

**UNIVERSIDADE CESUMAR / UNICESUMAR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS LIMPAS**

**LEONARDO MACHADO PIRANI**

**RELAÇÃO ENTRE MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO E ILHAS DE  
CALOR URBANAS**

**MARINGÁ  
2022**

LEONARDO MACHADO PIRANI

RELAÇÃO ENTRE MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO E ILHAS DE  
CALOR URBANAS

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Tecnologias Limpas da Universidade  
Cesumar, como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre em  
Tecnologias Limpas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Maria de  
Los Angeles Perez Lizama

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana  
Cristina Soto Herek Rezende.

MARINGÁ  
2022

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

P667r Pirani, Leonardo Machado.

Relação entre materiais de pavimentação e ilhas de calor urbanas / Leonardo Machado Pirani. – Maringá-PR: UNICESUMAR, 2022.

53 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Maria de los Angeles Perez Lizama.

Coorientadora: Profa. Dra. Luciana Cristina Soto Herek Rezende.

Dissertação (mestrado) – Universidade Cesumar - UNICESUMAR,  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas, Maringá, 2022.

1. Análise térmica. 2. Conforto térmico. 3. Sensoriamento remoto. 4. Temperatura de superfície. I. Título.

CDD – 621.11217

Roseni Soares – Bibliotecária – CRB 9/1796  
Biblioteca Central UniCesumar

Ficha catalográfica elaborada de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**LEONARDO MACHADO PIRANI**

### **RELAÇÃO ENTRE MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO E ILHAS DE CALOR URBANAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Tecnologias Limpas da Universidade Cesumar, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Limpas pela Comissão julgadora composta pelos membros:

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Maria de los Angeles Perez Lizama**  
Orientador /UNICESUMAR

---

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Márcia Aparecida Andreazzi**  
Membro interno /UNICESUMAR

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr. Luís Felipe Machado Velho**  
Membro externo /UEM

Maringá, 10 de dezembro de 2022

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre comigo e nunca me permitir desistir.

Ao Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI) pela bolsa concedida e o apoio financeiro à pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas da Unicesumar (PPGTL), e a todos os professores que dedicaram seu tempo a disseminar o conhecimento, em especial ao professor Dr. Luís Felipe Machado Velho, que sempre, de forma gentil, me ajudava. Um agradecimento especial a minhas professoras Dr<sup>a</sup>. Maria de los Angeles Perez Lizama e Luciana Cristina Soto Herek Rezende que aceitou a ideia e me guiou pelo caminho da pesquisa, com muitos ensinamentos.

Aos amigos do programa conquistados nestes anos de estudo, porém, um abraço especial ao Felipe Zavaski, que sempre me ajudou na estatística.

Agradeço aos amigos do trabalho que sempre entenderam minha ausência.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este sonho se tornasse realizado.

# **RELAÇÃO ENTRE MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO E ILHAS DE CALOR URBANAS**

## **RESUMO**

Uma das principais causas do fenômeno das ilhas de calor é a alta absorção térmica dos materiais de superfície urbanos e sua capacidade de retenção de calor. Visando uma contribuição para o estudo dos materiais que auxiliam na minimização do calor gerado, este trabalho tem como objetivo a avaliação térmica de quatro materiais de pavimentação comumente utilizados na cidade de Maringá/PR, a manta asfáltica, o pavimento cimentício intertravado, piso drenante e o piso embrorrhachado de resíduos. A morfologia urbana e o adensamento da cidade têm influências no estudo do comportamento físico dos materiais de pavimentação, por isso foi escolhido 4 locais da cidade em sol pleno e sombra, em diferentes áreas de uso e ocupação do solo. A avaliação foi efetuada utilizando dados da Estação Meteorológica de Maringá, dados de temperatura coletados em campo, durante o período de inverno, utilizando equipamentos de transectos móveis. Os dados coletados apontam que principalmente a manta asfáltica em sol pleno agrupa uma quantidade maior de calor atmosférico, em contrapartida os materiais permeáveis, o piso drenante e o piso embrorrhachado de resíduos tendem a dissipar menos calor para a atmosfera principalmente nos dias após as chuvas. Nos dias seguintes as precipitações os materiais de manta asfáltica e piso cimentício intertravado, aumentam a temperatura de superfície e a temperatura relativa do ar exponencial, assim que escoada toda a água, já os materiais em que permitem a passagem da água para o solo, devido a presença da água, têm um aumento de temperatura de superfície e temperatura relativa gradual conforme os dias sem chuvas vão se prolongando, mostrando que a permeabilidade do solo é um fator crucial para a mitigação de calor concentrado nos centros de cidades adensadas.

**Palavras-chave:** Análise térmica, Conforto térmico, Temperatura de superfície.

## **RELATION BETWEEN PAVING MATERIALS AND URBAN HEAT ISLANDS**

### **ABSTRACT**

One of the main causes of the heat island phenomenon is the high thermal absorption of urban surface materials and their heat retention capacity. Aiming at a contribution to the study of materials that help minimize the heat generated, this work aims at the thermal evaluation of four paving materials commonly used in the city of Maringá/PR, the asphalt, the interlocking cementitious pavement, draining floor and the rubberized floor of waste. Urban morphology and city density influence the study of the physical behavior paving materials, which is why 4 locations in the city were chosen in full sun and shade, in different areas of land use and occupation. The evaluation was carried out using data from the Meteorological Station of Maringá, temperature data collected in the field, during the winter period, using mobile transects equipment. The collected data indicate that mainly the asphalt blanket in full sun adds a greater amount of atmospheric heat, on the other hand the permeable materials, the draining floor and the rubber floor of residues tend to dissipate less heat to the atmosphere mainly in the days after the rains. In the following days, the precipitations, the asphalt materials and the interlocking cement floor, increase the surface temperature and the relative temperature of the air exponentially, as soon as all the water has drained, as well as the materials in which they allow the passage of water to the earth, due to the presence of water, have a gradual increase in surface temperature and relative temperature as days without rain are prolonged, showing that soil permeability is a crucial factor for mitigating concentrated heat in the centers of dense cities.

**Keywords:** Surface temperature, Thermal analysis, Thermal confort.

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 01.</b> Esquema descrevendo a estrutura do fenômeno ilha de calor urbana atmosférica (WERNERCK, 2018) .....	17
<b>Figura 02.</b> Refletância solar de pavimentos convencionais de acordo com o tempo (GARTLAND, 2010) .....	21
<b>Figura 03.</b> Compilado de táticas de mitigação de Ilhas de Calor Urbanas (O autor, adaptado de Mohajerani, Bakaric, Jeffrey-Bailey, 2017) .....	27
<b>Figura 04.</b> Mapa da localização de Maringá – PR (IBGE, 2021) .....	28
<b>Figura 05.</b> Mapa de localização dos pontos de coleta selecionados (O autor, 2020) ...	30
<b>Figura 06.</b> Materiais de pavimentação estudados. A) Piso intertravado B) Asfalto C) Piso embrorrachado de Resíduos D) Piso intertravado drenante (O Autor, 2020) .....	32
<b>Figura 07.</b> Correlação entre Radiação Global e Umidade Relativa do ar (O autor, 2022) .....	34
<b>Figura 08.</b> Correlação entre temperaturas de superfície e temperatura atmosférica (O autor, 2022) .....	35
<b>Figura 09.</b> Relação entre os 4 materiais de pavimentação e a temperatura de superfície (O autor, 2022) .....	36
<b>Figura 10.</b> Gráfico de interpolação de cores, em grau de interferência quanto a temperatura de superfície atingida. Fonte: O autor (2022).....	37
<b>Figura 11.</b> Relação entre temperatura de superfície e materiais analisados, utilizando como variável os pontos de coleta (O Autor, 2022) .....	38
<b>Figura 12.</b> Relação entre a temperatura de superfície e os pontos de coleta, tendo como variável o material analisado (O autor, 2022).....	39

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 01.</b> Classificação, tipologia, emissividade dos materiais nos diferentes pisos cimentícios estudados no município de Maringá, PR.....	31

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	11
<b>2. OBJETIVO .....</b>	13
2.1. Objetivo geral .....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	14
3.1. Clima Urbano .....	14
3.2. Ilhas de Calor .....	15
3.3. Materiais de Pavimentação .....	18
3.4. Materiais Compósitos .....	21
3.5. Ilhas de Calor em Maringá .....	22
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	24
4.1. Área de Estudo .....	24
4.2. Delineamento Amostral .....	25
4.2.1. Materiais a Serem Estudados .....	25
4.2.2. Pontos de Coleta .....	26
4.3. Análise de dados.....	29
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	30
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	36
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	37
<b>ANEXOS .....</b>	44



## 1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização contínuo, devido ao aumento demográfico e ao desenvolvimento socioeconômico, tem um papel primordial nas mudanças climáticas globais (WANG, 2021). Fatores como crescimento das cidades, excesso de materiais com alta capacidade de absorção da radiação solar, concentração de radiação infravermelha nos grandes centros urbanos e a liberação de calor sensível por meio da combustão nos processos industriais e veículos automotores, aumentam a temperatura, contribuindo para as alterações climáticas globais (WRECK *et al.*, 2017).

A alteração do clima está entre um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, pois o aumento da temperatura origina as chamadas ilhas de calor, contribuindo para danos ambientais e à saúde humana, entre outros efeitos, pois, propiciam o câncer de pele (DEILAMI *et al.*, 2018).

As mudanças influenciam e impactam a vida das cidades, uma vez que, a mitigação da cobertura vegetal natural, devido à alta concentração de edificações, materiais de infraestrutura urbana, com elevado potencial energético de absorção de calor da radiação solar, juntamente com as atividades humanas, geram uma cúpula de ar causando um aumento significativo na temperatura (AMORIM *et al.*, 2009).

A redução da temperatura local, em um grande centro, sem a utilização de cobertura vegetal, afeta diretamente superfície do solo, pois o excesso de edificações aliado aos materiais utilizados, dão origem às impermeabilizações com materiais, fato que pode ser revisto com a arborização (ZHU, 2019).

Os materiais usados nas estruturas urbanas, como fachadas e telhados, desempenham um papel importante para o equilíbrio térmico por meio da absorção da radiação solar e da dissipação de parte do calor acumulado por meio de convecção para a atmosfera aumentando temperatura ambiente (SANTAMOURIS; DING; OSMOND 2019).

Portanto, com o excesso de materiais utilizados, acarreta em um fenômeno chamado de Ilhas de calor (IC), onde há uma diferença de temperatura entre o centro urbano e os seus arredores e a zona rural da cidade (AMORIM, 2020). As IC podem ser classificadas entre Ilhas de Calor Urbana (ICU) e Ilhas de Calor Rural (ICR). O contrário ocorre quando dentro de uma urbe um local com grande concentração de vegetação como parques e praças, a vegetação influencia termicamente no decréscimo da temperatura

local transformando-o em uma Ilha de Frescor (IF) (MELO-THÉRY; CAVICCHIOLI; CALDAS, 2021).

Assim, as características técnicas dos materiais usados determinam em alto grau, a energia e as condições de consumo e conforto, sendo então o estudo atmosférico e de condições geográficas os pontos chaves para identificar o efeito das ilhas de calor nas cidades e, futuramente mitigá-las. (MOHAJERANI, 2017).

Como forma de mitigação para esse fenômeno, a arborização continua sendo a forma mais abordada pelos órgãos públicos, devido ao fato de que outras formas mitigadoras como pinturas termo cromáticas e diminuição do albedo dos materiais tornam-se onerosas para os gestores públicos (LI *et al.*, 2016).

A utilização de parques, praças, bosques, arborização urbana e até mesmo *pocket parks* tem por objetivo a formação de uma massa de ar frio, balanceando o microclima dos municípios (ALVES, 2017). Porém há casos em que, devido à infraestrutura, crescimento urbano e a alta concentração de materiais com um alto grau de albedo, a troca dos materiais por mais claros seria o modo mais eficiente de mitigar as ilhas de calor em Nova Iorque – EUA (ROSENWEIG *et al.*, 2006).

Face aos desafios de amenizar os efeitos adversos do clima urbano ao conforto térmico humano, consumo energético, entre outros aspectos, entende-se que é necessário compreender melhor como o microclima urbano pode ser influenciado por agentes naturais e construídos. Essa compreensão permite ir além na intervenção dos espaços abertos públicos de forma a propiciar a sua função social na dinâmica da cidade (SANTAMOURIS, 2019).

Tais observações enfatizam questões importantes a serem incorporadas ao planejamento urbano, para os quais não bastam apenas as consultas de índices urbanísticos e variáveis climáticas durante o processo projetual, mas também a especificação e planejamento da via pública e calçadas, restringindo os materiais a serem utilizados como forma mitigadora as (ICU) (MOHAJERANI, BAKARIC, JEFFREY-BAILY, 2017). Isso gera situações microclimáticas específicas nos diferentes zoneamentos urbanos e altera a condição da atmosfera superior (DEILAMI *et al.*, 2018).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo geral

- Identificar a influência térmica dos materiais de pavimentação urbana visando a redução da formação de ilhas de calor na cidade de Maringá/PR.

### 2.2. Objetivos específicos

- Verificar a relação entre radiação solar nos diferentes locais do município de Maringá;
- Analisar a relação entre as temperaturas de superfície, do ar atmosférico;
- Avaliar a influência dos materiais de pavimentação sobre a temperatura de superfície e relativa em diferentes locais;
- Comparar a relação entre a temperatura em diferentes tipos de materiais de pavimentação e os pontos de coleta;
- Verificar a redução da formação das ilhas de calor conforme o material de pavimentação utilizado.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. CLIMA URBANO

O estudo do clima trata, em geral, de pesquisas sobre temperatura, umidade, pressão atmosférica e bioma local. O “clima urbano”, contudo, agrega as atividades humanas, tais como: a impermeabilização do solo, a remoção da camada vegetal, os adensamentos das áreas centrais de forma indevida, acúmulo de gases do efeito estufa (GEE) e outras ações as quais influenciam a temperatura urbana (PIMENTEL; FEREIRA, 2019). Para Oke (2006), o estudo do clima urbano possui um parâmetro apenas avaliando as variações de tempo na urbe, sendo que em outros estudos, é suficiente estudar a atmosfera por sua própria causa ou valor, no estudo do clima em áreas urbanas há um interesse em avaliar o microclima urbano e os efeitos sob a população e os materiais de superfície, em vários locais do mundo.

Luke Howard, no século XIX, foi o primeiro, a estudar sobre o excesso de calor na cidade de Londres em comparação ao campo, atribuindo essa condição à maior absorção da radiação solar aos diferentes materiais utilizados da cidade, bem como a falta de umidade (GARTLAND, 2010). Posteriormente, destacam-se os trabalhos clássicos da climatologia moderna de Landsberg (1956) com o livro *The climate of towns*, e de Chandler (1965) com *The climate of London*. Landsberg (1956) iniciou-se a avaliação dos efeitos da poluição atmosférica no microclima urbano.

Com o crescimento das cidades, estudos multidisciplinares sobre os efeitos de GEE, a qualidade de vida, o conforto ambiental e o clima urbano se tornaram mais frequentes. No Brasil, Monteiro e Mendonça (2003) definiram o Sistema Clima Urbano (SCU), com um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. Trata-se de um modelo teórico para a investigação do comportamento climático das cidades, por meio de exemplificações com arguições de percepção. O SCU é caracterizado como singular, aberto, evolutivo, dinâmico, adaptativo e possível de autorregulação.

Os níveis que formam a estrutura do SCU podem ser representados por três canais de percepção humana: Canal I - Conforto Térmico, Canal II - Qualidade do Ar, Canal III - Impacto Meteórico, que se associam, respectivamente o efeito termodinâmico, físico-

químico e hidro meteórico. Em 2006, a Organização Meteorológica Mundial, *World Meteorological Organization* (WMO) publicou o Guia de orientações iniciais para observações meteorológicas representativas em locais urbanos, sobre instrumentos e métodos de observação, elaborado especialmente por Timote e Oke (2006).

O mesmo estudo levou a criação de Grimmond (2006), sendo um guia no qual cria-se as etapas de trabalho iniciando com a seleção do local para a implantação das estações de medições, abordando as escalas horizontais e verticais, descrevendo os equipamentos de medições. Além disso, descreve as formas de medições dos diferentes elementos, tais como: a radiação solar, a temperatura, a umidade, o vento e as precipitações. Imagens por sensoriamento remoto também são abordadas no guia, e são a base para qualquer trabalho. Para complementar as pesquisas sobre SCU, foram introduzidos os elementos morfologia e configuração urbana e adensamento central (TIMOTE; OKE, 2006).

Romero (2015) analisou a relação entre radiação solar e geometria urbana na temperatura do ar. Dentro do planejamento urbanístico, ainda enfatizou que o vento, as áreas verdes, o som, a água, os pavimentos nos espaços públicos e o mobiliário urbano são elementos da urbanização que influenciam o SCU. O autor também acentuou que os edifícios constituem as principais rugosidades da cidade e que de todos os elementos climáticos, as condições do vento são as mais afetadas pela urbanização.

