

Análise comparativa das temperaturas superficiais em fração urbana de área central em Natal-RN

Comparative Analysis of Surface Temperatures in an Urban Fraction of the Central Area in Natal-RN

Análisis Comparativo de las Temperaturas Superficiales en una Fracción Urbana del Área Central de Natal-RN

Clima e Planejamento Urbano

Sampaio, Ana Lígia Pessoa

Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, analigiasampaio@hotmail.com

Barbosa, Lorena Tomé

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, lorenatome@gmail.com

Medeiros, Mayara Danielle de

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, mayara.medeiros.1@ufrn.br

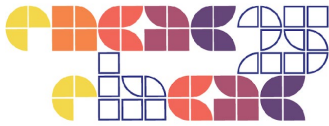
Dantas de Araújo, Virgínia

Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, virginia.dantas@ufrn.br

Medeiros Cortês, Marina

Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Professora do Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, marina.cortes@ufrn.br





Resumo

Este estudo analisa o comportamento de materiais utilizados nas fachadas dos prédios e no pavimento das ruas e calçadas, em uma área do bairro Tirol, em Natal-RN. Para isso, utilizou-se a termografia infravermelha, que gera imagens térmicas. Foram medidas as temperaturas superficiais de materiais isolados e de vistas para quatro pontos de medição, de manhã e de tarde. A partir desses registros, busca-se oferecer informações que auxiliem na escolha adequada dos materiais para fachadas e calçadas nos centros urbanos. Diante do analisado, percebeu-se que o material e sua cor impactam no microclima local, sendo intensificada a absorção e irradiação de calor quanto maior for a exposição solar e menores forem o sombreamento e a ventilação, gerando maior amplitude térmica. Além disso, observou-se que os ventos atenuam as temperaturas e as vegetações geram inércia térmica, retardando o aumento da temperatura pela manhã, mas liberando calor à tarde, reduzindo a amplitude.

Palavras-chave: Termografia Infravermelha. Temperatura Superficial. Análise Microclimática. Natal-RN.

Resumen

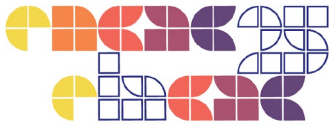
Este estudio analiza el comportamiento de los materiales utilizados en fachadas de edificios y en pavimentos de calles y aceras, en una zona del barrio Tirol, en Natal-RN. Para ello se utilizó termografía infrarroja, que genera imágenes térmicas. Se midieron las temperaturas superficiales de materiales aislados y vistas en cuatro puntos de medición, por la mañana y por la tarde. Con base en estos registros, buscamos ofrecer información que ayude en la elección adecuada de materiales para fachadas y aceras en centros urbanos. Con base en el análisis, se observó que el material y su color inciden en el microclima local, intensificándose la absorción de calor y la radiación a mayor exposición solar y menor sombreado y ventilación, generando una mayor amplitud térmica. Además, se observó que los vientos reducen las temperaturas y la vegetación genera inercia térmica, retrasando el aumento de temperatura en la mañana, pero liberando calor en la tarde, reduciendo la amplitud.

Palabras clave: Termografía Infrarroja. Temperatura Superficial. Análisis Microclimático. Natal-RN.

Abstract

This study analyzes the behavior of materials used in building facades and in street and sidewalk paving in an area of Tirol in Natal, Rio Grande do Norte. Infrared thermography, which generates thermal images, was used for this purpose. The surface temperatures of isolated materials and views were measured at four measurement points, in the morning and afternoon. Based on these records, we seek to provide information that will help in the appropriate selection of materials for facades and sidewalks in urban centers. Based on the analysis, it was noted that the material and its color impact the local microclimate, with heat absorption and radiation being intensified the greater the solar exposure and the lesser the shading and ventilation, generating a greater thermal amplitude. In addition, it was observed that winds attenuate temperatures and vegetation generates thermal inertia, delaying the increase in temperature in the morning, but releasing heat in the afternoon, reducing amplitude.

Keywords: Infrared Thermography. Surface Temperature. Microclimatic Analysis. Natal-RN.



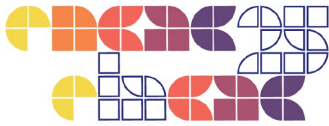
Introdução

Nos centros urbanos, um microclima específico resulta da interação de diversos fatores que influenciam nas condições ambientais em escala local, conferindo-lhes características climáticas distintas das regiões periurbanas ou rurais (Oke, 2017; Li et al., 2020). Elementos como o crescimento populacional acelerado, o uso intensivo do solo para sua acomodação e a predominância de superfícies pavimentadas e impermeáveis modificam significativamente a atmosfera mais próxima ao solo. Pois, ao dificultar a renovação de ar pela ventilação natural, dificulta-se o fluxo de calor, prendendo-o nessa região, aumentando as temperaturas superficiais (Zhao et al., 2021), gerando um ambiente climático próprio.

