

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar Departamento de Geografia, Turismo e  
Humanidades - DGTH  
Curso de Licenciatura em Geografia

Isabele Cristina Andrade da Silva

**RITMO DAS TEMPERATURAS DO AR E OS POSSÍVEIS EFEITOS DA ÁREA VERDE NA  
ATMOSFERA URBANA DE SOROCABA.**

Sorocaba  
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CAMPUS SOROCABA  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA, TURISMO E HUMANIDADES - DGTH

ISABELE CRISTINA ANDRADE DA SILVA

**RITMO DAS TEMPERATURAS DO AR E OS POSSÍVEIS EFEITOS DA ÁREA VERDE  
NA ATMOSFERA URBANA DE SOROCABA.**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia, Turismo E Humanidades - DGTH, da Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba, para obtenção do título de Licenciada em Geografia. Orientação: Prof. Dr. Marcos Roberto Martines.

Sorocaba

2023

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação acadêmica, essencialmente ao meu namorado Felipy e minha família, em especial minha mãe Alessandra, que sempre esteve presente em todos os momentos.

## RESUMO

C A SILVA, ISABELE. Ritmo das temperaturas do ar e os possíveis efeitos da área verde na atmosfera urbana de Sorocaba. 2023. Monografia (Graduação em Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2023.

Este trabalho de conclusão de curso aborda os efeitos das áreas verdes na atmosfera urbana, destacando a influência dessas áreas na temperatura do ar. Inicialmente, é discutido o conhecimento existente sobre como as áreas verdes podem mitigar os efeitos adversos das ilhas de calor urbano e melhorar a qualidade do ar em ambientes urbanos. Para investigar essa relação, o estudo optou por utilizar dados coletados no ano de 2021 de duas estações meteorológicas: a estação da UFSCar, que serve como referência para um ambiente mais fresco e natural, e a estação da CETESB, representando um ambiente meteorológico urbano. As localizações escolhidas para coleta de dados foram o Campus da UFSCar e a área central da cidade de Sorocaba. A análise se baseou nas informações meteorológicas coletadas ao longo do ano de 2021, abrangendo o período de janeiro a dezembro, permitindo avaliar as variações de temperatura do ar ao longo das diferentes estações do ano. Para esse propósito, foi empregado o teste estatístico “T” que é utilizado para comparar as médias de duas amostras, determinando se as diferenças observadas são estatisticamente significativas. O teste T foi aplicado para comparar as temperaturas do ar registradas na estação da UFSCar e na estação da CETESB, permitindo avaliar se as áreas verdes presentes na UFSCar influenciaram as variações térmicas em comparação com a área urbana central de Sorocaba, a partir desse teste, será determinado a probabilidade se a diferença observada é ao acaso ou se é estatisticamente significativa. Em conclusão, a pesquisa explorou a relação entre as áreas verdes e as variações de temperatura do ar nas atmosferas urbanas. Os resultados obtidos através da análise estatística sugerem se há evidências estatisticamente significativas de que as áreas verdes podem influenciar as temperaturas urbanas, tendo implicações importantes para o planejamento urbano sustentável e a promoção de ambientes mais saudáveis nas cidades.

Palavra-chave: Áreas Verdes. Ilha de calor urbana. Temperatura do ar

## ABSTRACT

C. A SILVA., ISABELE. Air temperature rhythm and possible effects of green area in the urban atmosphere of Sorocaba. 2023. Monograph (Degree in Geography) - Federal University of São Carlos, Sorocaba *campus*, Sorocaba, 2023.

This monography addresses the effects of green areas in urban atmospheres, highlighting the influence of these areas on air temperature. Initially, existing knowledge about how green space can mitigate the adverse effects of urban heat islands and improve air quality in urban environments is discussed. To investigate this relationship, the study chose to utilize data collected in the year 2021 from two meteorological stations: the UFSCar station, which serves as a reference for a cooler and more natural environment, and the CETESB station, representing an urban meteorological environment. The selected data collection locations were the UFSCar Campus and the central area of Sorocaba city. The analysis was based on meteorological information collected throughout the year 2021, spanning from January to December, enabling the assessment of air temperature variations across different seasons. For this purpose, the statistical test "T-test" was employed, which is used to compare means of two samples, determining if observed differences are statistically significant. The T-test was applied to compare air temperatures recorded at the UFSCar station and the CETESB station, allowing the evaluation of whether the green areas present at UFSCar influenced thermal variations compared to the central urban area of Sorocaba. From this test, the probability of the observed difference being due to chance or statistically significant will be determined. In conclusion, the research will explore the relationship between green areas and air temperature variations in urban atmospheres. The results obtained through statistical analysis suggest whether there is statistically significant evidence that green areas can influence urban temperatures, with important implications for sustainable urban planning and the promotion of healthier environments in cities.

Keywords: Green Areas. Urban Heat Island. Air Temperature.

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> Tabela da estatística descritiva.....	12
<b>Tabela 2</b> Valores das temperaturas médias do ar, mensais, e as diferenças entre as temperaturas nas duas estações meteorológicas, no período de janeiro a dezembro de 2021, Sorocaba, SP.....	13
<b>Tabela 3</b> Valores das médias das temperaturas mínimas do ar, mensais, e as diferenças entre as temperaturas nas duas estações meteorológicas, no período de janeiro a dezembro de 2021, em Sorocaba, SP.....	18
<b>Tabela 4</b> Teste T Student amostras independentes.....	27

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Fluxograma do processo da pesquisa.....	11
<b>Figura 2</b> - Mapa da área de estudo, georreferenciando as estações meteorológicas da CETESB (zona urbana) e UFSCAR (zona vegetada).....	9
<b>Figura 3</b> Temperaturas médias do ar, mensais, de janeiro a dezembro de 2021, Sorocaba SP.....	13
<b>Figura 4</b> Temperaturas médias diárias do ar, no período de 01 de janeiro a 31 de março de 2021, em Sorocaba, SP.....	15
<b>Figura 5</b> Temperaturas médias diárias do ar, no período de 01 de abril a 30 de junho de 2021, Sorocaba, SP.....	15
<b>Figura 6</b> Temperaturas médias diárias do ar, no período de 01 de julho a 30 de setembro de 2021, Sorocaba, SP.....	16
<b>Figura 7</b> Temperaturas médias do ar, diárias, no período de 01 de outubro a 31 de dezembro de 2021, Sorocaba, SP.....	16
<b>Figura 8</b> Temperaturas do ar médias mensais das mínimas, de 1 de janeiro a 31 de dezembro de 2021, Sorocaba SP.....	17
<b>Figura 9</b> Temperaturas mínimas do ar, no período de 01 de janeiro a 31 de março de 2021, em Sorocaba, SP.....	20
<b>Figura 10</b> Temperaturas do ar mínimas diárias, no período de 01 de abril a 30 de junho de 2021, Sorocaba, SP.....	20
<b>Figura 11</b> Temperaturas mínimas do ar, no período de 01 de julho a 30 de setembro de 2021, Sorocaba, SP.....	21
<b>Figura 12</b> Temperaturas mínimas do ar, no período de 01 de outubro a 31 de dezembro de 2021, em Sorocaba, SP.....	21
<b>Figura 13</b> Temperaturas médias das máximas do ar, mensais, de janeiro a dezembro de 2021, Sorocaba SP.....	22

<b>Figura 14</b> Temperaturas máximas do ar, no período de 01 de janeiro a 31 de março de 2021, Sorocaba, SP.....	25
<b>Figura 15</b> Temperaturas máximas do ar, no período de 01 de abril a 30 de junho de 2021, Sorocaba, SP.....	25
<b>Figura 16</b> Temperaturas máximas do ar, no período de 01 de julho a 30 de setembro de 2021, Sorocaba, SP.....	25
<b>Figura 17</b> Temperaturas máximas do ar, no período de 01 de outubro a 31 de dezembro de 2021, Sorocaba, SP.....	26
<b>Figura 18</b> Gráfico do Intervalo de Confiança.....	27



## Lista de Quadro

<b>Quadro 1</b> Análise das temperaturas médias.....	14
<b>Quadro 2</b> Análise das temperaturas médias das mínimas.....	19
<b>Quadro 3</b> Análise das temperaturas médias das máximas.....	24

## Sumário

1. Introdução.....	1
2. Objetivo Geral.....	6
2.1 Objetivos Específicos.....	6
3. Materiais e Métodos.....	7
3.1 Área de Estudo.....	7
3.2 Seleção das áreas amostradas.....	8
3.3 Sistematização dos dados.....	10
3.4 Análise Estatística.....	11
4. Resultados.....	12
5. Discussão.....	27
6. Conclusão.....	30
Referências Bibliográficas:.....	32



## 1. Introdução

Segundo a ONU (2019)<sup>1</sup> 55% da população mundial vive em áreas urbanas. No Brasil, segundo PNAD (2015), a porcentagem da população residente em área urbana é de 85% e 15% em área rural.

O ambiente urbano é também reduto de problemas ambientais de várias ordens, pelo fato de que o homem transforma o espaço original e produz profundas mudanças no espaço imprimindo os traços antrópicos (BURGOS, 2015). Hoje, grande parte da população urbana de médias e grandes cidades está exposta a altos níveis de poluição do ar, por exemplo, e, segundo Koken et al. (2003) a esta situação são atribuídas aproximadamente 400 mil mortes por ano. Sendo assim, a composição da atmosfera urbana é potencialmente prejudicial à qualidade ambiental e à saúde humana.

As conferências internacionais com foco ambiental que ocorreram desde a realizada em Estocolmo em 1972, juntamente com a crescente percepção da emergência das mudanças climáticas em nível global levaram a comunidade científica a fomentar a necessidade de melhorar o conhecimento climático em diversas escalas: do macro ao micro (BARROS, 2017).

Diversos estudos vêm sendo conduzidos a fim de conhecer as alterações climáticas (BARROS, 2017). A temperatura da superfície e do ar na faixa dos metros acima do solo tem sido objeto de estudo de diversos trabalhos. Carnahan e Larson (1990), Katsouyanni (1993), Harvell (2002), Kuhn et al. (2002) e Garske et al. (2013) discutem sobre saúde ambiental urbana; Koken et al. (2003) relacionando a temperatura do ar urbano com poluição atmosférica; e Laide (2012) discute a poluição atmosférica urbana como sendo responsável pelo risco de morbidade e mortalidade.

---

<sup>1</sup> ONU prevê que cidades abrigam 70% da população mundial até 2050 <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>

Além da poluição, a degradação da atmosfera urbana também se relaciona com o aumento das temperaturas em decorrência da urbanização (VIANNA, 2015). A esse fenômeno chamou-se de ilha de calor.

O conceito de ilha surge no intuito de esclarecer a ocorrência de locais estritamente urbanos de temperatura elevada em relação a áreas rurais adjacentes com temperaturas mais baixas (BARROS, 2016). O maior armazenamento do calor é diretamente influenciado pela presença de diversos fatores, tais como a verticalização, o albedo, a ausência de áreas verdes e entre outros. Isso porque a intensa circulação de veículos, impermeabilização do solo e construções de coloração escura, absorvem todos os comprimentos de ondas do espectro eletromagnético (radiação solar) como também o infravermelho, que naturalmente é percebido e reproduzido na forma de calor sensível (SANTANA, 2001).

Vários estudos alertam para os impactos ambientais negativos das ilhas de calor, tratando-se principalmente de circulação de ventos, retenção hídrica e evapotranspiração (CIFUENTES, 2001; BARCZAK e DUARTE, 2012).

