

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CAMPUS SOROCABA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Ludmila Guimarães da Silva

**COMPORTAMENTO MENSAL DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS DE  
DUAS ESTAÇÕES NO MUNICÍPIO DE SOROCABA/SP**

Sorocaba  
2021

Ludmila Guimarães da Silva

**COMPORTAMENTO MENSAL DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS DE  
DUAS ESTAÇÕES NO MUNICÍPIO DE SOROCABA/SP**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de São Carlos campus Sorocaba.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kelly Cristina Tonello

Sorocaba  
2021

Silva, Ludmila Guimarães da

Comportamento mensal dos elementos meteorológicos  
de duas estações no município de Sorocaba/SP / Ludmila  
Guimarães da Silva -- 2021.

42f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,  
campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Kelly Cristina Tonello

Banca Examinadora: Manuel Enrique Gamero

Guandique, Fernando Silveira Franco

Bibliografia

1. Climatologia. 2. Meteorologia. 3. Estação  
meteorológica. I. Silva, Ludmila Guimarães da. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979

**LUDMILA GUIMARÃES DA SILVA**

**COMPORTAMENTO MENSAL DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS DE DUAS  
ESTAÇÕES NO MUNICÍPIO DE SOROCABA/SP**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de bacharel em Engenharia Florestal  
pela Universidade Federal de São Carlos  
campus Sorocaba.

Aprovada em: 11/11/2021.

**BANCA EXAMINADORA:**

**Orientadora**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kelly Cristina Tonello  
Universidade Federal de São Carlos campus Sorocaba

Prof. Dr. Manuel Enrique Gamero Guandique  
Universidade Estadual Paulista campus Sorocaba

Prof. Dr. Fernando Silveira Franco  
Universidade Federal de São Carlos campus Sorocaba

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por essa porta aberta em meu caminho, pela minha vida, saúde, pela força e esperança.

A meus pais e minha irmã, pela paciência, incentivo, compreensão e amor incondicional.

A universidade, corpo docente, direção e administração que possibilitaram o vislumbro diante dessa oportunidade, pelos ensinamentos, correções e apoio.

## RESUMO

A caracterização climatológica de um determinado local envolve geralmente elementos como, temperatura do ar, precipitação, umidade do ar, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica e evaporação. Estes são usados como componentes da previsão do tempo, que permitem uma descrição detalhada das condições atmosféricas atuais do local, assim como subsidiar previsões ou tendências futuras e sua utilização nas mais diversas áreas. Assim, dada a importância do conhecimento e divulgação dessas informações, o objetivo deste trabalho foi realizar a comparação de dados mensais de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e velocidade do vento entre duas estações meteorológicas situadas a 24 km de distância, mas no mesmo município. Para tanto, foram avaliados os dados registrados pela estação meteorológica automática (EMA) recém instalada na Universidade Federal de São Carlos campus Sorocaba e os dados da estação meteorológica convencional (EMC) oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada na Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (FATEC). Com os registros de ambas estações, ao longo do período de 15/11/2020 a 30/09/2021, os coeficientes de correlação e de determinação foram em sua maioria fortemente positivos. As menores temperaturas foram observadas em julho (10,2°C na EMC e 14,7°C na EMA), ao passo que as maiores ocorreram em março (31,7°C na EMC e 24,19°C na EMA). No mês de dezembro, ambas as estações apresentaram precipitação acumulada coincidindo em picos de máxima com o valor de 159,0 mm na EMC e 156,2 mm na EMA, porém o maior índice de chuva foi no mês de fevereiro na EMA com um total de 164,6 mm. O menor volume de precipitação acumulada foi em junho com 13,5 mm na EMC e 11,4 mm na EMA. O mês que apresentou maior umidade relativa do ar foi junho para ambas estações, com 81,1% na EMC e 82,43% na EMA e por fim, a velocidade do vento apresentou menores médias no mês de junho para ambas estações com 0,25 m/s na EMC e 0,49 m/s na EMA e maiores médias no mês de agosto com 0,7 m/s na EMC e 0,73 na EMA. Pequenas modificações da orientação e de elevação do relevo podem provocar variações significativas dos elementos climáticos em lugares separados por pequenas distâncias.