### **3.2.ILHAS DE CALOR**

As ilhas de calor urbana (ICU) são um dos principais fenômenos associados ao clima urbano. Segundo a Agência de Proteção Ambiental Norte-americana (EPA, 2019), o termo se caracteriza por áreas urbanas mais aquecidas que as áreas rurais circundantes. Em uma cidade com aproximadamente 1 milhão de pessoas, a temperatura do ar média anual pode ser de 1°C a 3°C mais elevada que o entorno. Em países europeus, os altos níveis de calor podem causar problemas de saúde grave, o efeito de intensas ondas de calor intensificados pelas ICU podem causar graves problemas de saúde podendo provocar estresse térmico e dores de cabeça até manchas e insolação (RICHARD, et al, 2021).

No período da tarde, a diferença pode ser superior a 12°C. Os efeitos negativos da ilha de calor se manifestam desde aumento da demanda energética para resfriamento, custos com ar-condicionado e umidificadores de ar, poluição do ar, emissões de gases de efeito estufa, até doenças relacionadas ao trato respiratório, com calor e mortalidade (MA, *et al.* 2021). Voogt e Oke (2003) sumarizam os principais aspectos, implicações e efeitos da ilha de calor, com destaque para sua forma, intensidade e a localização do seu núcleo mais quente. Nesse sentido, são categorizados dois diferentes tipos de ilha de calor, a de superfície e atmosférica. A ilha de calor de superfície se refere ao aquecimento relativo das superfícies urbanas, posteriormente, com a troca lenta de calor, entre os materiais e a atmosfera forma-se uma cúpula de ar quente sobre a cidade (Figura 01).

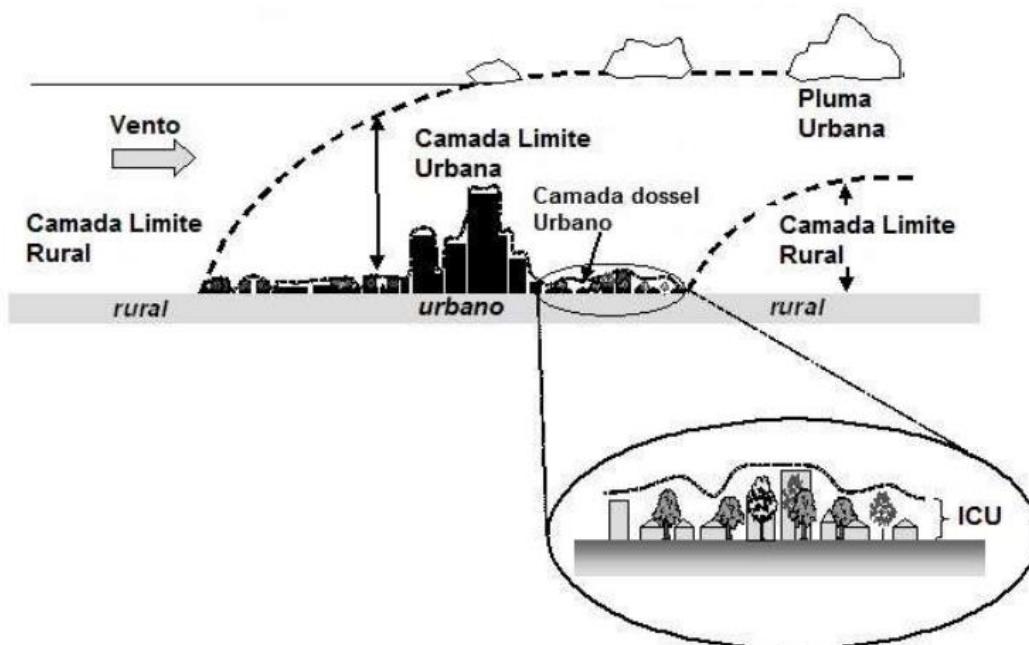


Figura 01: Esquema descrevendo a estrutura do fenômeno ilha de calor urbana atmosférica. Fonte: Werneck (2018).

Segundo Stewart e Oke (2012), existem cinco fatores principais que causam as ilhas de calor, os quais podem ser observados no Quadro 1. Assim, trabalhos que busquem mitigar estes problemas urbanos, procuram abordar estas causas para a cidade, abordando questões relacionadas a causa e efeito, visando sempre o clima e as coletas de temperaturas do local de estudo a ser realizado.

Recentemente, pesquisas têm focado, principalmente na mitigação do efeito das ICU. Para mitigar é necessário, antes de qualquer ação, identificar os novos paradigmas

e as causas e efeitos da problemática. Taleghani (2018) observa que a conscientização ambiental, no meio acadêmico, pesquisas, incentivo do mercado privado, bem como as políticas públicas são ferramentas que possibilitam mitigar as ilhas de calor.

O Planejamento Urbano, o Plano de Uso e Ocupação do Solo e o Plano de Arborização dos municípios, bem como o funcionamento de equipamentos, automóveis e indústrias, os materiais de superfície são elementos que requerem novas considerações a serem contempladas nas Políticas Públicas para a mitigação de Ilhas de Calor Urbanas (SILVA *et al.*, 2018).

Quadro 01: Causas da formação das Ilhas de calor urbanas

<b>Causas das ilhas de calor urbanas</b>	
01	Grande absorção de radiação solar devido à reflexão múltipla e à captura de radiação pelas paredes de edifícios e superfícies verticais na cidade. A maior absorção é devido ao menor albedo de materiais urbanos
02	Maior retenção de radiação infravermelha em <i>canyons</i> urbanos devido a uma visão restrita do céu. A visão do céu fica cada vez mais restrita com edifícios mais altos e mais compactos
03	Grande absorção e liberação tardia de calor por edifícios e superfícies pavimentadas na cidade. Muitas vezes, incorretamente atribuído apenas às propriedades térmicas dos materiais, esse efeito também se deve à radiação solar e infravermelha "retida" e às perdas convectivas reduzidas na camada do dossel onde o fluxo de ar é retardado
04	Grande parte da radiação solar absorvida na superfície é convertida em formas de calor sensíveis e não latentes. Este efeito é devido à substituição de solos úmidos e plantas por superfícies pavimentadas e impermeabilizadas e um declínio resultante na evaporação da superfície pavimentada.
05	Grande liberação de calor sensível e latente da combustão de combustíveis para transporte urbano, processamento industrial e aquecimento/resfriamento doméstico. O calor e a umidade também são liberados do metabolismo humano, mas isso geralmente é um componente menor do balanço energético da superfície

Fonte: O autor, adaptado de Stewart e Oke (2012).

No Brasil, a produção científica na área tem se voltado para modelos teóricos e são raras as divulgações de tal conhecimento. Além disso, os resultados também não são aproveitados na prática, pois embora sejam aptos a se tornarem pautas para as políticas públicas, os estudos não apresentam soluções efetivas aos problemas urbanos, não gerando interesse dos agentes públicos. Outrossim, a compilação desse conhecimento e a

disseminação no meio dos profissionais envolvidos da construção civil é o melhor caminho para a mitigação das ICU (SIQUEIRA-GAY; DIBO; GIANNOTTI, 2017).

Gartland (2010) sugere algumas outras possibilidades de intervenção para mitigar ilhas de calor, tais como: utilizar os terrenos e edifícios conforme o conforto ambiental, das propriedades térmicas dos materiais de revestimento, de pavimentação e de cobertura e suas respectivas aplicações, do emprego da vegetação e da arborização para o arrefecimento das áreas urbanas, além de ações que podem ser desenvolvidas pela esfera da sociedade no geral.

Os desafios para a efetividade das estratégias de mitigação dos efeitos da ICU dependem bastante do grau de certeza dos métodos de identificação, que incluem uma combinação de complexos fenômenos interagindo em diversas escalas, desde a escala humana, escala de vias, bairros, até a escala da cidade, além da regional (MIRZAEI, 2015). Segundo Mirzaei (2015), revisou estudos sobre modelagem do efeito da ICU e das estratégias de mitigação investigadas por arquitetos, especialistas em climatologia urbana, meteorologistas e geógrafos. De acordo com sua pesquisa, as estratégias de mitigação mais estudadas incluem a ventilação urbana e a alteração dos materiais de recobrimento do solo visando melhorar o conforto da população.

As análises da distribuição espacial dos diferentes usos do solo e sua contribuição nas variações da temperatura, ou seja, a formação da ilha de calor nas metrópoles, em função do uso do solo, são as pesquisas que mais se desenvolvem nos últimos anos (BARROS; LOMBARDO, 2016).

### **3.3. MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO**

As concentrações urbanas com alta densidade de edificações, aliada a elevada impermeabilização do solo causada pela pavimentação das ruas e do calçamento, além da colocação de pisos nos quintais, associada a poucas e pequenas extensões de áreas verdes, contribuem para acentuar o escoamento das águas pluviais e causar inundações nas partes baixas das cidades, como nos fundos de vale, durante os períodos de chuvas prolongadas, complementando o uso de pavimentos permeáveis para amenizar esse efeito e contribuindo para a mitigação do calor em excesso (LIU; LI; PENG, 2018).

O uso inadequado do espaço urbano provoca acentuados desequilíbrios, que se manifestam pelos deslizamentos de encostas instáveis, desconforto térmico e aumento da

torrencialidade das chuvas e, portanto, do escoamento irregular das precipitações (FRANÇA, 2018). Portanto, os materiais utilizados nas pavimentações desempenham um papel importante, tanto na infraestrutura urbana, quanto nos problemas urbanos causados justamente pela impermeabilização do solo.

Os pavimentos afetam fortemente o clima urbano e o equilíbrio térmico é determinado por fatores como a quantidade de energia solar absorvida, a radiação infravermelha emitida, o calor transferido por convecção para o ar atmosférico, o calor armazenado na massa de o material e o calor conduzidos para o solo (SANTAMOURIS; DING; OSMOND 2019). Quando os fenômenos de calor estão presentes, a evaporação ou mesmo a condensação é afetado o regime térmico das superfícies dos pavimentos. O calor patogênico, por causado pelo tráfego rodoviário também pode afetar o balanço térmico dos materiais (SANTOS; SOARES; BABADOPULOS, 2020).

Estudos apontam que a radiação infravermelha dos pavimentos de Tóquio causa aquecimento da atmosfera, que cerca de metade da taxa de consumo de energia das áreas comerciais. Os pavimentos são os principais contribuintes para o desenvolvimento da ilha de calor urbana (HEAVISIDE; MACINTYRE; VARDOLAKIS, 2017).

As escalas dos modelos, análises e pesquisas variam de acordo com os objetivos das pesquisas e da escala do edifício sendo conhecidas como *Building Energy Models* (BEM) que é limitada à análise do edifício isolado, onde investiga-se as respostas do invólucro do edifício frente aos cenários de mudanças climáticas. A microescala, analisa a modelagem de microclimas (*microclimate models* – MCM) baseada em técnicas computacionais de dinâmica dos fluidos (CFD). Analisa ainda os impactos da orientação das edificações, materiais de superfície, ruas tipo cânion urbanos, vegetação, entre outros atuantes no conforto térmico do pedestre e na ventilação urbana. Em escala da cidade: investiga a variação da ICU em larga escala utilizando ferramentas para mesoescala (MM) (HOU; HASSAN; WANG, 2021).

A modelagem da ICU nessa escala é uma das aplicações do sensoriamento remoto, por meio das imagens térmicas tomadas por satélites, agregando outros dispositivos como os transectos móveis para agregar mais dados e evitar variáveis de temperaturas locais devido a escala (WERNECK, 2018).

Os desempenhos térmicos dos materiais de construção são determinados por suas características térmicas e óticas, onde o albedo e a emitância de radiação de ondas longas são as mais significativas (KYRIAKODIS; SANTAMOURIS, 2018). Kyriakodis e Santamouris (2018), abordam o uso dos chamados materiais frios (termo traduzido do

inglês - *cool materials*), que se caracterizam por alta refletância para radiação de ondas curtas e alta emitância para radiação de ondas longas.

Segundo a ABNT (2005), a refletância é a taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente. Dessa forma, o desempenho térmico dos materiais no meio urbano também dependerá da radiação solar incidente. Parcelas da radiação solar serão absorvidas, refletidas e transmitidas, dependendo se a superfície é opaca, translúcida ou transparente, sempre havendo um ganho de calor (BENDER *et al.*, 2020). Há ainda o fator degradação, nas pesquisas de materiais, pois dependendo da cor, ao longo do tempo, os materiais mais escuros vão perdendo sua coloração intensa, enquanto os materiais mais claros acabam agregando tons de cinza (Figura 02). Sabe-se que para cada material há na sua termodinâmica os fatores de absorção, reflexão e emissão solar à temperatura ambiente.

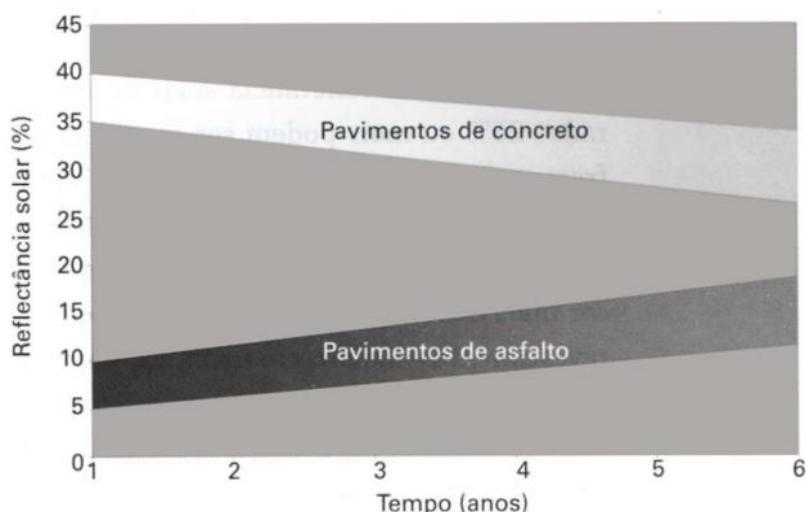


Figura 02: Refletância solar de pavimentos convencionais de acordo com o tempo.

Fonte: Gartland. (2010)

Os pavimentos convencionais de asfalto e concreto possuem valores de refletância diferentes quando novos e envelhecidos (Figura 02) e emissividade térmica alta, em torno de 85%. Segundo Gartland (2010), que reforça que em um pavimento impermeável a refletância é o fator que mais afeta a sua temperatura. Como as cores claras estão relacionadas com maiores refletâncias, os pavimentos mais claros tendem a ser mais frescos que os pavimentos mais escuros. O pavimento com alta refletância solar se mantém mais frio que um pavimento convencional sob ação da radiação solar

contribuindo, assim, para a redução da temperatura do ar (HEAT ISLAND GROUP LAWRENCE BERKELEY LAB, 2017).

De acordo com seu comportamento térmico, os materiais se classificam em frios, quentes, refletores e corpos negros (ABNT, 2005). Para Corbella e Yannas (2003) o conjunto de absorção e emissão das superfícies determinará, basicamente, sua temperatura. Nesse sentido, muitas propostas se voltam para a redução de ganhos térmicos nas edificações e no ambiente urbano, em particular para a redução da absorção da radiação solar em busca de um balanço energético positivo e moderação da ICU (SYNNEFA; SANTAMOURIS, 2016).

Uma estratégia de mitigação do impacto dos pavimentos sobre a moderação da ICU é a de redução do fluxo de calor sensível entre a atmosfera e a superfície pavimentada (SANTAMOURIS, 2013). Uma vantagem de uma ação mitigadora envolvendo pavimentos é a grande disponibilidade de áreas nas cidades para sua implementação (ruas, calçadas e estacionamentos), sendo parte essencial da infraestrutura urbana.

O tema relacionado aos materiais para pavimentação e asfálticos é bastante amplo e os enfoques principais encontrados na literatura para moderação das altas temperaturas de superfície e mitigação de ilhas de calor são baseados no aumento da reflexão solar, fazendo com que o material faça trocas térmicas rápidas com o ambiente e no aumento da permeabilidade do solo (AKBARI; KOLOKOTSA, 2016).

O uso de pinturas refletivas brancas, ou próximas de branco, pintura colorida com o uso de partículas refletivas no espectro infravermelho e pigmentação mais clara para alterar a cor dos agregados que, concomitantemente, diminui o albedo dos materiais (SYNNEFA e SANTAMOURIS, 2016). A utilização de pigmentação nos pavimentos frios, que geralmente são brancos, tons pasteis e tons de cinza claro, também atua no conforto visual dos transeuntes uma vez que cores muito reflexivas podem causar ofuscamento e desconforto nos olhos (GARTLAND, 2010). As opções podem ser aplicadas em obras novas e para renovação de pavimentos existentes, porém demonstração desse pavimento em larga escala é restrita. A cidade de Los Angeles (EUA) é considerada uma cidade pioneira, implementando essa tecnologia em espaços públicos com um estudo protótipo.

Outras perspectivas são observadas com relação ao ciclo de vida dos materiais e o tempo de vida útil da aplicação das pigmentações, uma vez que, a temperatura dos pavimentos possui uma influência sobre sua durabilidade (SPROUL *et al.*, 2014). Li, *et al* (2016) aponta que em climas quentes as altas temperaturas podem deformar

pavimentos asfálticos e de concreto, sendo que os pavimentos frios podem mitigar esse tipo de deterioração e reduzir custos de manutenção, além do fato que há a probabilidade de pavimentos claros escurecerem com o tempo, em função do depósito de sujidades, perdendo sua capacidade de reflexão.