Ao ocupar o espaço e utilizá-lo para a construção das cidades e sua expansão, a sociedade altera o meio natural através da retirada da cobertura vegetal para construir estradas, casas e equipamentos públicos, muitas vezes sem planejar os espaços que estão sendo alterados (BARROS, 2016). Essas alterações podem ocasionar problemas de infraestrutura básica para o ordenamento e desenvolvimento das cidades, como, por exemplo, a falta de galerias para o escoamento das águas pluviais, falta de rede coletora de esgoto e principalmente a falta de tratamento desses resíduos (VIANNA, 2015). Entre os diversos fatores que impactam na qualidade de vida da população, a escassez de vegetação em áreas verdes e espaços públicos se destaca. Tais localidades desempenham um papel importante ao proporcionar oportunidades de lazer e recreação, além de contribuírem para a qualidade ambiental nos espaços urbanos (Burgos, 2015).

Todos esses problemas juntamente com vários outros fatores contribuem para diminuir a qualidade ambiental nas cidades, relacionando-se em alguns casos com o inadequado planejamento e a falta de consciência de preservar os elementos naturais que compõem o espaço urbano (BURGOS, 2015).

Com relação ao conceito de áreas verdes é comum encontrarmos contradições entre os diferentes termos utilizados na sua definição como: espaço livre, área verde,

arborização urbana, sistema de lazer, praças, entre outros. Diversos autores discutem a definição de áreas verdes, no entanto destacamos três autores. Para Cavalheiro et al. (1992) as áreas verdes são espaços com vegetação que foram projetados juntamente com os equipamentos urbanos. São parques, jardins, alamedas, bosques, praças de esportes, playgrounds, balneários e margens de rios, lagos e represas. Milano (1995) conceitua áreas verdes como áreas livres na cidade com características predominantemente naturais, independente do porte da vegetação. Já Guzzo (2006) afirma que áreas verdes são aquelas onde há o predomínio de vegetação arbórea no meio urbano, ideal quando juntamente a essa área estão presentes também corpos d'água.

Sendo assim, a qualidade do ambiente urbano está relacionada a inúmeros aspectos, entre eles pode-se ressaltar a influência do verde urbano na cidade. Loboda (2003) relaciona a ausência de áreas verdes às questões relacionadas a aspectos sociais, estéticos, de lazer, políticos e culturais, entre outros. Os diversos benefícios ambientais e sociais que as áreas verdes proporcionam são a diminuição da poluição do ar, redução do albedo (reflexão das ondas curtas solares), aumento da evapotranspiração, produção de sombras, regulação da umidade do ar e da temperatura do ar, conforto térmico, fertilidade do solo, proteção contra erosão e assoreamento de rios urbanos, redução dos níveis de ruídos das cidades (LOBODA e ANGELIS, 2005). Além de servirem como equilíbrio do ambiente urbano e de locais de lazer, também podem oferecer um colorido e plasticidade ao meio urbano.

A qualidade de vida urbana está diretamente atrelada a vários fatores que estão reunidos na infra-estrutura, no desenvolvimento econômico e social e àqueles ligados à questão ambiental (BURGOS, 2015). No caso do ambiente, constitui-se elemento imprescindível para o bem-estar da população, pois influencia diretamente na saúde física e mental da população (LOBODA, 2003 p.20). No entanto, é possível que a população não perceba a importância da cobertura vegetal como um fator para a qualidade ambiental urbana (BURGOS, 2015).

O índice mínimo de área verde por habitante (IAV), considerado ideal segundo os principais órgãos internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU) e a Organização Mundial de Saúde (OMS), é por volta de 12 m<sup>2</sup> por habitante, o município de Sorocaba, segundo levantamento de 2012 atende esse índice, possuindo 91,5 m<sup>2</sup> de área verde por habitante (IBGE, 2012).

No entanto, há que se fazer importante ressalva a respeito dessa recomendação de 12m<sup>2</sup>/hab, uma vez que cada cidade apresenta particularidades com relação ao seu adensamento, verticalização, condições geográficas e ambientais, e portanto, esse valor pode estar subestimado para algumas situações especialmente para as cidades tropicais (BENINI, 2009).

Segundo Tavares (2002), em estudo pioneiro da atmosfera sorocabana, o clima é um dos componentes mais importantes deste ambiente e está cada vez mais sensível a ações antropogênicas, que alteram o clima da cidade em micro escala. Em seu estudo, Tavares (2002) compara as temperaturas da Fazenda Nacional de Ipanema com o centro de Sorocaba. Os resultados apontaram um possível prolongamento das características do verão até abril/maio, com temperaturas mais elevadas e, conseqüentemente, uma extensão do inverno mais característico até setembro, com temperaturas mais reduzidas. Uma das hipóteses levantadas pelo autor foi que as mais elevadas diferenças térmicas entre a Cidade e a Fazenda foram provocadas pela mudança de tempo e não produzidas pelo mecanismo urbano.

Em outro estudo sobre a atmosfera urbana de Sorocaba, conduzido por Silva e Silva (2015) constatou-se que a diferença média de temperatura do ar entre a área rural e urbana 3°C no verão e 5°C no outono e inverno, indicando que a urbanização intensa de Sorocaba produz ilhas de calor, propondo que a cidade é capaz de criar anomalias térmicas.

O estudo realizado durante 04 de julho de 2012 a 02 de julho de 2013 indicou também que os meses mais quentes foram os de outono, primavera e verão, com destaque para o mês de setembro que registrou os maiores valores de temperatura do ar de 35°C a 38°C sendo que o mês de janeiro não apresentou temperaturas extremas. O mês de fevereiro e começo de março também apresentaram temperaturas máximas altas acima de 34°C. Destacaram-se ainda as bruscas quedas de temperatura nas estações de transição primavera e outono.(SILVA e SILVA, 2015, p. 5).

O estudo apontou também a “existência da ilha de calor na região central da cidade; indicando que a crescente urbanização, o aumento da população e o crescimento industrial de Sorocaba já impõem uma alteração na atmosfera urbana local e que, a dinâmica atmosférica, os fluxos e os ritmos urbanos influenciam a formação da ilha de calor”.(SILVA e SILVA 2015, p. 48).

Estudo realizado por SILVA e SILVA (2015) apontou aumento na duração, intensidade e frequência da ocorrência das ondas de calor, no município, nas últimas décadas. O estudo mostrou que as ondas de calor ocorreram com mais frequência na primavera/verão. No período de inverno, houve ocorrência de “veranicos” e, sua ocorrência também aumentou em frequência, intensidade e duração.

Recentemente foi noticiado que, segundo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), o segundo dia do mês de outubro de 2020 foi o mais quente dos últimos 20 anos, quando foi registrado temperatura do ar de 38,9°C, esse dado aponta a importância de compreender os processos de variabilidade climática e as possíveis respostas do urbano.

Coltri (2006) estudou a influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo. O estudo observou a ocorrência de ilhas de calor e de frescor. A amplitude térmica das IC dos bairros chegou a 10°C e foram mais intensas no verão em áreas de muita construção. Foi observado que a área verde do Parque da Rua do Porto em Piracicaba têm efeitos amenizadores da IC no centro da cidade e nos bairros vizinhos.

Neste contexto, surgem as seguintes questões: Quais são as diferenças nas variáveis climáticas entre as áreas periurbanas e urbanas da cidade de Sorocaba? Como a diferença nas dinâmicas de cobertura vegetal e uso da terra pode influenciar as variáveis climáticas? Esses questionamentos podem contribuir para o conhecimento climático da região e cooperar com mais respostas sobre o comportamento atmosférico urbano, frente às alterações no clima e nos fluxos nesse contexto em que as áreas periurbanas e urbanas apresentam variações climáticas.

Neste sentido, a pesquisa visou dar continuidade às investigações realizadas por Silva e Silva (2015), que desenvolveram pesquisa sobre o clima urbano de Sorocaba, adotando procedimentos que indicaram a existência uma ilha de calor na área central do município e, sendo a urbanização um atributo determinante na elevação das temperaturas do ar, de modo a contribuir para novos esclarecimentos acerca deste fenômeno na cidade de Sorocaba.

Silva e Silva (2015), traçou algumas características do clima urbano da cidade de Sorocaba. Foi constatado que as ondas de calor ocorreram com mais frequência na primavera/verão. No período de inverno, houve ocorrência de “veranicos” e, sua



ocorrência também aumentou em frequência, intensidade e duração. Coltri (2006) constatou em seu estudo em Piracicaba - SP, que as áreas verdes aumentam a temperatura e umidade do ar do bairro onde estava situada.

Sendo assim, visamos comparar dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar em um ambiente periurbano (campus da UFSCar) e uma área altamente urbanizada (estação da CETESB), a fim de avaliar os aspectos das características microclimáticas desses dois ambientes e a influência da área verde na atmosfera urbana.

## **2. Objetivo Geral**

Comparar aspectos microclimáticos entre uma área urbana e uma periurbana, identificando padrões climáticos.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Organizar dados atmosféricos da CETESB e da estação Meteorológica da UFSCar;
- Elaborar e analisar comportamentos dos dados atmosféricos através de gráficos de linhas;
- Aplicar testes estatísticos para verificar se há diferença estatística entre as duas áreas estudadas;
- Explorar o papel da vegetação na paisagem em relação aos dados climáticos e verificar diferenças estatísticas com base em evidências selecionadas.

### 3. Materiais e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida a partir das seguintes etapas:

- 1) Pesquisa bibliográfica e documental.
- 2) Levantamento de dados.
- 3) Análise de dados.
- 4) Realização de testes estatísticos.
- 5) Elaboração de gráficos e tabelas.
- 6) Redação do texto.
- 7) Revisão
- 8) Entrega.

A Figura 1 apresenta essas etapas e os métodos aplicados para obtenção dos produtos para atingir o objetivo da pesquisa;

**Figura 1** Fluxograma do processo da pesquisa.



### 3.1 Área de Estudo

A pesquisa foi desenvolvida da cidade de Sorocaba, que é considerada uma cidade média do interior do Estado de São Paulo. Está localizada na região sudoeste do estado, a 100 km da capital, e tem mais de meio milhão de habitantes. (IBGE,2023)

O modelo recente do crescimento urbano de Sorocaba está baseado em uma combinação de condomínios fechados, shoppings centers e automóveis; o que favoreceu a construção de avenidas largas alta velocidade e expansão da frota de veículos individuais, sendo que a expansão da frota de veículos leves foi de 81,7% entre 2002 a 2010 (BURGOS 2015).

Do ponto de vista climático, o município localiza-se, numa faixa de transição com a porção norte controlada por massas equatoriais e tropicais e climas alternadamente secos e úmidos e a porção sul influenciada por massas tropicais e polares e climas úmidos da face oriental e subtropical dos continentes dominados por massas tropicais. No inverno há pouca precipitação, neste período, podem ocorrer temperaturas negativas e também geadas. No verão, há maior concentração de chuvas e as temperaturas são mais elevadas (TAVARES 2002).