Esse aumento da temperatura superficial favorece a emergência do fenômeno conhecido como Ilhas de Calor Urbanas (ICU). Oke (1982) descreve-as como áreas dentro da cidade que apresentam temperaturas substancialmente mais altas que as áreas rurais circundantes, devido à substituição de superfícies naturais por materiais que absorvem mais radiação solar e à redução da vegetação e da ventilação natural. Contudo, esse aumento pode ser atenuado por estratégias que promovam maior sombreamento, vegetação e canalização dos ventos nessas áreas, melhorando as condições térmicas perceptíveis pelos habitantes (Santamouris; Synnefa; Karkessi, 2011; Romero et al., 2019; Chen et al., 2019; Zhang et al., 2022).

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é analisar como as características das superfícies dos materiais influenciam no microclima local de maneira perceptível ao usuário. Isso será feito comparando-se a variação de temperatura de diferentes superfícies de elementos presentes nas fachadas dos prédios, nas calçadas e no pavimento das ruas. Para tanto, serão utilizadas termografias de duas ruas paralelas semelhantes, as ruas Apodi e Jundiáí, localizadas no bairro do Tirol em Natal-RN.

A partir dos dados obtidos, busca-se fornecer subsídios técnicos para a seleção adequada de materiais construtivos, contribuindo para decisões mais sustentáveis e eficientes na gestão do clima urbano. Assim, espera-se que os resultados possam orientar ações que promovam ambientes urbanos mais confortáveis e resilientes frente às mudanças climáticas atuais.

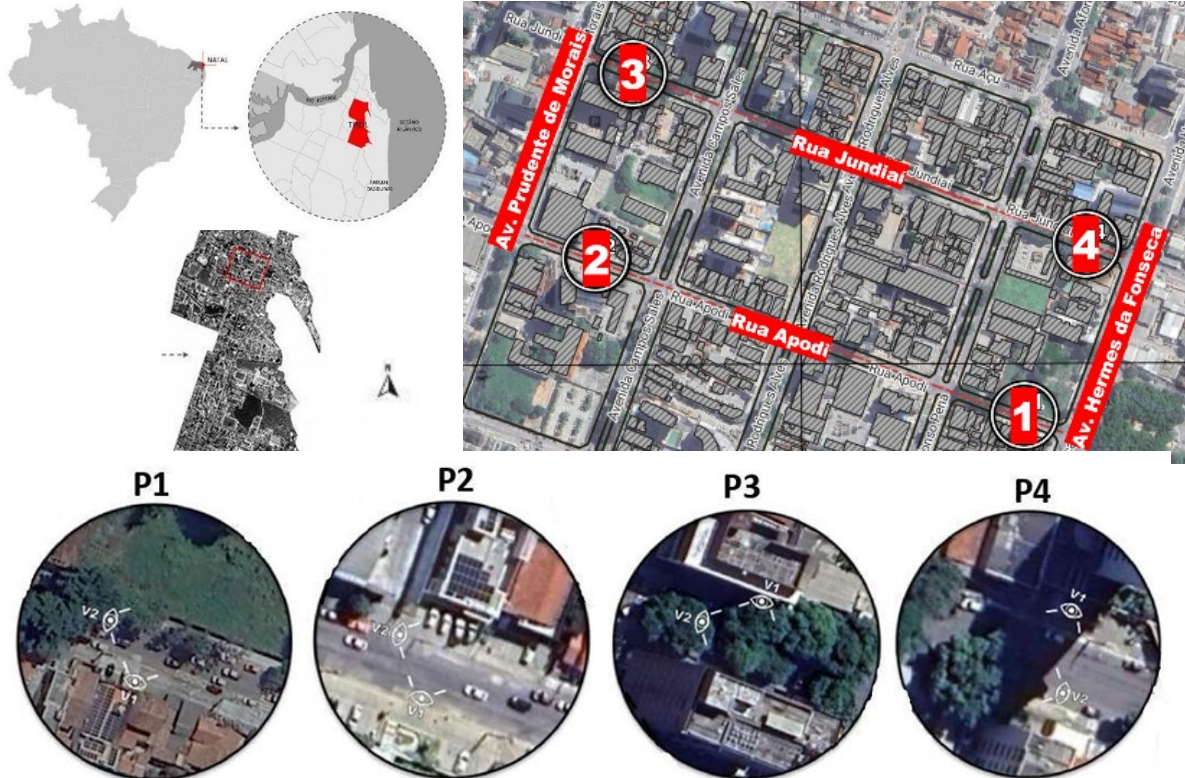


Localização e caracterização da área de estudo

As ruas Apodi e Jundiá, no bairro Tirol, na cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte (Figura 1), foram escolhidas por serem paralelas e semelhantes na configuração espacial, mas distintas quanto à vegetação e à ventilação e, portanto, na absorção e troca de calor.

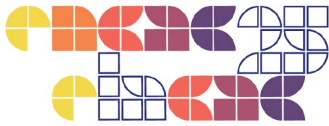
Para a análise bioclimática, coletaram-se dados no dia 15 de maio de 2024, período de chuvas, de quatro (04) pontos com condições microclimáticas distintas. Quanto à vegetação: Pontos 01 e 03 com maior cobertura vegetal, Ponto 02 sem cobertura e Ponto 04 com média cobertura. Quanto à ventilação: Ponto 01 sendo o mais ventilado e o Ponto 03, o menos.