Estudos com pavimentos permeáveis estão direcionados para o aumento da capilaridade, constatando que sua resposta térmica depende da disponibilidade de água para evaporação (SANTAMOURIS, 2013). Merece atenção o fato de que há limitadas informações científicas sobre seu desempenho térmico.

Os asfaltos são constituídos por derivados do petróleo e podem ser obtidos de forma natural ou artificial, por processos físicos ou químicos. Ocorre naturalmente em lagos de asfalto e em asfalto rochoso (uma mistura de areia, calcário e asfalto). Possui propriedades como consistência sólida ou semissólida, e cor escura. Sua principal aplicação é na construção civil, sendo utilizado como pavimento e impermeabilizante (CASTRO *et al.*, 2017)

O piso intertravado é um tipo de pavimento em que o revestimento é formado por blocos de concreto com intertravamento por areia de selagem. As cargas a que o pavimento é exposto são distribuídas pelos blocos e resistidas em conjunto, por isso a importância do intertravamento adequado. Ele não se desloca lateralmente sob ação de cargas, nem rotaciona, nem translaciona. É muito importante que as faces de cada bloco sejam bem produzidas e paralelas, o que também garante o travamento. Esse é um critério de aceitação do material em função desse aspecto. Eles podem ser utilizados para a pavimentação de ruas, acessos internos e estacionamentos, calçadas e passeios. Em suas extremidades, é necessário inserir elementos de contenção, como cordões em concreto (que podem ser igualmente modulares (SILVA *et al.*, 2017).

O piso intertravado drenante é um modelo de piso permeável, que pode ainda conter grama nos vãos, que facilitam a drenagem da água. O piso intertravado tem longevidade, acabamento superficial duradouro, pode ser aplicado sem contrapiso ou rejunte, sendo assim muito utilizado para calçadas, estacionamentos, jardins, acessos internos, entre outras possibilidades. Possui vazios pelo seu corpo o que permite, dependendo do seu fabricante, até 90% de escoamento/permeabilidade da água incidida (LIU; LI; PENG, 2018).

O piso emborrachado geralmente é feito de pneus, sendo reutilizados para a fabricação aqueles que já não possuem mais vida útil. Fornecem segurança e conforto de longa duração aplicados comumente em pistas de caminhada, calçadas aplicações de

áreas externas, playgrounds, galpões de criadouros, baias para cavalos e pisos de restaurantes. São resistentes ao choque, antiderrapantes e ortopédicos, pois resistem e auxiliam no impacto na hora de realizar uma atividade física como (CASTRO; *et al.*, 2017).

### 3.5 MATERIAIS COMPÓSITOS

Há quase 150 anos os Pioneiros Maxwell (1873) e Rayleigh (1892) nos trabalhos de pequenas inclusões nas concentrações originárias de materiais industrializados para a criação de materiais compósitos, foram o que geraram as soluções para a eficiência de início da aplicabilidade dos materiais compósitos (SNARSKII; SHAMONIN; YUSKEVICH, 2020). Materiais compósitos são materiais cuja parte de sua matriz estrutural é substituída por um outro material, cujas propriedades físicas ou químicas sejam semelhantes, na maioria das vezes esses materiais podem ser resíduos de outro ramo da indústria (BOLF *et al.*, 2021).

Os materiais compósitos são geralmente considerados materiais de alto valor e alto desempenho que são empregados na produção de novos produtos. O termo composto pode ser usado para descrever um grande número de materiais multifásicos, consistindo em uma ampla variedade de materiais de matriz, juntamente com uma grande variedade correspondente de diferentes enchimentos e reforços. Compósitos podem ser facilmente reciclados. Adicionalmente, materiais compósitos têm demonstrado muitas vezes ter uma trilha ecológica melhor do que materiais tradicionais, como aço, alumínio e concreto (SANDEEP; KANT; DESA, 2008).

Porém foi com os tratados da Organização das Nações Unidas (ONU), o Acordo de Paris, de 2015, a Agenda 21 e com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o estudo dos materiais compósitos aumentou exponencialmente, obtendo alta adesão por parte das indústrias brasileiras, sempre visando a sustentabilidade e necessidades locais (CORSI *et al.*, 2022).

Durante as últimas décadas, o enorme aumento populacional em todo o mundo, juntamente com a necessidade de as pessoas adotarem melhores condições de vida, levou a um aumento dramático do consumo de polímeros (principalmente plásticos). O aumento do uso de plásticos levou a um incremento na quantidade desses materiais que acabam no fluxo de descarte na natureza, o que tem estimulado intenso interesse na reciclagem e

reutilização de plásticos, tornou-se o principal material utilizado na fabricação destes compósitos (FRANCIS; GOPALAN; SIVADAS; 2017).

Produtos de plástico reciclado, borrachas e resíduos pulverulentos são atualmente incipientes e estão possibilitando várias aplicações de engenharia em todo o mundo em pavimentos rodoviários (betumes e agregados), móveis, fabricação de fios de pesca, outros produtos plásticos reciclados, mas menos explorada para a produção de unidades de pavimentação (AGYEMAN *et al.*, 2019). Estudos exploratórios dos potenciais do uso de resíduos plásticos como aglutinante ou agregados para fabricação de blocos de pavimentação, determinando a resistência e as propriedades de absorção de água de blocos feitos são importantes para as resoluções da PNRS (CHAVES; SIDMAN, SENA, 2020).

A alta quantidade de uso do concreto, tendo em vista que a indústria da construção é uma grande consumidora de recursos naturais, produzindo desperdícios. O uso de concreto foi criticado por não ser ecologicamente correto devido ao esgotamento dos recursos naturais de reserva, alto consumo de energia e problemas de descarte (WICAKSONO; ARDHYANANTA; RASYIDA, 2018). A conservação dos recursos naturais e a redução do local de descarte por meio da reutilização e reciclagem de resíduos eram possibilidades de interesse, principalmente na adesão de produtos compósitos já testados e comprovados suas eficiências mecânicas e químicas para serem utilizados nas cidades (KHALID *et al.*, 2017).

### **3.6 ILHAS DE CALOR EM MARINGÁ-PR**

O fenômeno das ilhas de calor urbanas (ICU) mostra-se um tema recorrente em várias pesquisas pelo mundo e vem se tornando um tema recorrente para arquitetos, especialistas em climatologia urbana, meteorologistas e geógrafos em Maringá-PR, onde se pode citar o estudo do Germano e Teixeira (2012), que avaliaram, num período de dez anos, a historicidade e a ocorrência do fenômeno das ICU, fazendo o sensoriamento remoto de algumas zonas de Maringá.

O estudo apontou alguns pontos de ilhas de calor pela cidade, demonstrando como a temperatura de superfície aumenta de acordo com a impermeabilização do solo e de como as grandes áreas verdes da cidade auxiliam na mitigação do efeito.

César e Batista (2020), que analisaram a relação entre a presença de vegetação e a temperatura de superfície terrestre (TST) nos perímetros urbanos de Maringá e Londrina

– PR. Neste estudo, constatou-se que na cidade de Maringá com a distribuição de áreas verdes urbanas amenizam a temperatura do microclima, reduzindo a TST de forma mais significativa quando comparada à cidade de Londrina. Nesta cidade a presença de vegetação na área central é reduzida em relação a Maringá, sendo insuficiente para atenuar a TST do seu entorno imediato.

A avaliação visual das imagens geradas pela TST evidencia que Londrina é mais quente que Maringá no perímetro urbano. Nas áreas onde os índices de vegetação são baixos é possível observar a formação de ilhas de calor, indicando a necessidade de recomposição da vegetação em tais regiões a fim de reduzir os impactos sobre as pessoas. Percebeu-se, dessa forma, que a configuração espacial das áreas verdes é importante para melhorar o conforto térmico e qualidade de vida na área urbana.

Arborização e infraestrutura devem caminhar lado a lado para que o conforto da população urbana seja mantido, porém as pesquisas realizam o mapeamento e apresentam que a única solução para o problema das ICU é a vegetação. No entanto, algumas cidades dos Estados Unidos da América (EUA), a concentração de materiais de pavimentação e de cobertura é tão superior em relação a quantidade de cobertura arbórea, que seria mais fácil trabalhar com a mudança de albedo dos materiais do que realizar o plantio de árvores (SANTAMOURIS, 2013).

Assim uma nova abordagem é apresentada, se a população do mundo tende apenas a aumentar nos próximos anos, assim como as cidades, para alocar o aumento demográfico, acarretando na elevação da temperatura do planeta, tratar as ICU com arborização urbana, seria apenas uma medida paliativa, sendo que o cerne para mitigar as ilhas de calor é o conjunto de esforços e estudos de: arborização, termodinâmica dos materiais, especificação apropriada de materiais de fachada e pavimentação, uso e ocupação do solo adequados e presença de corpos d'água (figura 03) (MOHAJERANI, BAKARIC, JEFFREY-BAILEY, 2017). Nesse sentido como o município de Maringá, se torna um excelente modelo de estudo, considerando que a cidade apresenta evidência grande parte das táticas mitigadoras.

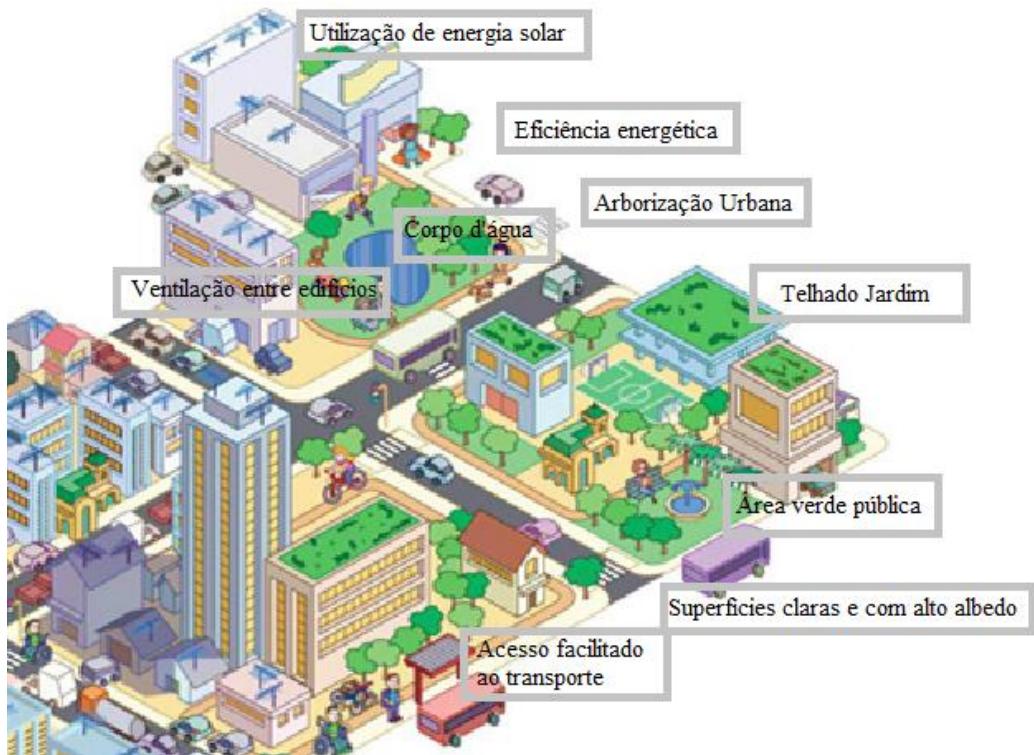


Figura 03- Compilado de táticas de mitigação de Ilhas de Calor Urbanas. Fonte: O autor, adaptado de Mohajerani, Bakaric, Jeffrey-Bailey, 2017.

Maringá é denominada a “Cidade Verde” desde 1980, principalmente pela gestão pública municipal que utilizou do marketing para reforçar essa qualidade, utilizando da propaganda “Verde”, destacando sua arborização e áreas verdes. Porém há vários episódios de ICU ocorrendo na denominada “cidade arborizada”, Maringá pode ser classificada como uma área de estudo eficaz para a efetivação do conjunto de estratégias para mitigação de ICU (MINAKI, 2017).

Nesse sentido Maringá já apresenta aplicado, em vários locais, a maioria das estratégias mencionadas, e desta forma o estudo da termodinâmica dos materiais de pavimentação e a aplicação em campo é a principal lacuna na investigação de ilhas de calor, sendo o enfoque deste trabalho.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

Maringá localiza-se entre os paralelos 23° 15' e 23°34' de latitude sul e as longitudes a oeste de Greenwich de 51° 50' a 52° 06' (figura 04), com altitudes que variam de 360 a 599 metros, na Mesorregião do Norte Central Paranaense. A população estimada é de 436.472 habitantes, com área total de 487 km<sup>2</sup>, e densidade demográfica de 733 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). O município inclui-se na área geológica de Formação Santo Anastácio do Grupo Bauru, onde há espiões longos, aplainados, possuem ondulações leves em seus topos, e onde os divisores de águas são entre as bacias hidrográficas do rio Pirapó e do rio Ivaí (IBGE, 2021). No Planalto de Guarapuava onde Maringá está localizada há a predominância de Latossolos e Nitossolos (NOLLA, *et al.*, 2020).

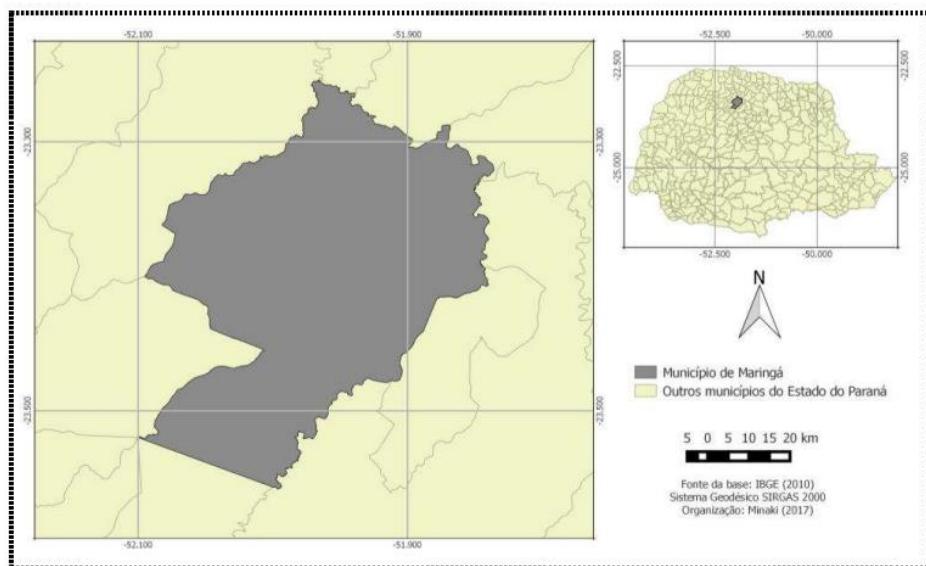


Figura 04- Mapa da localização de Maringá – PR. Fonte: IBGE (2021)

O clima caracteriza-se por duas estações do ano bem definidas, sendo o verão chuvoso e o inverno seco. Maringá está situada na Linha do Trópico de Capricórnio (MONTANHER; MINAKI, 2020). As maiores médias máximas alcançaram 30,2°C e 30,1°C, sendo a primeira verificada em janeiro e fevereiro, e a segunda em dezembro.

## 4.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL

A pesquisa aborda como método de análise, o proposto por Monteiro (1976), com ênfase no conforto térmico a partir do estudo de comportamento de temperatura nas suas variações diurnas e sazonais sob o espaço local.

Foram utilizados 2 tipos de captação de dados *in-loco*: estação fixa, que será a estação de meteorologia do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá (UEM); e os transectos móveis, utilizando os termômetros atmosféricos, termômetros a laser e termômetro acoplado a câmera infravermelha.

Para compreender o espaço local, considerou-se os condicionantes geológicos e urbanos, ou seja, relevo, estrutura, função e localização dos materiais já introduzidos na pavimentação da cidade de Maringá. Desta forma, a análise desses atributos, associado aos elementos de construção e arborização urbana da cidade de Maringá-PR, compõe o embasamento necessário para a seleção dos pontos de observação e coleta de dados. Para o levantamento de dados de campo foram realizadas coletas de dados móveis, sendo abordada pelos atributos acima mencionados, sendo estes também associados ao uso e ocupação do solo maringaense, nas zonas centrais da cidade.

### 4.2.1 PONTOS DE COLETA

Para os pontos de coleta, foram escolhidos locais da cidade de Maringá, onde o maior número possível de materiais selecionados, já se encontram implantados, próximos um do outro, assim não haverá interferência de insolação, sombreamento, adensamento urbano, infraestrutura e ventilação, sob os dados obtidos (Figura 05).

Os pontos de coleta de dados trabalhados nesta pesquisa foram selecionados por serem locais conhecidos da cidade de Maringá e por estarem localizados em diferentes zonas de uso e ocupação do solo e possuírem os quatro diferentes materiais selecionados relativamente próximos (Quadro 02), de modo a prever como o adensamento urbano pode intervir na dinâmica de cada um dos pavimentos e comparar cada um dos dados de cada local entre si.