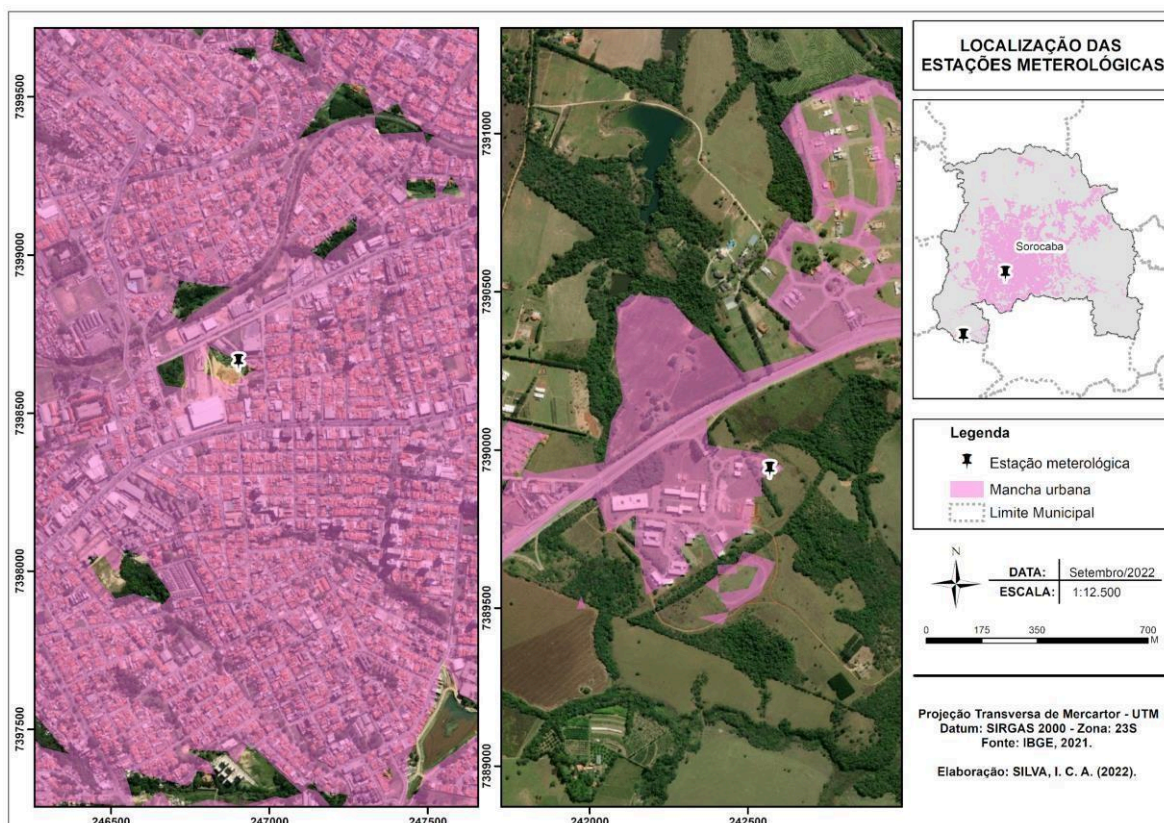
A cidade de Sorocaba, área de estudo do trabalho, é caracterizada pelo crescimento socioeconômico acelerado nas últimas décadas e os retratos desse processo são notados pela expansão da área urbana e dos processos de verticalização em zonas de valorização imobiliária. Como dito anteriormente, as áreas verdes empregam um serviço de suma importância para os habitantes locais, pois estas áreas melhoram a qualidade ambiental das cidades, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano.

Na área central da cidade concentram-se as principais atividades comerciais, de serviços e os terminais de transportes inter-regionais e intra urbanos, possibilitando ser ponto de referência de trabalho e comércio para outros habitantes de municípios vizinhos e bairros distantes, conferindo um grande fluxo de pessoas. Ela se destaca na paisagem da cidade pela sua verticalização, alta impermeabilização do solo, poucos espaços verdes, intenso fluxo de veículos automotores.

### 3.2 Seleção das áreas amostradas

Para análise do comportamento térmico foram selecionados dois ambientes, um urbano consolidado, localizado em uma concentração urbana especificamente a estação meteorológica da CETESB, onde a presença do elemento vegetal é pouco presente espacialmente, e o outro localizado na região periurbana da cidade de Sorocaba, marcada por uma de extensa vegetação, que é a estação meteorológica da UFSCar

**Figura 2** - Mapa da área de estudo, georreferenciando as estações meteorológicas da CETESB (zona urbana) e UFSCAR (zona vegetada).



As estações meteorológicas CETESB são responsáveis pela medição de poluentes e elaboração de índice urbano de poluição. Em Sorocaba a estação se encontra no seguinte endereço: Rua Nhonhô Pires, 260, E.E. Monsenhor João Soares, Vila Lucy - Sorocaba CEP 18043-060, e além dos parâmetros de poluição mede também variáveis meteorológicas. A estação meteorológica UFSCar está localizada na Rod. João Leme dos Santos Km. 110 - SP 264 Bairro Itinga - Sorocaba CEP 18052-780.

### 3.3 Sistematização dos dados

Na estação da CETESB é monitorado os seguintes variáveis: Partículas Inaláveis (MP10), Dióxido de nitrogênio (NO), Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>), Umidade relativa do ar (UR), Temperatura do ar (Temp), Velocidades dos ventos (VV) e Direção dos ventos (DV). Os parâmetros acima são monitorados e registrados automaticamente a cada 1h, o que resulta em uma enorme riqueza de dados de temperatura e de umidade relativa do ar, além disso, as análises iniciais indicaram que há poucas falhas nos dados. A estação da UFSCar forneceu dados de umidade, temperatura média, máxima e mínima.

Os dados das estações automáticas fixas da CETESB e UFSCar foram extraídos para uma análise comparativa considerando que as medições das variáveis de temperatura e umidade ocorreram a cada hora simultaneamente em ambas as estações.

Os dados climáticos da estação meteorológica da UFSCar foram registrados a cada hora ao longo de todo o ano de 2021. As medições da temperatura do ar foram obtidas através dos parâmetros disponibilizados pela CETESB e UFSCar em seus respectivos sites.

Neste estudo, optou-se por utilizar as variáveis de temperatura média, máxima e mínima. A temperatura média mensal foi calculada para cada mês. Inicialmente, os dados foram coletados de forma fragmentada, com informações separadas por horas, dias e meses. Para uma análise mais coesa, esses dados foram unificados em uma planilha, utilizou para isso a planilha eletrônica do Microsoft Excel 2016

Esses parâmetros foram então refinados, agrupando os dados em intervalos de três meses, o que permitiu uma visualização mais clara da variação da temperatura ao longo das estações do ano.

Os registros já estavam pré-categorizados nas planilhas obtidas do site da estação meteorológica. Portanto, foi possível isolar os parâmetros diários de temperatura do ar. Utilizando o Microsoft Excel 2016, foram calculadas as médias, máximas e mínimas das temperaturas do ar. Posteriormente, esses registros foram agrupados em intervalos de três meses.

Dessa forma, os dados foram organizados em tabela e elaborados gráficos de linhas. Os gráficos de linhas são um tipo de representação visual de dados que utiliza pontos conectados por segmentos de linha reta para mostrar a relação entre valores em um eixo horizontal (geralmente o eixo X) e valores correspondentes em um eixo vertical (geralmente o eixo Y). Eles são amplamente utilizados em diversas áreas, e possibilitam identificar tendências ao longo do tempo, destacar correlações e relações, comparar múltiplos conjuntos de dados, exibir variações sazonais, visualizar padrões e anomalias (Neto, 2002).

### **3.4 Análise Estatística**

A partir do software Jamovi, que é um software livre para estatística baseado na plataforma R, foram geradas as estatísticas descritivas para os dados das duas áreas estudadas. Essas estatísticas fornecem uma visão geral das características das temperaturas médias diárias em cada estação. Ao comparar as médias, desvios padrão, medianas e outras medidas, podemos avaliar como as amostras se comportam e verificar se há diferenças de temperatura entre as estações da CETESB e UFSCAR.

Posteriormente, foi aplicado um teste estatístico para verificar se as duas áreas são estatisticamente diferentes, para isso foi utilizado o teste t de Student, ele é um método estatístico amplamente utilizado para comparar as médias de duas amostras independentes e verificar se as diferenças entre essas médias são estatisticamente significativas (NETO, 2002).

O teste t é usado para tomar uma decisão sobre as hipóteses nulas e alternativas. Se o p-valor for menor que um determinado nível de significância (geralmente 0.05), podemos rejeitar a hipótese nula e concluir que as médias são estatisticamente diferentes (NETO, 2002). Nesta pesquisa, a Hipótese Nula ( $H_0$ ) foi considerado quando não há diferença significativa entre as médias das temperaturas entre as duas estações ( $\mu_{\text{CETESB}} = \mu_{\text{UFSCar}}$ ) e a Hipótese Alternativa ( $H_1$ ) se há

diferença significativa entre as médias das temperaturas entre as duas estações ( $\mu_{\text{CETESB}} \neq \mu_{\text{UFSCar}}$ ).

#### 4. Resultados

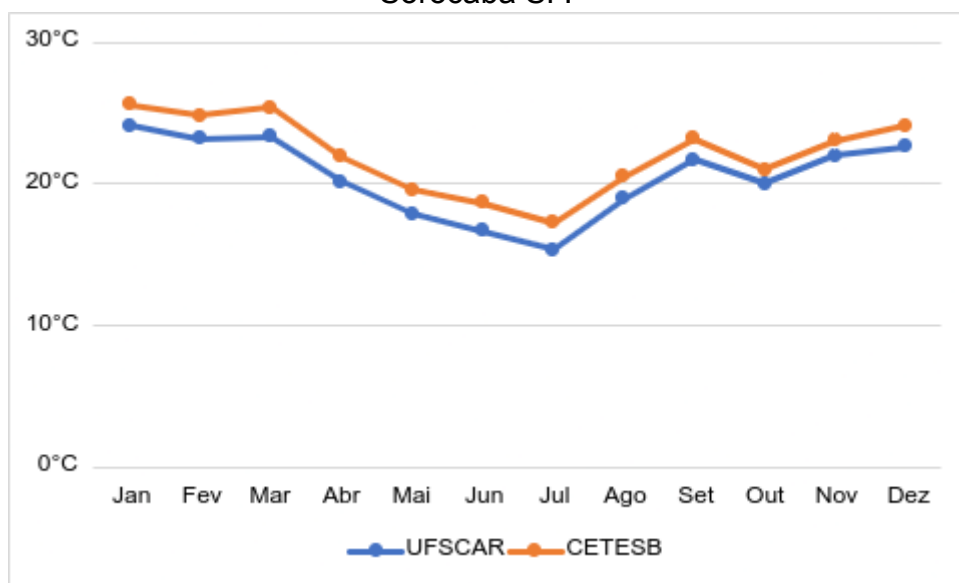
A Tabela 1 apresenta dos dados descritivos para as duas áreas analisadas, destaca-se que o número total de observações em cada amostra (364 para ambas as estações), a média das temperaturas médias diárias registradas em cada estação, para a CETESB tem uma média de 22.1°C e a UFSCar tem uma média de 20.5°C, o que indica uma diferença numérica entre as áreas, há uma diferença entre o valor mínimo registrado nas temperaturas médias diárias, a CETESB registrou um mínimo de 8.77°C e a UFSCar um mínimo de 4.40°C e o valor registrado nas temperaturas médias diárias. A CETESB registrou um máximo de 28.3°C e a UFSCar um máximo de 26.6°C.

**Tabela 1** Tabela da estatística descritiva

	Área de Estudo	Temperatura de s médias diárias 2021
Número total	CETESB	364
	UFSCar	364
Média	CETESB	22.1
	UFSCar	20.5
Mediana	CETESB	22.4
	UFSCar	21
Desvi o Padrã o	CETESB	3.42
	UFSCar	3.47
Mínima	CETESB	8.77
	UFSCar	4.4
Máxima	CETESB	28.3
	UFSCar	26.6

Na Figura 3 apresenta a distribuição mensal das temperaturas médias nas duas estações. Observa-se que as temperaturas não cruzam ao longo da série estudada, revelando um comportamento distinto entre as séries. Os dados coletados na UFSCar (periurbano) são sempre menores que os valores na CETESB (urbano).

**Figura 3** Temperaturas médias do ar, mensais, de janeiro a dezembro de 2021, Sorocaba SP.



A Tabela 2 apresenta as temperaturas médias mensais do ar registradas em duas estações meteorológicas (UFSCAR e CETESB) em Sorocaba, SP, ao longo do ano de 2021, juntamente com as diferenças entre essas temperaturas. As temperaturas na estação da CETESB apontam diferenças entre 1,0°C e 2,0°C durante o ano. Em janeiro a temperatura estava com 1,48°C de diferença e em fevereiro 1,68°C mais fresco na estação da UFSCar. A maior diferença ocorrida foi de 2,08°C no mês de março - verão, e, de aproximadamente 1,5°C de abril a setembro. A partir daí a diferença de temperaturas médias do ar diminuem ficando entre 1,02°C e 1,48°C, de outubro a dezembro.



**Tabela 2** Valores das temperaturas médias do ar, mensais, e as diferenças entre as temperaturas nas duas estações meteorológicas, no período de janeiro a dezembro de 2021, Sorocaba, SP.