Figura 1: Mapas com localização de Natal no Brasil, do bairro Tirol em Natal e da área estudada



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

Quanto à cidade, Natal localiza-se na costa leste do estado do Rio Grande do Norte, em uma área de baixa latitude ($5^{\circ}45'54''$ sul), próxima à linha do Equador, com crescimento urbano acelerado nos últimos anos. Seu clima é caracterizado por temperaturas e umidade elevadas. A radiação solar é forte e as variações de temperatura ao longo das estações são baixas. Ao



longo do ano, apresenta duas estações bem definidas pela frequência de chuvas: de abril a setembro, marcada pela maior frequência, e de outubro a março, pela menor. A alta umidade dificulta a perda de calor por evaporação, mas os ventos advindos predominantemente do Sudeste ajudam a aliviar a sensação de calor ao promover a movimentação do ar.

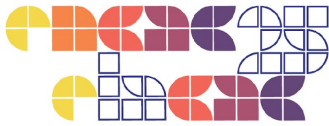
Métodos e Técnicas

Termografias correspondem a imagens térmicas feitas por câmeras termográficas, que são dispositivos capazes de captar a radiação infravermelha emitida pelos objetos e superfícies, permitindo a representação visual das variações de temperaturas através de uma escala cromática na lateral da imagem. Esse método de medição possibilita a identificação de irregularidades superficiais, focos de umidade, estruturas ocultas e outros elementos relevantes para a análise do ambiente urbano (Grinzato et al., 2011).

Em vista disso, com uma câmera termográfica portátil, modelo FLIR C2, configurada com emissividade $\epsilon = 0,95$ e temperatura refletida 30°C , foram feitas termografias de duas vistas para cada um dos quatro (04) pontos selecionados. Isso permitiu comparar as temperaturas das superfícies de diferentes materiais ou detectar regiões similares entre os pontos distintos. Além disso, com um anemômetro de ventoinha Instrutherm AD-250 mediu-se a velocidade e a direção dos ventos. As coletas de dados ocorreram em dois períodos do dia 15 de maio de 2024: matutino, das 9h às 10h, e vespertino, das 15h às 16h. Essa abordagem temporal permitiu comparar as variações na temperatura superficial e compreender os efeitos do ciclo solar, da ventilação e da radiação na dinâmica térmica dos espaços urbanos.

A análise dessas imagens, foco deste estudo, foi conduzida inicialmente, considerando a distribuição espacial dos materiais e suas respectivas temperaturas representadas pelas cores. Posteriormente, realizou-se a extração dos valores médios das temperaturas correspondentes às áreas de interesse nas imagens para compará-los. Contudo, devido à complexidade da medição em elementos como o céu, cuja precisão na captura da radiação emitida é reduzida, e veículos que possuem maior rotatividade não foram considerados nas análises, mas suas representações estão presentes nas imagens para possíveis aprofundamentos futuros.

Ressalta-se que as cores presentes nas imagens não representam temperaturas absolutas fixas. Pelo contrário, cada imagem possui sua própria escala conforme a amplitude térmica detectada naquela captura. Assim, a proporção das cores na imagem reflete a predominância

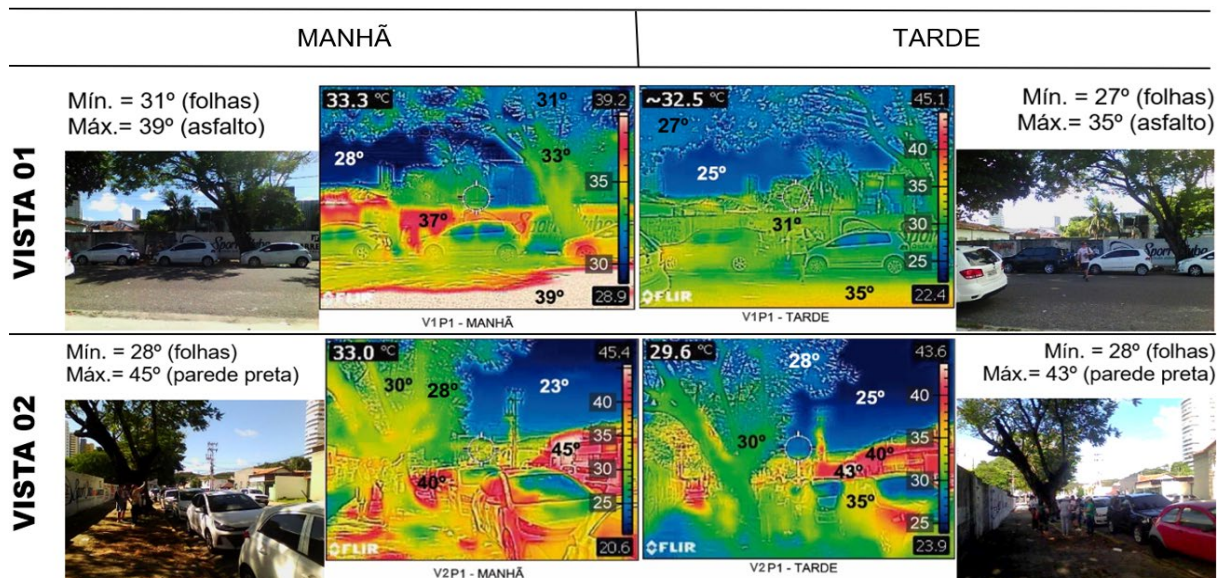


das temperaturas mais quentes ou mais frias da própria vista, com o azul escuro sempre indicando as temperaturas mais baixas daquele momento e o branco denotando as temperaturas mais elevadas.

