



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

RAFAELA GOMES ALBUQUERQUE

**ENTRE O ASFALTO E A FOLHAGEM: a arborização urbana como
fator de amenização dos efeitos das ilhas de calor em avenidas de
Teresina-PI**

**TERESINA
2025**

RAFAELA GOMES ALBUQUERQUE

ENTRE O ASFALTO E A FOLHAGEM: a arborização urbana como
fator de amenização dos efeitos das ilhas de calor em avenidas de
Teresina-PI

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Gestão Ambiental do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Teresina Central.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jacqueline Santos Brito.

TERESINA

2025

**ENTRE O ASFALTO E A FOLHAGEM: a arborização urbana como
fator de amenização dos efeitos das ilhas de calor em avenidas de
Teresina-PI**

Rafaela Gomes Albuquerque¹
Profa. Dra. Jacqueline Santos Brito²

RESUMO

O crescimento urbano desordenado em Teresina, Piauí, associado à redução de áreas verdes, intensifica a formação de ilhas de calor urbanas, impactando negativamente o microclima e o conforto térmico da população. Este estudo teve como objetivo analisar a influência da arborização, do uso do solo e da morfologia urbana sobre a temperatura e a umidade, bem como mapear as áreas suscetíveis à formação de ilhas de calor urbanas em cinco avenidas estratégicas da cidade: Frei Serafim, Miguel Rosa, Industrial Gil Martins, Barão de Gurguéia e Maranhão. A metodologia combinou levantamento bibliográfico, análise de imagens de satélite e pesquisa de campo, com medições de temperatura e umidade, além da avaliação da cobertura vegetal. Os dados foram organizados em mapas temáticos, permitindo identificar os trechos mais críticos e as variações microclimáticas ao longo do dia. Os resultados indicam que áreas com baixa arborização e alta impermeabilização apresentam maiores temperaturas e menor umidade, enquanto trechos próximos à vegetação ou corpos hídricos registram condições mais amenas, evidenciando a influência da cobertura vegetal na dinâmica microclimática urbana. Conclui-se que a arborização urbana exerce papel decisivo na regulação térmica, na melhoria do microclima e no aumento do conforto ambiental, configurando-se como estratégia essencial para o planejamento urbano sustentável em cidades tropicais.

Palavras-chave: ilhas de calor; arborização urbana; microclima; temperatura; umidade.

ABSTRACT

Disordered urban growth in Teresina, Piauí, associated with the reduction of green areas, intensifies the formation of urban heat islands, negatively impacting the microclimate and the thermal comfort of the population. This study aimed to analyze the influence of urban vegetation, land use, and urban morphology on temperature and humidity, as well as to map areas susceptible to the formation of urban heat islands in five strategic avenues of the city: Frei Serafim, Miguel Rosa, Industrial Gil Martins, Barão de Gurguéia, and Maranhão. The methodology combined bibliographic research, satellite image analysis, and field surveys, including measurements of temperature and humidity, in addition to the evaluation of vegetation cover. The data were organized into thematic maps, allowing the identification of the most critical sections and microclimatic variations throughout the day. The results indicate that areas with low vegetation cover and high impermeabilization present higher temperatures

¹ Graduanda em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Piauí. raafalbu2005@gmail.com

² Doutora em Geografia. Instituto Federal do Piauí. jacquelinebrito@ifpi.edu.br

and lower humidity, while sections close to vegetation or water bodies register milder conditions, highlighting the influence of vegetation cover on urban microclimatic dynamics. It is concluded that urban vegetation plays a decisive role in thermal regulation, improving the microclimate and increasing environmental comfort, constituting an essential strategy for sustainable urban planning in tropical cities.

Keywords: heat islands; urban greenery; microclimate; temperature; humidity.

Data de aprovação: 10/12/2025

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil, marcado pela expansão acelerada e pela ausência de planejamento adequado, tem provocado alterações significativas no microclima urbano, especialmente pela intensificação das ilhas de calor urbanas (ICUs). Esse fenômeno resulta da substituição de áreas vegetadas por superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, que elevam as temperaturas e ampliam o desconforto térmico da população (Amorim et al., 2019; Porangaba et al., 2017). A urbanização brasileira, conforme Deák e Schiffer (2004), foi fortemente influenciada por políticas de modernização e industrialização a partir da década de 1950, o que gerou crescimento rápido, mas desordenado, sem considerar adequadamente as demandas ambientais.

No Nordeste, tais impactos tornam-se ainda mais expressivos devido às características climáticas da região, marcadas por altas temperaturas e longos períodos de estiagem. Esse cenário se agrava com o crescimento urbano desordenado, que nem sempre foi acompanhado por políticas públicas capazes de garantir infraestrutura adequada e qualidade de vida à população. Neves (2023) aponta que a chamada “explosão urbana” nordestina resultou em cidades densamente ocupadas, mas com deficiências na distribuição de áreas verdes e serviços ambientais, favorecendo o surgimento de problemas sociais e ambientais.

No Piauí, essa dinâmica é visível na capital, Teresina, planejada em meados do século XIX com o intuito de organizar o espaço urbano. Entretanto, nas décadas seguintes, especialmente após 1950, o crescimento urbano ocorreu de forma desarticulada, sem adaptações às novas demandas sociais, econômicas e ambientais, o que segundo Lima (2020), resultou em ocupação irregular do solo, aumento da impermeabilização e redução das áreas vegetadas. Andrade (2009) ressalta que, em um clima tropical semi úmido como o de Teresina, em que as temperaturas podem chegar a 40 °C nos períodos mais quentes do ano, a presença de

vegetação torna-se essencial para amenizar o desconforto térmico e melhorar a qualidade de vida.

Apesar disso, a cidade apresenta atualmente graves deficiências de arborização, sobretudo em suas principais avenidas, onde muitas vezes as vegetações existentes na cidade encontram-se mal cuidadas. Essa carência agrava a formação das ICUs, comprometendo não apenas o conforto térmico, mas também a qualidade ambiental urbana. Lima (2002) destaca que a distribuição irregular da vegetação constitui um dos principais problemas socioambientais enfrentados pelas cidades brasileiras. Feitosa et al. (2011) acrescentam que, mesmo quando havia maior presença de cobertura vegetal em décadas passadas, a tendência de substituição por construções e pavimentação tem avançado de forma contínua.

A importância da arborização como alternativa de mitigação é reforçada por diversos estudos. Bernardes (2024) demonstra que áreas com significativa presença de cobertura vegetal podem registrar temperaturas até 5 °C mais baixas em comparação a locais desprovidos de arborização. De forma semelhante, Angeli e Amorim (2023) evidenciam que áreas verdes são fundamentais não apenas para reduzir temperaturas, mas também para melhorar a qualidade do ar, oferecer sombra e proporcionar bem-estar à população.

Diante desse contexto, torna-se evidente que os impactos da urbanização desordenada, somados ao déficit de áreas verdes, demandam soluções baseadas em planejamento urbano sustentável. A arborização urbana surge como medida eficaz para reduzir os efeitos das ilhas de calor urbanas e melhorar a ambiência climática. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar a influência da arborização, do uso do solo e da morfologia urbana sobre a temperatura e a umidade, bem como mapear as áreas suscetíveis à formação de ilhas de calor urbanas em cinco avenidas estratégicas da cidade de Teresina: Frei Serafim, Miguel Rosa, Maranhão, Barão de Gurguéia e Industrial Gil Martins.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FORMAÇÃO DAS CIDADES E OS IMPACTOS NO ECOSISTEMA URBANO

A origem das cidades está ligada a processos históricos de transformação social e econômica. Castro (2018) explica que, no final do período feudal, o aumento da produção agrícola gerou excedentes que impulsionaram o comércio e favoreceram o crescimento dos núcleos urbanos. Entre os fatores que explicam a expansão das cidades brasileiras, destaca-se o êxodo rural, intensificado a partir da segunda metade do século XX. De acordo com Amorim

(2020), o avanço da mecanização agrícola e a concentração fundiária levaram muitas pessoas a migrarem para os centros urbanos em busca de trabalho. Esse movimento resultou em crescimento populacional acelerado, nem sempre acompanhado de infraestrutura adequada, ocasionando exclusão social, degradação ambiental e alterações profundas na paisagem urbana, como a substituição de áreas verdes por construções, a pavimentação do solo e o aumento das fontes de calor artificial.

Nesse contexto, diversas cidades consolidaram-se, abandonando gradualmente a lógica rural voltada à subsistência. A partir dessas análises, compreende-se que boa parte das cidades brasileiras surgiu em áreas rurais, transformando-se em ambientes urbanos caracterizados como ecossistemas urbanos, ou seja, sistemas complexos compostos pela interação entre a sociedade, o ambiente natural e as estruturas físicas.

Mucelin (2010) aprofunda essa discussão ao destacar que práticas culturais urbanas, como o consumo excessivo de bens e recursos, influenciam diretamente a configuração ambiental das cidades. Além disso, muitos problemas ambientais acabam sendo naturalizados pela população em razão da rotina urbana. Apesar disso, persiste entre os moradores o desejo de viver em cidades saudáveis, com qualidade de vida, ar limpo e acesso à água. Contudo, o modo como os espaços urbanos são utilizados e transformados frequentemente entra em conflito com esse ideal.

Nesse cenário, a vegetação urbana desempenha papel essencial, oferecendo serviços ecossistêmicos como filtragem do ar, interceptação de ruídos, regulação das águas pluviais, sequestro de carbono, bem-estar psicológico e mitigação das temperaturas urbanas. Em climas tropicais, esses serviços tornam-se ainda mais relevantes para reduzir as ilhas de calor urbanas (ICUs), conservar a biodiversidade e elevar a qualidade de vida da população (GAUDERETO et al., 2018).

A ausência de planejamento urbano sustentável é um dos principais fatores que contribuem para os desequilíbrios ambientais. Em muitos casos, a urbanização ocorre de maneira desordenada, priorizando a expansão física em detrimento da preservação ambiental, sobrecarregando as infraestruturas urbanas e intensificando os problemas socioambientais. Segundo Teixeira e Pessoa (2021), a falta de políticas integradas e de uma gestão territorial eficaz favorece a ocupação irregular, a impermeabilização do solo e a redução das áreas verdes, comprometendo diretamente a qualidade de vida da população.

Outro desafio crescente é a intensificação das temperaturas extremas, especialmente em áreas com baixa cobertura vegetal. Esse fenômeno decorre da substituição de superfícies naturais por materiais impermeáveis, que acumulam calor e favorecem a formação das ICUs,

intensificando o desconforto térmico. Conforme Oke (apud Silva et al., 2023), os efeitos das ilhas de calor urbanas manifestam-se com maior intensidade nos períodos de maior insolação, quando os materiais urbanos acumulam e posteriormente liberam calor. Essa observação contribui para compreender como a falta de vegetação potencializa as diferenças térmicas em cidades tropicais reforçando a necessidade de estratégias de arborização para mitigar o fenômeno.

2.2 O PAPEL DA ARBORIZAÇÃO URBANA NA QUALIDADE AMBIENTAL DAS CIDADES

As áreas verdes urbanas sempre desempenharam um papel importante ao longo da história da humanidade. Conforme destaca Loboda (2005), desde o Egito Antigo os jardins eram utilizados como estratégias para amenizar o calor excessivo nas residências. Na China, esses espaços vegetados possuíam forte simbolismo espiritual e religioso. No Brasil, desde o período colonial, as praças passaram a ser elementos valorizados nas cidades, tanto pelo convívio social quanto pela arquitetura paisagística.

A arborização urbana pode ser conceituada como toda a vegetação arbórea presente no entorno urbano, englobando desde árvores isoladas em calçadas até bosques, praças, parques e canteiros de vias públicas. Ela representa um dos principais componentes bióticos das cidades, desempenhando funções ecológicas, paisagísticas, sociais e climáticas (BARGOS *et al.*, 2011).

Loboda (2005) afirma que as áreas verdes proporcionam benefícios em três dimensões principais: ecológica, estética e social. Ecologicamente, contribuem para a purificação do ar, controle do microclima e manutenção da biodiversidade. Esteticamente, promovem a valorização visual dos espaços urbanos. Socialmente, favorecem o bem-estar, a qualidade de vida e o uso dos espaços de lazer pela população. Portanto, à luz dessa perspectiva, e considerando autores como Londe *et al.* (2014), quando bem estruturadas e dotadas de segurança e infraestrutura adequada, as áreas verdes promovem o lazer, o convívio social e a prática de atividades físicas, fatores essenciais para a qualidade de vida nas cidades.

Com a intensificação da urbanização, observa-se o aumento de superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, o que causa a redução das áreas verdes nas cidades. De acordo com Soares (2022), essa mudança acarreta impactos diretos, como a perda da permeabilidade do solo, a redução da qualidade do ar e do conforto térmico, além de contribuir para o agravamento de eventos climáticos extremos.