	<b>UFSCAR</b>	<b>CETESB</b>	<b>Diferença</b>
<b>Janeiro</b>	24,1°C	25,6°C	-1,48°C
<b>Fevereiro</b>	23,1°C	24,8°C	-1,68°C
<b>Abril</b>	20,1°C	21,9°C	-1,78°C
<b>Março</b>	23,3°C	25,3°C	-2,08°C
<b>Mai</b>	17,9°C	19,5°C	-1,68°C
<b>Junho</b>	16,7°C	18,6°C	-1,96°C
<b>Julho</b>	15,3°C	17,2°C	-1,93°C
<b>Agosto</b>	18,9°C	20,4°C	-1,51°C
<b>Setembro</b>	21,6°C	23,2°C	-1,54°C
<b>Outubro</b>	20,0°C	21,0°C	-1,02°C
<b>Novembro</b>	21,9°C	23,0°C	-1,10°C
<b>Dezembro</b>	22,6°C	24,1°C	-1,48°C

No **Quadro 1** apresenta-se uma análise técnica das diferentes médias de temperatura entre as estações analisadas.

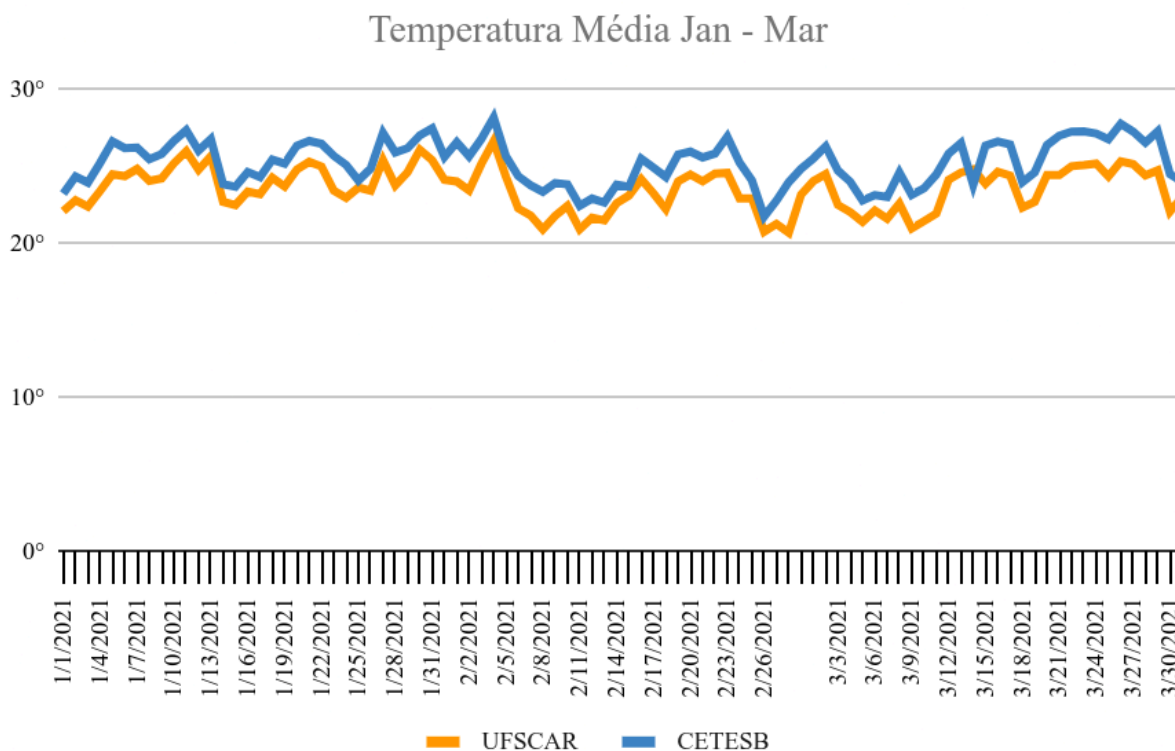
**Quadro 1** Análise das temperaturas médias

<b>Tópicos</b>	<b>Análise</b>
<b>Padrão Geral</b>	Observando as temperaturas médias mensais, podemos notar que, em geral, a temperatura registrada na estação CETESB é mais alta do que na UFSCAR em todos os meses do ano.
<b>Variação Sazonal</b>	A diferença de temperatura entre as duas estações é mais pronunciada nos meses de Março a Julho, onde a CETESB registra temperaturas significativamente mais altas do que a UFSCAR.
<b>Menor Diferença</b>	Os meses de outubro a dezembro mostram uma menor diferença de temperatura entre as estações. A diferença entre as temperaturas médias está próxima de 1°C, sugerindo uma concordância maior entre as medições nesse período.
<b>Picos e Vales</b>	As maiores discrepâncias ocorrem em Março, Junho e Julho, com diferenças superiores a 2°C. Isso pode sugerir variações climáticas específicas ou influências sazonais mais acentuadas nessas épocas.

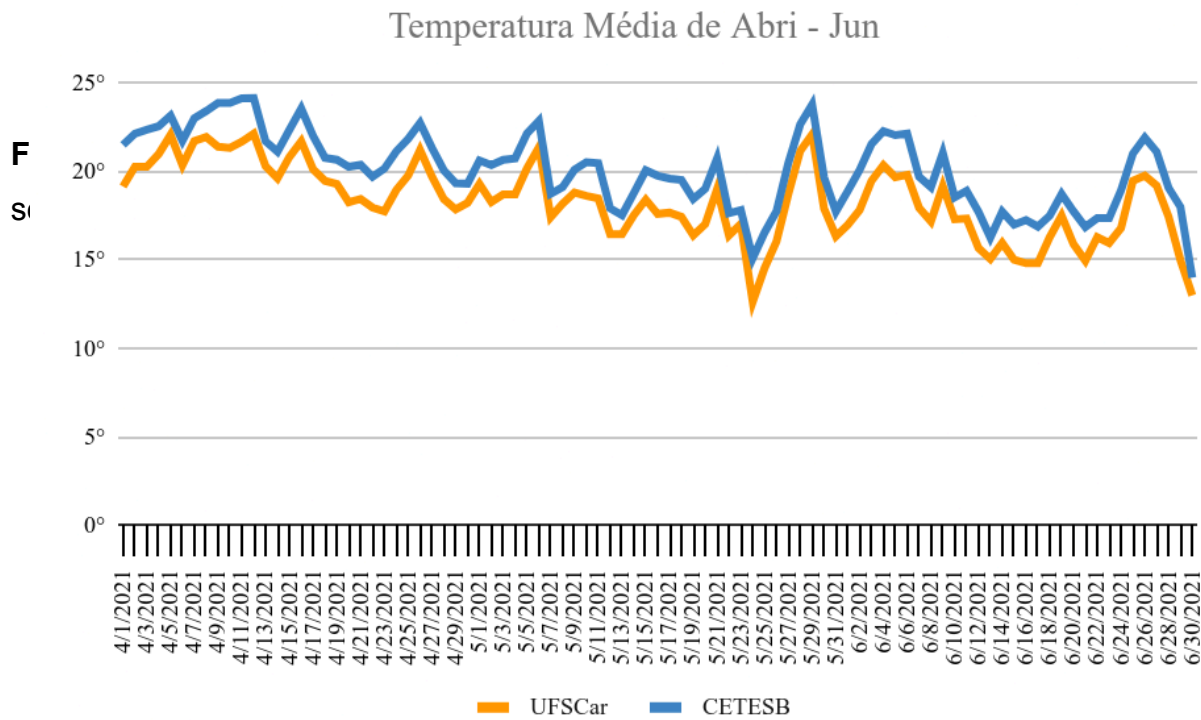
Em resumo, a análise das diferenças de temperatura entre as estações meteorológicas UFSCAR e CETESB em Sorocaba, SP, revela uma variação sazonal nas diferenças, possivelmente influenciada por fatores locais e sazonais.

As figuras em cortes de períodos trimestrais que demonstram a dinâmica da temperatura do ar ao longo das estações do ano e são apresentados como gráficos trimestrais de temperatura média diária do ar são nas Figuras 4, 5, 6 e 7.

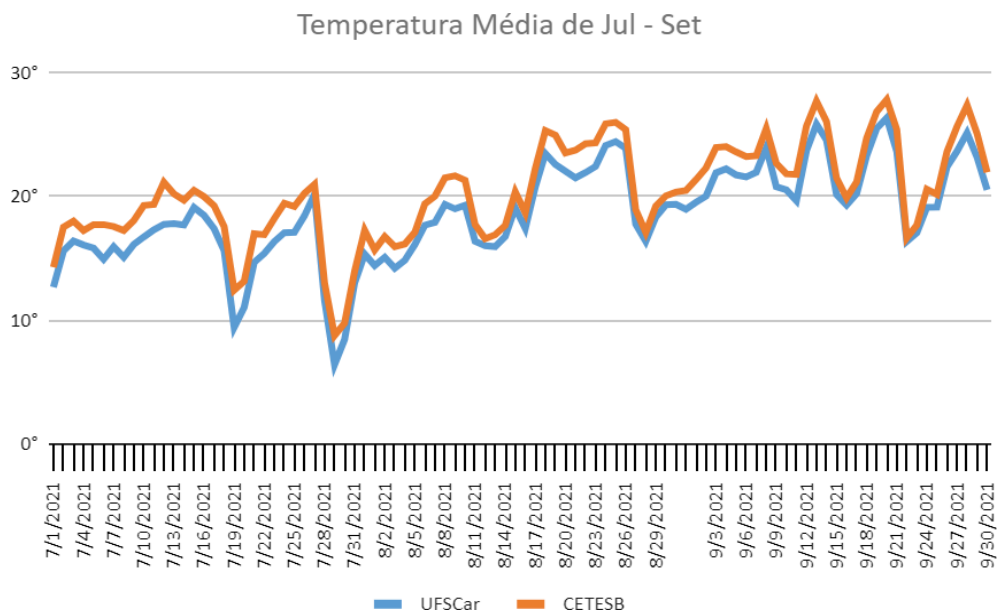
**Figura 4** Temperaturas médias diárias do ar, no período de 01 de janeiro a 31 de março de 2021, em Sorocaba, SP.



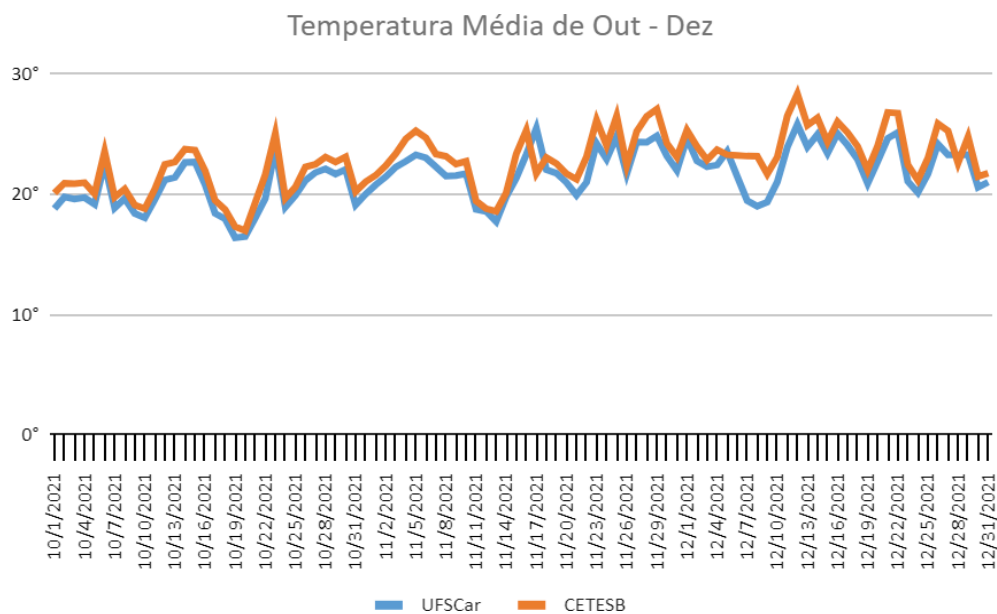
**Figura 5** Temperaturas médias diárias do ar, no período de 01 de abril a 30 de junho de 2021, Sorocaba, SP.