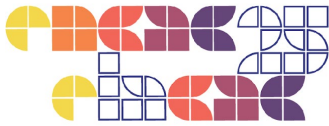
Análise dos Dados das Temperaturas Superficiais

As termografias do Ponto 01 foram feitas, respectivamente, às 9h10min e às 15h00min na Vista 01 (V1P1) e às 9h15min e às 15h05min na Vista 02 (V2P1) do dia 15 de maio de 2024. A maior proporção de verdes e amarelos nas imagens denota predominância de temperaturas médias e baixas dentre as encontradas nas escalas, porém com mais vermelhos no período da manhã, devido à incidência solar direta, enquanto à tarde estavam sombreadas. Em todas as imagens, as temperaturas mais baixas predominantes estão nas folhas das árvores e em alguns elementos construtivos que, ou possuem tom mais claro ou estão há um maior período sombreados. As temperaturas mais elevadas encontram-se nos elementos escuros de maior absorvância, como o asfalto e algumas paredes que, sombreados (V1P1 – manhã) ou no sol, chegam a temperaturas entre 43°C e 45°C (V2P1 – manhã e tarde). Devido a isso, enquanto a Vista 01 apresentou uma amplitude térmica na escala de apenas 8°C tanto pela manhã como à tarde, a Vista 02 chegou a registrar entre 15°C e 17°C (Figura 2). Destaca-se também que a velocidade dos ventos no Ponto 01 para o período da manhã foi de 2,5m/s, enquanto à tarde diminuiu para 1,8m/s.

Figura 2: Termografias das superfícies no entorno do Ponto 01



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025



Analisando-se os mesmos elementos nos mesmos horários (Tabela 1), como as calçadas, é possível observar um aumento considerável na temperatura superficial, alcançando um aumento de até 12°C numa mesma vista, devido à incidência da radiação solar direta se comparada ao sombreamento proporcionado por vegetação ou estruturas arquitetônicas. Esses resultados corroboram estudos recentes que destacam o papel do sombreamento natural e artificial na mitigação das ilhas de calor urbanas e na regulação da temperatura superficial dos materiais (Santoro et al., 2021).

Tabela 1: Temperaturas Superficiais no entorno do Ponto 01

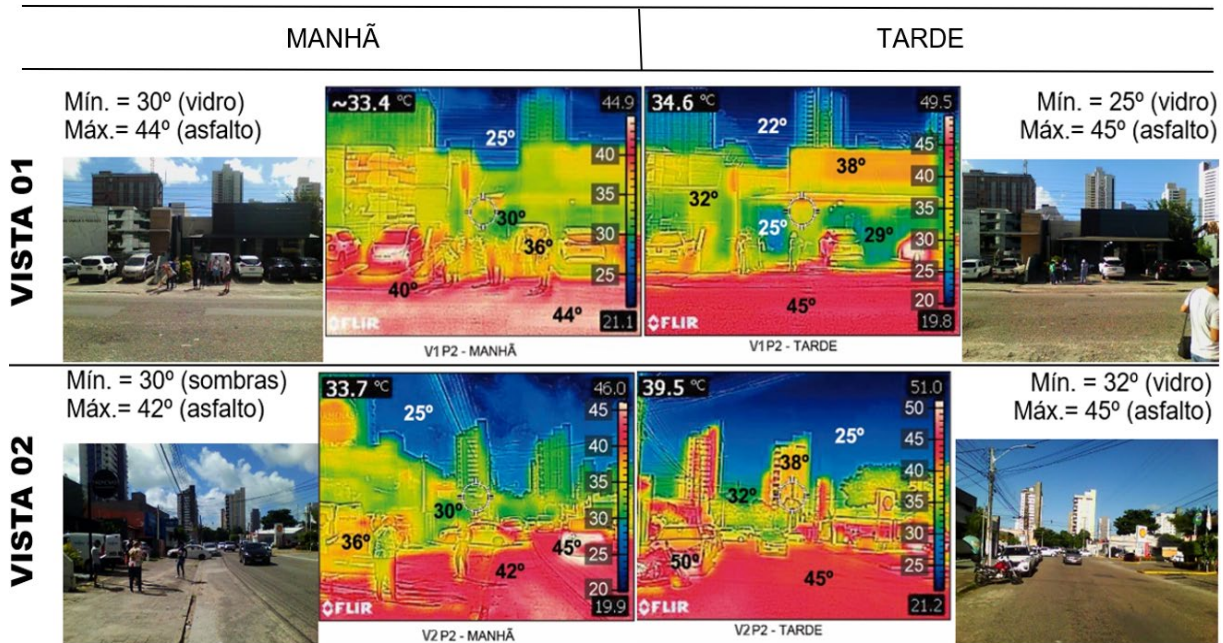
| | Vista | Horário | Parede (sombra) | Parede (sol) | Calçada (sombra) | Calçada (sol) | Asfalto (sombra) | Asfalto (sol) |
|----|----------|---------|-----------------|--------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| P1 | Vista 01 | 9h10 | 36 °C | - | - | - | 34 °C | 39 °C |
| | | 15h | 31 °C | - | - | - | 30 °C | - |
| | Vista 02 | 9h15 | 35 °C | - | 35 °C | 40 °C | - | - |
| | | 15h05 | 32 °C | - | 28 °C | 40 °C | - | - |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