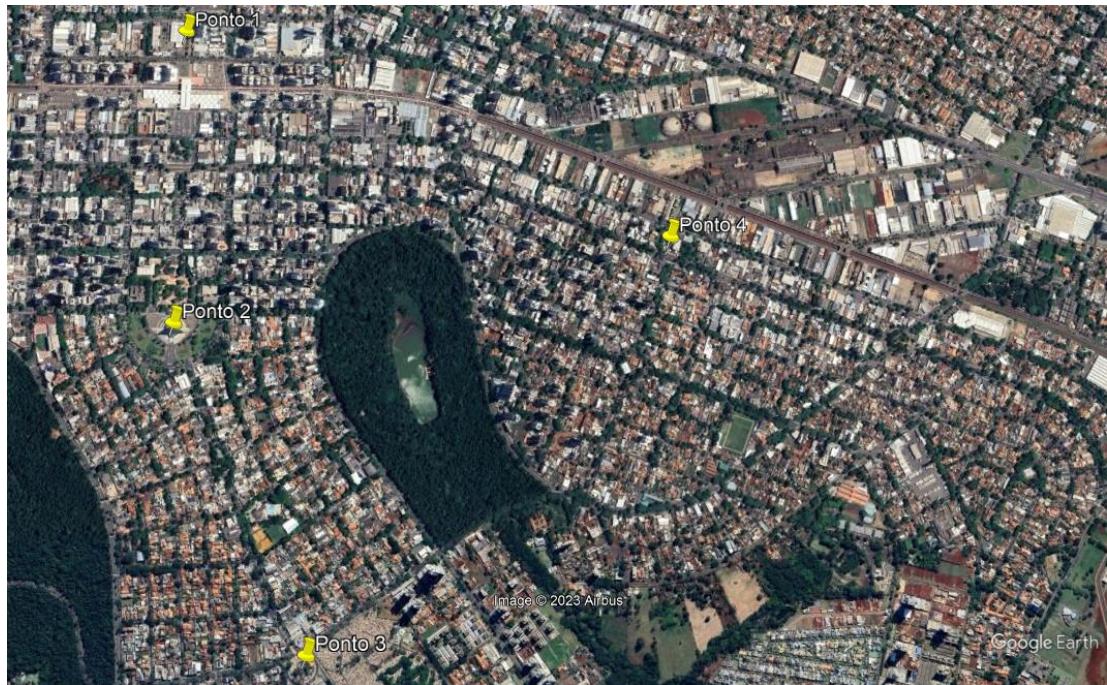


Figura 05- Mapa de localização dos pontos de coleta selecionados no município de Maringá-PR

Fonte: O autor, realizado com a ferramenta Google Earth-Pro (2020).

Quadro 02: Tabela com os pontos dos pontos de coleta no município de Maringá, PR, suas coordenadas geográficas, tipo de ocupação do solo e materiais dos pisos cimentícios estudados.

Luminosidade	Local	Uso e Ocupação do solo	Material	Coordenada Geográfica (Lat/Long)
Sol Pleno	Ponto 1- Mercadão Municipal	Comercial e Residencial Altamente adensado	Manta asfáltica	-23.417829, -51.938438
			Pavimento cimentício intertravado	
			Pavimento drenante	
			Piso emborrachado de resíduos	
	Ponto 2- Catedral de Maringá	Comercial e residencial Moderadamente adensado	Manta asfáltica	-23.426211/ -51.938198
			Pavimento cimentício intertravado	
			Pavimento drenante	
			Piso emborrachado de resíduos	
Sombra	Ponto 3- Teatro Reviver	Comercial e Residencial Pouco adensado	Manta asfáltica	-23.437002 -51.933367
			Pavimento cimentício intertravado	
			Pavimento drenante	
			Piso emborrachado de resíduos	
	Ponto 4- Paróquia São José	Industrial	Manta asfáltica	-23.423732 -51.920435
			Pavimento cimentício intertravado	
			Piso emborrachado de resíduos	

Fonte: O autor (2022).

A análise ocorreu com a obtenção e processamento de imagens por meio da Câmera de infravermelho (AMPROBE 20:1 - IRC-110) dos pontos de coleta, com índice de emissividade térmica ( $\Sigma$ ) de 95 para o asfalto e para o piso emborrachado e  $\Sigma$  de 90 para o piso cimentício intertravado e para o piso permeável. Sequencialmente à 1,70 metros do chão, simulando a altura de transeunte, os índices de temperatura e umidade do ar foram catalogados pelo Datalogger temperatura e umidade relativa do ar UX100-023A. Termômetro laser digital infravermelho industrial de resolução 0,1 c/f. emissividade de 0,95 ( $\Sigma$ ), I.R Thermometer, referência AMERO2, foi utilizado para aferir a temperatura de superfície de cada um dos materiais (Tabela 01).

Tabela 01:Classificação, tipologia, emissividade dos materiais nos diferentes pisos cimentícios estudados no município de Maringá, PR.

Tipologia	Material	Emissividade ( $\Sigma$ )
Impermeáveis	Manta asfáltica	90
	Pavimento cimentício intertravado	95
Permeáveis	Pavimento drenante	95
	Piso emborrachado de resíduos	90

(Fonte: O Autor, 2022).

Os dados da estação meteorológica de Maringá, localizado dentro do Campus da Universidade Estadual de Maringá (UEM), foram fornecidos por meio do encaminhamento dos dados solicitados de temperatura do ar e da periodicidade solicitada, através de tabela diária em hora em hora.

#### 4.2.2 MATERIAIS A SEREM ESTUDADOS

O trabalho contemplou o estudo de quatro materiais de pavimentação sendo classificados em duas categorias: permeáveis e impermeáveis. Nos impermeáveis tem-se: asfalto e piso cimentício intertravado, já nos permeáveis tem-se: o piso cimentício intertravado drenante e o piso emborrachado de resíduos (Figura 06).



Figura 06 – A) Piso intertravado B) Asfalto C) Piso emborrachado de Resíduos D) Piso intertravado drenante. Fonte: O Autor (2020).

#### 4.3 ANÁLISE DOS DADOS

O equilíbrio térmico dos pavimentos e seu impacto no meio urbano, foi analisado por meio de simulações experimentais e computacionais. A avaliação experimental do regime térmico de as superfícies do pavimento pode ser realizada usando mesoescala técnicas de sensoriamento remoto ou métodos de medição em microescala envolvendo termografia infravermelha e temperatura convencional de monitoramento (AMORIM, 2019).

Para a análise de dados estatísticos, foi realizada uma análise da normalidade dos por meio do teste de Shapiro-Wilk. Uma vez que não se confirmou a normalidade dos dados foi necessário usar testes não paramétricos, como o de Kruskal-Wallis, e o coeficiente de correlação de Pearson.

O coeficiente de correlação “r” de Pearson, com transformação angular prévia dos valores foi utilizado para determinar possíveis correlações entre a Umidade Relativa do Ar (UR) e a radiação, nos diferentes horários de amostragem. Além disso, foi utilizado o mesmo coeficiente para verificar a existência de correlação entre a temperatura do ar, a temperatura de superfície e a temperatura relativa, entre os pontos de amostragem e os materiais. Esta análise faz parte do *Software R*.

O teste não paramétrico de Krustal-Wallis foi utilizado para observar possíveis diferenças entre as temperaturas de superfície e os diversos materiais cimentícios e a temperatura de superfície nos diferentes locais de amostragem. Para identificar as diferenças entre as medianas, foi utilizado o teste de Dunn, com ajuste do valor de p. O nível de significância estatístico adotado foi de  $p < 0,05$ .

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os dias de coleta com os dados fornecidos pelo INMET, observou-se a correlação entre a radiação global e umidade relativa do ar (Figura 07). Segundo Almorox *et al.* (2020) a radiação global tem correlação direta com a quantidade de umidade relativa do ar sendo utilizada em modelos que representam as características meteorológicas. Nos dados disponibilizados para a pesquisa a relação entre as 2 grandezas.

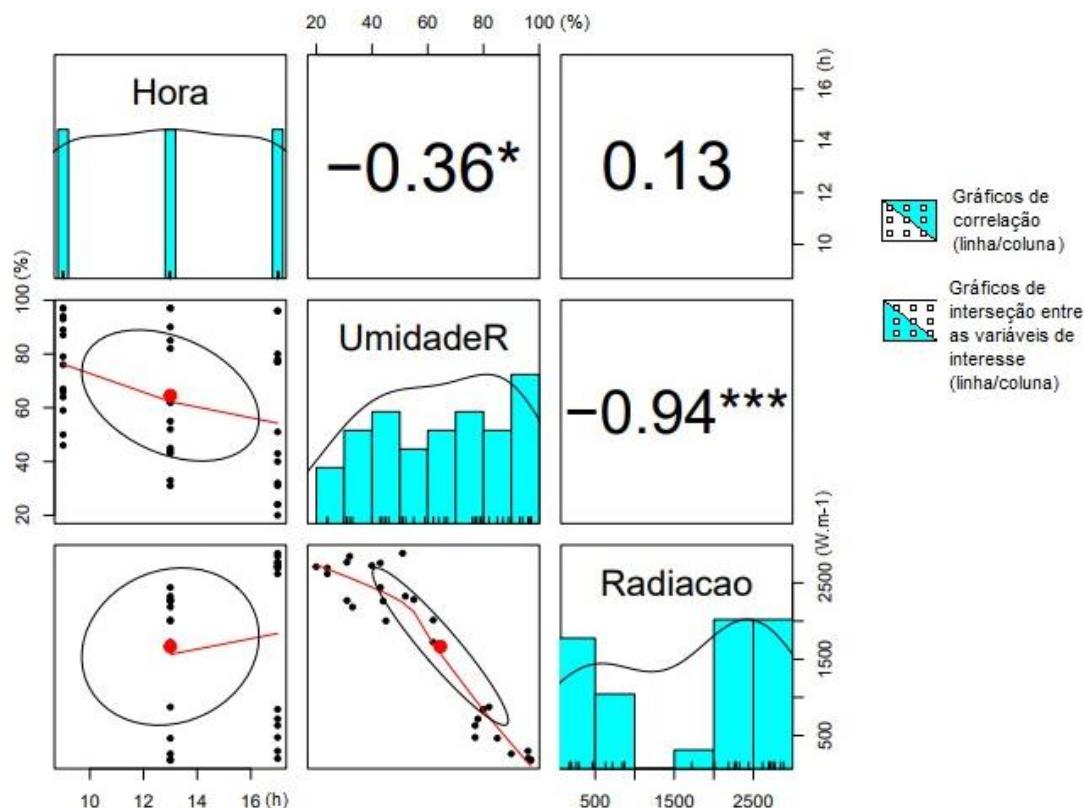


Figura 07 – Correlação entre Radiação Global e Umidade Relativa do ar, nos diferentes horários de amostragem. Fonte: O autor (2022).

A correlação entre UR e radiação global é negativa e muito significativa ( $p < 0,001$ ). Ao início do dia a radiação global é quase nula, conforme as horas do dia passam a radiação global aumenta, fazendo com que a UR contida na atmosfera tende a diminuir, evaporar. Porém essa correlação pode ser influenciada por outros fatores como a quantidade de nuvens e céu encoberto. Observou-se correlação entre as horas do dia e a radiação, pois ao início do dia a radiação encontrada é apenas a refletida pela lua, no decorrer das horas há o aumento da radiação e por conseguinte o aumento da temperatura. Estes padrões se referem aos dados amostrados durante o dia nas faixas horárias coletadas, há a

possibilidade de em locais de grande impermeabilização do solo, houver a decorrência do fenômeno de Ilhas de Calor Noturnas, onde a concentração de calor é tão grande que mesmo a noite, há a grande troca de calor entre materiais e atmosfera.

Em relação a temperatura (Figura 08), foi possível observar que a correlação entre as temperaturas de superfície e a temperatura atmosférica é positiva e muito significativa ( $p<0,001$ ), demonstrando que as grandezas são diretamente proporcionais, onde as temperaturas de superfície indicados pelos diferentes tipos de matérias tem influência no microclima local (LIAO *et al.*, 2022). Assim quanto maior e mais lenta a troca de calor entre os materiais e a atmosfera, mais o material propicia à criação de ICU (ALAHMAD, *et al.*, 2020).

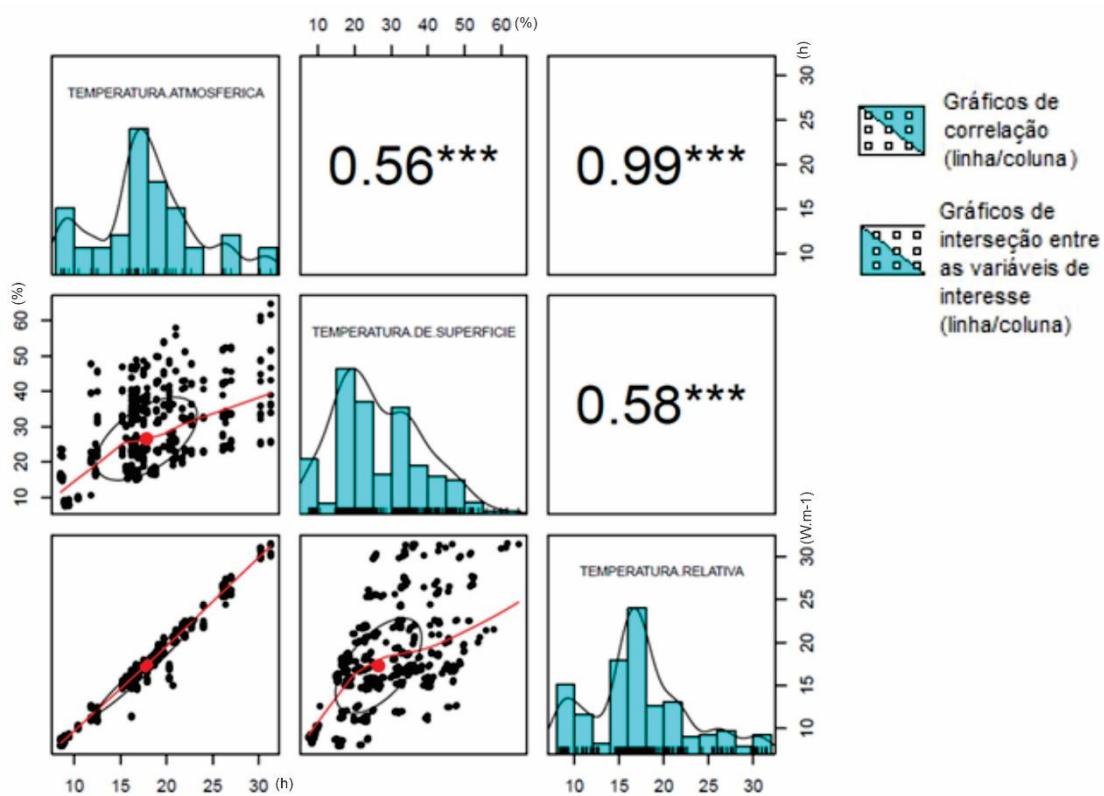


Figura 08 – Correlação entre as temperaturas atmosférica, de superfície e relativa. Os valores em asteriscos apresentam significância entre Fonte: O autor (2022).

Cabe ressaltar que a identificação de temperaturas das superfícies urbanas é essencial à caracterização do campo térmico urbano. Trata-se do centro e ponto de partida para a pesquisa das variáveis (materiais e morfologia urbana) e práticas de mitigação, além de ser parte do desenvolvimento das análises como um todo (SILVA *et al.*, 2018).

Em relação a temperatura da superfície e os diferentes materiais cimentícios (Figura 09), observou-se diferença significativa entre a manta asfáltica e os outros 3

materiais testados. Os materiais de pavimentação impermeáveis e de cores mais escuras propiciam a aparição de ICU (SANTAMOURIS *et al.*, 2019; RICHARD *et al.*, 2020; LIAO *et al.*, 2022). A manta asfáltica em ambientes onde há falta de arborização urbana ou em regiões em que a infraestrutura urbana com o alto grau de adensamento humano, se torna o principal material que fomenta a aparição de ICU. Para os demais materiais, não houveram diferenças significativas entre eles.

Foi possível constatar que nos pontos de coleta nos quais a manta absorveu menor calor, há cobertura vegetal, demonstrando a capacidade de redução da temperatura local pela própria vegetação (HE *et al.*, 2019). Mesmo que em pequena escala, o segundo material que apresentou uma maior temperatura de superfície foi o piso cimentício intertravado, ~~observando-a que~~ visto que a permeabilidade do material diminui a capacidade de absorção de calor (WANG *et al.*, 2022).