Nesse cenário, a arborização urbana se destaca como uma das principais estratégias de compensação ambiental, especialmente por sua relação direta com a regulação térmica das cidades. A vegetação exerce papel essencial no equilíbrio climático ao amenizar os efeitos das transformações provocadas pelo adensamento urbano. Conforme aponta Alves (1995), o meio urbano difere substancialmente do rural por fatores como a cobertura do solo, a presença reduzida de áreas verdes e a concentração de edificações e poluentes, elementos que alteram significativamente as condições climáticas locais, influenciando a radiação solar, a umidade relativa do ar e a circulação dos ventos.

As árvores, ao interceptarem a radiação solar e promoverem a evapotranspiração, contribuem para a diminuição da temperatura ambiente, tornando-se fundamentais em regiões onde o desconforto térmico é acentuado (EMBRAPA, 2005). Nesse sentido, a vegetação arbórea atua como barreira natural contra os efeitos do calor excessivo, contribuindo de forma decisiva para a melhoria do microclima urbano.

Esse papel também se evidencia na mitigação das ICUs, fenômeno intensificado pela substituição da cobertura vegetal por construções e superfícies impermeáveis. Como explicam os estudos de Amorim (2020):

“A expansão das áreas urbanas e as maneiras pelas quais a sociedade se organiza no território modificam radicalmente a paisagem natural. A substituição da vegetação por construções e a impermeabilização generalizada do solo (alteração no balanço de energia pela capacidade diferenciada de absorção e reflexão dos materiais presentes na superfície), associada às atividades humanas (aumento do calor produzido pelos veículos, pelas indústrias, pelos climatizadores de ambientes internos), proporcionam o aumento da temperatura nas cidades, formando as ilhas de calor.” (AMORIM, 2020, p. 02).

Além disso, as ICUs impactam significativamente o conforto térmico da população. Amorim (2020) observa que essas ilhas apresentam maior intensidade no período noturno, quando as superfícies construídas liberam o calor acumulado durante o dia, elevando a temperatura do ar. Em contraste, áreas com vegetação, arbórea ou rasteira, mantêm-se mais frescas, reduzindo as temperaturas locais e a sensação de calor. O estudo detalhado da distribuição e evolução das ICUs permite identificar locais críticos e subsidiar ações de mitigação, como a ampliação da arborização urbana e a preservação de áreas permeáveis, essenciais para melhorar o microclima urbano e a qualidade de vida, sobretudo para os grupos mais vulneráveis.

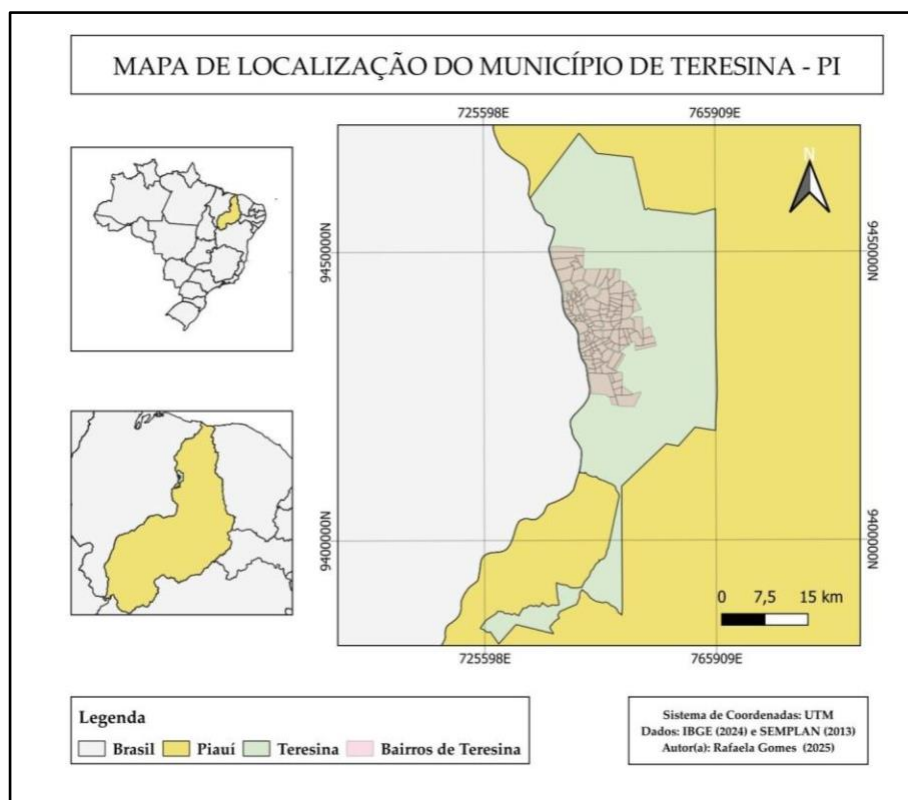
Dessa forma, a arborização urbana não apenas contribui para o equilíbrio climático, mas também se consolida como um dos principais indicadores de qualidade ambiental urbana, refletindo diretamente na saúde, bem-estar e equilíbrio ecológico das cidades.

3 ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida na cidade de Teresina (Figura 01), capital do estado do Piauí, localizada na região Nordeste do Brasil. O município possui uma extensão territorial de aproximadamente 1.392 km² e uma população estimada em 866.300 habitantes (IBGE, 2022). A cidade foi oficialmente fundada em 16 de agosto de 1852 e destaca-se por ter sido a primeira capital brasileira planejada, com um traçado urbano geométrico caracterizado por logradouros dispostos em linhas paralelas, orientados a partir do Rio Parnaíba em direção ao Rio Poti. Teresina apresenta clima tropical semiúmido, com altas temperaturas durante todo o ano e duas estações bem definidas: uma seca e outra chuvosa. Administrativamente, a cidade é dividida em cinco zonas: Norte, Sul, Sudeste, Leste e Centro (SEMPPLAN, 2018).

Figura 01: Localização do município de Teresina, Piauí

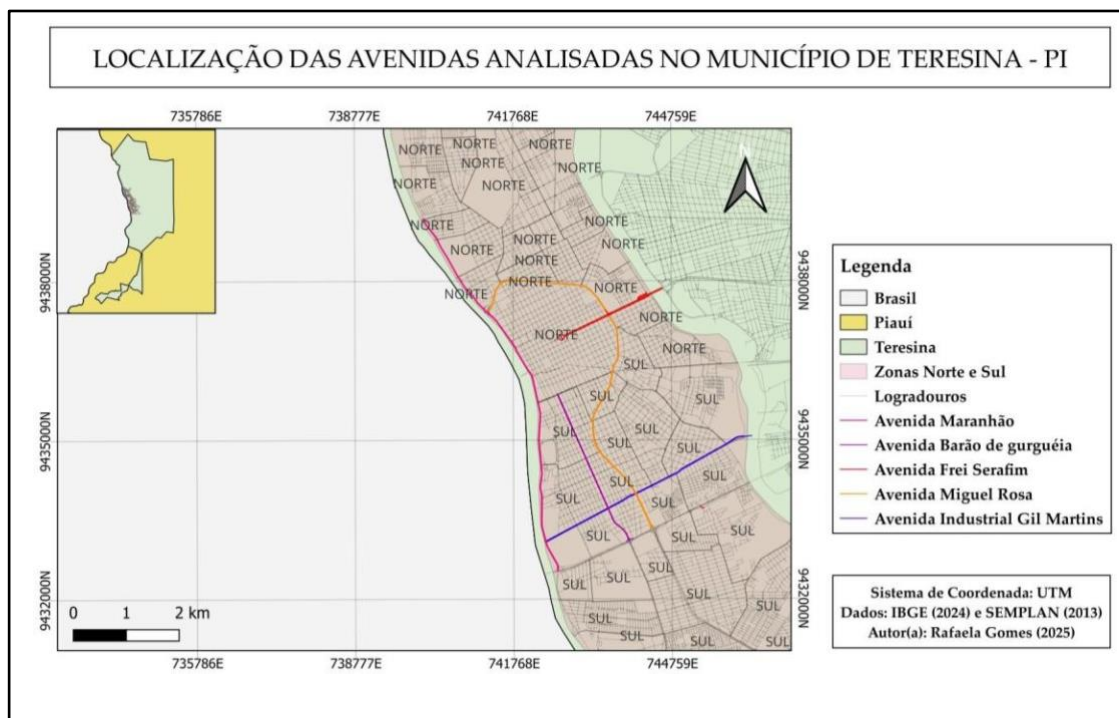


Fonte: Autores (2025)

A área de estudo compreende cinco avenidas principais situadas na Zona Central e Sul de Teresina: Avenida Frei Serafim, Avenida Maranhão, Avenida Miguel Rosa, Avenida

Industrial Gil Martins e Avenida Barão de Gurguéia (Figura 2). Essas avenidas percorrem tanto áreas centrais quanto periféricas da cidade, desempenhando papel fundamental na mobilidade urbana, integração socioeconômica e dinâmica territorial de Teresina.

Figura 02 – Localização das Avenidas



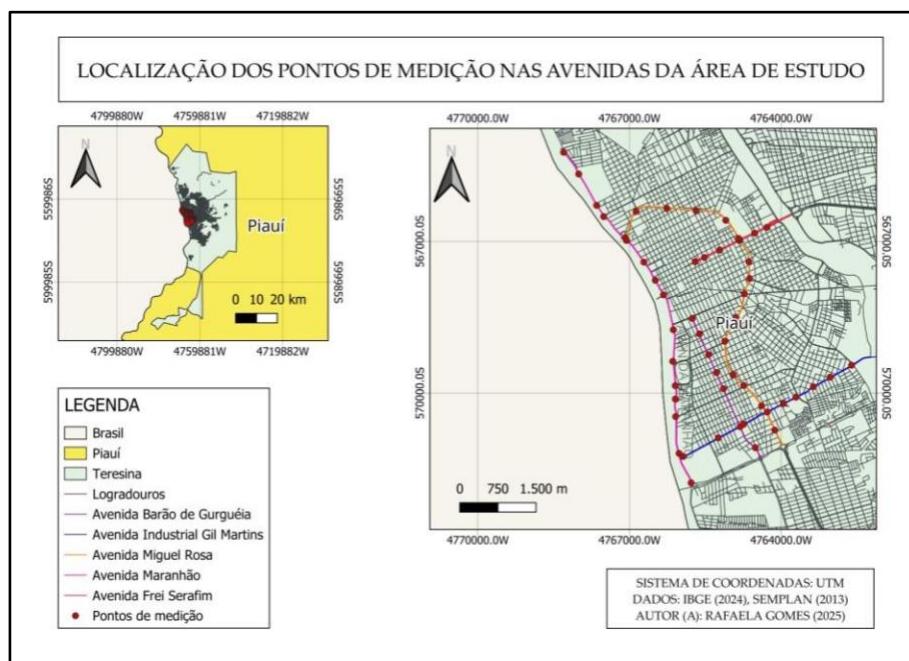
Fonte: Autores (2025)

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa apresenta caráter exploratório e descritivo, com o propósito de identificar e descrever fenômenos ambientais urbanos relacionados às ilhas de calor. A abordagem metodológica adotada é qualitativa e quantitativa. No âmbito qualitativo, foram considerados fatores como a descrição da arborização local, o tipo de uso e ocupação do solo, bem como outros elementos visuais observados in loco. Já a abordagem quantitativa baseou-se na coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar em pontos distribuídos ao longo das cinco avenidas de Teresina. A quantidade de pontos variou entre as avenidas, sendo definida conforme sua extensão, as condições de acesso e a presença de características urbanas relevantes, como sombreamento, fluxo veicular, largura da via e adensamento construtivo.

Os pontos foram georreferenciados, garantindo precisão na localização e permitindo a análise espacial dos resultados (Figura 03).

Figura 03 – Localização dos pontos analisados em cada avenida da pesquisa



Fonte: Autores (2025)

O desenvolvimento da pesquisa foi realizado em etapas sequenciais, com o objetivo de atender aos objetivos propostos. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, com levantamento e análise de teses, dissertações, artigos científicos, livros e sites institucionais diretamente relacionados ao tema das ilhas de calor e da arborização urbana.

Na segunda etapa, utilizou-se o software Google Earth, por meio de imagens de satélite, para a seleção dos pontos estratégicos ao longo das avenidas contempladas pelo estudo. A definição do espaçamento entre os pontos variou entre 300 e 500 metros, em função das diferenças de extensão entre as avenidas analisadas. Na Avenida Frei Serafim, por possuir menor extensão em relação às demais, os pontos foram distribuídos a cada 300 metros. Já nas demais avenidas, Miguel Rosa, Maranhão, Barão de Gurguéia e Industrial Gil Martins, adotou-se o espaçamento de 500 metros entre os pontos, garantindo uma cobertura espacial adequada e representativa ao longo de cada via.

