



## INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES SUPERFÍCIES NO CONFORTO TÉRMICO POR ANÁLISES COMPUTACIONAIS ATRAVÉS DO SOFTWARE *SURFER*® EM UM TRECHO DE GUAÍRA - PR

<sup>1</sup>Natália Pinheiro D’Onofre da Silva; <sup>2</sup>Laís Fernanda Juchem do Nascimento

<sup>1</sup>Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Paranaense - UNIPAR

<sup>2</sup> Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Paranaense - UNIPAR

### Resumo

Este trabalho busca analisar, em diferentes horários do dia (9h30, 11h, 14h e 15h30), no entorno da Universidade Paranaense - UNIPAR, durante 20 dias a temperatura, umidade relativa média e irradiação solar de três diferentes superfícies (concreto betuminoso usinado a quente - CBUQ, concreto e grama). Para isso, se padronizou a medição em malha 0,5 x 0,5m. Posteriormente as médias de temperaturas foram interpoladas no software *SUFER*® para elaboração das linhas de calor. Os valores mais altos para temperatura, tanto o termômetro infravermelho quanto o digital, foram do CBUQ às 14h, respectivamente 53,18°C e 42,44°C. Já o de menor temperatura foi a grama às 9h30, com 24,58°C e 27,09°C, respectivamente. Nota-se que a escolha de superfície é um fator que deve ser levado em consideração em projetos de entorno urbanos afim de mitigações de ilhas de calor.

**Palavras-chave:** Linhas de calor; Estudo do entorno; Fluxo de energia; Termômetros.

### Abstract

This work seeks to analyze, at different times of the day (9:30 am, 11:00 am, 2:00 pm and 3:30 pm), around the Universidade Paranaense - UNIPAR, for 20 days, the temperature, average relative humidity and solar irradiation of three different surfaces (hot machined bituminous concrete) - CBUQ, concrete and grass). For this, measurement was standardized on a 0.5 x 0.5 m mesh. Subsequently, the temperature averages were interpolated in the *SUFER*® software to elaborate the heat lines. The highest values for temperature, both the infrared and the digital thermometer, were from the CBUQ at 14:00, respectively 53.18°C and 42.44°C. The lowest temperature was grass at 9:30 am, with 24.58°C and 27.09°C, respectively. It is noted that the choice of surface is a factor that must be taken into account in urban environment projects in order to mitigate heat islands.

**Keywords:** Heat lines; Study of the surroundings; Energy flow; Thermometers.



## 1 Introdução

No Brasil, a urbanização iniciou no começo do século XX, de forma rápida e desenfreada, com certo atraso em relação a outros países. Esse avanço rápido interferiu nas condições ambientais, pois houve a substituição da vegetação natural pela pavimentação asfáltica e as aglomerações de edificações, que acarretou o aumento da impermeabilização do solo (BARBOZA; DA SILVA ALENCAR; DE ALENCAR; 2020).

As delimitações urbanas atingem diretamente o uso do espaço, pois a urbanização está relacionada com a troca de parte das áreas permeáveis por pavimentação asfáltica, além de construções que alteram ou dificultam o fluxo natural dos ventos, a inércia térmica e até mesmo o clima local (CAVALCANTI; SALES; 2021).

Conforme Rancura (2011), nos últimos anos, o conforto térmico em espaços externos têm sido cada vez mais pesquisado, tanto no Brasil como no exterior. Tornase um estudo mais complexo devido a maior variação de fatores ambientais, pois, a avaliação de conforto térmico necessita que se leve em consideração a radiação solar, não considerada nos ambientes internos.

Inúmeros estudos têm evidenciado a interferência das ilhas de calor no conforto térmico nas grandes e médias cidades. Considera-se que as reações das pessoas ao frio ou ao calor impactam diretamente a sociedade e na qualidade de vida. Engloba além da saúde da pessoa, sua eficiência no trabalho e o consumo de energia, e ainda afeta as políticas públicas (FERREIRA; OLIVEIRA; ESTEVAM; 2020).

Um dos contribuintes para formação das ilhas de calor são as áreas pavimentadas, pois quando expostas a incidência da radiação solar, armazena nesse período energia térmica. Esta energia térmica posteriormente é liberada ao seu entorno, sobretudo à noite, devido ao fluxo de calor sensível e a radiação infravermelha (ANANDAKUMAR; 1999 *apud* CALLEJAS; DURANTE; ROSSETI; 2015).

O desenvolvimento repentino de áreas urbanas ocasionou mudanças expressivas na relação de equilíbrio de radiação e energia com a superfície pavimentada. É notório que os centros urbanos possuem maior concentração de materiais em comparação a áreas verdes (DE MACEDO NETO, 2016).

É possível constatar que o elemento que assume enorme papel na diminuição da incidência de radiação solar, além de contribuir para o resfriamento de uma localidade é a vegetação. A temperatura de um determinado local está sob influência de vários fatores, como a pavimentação, que recebe e absorve a incidência dos raios solares. Materiais de cores escuras contribuem muito para a elevação da temperatura, pois retêm o calor por mais tempo (COOPER, 2013).

Este trabalho visou simular o comportamento dos materiais usuais do entorno de uma edificação: calçada de concreto, grama e pavimentação do tipo concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), em trecho na cidade de Guaíra – PR, a fim de comparar a influência dos diferentes tipos de superfícies na temperatura e radiação local. Ainda, elaborar de linhas de calor através do software SURFER®, com dados obtidos em diferentes horários do dia (9h30, 11h, 14h e 15h30) com dois termômetros (infravermelho e o digital).

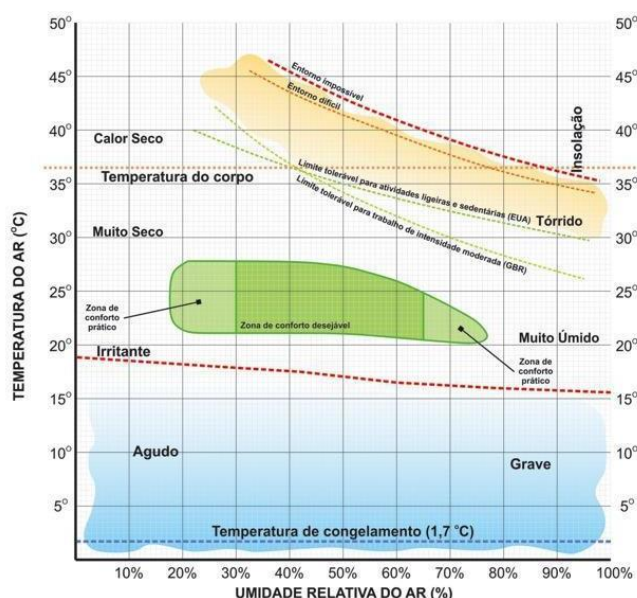
## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Conforto térmico

A temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar podem ser consideradas como variáveis ambientais que definem o conceito de conforto térmico. Há também variáveis como as roupas ou a atividade realizada pelo indivíduo que caracterizam-se como variáveis individuais, ou subjetivas, quando tratam da sensação e preferência térmica. A Carta Bioclimática de Olgay (Figura 1) é uma ferramenta de verificação do conforto térmico para ambientes externos, constituída por uma zona de conforto central e propostas de intervenções corretivas para as demais zonas (PONTES, 2018).

Conforme Pontes (2018) sobre Olgay (1998), este definiu uma zona de conforto de modo gráfico (temperatura do ar no eixo das ordenadas e a umidade relativa no eixo das abscissas) ao utilizar-se de vários estudos referentes às condições de satisfação térmica.

Figura 01: Carta Bioclimática de Olgay.



Fonte: PONTES e LIMA (2017) *apud* PONTES (2018)

Faria (2013), reforça que o conforto ambiental de um espaço está diretamente relacionado à satisfação do usuário, ou seja, quando o usuário se sente neutro ou confortável em relação aos fenômenos externos e internos: iluminação, calor ou frio e ruído. A temperatura, a umidade, a velocidade do ar, a radiação solar incidente sobre o corpo e a temperatura radiante média das superfícies alteram o conforto térmico das pessoas.

Em ambientes internos e externos, os estudos em relação ao conforto térmico utilizam-se de índices na elaboração de faixas de sensação térmica, a partir de

modelos baseados nas variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa do ar. Visa indicar a condição de conforto ou desconforto em certo período e em determinado local. Para esses estudos, é mais viável que se façam medições em campo, realizando simulações computacionais, para estabelecer mais confiabilidade aos dados e obter *insights* úteis (OKE *et al.*, 2017).

## 2.2 Superfícies

As superfícies que são constituídas de material totalmente impermeável possuem a tendência de apresentar maiores temperaturas em comparação a materiais permeáveis. Isso acontece pela presença dos poros, que permite que águas pluviais em contato com o pavimento sejam armazenadas entre as camadas e o solo. Em um cenário, que o expõe a uma incidência solar faz com que essa água ao passar pelo estado de evaporação resfrie o pavimento (NETO, 2016).

A pavimentação do perímetro urbano no Brasil se caracteriza pelo emprego do pavimento asfáltico. Esse material apresenta propriedades termofísicas que colaboram para o aumento da temperatura ambiente onde é aplicado (CALLEJAS; DURANTE; ROSSETI; 2015).

Os materiais de pavimentação que apresentam as maiores temperaturas de superfície tendem a possuir cores escuras, possuem alta emissividade térmica e baixo albedo, e que, ao absorverem grandes quantidades de radiação solar, esta fica armazenada em seu interior, sob a forma de calor (DE MACEDO NETO, 2016; TEIXEIRA; AMORIM; 2018). Segundo Rodrigues *et al.*, (2010) o concreto e o asfalto são responsáveis por impermeabilizar o solo, fazendo com que a rápida evaporação da água impossibilite o resfriamento e a umidificação do ar.

Olgay (1968 *apud* NEVES, 2017) observou que dias ensolarados de verão a temperatura sobre uma superfície gramada, é de 5° a 7°C menor que a temperatura de uma superfície construída, pois a gramada reduz a absorção da radiação solar e a reflexão quando comparada a áreas construídas.

Conforme Givoni *et al.* (2003 *apud* PONTES, 2018), a intensidade da radiação solar diretamente sobre a sombra das árvores é aproximadamente 10% da intensidade em áreas que não possuem sombreamento, enquanto na sombra de um guarda-sol, o valor desta variável é de 30% em relação a áreas não sombreadas.

## 2.3 Irradiação

A irradiação solar pode ser apresentada como ondas eletromagnéticas que possuem um baixo comprimento de onda. Pode ser direta, quando atinge sem desvios a terra, e difusa, quando uma parcela das ondas é disseminada pelas nuvens e pelas partículas da atmosfera (SILVA, 2015).

Emissividade é a capacidade dos materiais emitirem a irradiação absorvida, enquanto o albedo é uma medida adicional correspondente à razão entre a quantidade de luz, que é difundida ou refletida por uma superfície, calculada a partir de dados de radiação solar global (CALLEJAS; DURANTE; ROSSETI; 2015. TEIXEIRA; AMORIM; 2018).

Cada superfície possui seu próprio valor para a emissividade, a Tabela 1 representa esses valores.

