram realizadas em oito pontos, estrategicamente distribuídos ao longo da Praça Central de Mar de Espanha, levando em consideração a presença de vegetação, materiais de revestimento e áreas de sombra. Durante o segundo período de coleta, em março, a quantidade de pontos foi aumentada devido à necessidade de uma maior diversidade de dados, o que permitiu uma cobertura mais ampla das diferentes condições térmicas encontradas na praça (Imagem 5).

Imagem 5 - Pontos usados para coleta de dados



Fonte: Elaboração própria, 2025

3.5.3 Equipamento e Protocolo de Medição

Para a coleta das variáveis climáticas, foi utilizado um termômetro-higrômetro da marca Oregon Scientific®, Imagem 6, que possibilitou a medição de temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica.

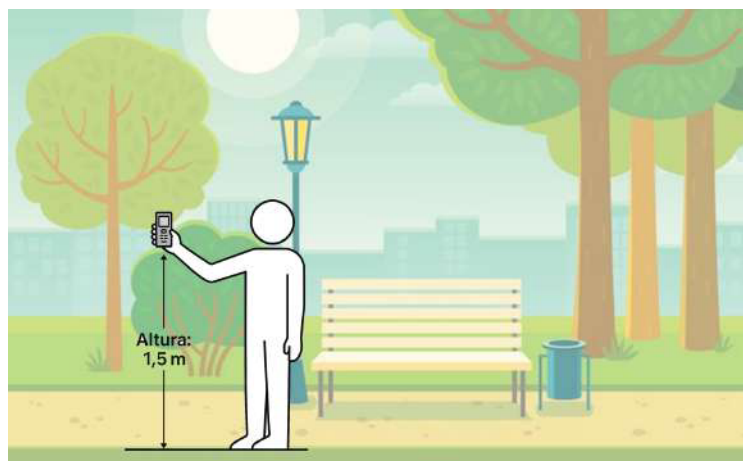
Imagem 6 - Aparelho usado para coleta de dados



Fonte: Elaboração própria, 2025

O termômetro-higrômetro foi posicionado a uma altura de 1,5 metros do solo (Imagem 7), em conformidade com as recomendações para medições de variáveis climáticas em ambientes urbanos, conforme indicado por autores como Fanger (1970) e em referência às normas da ISO 7726 (1998) . Essa altura é indicada para garantir que as medições sejam representativas das condições térmicas experimentadas por pedestres em ambientes públicos, sem a interferência de superfícies ou objetos próximos.

Imagem 7- Altura do Aparelho em relação ao solo



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Antes de cada registro, aguardou-se entre 3 e 5 minutos para a estabilização do aparelho no ponto de medição, tempo necessário para que o sensor se ajustasse às condições locais de temperatura e umidade. Esse procedimento foi adotado para reduzir a interferência de variações bruscas decorrentes do deslocamento entre pontos. Ressalta-se que, por restrições logísticas, não foi utilizado abrigo radiativo portátil, reconhecendo-se que a ausência desse recurso pode introduzir viés sistemático nas leituras sob incidência direta de radiação solar. Para mitigar essa limitação, foram registradas informações contextuais em cada ponto, tais como insolação (sol ou sombra), materiais predominantes do entorno imediato (pavimento, fachadas, cobertura vegetal) e ventilação visual, anotada por meio de observação direta (ausente, brisa leve, vento moderado ou forte).

As coletas foram realizadas ao longo do dia, em cinco momentos representativos do ciclo térmico urbano. Embora os horários apresentem variações de até 30 minutos entre as campanhas, as medições foram consideradas equivalentes para fins comparativos, por corresponderem às mesmas janelas térmicas diárias (aquecimento matinal, pico de insolação, transição vespertina e período noturno). O percurso contemplou 12 pontos de medição distribuídos no interior da praça e em seu entorno imediato. Cada rodada demandou cerca de 40 minutos para ser concluída, incluindo deslocamento, posicionamento do aparelho e tempo de estabilização.

Assim, o protocolo adotado buscou equilibrar rigor metodológico e viabilidade operacional, em conformidade com a literatura que recomenda séries temporais de 4

a 5 dias consecutivos em cada estação representativa (ROMERO, 2014; OKE, 2017).

3.5.4 Levantamento microclimático – Campanhas de Campo

O levantamento microclimático foi realizado por meio de quatro campanhas de coleta de dados em campo, distribuídas ao longo de diferentes períodos do ano, com o objetivo de captar a variabilidade sazonal e diária das condições térmicas na Praça Central da cidade de Mar de Espanha. A estratégia adotada buscou contemplar momentos distintos do ciclo climático anual, permitindo análise comparativa entre os períodos.

A primeira campanha ocorreu entre os dias 26 e 29 de setembro de 2024, período correspondente à transição para a primavera. As medições foram realizadas nos horários de 8h30, 12h30, 14h30, 18h30 e 20h30, contemplando diferentes momentos do ciclo térmico diário: aquecimento matinal, maior incidência de radiação solar, período vespertino e início do resfriamento noturno. Essa etapa inicial permitiu estabelecer um diagnóstico preliminar do comportamento térmico do espaço.

A segunda campanha foi realizada entre os dias 23 e 26 de abril de 2025, representando o período de outono. As medições ocorreram às 9h, 12h, 15h, 18h e 20h. A escolha desse intervalo sazonal possibilitou avaliar o desempenho térmico da praça em condições de redução progressiva da radiação solar e temperaturas mais amenas em relação ao verão.

A terceira campanha ocorreu entre os dias 6 e 9 de outubro de 2025, mantendo-se os horários de 9h, 12h, 15h, 18h e 20h. Esse período, já inserido na primavera, caracteriza-se por elevação térmica gradual e aumento da umidade atmosférica, permitindo comparação tanto com os dados obtidos em setembro quanto com aqueles registrados em abril.

A quarta campanha foi realizada entre os dias 9 e 12 de janeiro de 2026, período correspondente ao verão, caracterizado por maior intensidade de radiação solar, temperaturas mais elevadas e aumento da umidade relativa do ar. As medições seguiram os mesmos horários adotados nas campanhas de abril e outubro (9h, 12h, 15h, 18h e 20h), assegurando comparabilidade entre os períodos analisados. A inclusão do período de verão permitiu ampliar a abrangência sazonal

da pesquisa, incorporando condições potencialmente mais críticas de desconforto térmico.

Em todas as campanhas foram mantidos os mesmos procedimentos técnicos, equipamentos e protocolo de medição, garantindo a padronização metodológica e a consistência dos dados coletados. Os dados obtidos nas quatro campanhas constituíram a base para o cálculo do índice de conforto térmico adotado.

3.5.5 Limitações da Coleta

Como toda investigação empírica de campo, o presente estudo apresenta limitações inerentes ao seu delineamento metodológico.

Primeiramente, destaca-se que as campanhas de coleta foram realizadas em períodos específicos do ano, não correspondendo a medições contínuas anuais. Dessa forma, os resultados representam recortes sazonais e não médias climatológicas de longo prazo.

Outra limitação refere-se às variáveis consideradas para avaliação do conforto térmico. O estudo baseia-se na temperatura do ar e na umidade relativa, utilizando o Índice de Thom como indicador sintético das condições térmicas. Embora amplamente empregado em pesquisas brasileiras, o índice não incorpora variáveis como temperatura radiante média, velocidade do vento ou fatores fisiológicos individuais, o que restringe a análise a uma perspectiva simplificada do conforto térmico.

Também, se observa uma pequena variação entre os horários da primeira campanha (iniciando às 8h30) e das campanhas subsequentes (iniciando às 9h), tal diferença foi considerada metodologicamente aceitável, uma vez que os intervalos mantêm correspondência com os principais momentos do ciclo térmico urbano diário. Para fins analíticos, adotou-se equivalência entre horários aproximados, reconhecendo-se essa variação como limitação pontual, sem comprometimento das tendências térmicas gerais identificadas.

Adicionalmente, condições atmosféricas específicas dos dias de medição — como presença eventual de nebulosidade ou variações pontuais de vento — podem influenciar os resultados obtidos.

Tais limitações, contudo, não invalidam a análise proposta, mas delimitam seu escopo interpretativo.

3.5.6 Evolução das campanhas de coletas de dados

A realização das campanhas de coleta ocorreu de forma progressiva, buscando ampliar a abrangência temporal da pesquisa e consolidar o estudo. A Tabela 2 apresenta a síntese das quatro campanhas realizadas, incluindo períodos, estações do ano e horários de medição.

Tabela 2 – Campanhas de coletas de dados

Campanha	Período de realização	Datas	Horários de medição	Nº de pontos	Objetivo metodológico
1ª Campanha	Fim do inverno / início da primavera	26/09 a 29/09/2024	8h30; 12h30; 14h30; 18h30; 20h30	7	Diagnóstico inicial
2ª Campanha	Outono	23/04 a 26/04/2025	9h; 12h; 15h; 18h; 20h	12	Ampliação sazonal
3ª Campanha	Primavera	06/10 a 10/10/2025	9h; 12h; 15h; 18h; 20h	12	Comparação intra-anual
4ª Campanha	Verão	9/01 a 12/01/2026	9h; 12h; 15h; 18h; 20h	12	Análise em condição crítica

Fonte: Elaboração própria, 2025

Inicialmente, a campanha conduzida em setembro de 2024 teve caráter diagnóstico, permitindo identificar padrões preliminares de comportamento térmico da praça e validar o protocolo de medição adotado. A partir dessa etapa, observou-se a necessidade de incorporar diferentes contextos sazonais, a fim de avaliar a variabilidade térmica sob distintas condições atmosféricas.

A campanha realizada em abril de 2025 introduziu o recorte do outono, caracterizado por redução da intensidade da radiação solar e declínio térmico gradual. Em seguida, a campanha de outubro de 2025 permitiu analisar novamente o comportamento térmico em período de elevação das temperaturas, possibilitando comparação com os dados obtidos no ano anterior em setembro.

Por fim, a inclusão da campanha de janeiro de 2026 ampliou significativamente a representatividade sazonal da pesquisa, ao incorporar o período de verão, caracterizado por maiores temperaturas médias e elevação da umidade relativa. Essa ampliação possibilitou avaliar o desempenho térmico da praça em condições potencialmente mais críticas de desconforto.

Assim, a evolução das campanhas não representou modificação no método de coleta, mas sim ampliação estratégica da cobertura temporal, assegurando maior consistência comparativa e fortalecendo a análise da variabilidade térmica anual do espaço estudado.

3.6 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Após a coleta de dados nas medições realizadas em setembro e março, o processamento foi conduzido de maneira a organizar e analisar as variáveis climáticas de forma eficiente. O processo envolveu as seguintes etapas, como mostrado nos tópicos a seguir.

3.6.1 Organização dos Dados

Os dados obtidos foram registrados em planilhas eletrônicas, com cada variável (temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica) organizada em colunas separadas. As medições foram dispostas por data, hora e ponto de coleta, de forma a facilitar a análise temporal e espacial. As planilhas foram divididas por períodos de coleta (setembro e março) e por pontos de medição, o que possibilitou a comparação entre os dados e a avaliação das condições térmicas em diferentes pontos da praça.

3.6.2 Cálculo do Índice de Conforto Térmico

Após a organização e padronização dos dados de temperatura do ar (T_{bs}) e umidade relativa (UR), procedeu-se ao cálculo do Índice de Thom para cada registro individual obtido em campo. A aplicação do índice foi realizada em planilha eletrônica, por meio de fórmula automatizada, permitindo o processamento sistemático dos dados por campanha, ponto de medição e horário.

O cálculo foi efetuado de forma individualizada, respeitando a estrutura original das medições, garantindo a preservação da variabilidade espacial e temporal do conjunto amostral. Cada registro passou, assim, a apresentar o respectivo valor do índice de conforto térmico, possibilitando a análise integrada das condições térmicas do ambiente.

Posteriormente, foram calculadas médias em três escalas complementares, média por horário (dimensão temporal), Média por ponto (dimensão espacial), média por campanha (dimensão sazonal).

A adoção dessas três escalas analíticas permitiu interpretar o comportamento térmico da praça sob diferentes níveis de agregação, mantendo coerência com estudos de microclima urbano que analisam a interação entre forma urbana e variabilidade térmica (Romero, 2013; Oke, 1987).

3.6.3 Análise de Variabilidade Térmica

A análise da variabilidade térmica foi realizada a partir dos valores do Índice de Thom calculados para cada ponto, horário e campanha de coleta. A investigação considerou três dimensões principais: temporal, espacial e sazonal.

A variabilidade temporal foi examinada por meio da comparação dos valores médios do índice ao longo dos horários de medição, permitindo identificar padrões de aquecimento e resfriamento ao longo do dia. A variabilidade espacial foi analisada a partir da comparação entre os pontos de coleta, considerando suas características morfológicas e condições de sombreamento.

Também foram observadas as amplitudes térmicas diárias do índice, obtidas pela diferença entre os valores máximos e mínimos registrados em cada campanha, a fim de avaliar o grau de oscilação térmica do ambiente. Os resultados foram organizados em gráficos comparativos, subsidiando a análise entre os diferentes períodos de coleta.