A pesquisa de campo foi estruturada em duas fases distintas. A primeira fase ocorreu no mês de julho de 2025 e teve como objetivo a análise do uso e ocupação do solo, bem como a identificação da arborização existente nas avenidas estudadas. As atividades de campo foram realizadas no período da tarde, entre 13h e 15h. Na Avenida Frei Serafim, a coleta ocorreu no dia 29 de julho de 2025, enquanto nas demais avenidas (Miguel Rosa, Maranhão, Barão de Gurguéia e Industrial Gil Martins) as observações foram realizadas no dia 31 de julho de 2025.

Nessa etapa, foram realizadas observações diretas e anotações qualitativas sobre a presença ou ausência de vegetação nos pontos previamente definidos, bem como sobre o estado geral da arborização. Não houve contagem do número de indivíduos arbóreos nem identificação detalhada de todas as espécies, sendo registradas apenas aquelas que se mostraram mais recorrentes ao longo das avenidas.

A segunda fase da pesquisa de campo concentrou-se na medição da temperatura do ar e da umidade relativa, realizada nos meses de outubro e novembro de 2025. Essa etapa foi organizada considerando a viabilidade de deslocamento entre as avenidas e buscou contemplar diferentes períodos do dia, a fim de captar variações térmicas e microclimáticas. As medições ocorreram nos períodos da manhã (8h às 9h), tarde (15h às 16h) e noite (19h às 20h), utilizando-se instrumentos apropriados, como termômetro e higrômetro (Figura 04), manuseados de forma padronizada em todos os pontos de medição.

No mês de outubro, as medições foram realizadas na Avenida Frei Serafim no dia 09 de outubro de 2025. Já no mês de novembro, a coleta de dados ocorreu no dia 03 de novembro de 2025, na Avenida Miguel Rosa; no dia 04 de novembro de 2025, na Avenida Maranhão; e no dia 06 de novembro de 2025, nas Avenidas Barão de Gurguéia e Industrial Gil Martins. Neste último caso, as duas avenidas foram avaliadas no mesmo dia devido à menor extensão territorial, o que possibilitou a realização das medições nos três períodos do dia de forma consecutiva e em horários semelhantes.

Figura 04 – Termômetro e Higrômetro utilizados durante a coleta de dados



Fonte: Autores (2025)

Por fim, a partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores, procedeu-se à elaboração de mapas temáticos utilizando o software QGIS, os quais destacam as temperaturas e os valores de umidade referentes aos pontos analisados, permitindo identificar, em cada avenida, as

maiores e menores temperaturas, bem como os níveis mais altos e mais baixos de umidade registrados ao longo do percurso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da cobertura vegetal nas avenidas estudadas permitiu identificar diferenças significativas quanto à composição florística e à distribuição das espécies arbóreas, fatores diretamente relacionados à dinâmica térmica urbana. Na Avenida Frei Serafim, observou-se a predominância do oiti (*Licania tomentosa*), espécie amplamente utilizada na arborização urbana devido à sua copa densa e capacidade de sombreamento, contribuindo para a redução da incidência direta de radiação solar sobre o solo e as superfícies pavimentadas.

Na Avenida Barão de Gurguéia, destacam-se a presença da carnaúba (*Copernicia prunifera*) e do caneleiro (*Cenostigma macrophyllum*). A carnaúba, embora símbolo da vegetação regional, apresenta copa mais aberta, oferecendo sombreamento limitado quando comparada a espécies de copa mais fechada, enquanto o caneleiro contribui de forma moderada para o conforto térmico local. Já na Avenida Industrial Gil Martins, as espécies mais frequentes foram o pau-ferro (*Libidibia ferrea*) e o caneleiro, ambas com potencial de sombreamento, porém distribuídas de forma irregular ao longo da via, o que reduz sua eficácia na mitigação do calor urbano.

Na Avenida Maranhão, identificou-se maior ocorrência de mangueiras (*Mangifera indica*), carnaúbas e bambu (*Bambusa vulgaris*). A mangueira, por apresentar copa ampla e densa, exerce papel relevante na redução das temperaturas locais, enquanto o bambu, apesar de contribuir para a vegetação do ambiente, possui efeito mais restrito ao microclima imediato. Por fim, na Avenida Miguel Rosa, as espécies mais recorrentes foram o angico-branco (*Anadenanthera colubrina*) e o oiti, espécies que, quando bem distribuídas, favorecem o sombreamento e o aumento da umidade relativa do ar.

Com o objetivo de sintetizar as características da cobertura vegetal identificada nas avenidas analisadas, o Quadro 1 apresenta uma descrição qualitativa das espécies predominantes, considerando aspectos como tipo de copa, distribuição ao longo das vias e potencial de sombreamento, elementos diretamente associados à influência da vegetação no microclima urbano.

Quadro 1: Caracterização da cobertura vegetal nas avenidas analisadas

Avenida	Espécies predominantes	Tipo de copa	Distribuição da vegetação	Potencial de sombreamento
Frei Serafim	<i>Licania tomentosa</i> (oiti)	Densa e ampla	Relativamente contínua ao longo da via	Alto
Barão de Gurguéia	<i>Copernicia prunifera</i> (carnaúba); <i>Cenostigma macrophyllum</i> (caneleiro)	Aberta (carnaúba) e moderada (caneleiro)	Esporádica, com espaçamento entre indivíduos	Médio a baixo
Industrial Gil Martins	<i>Libidibia ferrea</i> (pau-ferro); <i>Cenostigma macrophyllum</i> (caneleiro)	Moderada	Irregular, com trechos pouco arborizados	Médio
Maranhão	<i>Mangifera indica</i> (mangueira); <i>Copernicia prunifera</i> (carnaúba); <i>Bambusa vulgaris</i> (bambu)	Densa (mangueira) e aberta (carnaúba)	Concentrada em trechos específicos	Alto (localizado)
Miguel Rosa	<i>Anadenanthera colubrina</i> (angico-branco); <i>Licania tomentosa</i> (oiti)	Moderada a densa	Descontínua, com árvores isoladas	Médio

Fonte: Pesquisa Direta (2025)

A presença de vegetação nos canteiros centrais das avenidas exerce influência positiva sobre o conforto térmico urbano, contribuindo para a redução das temperaturas, o bem-estar dos transeuntes e a melhoria do aspecto estético e paisagístico da cidade. Em cidades de clima tropical quente, como Teresina, a arborização urbana configura-se como uma estratégia

essencial para a melhoria das condições ecológicas e edafoclimáticas do ambiente urbano (Veloso, 2016).

A dinâmica térmica urbana observada nas cinco avenidas analisadas em Teresina evidencia, de forma consistente, a influência direta da cobertura vegetal, da morfologia urbana e do adensamento construtivo na formação de ilhas de calor urbanas. Estudos como o de Souza et al. (2024) demonstram que áreas densamente construídas, pavimentadas e com baixa arborização tendem a apresentar temperaturas mais elevadas, em razão do acúmulo de calor sensível associado a materiais como asfalto, concreto e superfícies metálicas.

Os dados coletados nas avenidas Frei Serafim, Miguel Rosa, Maranhão, Barão de Gurguéia e Industrial Gil Martins (Quadro 02) confirmam essa tendência, ao evidenciar comportamentos térmicos distintos entre vias mais arborizadas e aquelas com maior predominância de impermeabilização do solo. Observa-se que, mesmo ao longo de uma mesma avenida, a presença localizada de árvores maduras, praças, canteiros vegetados ou a proximidade com corpos hídricos contribui significativamente para a redução das temperaturas, corroborando os achados de Oliveira e Ramos (2022), que destacam a vegetação urbana como elemento fundamental na mitigação do calor.

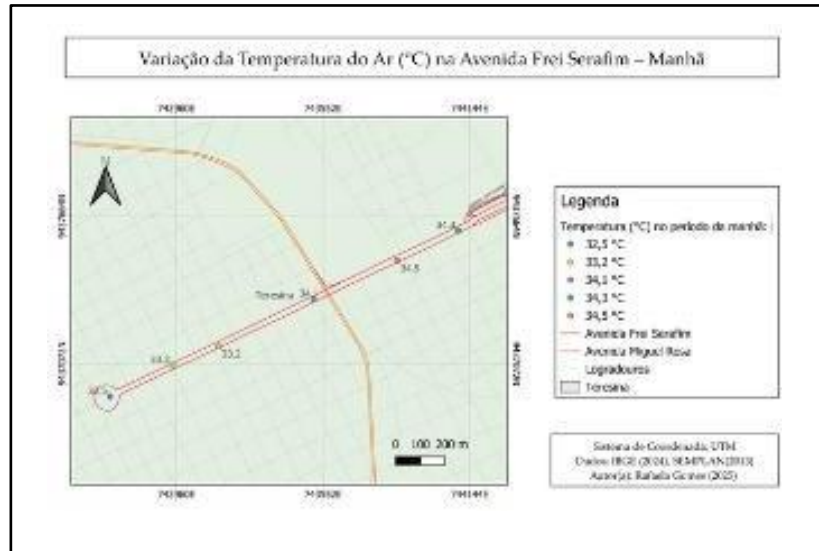
Quadro 02 - Comparação dos valores máximos e mínimos de temperatura e umidade relativa do ar nas avenidas analisadas no estudo

Avenida	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Umidade Máxima (%)	Umidade Mínima (%)
Frei Serafim	38,8 °C	32,5 °C	51%	32%
Miguel Rosa	38,6 °C	30,1 °C	55%	25%
Maranhão	37,9 °C	31,0 °C	57%	27%
Industrial Gil Martins	37,0 °C	31,3 °C	53%	36%
Barão de Gurguéia	35,4 °C	30,8 °C	56%	38%

Fonte: Autoras (2025)

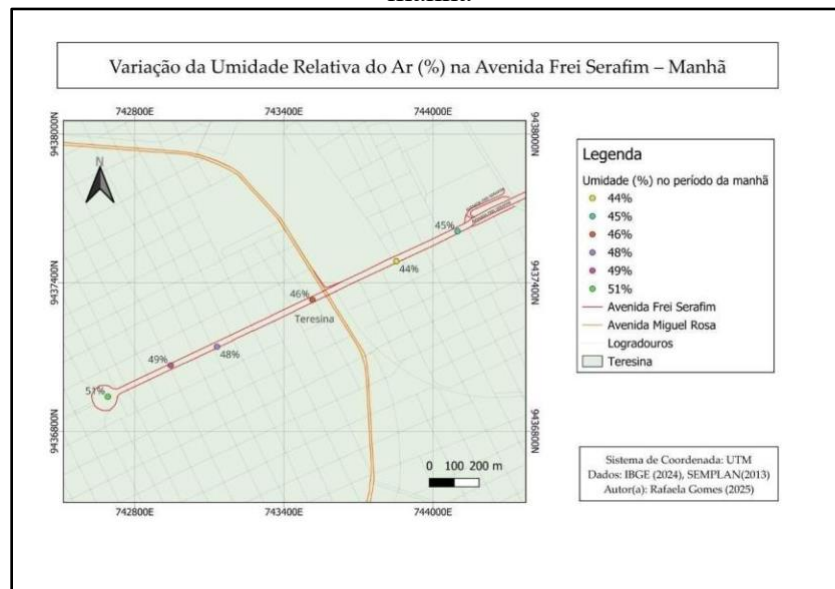
A Avenida Frei Serafim apresenta uma configuração urbana relativamente ampla, com calçadas largas e presença de canteiro central, porém com arborização insuficiente em pontos próximos a cruzamentos na avenida. Observou-se, durante a medição matutina, temperaturas variando entre 32,5 °C e 34,5 °C, associadas a umidades entre 51% e 49% (Figura 05 e 06).