Tabela 1: Propriedades radiantes de alguns materiais

Superfície	Emissividade $\mu\text{m}$
Solos	0.90 - 0.94
Gramma	0.90 - 0.95
Floresta	0.97 - 0.99
Água	0.85 - 0.95
Concreto	0.90 - 0.96
Asfalto	0.97
Tijolo	0.90 - 0.92
Rocha	0.85 - 0.95
Cascalho	0.92
Cerâmica	0.90

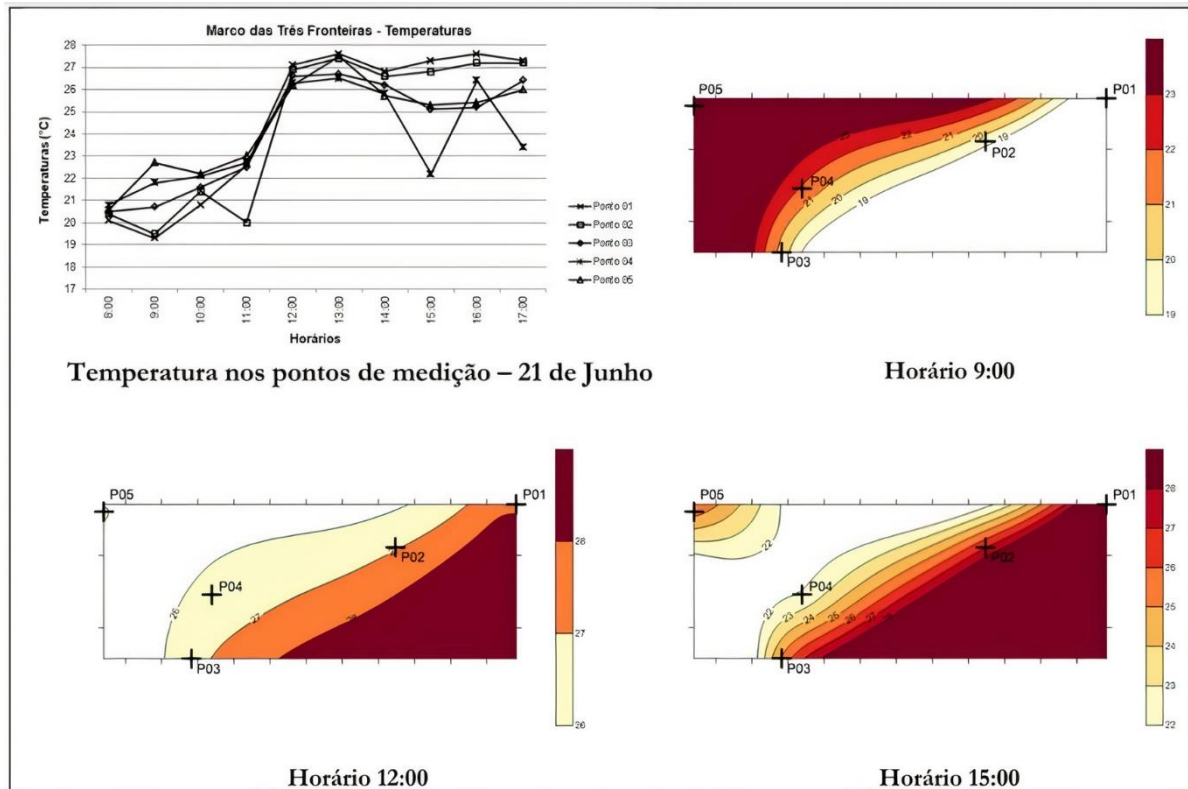
Fonte: Alves e Vecchia (2012) adaptado de Oke (1987) e Brown e Gillespie (1995) adaptado pela Autora (2021)

## 2.4 Temperatura infravermelha e umidade relativa do ar

A temperatura do ar pode também ser intitulada como “bulbo seco”, pois sua medição é realizada com um termômetro que possui um bulbo de vidro que fica protegido da radiação. Já a umidade relativa do ar, pode ser chamada de bulbo úmido por possuir um elemento que fica submerso em água e envolve o bulbo e faz com que a temperatura caia, devido ao calor retirado para evaporar a água. O seu resfriamento é diretamente proporcional à secura do ar. Maior será o resfriamento quanto mais seco estiver o ar. Em uma situação onde o ar está saturado, os dois termômetros terão leituras idênticas, visto que nenhuma evaporação ocorrerá (SILVA, 2015).

Como aborda Sacht *et al.* (2020), em seu estudo de caso referente ao Marco das Três Fronteiras em Foz do Iguaçu-PR, elaborado com o intuito de indicar estratégias bioclimáticas que proporcionem melhores condições de conforto urbano na cidade, a fim de impulsionar o turismo local. Para uma análise mais detalhada do microclima local, foi efetuada a execução de medições de temperatura e umidade, e após a coleta de dados, foi elaborado um conjunto de gráficos por meio do *software SURFER® 12*, cujos resultados são demonstrados na Figura 2 e Figura 3.

Figura 2: Temperatura infravermelha nos pontos de medição.

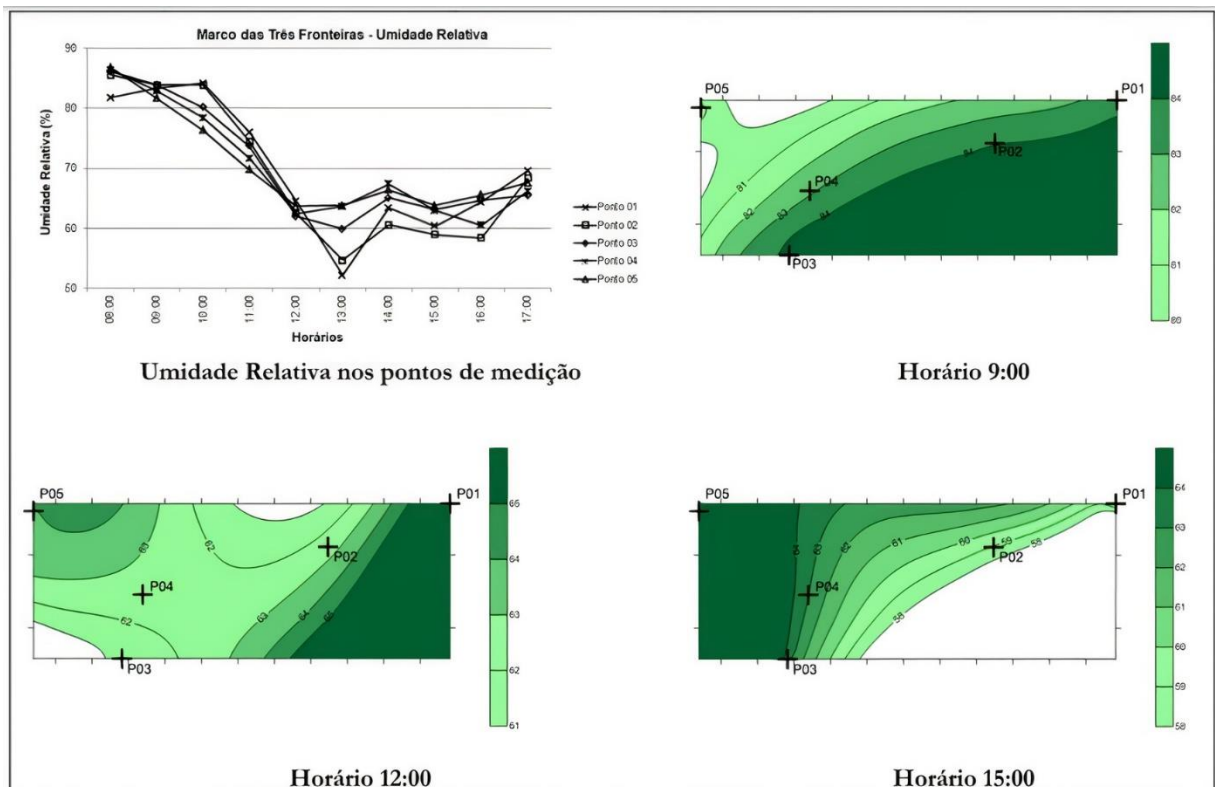


Fonte: Sacht *et al.* (2020)

Em análise de seus resultados, Sacht *et al.* (2020), averiguou que as temperaturas nos pontos foram coerentes para os horários e teve a elevação de temperatura esperada para o período após às 12h. Esse resultado sugere a redução do ciclo diurno pela umidade, onde a temperatura máxima, atingida por volta das 15h foi encontrada nos locais mais secos, e ainda, em áreas vegetadas, cujas temperaturas ligeiramente mais altas se deve a umidade relativa ser mais elevada, ocasionando o efeito de evapotranspiração das plantas. Como o vapor d'água é um bom absorvedor de energia de onda longa, emitida pela superfície, contribui para a redução da perda de calor da superfície, mantendo essas áreas mais aquecidas

Referente à umidade relativa do ar, estudada por Sacht *et al.* (2020), Figura 3.

Figura 3: Umidade relativa do ar nos pontos de medição.



Fonte: Sacht *et al.* (2020)

## 2.5 Fluxo de energia

O equilíbrio termodinâmico ocorre quando há diferença de temperatura entre dois pontos, pois, o fluxo de calor é a variância de energia quando uma região de maior temperatura se encontra com uma temperatura inferior (SCARELLI, 2017).

### 2.5.1 Lei de Stefan-Boltzmann

Descoberta pelo físico austríaco Joseph Stefan (1835-1893) e deduzida teoricamente pelo físico austríaco Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906), essa lei é fundamental para se entender o balanço de radiação na superfície da terra. Ela conclui que todo corpo com temperatura acima de 0 K (Kelvin) emite energia radiativa, e que a densidade de fluxo de energia emitida ( $E$ , em  $W/m^2$ ) é proporcional à quarta potência de sua temperatura absoluta ( $T$ , em K), de acordo com a Equação 1:

$$E = \epsilon \sigma T^4 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

- $E$  = energia radiante total que emite um corpo negro por unidade de superfície ( $W/m^2$ );

- $\varepsilon$  = poder emissivo do corpo;
- $\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann que tem o valor de  $5,6697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ;
- T = temperatura em Kelvin.

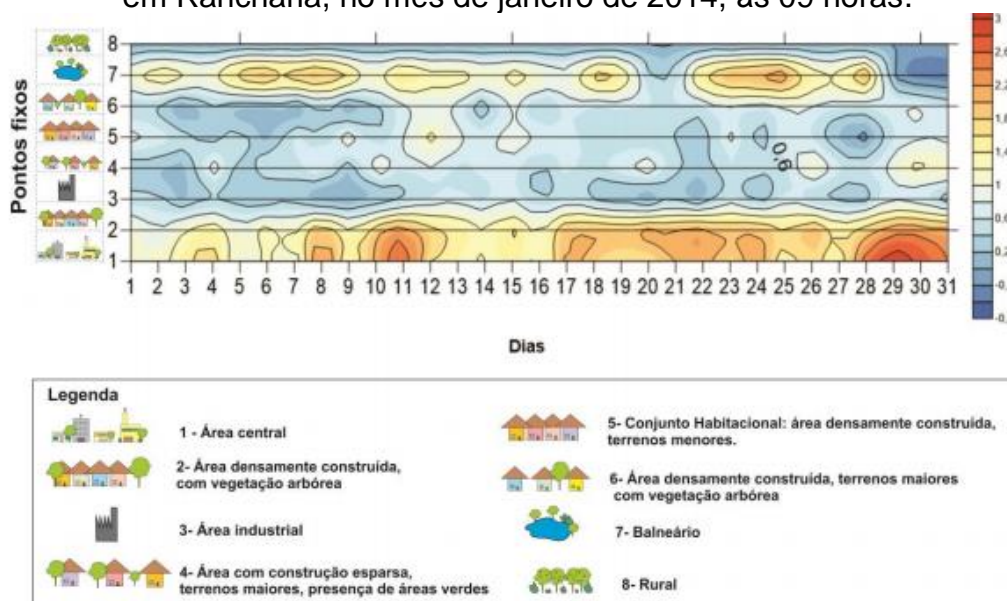
Para a maioria dos objetos naturais, o poder emissivo varia entre 0,9 e 1,0 (ALVES; VECCHIA, 2012).