No Ponto 02, as termografias foram feitas, respectivamente, às 9h30min e às 15h20min na Vista 01 (V1P2) e às 9h35min e às 15h25min na Vista 02 (V2P2). A maior proporção de vermelhos e amarelos nas imagens denota predominância de temperaturas superficiais médias para altas dentre as encontradas nas escalas. O Ponto 02, com raros elementos de sombreamento, apresenta pouca variação na tonalidade das imagens e as temperaturas variam dos 30°C (paredes sombreadas) até os 45°C (asfalto no sol). Seu único destaque vai para a V1P2 (tarde), que registrou uma temperatura superficial abaixo dos 25°C, devido ao ar-condicionado interno de uma loja, enquanto algumas termografias apresentavam picos de 50°C em veículos ensolarados. Nesse sentido, mesmo a V1P2 (tarde) apresentando uma amplitude térmica na faixa dos 20°C devido ao ar-condicionado, a média das amplitudes das outras vistas está na faixa entre 12°C e 14°C (Figura 3). Além disso, a velocidade dos ventos no Ponto 02, no período da manhã foi de 2,0m/s, se mantendo igual pelo período da tarde.



Figura 3: Termografias das superfícies no entorno do Ponto 02



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

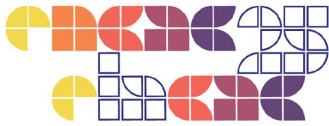
Comparando-se a temperatura superficial dos mesmos elementos entre si que permanecem ensolaradas ao longo do dia, houve uma variação de até 7°C nos horários de medição, com maiores temperaturas no período da tarde. Essas diferenças refletem o acúmulo gradual de calor ao longo do dia, fenômeno compatível com estudos sobre ganho térmico diurno em superfícies urbanas (Santoro et al., 2021). Ademais, a amplitude térmica dos elementos variou até atingir valores próximos a 15°C em áreas sombreadas ou parcialmente protegidas em comparação às áreas mais ensolaradas, similar ao observado no Ponto 01 (Tabela 2).

Tabela 2: Temperaturas Superficiais no entorno do Ponto 02

| | Vista | Horário | Parede (sombra) | Parede (sol) | Calçada (sombra) | Calçada (sol) | Asfalto (sombra) | Asfalto (sol) |
|----|----------|---------|-----------------|--------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| P2 | Vista 01 | 9h30 | 35 °C | - | 35 °C | 40 °C | - | 44 °C |
| | | 15h20 | 32 °C | 40 °C | 30 °C | 45 °C | - | 45 °C |
| | Vista 02 | 9h35 | 31 °C | 38 °C | 36 °C | 42 °C | - | 42 °C |
| | | 15h25 | 36 °C | 45 °C | - | 45 °C | - | 45 °C |

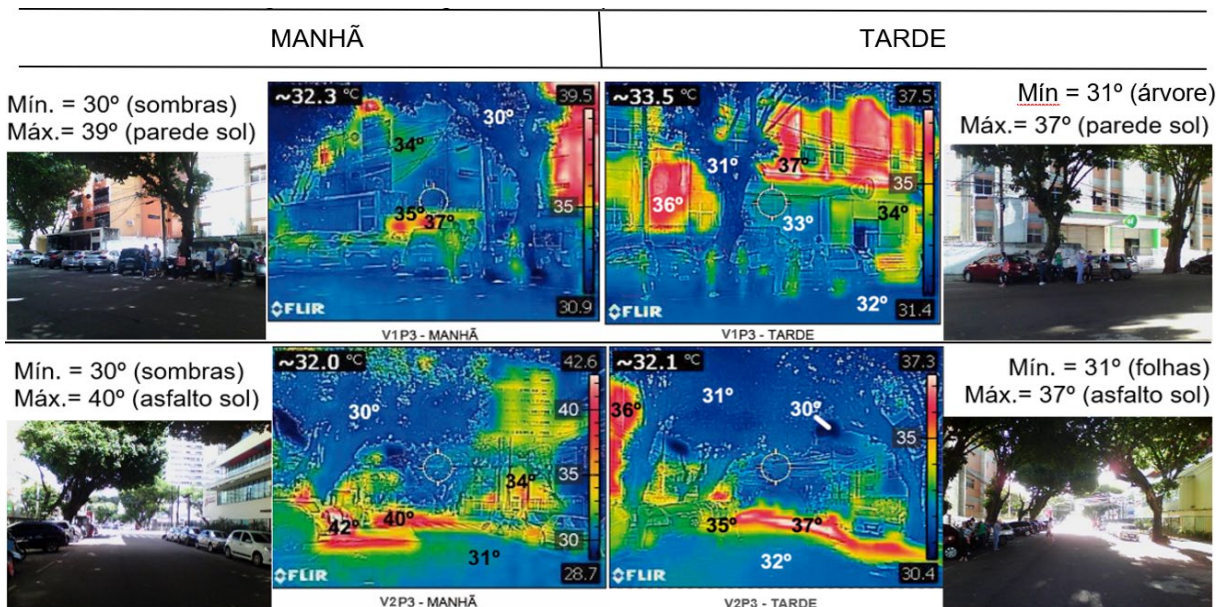
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