Figura 05: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Frei Serafim no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

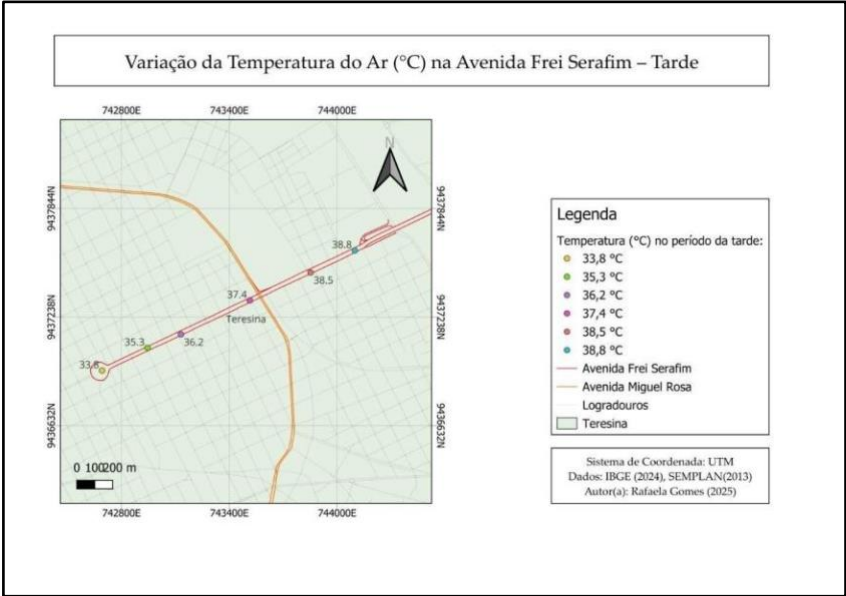
Figura 06: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Frei Serafim no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013);
Elaborado pelas autoras (2025)

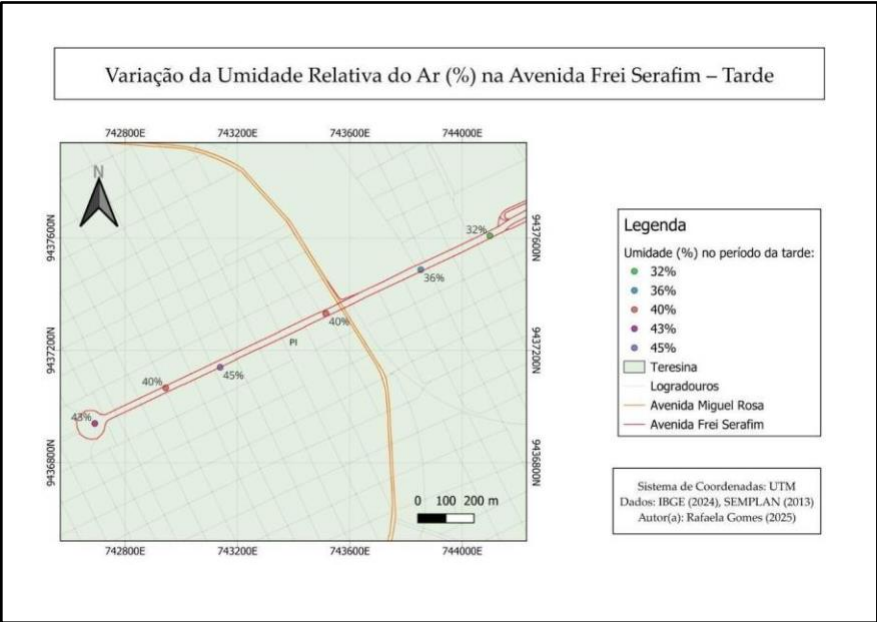
No período da tarde, os valores se intensificaram, alcançando 38,8 °C no ponto mais quente, enquanto a umidade caiu para 32% (Figura 07 E 08).

Figura 07: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Frei Serafim no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

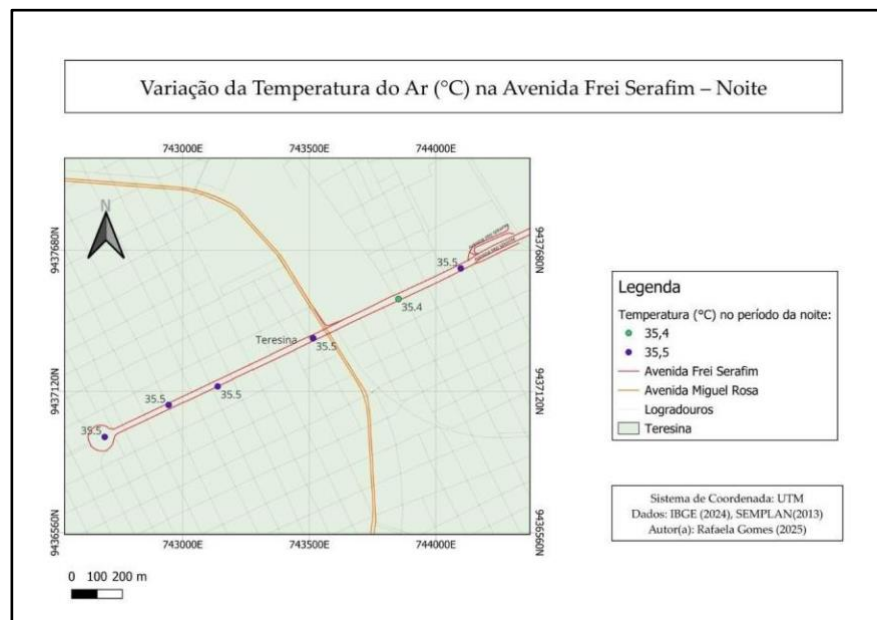
Figura 08: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Frei Serafim no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

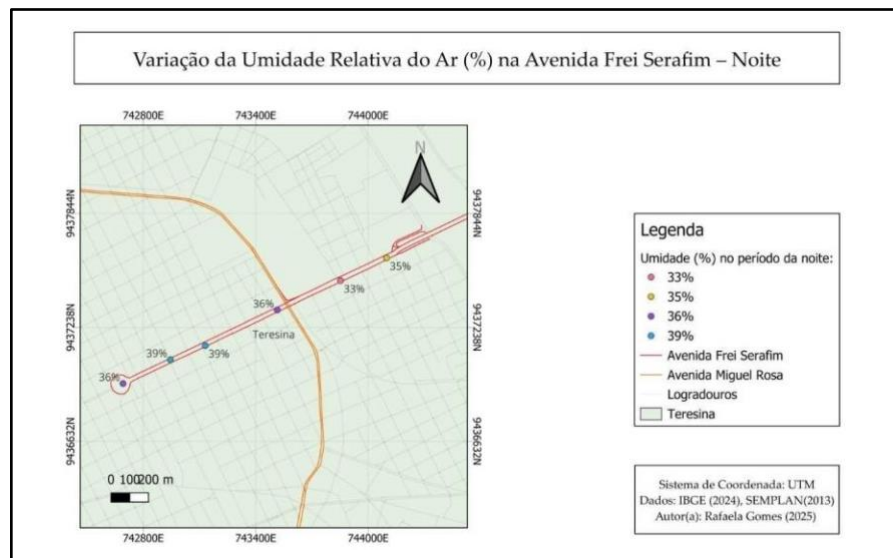
À noite, embora a radiação solar já não estivesse presente, a via manteve temperaturas elevadas e praticamente uniformes em torno de 35,5 °C, revelando baixo resfriamento noturno, característica típica de materiais com alta capacidade térmica, como o asfalto preto e o concreto das edificações. Os mapas térmicos correspondentes (Figura 09 e 10) evidenciam esse comportamento, mostrando que a Avenida Frei Serafim continua retendo calor mesmo após o pôr do sol, apresentando zonas persistentes de aquecimento que se destacam no conjunto da área urbana analisada.

Figura 09: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Frei Serafim no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
 Elaborado pelas autoras (2025)

Figura 10: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Frei Serafim no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

A substituição de áreas verdes por superfícies impermeáveis, como calçadas, estacionamentos e vias asfaltadas, intensifica a absorção de calor e reduz os benefícios ecossistêmicos, favorecendo o surgimento das ilhas de calor. Como pode-se observar na Figura 11, onde há uma circulação intensa de veículos e outras atividades urbanas, esses espaços tornam-se ainda mais propensos ao aquecimento. Essa constatação está alinhada com o que Barbosa (2005) discute ao afirmar que as intervenções humanas no ambiente urbano, realizadas de forma rápida e intensa, geram modificações ambientais adversas que comprometem a qualidade de vida e a sustentabilidade desse ecossistema.

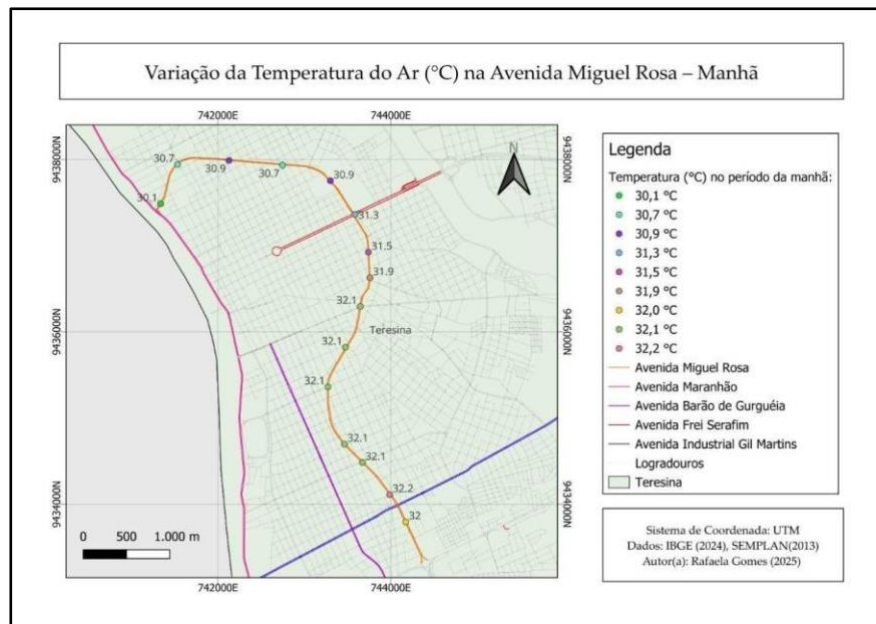
Figura 11: Espaço urbano com alta impermeabilização do solo e atividades antrópicas intensas.



Fonte: Autores (2025)

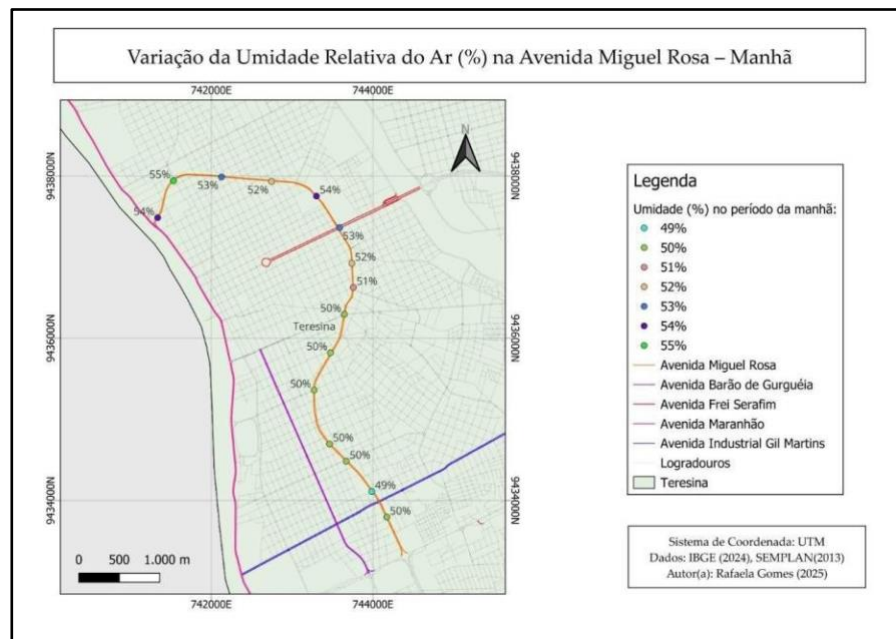
A Miguel Rosa apresentou as menores temperaturas matinais entre todas as avenidas, variando entre 30,1 °C e 32,2 °C e umidade entre 49% e 55% (Figura 12 e 13), devido à presença de trechos com vegetação mais densa, como o Parque da Cidadania, situado próximo a avenida. Esse comportamento é confirmado no mapa matinal, no qual as áreas próximas ao parque mostram valores mais amenos.