## 2.6 SURFER®

Como explicam Landim, Monteiro e Corsi (2002), o SURFER® faz parte de programas comerciais desenvolvidos pela Golden Software Inc. e pode ser utilizado para a confecção de mapas de variáveis a partir de dados espacialmente distribuídos.

Teixeira e Amorim (2018), em seu estudo, investigaram o clima urbano e o fenômeno da ilha de calor em Rancharia/SP, por meio do estudo da ilha de calor em cidade de pequeno porte após coletar os dados *in loco* durante 31 dias. Utilizaram o software para mostrar a distribuição das diferenças térmicas entre os pontos fixos de coleta, com base nos horários de interesse conforme evidenciado na Figura 4. A função do software é reunir dados encontrados em determinada área por uma planilha de dados com coordenadas x, y e z, e por meio de umas dessas coordenadas, adota-se um ponto de referência. O conjunto de pontos é interpolado e resulta em gráficos com curvas delimitando zonas.

Figura 4: Diferenças de temperaturas (°C) registradas entre os pontos fixos e o rural, em Rancharia, no mês de janeiro de 2014, às 09 horas.



Fonte: Teixeira e Amorim (2018)



### 3 Metodologia

A cidade de Guáira-Paraná fica às margens do Rio Paraná e encontra-se, segundo Cidades Brasil (2021), em latitude: 24° 4' 46" sul, longitude: 54° 15' 27" oeste, à altitude de 245m e possui um clima predominantemente seco. Os locais de estudo (Figura 5 (A, B)) localizam-se dentro da cidade. Para análise, foram escolhidos o pavimento do tipo Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) e calçada de concreto, e, para comparação térmica do meio, grama. Para cada um, seguiu-se o mesmo padrão de verificação constituído pela aferição de temperatura em 09 pontos dispostos em malha 0,5x0,5m, durante 20 dias e a medição da intensidade de luz no centro da malha para cada superfície em quatro horários diferentes: 9h30, 11h, 14h e 15h30. O local foi escolhido em virtude da disponibilidade dos equipamentos cedidos pela Universidade.

Figura 5 (A, B): Área da Brinquedoteca Unipar e trecho da rua Ministro Gabriel Passos.



Fonte: Universidade Paranaense, Google Maps, modificado pela autora, 2021

Cada superfície estudada está representada com a localização da área analisada (sem escala) na Figura 5 (B). A pista direita da Rua Ministro Gabriel Passos, apesar de encontrar-se a uma distância maior das outras áreas analisadas, foi escolhida em função da segurança durante o procedimento em campo.

#### 3.1 Equipamentos

##### 3.1.1 Única aferição

###### 3.1.1.1 Termômetro de bulbo seco e bulbo úmido

O termômetro de bulbo seco mede a temperatura do ambiente em suas condições atuais. O modelo utilizado, mostrado na Figura 6, é um termo-higrômetro com dois termômetros, escala externa, bulbo seco e úmido. Possui base plástica e um recipiente que manualmente é colocada água em temperatura ambiente, para que o pedaço de corda que está envolvendo a base do termômetro e dentro deste recipiente, fique submersa.

A umidade relativa é dada pela diferença entre ambos os termômetros, com base em uma tabela que acompanha o equipamento. Sua unidade de medida é dada em graus *Celsius* ( $^{\circ}\text{C}$ ). As aferições foram realizadas em dias de céu aberto e parcialmente nublado nos quatro horários (9h30, 11h, 14h e 15h30), durante 20 dias.

Figura 6: Termômetro de bulbo seco e bulbo úmido utilizado no estudo.

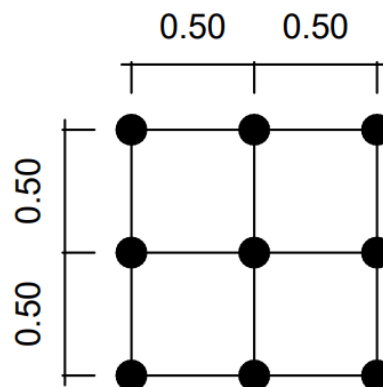


Fonte: Autora 2021

### 3.1.2 Aferição em malhas

Conforme apresentado na Figura 7, em cada superfície estudada foi traçada uma malha 0,5x0,5 m e em cada ponto foi aferida a temperatura através dos equipamentos disponíveis.

Figura 7: Representação da malha (0,5m X 0,5m) delimitada do estudo.



Fonte: Autora (2021)

Abaixo Figura 8 representando as superfícies analisadas, sendo: (A) grama, (B) concreto e (C) CBUQ.

Figura 8: Superfícies analisadas.



Fonte: Autora (2021)

### 3.1.2.1 Luxímetro

O luxímetro é um equipamento usado para medir a densidade da intensidade de luz presente no local de estudo. Sua unidade de medida é o lux, cada lux corresponde a um watt por metro quadrado ( $\text{lux} = 1\text{W}/\text{m}^2$ ). O modelo utilizado (Figura 9) é o luxímetro digital 3-1/2 Dígitos Minipa MLM-1011.

Figura 9: Luxímetro digital.



Fonte: Autora (2021)

Durante os 20 dias, a radiação foi analisada apenas em um ponto no centro da malha para cada material nos 4 horários, devido ao espaço analisado ser pequeno, para que haja alterações relevantes da radiação.

### 3.1.2.2 Termômetro infravermelho

Mede a energia irradiada pelo objeto, que é convertida em um valor de temperatura. O modelo utilizado é o Termômetro Digital Infravermelho Incoterm Scan Temp ST-600.

Para o termômetro infravermelho, em cada ponto foram realizadas duas medições nos turnos da manhã (9:30h e 11h) e tarde (14h e 15h30), medidas nas alturas de 0,05m e 0,5m, com os sensores alinhados segundo um plano horizontal.

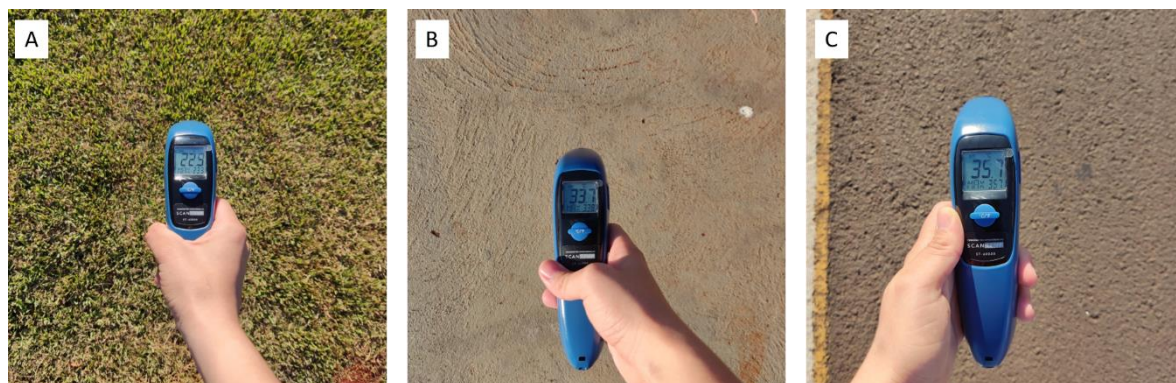
Figura 10: Termômetro Infravermelho.



Fonte: Autora (2021)

Referente à parte prática, Figura 11 demonstra as superfícies sendo medidas pelo termômetro infravermelho.

Figura 11: Demonstração da atividade em campo nas superfícies (A) grama, (B) concreto e (C) CBUQ.



Fonte: Autora (2021)

Para os 9 (nove) pontos analisados da malha, a medição foi realizada em duas alturas, e posteriormente a média entre esses dois valores. Com os valores das médias dos 20 dias, para cada horário foi novamente realizada a média para cada um dos nove pontos, ao final, obteve-se apenas 9 (nove) valores para interpolação de dados no *software SUFER®*.

### 3.1.2.3 Termômetro digital

O modelo utilizado é o Termômetro Icel TD-801 (Figura 13). O termômetro digital precisa que a ponta do aparelho toque a superfície analisada. Foi feita uma medição em cada ponto da malha para cada horário.

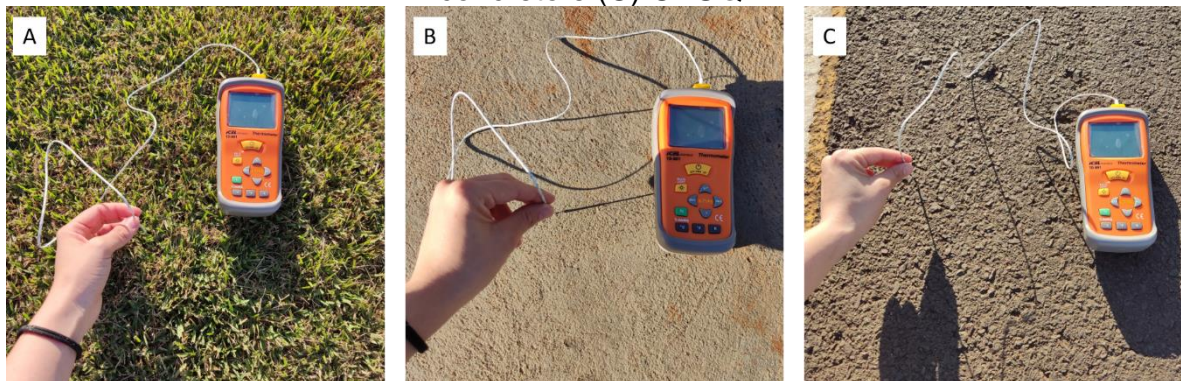
Figura 13: Termômetro Digital



Fonte: Autora (2021)

Referente à parte prática, Figura 14 demonstra as superfícies sendo medidas pelo termômetro digital.

Figura 14: Demonstração da atividade em campo nas superfícies (A) grama, (B) concreto e (C) CBUQ.



Fonte: Autora (2021)

### 3.2 Atividade em campo

Para o registro das medições realizadas em 20 dias, Quadro 1.

Quadro 1: Atividade em campo.