No Ponto 03, as termografias foram realizadas, respectivamente, às 9h45min e às 15h35min na Vista 01 (V1P3) e às 9h50min e às 15h40min na Vista 02 (V2P3). A maior proporção de azuis



com pontos menores indo do verde ao vermelho e branco destaca a predominância das temperaturas superficiais mais baixas na termografia, sendo mais elevadas onde havia insolação direta. Assim, ao analisar a amplitude térmica, observa-se uma variação de cerca de 10°C pela manhã, com pico de 40°C em área ensolarada pela manhã (V1), e cerca de 6°C à tarde, com pico de 37°C (V2), inferior às registradas nos Pontos 01 e 02, com amplitudes de até 15°C. Isso reforça que a vegetação, com sua inércia térmica, e a menor velocidade dos ventos, entre 1,5 m/s pela manhã e 1,6 m/s à tarde, contribuem para uma baixa variação de temperatura (Zhao et al., 2019).

Figura 4: Termografias das superfícies no entorno do Ponto 03



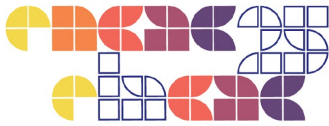
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Quanto à temperatura superficial, a variação ao longo dos dois turnos atingiu um máximo de 3°C de amplitude térmica para o mesmo elemento nas mesmas condições. Ao alternar o sombreamento, a amplitude foi de até 9°C, no asfalto na V2P3 pela manhã (Tabela 3).

Tabela 3: Temperaturas Superficiais no entorno do Ponto 03

| Vista | Horário | Parede (sombra) | Parede (sol) | Calçada (sombra) | Calçada (sol) | Asfalto (sombra) | Asfalto (sol) | |
|-------|----------|-----------------|--------------|------------------|---------------|------------------|---------------|-------|
| P3 | Vista 01 | 9h45 | 32 °C | 39 °C | 31 °C | - | 32 °C | - |
| | | 15h35 | 32 °C | 37 °C | 33 °C | 35 °C | 33 °C | - |
| | Vista 02 | 9h50 | 31 °C | 35 °C | - | - | 31 °C | 40 °C |
| | | 15h40 | 33 °C | 36 °C | - | 34 °C | 32 °C | 37 °C |

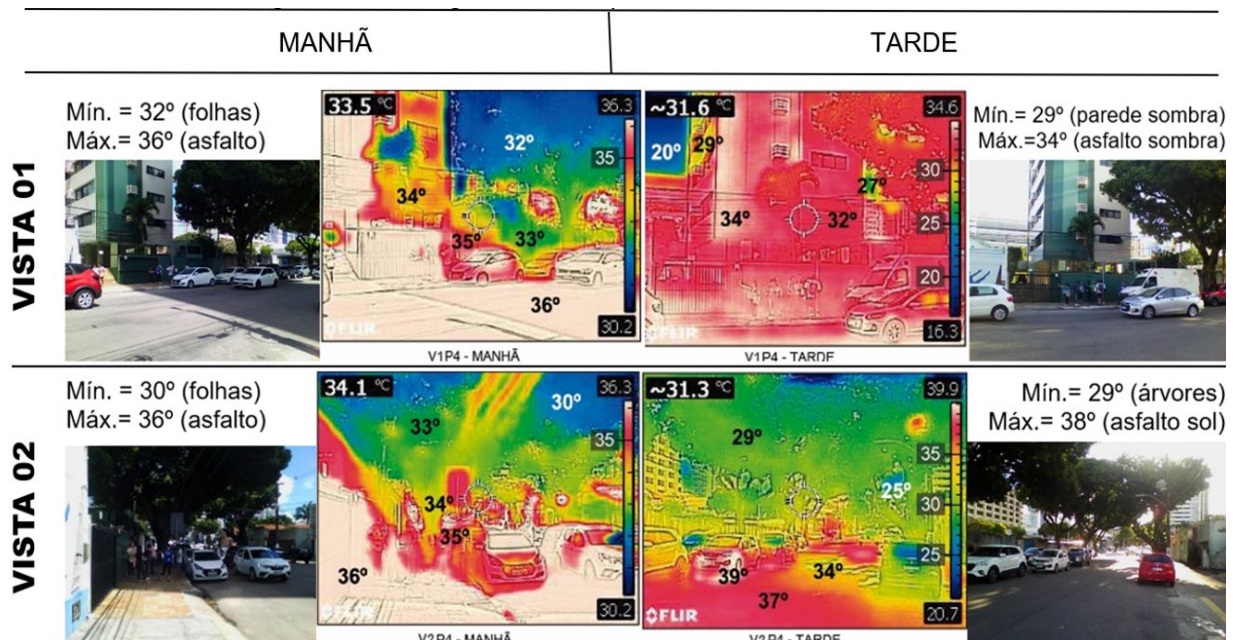
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.