Figura 12: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Miguel Rosa no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
 Elaborado pelas Autoras (2025)

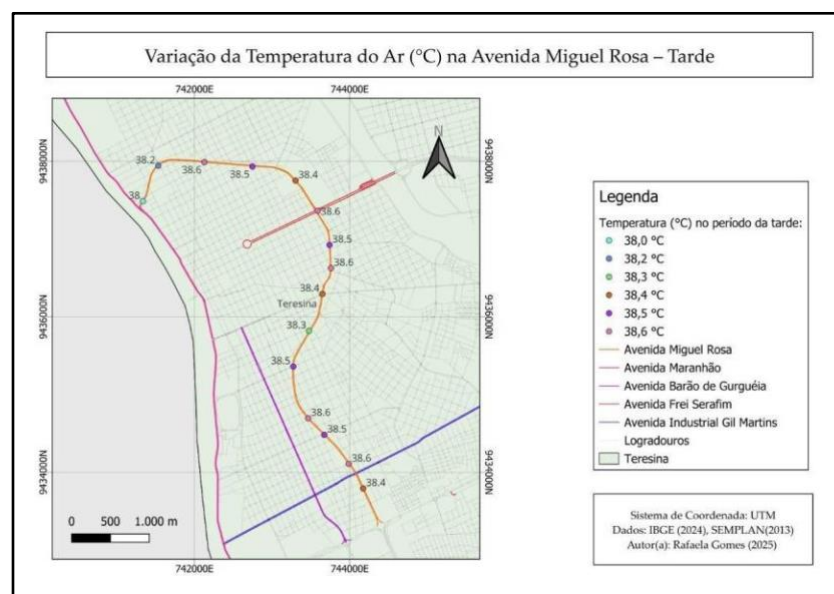
Figura 13: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Miguel Rosa no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

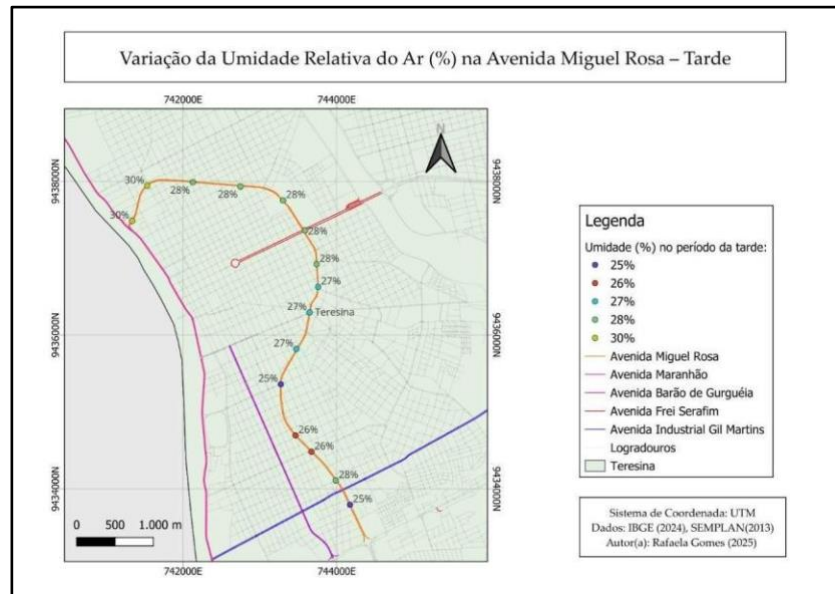
À tarde, entretanto, as temperaturas atingiram 38,6 °C e a umidade relativa do ar reduziu-se para 25% (Figura 14 e 15), valores associados ao adensamento construtivo e à extensa área pavimentada.

Figura 14: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Miguel Rosa no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

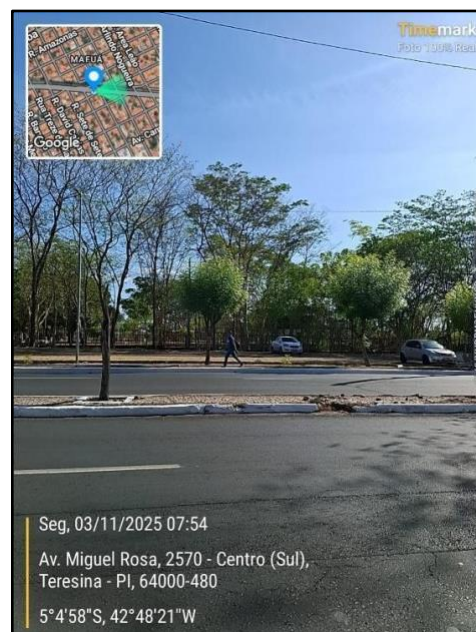
Figura 15: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Miguel Rosa no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

Mesmo assim, o desempenho noturno foi mais favorável quando comparado à Barão de Gurguéia e à Industrial Gil Martins. Shinzato (2017) destaca a influência da vegetação localizada em pontos estratégicos nas áreas urbanas (Figura 16), o que ajuda a explicar a maior amenidade térmica registrada na avenida.

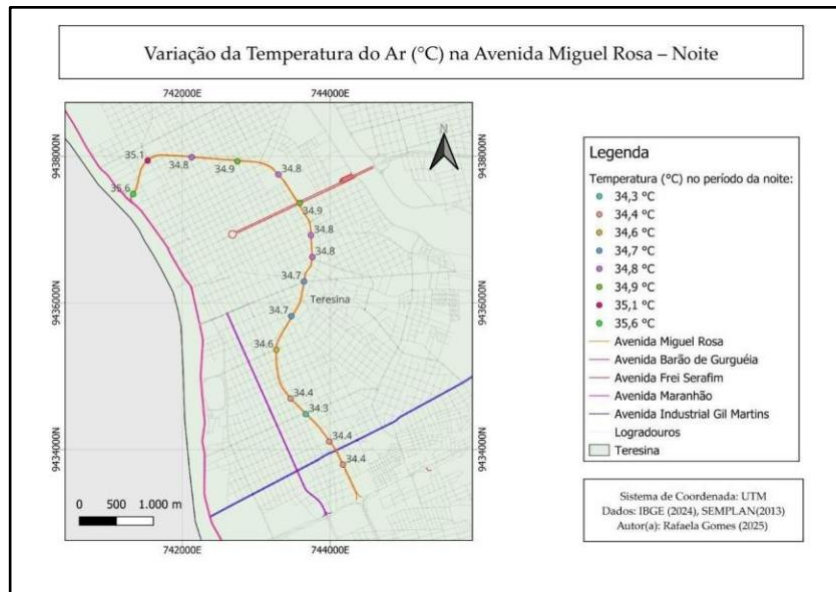
Figura 16: Presença de vegetação urbana na Avenida Miguel Rosa, nas proximidades do Parque da Cidadania.



Fonte: Autores (2025)

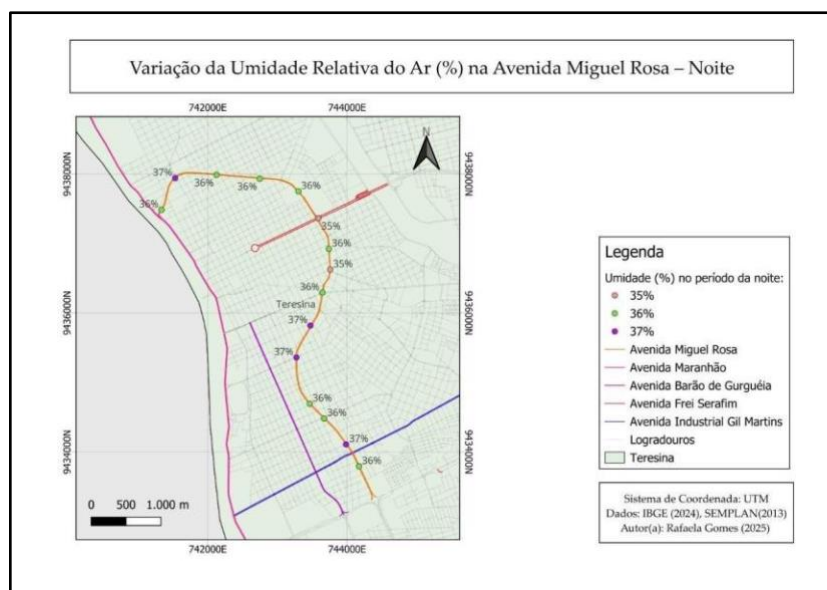
Essa dinâmica também pode ser observada nos mapas térmicos noturnos (Figura 17 e 18), que evidenciam a presença de zonas menos aquecidas nas proximidades das áreas arborizadas ao longo da Avenida Miguel Rosa, reforçando o papel moderador da vegetação no resfriamento urbano.

Figura 17: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Miguel Rosa no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

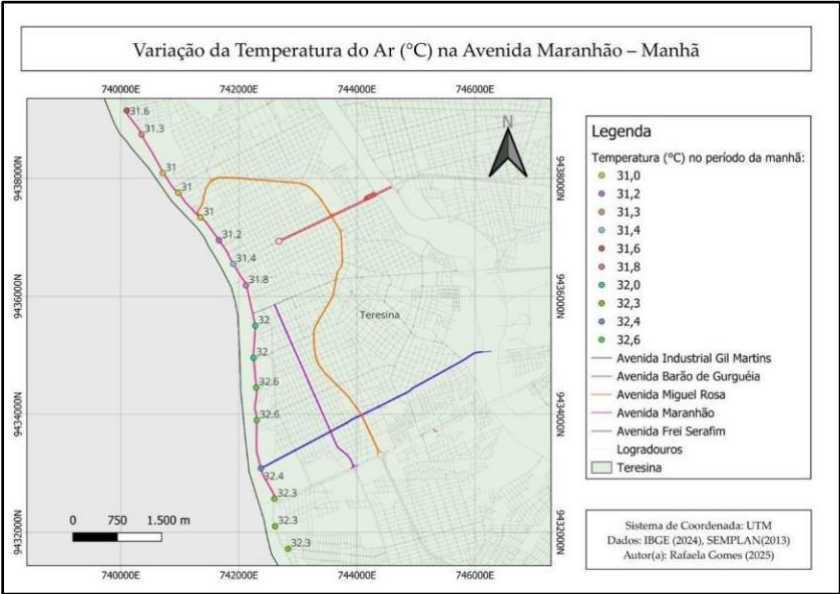
Figura 18: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Miguel Rosa no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas Autoras (2025)

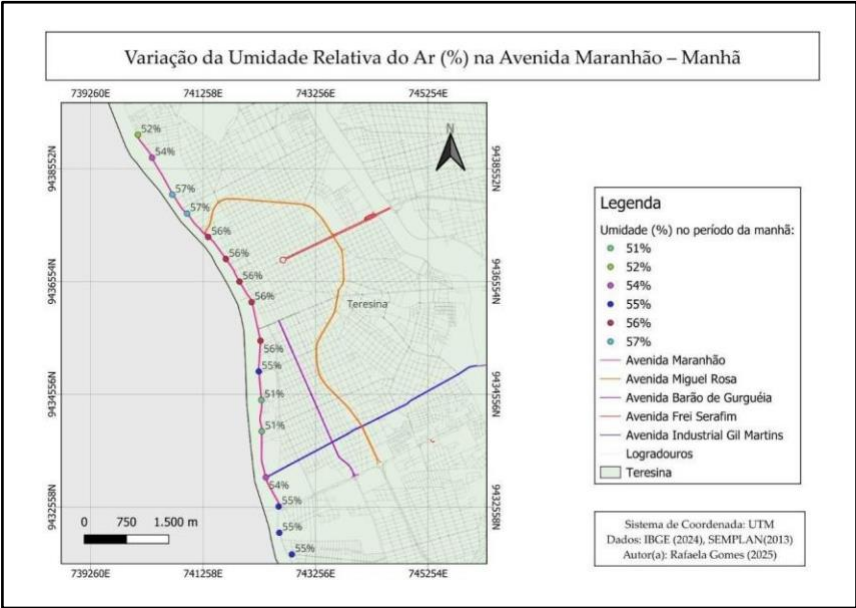
A Avenida Maranhão apresentou um comportamento térmico misto ao longo do dia. No período da manhã, registraram-se temperaturas moderadas, variando entre 31 °C e 32,6 °C e umidade entre 51% e 57% (Figura 19 e 20), indicando condições relativamente estáveis e ainda pouco influenciadas pelo aquecimento urbano mais intenso.

Figura 19: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Maranhão no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

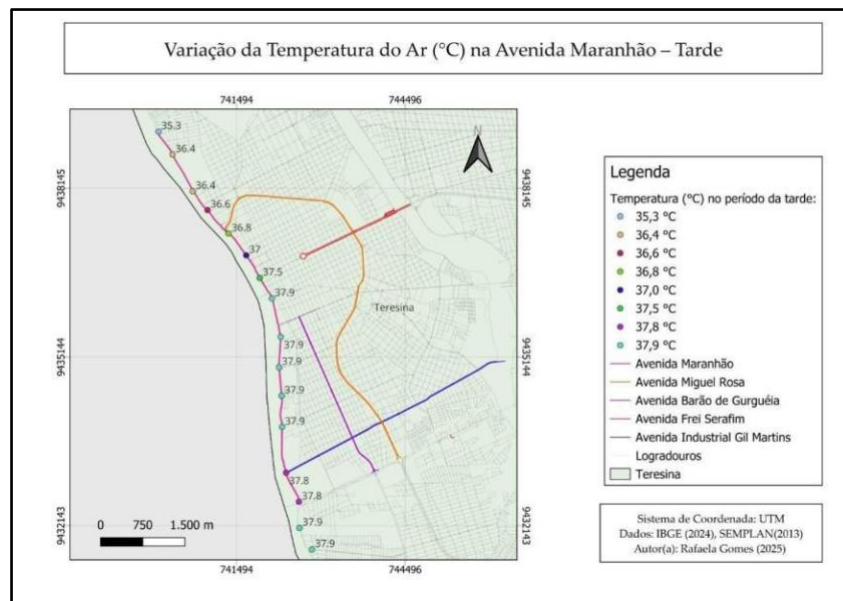
Figura 20: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Maranhão no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

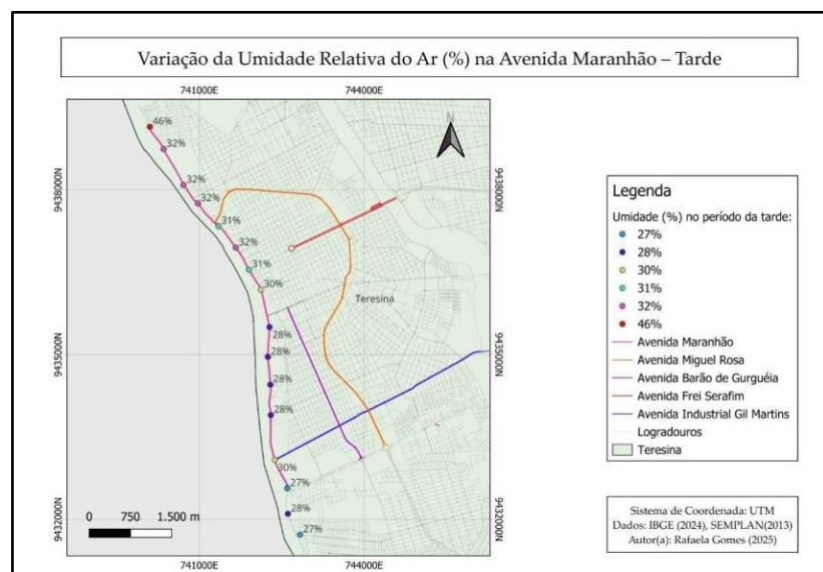
Já durante a tarde, observa-se um aumento expressivo das temperaturas, que atingiram valores entre 35,3 °C e 37,9 °C, acompanhado pela redução da umidade relativa do ar para 27% (Figura 21 e 22). Esse aquecimento mais acentuado reflete diretamente a forte presença de superfícies impermeáveis e o fluxo intenso de veículos, característicos da dinâmica urbana da avenida.