Variáveis	Equipamentos			
	Única aferição		Aferição em malhas	
	Bulbo seco/úmido	Luxímetro	Infravermelho	Digital
Dias	20	20	20	20
Horários de medição	4	4	4	4
Aferição por horário	1	1	2	1
Pontos analisados	-	1	9	9
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>1440</b>	<b>720</b>

Fonte: Autora (2021)

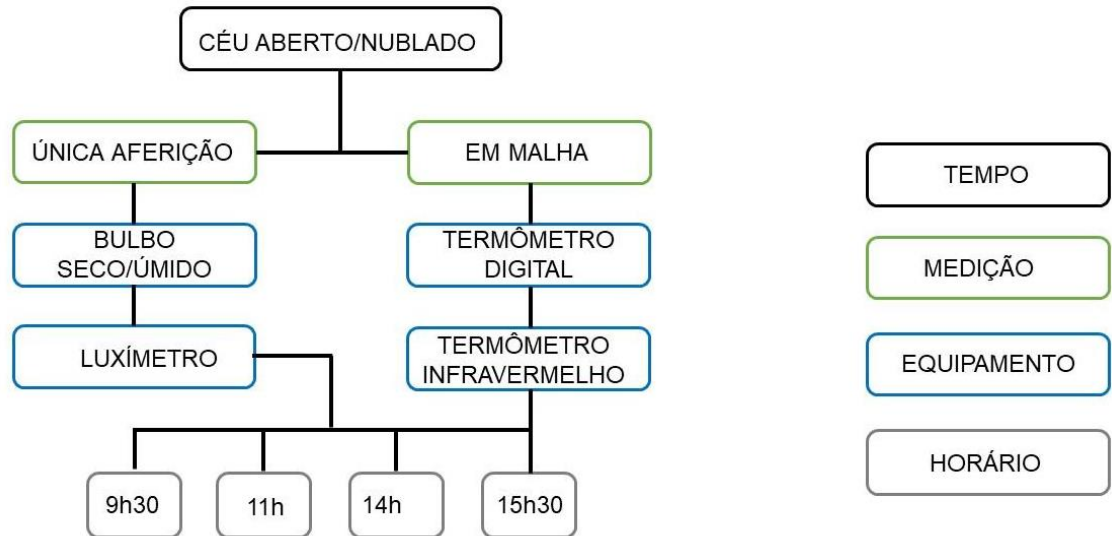
Ao todo foram coletadas 2320 variáveis que foram analisadas conforme as necessidades, descritas ao decorrer do trabalho.

### 3.3 Tratamento dos dados

Na interpretação dos resultados obtidos, realizaram-se análises dos dados coletados por meio de planilhas físicas para elaboração de gráficos no *software Microsoft Excel®*, e foram montados em função dos horários e da variável superfície. As linhas de calor foram realizadas no *software SURFER®*. Para os dados obtidos com o equipamento luxímetro, foram realizadas análises estatísticas para averiguar a homogeneidade dos mesmos.

Os dados obtidos por meio da equação de Stefan-Boltzmann em  $W/m^2$  foram analisados para cada material. A metodologia do trabalho em campo está resumida na Figura 15.

Figura 15: Fluxograma com o processo de medição.



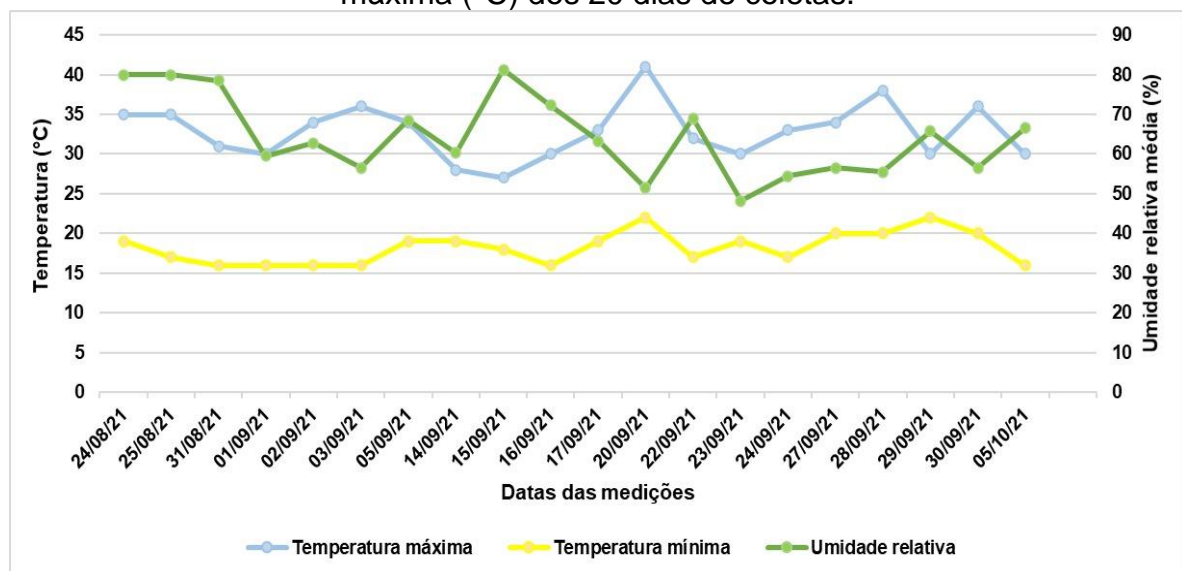
Fonte: Autora (2021)

## 4 Resultado e Discussão

### 4.1 Umidade relativa média

Através de medições manuais (resultados calculados através Apêndice 1) obteve-se uma umidade relativa média, e juntamente com os valores de temperatura máxima e mínima obtidos pelo site Accuweather (2021), elaborou-se o Gráfico 1.

Gráfico 1: Delimitação da Umidade relativa média (%), Temperatura mínima e máxima (°C) dos 20 dias de coletas.



Fonte: Autora (2021)

Os dados do Gráfico 1 caracterizam os dias de coletas e demonstram uma grande amplitude térmica da temperatura mínima para a máxima.

As temperaturas mais elevadas foram dos dias 20, 28, 30 e 03 de setembro, respectivamente 41°C, 38°C e 36°C para os dois últimos dias mencionados. Quanto as mais baixas, dos dias 31 de agosto, 01, 02, 03, e 16 de setembro com 16°C, e os dias 25 de agosto, 22 e 24 de setembro com 17°C.

## 4.2 Irradiação solar

Após coleta de dados durante os 20 dias, abaixo o Quadro 2 representa a irradiação solar (lux).

Quadro 2: Irradiação Solar para os dias de coletas para 9h30, 11h, 14 h e 15h30.

Cálculos	Materiais		
	CBUQ	Concreto	Grama
<b>9h30</b>			
Média (lux)	660,50	625,6	595,00
Desvio padrão	26,76		
Coef. de variação	4,27%		
<b>11h</b>			
Média (lux)	810,75	760,15	783,20
Desvio padrão	20,68		
Coef. de variação	2,64%		
<b>14h</b>			
Média (lux)	861,40	828,2	809,05
Desvio padrão	21,63		
Coef. de variação	2,60%		
<b>15h30</b>			
Média (lux)	669,2	632,6	603,55
Desvio padrão	26,86		
Coef. de variação	4,23%		

Fonte: Autora (2021)





Por horário foi calculada uma média para todos os materiais e aplicado o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Nota-se que, para os materiais estudados os valores de radiação das coletas seguiram linearidade de lux em relação aos dias e obteve um coeficiente de variação menor que 5%. Segundo Flores (2014), este coeficiente é utilizado para analisar a dispersão em termos relativos a seu valor médio e expressa a variabilidade dos dados ao excluir a influência da ordem de grandeza das variáveis. Sua unidade de medida é dada em %, e, quanto menor for o valor, mais homogêneos são os dados.

De uma forma geral, se o Coeficiente de Variação (CV) for menor que 15 % demonstram uma baixa dispersão de dados, com dados mais homogêneos. Portanto, para o horário analisado, a irradiação solar nos 20 dias apresenta uma baixa variação entre seus dados.

### 4.3 Linhas de calor - *software SUFER®*

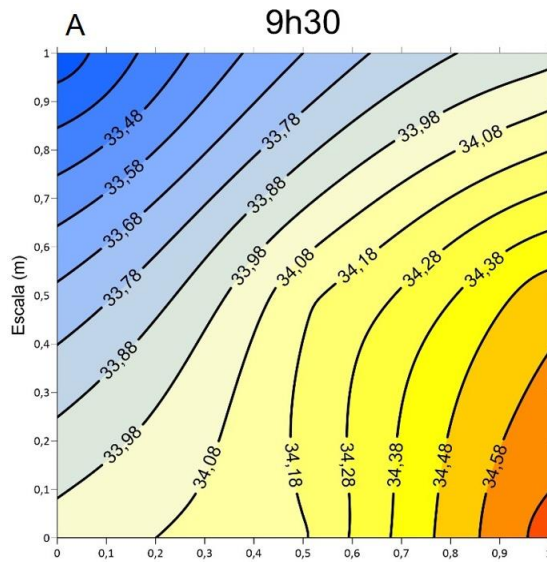
#### 4.3.1 Termômetro Infravermelho

Após a interpolação dos nove pontos, foi gerado um gráfico de linhas de calor para cada material, e teve como escala a maior e a menor temperatura para este equipamento (53,30 °C e 24,18 °C). Para que fosse possível mostrar mais linhas de calor, a fim de que a maior variação fosse visível, a quantidade de linhas foi adaptada para cada horário. Em alguns casos não foi possível ajustar o gráfico para que as temperaturas mais extremas aparecessem, em virtude do pequeno tamanho da linha gerada.

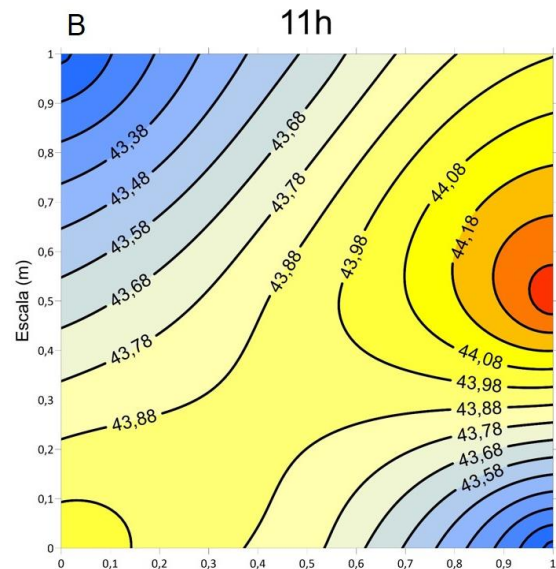
##### 4.3.1.1 Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)

As linhas de calor para cada horário estão representadas na Figura 16 (A, B, C e D) abaixo, respectivamente, por horário:

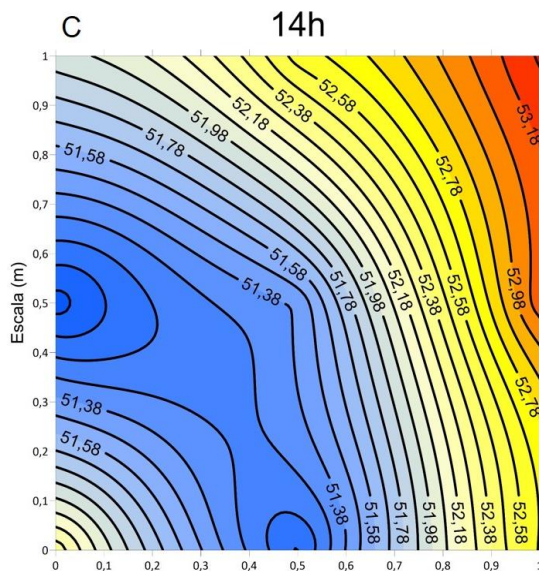
Figura 16 (A, B, C e D) Linhas de calor geradas no *SURFER®* para o CBUQ na escala graus celsius (°C) para os respectivos horários.