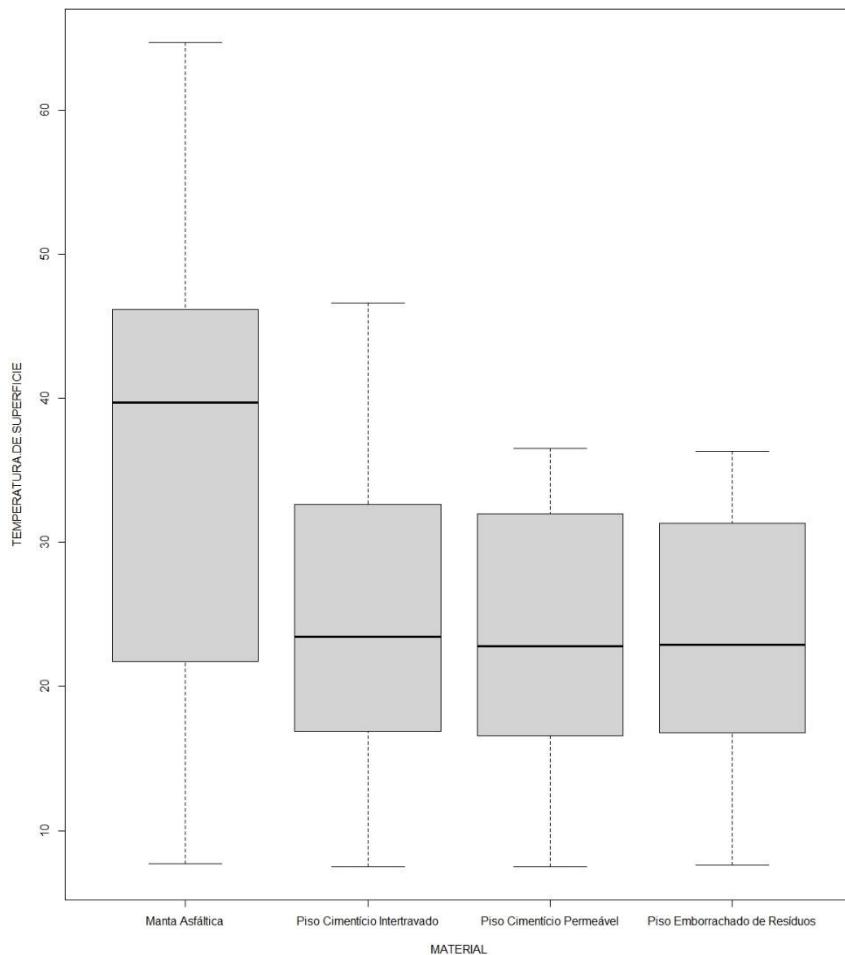


Figura 09 – Relação entre os 4 materiais de pavimentação (manta asfáltica, piso cimentício intertravado, piso cim entício permeável e piso emborrachado de resíduos) e a temperatura de superfície. Fonte: O autor (2022).

Observa-se que os materiais que retêm menos calor apresentam temperaturas mais amenas (Figura 10). A manta asfáltica está presente em todas as faixas de temperatura, sendo que esta é mais frequente em temperaturas mais elevadas quando comparadas com as demais. No qual aparece como predominante nos espectros de temperatura aferidos, tanto nas faixas mais baixas quanto nas mais altas. Segundo VARGAS-HERNÁNDEZ; VÁZQUEZ-TORRES (2015), as propriedades da manta asfáltica têm uma capacidade alta de acúmulo de calor e na falta de um emissor constante de calor, o material pode chegar em temperaturas baixas.

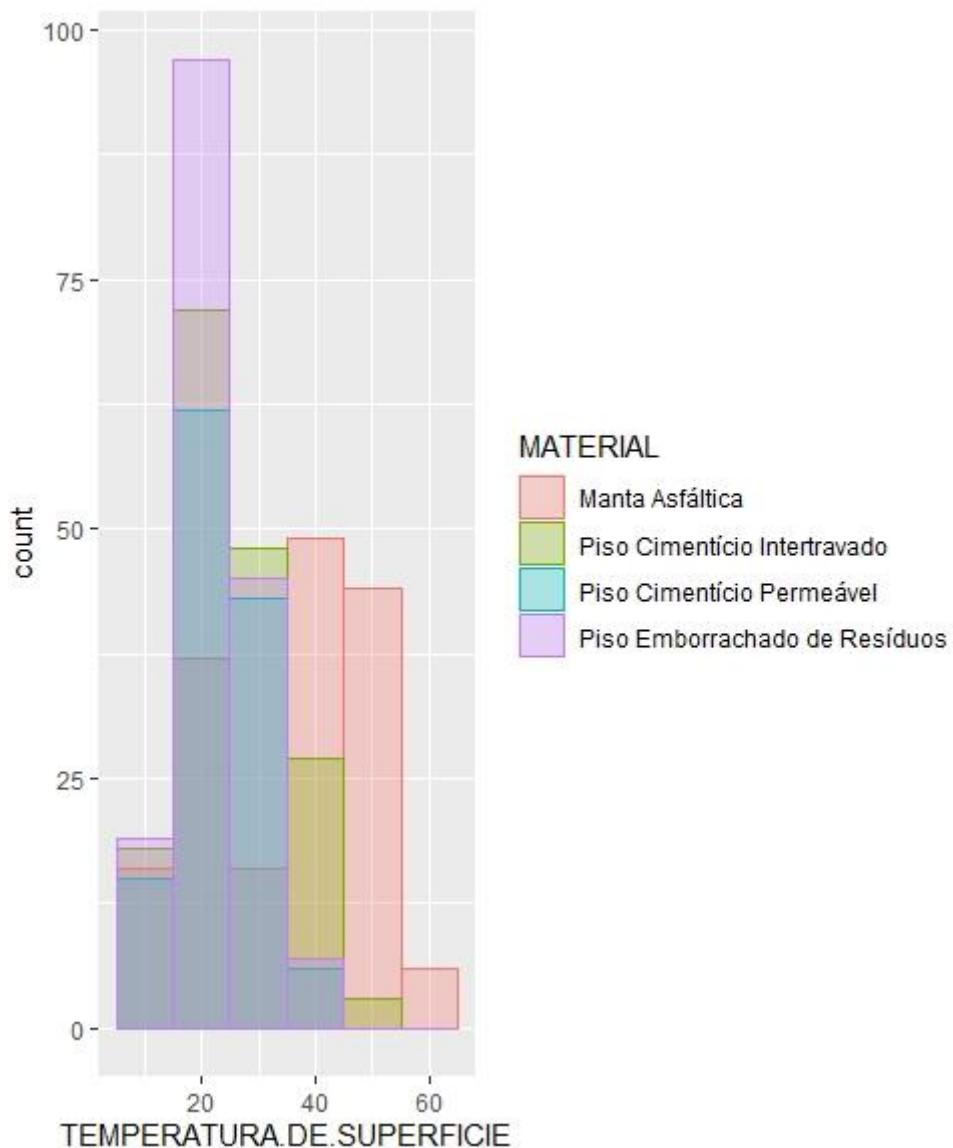


Figura 10- Gráfico de interpolação de cores, em grau de interferência quanto a temperatura de superfície atingida. Fonte: O autor (2022).

Em relação aos locais (Figura 11), observa-se tanto a catedral quanto o mercadão municipal apresentam temperaturas de superfície mais elevadas (locais sem cobertura vegetal) do que na paróquia São José e o Teatro Reviver (com cobertura vegetal). A presença da cobertura, o tipo de cobertura, a arborização mais densa, as espécies arbóreas com copas maiores e o desenvolvimento das árvores, são fatores que pode auxiliar na diminuição da temperatura local (SHINZATO; DUARTE, 2018).

A vegetação influência no controle da temperatura do ar no interior de áreas urbanas das, assim como no seu entorno, criando de microclimas únicos na medida em que interfere no fluxo de radiação solar, ora por impedir o aquecimento da superfície e por consequência o aquecimento diurno da camada de ar naquela região da cidade, devido ao seu sombreamento (CRUZ, 2021).

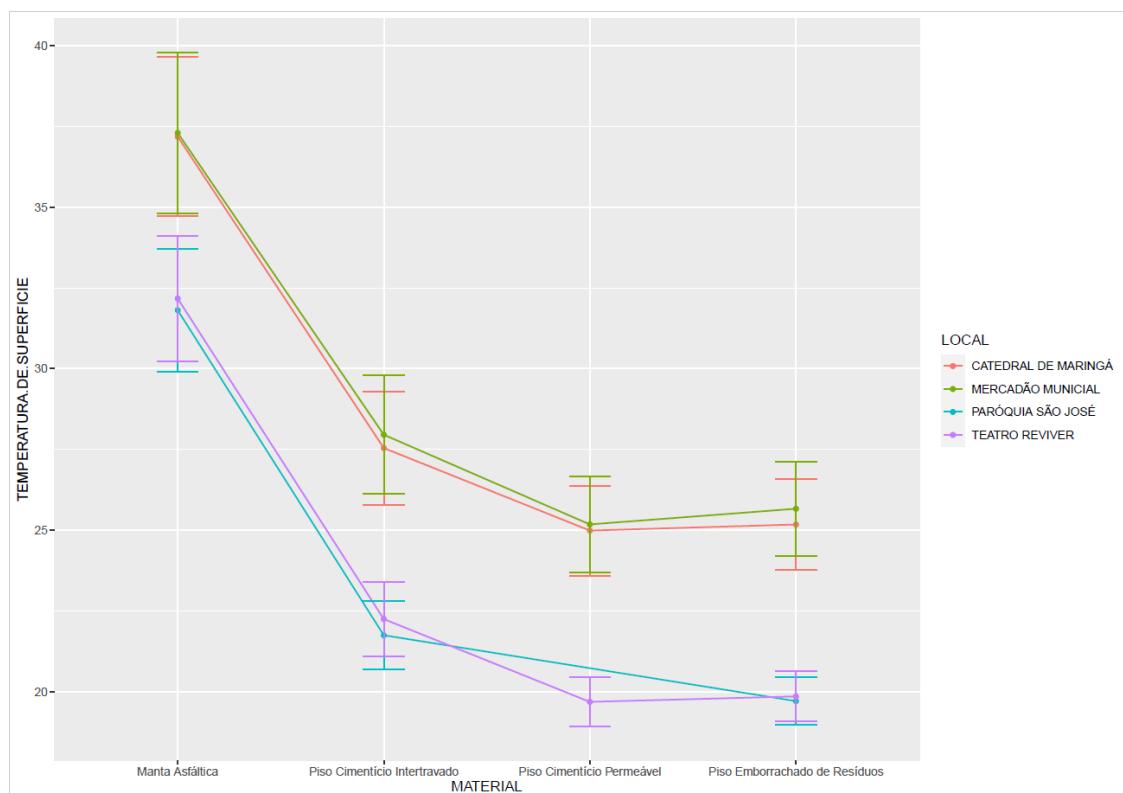


Figura 11 - Gráfico de relação entre temperatura de superfície e materiais analisados, utilizando como variável os pontos de coleta. Fonte: O Autor (2022).

Em relação à manta asfáltica, houve o aumento da temperatura de superfície, mostrando diferença significativa entre o aumento da temperatura de superfície em todos os locais em se tratando da manta asfáltica. Nos locais amostrados, o resultado mostra diferença significativa ( $p<0,001$ ) entre o Mercadão Municipal e o Teatro reviver e uma diferença significativa entre a Catedral de Maringá e o Teatro Reviver ( $p<0,01$ ).

O fator importante que vale ser ressaltado é o das precipitações que ocorreram durante os dias 09, 10 e 11 de agosto de 2022. Durante esse período todas as temperaturas aferidas estavam com a mesma constância juntamente com a temperatura atmosférica (Anexo 01). A água possui essa propriedade de agregar dos materiais que estão em contato com ela, transferindo-o para si própria (HAN *et al.*, 2022). Posteriormente quando não houve mais chuvas, quando as chuvas cessaram, percebe-se que, principalmente na manta asfáltica, há grande diferença, devido ao fato de ser um material impermeável, sendo que, após o escoamento da água, este material começa a agregar calor com facilidade (SEN; ROESLER, 2019). Ao analisar as Figuras 11, 12, pode-se observar o comportamento de variação entre os pontos de coleta sol pleno e sombra, ressaltando o alto comportamento térmico da manta asfáltica em relação aos outros materiais (Figuras 12).

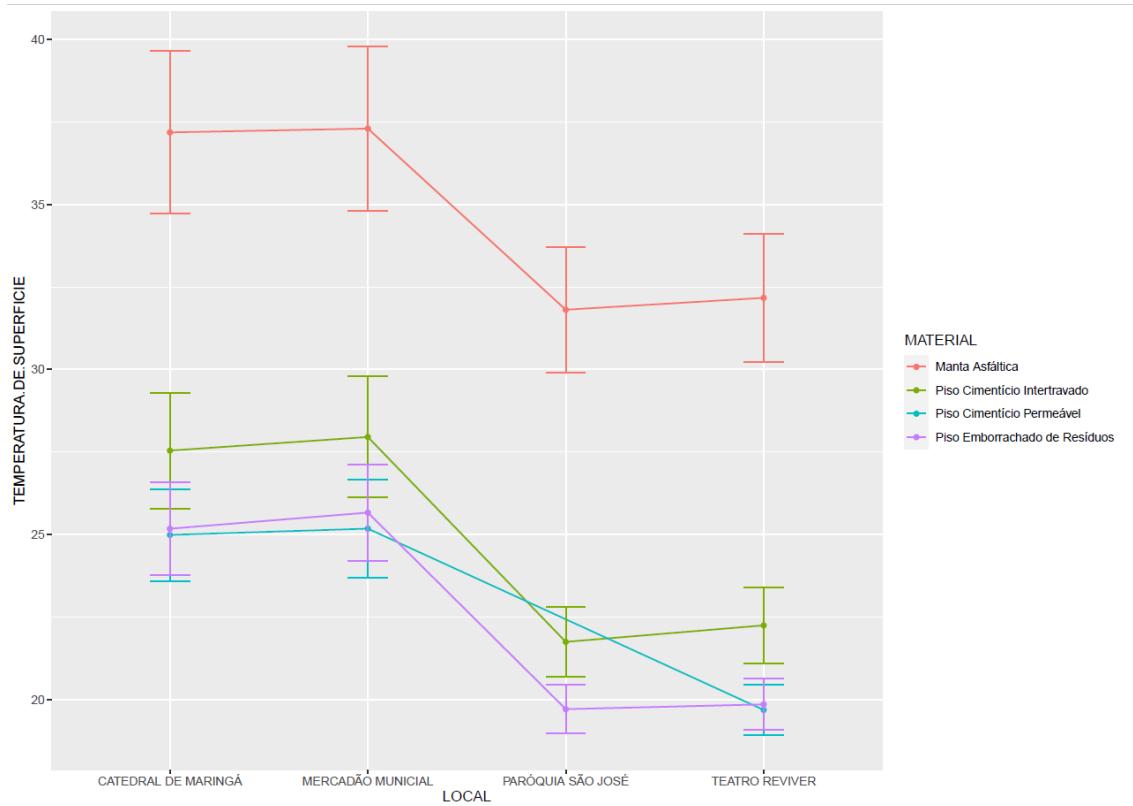


Figura 12 - Gráfico de relação entre a temperatura de superfície e os pontos de coleta, tendo como variável o material analisado. Fonte: O autor (2022).

Apesar do foco deste trabalho não ser a capacidade mitigadora da vegetação urbana, é importante ressaltar que nos pontos de coleta onde os materiais de encontravam no meio urbano com sombra, as temperaturas entre cada um deles permaneciam semelhantes (Anexo 01), realçando a capacidade mitigadora que a vegetação tem em fazer com que os materiais agreguem calor para si e por conseguinte mitigar a criação das ICUs (FARHADI; FAIZI; SANAIEIAN, 2019).

O fator analisado por esse estudo baseia-se na capacidade de troca de calor entre materiais e atmosfera, sendo que os materiais que mais absorvem calor para si e tendem a realizar uma troca lenta para a atmosfera são as principais causas das ICUs.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da pesquisa focar no condicionamento dos materiais de pavimentação e sua capacidade em auxiliar na formação das ICU desconsiderando o uso da arborização urbana como principal forma de mitigação, nos pontos de coleta na sombra, resultaram em uma diferença significativa valorizando o aspecto fundamental dos Planos Municipais de Arborização Urbana.

Já nos casos dos pontos de coleta onde há sol pleno, os materiais permeáveis têm uma menor possibilidade de formar as ICU, devido ao principal fator de permeabilidade, onde a presença da água nos dias posteriores as precipitações, faz com haja um equilíbrio entre material e atmosfera. Vale ressaltar que a permeabilidade do material facilitando o escoamento natural da água para o solo, auxilia em outros problemas urbanos como enchentes e diminuição dos corpos d'água em ambientes urbanos.

O principal aspecto a ser evidenciado é que os materiais impermeáveis principalmente a manta asfáltica é o principal material que acumula calor e faz com que o equilíbrio térmico entre atmosfera e pavimentação entre em desequilíbrio viabilizando a formação das ICUs. Por outro lado, já os materiais permeáveis apresentam valores semelhantes e principalmente após os dias de chuva, demonstram equilíbrio térmico, frequentemente, proporcionando uma troca rápida de calor entre atmosfera e pavimentação. Ambos o piso cimentício intertravado e o piso de resíduos de borracha demonstram valores semelhantes, sendo que o piso de resíduos de borracha tem temperaturas de superfície levemente menores.

Dentre os todos os pavimentos analisados a manta asfáltica foi o pavimento que mais possibilita o surgimento de ICUs, seguido do piso cimentício intertravado, pois são materiais impermeáveis, já o piso de resíduos de borracha e o piso drenante são os que menos possibilitam a aparição das ICUs.