Figura 21: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Maranhão no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

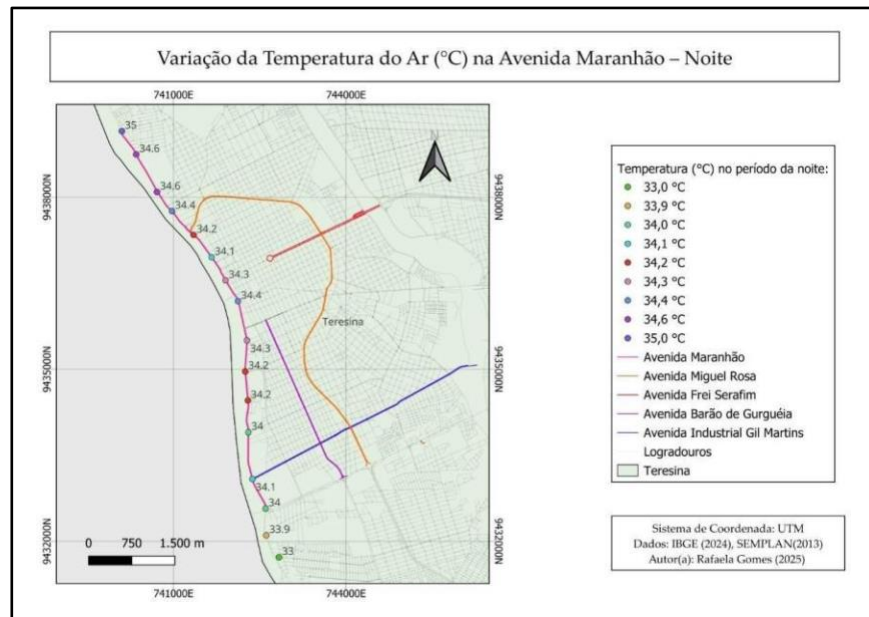
Figura 22: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Maranhão no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

No período noturno, as temperaturas apresentaram declínio, situando-se entre 34,0 °C e 35,0 °C (Figuras 23), evidenciando a dissipação parcial do calor acumulado ao longo do dia, embora ainda se mantenham valores elevados em razão da retenção térmica típica de áreas urbanizadas.

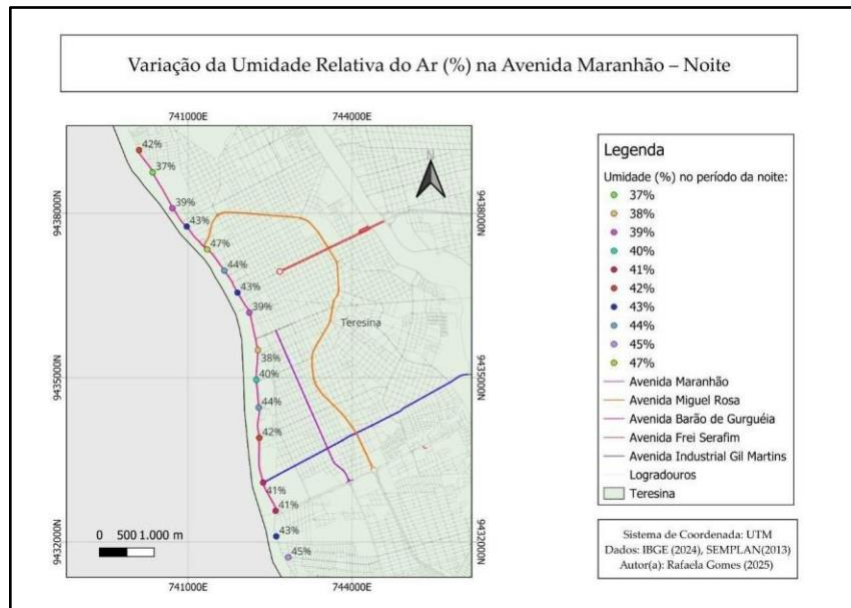
Figura 23: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Maranhão no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

Nesse intervalo, os níveis de umidade variaram entre 37% e 47% (Figura 24), indicando uma recuperação gradual das condições higrométricas com a redução da radiação solar.

Figura 24: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Maranhão no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

Contudo, destaca-se que o trecho da avenida localizado próximo ao rio Parnaíba (Figura 25) apresenta condições térmicas mais amenas. Essa diferença é claramente observada nos mapas noturnos, que demonstram o efeito mitigador do corpo hídrico e evidenciam uma área de resfriamento mais expressiva ao longo da margem adjacente à Avenida Maranhão. A presença do corpo hídrico exerce papel fundamental na regulação térmica, reduzindo as temperaturas e elevando os índices de umidade. Esse comportamento já havia sido identificado por Rudy (2023), ao apontar que rios, lagoas e demais recursos hídricos atuam como moderadores essenciais da temperatura nos ambientes urbanos.

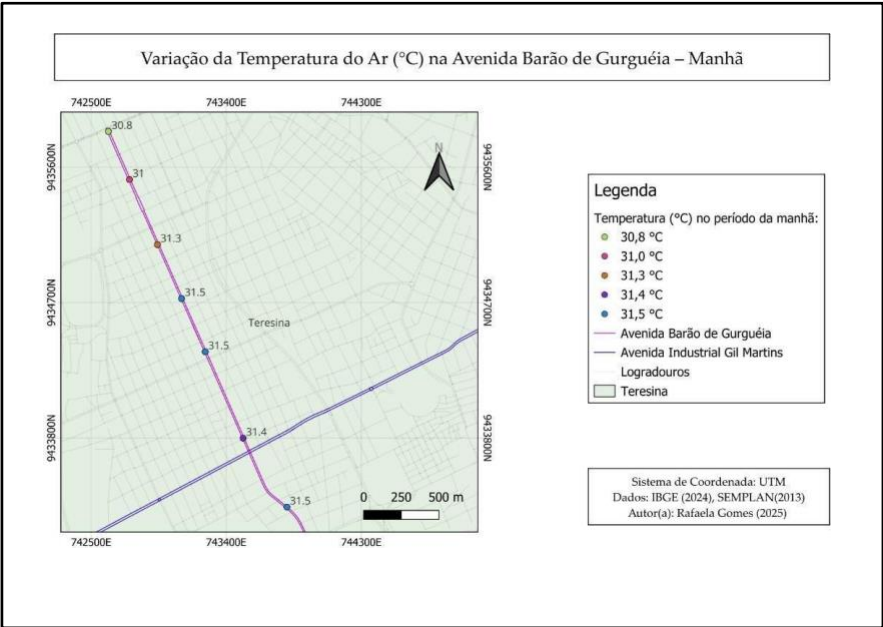
Figura 25: Trecho do rio Parnaíba em área adjacente à Avenida Maranhão.



Fonte: Autores (2025)

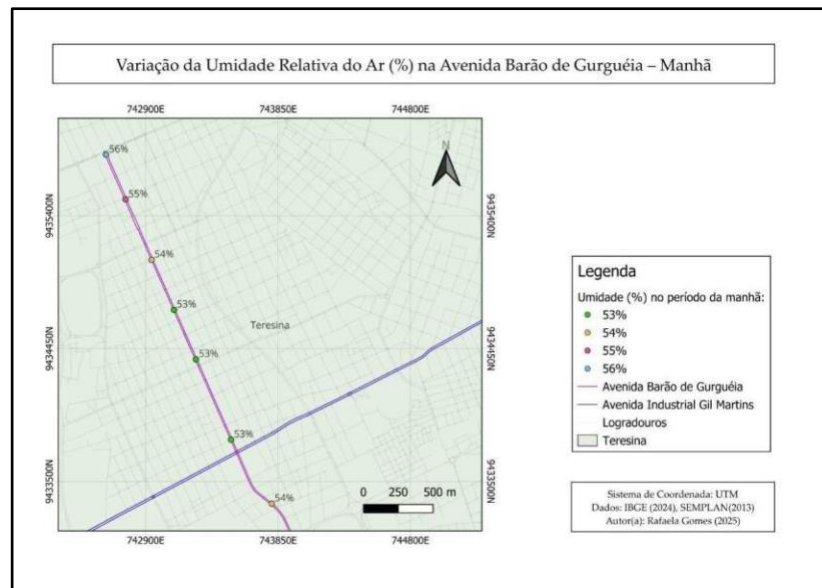
As temperaturas da Avenida Barão de Gurguéia apresentaram variação considerável ao longo do dia, acompanhadas por alterações nos níveis de umidade do ar. No período da manhã, os valores térmicos oscilaram entre 30,0 °C e 31,5 °C, associados a percentuais de umidade situados entre 53% e 56% (Figura 26 e 27), indicando condições ainda relativamente moderadas do ponto de vista térmico e higrométrico.

Figura 26: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Barão de Gurguéia no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

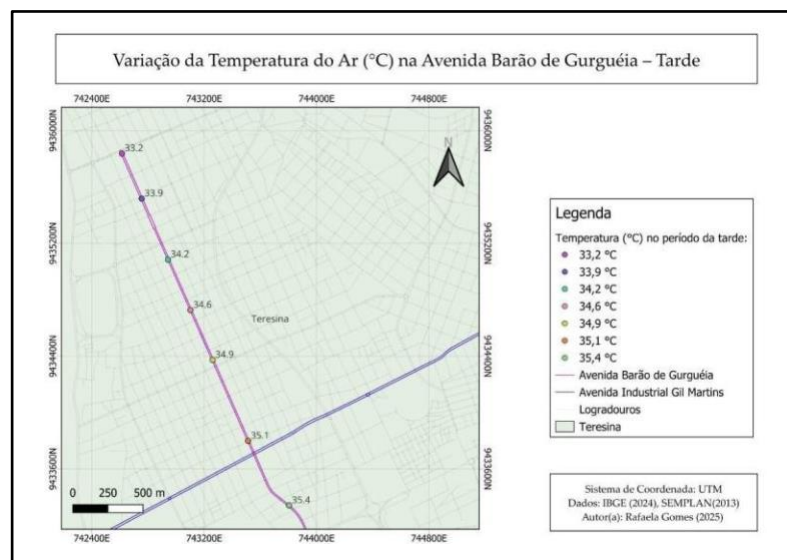
Figura 27: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Barão de Gurguéia no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

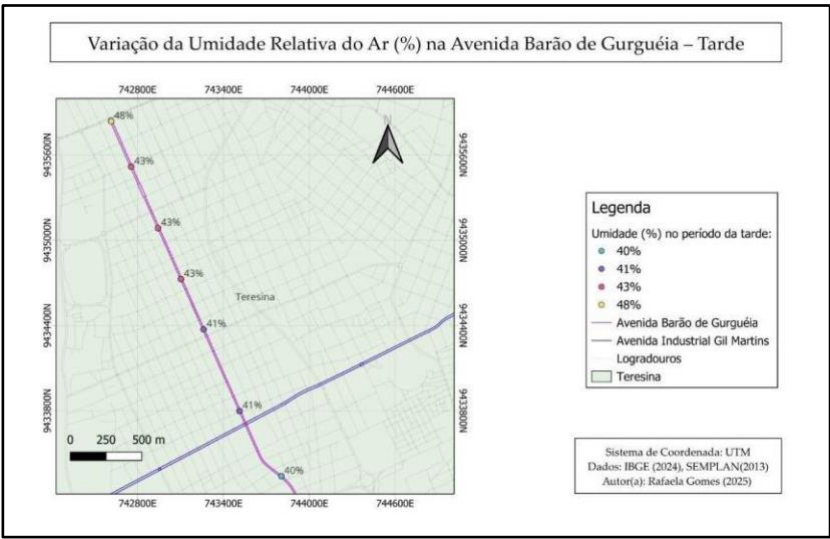
Contudo, no período da tarde, a avenida registrou um aumento expressivo da temperatura, alcançando 35,4 °C, simultaneamente à redução dos índices de umidade, que variaram entre 40% e 48% (Figura 28 e 29). Esse aquecimento acentuado resultou em forte sensação de desconforto térmico, intensificada pela quase ausência de vegetação ao longo do corredor urbano e pelo estreitamento das calçadas, fatores que limitam a formação de áreas sombreadas e dificultam a circulação de ar.