No Ponto 04, as termografias foram feitas às 10h05min e às 15h50min na Vista 01 (V1P4) e às 10h10min e às 15h55min na Vista 02 (V2P4). Diferente das demais, estas imagens possuem grande proporção de vermelhos e brancos, indicando a predominância das temperaturas mais altas encontradas nestas vistas. Contudo, tal coloração não significa que estas vistas tiveram maiores picos, pelo contrário, pois suas temperaturas não ultrapassaram 36°C pela manhã e 38°C à tarde. Contribuiu para isso a velocidade dos ventos no Ponto 04, 1,9m/s pela manhã, aumentando para 2,2m/s à tarde, segunda maior velocidade média em comparação às demais e único caso de incremento à tarde. Tal condição favorece a dissipação de calor e a redução da temperatura superficial (Zhao et al., 2019). Além disso, o sombreamento proporcionado pelas árvores de um lado e pelo edifício do outro criou uma alternância entre períodos de insolação direta e sombra, limitando o tempo de absorção térmica intensa por parte das superfícies (Figura 5).

Em relação às temperaturas superficiais dos mesmos materiais nas mesmas condições, destaca-se a baixa variação térmica em todas as situações, alcançando amplitudes térmicas entre 1°C e 4°C apenas, já entre os elementos sombreados e os não sombreados ficou entre 1°C e 3°C, sendo 9°C a amplitude máxima geral observada e a média de 6°C (Tabela 4).

Figura 5: Termografias das superfícies no entorno do Ponto 04



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

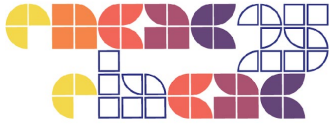


Tabela 4: Temperaturas Superficiais no entorno do Ponto 04

| | Vista | Horário | Parede (sombra) | Parede (sol) | Calçada (sombra) | Calçada (sol) | Asfalto (sombra) | Asfalto (sol) |
|----|----------|---------|-----------------|--------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| P4 | Vista 01 | 10h05 | 34 °C | 36 °C | 35 °C | - | 35 °C | 36 °C |
| | | 15h50 | 32 °C | 34 °C | - | 32 °C | 33 °C | 34 °C |
| | Vista 02 | 10h10 | 35 °C | 36 °C | 36 °C | 36 °C | 36 °C | 36 °C |
| | | 15h55 | 32 °C | 35 °C | 35 °C | 35 °C | 37 °C | 38 °C |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Resumindo-se numa tabela a variação de amplitudes térmicas encontradas nas termografias de todos os pontos e nos dois períodos do dia (Tabela 5), tem-se que a menor variação térmica média é dos Pontos 3 e 4, devido ao sombreamento e à ventilação respectivamente. Na contramão, a média de amplitude térmica do Ponto 02 fica na faixa dos 15°C e do Ponto 01 com 12°C. Contudo, é importante destacar que o Ponto 01 sofre uma distorção na sua média devido à presença de paredes pretas no sol no seu entorno, visíveis na Vista 02.

Tabela 5: Amplitude Térmica Média dos pontos analisados

| Hora | 9h10 | 15h | 9h15 | 15h05 | 9h30 | 15h20 | 9h35 | 15h25 | 9h45 | 15h35 | 9h50 | 15h40 | 10h05 | 15h50 | 10h10 | 15h55 |
|-------------|---------|------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Ponto | V1P1 | V1P1 | V2P1 | V2P1 | V1P2 | V1P2 | V2P2 | V2P2 | V1P3 | V1P3 | V2P3 | V2P3 | V1P4 | V1P4 | V2P4 | V2P4 |
| Ampl. Térm. | 8 °C | 8 °C | 17 °C | 15 °C | 14 °C | 20 °C | 12 °C | 13 °C | 9 °C | 5 °C | 10 °C | 6 °C | 4 °C | 5 °C | 6 °C | 9 °C |
| | 8,0 °C | | 16,0 °C | | 17,0 °C | | 12,5 °C | | 7,0 °C | | 8,0 °C | | 4,5 °C | | 7,5 °C | |
| | 12,0 °C | | | | 15,0 °C | | | | 7,5 °C | | | | 6,0 °C | | | |

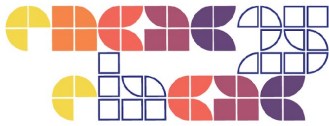
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Assim como para a amplitude térmica, também se compilou a média das temperaturas de superfície por elementos em todos os pontos e nos dois períodos. Quase todos os pontos apresentaram valores próximos a 34°C e 35°C, com exceção do Ponto 02, com média de 39°C. O Ponto 02 também apresentou os maiores picos de temperatura superficial entre os mesmos elementos e nas mesmas condições, o que indica a importância do sombreamento no conforto urbano, já que era o único ponto sem sombreamento algum (Tabela 6).

Tabela 6: Temperatura de Superfície Média dos pontos analisados

| | Ponto | Parede (sombra) | Parede (sol) | Calçada (sombra) | Calçada (sol) | Asfalto (sombra) | Asfalto (sol) | Média |
|-------------------------|----------|-----------------|--------------|------------------|---------------|------------------|---------------|---------|
| Média Temp. Superficial | Ponto 01 | 33,5 °C | - | 31,5 °C | 40,0 °C | 32,0 °C | 39,0 °C | 35,2 °C |
| | Ponto 02 | 33,5 °C | 41,0 °C | 33,6 °C | 43,0 °C | - | 44,0 °C | 39,0 °C |
| | Ponto 03 | 32,0 °C | 36,7 °C | 32,5 °C | 34,5 °C | 32,0 °C | 38,0 °C | 34,3 °C |
| | Ponto 04 | 33,2 °C | 35,3 °C | 35,3 °C | 34,3 °C | 35,2 °C | 36,0 °C | 34,9 °C |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.