3.6.4 Comparação entre Períodos de Coleta

A comparação entre os períodos de coleta foi realizada a partir dos valores médios do Índice de Thom obtidos em cada campanha, considerando as dimensões temporal e espacial da análise. Foram confrontadas as médias por horário, por ponto e por campanha, permitindo identificar variações associadas às diferentes condições sazonais.

Além das médias, foram analisadas as amplitudes térmicas diárias de cada período, com o objetivo de verificar diferenças na intensidade da oscilação térmica ao longo do dia. Essa estratégia possibilitou avaliar o comportamento da praça sob

distintas condições climáticas anuais, especialmente em relação aos períodos de transição, outono e verão.

Os resultados comparativos foram organizados em gráficos e tabelas síntese, permitindo visualizar tendências, recorrências e discrepâncias entre as campanhas, constituindo base para a discussão apresentada no capítulo seguinte.

4 RESULTADOS

A presente seção reúne os resultados obtidos a partir das etapas de caracterização física e morfológica da Praça Central de Mar de Espanha, bem como das medições microclimáticas realizadas em campo. Os dados aqui apresentados constituem a base para compreender de que modo o uso e ocupação do solo, o gabarito das edificações, os materiais predominantes e a vegetação influenciam as condições de conforto térmico no espaço público analisado. Inicialmente, são expostos os mapas temáticos elaborados a partir do levantamento e sistematização em ambiente digital, que permitem visualizar a organização espacial do entorno imediato da praça.

4.1 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E PAISAGÍSTICA

Esta seção apresenta a caracterização ambiental e paisagística da área de estudo, considerando aspectos morfológicos e físicos que influenciam o comportamento microclimático da Praça José Francisco Schettino. A análise completa a configuração urbana do entorno imediato, a relação entre altura e largura das edificações, a distribuição de cobertura vegetal e características da materialidade superficial. Esses elementos são fundamentais para compreender as condições ambientais do espaço e fornecer suporte à interpretação dos resultados microclimáticos apresentados nos itens subsequentes.

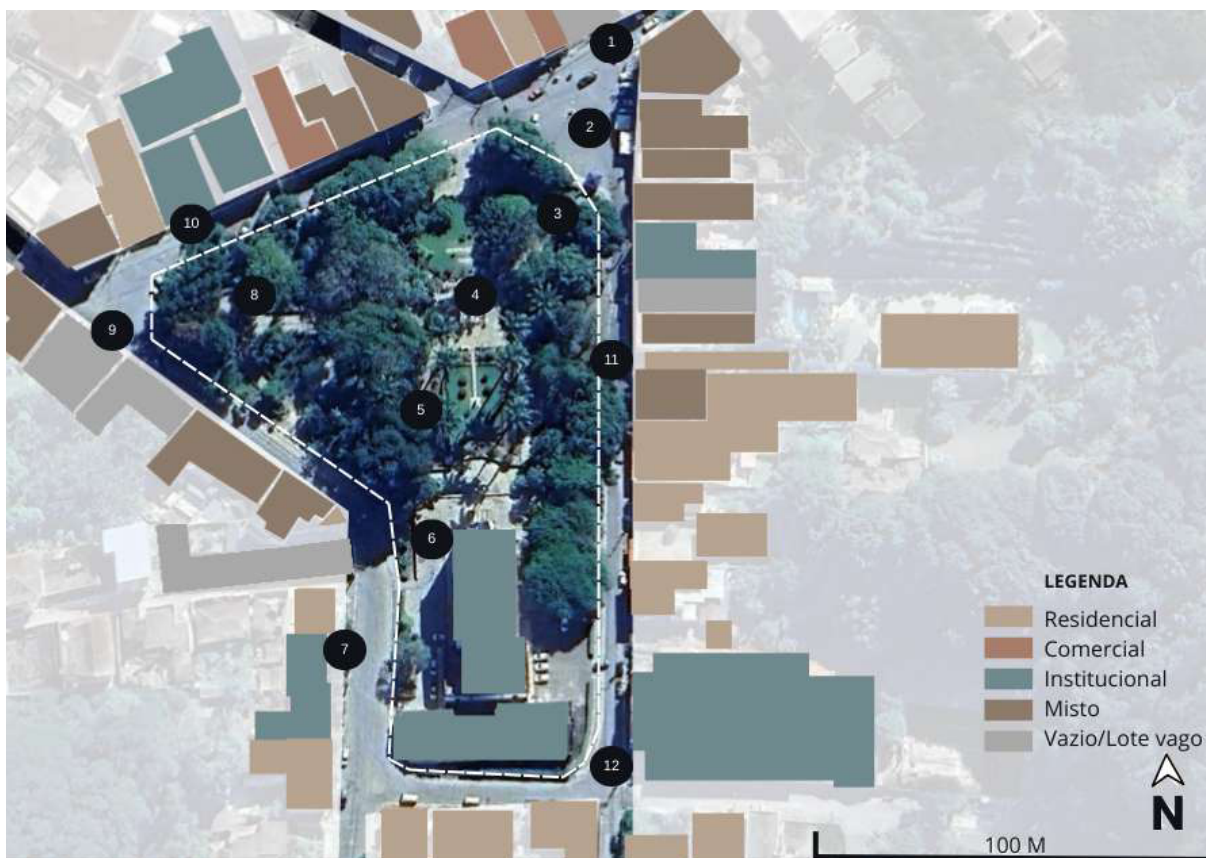
4.1.1 Configuração urbana do entorno imediato

A Praça José Francisco Schettino insere-se no núcleo central da malha urbana de Mar de Espanha, configurando-se como vazio estruturador do tecido edificado. A leitura integrada do mapa de usos e ocupação do solo (Imagem 08) e do mapa de gabaritos do entorno (Imagem 09) permite compreender a configuração espacial que condiciona a exposição solar e o potencial de modulação microclimática do espaço público.

Conforme observado na Imagem 08, o entorno imediato apresenta predominância de uso residencial e misto, com concentração de atividades comerciais ao longo do eixo viário principal e presença de uso institucional no setor

sul e leste. Essa diversidade funcional reforça o papel central da praça na dinâmica urbana local; contudo, do ponto de vista microclimático, a influência do uso é secundária em relação à geometria urbana e à altura das edificações, que determinam o grau de abertura ao céu e o potencial de sombreamento edificado.

Imagem 08 - Usos e ocupação do entorno da Praça de Mar de Espanha/ MG



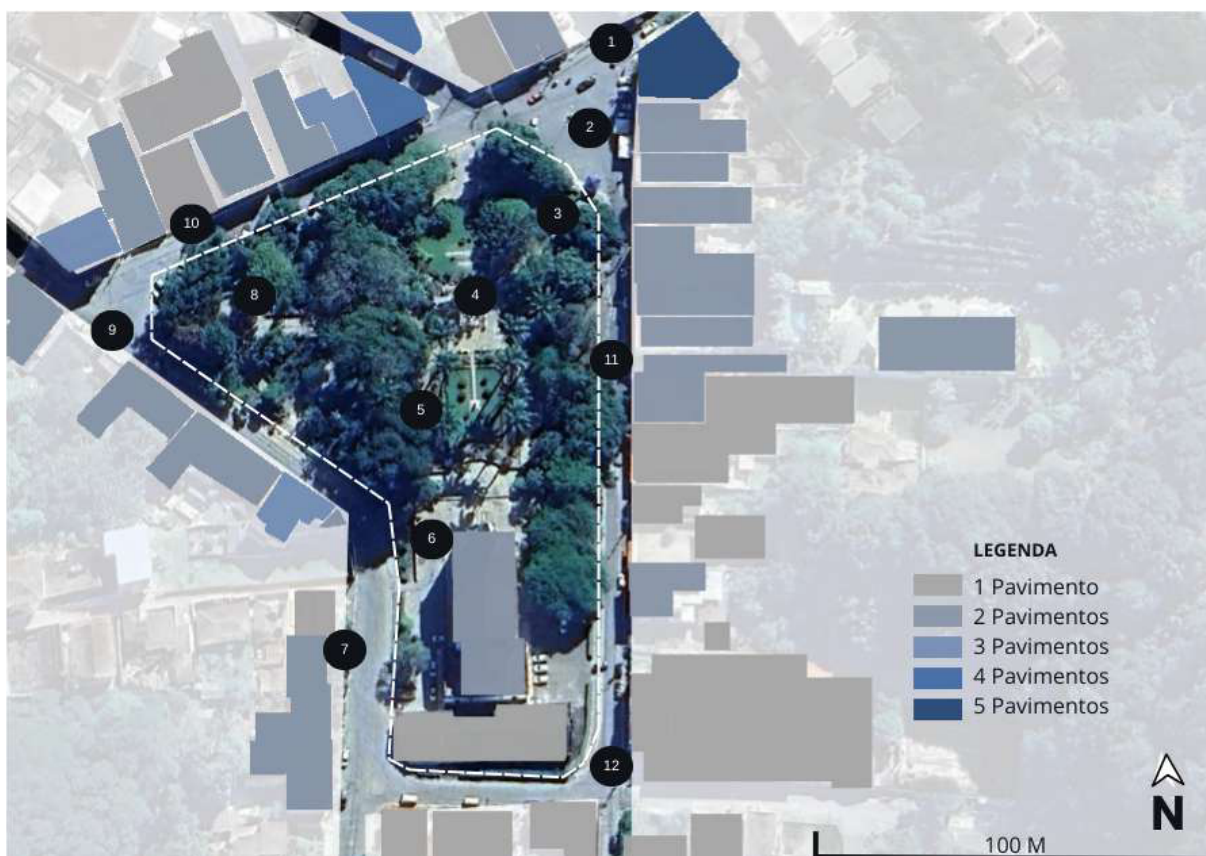
Fonte: Adaptado do Google Earth com adaptações e intervenções da autora, 2025.

A Imagem 09 evidencia predominância de edificações de um e dois pavimentos no perímetro imediato da praça, com ocorrências pontuais de três a cinco pavimentos concentradas sobretudo no setor leste. Esse padrão construtivo indica morfologia predominantemente horizontalizada, característica de cidades pequenas, resultando em reduzido confinamento espacial. A baixa verticalização implica limitada capacidade de sombreamento por massa edificada, especialmente nos horários de maior incidência solar, favorecendo maior exposição radiativa sobre o espaço público.

A continuidade de fachadas ao longo do perímetro norte e leste contribui para a definição formal do vazio urbano, mas, devido à altura restrita das construções,

não configura efeito significativo de cânion urbano. Nos setores onde há maior variação altimétrica e irregularidade na implantação, observa-se alteração local na relação entre praça e entorno, embora sem alterar o padrão geral de abertura espacial.

Imagem 09 - Gabaritos do entorno da Praça de Mar de Espanha/ MG



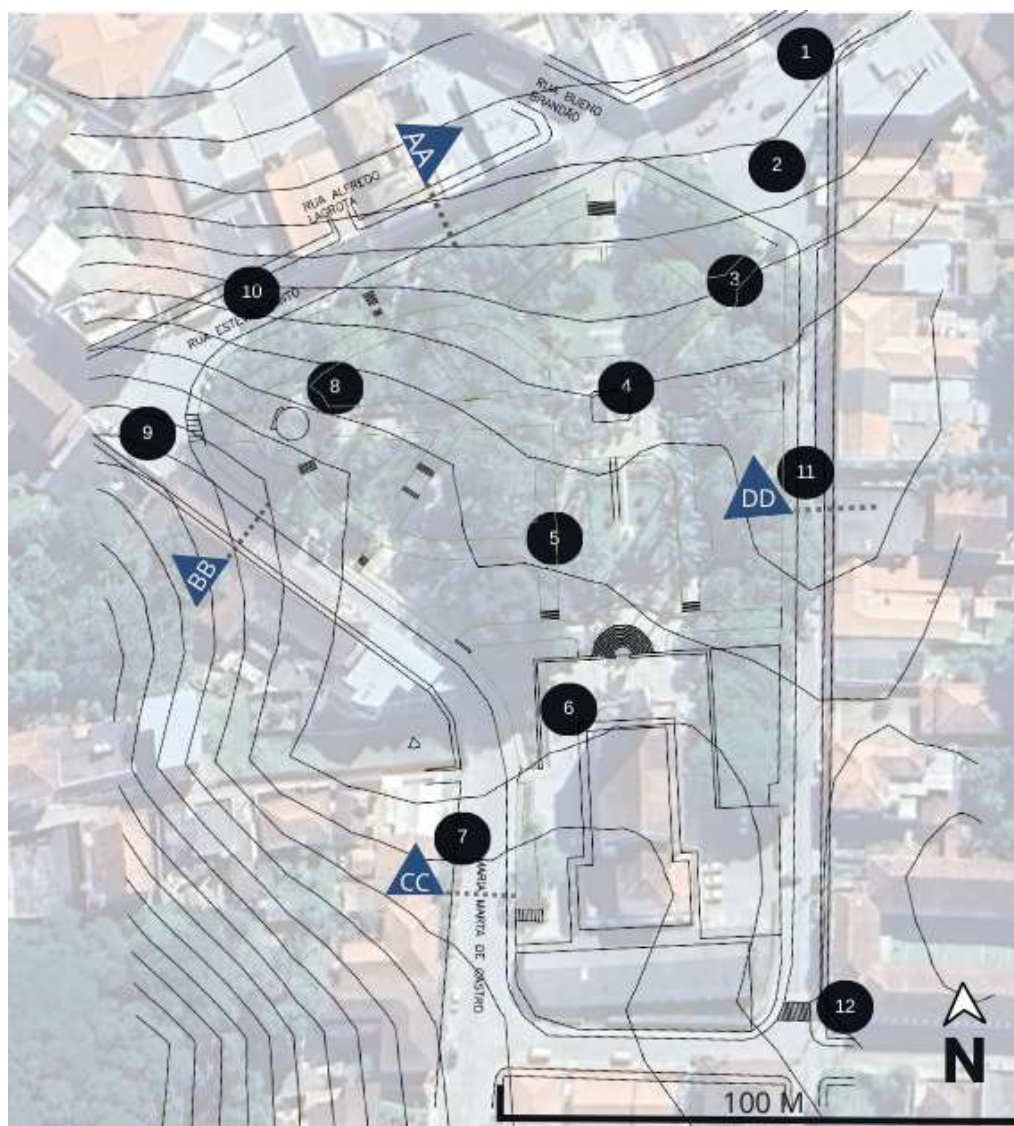
Fonte: Adaptado do Google Earth com adaptações e intervenções da autora, 2025.