Figura 28: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Barão de Gurguéia no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas Autoras (2025)

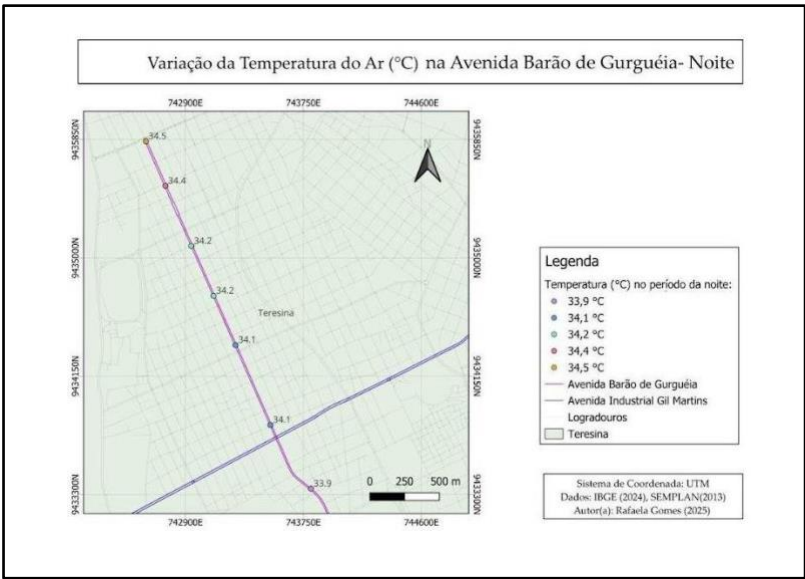
Figura 29: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Barão de Gurguéia no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

Durante o período noturno, mesmo após a diminuição da incidência direta da radiação solar, a Avenida Barão de Gurguéia manteve temperaturas elevadas, associadas a níveis de umidade entre 38% e 40% (Figura 30 e 31), evidenciando a alta capacidade de retenção térmica do ambiente urbano. Esse comportamento está relacionado à predominância de superfícies impermeáveis, que absorvem calor ao longo do dia e o liberam de forma gradual durante a noite.

Figura 30: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Barão de Gurguéia no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

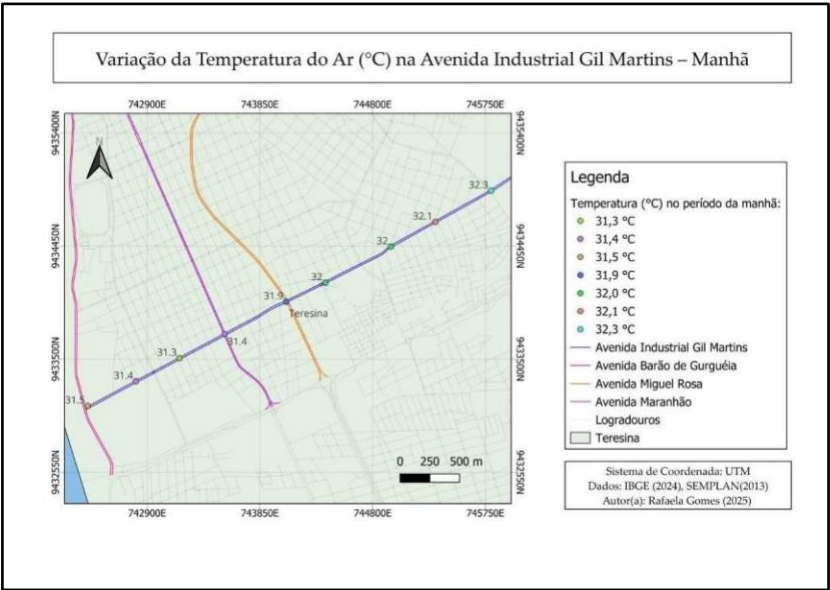
Figura 32: Predominância de superfícies impermeáveis e ausência de vegetação na Avenida Barão de Gurguéia.



Fonte: Autores (2025)

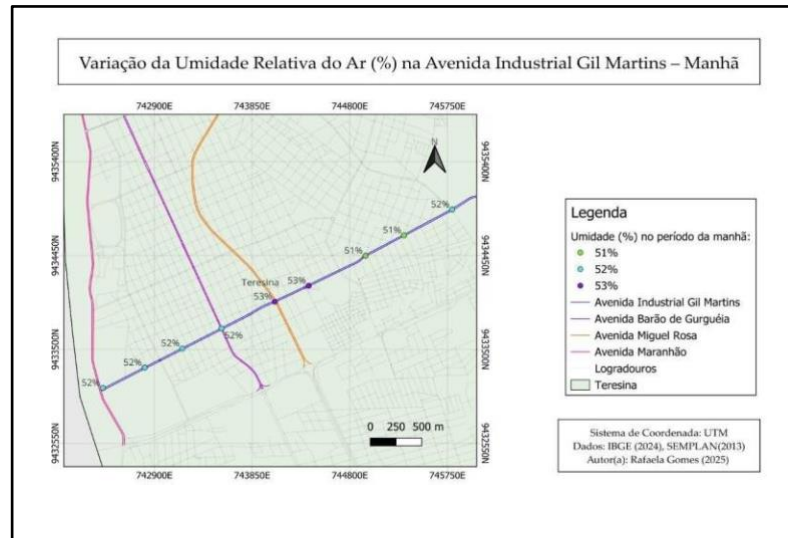
Assim como observado na Avenida Maranhão, a Avenida Industrial Gil Martins apresentou temperaturas matinais moderadas, com valores variando entre 31,3 °C e 32,3 °C, associadas a índices de umidade situados entre 51% e 53% (Figura 33 e 34). Esses resultados indicam que, no início do dia, o ambiente ainda não havia acumulado calor suficiente para intensificar de forma significativa a sensação térmica.

Figura 33: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Industrial Gil Martins no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

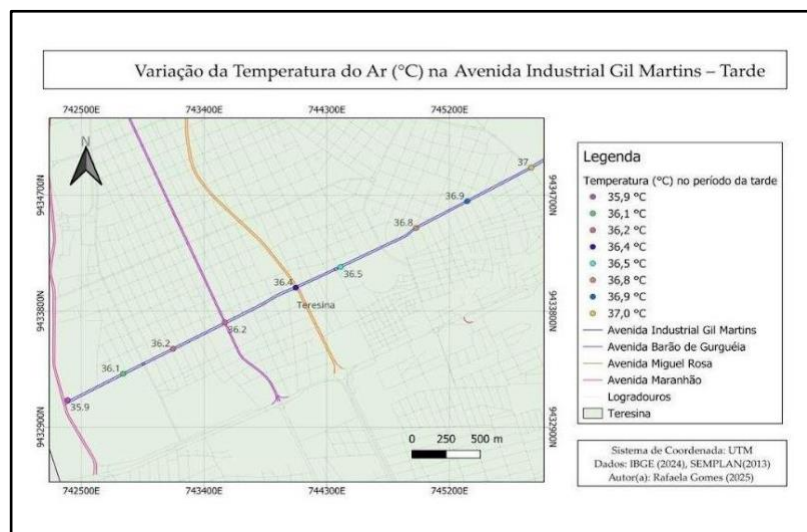
Figura 34: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Industrial Gil Martins no período da manhã



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

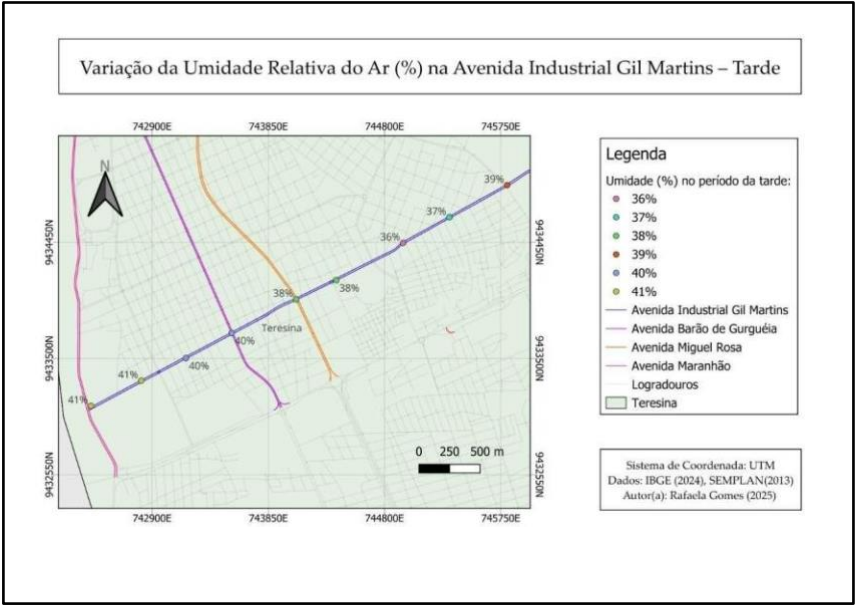
Entretanto, no período da tarde, a elevação térmica foi expressiva, alcançando valores entre 35,9 °C e 37,0 °C, concomitantemente à redução dos níveis de umidade, que variaram entre 36% e 41% (Figura 35 e 36). Esse aquecimento mais intenso está diretamente relacionado à predominância de superfícies impermeáveis, ao tráfego constante de veículos e à baixa incidência de sombreamento natural, fatores que favorecem a absorção da radiação solar, reduzem a evapotranspiração e intensificam o armazenamento de calor no ambiente urbano.

Figura 35: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Industrial Gil Martins no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

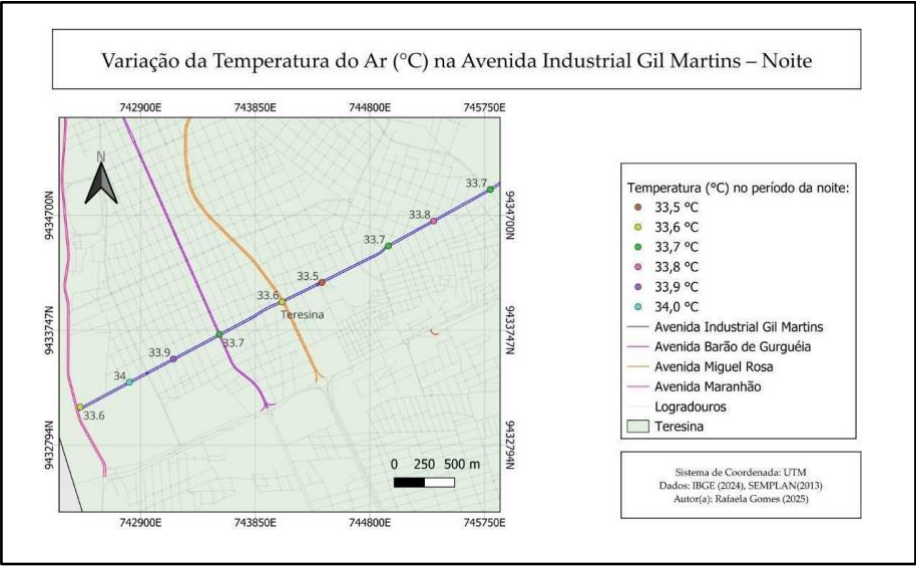
Figura 36: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Industrial Gil Martins no período da tarde



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

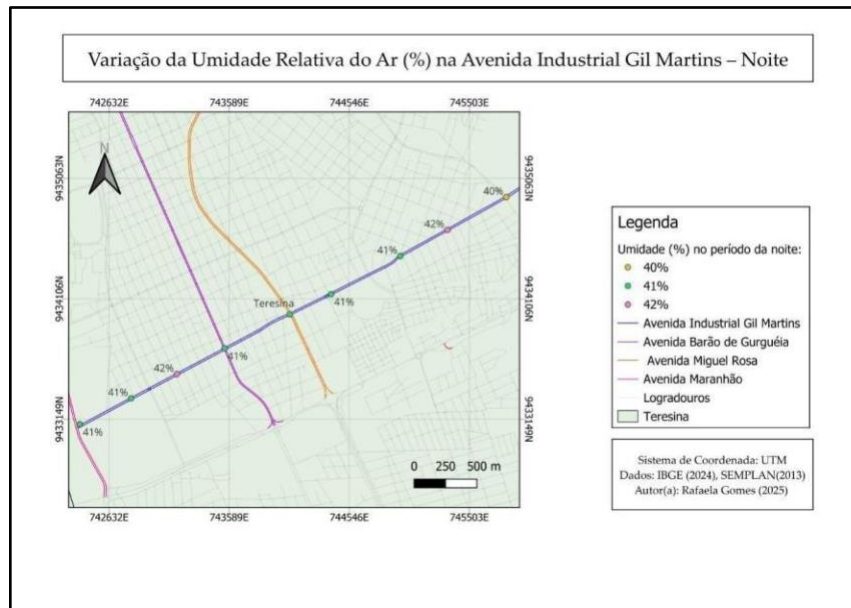
Durante o período noturno, a avenida manteve temperaturas relativamente elevadas, oscilando entre 33,5 °C e 34,0 °C, acompanhadas por valores de umidade entre 40% e 42%, demonstrando que o calor acumulado ao longo do dia é liberado de forma lenta pelas superfícies urbanas. Os mapas térmicos noturnos (Figura 37 e 38) reforçam essa constatação, ao evidenciar a persistência de áreas quentes distribuídas ao longo da via, especialmente nos trechos onde a cobertura vegetal é escassa ou praticamente inexistente.