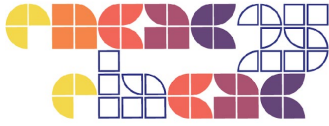
Considerações Finais

Este estudo analisou o comportamento de diferentes materiais utilizados nas fachadas dos prédios e no pavimento das ruas e calçadas, em quatro pontos do bairro Tirol, em Natal-RN. Isso porque o aumento da urbanização das cidades vem causando desafios para controle do microclima urbano, causando um fenômeno conhecido como Ilhas de Calor Urbanas (ICU). Então, a finalidade é contribuir para decisões conscientes e eficientes no planejamento urbano.

Para tanto, utilizou-se a técnica da termografia infravermelha. As termografias são uma opção de ferramenta para detectar a temperatura da superfície dos materiais, permitindo avaliar como eles influenciam nas ilhas de calor e no conforto térmico dos transeuntes e como a escolha deles influenciam nos espaços urbanos.

De maneira resumida, pode-se indicar a contribuição de cada ponto analisado, confirmando literaturas já existentes. O Ponto 01 demonstra o poder do sombreamento para atenuar a influência do Sol no aumento da temperatura superficial dos elementos, com amplitudes térmicas que chegam a 15°C; o Ponto 02 representa como a ausência de sombreamento contribui para o acúmulo gradual de calor ao longo do dia, confirmando estudos que demonstram ganho térmico nas superfícies urbanas; o Ponto 03 destaca o potencial da vegetação em garantir inércia térmica, retardando o aumento da temperatura pela manhã, mas liberando calor à tarde, e a maneira como uma ventilação insuficiente dificulta a dissipação do calor; e o Ponto 04, onde é bem ventilado e com sombreamento médio, mostra o calor dissipando-se mais rapidamente, sendo menos absorvido pelas superfícies.

Esses registros corroboram com a literatura, indicando que a escolha de materiais mais escuros e absorventes, como tintas escuras, asfalto e concreto, para fachadas, pavimentos e calçadas impactam no ganho de calor; que qualquer tipo de sombreamento, construído ou através de vegetação, retarda o ganho térmico; que a presença de vegetação causa existência de inércia térmica no ambiente; e que a ventilação favorece a perda de calor. Portanto, os quatro pontos evidenciaram como as experiências térmicas dos habitantes podem ser distintas, conforme se relacionam esses condicionantes. Dessa forma, espera-se contribuir para decisões projetuais mais conscientes e eficientes no planejamento urbano quanto às estratégias de mitigação do calor em termos de materiais das superfícies, coberturas para sombreamento e canalização do vento. Visto que, apesar da complexidade de lidar com elementos da natureza, é possível utilizar-se de tecnologia para verificar qual conjunto de características gera mais conforto para a população. Logo, a relevância desse estudo está em evidenciar o comportamento do meio urbano e facilitar o entendimento da teoria.



Agradecimentos

Agradecimento à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelas bolsas concedidas para financiamento dos estudos.

Referências

- Chen, Y.; Zhang, L.; Liu, X. Mitigating urban heat islands with green infrastructure: A review of recent advances. **Urban Climate**, v. 33, p. 100679, 2019.
- Grinzato, E.; Ludwig, N.; Cadelano, G.; Bertucci, M.; Gargano, M.; Bison, P. Infrared thermography for moisture detection: a laboratory study and in-situ test. **Materials Evaluation**, p. 97-104, 2011.
- Li, D.; Zhang, H.; Wang, J. Urban heat island effect and mitigation strategies: A review. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 12, p. 123005, 2020.
- Oke, T. R. The urban heat island. **Atmospheric Environment**, v. 16, n. 8, p. 1767-1776, 1982.
- Oke, T. R. **Urban Climates**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- Romero, M.; Baptista, G.; Lima, E.; Werneck, D.; Vianna, E.; Sales, G. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, ETB, 2019.
- Santamouris, M.; Synnefa, A.; Karlessi, T. Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions. **Solar Energy**, v. 85, p. 3085- 3102, 2011.
- Santoro, M. et al. Vegetation shading effects on urban surface temperatures: A case study in a tropical city. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 59, p. 126998, 2021.
- Santos, F. **Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT**. 2012. 87f. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.
- Zhang, Y.; Huang, G.; Feng, J. Strategies for mitigating urban heat islands: A review of recent developments and future prospects. **Sustainable Cities and Society**, v. 74, p. 103213, 2022.
- Zhao, L.; Liu, Y.; Chen, H. Wind speed and urban heat island effect: Impacts on surface temperature variations. **Building and Environment**, v. 157, p. 106123, 2019.
- Zhao, S.; Wang, Y.; Liu, Q. Impact of urbanization on surface temperature and heat fluxes in a rapidly developing city: A case study of Beijing. **Science of The Total Environment**, v. 754, p. 142095, 2021.