Quanto a cor do material em influenciar a capacidade do material em reter o calor, outros estudos devem ser realizados para avaliar quais cores disponíveis na indústria tanto do piso drenante quanto do piso embrorrhachado de resíduos, auxiliam nessa característica de cada material. Além disso, novos estudos em relação aos materiais de pavimentação

devem ser conduzidos, afim de averiguar através de outras metodologias e testes para qual a pavimentação menos favorece o surgimento das ICUs.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico das edificações – parte 1: Definições, Símbolos e unidades.** Rio de Janeiro, p. 25. 2005.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.** Rio de Janeiro, p. 12. 2005.
- AFLAKI, A.; MIRNEZHADA, M.; HOSEIN A.; GHAFFARIANHOSEINI. A. GHAFFARIANHOSEINI, A.; OMRANY, H.; WANG, Z.; AKBARI, H. Urban heat island mitigation strategies: A state-of-the-art review on Kuala Lumpur, Singapore and Hong Kong. **Cities**, v. 62, p. 131–145, fev. 2016.
- ALAHMAD, B.; TOMASSO, L. P.; AL-HEMOUD, A.; JAMES, P.; KOUTRAKIS, P. Spatial Distribution of Land Surface Temperatures in Kuwait: Urban Heat and Cool Islands. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 9, p. 2993, 26 abr. 2020.
- ALMOROX, J.; ARNALDO, J. A.; BAILEK, N.; MARTI, P. Adjustment of the Angstrom-Prescott equation from Campbell-Stokes and Kipp-Zonen sunshine measures at different timescales in Spain. **Renewable Energy**, v. 154, p. 337–350, jul. 2020.
- ALVES, E. D. L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, p. 97-107, 2017.
- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; NETO, J. L S. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia**, vol. 8, n. 7, p. 106- 120. 2009.
- AMORIM, M. C. D. C. T. ILHAS DE CALOR SUPERFICIAIS: FREQUÊNCIA DA INTENSIDADE E VARIABILIDADE ESPACIAL EM CIDADE DE CLIMA TROPICAL CONTINENTAL. **Geo UERJ**, n. 34, p. e40959, 15 abr. 2019.
- AMORIM, M. C. D. C. T. Detecção remota de ilhas de calor superficiais: Exemplos de cidades de porte médio e pequeno do ambiente tropical, Brasil. **Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia**, v. 52, n. 105, p. 111–133, 2017.
- AGYEMAN, S.; OBENG-AHENKORA, N. K.; ASSIAMAH, S.; TWUMASSI, G. Exploiting recycled plastic waste as an alternative binder for paving blocks production. **Case Studies in Construction Materials**, v. 11, p. e00246, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509519300452?via%3Dihub>>. Acesso em: 22 nov. 2022.
- AKBARI, H.; KOLOKOTSA, D. Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. **Energy and Buildings**, v. 133, p. 834–842, dez. 2016.

BARBOSA, C. C. E.; MARTINS, V. S.; NOVO, E. M. L. M. **Introdução ao sensoriamento remoto de sistemas aquáticos**. Princípios e aplicações. São Paulo: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2019.

BARROS, H. R. LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. *Geousp – Espaço e Tempo*, v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016.

BENDER, L. V.; LEITZKE, R. K.; FREITAS, J. R.; CUNHA, E. G.; SALAMONI, I. T. Estudo da paridade econômica e do desempenho energético de fachadas solares fotovoltaicas no extremo sul do Brasil. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 4, p. 489–508, dez. 2020.

BOLF, Davor; HADJINA, Marko; ZAMARIN, Albert; RIJECI, S.; FAKULTET, T.; HRVASTSKA, M. T. Methodology for composite materials shrinkage definition for use in shipbuilding and marine technology. **Pomorstvo**, v. 35, n. 2, p. 267–274, 2021. Disponível em: <<https://hrcak.srce.hr/267180>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CABRAL, E. G.; BARREIRA, S.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, L. G. O. A silvicultura do eucalipto no estado de Goiás: um registro histórico via sensoriamento remoto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, n. 1, 31 dez. 2019.  
CASTRO, L. C.; DEGUES, K. M.; CUPRIANO, M. G.; ROCHA, M. R.; MONTEDO, O. R. K.; ANGIOLETTI, E. Evaluation of the thermal performance of different cold materials for urban paving. **Cerâmica**, v. 63, n. 366, p. 203–209, abr. 2017.

CESAR, J.; LÍGIA, F. A. B. Índice de vegetação e temperatura de superfície terrestre: comparativo entre formação de ilhas de calor nos perímetros urbanos de Londrina e Maringá no PR. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 8, n. 4, p. 256–274, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/12478/7954>>. Acesso em: 25 Nov. 2021.

CHANDLER, T. J. **The Climate of London**. University College London. Hutchinson of London, 1965, 289p.

CHAVES, G. L. D.; SIMAN, R. R.; SENA, L. G. Ferramenta de avaliação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: parte 1. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 1, p. 167–179, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/rbgH3WKG3c4qnN5XjVYRFvF/?lang=pt>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos - conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 288p.

CORSI, A.; PAGANI, R.; ROCHA E.; TIBÉRIO, B.; SOUZA, FABIANE. F.; KOVALESKI, J. L. Smart Sustainable Cities: Characterization and Impacts for Sustainable Development Goals. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 11, n. 1, p. e20750, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/20750>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CRUZ, G. C. F. DA. Clima urbano e vegetação: o papel de uma área de mata na formação de uma ilha fria / Urban climate and vegetation: the role of a forest area in the

formation of a cold island. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 12870 – 12888, 2021.

DEILAMI, K.; KAMRUZZAMAN, MD.; LIU, Y. Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 67, p. 30–42, maio 2018.

DOLL, D.; CHING, J. K. S.; KANESH, J. Parameterization of subsurface heating for soil and concrete using net radiation data. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 32, n. 4, p. 351–372, 1985. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00122000>>. Acesso em: 17 Nov. 2021.

DORNELLES, K.; CARAM, R.; SICHERI, E. Absortância solar e desempenho térmico de tintas frias para uso no envelope construtivo. In: XII ENCAC E VIII ELACAC, 12., 2013, Brasília: **ANTAC**, 2013.

EPA, U. S.; Environmental Protection Agency. **Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies - Urban Heat Island Basics**. 2019. OFFICE. **Urban Heat Islands | Science Inventory | US EPA**. Disponível em: <[https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=NERL&count=10000&dirEntryId=346309&searchall=&showcriteria=2&simplesearch=0&timstype=>](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NERL&count=10000&dirEntryId=346309&searchall=&showcriteria=2&simplesearch=0&timstype=>)>. Acesso em: 13 maio. 2022.

FARHADI, H.; FAIZI, M.; SANAIEIAN, H. Mitigating the urban heat island in a residential area in Tehran: Investigating the role of vegetation, materials, and orientation of buildings. **Sustainable Cities and Society**, v. 46, p. 101448, abr. 2019.

FRANÇA, M. S. Estimativa de índices de conforto térmico por meio do uso de transecto móvel em Sorriso/MT. **Nativa**, v. 6, n. 6, p. 648, 5 nov. 2018.

FRANCIS, R.; GOPALAN, G. P.; SIVADAS, A. **Recycling of Polymers**. Methods, Characterization and Applications. Berlim: Deutsche National bibliothek. 2017.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GERMANO, T.; MONTEIRO, P. J. M. Investigação multitemporal de ilhas de calor e de frescor em Maringá, Paraná, utilizando imagens de satélite Landsat 5 – 2000-2010, **Acta Scientiarum. Technology**, v. 19, n.30, p. 189-279. 2017.

GONÇALVES BORGES, M.; ANTUNES RODRIGUES, H. L.; ESDRAS LEITE, M. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Mapeamento do Cerrado no Norte de Minas Gerais e suas Fitofisionomias. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 58, p. 819–835, 31 jul. 2019

GONZAGA, C. A. C.; FERNANDES, T. A.; BOLDRIN, J. L.; CORREIA, M. S. A.; ROQUETE, J. G.; DA SILVA, N. M.; BARBOSA, D. S.; PESSI, D. D.; FILHO, A. C. P.; MIOTO, C. L.; ANGEOLETTO, F. H. S. Sensoriamento remoto e o monitoramento da degradação florestal por entidades governamentais do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e28811528323, 7 abr. 2022.

GRIMMOND, C. S. B. Progress in measuring and observing the urban atmosphere. *Theoretical and applied climatology*, 84, 3-22, 2006.

GUEDES, J.; DA SILVA, S. M. P. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: princípios físicos, sensores e métodos. **ACTA GEOGRÁFICA**, v. 12, n. 29, p. 127–144, 10 ago. 2018.

HAMAD, K.; KASEEM, M.; DERI, F. **Recycling of waste from polymer materials**. An overview of the recent, works. *Polym. Degrad. Stab.*, 98, 2801–2812. 2013.

HAN, D.; ZHANG, T.; QIN, Y.; TAN, Y.; LIU, Y. A comparative review on the mitigation strategies of urban heat island (UHI): a pathway for sustainable urban development. **Climate and Development**, v. 14, n. 01, p

HE, B.-J.; ZHU, J.; ZHAO, D-X.; GOU, Z-H.; QI, J-D.; QANG, J. Co-benefits approach: Opportunities for implementing sponge city and urban heat island mitigation. **Land Use Policy**, v. 86, p. 147–157, jul. 2019.

HOU, D.; HASSAN, I. G.; WANG, L. Review on building energy model calibration by Bayesian inference. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 143, p. 110930, jun. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados Brasileiros, Maringá (PR)**. 18º Recenseamento Geral do Brasil, v.1, v.4, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/maringa.html>>. Acesso em: 13 maio. 2022.

KHALID, F. S.; HERMAN, H. S.; AZMI, N. B.; JUKI, M. I. Sand Cement Brick Containing Recycled Concrete Aggregate as Fine-Aggregate Replacement. **MATEC Web of Conferences**, v. 103, p. 01016, 2017. Disponível em: <[https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/abs/2017/17/matecconf\\_iscee2017\\_01016/matecconf\\_iscee2017\\_01016.html](https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/abs/2017/17/matecconf_iscee2017_01016/matecconf_iscee2017_01016.html)>. Acesso em: 22 nov. 2022.

KYRIAKODIS, G-E.; SANTAMOURIS, M. Using reflective pavements to mitigate urban heat island in warm climates - Results from a large scale urban mitigation project. **Urban Climate**, v. 24, p. 326–339, jun. 2018.

LANDSBERG, H. E. **The climate of towns**. Man 's role in changing the face of the earth, Hutchinson, London, 1956. pp. 584- 603.

LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY. Heat Island Group. **Recent cool pavement research highlights: Quantifying the energy and environmental consequences of cool pavements | HEATISLAND**. 2017. Disponível em: <<https://heatisland.lbl.gov/publications/recent-cool-pavement-research>>. Acesso em: 13 maio. 2022.

LI, H.; SABOORI, A.; CAO, X. Information synthesis and preliminary case study for life cycle assessment of reflective coatings for cool pavements. **International Journal Transpondet Science Technology**, 2016, 5, 38–46

- LIAO, Y.; SHEN; X.; ZHOU, J.; MA, J.; ZHANG, X.; TANG, W.; CHEN, Y.; DING, L.; WANG, Z. Surface urban heat island detected by all-weather satellite land surface temperature. **Science of The Total Environment**, v. 811, p. 151405, mar. 2022.
- LIU, Y.; LI, T.; PENG, H. A new structure of permeable pavement for mitigating urban heat island. **Science of The Total Environment**, v. 634, p. 1119–1125, set. 2018.
- LOMBARDO, M. A. A Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec. 244 p., 1985.
- MA, X., ZHANG, L., GUO, M. The effect of various urban design parameter in alleviating urban heat island and improving thermal health—a case study in a built pedestrianized block of China. **Environtal Science Polluents Res** 28, 38406–38425. 2021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13179-z>.
- MAGNOLI, D.; ARAÚJO, R. **Geografia a Construção do Mundo**. São Paulo: Editora Moderna, 2005.
- MAXWELL, J.C. **A Treatise on Electricity and Magnetism**; Chapter IX; Clarendon Press: Oxford, UK, pp. 360–373. 1873.
- MIRZAEI, P. A. Recent challenges in modeling of urban heat island. **Sustainable Cities and Society**, v. 19, p. 200–206, 2015.
- MELO-THÉRY, N. A.; CAVICCHIOLI, A.; CALDAS, E. L. Iniciativas e ações públicas para mitigação da ilha de calor urbana em cidades médias: o caso de Jacareí-SP. Espaço e Economia. Revista Brasileira de Geografia Econômica, n. 21, 17 jun. 2021.
- MOHAJERANI, A.; BAKARIC, J.; JEFFREY-BAILEY, Tristan. The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. **Journal of Environmental Management**, v. 197, p. 522–538, 2017.
- Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717303201>. Acesso em: 25 Nov. 2021.
- MONTANHER, O. C.; MINAKI, C. Precipitação em Maringá-PR: estatísticas descritivas, tendência de longo prazo e probabilidade de eventos extremos diários. **Geography Department University of Sao Paulo**, v. 39, p. 138–153, 26 jun. 2020.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, Francisco. (org.) **Clima urbano**. 2<sup>a</sup> edição, São Paulo: Contexto, 2015. 191p.
- NOLLA, A.; ALVES, E. O. S.; SILVA, T. G.; BORDIN, A. V. Correção da acidez e disponibilização de fósforo e potássio em latossolo vermelho distrófico típico submetido à calagem incorporada e superficial / Correction of soil acidity and availability of phosphorus and potassium in an oxisol submitted to surfaced and incorporated liming. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 2478–2487, 2020

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.108, n. 455, p.1-24. 2006.

PIMENTEL, F. O.; FERREIRA, C. DE C. M. Clima urbano: o uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em juiz de fora- MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 3 abr. 2019.

PRADO, L. B.; FIALHO E. S.; GALVÃO, L. O Sensoriamento Remoto E O Clima Urbano: Uma Perspectiva De Investigação Através Do Campo Térmico De Superfície, Na Área Central Do Município De Viçosa – MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, p. 919–946, 2020

RAYLEIGH, L. **On the influence of obstacles arranged in rectangular order upon the properties of a medium**. Philosoph. Magaz. 1892.

RICHARD, Y; POHL, B; REGA, M.; *Is Urban Heat Island intensity higher during hot spells and heat waves* Dijon, France, 2014–2019. **Urban Climate**, v. 35, p. 100747, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095520306611>>. Acesso em: 11 Nov. 2021.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília: Editora Unb, 2013. 128p.

ROSENZWEIG, C., SOLECKI, W., SLOMBERG, R. Mitigating New York City's heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces, a report to the New York State Energy Research and Development Authority. **American Meterological Society**, v. 53, p. 197- 212. 2006.

SANDEEP, S.; KANT, T.; DESA, Y. Application of polymer composites in civil construction: a general review. **Compos. Struct.**, v. 84, n. 1 p.114–124. 2008

SANTAMOURIS M., SYNNEFA A., KARLES T. Group Building Environmental Studies, **Physics Department, University of Athens**, Athens, Greece. doi:10.1016/j.solener. 2016.12.023

SANTAMOURIS, M.; DING, L.; OSMOND, P. Urban Heat Island Mitigation. **Decarbonising the Built Environment**, p. 337–355, 2019.

SANTOS, A. B. V.; SOARES, J. B.; BABADOPULOS, L. F. DE A. L. Influência da temperatura e da velocidade de tráfego na previsão de área trincada de pavimentos asfálticos. **TRANSPORTES**, v. 28, n. 4, p. 53–66, 16 nov. 2020.

SEN, S.; ROESLER, J. Thermal and optical characterization of asphalt field cores for microscale urban heat island analysis. **Construction and Building Materials**, v. 217, p. 600–611, ago. 2019.

SERVIDONI, L. E.; TEODORO, A. E. DE M.; MICANTO, R. L.; DOS SANTOS, C. A. Avaliação de risco a enchentes e inundações por krigagem ordinária em sistemas de informação geográfica. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 1, p. 126–143, 27 jun. 2019.

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**, v. 18, p. 197-215, 2018

SILVA, M. C.; OLIVEIRA de, T. A.; VIANA, Y. C. G.; FERREIRA, C. C. M. Campos térmicos urbanos: Estudo de caso na zona sul da cidade de Juiz de Fora - MG, a partir de um modelo geoespacial. **Revista de Geografia**, v. 8, n. 2, p. 92-104, 2018.

SILVA, F. M. D.; VISNARDI, V. V.; ANDREIA, L. G. B.; CRISTINA, R. C. L. Avaliação da resistência mecânica de pisos intertravados de concreto sustentáveis (PICS). **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 22, n. 1, 2017.

SIQUEIRA-GAY, J.; DIBO, A. P. A.; GIANNOTTI, M. A. Vulnerabilidade às Ilhas de Calor no Município de São Paulo: Uma Abordagem para a Implantação de Medidas Mitigadoras na Gestão Urbana. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 105–123, 1 ago. 2017.

SNARSKII, ANDREI A.; SHAMONIN, M.; YUSKEVICH, P. Effective Medium Theory for the Elastic Properties of Composite Materials with Various Percolation Thresholds. **Materials**, v. 13, n. 5, p. 1243, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1944/13/5/1243>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SOUSA, H. L. DE. Sensoriamento Remoto com VANTs: uma nova possibilidade para a aquisição de geoinformações. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 5, n. 3, p. 326, 25 jul. 2017.

STEWART, I.; OKE, T. Local climate zones for urban temperature studies. **American Meteorological Society**, v.93, p. 1879-1900, 2012.

TEIXEIRA, C; ARAUJO, D. Estudo das vantagens do asfalto-borracha em relação ao asfalto convencional. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 23, n. 2, 2018.