Figura 37: Variação da Temperatura do ar (°C) na Avenida Industrial Gil Martins no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

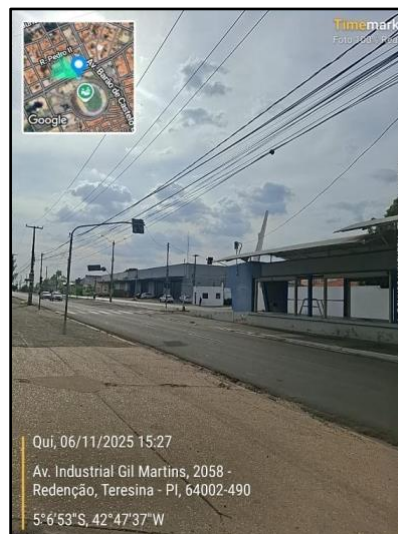
Figura 38: Variação da Umidade Relativa do ar (%) na Avenida Industrial Gil Martins no período da noite



Fonte: IBGE (2024) e SEMPLAN (2013)
Elaborado pelas autoras (2025)

A análise dos pontos de campo também evidencia que a vegetação presente na Avenida Gil Martins é insuficiente e, em muitos casos, encontra-se mal conservada, principalmente nas proximidades do Estádio Alberto Tavares Silva (Figura 39). A ausência de arborização densa e contínua compromete a capacidade de resfriamento natural do ambiente, aumenta a exposição direta à radiação solar e contribui para a formação de superfícies altamente aquecidas.

Figura 39: Trecho da Avenida Industrial Gil Martins, nas proximidades do Estádio Alberto Tavares Silva, apresentando vegetação quase escassa ao longo da via.



Fonte: Autores (2025)

Esse cenário reflete uma tendência mais ampla observada no município de Teresina, que há décadas enfrenta os impactos de um modelo de urbanização caracterizado pela substituição progressiva de áreas naturais por edificações, vias pavimentadas e estruturas comerciais. Estudos como o de Oliveira e Aquino (2015) demonstram essa dinâmica no bairro Vale do Gavião, onde a cobertura vegetal arbórea e arbustiva foi reduzida de 99,27% em 1985 para apenas 55,18% em 2010, evidenciando um processo contínuo de degradação ambiental associado à expansão da malha urbana.

Nesse contexto, os padrões observados ao longo da Avenida Industrial Gil Martins não constituem uma exceção, mas sim um reflexo desse processo mais amplo de transformação ambiental. A perda de vegetação e o aumento de superfícies impermeáveis contribuem diretamente para a formação de microclimas mais quentes, intensificando o desconforto térmico e reforçando os efeitos das ilhas de calor urbanas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu analisar a influência da arborização, do uso do solo e da morfologia urbana sobre a temperatura e a umidade, bem como mapear as áreas suscetíveis à formação de ilhas de calor nas avenidas Frei Serafim, Miguel Rosa, Maranhão, Barão de Gurguéia e Industrial Gil Martins, em Teresina.

Os resultados evidenciaram que trechos com maior impermeabilização, elevado adensamento construtivo e baixa cobertura vegetal apresentaram as maiores temperaturas e menores índices de umidade, confirmando a hipótese de que a escassez de arborização aumenta a suscetibilidade às ilhas de calor urbanas. Verificou-se que todas as avenidas analisadas apresentam algum nível de vulnerabilidade térmica, destacando-se a Frei Serafim e a Miguel Rosa como as mais críticas, enquanto a Barão de Gurguéia apresentou condições relativamente mais amenas.

O mapeamento das ilhas de calor possibilitou identificar os trechos mais críticos e compreender como a distribuição da vegetação, associada ao uso do solo e à configuração urbana, condiciona a dinâmica microclimática das vias estudadas, evidenciando o papel decisivo da arborização na regulação térmica e no conforto ambiental.

Com base nos resultados, recomenda-se a adoção de estratégias de arborização específicas para cada avenida. Na Avenida Frei Serafim, sugere-se o plantio de árvores de porte médio em cruzamentos e trechos críticos, priorizando espécies como oiti (*Licania tomentosa*) e pau-ferro (*Libidibia ferrea*). Na Avenida Miguel Rosa, propõe-se a implantação de corredores

verdes contínuos, ampliando a densidade arbórea com espécies como oiti, pau-ferro e chal-chal (*Allophylus edulis*).

Na Avenida Barão de Gurguéia, recomenda-se o fortalecimento da arborização existente, com ampliação da densidade de carnaúbas (*Copernicia prunifera*) e o plantio de espécies de pequeno porte nas calçadas laterais. Na Avenida Maranhão, propõe-se a conexão entre a arborização da Área de Preservação Permanente do Rio Parnaíba e os trechos centrais por meio de um corredor arbóreo contínuo. Na Avenida Industrial Gil Martins, recomenda-se a substituição de indivíduos arbóreos mal desenvolvidos e o aumento da densidade de espécies resistentes ao calor, priorizando áreas laterais e espaços de circulação de pedestres.

Conclui-se que a arborização urbana constitui estratégia fundamental para a mitigação das ilhas de calor e para a melhoria do microclima urbano, sendo indispensável ao planejamento urbano sustentável em cidades de clima tropical, como Teresina, reforçando a necessidade de integrar políticas de arborização, ordenamento territorial e gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

ALVES, Eliseu Roberto de Andrade. **Migração rural-urbana**. Brasília: Embrapa, 1995. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/109407/migracao-rural-urbana>. Acesso em: 20 jun. 2025.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise**. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], 2019. DOI: 10.5380/abclima.v0i0.65136. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65136>. Acesso em: 26 maio 2025.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Ilhas de calor em cidades tropicais de médio e pequeno porte: teoria e prática**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2020. 161 p. ISBN 9786558208419.

ANDRADE, Carlos S. P. de. **A climatologia da cidade de Teresina: as variantes topoclimáticas dos espaços livres**. 2009. 229 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

ANGELI, Geovanna Aparecida Souza; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Ilhas de calor superficiais diurnas e noturnas: uma análise representativa das estações seca e chuvosa em Presidente Prudente – SP**. Geopauta, v. 8, p. 1–13, 30 out. 2024.

BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudos em microclimas de Maceió (AL)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2005. DOI: 10.11606/D.18.2005.tde-03062006-142516. Acesso em: 14 nov. 2025.

BARGOS, Danúbia Caporusso; MATIAS, Lindon Fonseca. **Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 6, p. 172–188, 15 set. 2011.

BERNARDES, Júlio. **Áreas verdes podem diminuir em até 5 graus a temperatura no meio urbano**. Jornal da USP, 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/areas-verdes-podem-diminuir-em-ate-5-graus-a-temperatura-no-meio-urbano/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

CASTRO, Gilberto Ribeiro de. **O surgimento das cidades**. Revista Interdisciplinar de Estudos Contemporâneos, v. I, p. 177–194, 2018.

DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (orgs.). **O processo de urbanização no Brasil**. 1. ed., 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. ISBN 85-314-0513-0.

FEITOSA, S. M. R. et al. **Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina – Piauí**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 6, n. 2, p. 58–75, 2011.

FEITOSA, Sônia Maria Ribeiro; GOMES, Jaíra Maria Alcobaça; NETO, José Machado Moita; ANDRADE, Carlos Sait Pereira de. **Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina – Piauí**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 58–75, 2011. DOI: 10.5380/revsbau.v6i2.66395. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66395>. Acesso em: 27 maio 2025.

GAUDERETO, Guilherme Leite; GALLARDO, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo; FERREIRA, Maurício Lamano; NASCIMENTO, Ana Paula Branco do; MANTOVANI, Waldir. **Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas promovendo cidades saudáveis sustentáveis**. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 21, 2018, e01203. DOI: 10.1590/1809-4422asoc0120r3vu18. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/6sLQhL5xGvJr87QKKHH5TVp/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

IBGE. **Dados censitários: Teresina**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>. Acesso em: 20 jun. 2025.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. **Teresina: urbanização e meio ambiente**. Scientia et Spes, v. 1, n. 2, p. 181–206, 2002.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. **Áreas verdes urbanas e os rios de Teresina, Piauí, Brasil**. Revista da Academia de Ciências do Piauí, Teresina, ano 1, n. 1, p. 113–138, jul./dez. 2020. ISSN 2675-9748. DOI: 10.29327/261865.1.1-8. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/705/672>. Acesso em: 13 jun. 2025.

LOBODA, Carlos Roberto; ANGELIS, Bruno Luiz Domingues de. **Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções**. Ambiência, v. 1, p. 125–139, 2005.

LONDE, Patricia Ribeiro; MENDES, Paulo Cezar. **A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana**. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, p. 264–272, 18 jun. 2014.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. **Sistema urbano e determinados impactos ambientais negativos**. Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia, v. 1, p. 16–22, 2010.

NEVES, Jorge. **A urbanização no Nordeste e a estratégia espacial de desenvolvimento**. Revista Econômica do Nordeste, [S. l.], v. 2, n. 6, p. 46–58, 2023. DOI: 10.61673/ren.1970.1777. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/1777>. Acesso em: 20 jun. 2025.

OLIVEIRA, C. E.; SABÓIA DE AQUINO, C. M. **Crescimento urbano e impactos sobre a cobertura vegetal no bairro Vale do Gavião – Teresina – PI – BR**. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), [S. l.], v. 17, n. 2, p. 68–84, 2015. Disponível em: [//rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/176](http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/176). Acesso em: 14 nov. 2025.

OLIVEIRA, Hyria Fraga de; RAMOS, Larissa Letícia Andara. **Contribuição da praça para o microclima urbano**. Mix Sustentável, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 55–66, 2022. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n3.55-66. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4669>. Acesso em: 14 nov. 2025.

PORANGABA, Gislene Figueiredo Ortiz; TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Procedimentos metodológicos para análise das ilhas de calor em cidades de pequeno e médio porte**. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 21, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v21i0.48832. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14004>. Acesso em: 26 maio 2025.

RUDY, Luana. **Clima e rios urbanos: as variações do ritmo pluvial na Bacia do Rio Belém – Curitiba/PR (2009-2022)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

SEMPPLAN – Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação de Teresina. **Teresina em bairros**. Teresina: SEMPLAN, 2018. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/teresina-em-bairros/>. Acesso em: 26 nov. 2025.

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, abr./jun. 2018. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/s1678-86212018000200250>. Acesso em: 14 nov. 2025.

SILVA, Fernando Diniz Abreu; FERREIRA, Marcio Antônio Couto. **Ilha de calor urbana: diagnóstico como ferramenta de gestão ambiental urbana nas cidades de pequeno e médio porte**. Semana Acadêmica – Revista Científica, 2023. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/ilha-de-calor-urbana-diagnostico-como-ferramenta-de-gestao-ambiental-urbana-nas-cidades-de-0>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SOARES, Kálita Louhanny Gomes. **Arborização em área urbana vulnerável às mudanças do clima: estudo de caso**. Mix Sustentável, Florianópolis, v. 8, n. 5, p. 41–51, 1 dez. 2022. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.41-51.

SOUZA, Rosiane de Oliveira; ALBERTO, Klaus Chaves; BARBOSA, Sabrina Andrade. **Efeitos da vegetação no microclima urbano de uma praça em Juiz de Fora**. PARC:

Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 15, n. 00, p. e024023, 2024. DOI: 10.20396/parc.v15i00.8672861. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8672861>. Acesso em: 14 nov. 2025.

TEIXEIRA, R. L. P.; PESSOA, Z. S. **Planejamento urbano e adaptação climática: entre possibilidades e desafios em duas grandes cidades brasileiras.** Revista Brasileira de Estudos de População, v. 38, 2021.

VELOSO, José Neto. **Inventário da arborização urbana das principais avenidas do município de Rorainópolis, Roraima.** Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online), v. 10, p. 28–40, 2016.