**Palavras-chave:** estação meteorológica; climatologia; meteorologia; elementos meteorológicos.

## ABSTRACT

The climatological characterization of a given location generally involves elements such as air temperature, precipitation, air humidity, wind direction and speed, atmospheric pressure and evaporation. These are used as components of the weather forecast, which allow a detailed description of the current atmospheric conditions of the place, as well as subsidize future forecasts or trends and their use in the most diverse areas. Thus, given the importance of knowledge and dissemination of this information, the objective of this work was to compare monthly data on temperature, relative humidity, precipitation and wind speed between two meteorological stations located 24 km away, but in the same city. For this purpose, the data recorded by the automatic meteorological station (EMA) recently installed at the Federal University of São Carlos, Sorocaba campus, and the data from the official meteorological station (EMC) of the National Institute of Meteorology (INMET) located at the Faculty of Technology of Sorocaba (FATEC). With the records from both stations, over the period from 11/15/2020 to 9/30/2021, the correlation and determination coefficients were mostly strongly positive. The lowest temperatures were observed in July (10,2°C at EMC and 14,7°C at EMA), while the highest occurred in March (31,7°C at EMC and 24,19°C at EMA) . In December, both seasons presented accumulated precipitation coinciding in maximum peaks with the value of 159 mm at EMC and 156 mm at EMA, but the highest rainfall was in February at EMA with a total 164 mm. The smallest volume of accumulated precipitation was in June with 13,5 mm at EMC and 11,4 mm at EMA. The month with the highest relative air humidity was June for both seasons, with 81,1% at EMC and 82,43% at EMA, and finally, wind speed had the lowest averages in June for both seasons with 0,25 m/s at EMC and 0,49 m/s at EMA and highest averages in August with 0,7 m/s at EMC and 0,73 at EMA. Small changes in the orientation and elevation of the relief can cause significant variations in climatic elements in places separated by small distances.

**Key-words:** weather station; climatology; meteorology; meteorological elements.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Relevo do município de Sorocaba-SP.	15
<b>Figura 2</b> – Zonas climáticas do município de Sorocaba – SP.	16
<b>Figura 3</b> - Pluviômetro da estação meteorológica convencional do INMET instalado na FATEC Sorocaba.	17
<b>Figura 4</b> - Anemômetro da estação meteorológica convencional do INMET instalado na FATEC Sorocaba.	17
<b>Figura 5</b> - Termômetros de máxima e mínima da estação meteorológica convencional do INMET instalado na FATEC Sorocaba.	18
<b>Figura 6</b> - Estação Automática Davis Vantage Pro 2 localizada na UFSCar campus Sorocaba.	19
<b>Figura 7</b> – Localização da FATEC (EMC) e UFSCar Sorocaba (EMA).	20
<b>Figura 8</b> - Valores da temperatura média mensal, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	24
<b>Figura 9</b> – Dispersão para temperatura média na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	25
<b>Figura 10</b> - Médias mensais dos valores da temperatura máxima, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	25
<b>Figura 11</b> – Dispersão para temperatura máxima na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	27
<b>Figura 12</b> - Médias mensais dos valores da temperatura mínima, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	28
<b>Figura 13</b> - Amplitude térmica mensal para a estação meteorológica convencional (EMC).	28
<b>Figura 14</b> - Amplitude térmica mensal para a estação meteorológica automática (EMA).	29
<b>Figura 15</b> – Dispersão para temperatura mínima na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	30
<b>Figura 16</b> - Médias mensais dos valores da umidade relativa do ar, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	30
<b>Figura 17</b> – Dispersão para umidade relativa na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	32
<b>Figura 18</b> – Precipitação acumulada mensal, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	33
<b>Figura 19</b> – Relação entre temperatura média e precipitação acumulada mensal na estação meteorológica convencional (EMC).	34
<b>Figura 20</b> – Relação entre temperatura média e precipitação acumulada mensal na estação meteorológica automática (EMA).	34
<b>Figura 21</b> – Dispersão para precipitação na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	35
<b>Figura 22</b> - Médias mensais dos valores da velocidade do vento, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	36
<b>Figura 23</b> – Dispersão para velocidade do vento na estação convencional (EMC) e automática (EMA).	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Especificações técnicas inerentes a cada sensor da estação meteorológica convencional (EMC) e automática (EMA)	21
<b>Tabela 2</b> – Hipóteses para o teste F e teste T	22
<b>Tabela 3</b> - Indicadores estatísticos para análise entre dados referentes aos elementos meteorológicos monitorados	33
<b>Tabela 4.</b> Correlação entre os elementos meteorológicos na estação convencional (EMC) e estação automática (EMA)	33