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. **Geousp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p. 239-256, mês. 2017. ISSN 2179-0892.

TALEGHANI, M. Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies- A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 2011–2018, jan. 2018.

VARGAS-HERNÁNDEZ, M. A.; VÁZQUEZ-TORRES, H. Rheological characterization and thermal stability of triblock copolymers-modified asphalt reinforced with montmorillonite nanoparticles in physical mixing. **Revista mexicana de ingeniería química**, v. 14, n. 2, p. 503–512, 2015.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**, v. 86, n. 3, p. 370–384, 2003.

WANG, C. Cool pavements for urban heat island mitigation: A synthetic review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 146, p. 111171, ago. 2021.

WANG, J.; MENG, Q.; ZOU, Y.; QI, Q.; TAN, K.; SANTAMOURIS, M.; HE, B-J. Performance synergism of pervious pavement on stormwater management and urban heat island mitigation: A review of its benefits, key parameters, and co-benefits approach. **Water Research**, v. 221, p. 118755, ago. 2022.

WERNECK, D. R. Estratégias de mitigação das ilhas de calor urbanas: estudo de caso em áreas comerciais em Brasília - DF. **Revista da Faculdade de Brasília, Brasília, DF**, v. 18 n. 12, p.118-156. 2018

WICAKSONO, S. T.; ARDHYANANTA, H.; RASYIDA, A. Study on mechanical and physical properties of composite materials with recycled PET as fillers for paving block application. **AIP Conference Proceedings**, 2018. Disponível em: <<https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5030288>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

WREGE, M. S.; GARRASTAZU, M. C.; SOARES, M. T. S.; FRITSONS, E.; SOUZA, V. A.; AGUIAR, A. V de. Principais fitofisionomias existentes no estado do Paraná e os novos cenários definidos pelas mudanças climáticas globais. **Ambiência Guarapuava**. v.13 n.3 p. 600 - 615 Set/Dez 2017

YONG, Ding. Effect of Acid Rain Pollution on Durability of Reinforced Concrete Structures. **Research Gate**. 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/340131958\\_Effect\\_of\\_Acid\\_Rain\\_Pollution\\_on\\_Durability\\_of\\_Reinforced\\_Concrete\\_Structures](https://www.researchgate.net/publication/340131958_Effect_of_Acid_Rain_Pollution_on_Durability_of_Reinforced_Concrete_Structures)>. Acesso em: 1 abr. 2022.

ZHU, S.; MAI, X. A review of using reflective pavement materials as mitigation tactics to counter the effects of urban heat island. **Advanced Composites and Hybrid Materials**, v. 2, n. 3, p. 381–388, 22 maio 2019.



## ANEXO

### Anexo 01- Tabela de coleta de Inverno

DATA	HORA	LOCAL	MATERIAL	TEMP. ATMOS. (°C)	TEMP. DE SUPERF.(°C)	TEMP. RELATIVA (°C)
8-ago-22	00:00	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica		15,2	16,3
			Piso Emborrachado de Resíduos	16,7	15	16,1
			Piso Cimentício Intertravado		15,1	16,1
			Piso Cimentício Permeável		14,9	16
	00:30	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica		15,2	16,2
			Piso Emborrachado de Resíduos	16,8	15	16,2
			Piso Cimentício Intertravado		15,2	16,1
			Piso Cimentício Permeável		15,1	16,1
	01:00	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica		15,8	16,3
			Piso Emborrachado de Resíduos	17	15,5	16,4
			Piso Cimentício Intertravado		15,5	16,3
			Piso Cimentício Permeável		15,5	16,2
	01:30	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica		15,3	16,3
			Piso Emborrachado de Resíduos	16,7	15	16,1
			Piso Cimentício Intertravado		15	16,1
			Manta Asfáltica		17,6	18
	02:00	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	18,5	16,5	17,6
			Piso Cimentício Intertravado		16,7	17,7
			Piso Cimentício Permeável		16,5	17,6
			Manta Asfáltica		18	18,4
	02:30	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	18,5	17,6	17,8
			Piso Cimentício Intertravado		17,8	17,6
			Piso Cimentício Permeável		17,6	17,7
			Manta Asfáltica		18	18,4
	03:00	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Emborrachado de Resíduos	18,5	17,4	17,5
			Piso Cimentício Intertravado		17,6	17,6
			Piso Cimentício Permeável		17,2	17,5

17:00	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	17,7	18
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,5	17,6
		Piso Cementício Intertravado		17,7
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	17,7	18,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,8	18
		Piso Cementício Intertravado		18
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cementício Permeável	16,4	18
		Manta Asfáltica	18,2	18,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,8	18
		Piso Cementício Intertravado		18,2
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Cementício Permeável	16,6	18
		Manta Asfáltica	18,4	18,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,8	18
		Piso Cementício Intertravado		18,2
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Permeável	17,5	18,1
		Manta Asfáltica	17,8	18,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,8	18
00:00	TEATRO REVIVER	Piso Cementício Intertravado	17,1	18
		Manta Asfáltica	17,2	17,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,3	17,4
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cementício Intertravado	17,2	17,4
		Piso Cementício Permeável	17,1	17,3
		Manta Asfáltica	17,5	17,9
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Emborrachado de Resíduos	18,3	17,4
		Piso Cementício Intertravado		17,5
		Piso Cementício Permeável	16,6	17,3
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	17,9	18,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,3	17,4
		Piso Cementício Intertravado		17,7
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Permeável	16,8	17,4
		Manta Asfáltica	17,5	17,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,3	17,4

		Piso Cimentício Intertravado	17,1	17,3
		Manta Asfáltica	17,9	18,4
	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	18,7	17,5
		Piso Cimentício Intertravado	16,6	17,6
		Piso Cimentício Permeável	16,6	17,5
13:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	18,7	18,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	17,6	17,8
		Piso Cimentício Intertravado	17,6	17,9
		Piso Cimentício Permeável	17,5	17,7
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	18	18,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	17,3	17,5
		Piso Cimentício Intertravado	17,2	17,6
		Piso Cimentício Permeável	17,1	17,5
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	17,7	18
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,7	17,3
		Piso Cimentício Intertravado	16,4	17,3
			16,8	17,8
17:00	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	15,7	15,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	15,4	15,4
		Piso Cimentício Intertravado	15,4	15,4
		Piso Cimentício Permeável	15,4	15,4
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	15,7	15,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	15,4	15,5
		Piso Cimentício Intertravado	15,4	15,6
		Piso Cimentício Permeável	15,3	15,5
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	15,6	15,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	15,6	15,6
		Piso Cimentício Intertravado	15,6	15,5
		Piso Cimentício Permeável	15,5	15,5
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	15,6	15,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	15,8	15,5
		Piso Cimentício Intertravado	15,2	15,5
09:00	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	9	9
		Piso Emborrachado de Resíduos	7,7	9

13:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cementício Intertravado	7,5	9
		Piso Cementício Permeável	7,5	9
		Manta Asfáltica	8,1	8,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	9	8,9
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Cementício Intertravado	7,8	8,9
		Piso Cementício Permeável	7,8	8,9
		Manta Asfáltica	8,2	9,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	9	9
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Intertravado	7,7	9
		Piso Cementício Permeável	7,7	8,9
		Manta Asfáltica	8,1	9
		Piso Emborrachado de Resíduos	9	8,9
		Piso Cementício Intertravado	7,6	8,9
17:00	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	7,9	9,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	9,4	9
		Piso Cementício Intertravado	7,6	9
		Piso Cementício Permeável	7,6	9
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	8,2	9,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	9,4	9
		Piso Cementício Intertravado	7,7	9
		Piso Cementício Permeável	7,7	9
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	9,4	9,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	9,4	9,3
		Piso Cementício Intertravado	8	9,3
		Piso Cementício Permeável	8	9,3
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	9,4	9,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	9,4	9
		Piso Cementício Intertravado	8	9
		Manta Asfáltica	10	10,3
	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	10,4	10
		Piso Cementício Intertravado	9,5	10
		Piso Cementício Permeável	9,6	10
		Manta Asfáltica	10,4	10,1
				10,3

09:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	9,6	10,3
		Piso Cementício Intertravado	9,6	10,2
		Piso Cementício Permeável	9,5	10,3
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	10,3	10,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	10,4	10,3
		Piso Cementício Intertravado	9,6	10,3
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Permeável	9,7	10,2
		Manta Asfáltica	10,3	10,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	10,4	10
		Piso Cementício Intertravado	9,8	10
11:45-02:22	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	9	9
		Piso Emborrachado de Resíduos	8,9	8,2
		Piso Cementício Intertravado	8,5	8,4
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cementício Permeável	8,5	8,3
		Manta Asfáltica	9,1	8,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	8,9	8,5
		Piso Cementício Intertravado	8,4	8,4
		Piso Cementício Permeável	8,3	8,3
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	9,2	9,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	8,9	8,6
		Piso Cementício Intertravado	8,6	8,6
13:00	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Permeável	8,6	8,6
		Manta Asfáltica	8,8	8,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	8,9	8,4
	TEATRO REVIVER	Piso Cementício Intertravado	8,4	8,3
		Manta Asfáltica	32,2	16,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,9	17,2
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cementício Intertravado	21,6	16,7
		Piso Cementício Permeável	17,8	16,5
		Manta Asfáltica	34,7	17,3
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	16,9	21
		Piso Cementício Intertravado	21,6	16,8
		Piso Cementício Permeável	21,2	17,1
				16,9

17:00	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica		35,6	17,3
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,9	22,4	16,8
		Piso Cimentício Intertravado		22,9	16,8
		Piso Cimentício Permeável		22,4	16,8
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica		32,3	16,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,9	17,3	16,6
		Piso Cimentício Intertravado		21,4	16,6
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica		34,9	21,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	21,7	19,5	21
		Piso Cimentício Intertravado		19,9	21
		Piso Cimentício Permeável		20	21
00:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica		40,6	22
		Piso Emborrachado de Resíduos	21,7	32,5	21,8
		Piso Cimentício Intertravado		32,7	21,9
		Piso Cimentício Permeável		32,3	21,9
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica		42,9	22,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	21,7	32,7	21,7
		Piso Cimentício Intertravado		32,4	21,7
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica		35,2	21,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	21,7	21,2	21,7
		Piso Cimentício Intertravado		21,3	21,7
12-ago-22	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica		39,9	11,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	12,5	23,4	10,8
		Piso Cimentício Intertravado		23,5	11
		Piso Cimentício Permeável		22,7	10,8
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica		45,8	12,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	12,5	31,1	12
		Piso Cimentício Intertravado		31,7	12
		Piso Cimentício Permeável		31	11,9
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica		45,3	12,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	12,5	32,8	12
		Piso Cimentício Intertravado		33	12

13:00	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cimentício Permeável	32	11,8
		Manta Asfáltica	39,9	11
		Piso Emborrachado de Resíduos	12,5	11
		Piso Cimentício Intertravado	21,5	11
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	42,8	18,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	19,1	18
		Piso Cimentício Intertravado	22,9	18
		Piso Cimentício Permeável	22,8	18
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	49,6	19,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	19,1	19,3
		Piso Cimentício Intertravado	31,3	19,3
		Piso Cimentício Permeável	31	19,3
17:00	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	49,8	19,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	19,1	19,4
		Piso Cimentício Intertravado	31,8	19,4
		Piso Cimentício Permeável	31,9	19,4
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	43	18,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	19,1	18,4
		Piso Cimentício Intertravado	23,5	18,4
		Manta Asfáltica	43	22,5
	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	24	22
		Piso Cimentício Intertravado	23,2	22
		Piso Cimentício Permeável	22,6	22
		Manta Asfáltica	40,6	24,4
17:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	24	24,2
		Piso Cimentício Intertravado	32,7	24,2
		Piso Cimentício Permeável	32,3	24,2
		Manta Asfáltica	42,9	22,2
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Emborrachado de Resíduos	24	21,7
		Piso Cimentício Intertravado	32,4	21,7
		Piso Cimentício Permeável	32,4	21,7
		Manta Asfáltica	43,2	22,2
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Emborrachado de Resíduos	24	22
		Manta Asfáltica	23	22

09:00	TEATRO REVIVER	Piso Cimentício Intertravado	23,1	22
		Manta Asfáltica	40,5	14,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	23,8	14,7
		Piso Cimentício Intertravado	23,9	14,6
		Piso Cimentício Permeável	22,9	14,7
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	46,8	15,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	31,5	15,2
		Piso Cimentício Intertravado	31,7	15,2
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Cimentício Permeável	31,3	15,2
		Manta Asfáltica	46,9	15,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	32,8	15,4
		Piso Cimentício Intertravado	33,2	15,4
13:00	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cimentício Permeável	32,6	15,4
		Manta Asfáltica	39,9	14,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	21,9	14,7
		Piso Cimentício Intertravado	21,8	14,7
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	43	20,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	23,7	20,7
		Piso Cimentício Intertravado	23,1	20,6
		Piso Cimentício Permeável	23,1	20,6
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	51	22,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	32,4	22,1
		Piso Cimentício Intertravado	32	22,1
		Piso Cimentício Permeável	32	22,1
17:00	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	51,3	22,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	32	22,2
		Piso Cimentício Intertravado	31,9	22,3
		Piso Cimentício Permeável	31,7	22,1
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	41	20,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	22,9	20,6
		Piso Cimentício Intertravado	23,4	20,6
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	45,5	25,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	25,6	25,6

14:00-22:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cementício Intertravado	26,2	25,5
		Piso Cementício Permeável	25,5	25,5
		Manta Asfáltica	51,9	27,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	27	33,8
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Cementício Intertravado	33,4	27,4
		Piso Cementício Permeável	33,5	27,4
		Manta Asfáltica	52,5	27,6
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Emborrachado de Resíduos	27	33,7
		Piso Cementício Intertravado	33,5	27,6
		Piso Cementício Permeável	33,4	27,6
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	43	26,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	27	23,7
		Piso Cementício Intertravado	23,9	26,1
		Manta Asfáltica	40,7	14,9
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	16,8	23,9
		Piso Cementício Intertravado	26,7	14,6
		Piso Cementício Permeável	23,1	14,5
		Manta Asfáltica	47,2	16,8
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Emborrachado de Resíduos	16,8	32,8
		Piso Cementício Intertravado	37,2	16,8
		Piso Cementício Permeável	31,9	16,8
		Manta Asfáltica	47,3	16,8
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Emborrachado de Resíduos	16,8	34,5
		Piso Cementício Intertravado	38,2	16,8
		Piso Cementício Permeável	34,4	16,8
		Manta Asfáltica	39,8	14,9
	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	16,8	23,7
		Piso Cementício Intertravado	26,8	14,8
		Manta Asfáltica	42,2	25,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	26,1	24,5
		Piso Cementício Intertravado	27,2	25,3
		Piso Cementício Permeável	23,3	25,3
		Manta Asfáltica	26,1	51,5
				26,5

15-ago-22	17:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	32,8	26,3
			Piso Cementício Intertravado	38,9	26,4
			Piso Cementício Permeável	32,6	26,3
			Manta Asfáltica	51,9	26,7
	MERCADÃO MUNICIAL	26,1	Piso Emborrachado de Resíduos	33,9	26,7
			Piso Cementício Intertravado	41,8	26,7
			Piso Cementício Permeável	33,8	26,6
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	26,1	Manta Asfáltica	42,4	25,7
			Piso Emborrachado de Resíduos	23,3	25,3
			Piso Cementício Intertravado	27,9	25,5
	TEATRO REVIVER	30,2	Manta Asfáltica	48,5	29,8
			Piso Emborrachado de Resíduos	25	29,7
			Piso Cementício Intertravado	32,1	29,8
			Piso Cementício Permeável	25,2	29,7
	CATEDRAL DE MARINGÁ	30,2	Manta Asfáltica	59,9	30,9
			Piso Emborrachado de Resíduos	33,5	30,6
			Piso Cementício Intertravado	42,8	30,6
			Piso Cementício Permeável	33,8	30,6
	MERCADÃO MUNICIAL	30,2	Manta Asfáltica	61,2	31
			Piso Emborrachado de Resíduos	35,8	31
			Piso Cementício Intertravado	44,8	31
			Piso Cementício Permeável	35,9	31
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	30,2	Manta Asfáltica	48,9	30
			Piso Emborrachado de Resíduos	25,7	30
			Piso Cementício Intertravado	33,1	30
	TEATRO REVIVER	19,7	Manta Asfáltica	40,9	18,7
			Piso Emborrachado de Resíduos	24,3	18,7
			Piso Cementício Intertravado	32,8	18,7
			Piso Cementício Permeável	24,3	18,7
	CATEDRAL DE MARINGÁ	19,7	Manta Asfáltica	53,6	20
			Piso Emborrachado de Resíduos	35,9	19,8
			Piso Cementício Intertravado	44,7	19,9
			Piso Cementício Permeável	36	19,9