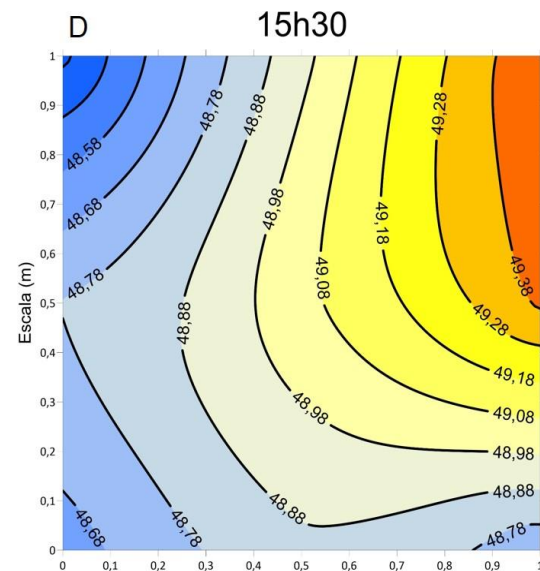
Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)



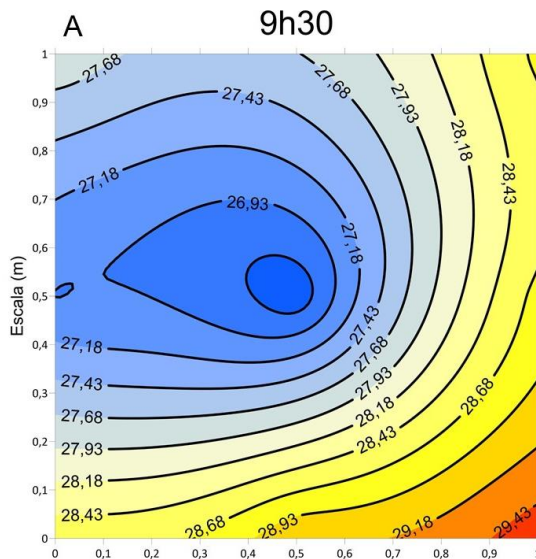
Fonte: Autora (2021)

Por meio das linhas de calor, é possível identificar um padrão em que as temperaturas mais elevadas se localizam na lateral direita com a máxima de 53,18 °C. Durante os dias de medições foi possível observar que o padrão das menores temperaturas obtidas foi no horário das 9h30, aumentou gradativamente até o horário das 14h e chegou a uma diferença de 19,70°C. Após este horário, a próxima medição (15h30) já apresentava uma diminuição relevante, porém ainda com médias superiores aos demais materiais estudados, tanto para a interpolação máxima de 49,38°C como para a mínima 48,58°C.

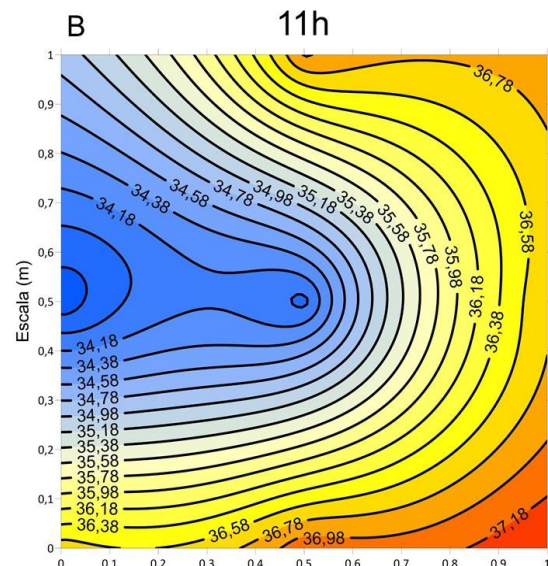
#### 4.3.1.2 Concreto

As linhas de calor para cada horário estão representadas na Figura 17 (A, B, C e D) abaixo.

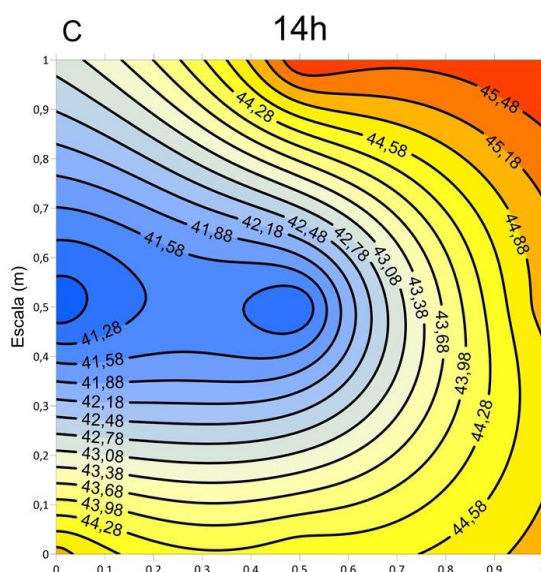
Figura 17 (A, B, C e D): Linhas de calor geradas no *SURFER*® para o concreto na escala graus celsius (°C) para os respectivos horários.



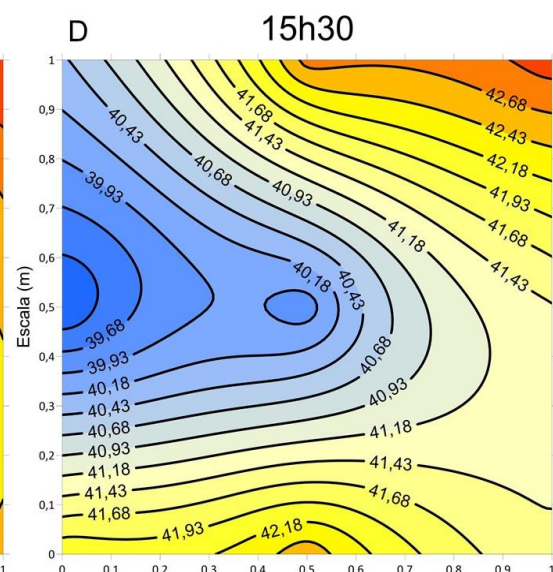
Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)

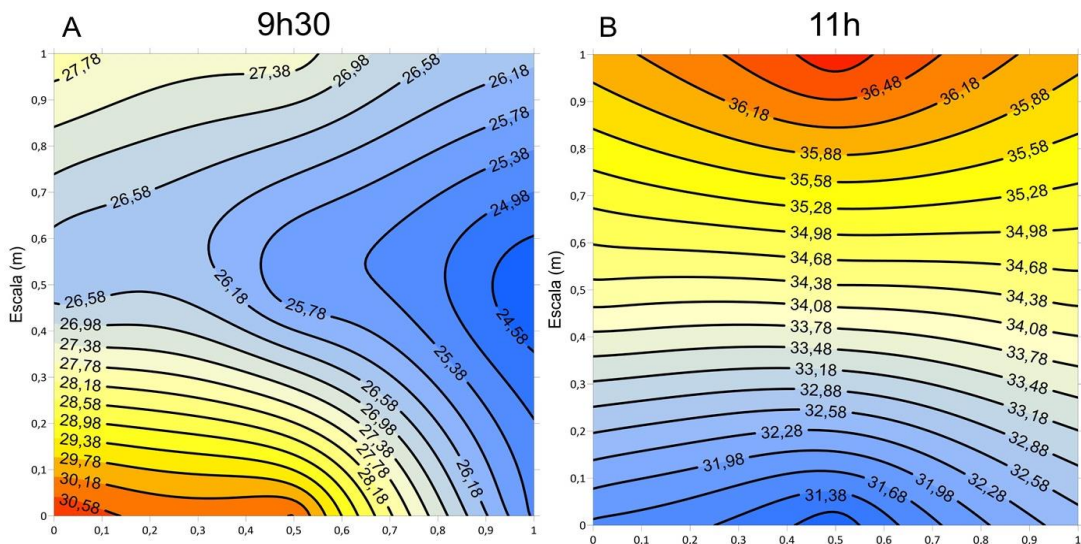
Como o CBUQ, o concreto mostrou as duas mesmas características: médias de temperatura mais elevada na lateral direita e aumento das médias de temperatura gradativamente até as 14h, e menor no horário das 9h30. Nota-se que a menor média

de temperatura foi encontrada as 9h30 26,93°C e a maior 45,48°C às 14h que demonstra uma grande amplitude térmica que o material sofre. Quando a análise é em relação aos horários, as médias entre mínima e máxima são pequenas: 2,92°C e 1,67°C. O que também aconteceu com o material CBUQ.

#### 4.3.1.3 Grama

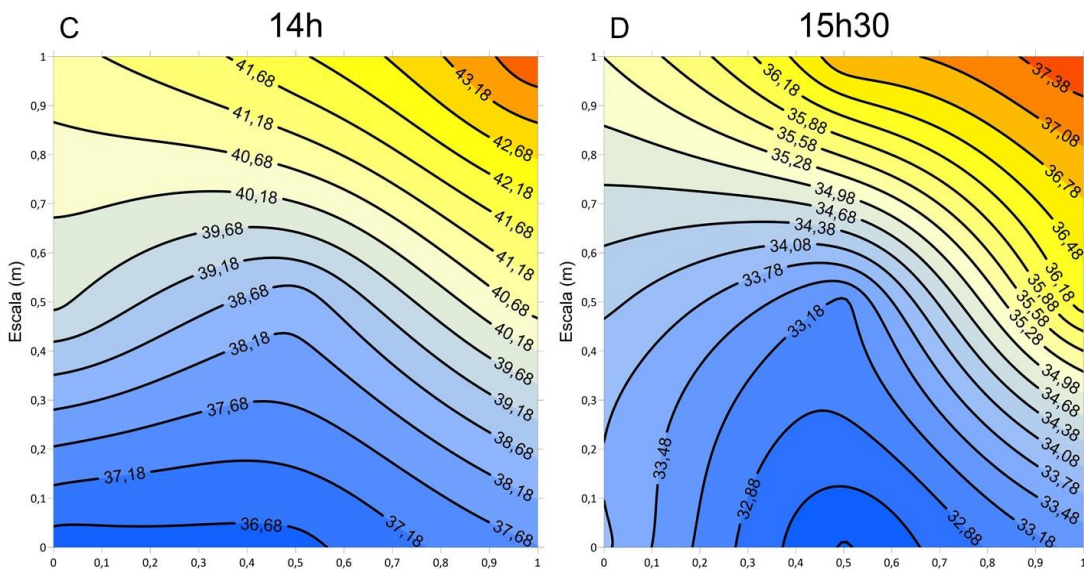
As linhas de calor para cada horário estão representadas na Figura 18 (A, B, C e D) abaixo.

Figura 18 (A, B, C e D): Linhas de calor geradas no SURFER® para a grama na escala graus celsius °C para os respectivos horários.