A distribuição dos pontos de medição no interior da praça demonstra que a maioria das coletas foi realizada em áreas onde a influência direta do entorno construído é atenuada pela presença de cobertura arbórea significativa. Assim, embora o entorno imediato contribua para a conformação espacial do vazio urbano, sua capacidade de modulação térmica por sombreamento edificado mostra-se limitada, indicando que o desempenho térmico da praça depende predominantemente da vegetação interna e da materialidade superficial.

4.1.2 Relação altura/largura (H/W) e associação aos pontos de medição

A relação altura/largura (H/W) foi analisada como parâmetro morfológico fundamental para compreender o grau de abertura espacial do entorno imediato da Praça José Francisco Schettino e sua potencial influência sobre a exposição radiativa do espaço público. A localização das seções representativas utilizadas na análise (AA, BB, CC e DD) encontra-se indicada na Imagem 10, na qual também estão assinalados os pontos de medição microclimática.

Imagem 10 - Localização das seções analíticas (AA, BB, CC e DD) e pontos de medição na Praça José Francisco Schettino.

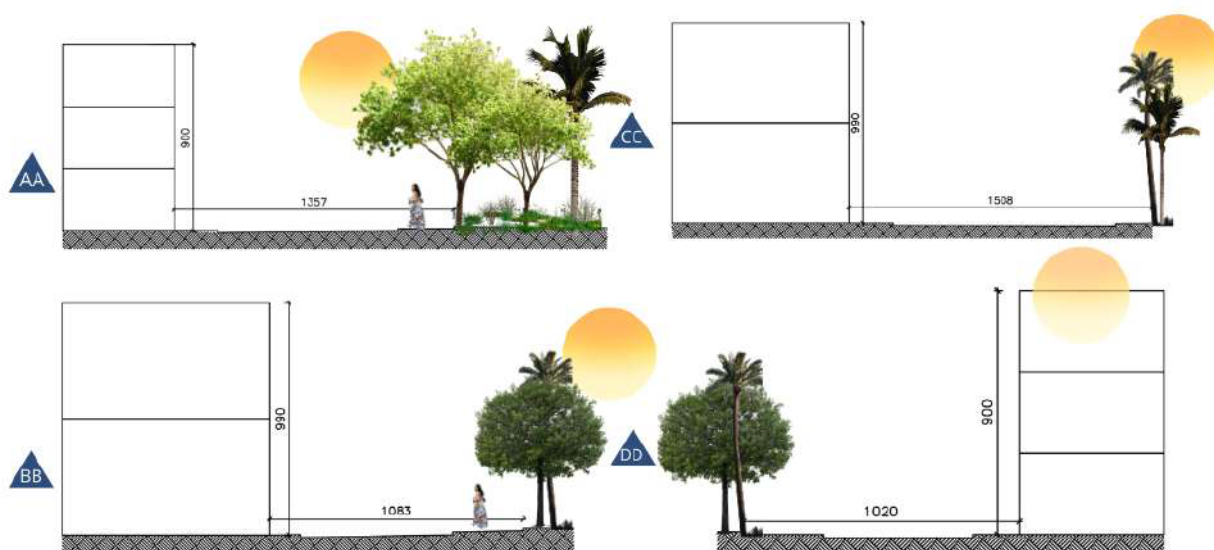


Fonte: Adaptado do Google Earth com adaptações e intervenções da autora, 2025.

As seções foram selecionadas com base em sua proximidade aos pontos de coleta e na representatividade das diferentes configurações espaciais do perímetro da praça. Para o cálculo da relação H/W, adotou-se altura média das edificações adjacentes de 9,00m, correspondente ao gabarito predominante observado no entorno, e largura do espaço aberto medida entre fachadas, incluindo as calçadas, conforme indicado nas seções esquemáticas apresentadas na Imagem 11.

Os resultados obtidos foram: AA ($H/W = 0,66$), BB ($H/W = 0,83$), CC ($H/W = 0,60$) e DD ($H/W = 0,88$).

Imagem 11 - Seções representativas do entorno da praça (AA, BB, CC e DD) e respectivas dimensões utilizadas para cálculo da relação H/W.



Fonte: Elaboração própria, 2025

Observa-se que todos os trechos apresentam valores inferiores a 1,0, caracterizando configuração espacial predominantemente aberta, com elevado grau de exposição ao céu. Segundo Oke (1987), valores de H/W inferiores a 1 indicam baixo efeito de cânion urbano, reduzida retenção radiativa por confinamento edificado e maior incidência de radiação solar direta no nível do pedestre. Em contextos de baixa verticalização, como o observado na praça analisada, a modulação térmica por sombreamento construído tende a ser limitada.

Embora exista variação entre as seções, verifica-se padrão geral de abertura espacial, sendo os trechos AA e CC aqueles com maior abertura relativa (menores

valores de H/W), enquanto BB e DD apresentam maior grau de confinamento comparativo, ainda que dentro de configuração predominantemente aberta. Essa diferenciação morfológica é relevante para a interpretação dos resultados microclimáticos, uma vez que pequenas variações na geometria urbana podem influenciar a disponibilidade de céu visível e a dinâmica de insolação ao longo do dia.

Considerando a distribuição dos pontos de medição em relação às seções analisadas, observa-se que a maioria das coletas foi realizada em áreas internas à praça, onde a influência do entorno edificado é secundária frente à cobertura arbórea existente. Dessa forma, os valores de H/W confirmam que o desempenho térmico do espaço público estudado está mais fortemente associado à presença e distribuição da vegetação interna do que ao sombreamento proporcionado pelas edificações adjacentes, aspecto aprofundado na análise microclimática apresentada no item seguinte.

4.1.3 Cobertura vegetal e potencial de sombreamento

A cobertura vegetal da Praça José Francisco Schettino constitui o principal elemento de modulação microclimática do espaço público, especialmente em função da reduzida verticalização do entorno e da consequente limitação do sombreamento edificado. Diferentemente do entorno construído, cuja capacidade de bloqueio radiativo é restrita pelos baixos gabaritos predominantes, a vegetação interna configura-se como o principal mecanismo de atenuação da radiação solar incidente ao nível do pedestre.

A praça apresenta diversidade de espécies arbóreas de médio e grande porte, incluindo exemplares como *Araucaria angustifolia*, *Caesalpinia echinata* e *Cedrela fissilis*. Do ponto de vista microclimático, mais relevante que o valor histórico ou ecológico dessas espécies é seu porte e conformação de copa. Árvores de grande porte e copas densas tendem a produzir sombreamento mais contínuo e abrangente, reduzindo significativamente a incidência direta de radiação solar sobre o solo e as superfícies pavimentadas. Segundo Romero (2014), a densidade do dossel e a extensão da projeção de sombra são fatores determinantes na modulação térmica de espaços abertos urbanos.

Observa-se, entretanto, que a distribuição da cobertura vegetal não é homogênea. Há setores com maior continuidade de copa — sobretudo na porção central e norte da praça — e áreas periféricas onde o sombreamento é mais fragmentado, Imagem 12 (a). Além disso, verifica-se que a vegetação de forração nos canteiros encontra-se reduzida ou descontínua (Imagem 12 b), com presença significativa de solo exposto (Imagem 12 c). Essa condição limita os processos de evapotranspiração superficial e favorece maior absorção radiativa pelo solo descoberto.

Imagem 12 - Configuração da cobertura vegetal e evidências de solo exposto na Praça José Francisco Schettino



Fonte: Elaboração própria, 2025

De acordo com Shinzato (2009), a eficiência da vegetação na mitigação térmica não depende apenas da presença de árvores isoladas, mas da continuidade da cobertura vegetal e da interação entre sombreamento e evapotranspiração. Em situações em que o solo permanece exposto, o potencial de resfriamento é

parcialmente comprometido, mesmo na presença de copas arbóreas. Estudos de síntese como os de Bowler et al. (2010) e indicam que áreas com maior densidade e continuidade de vegetação apresentam redução mais consistente das temperaturas do ar locais, enquanto áreas com vegetação esparsa ou manutenção deficiente tendem a apresentar maior variabilidade térmica.

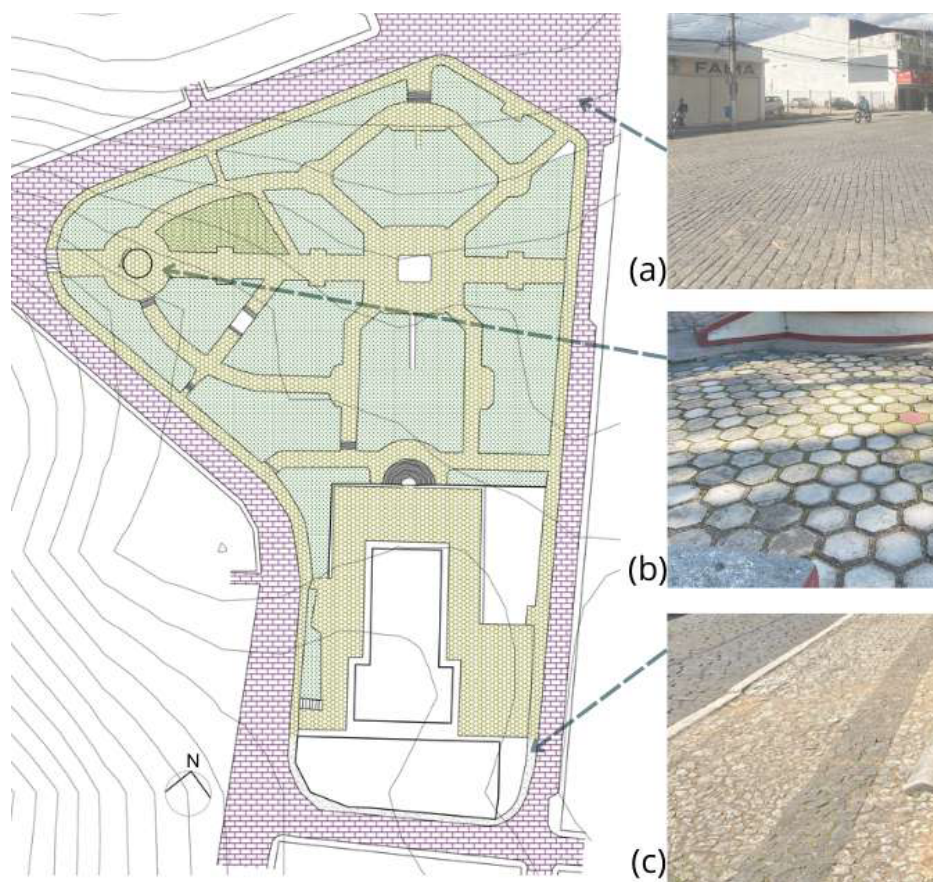
Assim, embora a praça possua exemplares arbóreos de grande porte capazes de gerar sombreamento significativo, a baixa manutenção dos canteiros e a presença de solo exposto em diferentes setores reduzem o potencial máximo de modulação térmica do conjunto. Essa heterogeneidade na cobertura vegetal constitui fator relevante para interpretação da variabilidade espacial do Índice de Desconforto Térmico (IDT), particularmente nos horários de maior carga solar.

Em síntese, a vegetação interna configura-se como principal elemento mitigador da carga radiativa incidente na praça; contudo, sua eficácia microclimática encontra-se condicionada à densidade de copa, à continuidade do sombreamento projetado e ao estado de conservação da forração vegetal.

4.1.4 Materialidade superficial e comportamento termo-hídrico

A materialidade superficial da Praça José Francisco Schettino caracteriza-se pela predominância de superfícies minerais, com distinção entre o interior da praça e o sistema viário do entorno. Conforme evidenciado no mapa de materialidade (Imagem 13), o interior da praça é majoritariamente revestido por placas pré-moldadas de concreto em formato hexagonal (Imagem 13 b), assentadas com juntas preenchidas por solo e vegetação espontânea. No entorno imediato, as vias são pavimentadas com paralelepípedo de pedra natural (Imagem 13 a).