13:00	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica		54,1	20,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	19,7	36,3	20,4
		Piso Cimentício Intertravado		45,6	20,5
		Piso Cimentício Permeável		36,2	20,4
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica		40,9	18,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	19,7	24,5	18,9
		Piso Cimentício Intertravado		33,2	18,9
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica		42,5	25,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	26,4	24,6	25,4
		Piso Cimentício Intertravado		32,6	24,4
		Piso Cimentício Permeável		23,9	25,3
17:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica		52,3	26,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	26,4	32,7	26,5
		Piso Cimentício Intertravado		45,8	26,5
		Piso Cimentício Permeável		33	26,5
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica		52,3	27,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	26,4	34,4	27
		Piso Cimentício Intertravado		42,5	27,1
		Piso Cimentício Permeável		34	27,1
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica		42,7	25,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	26,4	24	25,5
		Piso Cimentício Intertravado		31	25,6
17:00	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica		51,4	30,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	31,3	25,8	30,1
		Piso Cimentício Intertravado		38,9	30,1
		Piso Cimentício Permeável		25,4	30
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica		61,6	31,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	31,3	33,9	31,3
		Piso Cimentício Intertravado		43,1	31,3
		Piso Cimentício Permeável		33,9	31,3
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica		64,7	31,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	31,3	35,9	31,4
		Piso Cimentício Intertravado		46,6	31,4

09:00	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cimentício Permeável	36,5	31,4
		Manta Asfáltica	51,7	30,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	31,3	30,3
		Piso Cimentício Intertravado		30,2
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	37,8	18,3
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,9	18,2
		Piso Cimentício Intertravado		18,2
		Piso Cimentício Permeável		18,2
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	49,7	18,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,9	18,5
		Piso Cimentício Intertravado		18,6
		Piso Cimentício Permeável		18,5
13:00	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	49,9	19
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,9	18,7
		Piso Cimentício Intertravado		18,7
		Piso Cimentício Permeável		18,7
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	37,4	18,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,9	18
		Piso Cimentício Intertravado		18
		Manta Asfáltica	36,2	22
	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	22,7	21,7
		Piso Cimentício Intertravado		21,7
		Piso Cimentício Permeável		21,6
		Manta Asfáltica	47,5	22,5
13:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	22,7	22,5
		Piso Cimentício Intertravado		22,5
		Piso Cimentício Permeável		22,5
		Manta Asfáltica	47,9	22,6
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Emborrachado de Resíduos	22,7	22,6
		Piso Cimentício Intertravado		22,6
		Piso Cimentício Permeável		22,6
		Manta Asfáltica	36,4	22
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Emborrachado de Resíduos	22,7	21,8

17:00	TEATRO REVIVER	Piso Cimentício Intertravado	30,9	21,8
		Manta Asfáltica	34,3	17
		Piso Emborrachado de Resíduos	22,8	16,8
		Piso Cimentício Intertravado	35,4	16,8
		Piso Cimentício Permeável	22,7	16,8
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	45,2	17,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	17,5	31,9
		Piso Cimentício Intertravado	38,3	17,3
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Cimentício Permeável	31,9	17,1
		Manta Asfáltica	46,1	17,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	17,5	32
		Piso Cimentício Intertravado	38	17,1
09:00	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cimentício Permeável	31,8	17
		Manta Asfáltica	37,1	17
		Piso Emborrachado de Resíduos	17,5	23,9
	TEATRO REVIVER	Piso Cimentício Intertravado	31,2	17
		Manta Asfáltica	40,5	15,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	23,4
		Piso Cimentício Intertravado	26,2	15
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cimentício Permeável	22,8	14,9
		Manta Asfáltica	46,2	16,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	32,1
		Piso Cimentício Intertravado	35,9	16,7
13:00	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Cimentício Permeável	31,9	16,5
		Manta Asfáltica	47	16,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	33,9
		Piso Cimentício Intertravado	37,4	16,8
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cimentício Permeável	33,8	16,5
		Manta Asfáltica	38,7	15
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	23
	TEATRO REVIVER	Piso Cimentício Intertravado	25,9	14,8
		Manta Asfáltica	40,9	15,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	17,9	23,8

17:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cementício Intertravado	26,9	15,4
		Piso Cementício Permeável	24	15,4
		Manta Asfáltica	47	16,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	17,9	33,9
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Cementício Intertravado		36,8
		Piso Cementício Permeável		33,7
		Manta Asfáltica	47,4	16,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	17,9	34,7
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Intertravado		38
		Piso Cementício Permeável		34
		Manta Asfáltica	39,1	15,8
00:60	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	17,9	23,4
		Piso Cementício Intertravado		26
		Manta Asfáltica	41,5	16
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,3	24,6
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Cementício Intertravado		28
		Piso Cementício Permeável		24,5
		Manta Asfáltica	47,8	17,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,3	34,8
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Cementício Intertravado		37,2
		Piso Cementício Permeável		34,7
		Manta Asfáltica	48,7	17,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,3	35,9
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Intertravado		40,1
		Piso Cementício Permeável		35,2
		Manta Asfáltica	39,1	15,8
18-ago-22	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	20,3	23,4
		Piso Cementício Intertravado		26
		Manta Asfáltica	40	15
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	22,9
		Piso Cementício Intertravado		26
		Piso Cementício Permeável		22,6
		Manta Asfáltica	16,2	43,9
				16,4

13:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	31,2	16,2
		Piso Cementício Intertravado	34,6	16,2
		Piso Cementício Permeável	31	16,2
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	43,8	16,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	16,2
		Piso Cementício Intertravado	34,7	16,2
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Permeável	30,7	16,2
		Manta Asfáltica	32,9	15
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	14,8
		Piso Cementício Intertravado	23,6	14,6
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	40,2	15,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,6	15,6
		Piso Cementício Intertravado	26,9	15,6
		Piso Cementício Permeável	24,3	15,4
17:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	46,1	16,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,6	16,5
		Piso Cementício Intertravado	36,3	16,6
		Piso Cementício Permeável	33,2	16,5
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	46,5	16,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,6	16,5
		Piso Cementício Intertravado	37,4	16,8
		Piso Cementício Permeável	34,2	16,5
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	39,2	15,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,6	15,8
		Piso Cementício Intertravado	25,4	15,8
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	40	16
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,7	15,9
		Piso Cementício Intertravado	27,6	16
		Piso Cementício Permeável	24,3	15,9
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	46,9	17,3
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,7	17
		Piso Cementício Intertravado	36,4	17
		Piso Cementício Permeável	34	17

09:00	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	48,9	17,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	36,1	17,4
		Piso Cementício Intertravado	40,5	17,4
		Piso Cementício Permeável	35,2	17,4
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	40	15,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,7	23,5
		Piso Cementício Intertravado	26,2	15,7
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	21,6	8,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	8,7	15,6
		Piso Cementício Intertravado	15,6	8
		Piso Cementício Permeável	15,6	8
13:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	23,4	8,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	8,7	15,3
		Piso Cementício Intertravado	16,1	8,6
		Piso Cementício Permeável	15,9	8,6
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	23,6	8,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	8,7	15,1
		Piso Cementício Intertravado	15	8,8
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cementício Permeável	14,6	8,7
		Manta Asfáltica	21,4	8,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	8,7	15,9
		Piso Cementício Intertravado	15,8	8
19:00-22	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	22,6	11,3
		Piso Emborrachado de Resíduos	12,3	16,2
		Piso Cementício Intertravado	16,5	11,2
		Piso Cementício Permeável	16	11,2
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	24,9	12
		Piso Emborrachado de Resíduos	12,3	16,8
		Piso Cementício Intertravado	16,9	12
		Piso Cementício Permeável	16,5	12
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	25,2	12,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	12,3	17,3
		Piso Cementício Intertravado	17,9	12,1

17:00	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Cimentício Permeável	17,3	12
		Manta Asfáltica	22,9	11,4
		Piso Emborrachado de Resíduos	12,3	11,3
		Piso Cimentício Intertravado		11,4
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	24,9	15,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	15,1
		Piso Cimentício Intertravado		15,2
		Piso Cimentício Permeável		15,1
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	25,3	15,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	15,7
		Piso Cimentício Intertravado		15,7
		Piso Cimentício Permeável		15,6
00:60	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	25,5	15,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	15,9
		Piso Cimentício Intertravado		15,9
		Piso Cimentício Permeável		16,8
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	23,5	11,5
		Piso Emborrachado de Resíduos	16,2	11,3
		Piso Cimentício Intertravado		11,4
		Manta Asfáltica	21,9	8,1
	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	8,5	8
		Piso Cimentício Intertravado		8
		Piso Cimentício Permeável		8
		Manta Asfáltica	23,6	8,7
20-ago-22	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	8,5	8,6
		Piso Cimentício Intertravado		8,6
		Piso Cimentício Permeável		8,6
		Manta Asfáltica	23,7	8,9
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Emborrachado de Resíduos	8,5	8,7
		Piso Cimentício Intertravado		8,7
		Piso Cimentício Permeável		8,7
		Manta Asfáltica	21,9	8,1
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Emborrachado de Resíduos	8,5	8

		Piso Cimentício Intertravado	15,8	8
		Manta Asfáltica	26,7	15
	TEATRO REVIVER	Piso Emborrachado de Resíduos	15,6	15
		Piso Cimentício Intertravado	17,9	15
		Piso Cimentício Permeável	17,3	15
13:00	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	29,9	15,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	15,6	15,7
		Piso Cimentício Intertravado	18,5	15,8
		Piso Cimentício Permeável	18,6	15,6
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	17,7	16,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	15,6	16
		Piso Cimentício Intertravado	18,9	16
		Piso Cimentício Permeável	18,7	15,9
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	18,7	15,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	15,6	15
		Piso Cimentício Intertravado	26,9	15
17:00	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	18,6	15
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,7	15
		Piso Cimentício Intertravado	20,9	15
		Piso Cimentício Permeável	20,2	15
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	28,6	20
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,6	20
		Piso Cimentício Intertravado	20,9	20
		Piso Cimentício Permeável	20,2	20
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	36,3	20,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,7	20,7
		Piso Cimentício Intertravado	25,3	20,7
		Piso Cimentício Permeável	25,7	20,7
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	23,5	20,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,7	20,7
		Piso Cimentício Intertravado	36,3	20,7
		Piso Cimentício Permeável	25,4	20,7
		Piso Cimentício Intertravado	25,7	20,7
		Piso Cimentício Permeável	23,2	20,6
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	27,2	15
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,7	15
		Piso Cimentício Intertravado	19,1	15
		Piso Cimentício Intertravado	19	15

09:00	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	39,3	11,2
		Piso Emborrachado de Resíduos	19,8	10,9
		Piso Cimentício Intertravado	22,6	10,9
		Piso Cimentício Permeável	20,1	10,9
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	47,6	12,6
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,4	12,4
		Piso Cimentício Intertravado	20,3	12,4
		Piso Cimentício Permeável	20,6	12,4
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	47,8	12,7
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,7	12,6
		Piso Cimentício Intertravado	21,2	12,7
		Piso Cimentício Permeável	10,6	12,6
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	39,6	11,3
		Piso Emborrachado de Resíduos	19,8	11,3
		Piso Cimentício Intertravado	22,9	11,3
13:00	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	44,5	16,9
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,2	16,8
		Piso Cimentício Intertravado	20,4	16,8
		Piso Cimentício Permeável	20,1	16,8
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Manta Asfáltica	48,6	17,8
		Piso Emborrachado de Resíduos	20,4	17,8
		Piso Cimentício Intertravado	24,7	17,8
		Piso Cimentício Permeável	20,2	17,8
	MERCADÃO MUNICIAL	Manta Asfáltica	30,4	18
		Piso Emborrachado de Resíduos	18,9	17,9
		Piso Cimentício Intertravado	18,7	17,8
		Piso Cimentício Permeável	18,7	17,8
		Manta Asfáltica	44,9	17,1

17:00	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Piso Emborrachado de Resíduos	21	17,1
		Piso Cimentício Intertravado	21,4	17,1
	TEATRO REVIVER	Manta Asfáltica	45,7	20,1
		Piso Emborrachado de Resíduos	21	20,9
		Piso Cimentício Intertravado	22,8	20
		Piso Cimentício Permeável	21,1	20
		Manta Asfáltica	55,8	21,4
	CATEDRAL DE MARINGÁ	Piso Emborrachado de Resíduos	21	25,8
		Piso Cimentício Intertravado	26,4	21,1
		Piso Cimentício Permeável	26,1	21,1
		Manta Asfáltica	57,9	21,5
	MERCADÃO MUNICIAL	Piso Emborrachado de Resíduos	21	25,6
		Piso Cimentício Intertravado	25,8	21,1
		Piso Cimentício Permeável	26	21,1
	PARÓQUIA SÃO JOSÉ	Manta Asfáltica	45,7	20,3
		Piso Emborrachado de Resíduos	21	21,4
		Piso Cimentício Intertravado	22,9	20,3

## ANEXO 02

TABELA DO Inmet

data	hora	PRECIPITAÇÃO TOTAL, HORÁRIO (mm)	PRESSAO ATMOSFERICA AO NIVEL DA ESTACAO, HORARIA (mB)	TEMPERATURA			UMIDADE		
				RADIACAO GLOBAL (Kj/m <sup>2</sup> )	DO AR - BULBO SECO, HORARIA (°C)	TEMPERATURA DO PONTO DE ORVALHO (°C)	RELATIVA DO AR, HORARIA (%)	VENTO, RAJADA MAXIMA (m/s)	VENTO, VELOCIDADE HORARIA (m/s)
08/08/2022	0900 UTC	0	952,4	1,9	17,2	16,3	94	3,7	1,6
08/08/2022	1300 UTC	0	955,2	259,7	18,7	17	90	3	1,5
08/08/2022	1700 UTC	0	951,9	474,8	21	16,7	77	3,1	0,6
09/08/2022	0900 UTC	0	953,8		18,6	18	97	3,7	1
09/08/2022	1300 UTC	10,2	955,3	174,3	18	17,4	97	6,5	2,7
09/08/2022	1700 UTC	1,4	953,9	197,3	16,1	15,4	96	8,7	3,7
09/08/2022	0900 UTC		955		10	8	87	9,6	2,7
10/08/2022	1300 UTC	0	956,6	873,4	10,9	7,9	82	8,9	3,2
10/08/2022	1700 UTC	0	956,3	842,6	12,1	8,7	80	7,6	3,2

		0900							
11/08/2022	UTC	0	957,1		9,4	8,4	93	4,9	1,7
	1300								
11/08/2022	UTC	0	959,6	2281,1	16,9	7,7	55	6,2	2,3
	1700								
11/08/2022	UTC	0	957,5	2725	21,7	7,4	40	5,8	2,4
	0900								
12/08/2022	UTC	0,2	958		12,5	8,5	76	9,7	3,9
	1300								
12/08/2022	UTC	0	959,2	2324,6	19,1	9	52	10,3	3,9
	1700								
12/08/2022	UTC	0	956,2	2771,3	24	5,9	31	10	3,8
	0900								
13/08/2022	UTC	0	956,9		15,2	8,9	66	6,2	2,3
	1300								
13/08/2022	UTC	0	959	2001,9	22	9,4	45	7	3,5
	1700								
13/08/2022	UTC	0	956	2694,3	27,1	4,5	24	7,1	2,8
	0900								
14/08/2022	UTC	0	955,2		16,8	6,3	50	3,9	0,9
	1300								
14/08/2022	UTC	0	956,2	2268,8	26,1	7,8	31	5,8	3,4
	1700								
14/08/2022	UTC	0	952,3	2712,7	30,2	4,7	20	6,9	3,1
	0900								
15/08/2022	UTC	0	950,5		19,7	7,7	46	2,5	1,6
	1300								
15/08/2022	UTC	0	952,1	2184,5	26,4	8,7	33	10,4	4,2
	1700								
15/08/2022	UTC	0	947,5	2618,5	31,3	8,3	24	10,1	3,5

		0900							
16/08/2022	UTC	0	949		18,9	10,8	59	5,5	1,8
	1300								
16/08/2022	UTC	0	950,8	2012,3	22,7	15	62	8,3	3,5
	1700								
16/08/2022	UTC	0,2	950,4	631,3	17,5	13,5	77	11,4	4,2
	0900								
17/08/2022	UTC	0	949,7	0,1	16,4	14,6	89	5,9	2,6
	1300								
17/08/2022	UTC	0	950,9	463,5	18,4	15,9	85	6,6	3,5
	1700								
17/08/2022	UTC	0	948,6	717,7	20,3	16,4	78	9,3	4,7
	0900								
18/08/2022	UTC	3,8	948,4		16,2	15,7	97	4,2	0,5
	1300								
18/08/2022	UTC	2,6	950,8	184,7	16,6	16,1	97	2,8	1,2
	1700								
18/08/2022	UTC	0	952	296,8	16,7	16,1	96	5,6	2,2
	0900								
19/08/2022	UTC	0	961,8		6,6	0,9	67	10,2	2,7
	1300								
19/08/2022	UTC	0	964,4	2439,9	11,3	-0,7	43	10,7	2,8
	1700								
19/08/2022	UTC	0	961,7	2848,7	16,2	-0,4	32	7,5	2,9
	0900								
20/08/2022	UTC	0	961,9		6,5	0,1	64	4,7	1,6
	1300								
20/08/2022	UTC	0	963,3	2261	15,6	3,4	44	9,3	3,2
	1700								
20/08/2022	UTC	0	959,9	2760,3	20,7	7,6	43	8,3	3,1

0900									
21/08/2022	UTC	0	959,4		11,8	8,3	79	4	1,6
	1300								
21/08/2022	UTC	0	962,2	1722	17,5	10,2	62	7	3,4
	1700								
21/08/2022	UTC	0	959,8	2888	22,6	12	51	6,9	2,8