**Figura 6** Temperaturas médias diárias do ar, no período de 01 de julho a 30 de setembro de 2021, Sorocaba, SP.

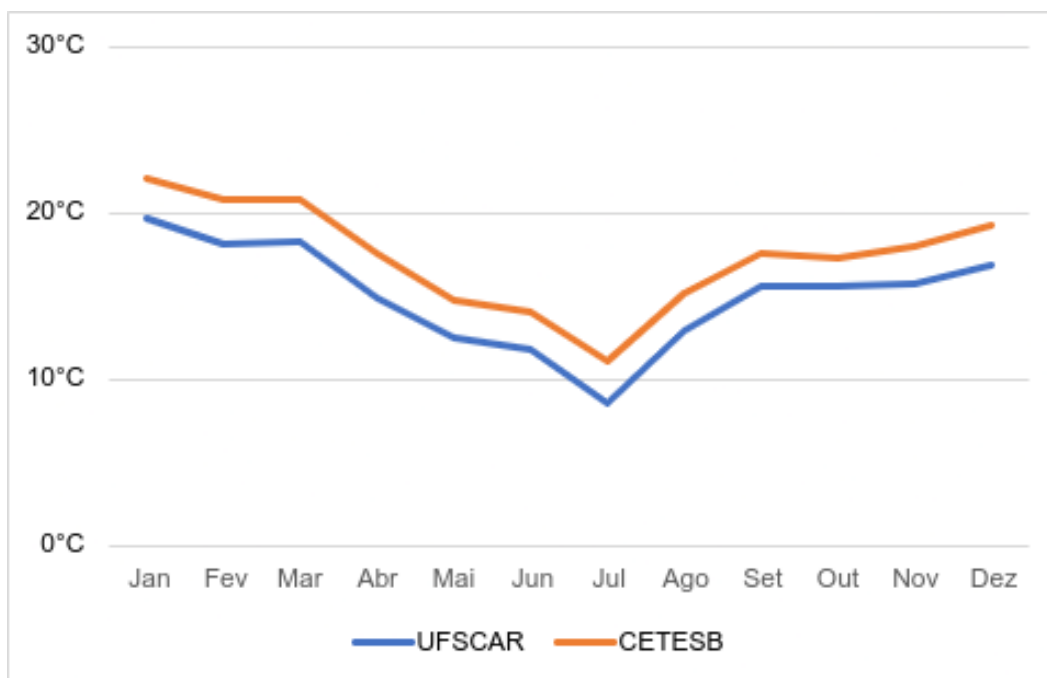


**Figura 7** Temperaturas médias do ar, diárias, no período de 01 de outubro a 31 de dezembro de 2021, Sorocaba, SP.



A Figura 8 apresenta o gráfico das temperaturas mínimas das estações estudadas. É notório o espaçamento, salientando mais uma vez que a estação que se encontra no campus UFSCar tem registrado temperaturas médias das mínimas mensais mais baixas em comparação com a estação da CETESB próxima da área central da cidade de Sorocaba, independente do período do ano, ela permanece sempre com mínimas consideravelmente mais baixas, como também pode ser observado na tabela 5 abaixo.

**Figura 8** Temperaturas do ar médias mensais das mínimas, de 1 de janeiro a 31 dezembro de 2021, Sorocaba SP



A Tabela 3 apresenta as estimativas de diferença para os meses do ano entre a área urbana e periurbana, observa-se que a menor diferença encontra-se no mês de outubro (1,57°C) e a maior diferença no mês de Fevereiro (2,71°C)

**Tabela 3** Valores das médias das temperaturas mínimas do ar, mensais, e as diferenças entre as temperaturas nas duas estações meteorológicas, no período de janeiro a dezembro de 2021, em Sorocaba, SP

	<b>UFSCAR</b>	<b>CETESB</b>	<b>Diferença</b>
<b>Janeiro</b>	19,7°C	22,0°C	-2,34°C
<b>Fevereiro</b>	18,1°C	20,8°C	-2,71°C
<b>Março</b>	18,3°C	20,8°C	-2,52°C
<b>Abril</b>	14,8°C	17,6°C	-2,71°C
<b>Mai</b>	12,4°C	14,7°C	-2,31°C
<b>Junho</b>	11,7°C	14,0°C	-2,23°C
<b>Julho</b>	8,5°C	11,0°C	-2,49°C
<b>Agosto</b>	12,8°C	15,1°C	-2,32°C
<b>Setembro</b>	15,5°C	17,6°C	-2,01°C
<b>Outubro</b>	15,6°C	17,2°C	-1,57°C
<b>Novembro</b>	15,8°C	17,9°C	-2,18°C
<b>Dezembro</b>	16,9°C	19,2°C	-2,37°C

O resultado da análise técnica das diferentes médias de temperatura é apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2** Análise das temperaturas médias das mínimas

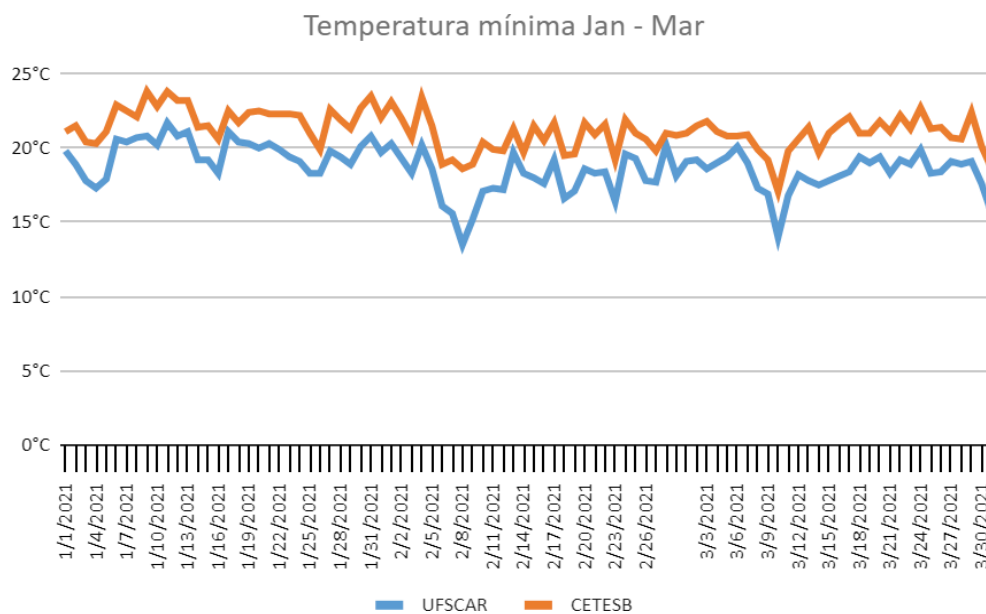
<b>Tópicos</b>	<b>Análise</b>
<b>Padrão Geral</b>	Da mesma forma que as médias das temperaturas médias, as médias das temperaturas mínimas também demonstram que a temperatura registrada na estação CETESB é mais alta do que na UFSCAR em todos os meses do ano.
<b>Variação Sazonal</b>	A diferença de temperatura entre as duas estações seguem uma tendência semelhante ao padrão geral das médias das temperaturas mínimas. Novamente, os meses de Março a Julho mostram diferenças mais significativas, os dados de temperatura no contexto urbano (estação da CETESB) são as maiores.
<b>Estabilidade nas Diferenças</b>	Assim como nas médias das temperaturas médias, os meses de outubro a dezembro mostram diferenças menores entre as estações. As diferenças estão em torno de $-1,5^{\circ}\text{C}$ , sugerindo uma consistência maior nas medições nesse período.
<b>Diferenças Ampliadas</b>	Da mesma forma que nas médias das temperaturas médias, os meses de Março, Junho e Julho continuam apresentando as maiores diferenças, superiores a $-2^{\circ}\text{C}$ . Isso pode indicar a presença de influências climáticas específicas durante esses meses.



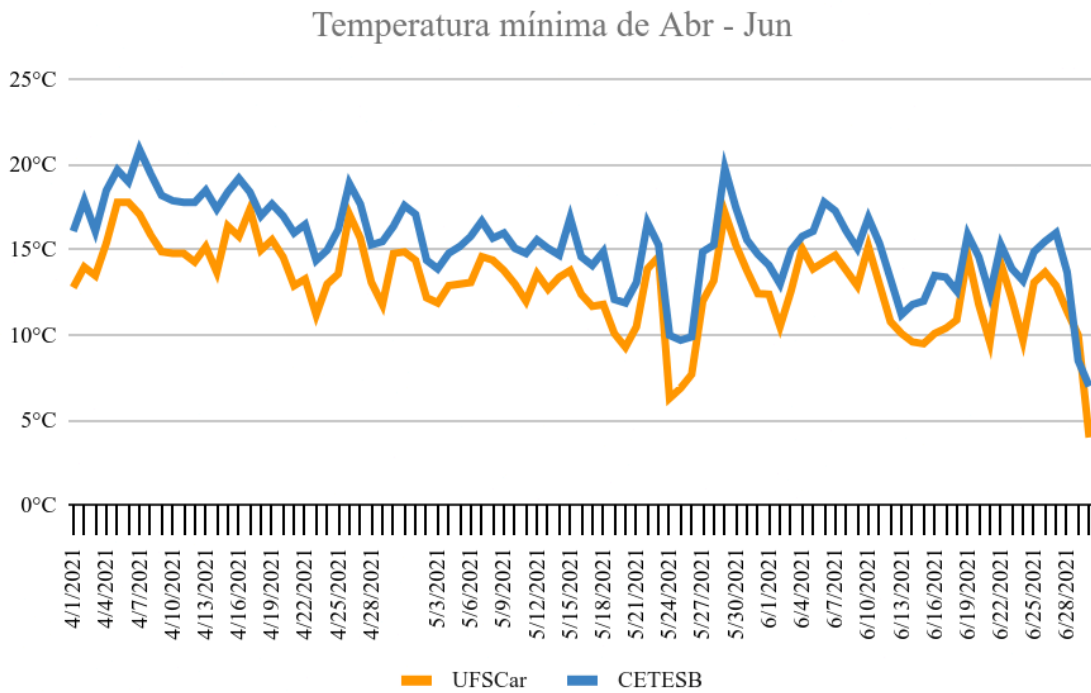
Em resumo, a análise das diferenças de temperatura entre as estações meteorológicas UFSCAR e CETESB em Sorocaba, SP, para as temperaturas mínimas do ar, reforça a presença de variações sazonais e possivelmente influências locais nas diferenças observadas.

Assim como para a variável temperatura média do ar, elaboraram-se os gráficos trimestrais de temperatura média diária mínima do ar e, esses são apresentados nas Figuras 9, 10, 11 e 12.