Imagem 13 - Registro e materialidade na Praça José Francisco Schettino



Fonte: Elaboração própria, 2025

Do ponto de vista do balanço de energia urbano, superfícies minerais apresentam elevada capacidade térmica e significativa inércia térmica, favorecendo o armazenamento de calor sensível durante o período de maior incidência radiativa e sua liberação gradual no período subsequente (OKE, 1987; OKE et al., 2017). Essa característica contribui para o aumento da temperatura do ar nas camadas próximas ao solo, sobretudo em contextos de alta exposição solar e reduzido sombreamento edificado.

No caso específico do piso interno da praça (Imagem 13 b), embora o sistema apresente juntas preenchidas por solo e vegetação, configurando condição de permeabilidade pontual, a predominância de concreto mantém elevado o potencial de absorção e armazenamento térmico. Segundo Romero (2014), a materialidade superficial constitui elemento central na modulação do microclima urbano, uma vez que propriedades como albedo, capacidade térmica e permeabilidade influenciam diretamente a intensidade do aquecimento superficial e as trocas de calor com o ar.

Superfícies cimentícias, mesmo quando claras, tendem a apresentar aquecimento significativo sob radiação direta, especialmente quando associadas a baixa cobertura vegetal.

As juntas vegetadas entre as placas contribuem para microprocessos evaporativos localizados, favorecendo infiltração parcial de água pluvial e redução pontual da temperatura superficial. Entretanto, conforme discutido por Shinzato (2009) e por Amorim (2021), o efeito mitigador da evapotranspiração depende da extensão e continuidade da cobertura vegetal. Em áreas onde a vegetação é descontínua ou pouco densa, o impacto na redução da carga térmica tende a ser limitado.

No entorno da praça (Imagem 13 a), a pavimentação em paralelepípedo de pedra natural apresenta comportamento térmico semelhante no que se refere à capacidade de armazenamento de calor, em função de sua alta massa e densidade. Apesar das juntas entre blocos permitirem infiltração parcial e favorecerem pequenas variações microclimáticas superficiais, permanece como superfície predominantemente impermeável e mineral. Estudos sobre pavimentos urbanos indicam que superfícies com maior massa térmica e menor refletância tendem a elevar a temperatura superficial e contribuir para o aquecimento do ar adjacente, especialmente em horários de pico de insolação (BOWLER et al., 2010).

Já nas calçadas perimetrais da praça (Imagem 13c), observa-se revestimento em pedra natural irregular, assentada de forma contínua. Esse tipo de pavimentação, apesar de apresentar juntas visíveis, configura superfície predominantemente impermeável e mineral, com comportamento térmico semelhante ao das demais superfícies em paralelepípedo.

Dessa forma, a predominância de superfícies minerais no conjunto analisado sugere elevado potencial de armazenamento térmico no período diurno, particularmente nas áreas não sombreadas. Em um contexto urbano de baixa verticalização e elevada abertura ao céu — conforme indicado pelos valores de H/W apresentados no item anterior — a cobertura arbórea interna assume papel determinante na mitigação da carga radiativa incidente, atuando como principal mecanismo de atenuação do aquecimento superficial e de modulação das condições de conforto térmico ao nível do pedestre.

4.2 RESULTADOS MICROCLIMÁTICOS

A análise microclimática da Praça Central de Mar de Espanha baseia-se nos dados coletados nas campanhas realizadas em setembro de 2024, abril de 2025, outubro de 2025 e janeiro de 2026. As medições foram realizadas em diferentes horários do dia e em pontos distribuídos no interior da praça, permitindo examinar tanto a variação temporal quanto espacial das condições térmicas. Este subcapítulo apresenta os resultados organizados em três eixos: o comportamento térmico diário da praça, a variação espacial entre os pontos de medição e a amplitude térmica diária observada nas campanhas.

4.2.1 Comportamento térmico diário da praça

Na análise, conforme a Tabela 3 apresenta há variação horária da temperatura média do ar na Praça Central de Mar de Espanha nas quatro campanhas realizadas.

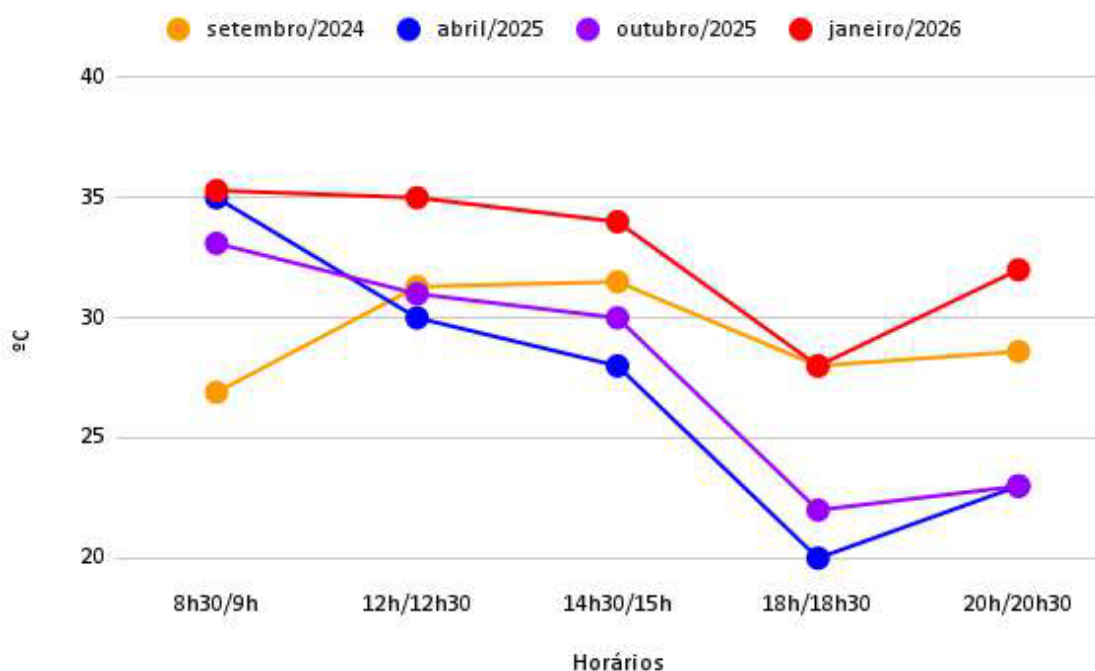
Tabela 3 – Temperatura (°C) média do ar por horário e campanha

Campanha	8h30/9h	12h/12h30	14h30/15h	18h/18h30	20h/20h30
setembro/2024	26,9	31,3	31,5	28	28,6
abril/2025	35	30	28	20	23
outubro/2025	33,1	31	30	22	23
janeiro/2026	35,3	35	34	28	32

Fonte: Elaboração própria, 2026

Observa-se que o comportamento térmico diário apresenta diferenças significativas entre os períodos analisados, tanto em termos de magnitude quanto de amplitude térmica. Para melhor visualização do comportamento espacial e da comparação entre campanhas o gráfico da Gráfico 1.

Gráfico 1 – Variação horária da temperatura média do ar na Praça Central de Mar de Espanha nas campanhas de setembro/2024, abril/2025, outubro/2025 e janeiro/2026



Fonte: Elaboração própria, 2026

Na campanha de setembro/2024, o aquecimento ocorreu de forma progressiva ao longo da manhã, atingindo pico às 14h30/15h (31,5°C), seguido de redução moderada no período vespertino e noturno. A amplitude térmica diária aproximada foi de 4,6°C, indicando comportamento relativamente estável quando comparado às demais campanhas. Durante esse período, observou-se predomínio de condições atmosféricas estáveis, com céu predominantemente claro e baixa cobertura de nuvens. Nesse período, a atuação de sistemas de alta pressão e massas de ar mais secas favorece maior incidência de radiação solar ao longo do dia e reduz a ocorrência de nebulosidade e precipitação.

Em abril/2025, verifica-se um padrão distinto, com temperatura do ar elevada já no período matutino (35°C às 8h30/9h) e redução contínua ao longo do dia, atingindo 20°C às 18h. Essa campanha apresentou a maior amplitude térmica diária entre os períodos analisados (15°C), evidenciando forte variação intra-diária e maior eficiência de resfriamento no final da tarde. Durante o período de coleta, foram observadas condições atmosféricas predominantemente estáveis, com predomínio de céu claro ou pouca nebulosidade, favorecendo elevada incidência de radiação

solar ao longo do dia e maior perda radiativa no período vespertino e noturno. Essas condições contribuem para maiores amplitudes térmicas diárias, comportamento compatível com os valores observados durante a campanha.

Outubro/2025 apresentou comportamento intermediário, com pico térmico próximo ao meio do dia (31°C) e redução mais acentuada a partir das 18h (22°C). A amplitude aproximada foi de 11°C , sugerindo variação térmica significativa, embora inferior à observada em abril. Durante o período de coleta, observaram-se condições atmosféricas relativamente estáveis, com predomínio de céu claro a parcialmente nublado e elevada incidência de radiação solar no período diurno, favorecendo o aquecimento da superfície urbana.

Já em janeiro/2026, observa-se manutenção de temperaturas elevadas ao longo de todo o dia, com valores superiores a 34°C entre 9h e 15h, e resfriamento noturno pouco expressivo (32°C às 20h). A amplitude diária aproximada foi de $7,3^{\circ}\text{C}$. Diferentemente de abril, janeiro apresenta menor variação térmica, porém maior magnitude absoluta, indicando menor eficiência de dissipação térmica no período noturno. Durante o período de coleta, observou-se predomínio de céu claro, com forte incidência de radiação solar ao longo do dia e presença pontual de nuvens.

De forma geral, os resultados demonstram que o comportamento térmico da praça é fortemente condicionado pela sazonalidade, apresentando diferenças tanto na intensidade do aquecimento quanto na capacidade de resfriamento ao final do dia. Esses padrões serão aprofundados na análise espacial (item 4.2.2), de modo a verificar se as variações observadas estão associadas às características morfológicas.

4.2.2 Amplitude térmica espacial entre pontos

A análise espacial da temperatura média do ar permite verificar se há diferenças microclimáticas significativas entre os pontos de medição distribuídos ao longo da Praça Central de Mar de Espanha. Para tal, foram consideradas as médias por ponto em cada campanha, conforme apresentado na Tabela 4

Tabela 4 – Temperatura (°C) média do ar por ponto de medição e campanha

Ponto de observação	Temperatura média do ar			
	setembro/2024	abril/2025	outubro/2025	janeiro/2026
P1	28,6	28	30	33
P2	29,1	28	30	34
P3	28,5	29	31	34
P4	28,7	29	31	34
P5	28,6	29	31	35
P6	28,8	27	30	34
P7	27,2	27	29	35
P8		28	30	34
P9		28	31	35
P10		28	30	34
P11		27	28	32
P12		27	28	34

Fonte: Elaboração própria, 2026

Observa-se, a partir dos valores médios apresentados, que a variação térmica entre os pontos se mantém relativamente moderada nas quatro campanhas analisadas. Em setembro/2024, considerando os pontos P1 a P7, a amplitude espacial foi inferior a 2°C, indicando comportamento térmico relativamente homogêneo. Em abril/2025 e outubro/2025, embora haja pequenas oscilações entre pontos específicos, a diferença entre o maior e o menor valor permanece limitada. Em janeiro/2026, verifica-se elevação generalizada das temperaturas, porém sem aumento proporcional da heterogeneidade espacial.

Para evidenciar as diferenças térmicas entre os setores da praça, foi calculada a diferença entre as temperaturas mínimas e máximas registradas entre os pontos de medição em cada campanha (Tabela 5).

Tabela 5 – Temperatura mínima, máxima e amplitude térmica entre os pontos de medição nas campanhas de coleta

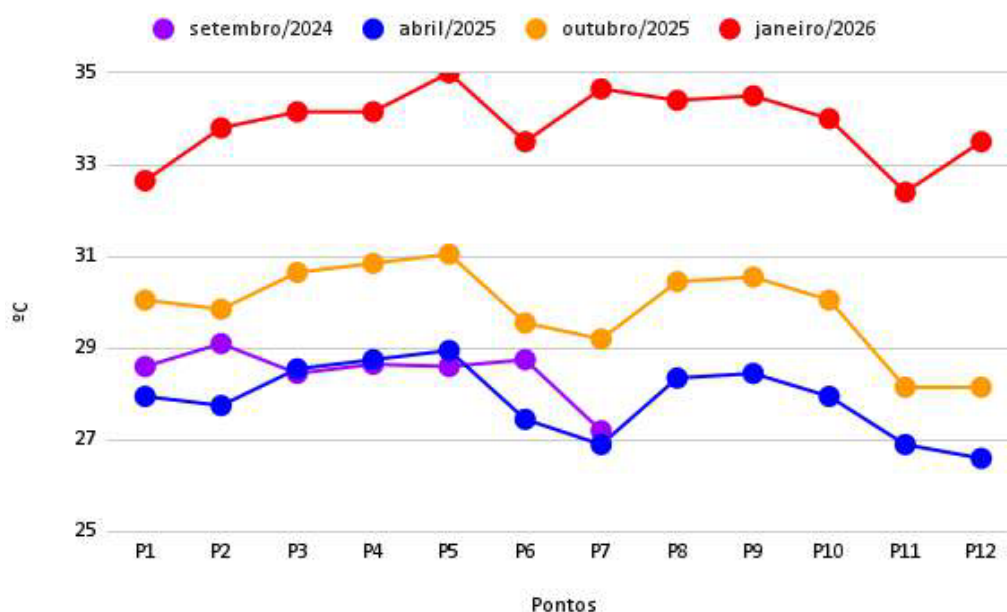
Campanha	Temperatura Mínima (°C)	Ponto	Temperatura Máxima (°C)	Ponto	Amplitude (°C)
Setembro/2024	25,9	P1	32,8	P1	6,9
Abril/2025	19	P1 / P2 / P3	36,2	P12	17,2
Outubro/2025	22	Vários Pontos	34,3	P12	12,3
Janeiro/2026	27	P1 / P2 / P3	36,5	P12	9,5

Fonte: Elaboração própria, 2026

A Tabela 5 evidencia que, embora existam diferenças térmicas entre os pontos da praça, essas variações permanecem relativamente moderadas quando comparadas às diferenças sazonais entre campanhas. Observa-se que as maiores amplitudes térmicas ocorrem nas campanhas de abril e outubro, enquanto setembro apresenta comportamento mais homogêneo entre os pontos analisados.