Fonte: Autora (2021)

Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)

Fonte: Autora (2021)

Por tratar-se de uma superfície “verde” sujeita a variação da temperatura e da falta ou excesso de chuva, a grama não apresentou um padrão significativo em suas linhas de calor em relação aos pontos. Nota-se que as médias de temperaturas máximas apresentaram um comportamento variável diferente aos outros materiais, não linear a localidade da mesma. Destacam-se, porém, valores médios de temperatura menores, como por exemplo para o período das 14 horas.

Neste, a superfície grama apontou 10,0 °C a menos que o material CBUQ com 53,18°C de média máxima e uma diferença de 8,90 °C em relação a sua média mínima de 33,48°C com o mesmo material comparado. Demonstra a importância da inserção desta superfície em ambientes externos pela amenização térmica gerada.

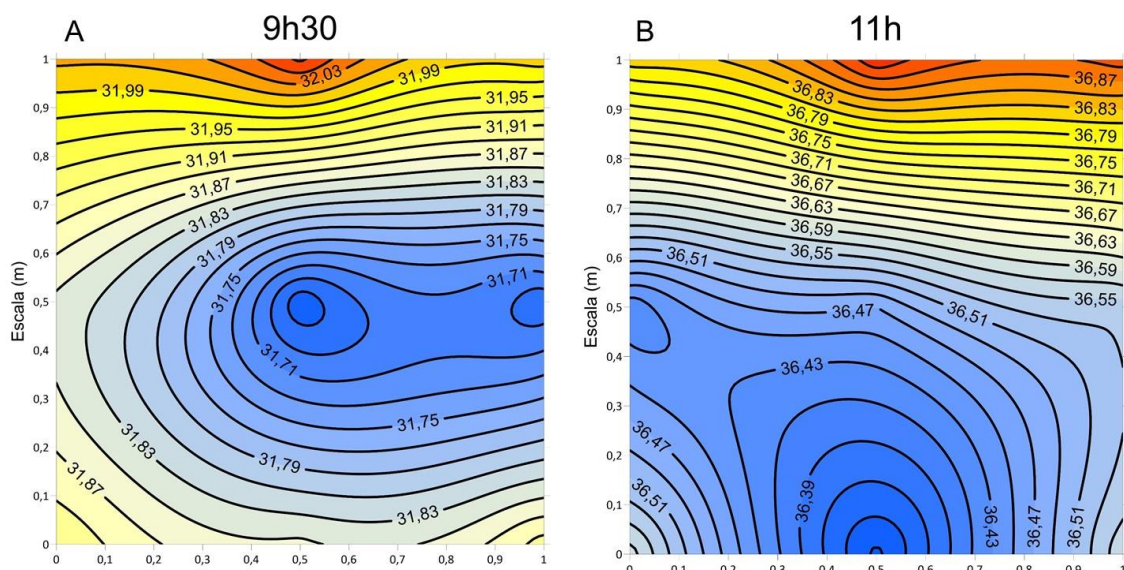
#### 4.3.2 Termômetro Digital

Com a interpolação dos nove pontos, foi gerado um gráfico de linhas de calor para cada material, e teve como escala a maior e a menor temperatura para este equipamento (42,55 °C e 26,99 °C). Novamente, a quantidade de linhas foi ajustada para cada horário, todavia, houve casos onde os valores extremos não ficaram enumerados no gráfico.

##### 4.3.2.1 Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)

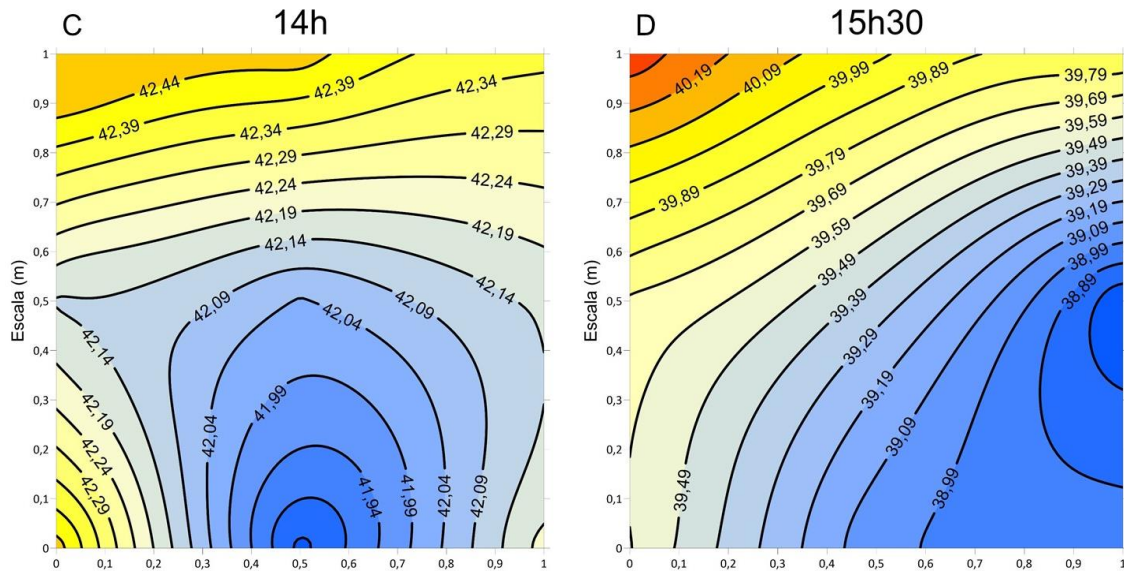
As linhas de calor para cada horário estão representadas na Figura 19 (A, B, C e D) abaixo.

Figura 19 (A, B, C e D): Linhas de calor geradas no SURFER® para a CBUQ na escala graus celsius °C para os respectivos horários.



Fonte: Autora (2021)

Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)

Fonte: Autora (2021)

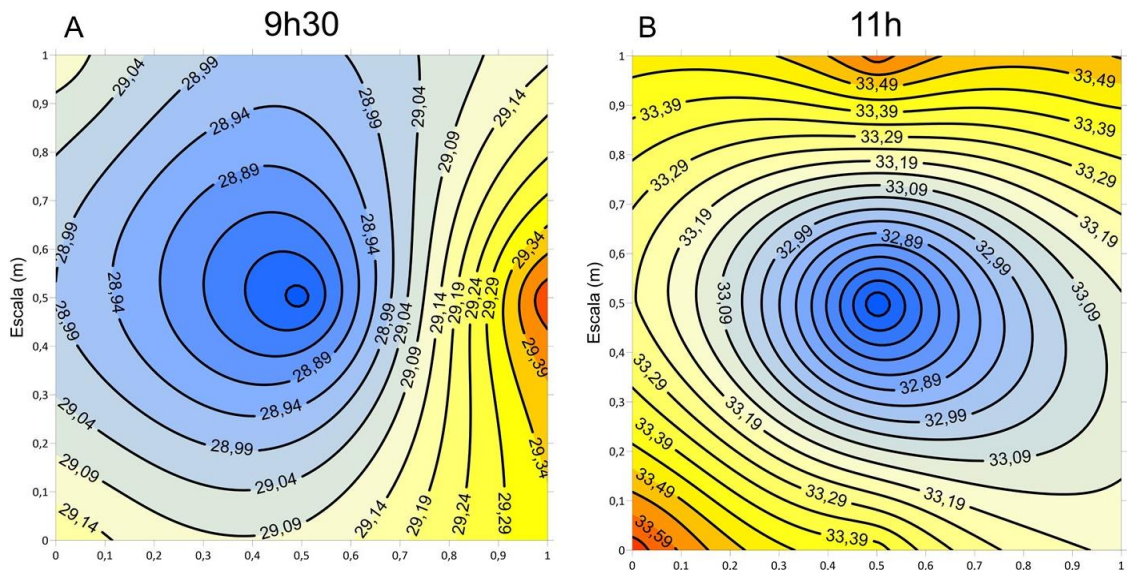
Ao seguir um padrão diferente do apresentado no termômetro infravermelho, as temperaturas mais elevadas foram nos pontos da linha superior esquerdo. A linha inferior estava localizada próxima ao canteiro central (gramado), enquanto a linha superior estava mais próxima do meio da via, sem interferência da proximidade com outras superfícies o que pode ter influenciado nos resultados encontrados.

O horário das 14h apresentou a temperatura mais alta 42,44°C, e a mais baixa 31,71°C no horário das 9h30 novamente.

#### 4.3.2.2 Concreto

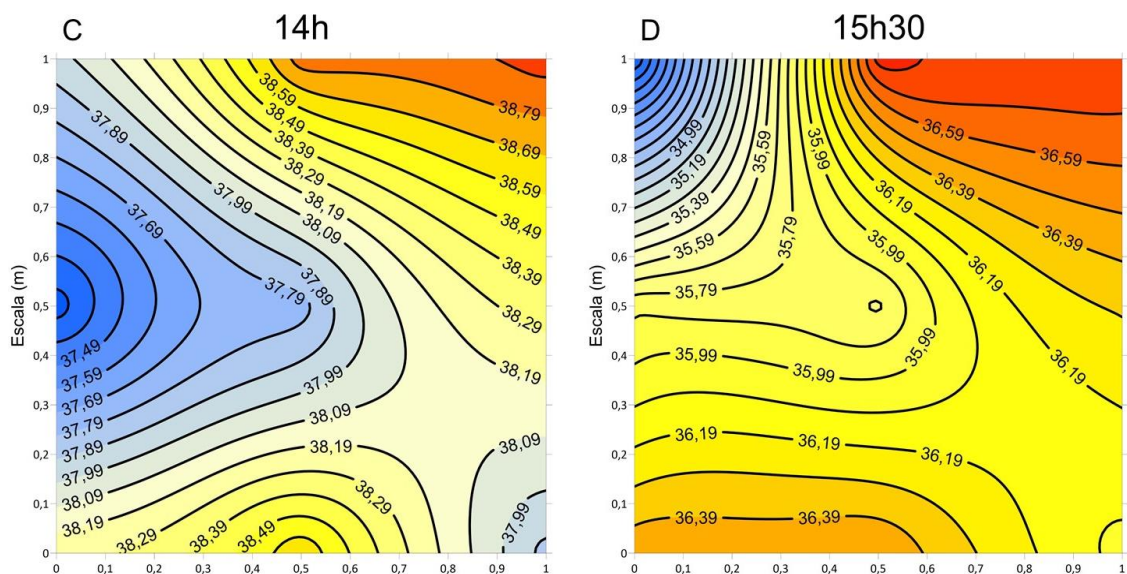
As linhas de calor para cada horário estão representadas na Figura 20 (A, B, C e D) abaixo.

Figura 20 (A, B, C e D): Linhas de calor geradas no *SURFER*® para o concreto na escala graus celsius °C para os respectivos horários.