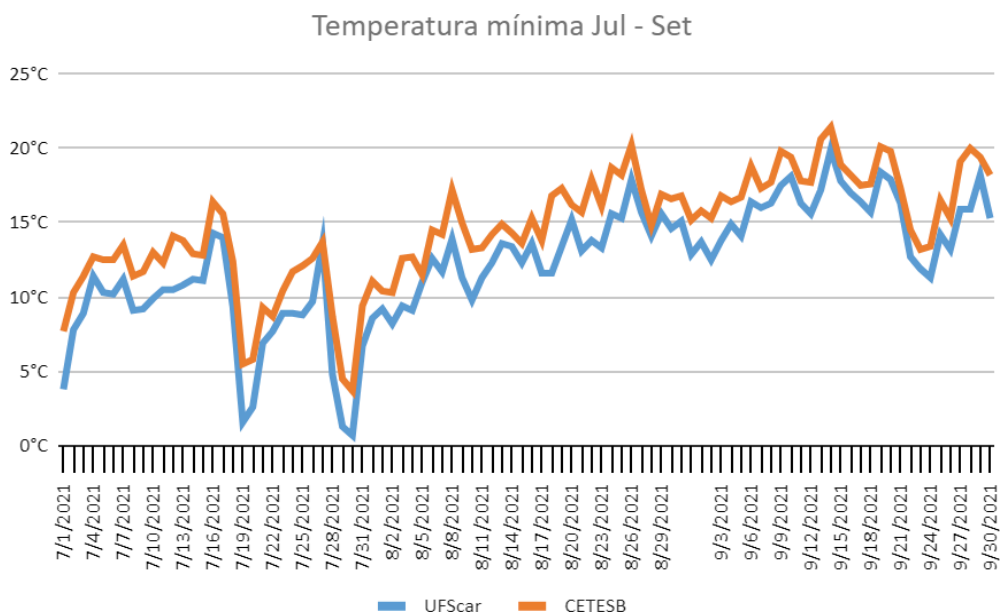
**Figura 9** Temperaturas mínimas do ar, no período de 01 de janeiro a 31 de março de 2021, em Sorocaba, SP



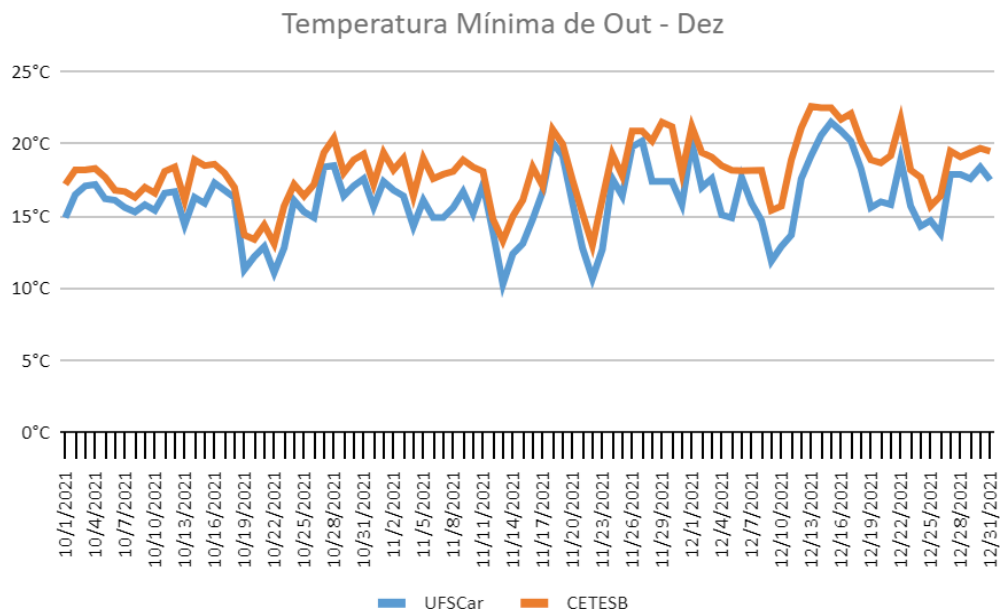
**Figura 10** Temperaturas do ar mínimas diárias, no período de 01 de abril a 30 de junho de 2021, Sorocaba, SP.



**Figura 11** Temperaturas mínimas do ar, no período de 01 de julho a 30 de setembro de 2021, Sorocaba, SP.

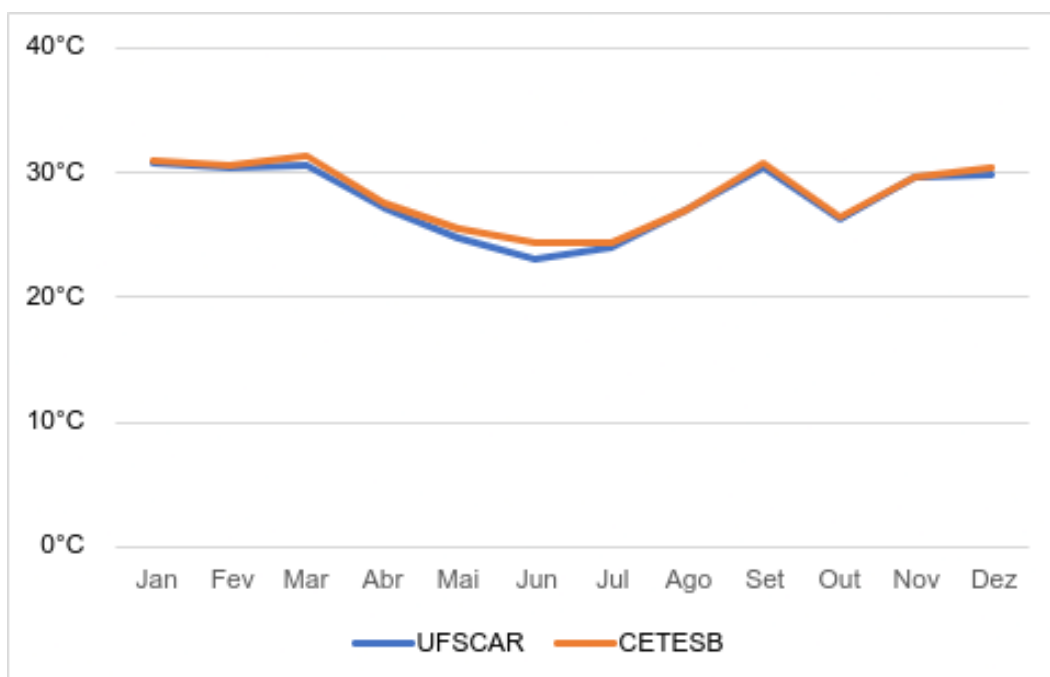


**Figura 12** Temperaturas mínimas do ar, no período de 01 de outubro a 31 de dezembro de 2021, em Sorocaba, SP



Na Figura 13 apresentamos as médias das temperaturas máximas, mensais, para o ano de 2021, da estação meteorológica da UFSCar e da CETESB, observa-se que para essa métrica as temperaturas entre as áreas observados foram muito similares ao longo da série, ocorrendo uma pequena diferença nos meses de maio e junho.

**Figura 13** Temperaturas médias das máximas do ar, mensais, de janeiro a dezembro de 2021, Sorocaba SP



A Tabela 7 apresenta as estimativas de diferença de temperatura por meses para o ano de 2021 entre as áreas estudadas, observa-se que as médias das máximas permanecem similares ao longo do ano, tendo sua maior diferença entre as duas estações meteorológicas junho de 2021 no valor 1,2°C sendo que as temperaturas na UFSCar estavam mais baixas. A menor diferença foi registrada no mês de novembro no valor de 0,03°C sendo que praticamente as temperaturas máximas nos dois ambientes se igualaram.

**Tabela 7** - Valores das médias temperaturas máximas do ar, mensais, e as diferenças entre as temperaturas nas duas estações meteorológicas, no período de janeiro a dezembro de 2021, Sorocaba, SP.

	<b>UFSCAR</b>	<b>CETESB</b>	<b>Diferença</b>
<b>Janeiro</b>	30,7°C	30,9°C	-0,22°C
<b>Fevereiro</b>	30,3°C	30,6°C	-0,24°C
<b>Março</b>	30,5°C	31,3°C	-0,79°C
<b>Abril</b>	27,1°C	27,5°C	-0,40°C
<b>Mai</b>	24,7°C	25,4°C	-0,68°C
<b>Junho</b>	23,0°C	24,3°C	-1,23°C
<b>Julho</b>	23,9°C	24,4°C	-0,52°C
<b>Agosto</b>	26,9°C	26,8°C	0,06°C
<b>Setembro</b>	30,3°C	30,7°C	-0,36°C
<b>Outubro</b>	26,1°C	26,4°C	-0,26°C
<b>Novembro</b>	29,5°C	29,5°C	-0,03°C
<b>Dezembro</b>	29,8°C	30,3°C	-0,51°C

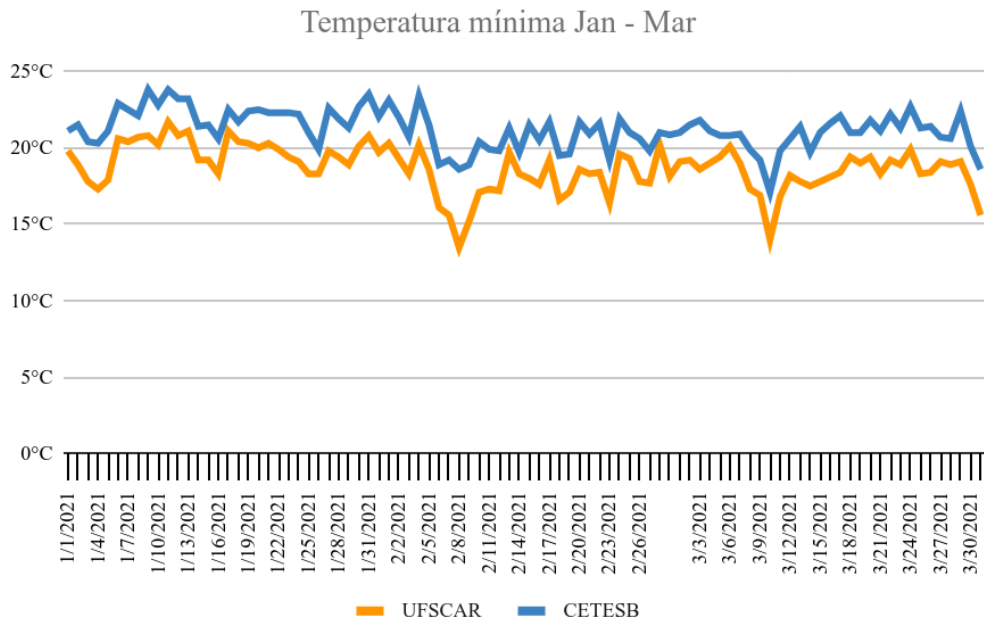
O resultado da análise técnica das diferentes médias de temperatura entre as estações é apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3** Análise das temperaturas médias das máximas

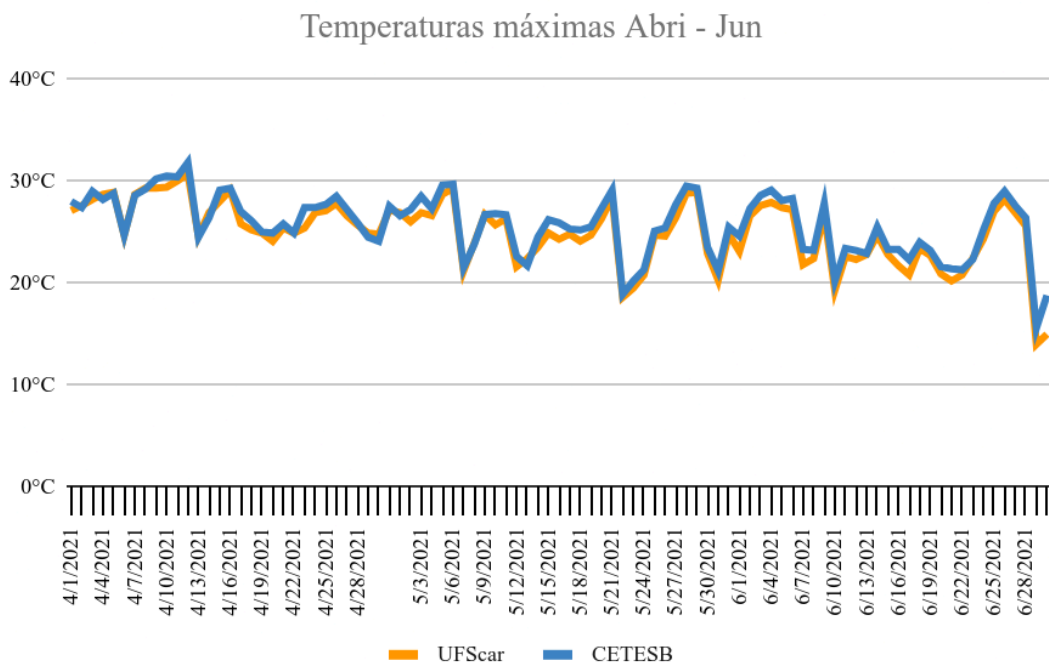
<b>Tópicos</b>	<b>Análises</b>
<b>Comparação das Médias Máximas</b>	Ao observar as temperaturas máximas mensais, é evidente que as médias registradas nas duas estações (UFSCAR e CETESB) são bastante próximas ao longo do ano. A maioria das diferenças é menor do que 1°C.
<b>Pequenas Variações</b>	As diferenças entre as temperaturas máximas mensais das duas estações geralmente variam de -1,23°C a 0,06°C. Isso sugere que, no geral, as duas estações estão registrando temperaturas máximas bastante semelhantes.
<b>Variações Menores</b>	A maior diferença positiva ocorre em agosto, onde a CETESB registra uma temperatura máxima ligeiramente superior à UFSCAR. Por outro lado, as diferenças negativas são mais proeminentes em meses como junho e março, onde a UFSCAR registra temperaturas máximas mais baixas.
<b>Acordo nas Temperaturas</b>	Notavelmente, em novembro, as duas estações registraram exatamente a mesma temperatura máxima, resultando em uma diferença nula.