O Gráfico 2 evidencia que a variação espacial da temperatura do ar é inferior à variação temporal observada no item anterior. Embora pontos como P5 e P9 apresentaram valores ligeiramente superiores em algumas campanhas, não se verifica concentração térmica extrema em um único setor da praça.

Gráfico 2 – Variação espacial da temperatura média do ar por ponto de medição nas campanhas de setembro/2024, abril/2025, outubro/2025 e janeiro/2026



Fonte: Elaboração própria, 2026

Na campanha de setembro/2024, considerando os pontos P1 a P7, as temperaturas médias oscilaram entre 27,2°C (P7) e 29,1°C (P2), configurando amplitude espacial reduzida ($\approx 1,9^\circ\text{C}$). Esse comportamento sugere relativa homogeneidade térmica no espaço analisado, possivelmente associada à presença de arborização distribuída e à configuração morfológica já descrita no item 4.1.

Em abril/2025, a variação entre pontos também se manteve limitada, com valores entre 27°C e 29°C. Nota-se leve redução nos pontos P6 e P7, o que pode estar relacionado a condições locais de maior sombreamento ou menor exposição direta à radiação solar. A diferença entre o ponto mais quente e o mais frio permanece inferior a 2°C, indicando baixa amplitude térmica intraespacial.

Outubro/2025 apresenta discreta intensificação da variação espacial, com valores variando entre aproximadamente 28°C (P11 e P12) e 31°C (P3, P4, P5 e P9). Ainda assim, a amplitude espacial permanece inferior à amplitude diária observada no item anterior, reforçando que a sazonalidade exerce papel mais determinante que a posição pontual dentro da praça.

Na campanha de janeiro/2026, observa-se aumento generalizado das temperaturas médias do ar em todos os pontos, com valores predominantemente entre 33°C e 35°C. Apesar da elevação absoluta, a variação espacial mantém-se relativamente contida ($\approx 3^\circ\text{C}$). Pontos como P5 e P9 figuram entre os mais elevados, enquanto P11 apresenta leve redução, possivelmente associada a maior influência de sombreamento ou características topográficas específicas.

De forma sintética, os resultados indicam que a variação espacial da temperatura do ar na Praça Central de Mar de Espanha é inferior à variação temporal e sazonal observada entre as campanhas. Isso sugere que, embora existam diferenças microclimáticas entre os pontos, o conjunto da praça apresenta comportamento relativamente homogêneo, o que pode estar associado à sua configuração morfológica e à presença significativa de cobertura vegetal.

4.2.3 Amplitude térmica diária

A análise da amplitude térmica diária permite avaliar a intensidade da variação da temperatura do ar ao longo do ciclo diurno, constituindo indicador relevante da estabilidade microclimática do espaço urbano. Amplitudes reduzidas indicam maior moderação térmica, enquanto amplitudes elevadas refletem maior exposição às oscilações radiativas.

A Tabela 6 apresenta as amplitudes térmicas diárias registradas por ponto de medição nas quatro campanhas, compreendidos entre 8h30/9h e 20h/20h30.

Tabela 6 – Amplitude térmica(°C) por ponto de medição e campanha entre o intervalo de 8h30/9h e 20h/20h30

Ponto de Observação	Set/24 Amplitude (°C)	Abr/25 Amplitude (°C)	Out/25 Amplitude (°C)	Jan/26 Amplitude (°C)
P1	6,9	13,3	10,4	8,8
P2	6,3	14,5	10,1	8,5
P3	5,5	14,5	10,3	8,7
P4	5,0	14,3	9,7	7,8
P5	4,4	14,8	10,2	7,2
P6	3,6	14,5	9,9	6,9
P7	2,5	14,4	9,8	6,8
P8		15,4	10,8	7,8
P9		15,6	11,0	8,0
P10		16,0	11,4	8,4
P11		11,9	7,3	5,2
P12		15,0	10,4	7,4

Fonte: Elaboração própria, 2026

Em setembro/2024, as amplitudes variaram entre 2,5°C e 6,9°C, configurando o período de menor oscilação térmica diária. Esse comportamento sugere maior equilíbrio entre aquecimento e resfriamento ao longo do dia, indicando condição microclimática relativamente estável. Tal padrão pode estar associado à menor intensidade radiativa típica do período de transição e à atuação combinada da arborização e da configuração morfológica da praça, que contribuem para atenuar extremos térmicos.

Em contraste, abril/2025 apresentou as maiores amplitudes térmicas, com valores entre 11,9°C e 16,0°C. Esse resultado não indica necessariamente maior desconforto térmico absoluto, mas revela elevada variabilidade intradiária, caracterizada por aquecimento expressivo no período matutino e resfriamento acentuado ao final da tarde. A magnitude dessa oscilação sugere que, nesse período, os mecanismos de sombreamento e moderação térmica não foram suficientes para reduzir significativamente as diferenças entre os horários de maior e menor incidência solar.

Outubro/2025 apresentou comportamento intermediário, com amplitudes entre 7,3°C e 11,4°C, reforçando a influência sazonal na dinâmica térmica da praça. Já janeiro/2026, embora tenha registrado as temperaturas médias mais elevadas entre todas as campanhas, apresentou amplitudes moderadas (5,2°C a 8,8°C). Esse dado é particularmente relevante: a menor amplitude em janeiro não indica maior estabilidade térmica no sentido de conforto, mas sim manutenção de temperaturas elevadas ao longo de todo o dia, com menor capacidade de dissipação do calor acumulado. Em outras palavras, há menor variação, porém maior permanência do calor.

Do ponto de vista espacial, observa-se que o ponto P11 apresentou amplitudes sistematicamente inferiores nas quatro campanhas, indicando maior estabilidade térmica local. Considerando a caracterização morfológica já apresentada, esse comportamento pode estar associado a condições específicas de sombreamento, maior densidade de cobertura vegetal ou influência topográfica. Em contraste, pontos como P9 e P10 registraram amplitudes mais elevadas, sobretudo em abril e outubro, sugerindo maior exposição à radiação solar direta ou menor proteção vegetal.

A variação térmica diária mostra-se mais sensível às condições climáticas do período do que exclusivamente à posição espacial interna da praça, embora diferenças pontuais revelam influência da configuração urbana local.

De forma integrada, os resultados microclimáticos indicam que o comportamento térmico da Praça Central de Mar de Espanha é predominantemente condicionado pela sazonalidade, com diferenças mais expressivas entre campanhas do que entre pontos de medição. Conforme observado na dinâmica horária (item 4.2.1), janeiro apresentou maiores magnitudes térmicas e menor eficiência de resfriamento noturno, enquanto abril registrou as maiores amplitudes diárias. A

variação espacial (item 4.2.2), por sua vez, mostrou-se relativamente moderada, com diferenças geralmente inferiores à variação temporal intra-diária, sugerindo comportamento térmico relativamente homogêneo no interior da praça. A análise das amplitudes (item 4.2.3) reforça que a moderação térmica ocorre de forma parcial, sendo mais perceptível em determinados períodos do ano e em pontos específicos, como P11, possivelmente associados a maior sombreamento ou influência morfológica local. Esses achados dialogam com a literatura de climatologia urbana, especialmente com Oke (1987), ao evidenciar a forte influência das condições atmosféricas sazonais sobre o balanço de energia urbano, e com Romero (2013), ao indicar que a forma urbana e a presença de cobertura vegetal contribuem para atenuar extremos térmicos, ainda que não eliminem as variações impostas pelo contexto climático regional. Assim, a praça apresenta capacidade moderadora relativa, condicionada tanto pela morfologia quanto pelas características climáticas do período, o que fundamenta a análise do conforto térmico a partir do Índice de Thom, desenvolvida no item seguinte.

4.3 ANÁLISE DO ÍNDICE DE THOM

Esta seção apresenta a análise do Índice de Thom (IDT) calculado a partir dos dados de temperatura do ar e umidade relativa obtidos nas campanhas de campo. O índice foi utilizado como indicador das condições de conforto térmico percebidas no espaço público, permitindo classificar as situações observadas em diferentes níveis de conforto e desconforto térmico. A análise considera a variação horária do índice e sua distribuição entre os pontos de medição ao longo da praça, possibilitando identificar padrões temporais e espaciais das condições térmicas registradas durante as campanhas.

4.3.1 Classificação horária do conforto térmico

A análise do Índice de Thom (IDT) evidencia variações significativas nas condições de conforto térmico ao longo do dia e entre as campanhas analisadas.

Em setembro/2024, às 8h30, todos os pontos (P1–P7) foram classificados como “confortável”, indicando condição térmica adequada no período inicial da manhã. No horário de 12h30 e 14h30, observa-se transição predominante para a

condição “parcialmente confortável”, com ocorrência pontual de “desconfortável” às 14h30 (P1). No período de 18h30, a maioria dos pontos retorna à condição “confortável”, e às 20h30 predominam classificações “parcialmente confortável” e “confortável”, evidenciando recuperação térmica ao final do dia (Tabela 7).

Tabela 7 – IDT por Ponto De Medição Na Companhia De Setembro/2024

	IDT – Thom 8h30	Classificação o	IDT – Thom 12h30	Classificação o	IDT – Thom 14h30	Classificação	IDT – Thom 18h30	Classificação	IDT – Thom 20h30	Classificação
P1	22,7	Confortável	25,7	Parcialmente confortável	26,2	Desconfortável	24,0	Parcialmente confortável	24,7	Parcialmente confortável
P2	22,7	Confortável	25,6	Parcialmente confortável	25,6	Parcialmente confortável	24,8	Parcialmente confortável	24,5	Parcialmente confortável
P3	23,0	Confortável	25,8	Parcialmente confortável	25,3	Parcialmente confortável	24,1	Parcialmente confortável	24,4	Parcialmente confortável
P4	23,2	Confortável	25,6	Parcialmente confortável	25,4	Parcialmente confortável	24,0	Confortável	24,7	Parcialmente confortável
P5	23,2	Confortável	25,3	Parcialmente confortável	25,1	Parcialmente confortável	24,0	Parcialmente confortável	24,5	Parcialmente confortável
P6	23,4	Confortável	24,6	Parcialmente confortável	24,8	Parcialmente confortável	23,6	Confortável	24,8	Parcialmente confortável
P7	23,1	Confortável	23,8	Confortável	24,0	Parcialmente confortável	23,2	Confortável	23,7	Confortável

Fonte: Elaboração própria, 2026

Na campanha de abril/2025, o período matutino apresenta cenário mais crítico. Às 9h, todos os pontos foram classificados como “desconfortável” ou “muito desconfortável”, sendo que P7 a P12 registraram valores na faixa de “muito desconfortável”. Às 12h, mantém-se predominância de “desconfortável”. Entretanto, às 15h observa-se melhora parcial, com classificação majoritária como “parcialmente confortável”. A partir das 18h, todos os pontos passam à condição “confortável”, mantendo-se essa condição às 20h para a maior parte dos pontos, o que confirma forte resfriamento vespertino (Tabela 8).