Fonte: Autora (2021)

Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)

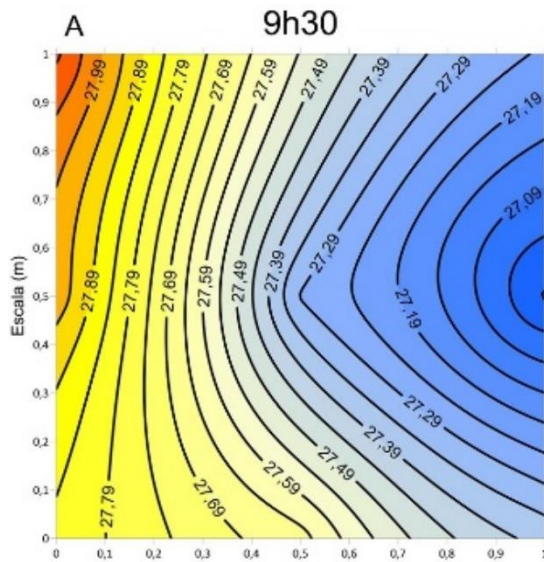
Fonte: Autora (2021)

A temperatura mais alta (38,79°C) foi no horário das 14h e o horário das 15h30 apresentou valores semelhantes (36,59°C), padrão não encontrado anteriormente. Destaca-se ainda para o período das 11h um comportamento concêntrico de linhas de calor para as médias máximas de temperatura.

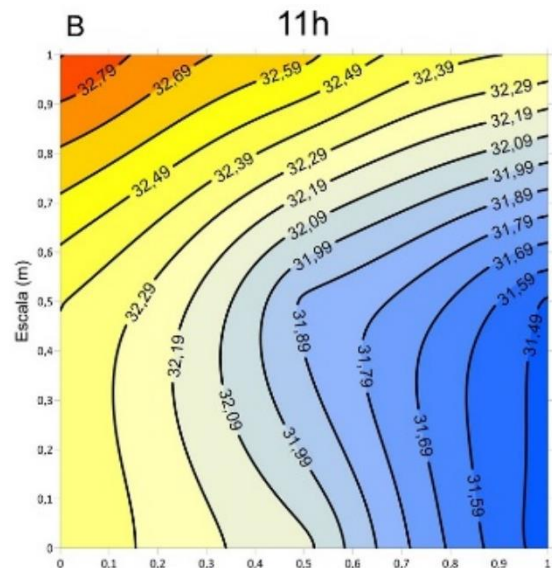
#### 4.3.2.3 Grama

As linhas de calor para cada horário estão representadas na Figura 21 (A, B, C e D) abaixo.

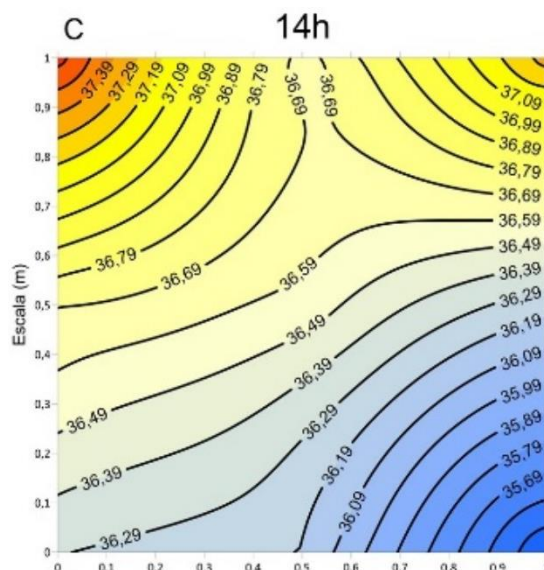
Figura 21 (A, B, C e D): Linhas de calor geradas no SURFER® para a grama na escala graus celsius °C para os respectivos horários.



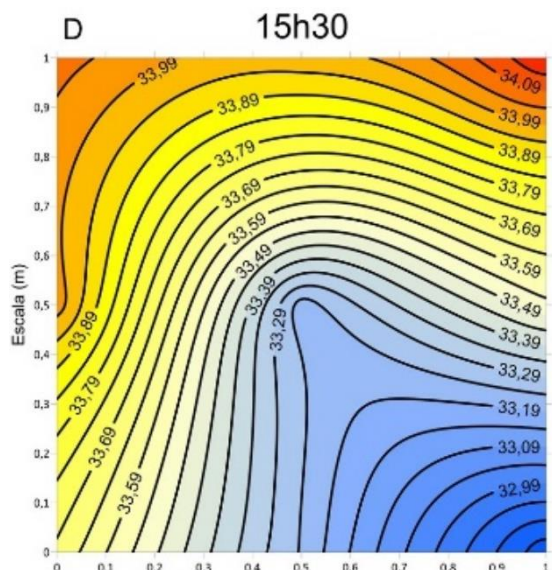
Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)



Fonte: Autora (2021)

Para o termômetro digital, que tem sua ponta em contato com a grama, os pontos seguiram um padrão mais uniforme, se comparado ao outro equipamento e atingiu suas maiores temperaturas médias nos pontos superiores, e laterais esquerda



e direita. Novamente, o valor mais elevado foi obtido no horário das 14h, 37,39°C. Quando se compara a máxima média encontrada do CBUQ (42,44°C) para este horário nota-se que a grama apresentou uma média menor em 5,05°C. Enquanto em relação ao concreto, cuja média mais alta foi de 38,79°C, a variação foi de 1,40°C.

Com a análise das médias das menores temperaturas obtidas no horário das 9h30, enquanto a grama apresentou o valor de 27,09°C, o CBUQ apontou 31,71°C e o concreto 28,89°C, e resultou numa diminuição de, respectivamente, 4,62°C e 1,80°C.

Para este aparelho, a variabilidade entre estas duas matérias foi menor, o que pode indicar uma menor sensibilidade de aferição quando comparado ao termômetro infravermelho. As diferenças para análise de cada horário são pequenas em relação a máxima e a mínima, o que também ocorreu para os outros materiais estudados.

#### 4.3.3 Análises dos dados

Como nos trabalhos consultados para revisão bibliográfica, as temperaturas tendem a oscilar mais a partir das 14h. A falta ou não de vegetação no local influencia diretamente na radiação e por consequência na temperatura local. Sachet *et al.* (2020) em seu trabalho também constatou que logo pela manhã as temperaturas são mais amenas, e, ainda, que locais com áreas abertas tendem a absorver mais energia solar, que provoca o aumento das temperaturas.

Alves e Vechia (2012), ao analisarem no meio urbano a variação da temperatura superficial e o fluxo de energia em diferentes tipos de solo, puderam observar que as superfícies artificiais, como o asfalto e o concreto, mostraram-se com os maiores valores térmicos e os maiores fluxos de energia. Enquanto as superfícies naturais como a grama e o solo não apresentaram os menores valores, informações que condizem com os dados obtidos no desenvolvimento deste trabalho.

Abaixo no Quadro 3 com a reação das temperaturas máximas e mínimas para cada material.

Quadro 3: Análise das temperaturas máximas e mínimas entre o termômetro infravermelho e o digital para os materiais estudados.

Horários	Temperatura (°C)	Materiais		
		CBUQ	Concreto	Grama
<b>Infravermelho</b>				
9h30	Mínima	33,48	26,93	24,58
14h	Máxima	53,18	45,48	43,18
<b>Digital</b>				
9h30	Mínima	31,71	28,89	27,09
14h	Máxima	42,44	38,790	37,39

Fonte: Autora (2021)

Constatou-se com a análise das informações que, para o termômetro infravermelho, os materiais CBUQ, concreto e grama variaram entre suas temperaturas máximas e mínimas nos horários de medição, respectivamente: 19,70°C, 18,55°C e 18,60°C. Para o termômetro digital, seguindo a mesma sequência, a variação foi de: 10,73°C, 9,90°C e 10,30°C.

Nota-se uma discrepância relevante entra a variação dos dois equipamentos, fator justificável pelo fato de que cada um mede certo tipo de temperatura: enquanto o infravermelho mede por radiação, o digital mede por indução. Esta diferença pode intervir na sensibilidade de aferição.

#### 4.4 Fluxo de energia

Através da média dos valores de temperaturas obtidas, calculou-se o fluxo de energia com o maior e o menor valor obtido para cada material pela Equação de *Stefan-Boltzman*. O Quadro 4 apresenta a relação dos materiais com sua energia radiante. Para o cálculo da mesma utilizou-se apenas os dados do termômetro infravermelho, pois leva em consideração apenas o calor por radiação.

O Quadro 4 apresenta o resultado obtido para a Energia Radiante ( $W/m^2$ ), calculados com a emissividade apresentada na Tabela 1: Propriedades radiantes.

Quadro 4: Energia Radiante ( $W/m^2$ ).

Energia radiante ( $W/m^2$ )	Materiais		
	CBUQ	Concreto	Grama
<b>Infravermelho</b>			
Mínima 9h30	484,68	441,35	423,23
Máxima 14 h	621,75	561,02	539,32

Fonte: Autora (2021)

Por meio dos dados do Quadro 4, verifica-se que a grama apresenta menor energia radiante tanto para temperatura máxima quanto para a mínima, respectivamente: 539,32  $W/m^2$  e 423,23  $W/m^2$ , ao demonstrar uma menor emissividade. Já o CBUQ apresenta um valor mais elevado, com a média máxima de 621,75  $W/m^2$ , enquanto a do concreto 561,02  $W/m^2$ . Condizente com o trabalho de Alves e Vecchia (2012), que encontraram, para o asfalto, concreto e grama, respectivamente: 565  $W/m^2$ , 536  $W/m^2$  e 475  $W/m^2$ . Ressalta-se ainda que tanto o asfalto quanto o concreto, superfícies mais comuns no meio urbano, emitem mais radiação e, conseqüentemente, aumentam a temperatura do ar.

## 5 Conclusão

Através das medições realizadas, foi possível verificar que o material que apresentou temperatura mais elevada (53,18°C com o termômetro Infravermelho e 42,44°C com o Digital) foi o CBUQ, no horário das 14h. Com os dados de ambos os termômetros notou-se que há certa discrepância entre eles, ao mostrar que o equipamento utilizado para as aferições pode variar os valores obtidos, visto que cada termômetro mede um tipo de temperatura. Percebeu-se também que o termômetro digital apresentou variações menores para o mesmo material no mesmo horário.

A superfície que apresentou a menor temperatura (24,58°C e 27,09°C) foi a grama às 9h30. Durante as medições foi possível verificar que se não houver uma manutenção regular da grama, a mesma pode vir a alcançar temperaturas muito próximas da superfície de concreto onde não houver sombra, pois sua folhagem fica seca. Já o concreto mostrou-se intermediário, entre as três superfícies analisadas, sendo para a temperatura maior 45,48 e 38,79°C enquanto para menor 26,93 e 28,89°C.

Para o termômetro infravermelho para o CBUQ, concreto e grama, a energia radiante mínima, respectivamente, foi de 484,68 (W/m<sup>2</sup>), 441,35 (W/m<sup>2</sup>) e 423,23 (W/m<sup>2</sup>), e a máxima alcançou 621,75 (W/m<sup>2</sup>), 561,02 (W/m<sup>2</sup>) e 539,32 (W/m<sup>2</sup>).

As superfícies do CBUQ e concreto apresentaram os maiores valores térmicos e os maiores fluxos de energia emitida, enquanto que superfície grama apresentou os menores valores e percebeu-se a relação proporcional do fluxo de energia com a temperatura da superfície.

Em relação aos cálculos realizados a fim de analisar o conforto térmico, os valores obtidos mostraram que a energia radiante variou significativamente em relação ao tipo de equipamento, horário de medição e à superfície.