Em resumo, a análise das diferenças de temperatura entre as estações meteorológicas UFSCAR e CETESB em Sorocaba, SP, para as temperaturas máximas do ar, revela um alto grau de semelhança nas medições ao longo do ano. Pequenas variações podem ser atribuídas a fatores locais e precisão das medições. Essas pequenas discrepâncias devem ser consideradas ao interpretar os dados, mas indicam um bom acordo entre as estações em relação às temperaturas máximas, que podemos observar nas Figuras 14,15, 16 e 17.

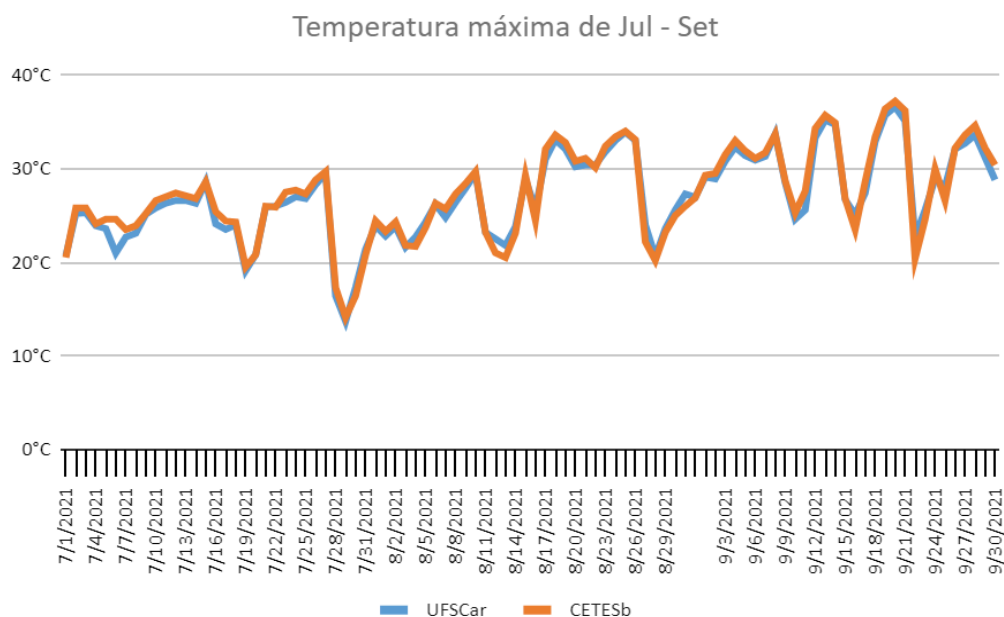
**Figura 14** Temperaturas máximas do ar, no período de 01 de janeiro a 31 de março de 2021, Sorocaba, SP



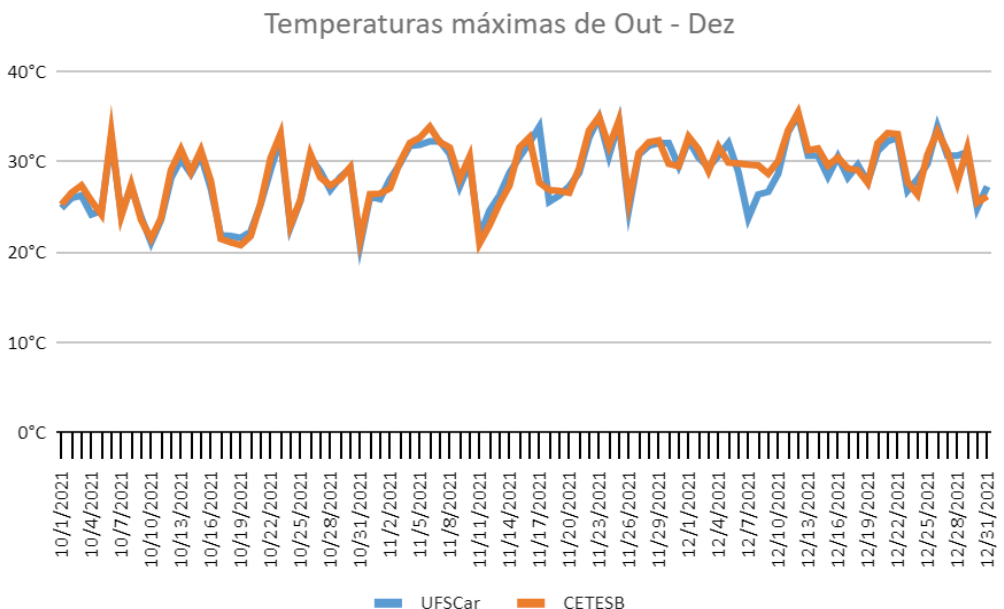
**Figura 15** Temperaturas máximas do ar, no período de 01 de abril a 30 de junho de 2021, Sorocaba, SP



**Figura 16** Temperaturas máximas do ar, no período de 01 de julho a 30 de setembro de 2021, Sorocaba, SP



**Figura 17** Temperaturas máximas do ar, no período de 01 de outubro a 31 de dezembro de 2021, Sorocaba, SP



O resultado do Test “t” para a comparação entre as amostras de temperaturas médias registradas em duas estações meteorológicas CETESB e UFSCAR em Sorocaba, SP, foi estatisticamente significativo ( $p < 0.001$ ) (Tabela 4)

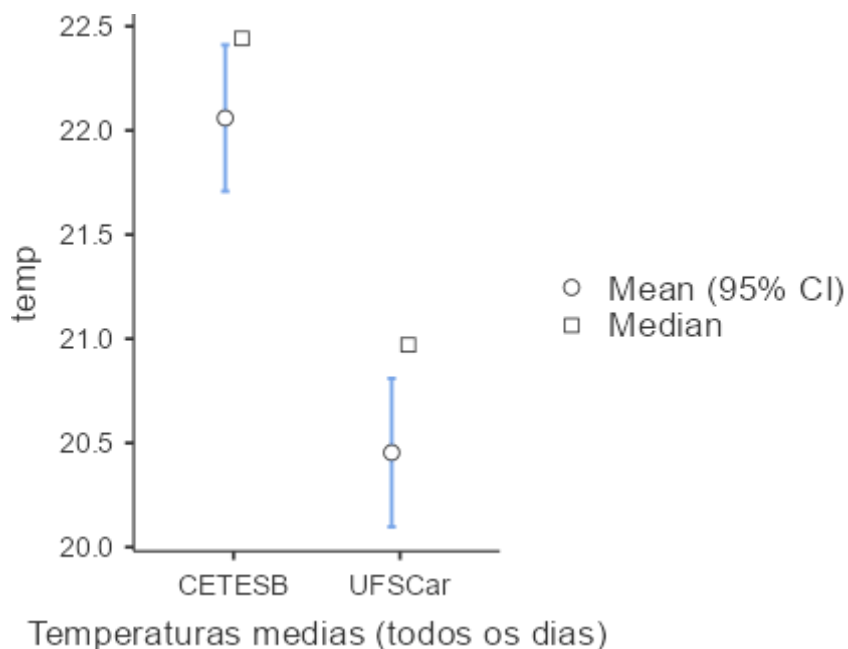
**Tabela 4** Teste T Student amostras independentes

Independent Samples T-Test

		Statistic	df	p
temp	Student's t	6.29	726	< .001

A Figura 18 apresenta o Intervalo de Confiança do test"t", isso indica que temos um intervalo de confiança de 95% em afirmar que as médias entre a série de 2021 de temperaturas entre a áreas estudados, urbano (CESTEP) e periurbano (UFSCar) são diferentes estatisticamente, graficamente observa-se que as barras de erro não se cruzam.

**Figura 18** Gráfico do Intervalo de Confiança





## **5. Discussão**

O ritmo mensal das médias de temperaturas médias, máximas e mínimas mostra a característica típica do clima tropical úmido, ou seja, temperaturas mais elevadas nos meses finais e iniciais do ano (primavera e verão) e mais baixas no meio do ano (outono-inverno). Com relação à comparação entre as duas estações monitoradas (área mais vegetada e área mais urbanizada) pudemos perceber que a diferença entre as temperaturas médias e mínimas são mais acentuadas do que a diferença entre as temperaturas máximas.

Na análise sazonal das temperaturas do ar a marcha sazonal se mantém, no entanto, ressaltam-se as oscilações diárias das temperaturas analisadas. As diferenças das temperaturas médias diárias e temperaturas mínimas diárias, entre os dois ambientes estudados – zona urbanizada e zona vegetada – são, em alguns dias do ano, mais pronunciadas e em outros menos, porém na maior parte do tempo, na área da zona urbanizada as temperaturas são mais elevadas do que na área do urbano vegetado. Com relação às temperaturas máximas do ar, ora são mais elevadas no urbano-adensado, ora no urbano-vegetação e as diferenças são pequenas nas quatro estações sazonais.

As diferenças das temperaturas mínimas e máximas mensais entre a zona urbanizada (CETESB) e zona vegetada (UFSCar) mostradas na tabela 3 e tabela 7 indicam a presença de ilha de calor, no urbano adensado, com maior intensidade da temperatura média (2,08°C no mês de março) e da temperatura mínima de 2,71°C nos meses de fevereiro e abril). Com relação às temperaturas máximas Quadro 3 as diferenças são muito pequenas a maior intensidade ocorreu em junho valor de 1,23°C mais elevado na área urbana-adensada.

As avaliações prévias, em conjunto com os desfechos obtidos do teste t, estabelecem uma base sólida para inferir que as disparidades identificadas nas médias das temperaturas entre as estações são reais e não meramente fruto do acaso. Essa observação pode ser atribuída a elementos como a geolocalização, o contexto ambiental ou outros fatores que têm o potencial de exercer influência nas medições térmicas.

Estes resultados indicam a influência do uso e ocupação do solo nos padrões de temperatura do ar. No entanto, há de se chamar a atenção ao fato de o campus da universidade estar situado no extremo sudoeste do município e pode estar influenciada

pelos ventos locais (brisas oceânicas) e regionais (atuação das massas de ar e frentes) na definição das temperaturas do ar, como apontado por TAVARES (2002) e SILVA e SILVA (2015).

Sendo assim, há necessidade de aprofundar o estudo, decompondo a escala temporal, analisando o campo térmico na escala horária e relacionar com outras variáveis meteorológicas como vento, umidade relativa e atuação das massas de ar.