Tabela 8 – IDT por Ponto De Medição Na Companhia De Abril/2025

	IDT – Thom 9h00	Classificação	IDT – Thom 12h00	Classificação	IDT – Thom 15h00	Classificação	IDT – Thom 18h00	Classificação	IDT – Thom 20h00	Classificação
P1	27,1	Desconfortável	27,3	Desconfortável	24,9	Parcialmente confortável	18,5	Confortável	21,6	Confortável
P2	27,7	Desconfortável	26,9	Desconfortável	24,7	Parcialmente confortável	18,7	Confortável	21,7	Confortável
P3	27,6	Desconfortável	27,4	Desconfortável	25,2	Parcialmente confortável	18,8	Confortável	21,8	Confortável
P4	27,5	Desconfortável	26,9	Desconfortável	25,3	Parcialmente confortável	19,0	Confortável	22,1	Confortável
P5	28,0	Desconfortável	26,9	Desconfortável	25,5	Parcialmente confortável	19,5	Confortável	22,5	Confortável
P6	27,9	Desconfortável	26,8	Desconfortável	24,4	Parcialmente confortável	19,8	Confortável	23,1	Confortável
P7	28,2	Muito desconfortável	26,7	Desconfortável	24,1	Parcialmente confortável	20,0	Confortável	24,0	Parcialmente confortável
P8	28,1	Muito desconfortável	26,7	Desconfortável	25,1	Parcialmente confortável	19,0	Confortável	21,9	Confortável
P9	28,2	Muito desconfortável	26,5	Desconfortável	25,2	Parcialmente confortável	19,1	Confortável	21,8	Confortável
P10	28,3	Muito desconfortável	26,6	Desconfortável	24,8	Parcialmente confortável	19,0	Confortável	21,8	Confortável
P11	27,8	Desconfortável	25,1	Parcialmente confortável	23,8	Confortável	21,4	Confortável	24,8	Parcialmente confortável
P12	28,5	Muito desconfortável	26,3	Desconfortável	24,0	Parcialmente confortável	20,2	Confortável	24,6	Parcialmente confortável

Fonte: Elaboração própria, 2026

Em outubro/2025, às 9h predomina a condição “parcialmente confortável”, com exceção de P5 a P8, classificados como “desconfortável”. No horário de 12h, verifica-se aumento do desconforto, com a maioria dos pontos na faixa “desconfortável”. Às 15h, observa-se transição para “parcialmente confortável” na maior parte dos pontos. Já às 18h e 20h, todos os pontos são classificados como “confortável”, indicando recuperação térmica consistente no período noturno (Tabela 9).

Tabela 9 – IDT por Ponto De Medição Na Companhia De Outubro/2025

Ponto	IDT – Thom 9h00	Classificação	IDT – Thom 12h00	Classificação	IDT – Thom 15h00	Classificação	IDT – Thom 18h00	Classificação	IDT – Thom 20h00	Classificação
P1	25,2	Parcialmente confortável	26,5	Desconfortável	25,0	Parcialmente confortável	20,3	Confortável	20,8	Confortável
P2	25,8	Parcialmente confortável	26,2	Desconfortável	24,8	Parcialmente confortável	20,5	Confortável	20,9	Confortável
P3	25,7	Parcialmente confortável	26,7	Desconfortável	25,3	Parcialmente confortável	20,6	Confortável	21,0	Confortável
P4	25,6	Parcialmente confortável	26,2	Desconfortável	25,4	Parcialmente confortável	20,7	Confortável	21,3	Confortável
P5	26,1	Desconfortável	26,2	Desconfortável	25,5	Parcialmente confortável	21,1	Confortável	21,6	Confortável
P6	26,0	Desconfortável	26,1	Desconfortável	24,6	Parcialmente confortável	21,3	Confortável	22,2	Confortável
P7	26,2	Desconfortável	26,1	Desconfortável	24,6	Parcialmente confortável	21,5	Confortável	23,0	Confortável
P8	26,2	Desconfortável	26,0	Desconfortável	25,2	Parcialmente confortável	20,7	Confortável	21,1	Confortável
P9	26,3	Desconfortável	25,8	Parcialmente confortável	25,3	Parcialmente confortável	20,8	Confortável	21,0	Confortável
P10	26,4	Desconfortável	26,0	Parcialmente confortável	25,0	Parcialmente confortável	20,7	Confortável	21,0	Confortável
P11	25,9	Parcialmente confortável	24,8	Parcialmente confortável	24,2	Parcialmente confortável	22,7	Confortável	23,7	Confortável
P12	26,6	Desconfortável	24,2	Parcialmente confortável	24,4	Parcialmente confortável	21,7	Confortável	23,5	Confortável

Fonte: Elaboração própria, 2026

Janeiro/2026 configura o cenário de maior estresse térmico prolongado. Às 9h e 12h, predomina a classificação “desconfortável” e “muito desconfortável” na quase totalidade dos pontos. Às 15h mantém-se predominância de “desconfortável”. Apenas às 18h observa-se melhora significativa, com maioria dos pontos classificados como “confortável” ou “parcialmente confortável”. Contudo, às 20h, parte dos pontos retorna à condição “desconfortável”, diferentemente do observado em abril e outubro, indicando menor eficiência de recuperação térmica noturna (Tabela 10).

Tabela 10 – IDT Por Ponto De Medição Na Companhia De Janeiro/2026

Ponto	IDT – Thom 9h00	Classificação	IDT – Thom 12h00	Classificação	IDT – Thom 15h00	Classificação	IDT – Thom 18h00	Classificação	IDT – Thom 20h00	Classificação
P1	27,3	Desconfortável	29,4	Muito desconfortável	27,5	Desconfortável	23,5	Confortável	26,5	Desconfortável
P2	27,9	Desconfortável	29,0	Muito desconfortável	27,2	Desconfortável	23,7	Confortável	26,5	Desconfortável
P3	27,7	Desconfortável	29,6	Muito desconfortável	27,6	Desconfortável	23,8	Confortável	26,6	Desconfortável
P4	27,6	Desconfortável	29,1	Muito desconfortável	27,8	Desconfortável	23,9	Confortável	26,6	Desconfortável
P5	28,1	Muito desconfortável	29,1	Muito desconfortável	27,9	Desconfortável	24,2	Parcialment e confortável	26,7	Desconfortável
P6	28,1	Muito desconfortável	29,0	Muito desconfortável	27,0	Desconfortável	24,3	Parcialment e confortável	27,2	Desconfortável
P7	28,3	Muito desconfortável	29,0	Muito desconfortável	27,0	Desconfortável	24,4	Parcialment e confortável	27,7	Desconfortável
P8	28,2	Muito desconfortável	28,9	Muito desconfortável	27,6	Desconfortável	23,9	Confortável	26,5	Desconfortável
P9	28,4	Muito desconfortável	28,7	Muito desconfortável	27,7	Desconfortável	24,0	Confortável	26,4	Desconfortável
P10	28,5	Muito desconfortável	28,9	Muito desconfortável	27,4	Desconfortável	23,8	Confortável	26,4	Desconfortável
P11	28,0	Desconfortável	27,7	Desconfortável	26,8	Desconfortável	25,3	Parcialment e confortável	28,1	Muito desconfortável
P12	28,7	Muito desconfortável	28,4	Muito desconfortável	27,0	Desconfortável	24,6	Parcialment e confortável	28,0	Muito desconfortável

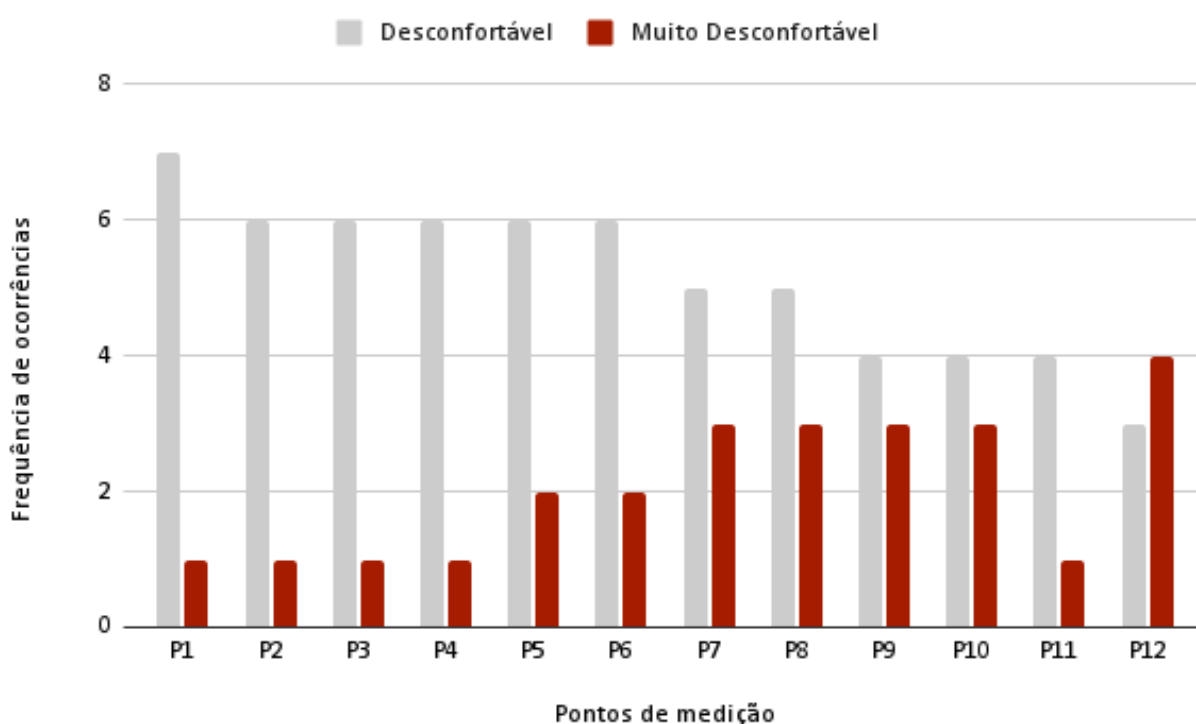
Fonte: Elaboração própria, 2026

De forma sintética, os horários críticos concentram-se entre 12h e 15h, especialmente nas campanhas de abril e janeiro. Observa-se que abril apresenta desconforto intenso concentrado no período diurno, porém com recuperação noturna eficiente, enquanto janeiro combina altos valores absolutos de IDT com maior permanência do desconforto ao longo do dia, especialmente no período noturno. Esse comportamento confirma os padrões físicos identificados no item 4.2, evidenciando que magnitude térmica e amplitude diária produzem efeitos distintos na percepção de conforto.

4.3.2 Distribuição espacial do desconforto térmico

O gráfico 3 apresenta a frequência acumulada de ocorrências classificadas como “desconfortável” e “muito desconfortável” para cada ponto de medição, considerando todas as campanhas e horários analisados. Observa-se que, embora o desconforto térmico esteja distribuído ao longo de toda a praça, há diferenciações relevantes em termos de severidade.

Gráfico 3 – Frequência Acumulada De Ocorrências De Desconforto Térmico Por Ponto De Medição



Fonte: Elaboração própria, 2026

Os pontos P7, P8, P9, P10 e P12 concentram maior número de ocorrências classificadas como “muito desconfortável”, indicando maior intensidade de estresse térmico nesses setores. Destaca-se o ponto P12, que apresentou a maior frequência de ocorrências na faixa mais crítica. Em contraste, o ponto P11 registrou a menor frequência total de ocorrências críticas e apenas uma ocorrência de “muito desconfortável”, configurando-se como o setor mais estável do ponto de vista térmico.

Embora pontos como P1 apresentem elevada frequência de classificações “desconfortável”, a baixa incidência de “muito desconfortável” indica que a severidade do estresse térmico nesses locais é inferior à observada nos pontos centrais e intermediários da praça. Esse padrão sugere que a intensidade do desconforto não se distribui uniformemente, mas tende a concentrar-se em determinados setores.

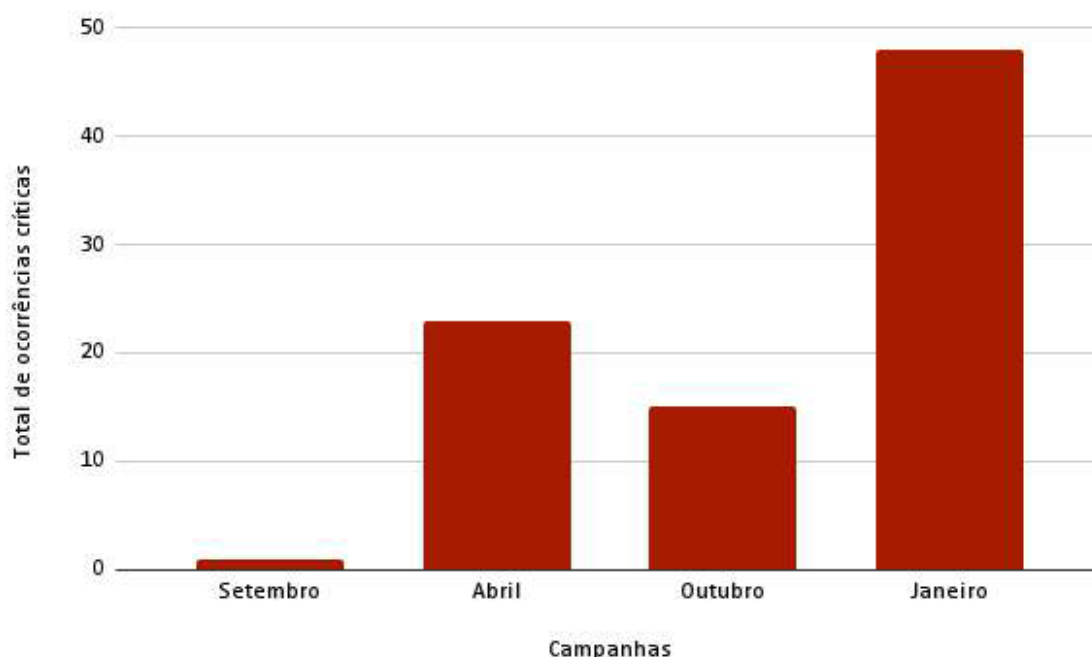
Ao relacionar esses resultados com a caracterização morfológica apresentada no item 4.1, observa-se que áreas potencialmente associadas a menor sombreamento arbóreo ou maior exposição radiativa apresentam maior frequência de ocorrências críticas, enquanto setores com maior cobertura vegetal ou configuração geométrica favorável registram maior estabilidade térmica. Esse comportamento está em consonância com os pressupostos de Oke (1987), que destaca a influência do balanço de energia superficial na geração de microclimas urbanos diferenciados, e com Romero (2013), ao evidenciar o papel modulador da forma urbana e da vegetação na atenuação do estresse térmico.