## **Sumário**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
2.1 Objetivos Gerais	13
2.2 Objetivos Específicos	13
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>14</b>
3.1 Caracterização da Área de Estudo	14
3.2 Avaliação de Dados	21
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>23</b>
4.1 Temperatura Média	23
4.2 Temperatura Máxima	25
4.3 Temperatura Mínima	27
4.4 Umidade Relativa do Ar	30
4.5 Precipitação	32
4.6 Velocidade do Vento	35
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM) (2011), o clima pode ser definido por interações atmosféricas, terrestres e oceânicas, que exercem influência sobre a vida na Terra e criam um conjunto de características específicas para cada local e período de tempo, através de combinações dos parâmetros climáticos, como temperatura, precipitação, pressão atmosférica, umidade e vento.

Ainda segundo a OMM (2011) os elementos mais comumente usados em climatologia são temperatura do ar (incluindo máxima e mínima), precipitação (chuva e todos os tipos de deposição úmida, como granizo, orvalho, geada, neve e neblina de precipitação), umidade do ar, movimento atmosférico (velocidade e direção do vento), pressão atmosférica, evaporação e luz do sol (radiação e número de horas de brilho solar). Estes são usados como componentes da previsão do tempo, que permitem realizar uma descrição detalhada de ocorrências das situações atmosféricas atual do local e fazer previsões e tendências futuras e assim auxiliar nas diversas atividades que necessitam dessas informações (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

Também é importante distinguir climatologia e meteorologia, pois ambas são frequentemente usadas como sinônimos, o que é incorreto. No caso da meteorologia, Mendonça e Oliveira (2007), colocam que a mesma trata da dimensão física da atmosfera, abordando de maneira individualizada os fenômenos meteorológicos, como descargas elétricas, trovões, nuvens, previsão do tempo e composição físico-química do ar.

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2021) a meteorologia básica, como o próprio nome sugere, nos fornece uma visão mais simples dos fenômenos atmosféricos que ocorrem em nosso dia a dia. Baseados em observações, os elementos meteorológicos mais importantes do ar, a velocidade e direção do vento, tipo e quantidade de nuvens, podemos ter uma boa noção de como o tempo está se comportando num determinado instante e lugar.

Os estudos em climatologia são estruturados com base nos elementos climáticos e fatores geográficos do clima. Os elementos que compõem o clima são: a temperatura, a umidade, a pressão atmosférica, entre outros. Há variação entre esses elementos por conta de fatores geográficos como a latitude, a altitude, a maritimidade, a continentalidade, a vegetação e as atividades humanas. Junto a estes, somam-se os aspectos da dinâmica do meio oceânico e

atmosférico, como as correntes oceânicas, massas de ar e frentes, os quais atuando de forma conjunta qualificam os diferentes tipos de clima (ROLDÃO & SANTOS, 2012).