É válido ainda destacar que as áreas verdes mais importantes as cidades, pelo menos em extensão territorial como Parque Chico Mendes, Parque do Paço, Parque das Águas e o próprio campus da UFScar possuem suas territorialidades em áreas de baixo adensamento urbano, com entorno de bairros horizontais, condomínios dirigido a classe de alta renda e atividade industrial.

No entanto, essas áreas sofrem pressão urbana e estão sujeitas à supressão das áreas verdes. Como apontado na introdução deste trabalho de conclusão de curso é amplamente discutido na literatura que, com a diminuição das áreas verdes ocorre alteração dos microclimas (diminuição da capacidade de atenuar as temperaturas e manter a umidade do ar, melhor a poluição, entre outros).

As temperaturas elevadas também interferem no aumento do consumo de energia e, na realidade brasileira, há parcela significativa da população de baixa renda que tem sua situação agravada na medida em que, por falta de opção, se utiliza de materiais de construção pouco adequados ao conforto térmico, além de ocuparem lotes pequenos, completamente construídos e também, sem cobertura vegetal significativa.

Esses fatores contribuem para os efeitos adversos do calor armazenado nas edificações, expondo essas pessoas a situações de insalubridade que podem se manifestar na forma de enfermidades como doenças respiratórias, por exemplo.

Vários estudos têm apontado para a questão da saúde e clima, destaca-se Gartland (2010, p. 179) que cita o evento das ondas de calor, em Chicago, em julho de 1995, por exemplo, em que um evento de cinco dias de calor que foi responsável por pelo menos 700 mortes naquela cidade.

Portanto, a questão da vegetação urbana, mais precisamente as áreas verdes urbanas, que quase não aparece nos debates de gestores públicos, precisa tomar espaço nas pautas não só do planejamento urbano e ambiental, mas também da saúde pública.

Estudos desta natureza são fundamentais, pois as temperaturas elevadas podem resultar em efeitos diretos sobre a mortalidade e morbidade, pois a população está sujeita a esses efeitos, uma vez que, não apenas no Brasil, mas em escala planetária as pessoas, cada vez mais vivem em áreas urbanas, com baixa cobertura vegetal.

## 6. Conclusão

Este estudo comparou o microclima de áreas urbana e periurbana, identificando padrões e relações nas variações de temperatura. Com base no teste estatístico T para amostras independentes, conclui-se que as diferenças nas médias das temperaturas registradas nas estações meteorológicas CETESB e UFSCAR são estatisticamente diferentes, indicando que as variações não são apenas resultado de flutuações naturais. Portanto, existem evidências estatísticas de diferenças significativas nas temperaturas médias entre as áreas urbanas (CETESB) e periurbanas (UFSCar)

Esse estudo analisou dois pontos na área urbana do município de Sorocaba e mostrou que o ambiente termicamente mais quente é observado em uma área de uso comercial, com pouca ou nenhuma presença de vegetação, com tráfego intenso de automóveis e pessoas, forte densidade vertical e horizontal de edificações.

Os dados de temperatura do ar, na UFSCAR, mostraram que esse é um ambiente termicamente menos aquecido e, pondera-se que áreas verdes (vegetação rasteira), arborização e o baixo adensamento de edificações podem estar relacionados à caracterização das temperaturas do ar.

Abaixo relacionamos algumas propostas que poderiam ser colocadas em prática para a implantação de áreas verdes urbanas, que é amplamente discutida no livro Ecologia Urbana do Forman, R. T. T. (2014):

- Mapeamento e georreferenciamento constante das áreas já existentes e das que possam ser criadas.
- - Conscientização sobre os benefícios da vegetação local, com replantio e programas de educação ambiental.
- Incentivos para a criação/manutenção de quintais verdes

- Criação de corredores verdes, pelas as vias arteriais da cidade. Seriam corredores com plantas nativas da região que amenizariam, poderiam capturar os poluentes do ar ao longo do sistema viário, manteriam o ar mais úmido e possuiriam uma grande potencialidade paisagística, para valorização da cidade.
- Criação de novas praças verdes e espaços de lazer com vegetação, que fossem preenchidos com arborização e que não fossem apenas lugares de passagem compostos por concreto e postes de iluminação.
- Medidas para incentivar calçadas mais verdes e com pavimentação clara.
- Programa de conscientização ambiental nas escolas.
- Programa de fiscalização de áreas verdes.

Admite-se que é totalmente possível viver em uma cidade mais agradável e que contribua de maneira efetiva para a qualidade de vida e saúde de seus cidadãos. Sendo assim, é preciso planejar os espaços urbanos de forma que sejam lugares adequados, tanto na sua estrutura de deslocamento e necessidades básicas, quanto para acessibilidade a serviços, lazer e convivência, com o objetivo de tornar os habitantes da cidade mais satisfeitos, saudáveis e ocasionar um bem estar social maior.

Obter e reter esses benefícios a toda a população depende muito do planejamento e controle do ambiente natural dos espaços que estão sendo construídos, eles precisam estar alinhados a uma visão sustentável dos elementos da paisagem urbana.

Portanto, tendo em vista que as alterações de temperatura decorrentes da urbanização são previstas e fazem parte do cotidiano da sociedade, as políticas públicas devem ser condizentes e podem ser capazes de contribuir para amenizar as diferenças de temperaturas entre o rural e o urbano, minimizando seus efeitos adversos.

## Referências Bibliográficas:

**Área verde por habitante de Sorocaba, SP.** Disponível em: <<https://2013-2016-indicadores.cidadessustentaveis.org.br/br/SP/sorocaba/area-verde-por-habitante>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

APPCÍVICO. Programa sistemas sustentáveis. Área verde por habitante. Disponível em: <https://2013-2016-indicadores.cidadessustentaveis.org.br/br/SP/sorocaba/area-verde-por-habitante> Acesso em: 29 Maio 2021

BARCZAK, Rafael; DUARTE, Fábio. Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 4, n. 1, p. 13-32, 2012.

BARROS, Hugo Rogério; LOMBARDO, Magda Adelaide. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo no município de São Paulo-SP. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016.

BARROS, L. V. Sustentabilidade ambiental e direito de acesso à informação verdadeira: de Estocolmo aos dias atuais. Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação, [S. l.], v. 13, p. 2923–2940, 2017. Disponível em: <https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/860>. Acesso em: 28 ago. 2023.

BENINI, Sandra Medina. Áreas verdes públicas: A construção do conceito e a análise geográfica desses espaços no ambiente urbano. Presidente Prudente: 2009. **[Mestrado em Geografia]** – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

BRANDÃO, Rafael Silva. **As interações espaciais urbanas e o clima:** incorporação de análises térmicas e energéticas no planejamento urbano. Orientador: Profa. Dra. Maria Peinado Alucci. 2009. 350 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

CARNAHAN, Walter Harvey.; LARSON, Robert. Uma análise de um dissipador de calor urbano. **Sensoriamento remoto do meio ambiente**, v. 33, n. 1, pág.

65-71,1990.

CAVALHEIRO, Felisberto.; DEL PICCHIA, Pedro da Cunha. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: **Anais...** 1º Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Vitória, ES, 1992. p. 29 - 38

Cidade de Campo Grande–MS na Perspectiva Climática. **Revista Pantaneira**, Aquidauana, v.3, p. 55-66, 2001.

CIFUENTES, Luis. Assessing the health benefits of urban air pollution reductions associated with climate change mitigation (2000-2020): Santiago, São Paulo, Mexico city, and New York City. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, sup. 2, 2001.

COLTRI, Priscila Pereira. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto**. Orientador: Prof. Dr. Valdemar Antonio Demétrio. 2006. 166 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura, “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2006.

ELETROBRAS; PROCEL. **Relatório de resultados do Procel 1996**. Rio de Janeiro, 1997. 108 p. Disponível em: <http://www.procel.gov.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=&params=itemID=%7BDC66F2F2-D266-4BF1-AE4E-35222E9040BC%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D> Acesso em: 27 set 2021.

FORMANN, R. T. T. (2014). **Urban Ecology: Science of Cities**. Cambridge University Press.

GARSKE, Tini.; FERGUSON, Niall.; GHANI, Azra. Estimating air temperature and its influence on malaria transmission Across Africa. **Plosone**, v. 8, n. 2, p. 64-87, 2013

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

GUZZO, Perci; CARNEIRO, Regina Maria Alves; JÚNIOR, Hamilton Oliveira. Cadastro municipal de espaços livres urbanos de Ribeirão Preto (SP): acesso público, índices e base para novos instrumentos e mecanismos de gestão. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, v. 1, n. 1, p. 19-30, 2006.

HARVELL, Catherine Drew et al. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. **Science**, v. 296, n. 5576, p. 2158-2162, 2002.

KATSOUYANNI, Klea. et al. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. **Archives of Environmental Health: An International Journal**, v. 48, n. 4, p. 235-242, 1993.

KOKEN, Petra JM et al. Temperature, air pollution, and hospitalization for cardiovascular diseases among elderly people in Denver. **Environmental health perspectives**, v. 111, n. 10, p. 1312-1317, 2003.

KUHN, Katrin.; CAMPBELL, Diarmid.; DAVIES, Clive. A continental risk map for malaria mosquito (diptera: culicidae) vectors in Europe. **Journal of Medical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 621–630, 2002.

LAAIDI, Karine. et al. The impact of heat islands on mortality in Paris during the august 2003 heat wave. **Environmental health perspectives**, v. 120, n. 2, p. 254–259, 2012

LOBODA, Carlos Roberto. Estudo das áreas verdes urbanas de Guarapuava-PR. Dissertação [**Mestrado em Geografia**] Universidade Estadual de Maringá. Curso de Pós-graduação em Geografia. Maringá, 2003.

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

MILANO, Miguel Serediuk. Arborização urbana. In: Universidade Livre do meio Ambiente. **Curso Sobre Arborização Urbana**. Curitiba, 1995.



MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Notas para o estudo do clima do centro-oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**. v.. 13, n. 1. jan-mar 1951. p. 3-46.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. – Teoria e Clima Urbano. In MONTEIRO, Carlos Augusto F. e MENDONÇA, Francisco – **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto. 2003 p. 09-67.

NETO, João Lima Sant'Anna; ANUNCIACÃO, V. S. Uma Reflexão do Espaço Urbano da Cidade de Campo Grande–MS na Perspectiva Climática. *Revista Pantaneira*, Aquidauana, v. 3, p. 55-66, 2001.

NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa. *Estatística*. Editora Blucher, 2002.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas**, SP. 2007. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

**PNAD** - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887> Acesso em: 1 Dez 2020

SILVA, A. L.; SILVA, E. N. Análise higrotérmica do campo e da cidade durante a passagem de um sistema frontal no período de inverno, Sorocaba, SP. *Revista Geonorte*, Edição Especial 2, v.2, n.5, p. 123– 134, 2012

SILVA, A. M. C. da. et al. Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias. **Rev. Saúde Pública**. 2013. 47 (2): 345-52

SILVA, Edelci Nunes. Ocorrência de Ondas de Calor na cidade de Sorocaba, São Paulo, Brasil. In: Encuentro de Geógrafos de América Latina Por una América Latina unida y sustentable, 15 Habana. **Anais** [...] Distribuidora Nacional ICAIC, 2015. p. 317- 325.

**Sorocaba (SP) | Cidades e Estados | IBGE.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sorocaba.html>>. Acesso em: 29 nov 2022.

TARIFA, José Roberto; SETTE, Denise Maria. **O holorrítmo, a ritmanálise e o (s) clima (s):** uma contribuição metodológica. Revista Geonorte, v. 3, n. 8, p. 655–666, 2012.

TAVARES, Renato. O clima de Sorocaba (SP): aspectos regionais, locais e urbanos. In: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). **Os climas das cidades brasileiras.** Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 115-144.

VIANNA, Anderson Martins. Poluição ambiental, um problema de urbanização e crescimento desordenado das cidades. Revista Sustinere, v. 3, n. 1, p. 22-42, 2015.