De forma geral, a distribuição espacial do desconforto indica que, embora a sazonalidade seja o principal fator condicionante das condições térmicas, a morfologia local exerce influência perceptível na intensidade do estresse térmico experimentado em diferentes setores da praça.

4.4 COMPARAÇÃO SAZONAL DO CONFORTO TÉRMICO

A comparação entre as campanhas evidencia forte influência da sazonalidade na ocorrência de desconforto térmico na Praça Central de Mar de Espanha. O gráfico 4 apresenta o total acumulado de ocorrências classificadas como “desconfortável” e “muito desconfortável” em cada período analisado.

Gráfico 4 – Total De Ocorrências De Desconforto Térmico (Idt) Por Campanha



Fonte: Elaboração própria, 2026

Observa-se diferença expressiva entre as campanhas. Setembro/2024 registrou apenas uma ocorrência crítica, configurando o período de menor stress térmico. Outubro/2025 apresentou 15 ocorrências, enquanto abril/2025 registrou 23. Janeiro/2026 destacou-se como o período de maior estresse térmico, com 48 ocorrências críticas, valor superior ao dobro do observado em abril e mais de três vezes o registrado em outubro.

Esse resultado demonstra que a intensidade e a permanência do desconforto térmico são fortemente condicionadas pelas características climáticas sazonais. Embora diferenças espaciais tenham sido identificadas, a variação entre campanhas mostrou-se significativamente mais expressiva que a variação entre pontos de medição. Tal comportamento corrobora os pressupostos de Oke (1987), ao evidenciar o papel predominante das condições atmosféricas no balanço de energia urbano, e dialoga com Romero (2013), ao indicar que a forma urbana e a cobertura vegetal atuam como moduladores locais, porém não são suficientes para neutralizar integralmente a influência do clima regional.

4.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS

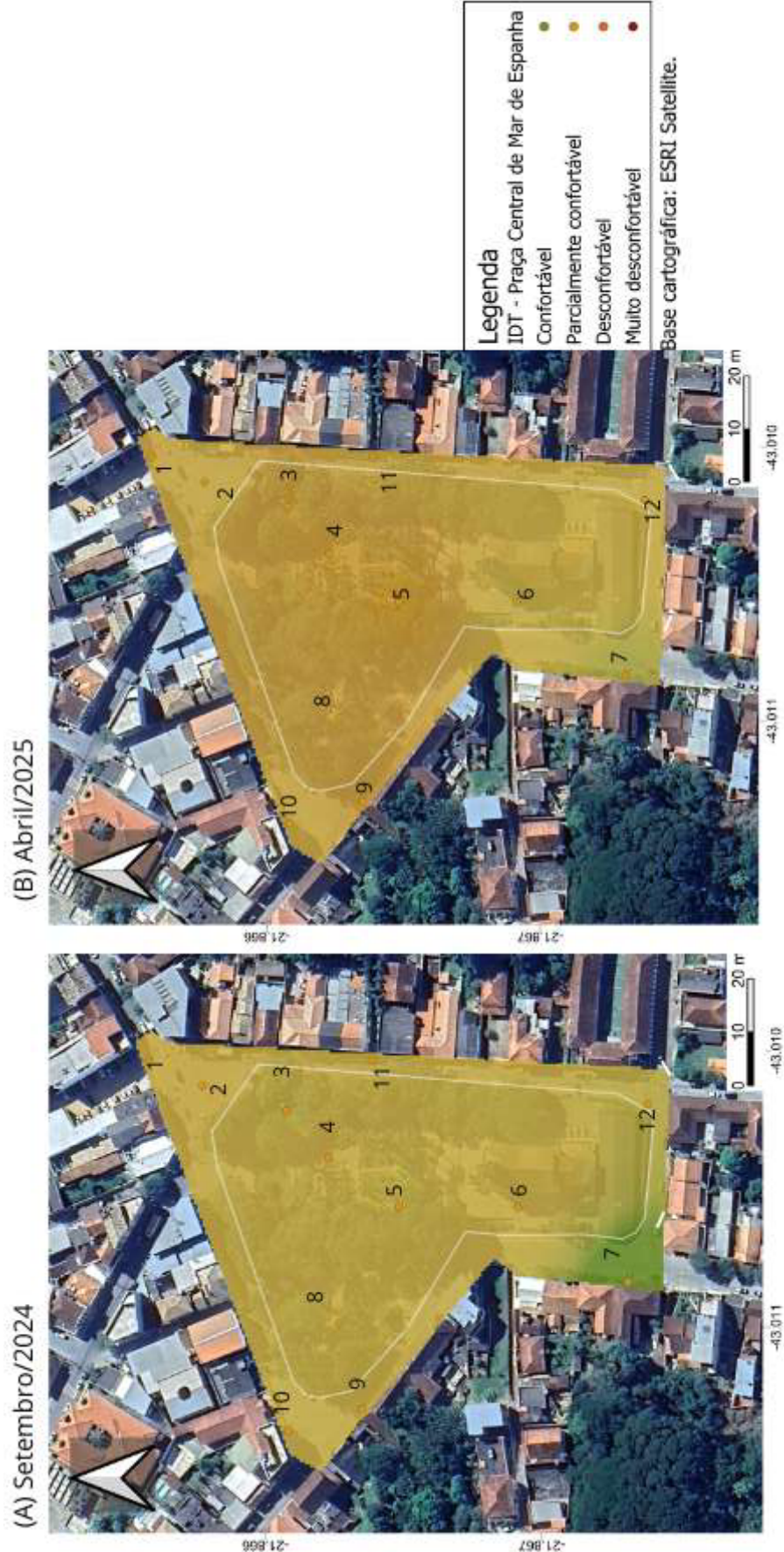
A análise dos resultados evidencia que o comportamento térmico da Praça Central de Mar de Espanha é condicionado predominantemente pela sazonalidade climática, embora a configuração morfológica e a cobertura vegetal exerçam também influência perceptível na distribuição espacial do desconforto.

Do ponto de vista físico (item 4.2), verificou-se que as diferenças entre campanhas foram mais expressivas que as variações espaciais entre pontos de medição, indicando que a magnitude térmica sazonal exerce papel determinante no desempenho microclimático da praça. Janeiro apresentou maiores temperaturas médias e maior permanência do calor ao longo do dia, enquanto abril registrou maior amplitude térmica diária, evidenciando forte oscilação intra-diária, porém com recuperação noturna mais eficiente.

A análise do Índice de Thom (item 4.3) confirmou que os horários críticos concentram-se no período de maior incidência radiativa, especialmente entre 12h e 15h. Espacialmente, observou-se maior severidade do desconforto nos pontos P7 a P12, com destaque para P12, que apresentou maior frequência de ocorrências classificadas como “muito desconfortável”. Em contrapartida, o ponto P11 apresentou comportamento sistematicamente mais estável, tanto em termos de amplitude térmica quanto de frequência de desconforto, sugerindo influência local de sombreamento ou características morfológicas específicas.

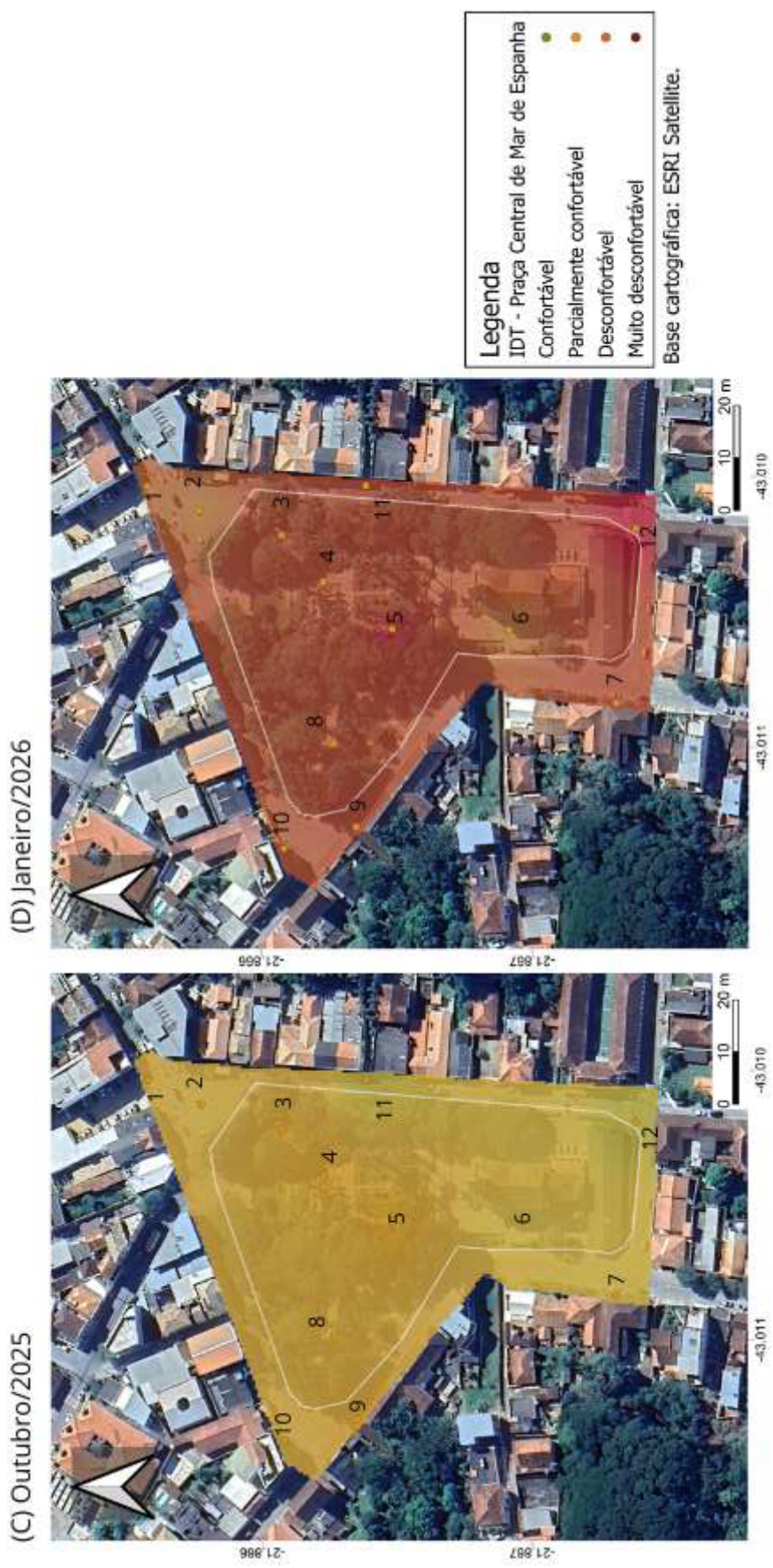
A representação cartográfica do Índice de Desconforto Térmico para as diferentes campanhas (Imagens 14 e 15) permite visualizar de forma sintética a distribuição espacial dessas condições na praça. O mapa referente à campanha de setembro evidencia predominância de condições classificadas como parcialmente confortáveis, com áreas pontuais de maior conforto térmico associadas a setores com maior cobertura arbórea. Já nas campanhas de abril e outubro observa-se aumento gradual das áreas classificadas como desconfortáveis, sobretudo nas bordas mais expostas da praça e nas zonas de transição com o sistema viário.

Imagem 14 – Distribuição Espacial Do Índice De Desconforto Térmico (IDT) Na Praça Central De Mar De Espanha nas Campanhas De Setembro/2024 E Abril/2025



Fonte: Dados da pesquisa. Base cartográfica ESRI Satellite. Elaboração da autora (2026).

Imagem 15 – Distribuição Espacial Do Índice De Desconforto Térmico (IDT) Na Praça Central De Mar De Espanha nas Campanhas De Outubro/2025 E Janeiro/2026



Fonte: Dados da pesquisa. Base cartográfica ESRI Satellite. Elaboração da autora (2026).

O cenário mais crítico é observado no mapa correspondente à campanha de janeiro, no qual grande parte da área da praça apresenta condições classificadas como desconfortáveis ou muito desconfortáveis. Esse padrão espacial reforça a influência predominante das condições climáticas sazonais, embora ainda seja possível identificar pequenas variações internas associadas à presença de vegetação e às relações de sombreamento no interior do espaço.

A comparação sazonal (item 4.4) reforçou o predomínio da influência climática regional, evidenciado pelo elevado número de ocorrências críticas em janeiro (48), em contraste com setembro (1 ocorrência). Esse contraste demonstra que, embora a morfologia da praça contribua para atenuar variações térmicas, sua capacidade de moderação é limitada frente às condições climáticas mais severas.