De acordo com Barros e Zavattini (2009), o inevitável confronto entre a Climatologia e a Meteorologia envolve os geógrafos numa discussão que se deve iniciar, essencialmente, pelas definições de “tempo” e “clima”. O tempo é uma combinação passageira, efêmera, de curta duração. Já o clima é um conjunto de tendências - mais ou menos estáveis - que resulta em condições relativamente permanentes, durante um período de tempo mais extenso (série histórica), mais longo ou mais duradouro.

A meteorologia engloba tanto tempo como clima, os elementos da meteorologia devem necessariamente estar incorporados na climatologia para torná-la significativa e científica. O tempo e o clima podem, juntos, ser considerados como consequência e demonstração da ação dos processos complexos na atmosfera, nos oceanos e na Terra (INMET, 2021).

De acordo com Baba et al. (2014), a análise de dados climáticos fornece suporte para a previsão de fenômenos, para a avaliação de dados históricos e para a tomada de decisões em diferentes campos de estudo, como por exemplo na agricultura e na saúde. Hoje, o desenvolvimento e a coleta dos dados são feitos por estações meteorológicas de diferentes ordens na superfície terrestre, que coletam as informações meteorológicas (temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, radiação solar) representativas da área em que está localizada (INMET, 2011).

Como ressalta Almeida, Souza & Alcântara (2008), a automação de dados meteorológicos constitui um grande avanço tecnológico, por permitir coletar e monitorar dados até em locais antes inóspitos a observação, e em tempo real, com esse advento tecnológico surge a questão: como substituir uma tecnologia antiga (convencional) por uma nova (automática), ou seja, uma estação meteorológica convencional (EMC) por uma automática (EMA), sem causar interrupção na série histórica existente.

Mesmo existindo essas indagações, há estudos comparativos entre dados meteorológicos coletados na EMC e EMA que mostram precisão, exatidão e concordância entre si, especialmente, para temperatura do ar, umidade relativa e precipitação pluvial (CUNHA & MARTINS, 2004).

Para o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021) uma EMC é composta de vários sensores isolados que registram continuamente os parâmetros meteorológicos que são lidos e anotados por um observador a cada intervalo e este os envia a um centro coletor por um meio de comunicação qualquer.

Já uma EMA é composta de uma unidade de memória central (“*data logger*”), ligada a vários sensores dos parâmetros meteorológicos que integra os valores observados minuto a minuto e automaticamente a cada hora. (Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental, 2021).

Devido à importância da coleta e identificação de dados meteorológicos, o objetivo deste trabalho é cooperar para que os dados da estação meteorológica automática atualmente em operação na UFSCar Sorocaba tenham resultados confiáveis para que possam ser utilizados para os mais diversos fins, promovendo efetivamente conquistas nesta área.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos Gerais**

Efetuar um estudo comparativo do comportamento de elementos meteorológicos obtidos entre duas estações meteorológicas localizadas em ambientes distintos dentro do limite de um mesmo município.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar o comportamento mensal da temperatura (média, máxima e mínima), precipitação (acumulada), umidade relativa do ar (média) e velocidade do vento (média) das estações meteorológicas;

- Comparar o comportamento dos elementos meteorológicos entre as estações, a fim de avaliar se há diferenças significativas entre as variâncias e médias dos dados registrados.