Com a conclusão deste trabalho, salienta-se a necessidade de um planejamento urbano, isto é, relevar os tipos de superfícies utilizadas, a fim de proporcionar mais conforto à população e evitar problemas ambientais, como as ilhas de calor. Os profissionais da engenharia civil tendem a preocupar-se com a permeabilidade do solo, mas devem também atentar para os materiais que compõem o entorno da edificação.

## 6 Referências

ACCUWEATHER. Guáira/PR. 2021. Disponível em:

<https://www.accuweather.com/pt/br/guairac%C3%A1/34724/weather-forecast/34724>.

Acesso em: 20 de setembro de 2021.

ALVES, Elis Dener Lima; VECCHIA, Francisco Arthur Silva. Influência de diferentes superfícies na temperatura e no fluxo de energia: um ensaio experimental.

**Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 101-111, 2012. Disponível em:

<<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/1428>>. Acesso em 29 de maio de 2021.

BARBOZA, Eliezio Nascimento; DA SILVA ALENCAR, Girlaine Souza; DE ALENCAR, Francisco Hugo Hermógenes. Influência do asfaltamento nas variáveis de conforto térmico em ruas de Missão Velha–CE. **Brazilian Journal of**



**Development**, v. 6, n. 1, p. 599-607, 2020. Disponível em:

<<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/5893/5284>>. Acesso em 26 de maio de 2021.

CALLEJAS, Ivan Julio Apolônio. DURANTE, Luciane Cleonice. ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho. Pavimentação Asfáltica: Contribuição no Aquecimento de Áreas Urbanas. **E&S Engineering and Science**, v. 3, n. 1, p. 64-72, 2015. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/2555>>. Acesso em 14 de abril de 2021.

CAVALCANTI, Gabriela; SALES, Gustavo de Luna. **Diretriz de Reabilitação em Calçada: conforto térmico como estratégia de sustentabilidade em Taguatinga-DF**. 2021. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/download/35166/29623>>. Acesso em 15 de maio de 2021.

CIDADES BRASIL. **Município de Guaíra Paraná**. Abril de 2021. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-guaira-pr.html>>. Acesso em 25 maio de 2021.

COOPER, Alisson Meira. **Estudo de viabilidade técnica da implantação de pavimentos permeáveis do tipo infiltração total para redução do escoamento superficial, na cidade de Alegrete/RS**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa. Disponível em: <<http://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/1657>>. Acesso em 29 de maio de 2021.

DE MACEDO NETO, Raul Xavier. **Temperatura da superfície nos materiais de pavimentação: uma contribuição ao desenvolvimento urbano**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18042>>. Acesso em 14 de abril de 2021.

FARIA, Marcela Assunção. **Avaliação das condições de conforto térmico nas salas de aula do campus Morro do cruzeiro da UFOP**. Dissertação de Mestrado. Ouro Preto, 2013. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/3470>>. Acesso em 28 de junho de 2021.

FERREIRA, Bárbara Carlos; OLIVEIRA, Laila dos Santos; ESTEVAM, André Luiz Dantas. Ilhas de calor e conforto térmico na cidade de Salvador-BA. **Revista Textura**, v. 14, n. 2, p. 74-94, 2020. Disponível em: <<https://textura.famam.com.br/textura/article/view/437/332>>. Acesso em 26 de maio de 2021.

FLORES, Janerson Forner. **Análise ergonômica de produto: percepção do usuário do posto de trabalho em ônibus rodoviários**. 2014. Trabalho de



Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <[https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15139/3/PB\\_DAMEC\\_2014\\_2\\_06.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15139/3/PB_DAMEC_2014_2_06.pdf)>. Acesso em 29 de outubro de 2021.

LANDIM, Paulo M. Barbosa; MONTEIRO, Rubens Caldeira; CORSI, Alessandra Cristina. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER**. Geomatemática. Texto 8. UNESP: Rio Claro - São Paulo, 2002. Disponível em: <<https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariaAmbiental/robertowlourenco/dicas-surfer-02.pdf>>. Acesso em 03 de julho de 2021.

NEVES, Mariana Daré Araujo. **A Influência Das Superfícies Vegetadas No Conforto Térmico: Simulações No Centro De Vitória-ES**. Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, 2017. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/161373095.pdf>>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima – manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, SA, 5ª tirade, 2008.

PONTES, Renan Hatakeyama. **Análise da interação entre conforto térmico e infraestrutura verde do bairro do Humaitá/RJ através do ajuste da carta bioclimática de olgyay para o clima local**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2018. Disponível em: <<https://monografias.poli.ufrj.br/rep-download.php?arquivo=monopoli10024189.pdf&fcodigo=3442>>. Acesso em 04 de julho de 2021.

RANCURA, Raquel Leticia. **Conforto térmico em espaços externos - feiras livres em Indaiatuba/SP**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual De Campinas - UNICAMP. Campinas, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257757>> Acesso em 04 de julho de 2021.

RODRIGUES, Alessandro Sanches. *et al.* Efeitos da pavimentação asfáltica em comparação ao concreto quanto às ilhas de calor. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 6, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/viewFile/257/200>>. Acesso em 08 de abril de 2021.

SCARELLI, Victor Dias. **Avaliação comparativa da eficiência térmica de núcleos isolantes de telhas termoacústicas em edificações na região de Campo Mourão-PR**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6429>>. Acesso em 02 de julho de 2021.

SACHT, Helenice Maria *et al.* **Análise de Conforto Urbano do Marco das Três**



**Fronteiras em Foz Do Iguaçu-PR.** 2020. Disponível em:

<<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/192033/8295-9636-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 19 de junho de 2021.

SILVA, Nayane Laurentino da. **Análise dos parâmetros de conforto térmico em habitações populares de um conjunto em João Pessoa/PB.** 2015. Dissertação em Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Paraíba. Disponível em:

<<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8133/2/arquivo%20total.pdf>>. Acesso em 15 de abril de 2021.

TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. O estudo da ilha de calor em cidade de pequeno porte: algumas

contribuições. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 186-209, 2018. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/jatsRepo/3213/321364350009/321364350009.pdf>> Acesso em 04 de julho de 2021.



APÊNDICE 2 - Tabela da temperatura infravermelha para utilização no *software SURFER®*.

CBUQ			CONCRETO			GRAMA		
9H30								
0	0	34,03	0	0	28,60	0	0	30,95
0	0,5	33,70	0	0,5	26,92	0	0,5	26,22
0	1	33,21	0	1	27,87	0	1	28,02
0,5	0	34,17	0,5	0	29,16	0,5	0	30,60
0,5	0,5	34,16	0,5	0,5	26,50	0,5	0,5	25,41
0,5	1	33,68	0,5	1	27,67	0,5	1	27,60
1	0	34,72	1	0	29,58	1	0	25,31
1	0,5	34,55	1	0,5	28,76	1	0,5	24,18
1	1	33,94	1	1	28,74	1	1	26,31
11H								
0	0	44,05	0	0	36,69	0	0	31,62
0	0,5	43,63	0	0,5	33,64	0	0,5	34,29
0	1	43,06	0	1	34,87	0	1	36,04
0,5	0	43,82	0,5	0	37,13	0,5	0	30,89
0,5	0,5	43,95	0,5	0,5	33,92	0,5	0,5	34,32
0,5	1	43,60	0,5	1	37,01	0,5	1	36,96
1	0	43,04	1	0	37,38	1	0	32,44
1	0,5	44,45	1	0,5	36,77	1	0,5	34,54
1	1	43,98	1	1	36,89	1	1	35,97
14H								
0	0	52,35	0	0	45,02	0	0	36,44
0	0,5	50,93	0	0,5	40,76	0	0,5	39,81
0	1	51,94	0	1	42,91	0	1	41,02
0,5	0	51,07	0,5	0	44,51	0,5	0	36,53
0,5	0,5	51,40	0,5	0,5	40,97	0,5	0,5	38,37
0,5	1	52,63	0,5	1	45,77	0,5	1	42,11
1	0	52,69	1	0	45,01	1	0	37,66
1	0,5	53,14	1	0,5	45,01	1	0,5	40,95
1	1	53,30	1	1	45,78	1	1	44,11
15H30								
0	0	48,63	0	0	42,12	0	0	33,84
0	0,5	48,79	0	0,5	39,19	0	0,5	34,15
0	1	48,36	0	1	40,39	0	1	35,29
0,5	0	48,86	0,5	0	42,60	0,5	0	32,25
0,5	0,5	49,06	0,5	0,5	39,80	0,5	0,5	33,11
0,5	1	48,95	0,5	1	42,78	0,5	1	37,02
1	0	48,71	1	0	41,45	1	0	33,25
1	0,5	49,40	1	0,5	41,41	1	0,5	36,35
1	1	49,46	1	1	43,07	1	1	37,62



APÊNDICE 3 - Tabela da temperatura digital para utilização no *software SURFER®*.

CBUQ			CONCRETO			GRAMA		
9H30								
0	0	31,91	0	0	29,18	0	0	27,83
0	0,5	31,85	0	0,5	28,99	0	0,5	27,97
0	1	32,02	0	1	29,13	0	1	28,10
0,5	0	31,86	0,5	0	29,11	0,5	0	27,66
0,5	0,5	31,66	0,5	0,5	28,72	0,5	0,5	27,29
0,5	1	32,08	0,5	1	28,97	0,5	1	27,54
1	0	31,90	1	0	29,33	1	0	27,38
1	0,5	31,68	1	0,5	29,48	1	0,5	26,99
1	1	32,00	1	1	29,13	1	1	27,23
11H								
0	0	36,58	0	0	33,67	0	0	32,39
0	0,5	36,42	0	0,5	33,25	0	0,5	32,40
0	1	36,82	0	1	33,47	0	1	32,90
0,5	0	36,33	0,5	0	33,42	0,5	0	32,13
0,5	0,5	36,47	0,5	0,5	32,60	0,5	0,5	31,87
0,5	1	36,93	0,5	1	33,62	0,5	1	32,62
1	0	36,57	1	0	33,18	1	0	31,44
1	0,5	36,54	1	0,5	33,13	1	0,5	31,48
1	1	36,90	1	1	33,55	1	1	32,39
14H								
0	0	42,47	0	0	38,27	0	0	36,30
0	0,5	42,14	0	0,5	37,24	0	0,5	36,70
0	1	42,55	0	1	37,95	0	1	37,63
0,5	0	41,83	0,5	0	38,67	0,5	0	36,19
0,5	0,5	42,04	0,5	0,5	37,75	0,5	0,5	36,56
0,5	1	42,47	0,5	1	38,84	0,5	1	36,65
1	0	42,21	1	0	37,86	1	0	35,40
1	0,5	42,15	1	0,5	38,35	1	0,5	36,23
1	1	42,36	1	1	38,94	1	1	37,34
15H30								
0	0	39,60	0	0	36,46	0	0	33,68
0	0,5	39,68	0	0,5	35,87	0	0,5	34,02
0	1	40,36	0	1	34,00	0	1	34,06
0,5	0	39,02	0,5	0	36,49	0,5	0	33,24
0,5	0,5	39,35	0,5	0,5	35,78	0,5	0,5	33,22
0,5	1	40,01	0,5	1	36,83	0,5	1	33,97
1	0	38,96	1	0	36,06	1	0	32,81
1	0,5	38,71	1	0,5	36,31	1	0,5	33,53
1	1	39,88	1	1	36,77	1	1	34,19