Durante o verão, a elevada frequência de ocorrências críticas (48 em janeiro) evidencia que a influência do clima regional se sobrepõe à capacidade moderadora local. Entretanto, a distribuição espacial do desconforto revela que setores mais protegidos por sombreamento arbóreo ou por relações H/W mais favoráveis apresentam menor severidade térmica, enquanto áreas mais expostas ao sistema viário e à materialidade mineral do entorno registram maior intensidade de estresse térmico.

Assim, os resultados sugerem que o conforto térmico no espaço público não depende exclusivamente das características internas da praça, mas é significativamente influenciado pela morfologia do entorno urbano, pela orientação das vias, pela presença ou ausência de barreiras vegetais e pela configuração volumétrica do tecido adjacente.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o conforto térmico da Praça Central de Mar de Espanha a partir da análise empírica das variáveis microclimáticas e examinar de que maneira a configuração do entorno urbano influencia o desempenho térmico do espaço em uma cidade de pequeno porte. A partir das campanhas de campo realizadas em setembro de 2024, abril de 2025, outubro de 2025 e janeiro de 2026, foi possível identificar padrões térmicos consistentes que permitem compreender a interação entre condições climáticas regionais e características morfológicas do ambiente urbano.

Os resultados demonstraram que a sazonalidade climática constitui o principal fator condicionante do comportamento térmico da praça. A campanha realizada em janeiro apresentou maior intensidade e permanência do estresse térmico, registrando 48 ocorrências classificadas como “desconfortável” ou “muito desconfortável”, enquanto setembro apresentou apenas uma ocorrência crítica. Abril e outubro apresentaram condições intermediárias, evidenciando que a intensidade do desconforto térmico varia significativamente ao longo do ano, acompanhando a dinâmica climática regional.

No que se refere às condições microclimáticas internas da praça, verificou-se que as diferenças térmicas entre os pontos de medição são relativamente reduzidas quando comparadas às variações sazonais entre campanhas. As amplitudes espaciais observadas indicam comportamento térmico relativamente homogêneo no interior do espaço, sugerindo que, embora existam pequenas variações locais associadas à presença de vegetação ou à exposição solar, não há concentração extrema de calor em um único setor da praça.

A análise do Índice de Desconforto Térmico (IDT) evidenciou que os períodos mais críticos ocorrem nos horários de maior incidência radiativa, especialmente entre 12h e 15h. Espacialmente, observou-se maior severidade do desconforto nos pontos localizados na porção sul e sudeste da praça, particularmente entre P7 e P12, com destaque para o ponto P12, que apresentou maior frequência de ocorrências classificadas como “muito desconfortável”. Em contraste, o ponto P11 apresentou comportamento mais estável, indicando possível influência de fatores locais como maior sombreamento arbóreo ou condições geométricas mais favoráveis.

A representação cartográfica do Índice de Desconforto Térmico médio por campanha reforça esses resultados ao evidenciar a distribuição espacial do estresse térmico na praça. Os mapas indicam que, embora existam variações internas associadas à presença de vegetação e às condições de sombreamento, o padrão predominante é relativamente homogêneo dentro do espaço analisado. Em contraste, a comparação entre campanhas evidencia aumento significativo do desconforto térmico durante o verão, com predominância de condições classificadas como desconfortáveis ou muito desconfortáveis.

A caracterização do entorno urbano permitiu identificar que parâmetros como volumetria edificada, presença de arborização e materialidade superficial exercem influência moduladora no desempenho térmico local. Setores associados a maior cobertura vegetal ou a relações geométricas mais favoráveis entre altura e largura das vias tendem a apresentar condições térmicas ligeiramente mais amenizadas. No entanto, os resultados indicam que tais fatores atuam como elementos de atenuação local, sem capacidade de neutralizar plenamente os efeitos das condições climáticas sazonais.

Nesse contexto, os resultados evidenciam que o desempenho térmico da praça resulta da interação entre fatores climáticos regionais e características morfológicas do entorno urbano. Embora a presença de vegetação e determinadas configurações espaciais contribuam para reduzir localmente o estresse térmico, a intensidade das condições climáticas durante o verão limita a eficácia dessas estratégias de moderação.

Como contribuição, esta pesquisa reforça a importância de considerar princípios de planejamento urbano climático na qualificação de espaços públicos em cidades pequenas. Estratégias como a ampliação da arborização, a adoção de materiais superficiais com menor capacidade de armazenamento térmico e a consideração das relações geométricas do espaço urbano podem contribuir para melhorar o desempenho microclimático desses ambientes.

Por fim, destaca-se que o estudo apresenta algumas limitações, como o número restrito de pontos de medição e a ausência de variáveis adicionais, como velocidade do vento e temperatura radiante média, que poderiam ampliar a compreensão do balanço térmico do espaço. Pesquisas futuras poderão aprofundar essa análise por meio da ampliação da malha amostral, da incorporação de

modelagens microclimáticas ou da avaliação de intervenções projetuais voltadas à mitigação do estresse térmico em espaços públicos urbanos.

REFERÊNCIAS

- ACHOURI, H.; DJAGHROURI, D.; BENABBAS, M. **Factors affecting microclimate and thermal comfort in outdoor spaces: a literature review.** Journal of Salutogenic Architecture, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 48–63, 2024. DOI: https://doi.org/10.38027/jsalutogenic_vol3no1_5.
- ALMEIDA, M. I. S. de et al. **Ilhas de calor urbano em Montes Claros – MG.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 40, p. 120–131, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/163718>. Acesso em: 24 abr. 2025.
- AMORIM, M. C. C. T. **Ilhas de calor em cidades tropicais de médio e pequeno porte: teoria e prática.** Curitiba: Appris, 2021.
- BOWLER, D. E. et al. **Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence.** Landscape and Urban Planning, [S. l.], v. 97, n. 3, p. 147–155, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.004>.
- BRANDÃO, L. K. de V.; BARBOSA, R. V. R.; TORRES, S. C. **Clima e planejamento urbano: uma reflexão sobre qualidade ambiental em cidades brasileiras.** In: PROJETOS e tecnologias: desempenho e qualidade do ambiente construído. Curitiba: Editora CRV, 2023. p. 143–157. DOI: <https://doi.org/10.24824/978652514079.7.143-157>.
- CARMONA, M.; HEATH, T.; OC, T.; TIESDELL, S. **Public places, urban spaces: the dimensions of urban design.** 2. ed. London: Routledge, 2010.
- CORRÊA, R. L. **O espaço urbano.** 4. ed. São Paulo: Ática, 1995.
- CORREIA, M. **Introdução.** In: MOSTAFAVI, M. et al. (org.). Urbanismo ecológico na América Latina. Barcelona: Gustavo Gili, 2019. p. 12.
- COSTA, I. T. et al. **A systematic review on human thermal comfort and methodologies for evaluating urban morphology in outdoor spaces.** Climate, [S. l.], v. 12, n. 3, art. 30, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli12030030>.
- CULLEN, G. **Paisagem urbana.** São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering.** Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.
- FERNANDES, M. E.; MASIERO, É. **Relação entre conforto térmico urbano e zonas climáticas locais.** urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, Curitiba, v. 12, e20190247, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190247>.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. T. R. **Manual de conforto térmico.** São Paulo: Studio Nobel, 2016.
- GARTLAND, L. **Heat islands: understanding and mitigating heat in urban areas.** London: Earthscan, 2008.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design**. New York: Wiley, 1998.

GONÇALVES, J. C. S. **Edifícios, ambiente construído e as relações intrínsecas do desempenho ambiental**. In: MOSTAFAVI, M. et al. (org.). *Urbanismo ecológico na América Latina*. Barcelona: Gustavo Gili, 2019. p. 42.

GOOGLE. **Google Earth**. [S. l.]: Google, 2025. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em: 30 abr. 2025.

HOLSTON, J. **A cidade modernista: uma crítica de Brasília e sua utopia**. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções da população brasileira por sexo e idade para o período 2010–2060**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: fev. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 3 set. 2025.

ISO. **ISO 7726: ergonomics of the thermal environment – instruments for measuring physical quantities**. Geneva: International Organization for Standardization, 1998.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

KRÜGER, E.; MINELLA, F.; RASIA, F. **Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil**. *Building and Environment*, [S. l.], v. 46, p. 621–634, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.09.006>.

LABAKI, L. C. et al. **Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 167–183, jan./mar. 2012.

LAUANDE JUNIOR, F. de A. **Brasília: a Praça dos Três Poderes**. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

LIMA ALVES, E. D. **Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas**. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 20, 2021. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/13956>. Acesso em: 24 fev. 2025.

LIMA, F. J. M. (org.). **Urbanismo em Minas Gerais pelas cidades**. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010.

LYNCH, K. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MAGNOLI, M. M. **Espaços livres e urbanização: uma introdução a aspectos da paisagem metropolitana**. São Paulo: FAUUSP, 2006.

MAR DE ESPANHA (MG). **Dossiê de tombamento: conjunto paisagístico Parque José Schettino**. Mar de Espanha: Prefeitura Municipal; MGTM Ltda., 2009.

MAR DE ESPANHA (MG). **Plano Diretor Participativo do Município de Mar de Espanha: Lei nº 1.188, de 20 de dezembro de 2007**. Mar de Espanha: Câmara Municipal, 2007.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2011.

MASCARÓ, J. L. **Desenho urbano e custos de urbanização**. 2. ed. Porto Alegre: D.C. Sagra Luzzatto, 1989.

MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2010.

MIDDEL, A. et al. **Impact of urban form and design on mid-afternoon microclimate in Phoenix Local Climate Zones**. *Landscape and Urban Planning*, [S. l.], v. 122, p. 16–28, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.11.004>.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, J. B.; SILVA, J. S.; SOUZA, R. A. **Conforto térmico humano em parques urbanos e praças públicas de Sobral-CE: uma análise sazonal microclimática**. *Geo Conexões*, v. 2, n. 1, p. 45–60, 2023.

MONTEIRO, L. M. **Conforto térmico em espaços urbanos abertos: verificações modelares como aportes à exploração de abordagens**. 2018. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.16.2018.tde-26112020-184250>.

NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS, S. **Thermal comfort in outdoor urban spaces: analysis across different European countries**. *Building and Environment*, [S. l.], v. 41, n. 11, p. 1455–1470, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.031>.

NOGUEIRA, L. L. et al. **O impacto da vegetação urbana no microclima: análise da redução de temperatura em áreas verdes**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 2, p. 312–324, 2019.

NOVAIS, G. T. (org.). **Climas do Brasil: classificação climática e aplicações**. Porto Alegre: Total Books, 2023.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2. ed. London: Routledge, 1987.

OKE, T. R. **Urban climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.

OLIVEIRA, T. A. de. **O clima urbano como risco climático: uma abordagem a partir dos extremos de precipitação e temperatura em Juiz de Fora – MG**. 2019.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

PEREIRA, J. D. S. **As áreas verdes na qualidade térmica urbana: análise de cenários parametrizados em cidade de clima semiárido**. 2020. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

RIBAS, L. V. S.; SANTOS, T. R.; CASTELO BRANCO, V. T. F. **Análise do impacto de diferentes estratégias de pavimentação sobre o microclima urbano**. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2023, Santos. Anais... Santos: ANPET, 2023.

ROBBA, F.; MACEDO, S. S. **Praças brasileiras**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2010.

RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, J. **Ilha urbana de calor superficial e a energia das edificações: visualização dos fluxos do clima urbano**. Pós – Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, São Paulo, v. 23, n. 41, p. 122–139, 2016.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2017.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 3. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. 4. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2014.

SANTAMOURIS, M. **Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island — a review of the actual developments**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, [S. l.], v. 26, p. 224–240, 2013.

SANTOS, J. S. dos. **Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo: o caso de Campina Grande-PB**. 2011. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SHARIFI, A. **Urban sustainability assessment: an overview and bibliometric analysis**. Ecological Indicators, [S. l.], v. 121, art. 107102, 2021.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. H. S. **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, 2018.

SILVA, B. G.; SILVA, C. F. **O impacto da vegetação urbana no conforto térmico na escala local do Distrito Federal – DF**. MIX Sustentável, v. 6, n. 2, p. 89–98, 2020.

SOUZA, R. O.; ALBERTO, K. C.; BARBOSA, S. **Efeitos da vegetação na qualidade térmica urbana: cenários parametrizados no clima tropical mesotérmico**. PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 15, e024023, 2024.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade**. São Paulo: Edusp, 2014.

THOM, E. C. **The discomfort index**. Weatherwise, v. 12, n. 2, p. 57–60, 1959.

WHYTE, W. H. **The social life of small urban spaces**. New York: Project for Public Spaces, 1980.

YAHIA, M. W. et al. **Effect of urban design on microclimate and thermal comfort outdoors in warm-humid Dar es Salaam, Tanzania**. International Journal of Biometeorology, v. 62, n. 3, p. 373–385, 2018.

ZHANG, J.; LI, Z.; HU, D. **Effects of urban morphology on thermal comfort at the micro-scale**. Sustainable Cities and Society, v. 86, p. 104150, 2022.