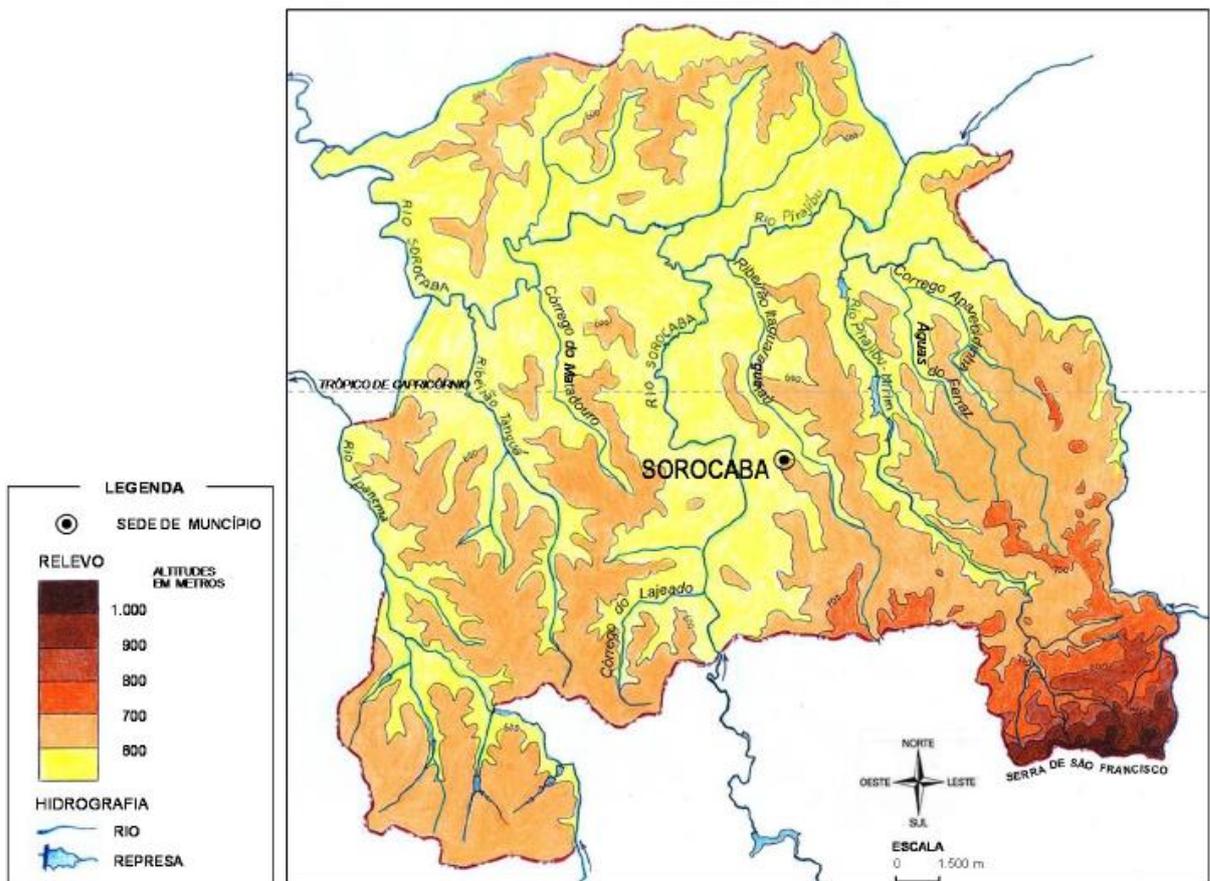
### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização da Área de Estudo**

As duas estações meteorológicas foco desse estudo, localizam-se no município de Sorocaba – SP. De acordo com a classificação de Köppen (1948), Sorocaba pode ser classificada com clima dominante do tipo "Cwa", que caracteriza clima subtropical quente, com chuvas de verão e temperatura no mês mais quente  $\geq 22^{\circ}\text{C}$ .

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021) referentes ao período de janeiro de 1961 a 1963, 1977 a 1991, 1998 a 1999 e a partir de 2001, a menor temperatura registrada em Sorocaba foi de  $1^{\circ}\text{C}$  nos dias 29 de julho de 1990 e 17 de julho de 2000, e a maior atingiu  $38,2^{\circ}\text{C}$  em 17 de novembro de 1985. O maior acumulado de precipitação em 24 horas atingiu 164,4 mm em 17 de fevereiro de 2011. O mês de maior precipitação foi de janeiro de 2003, quando foram acumulados 446,3 mm.

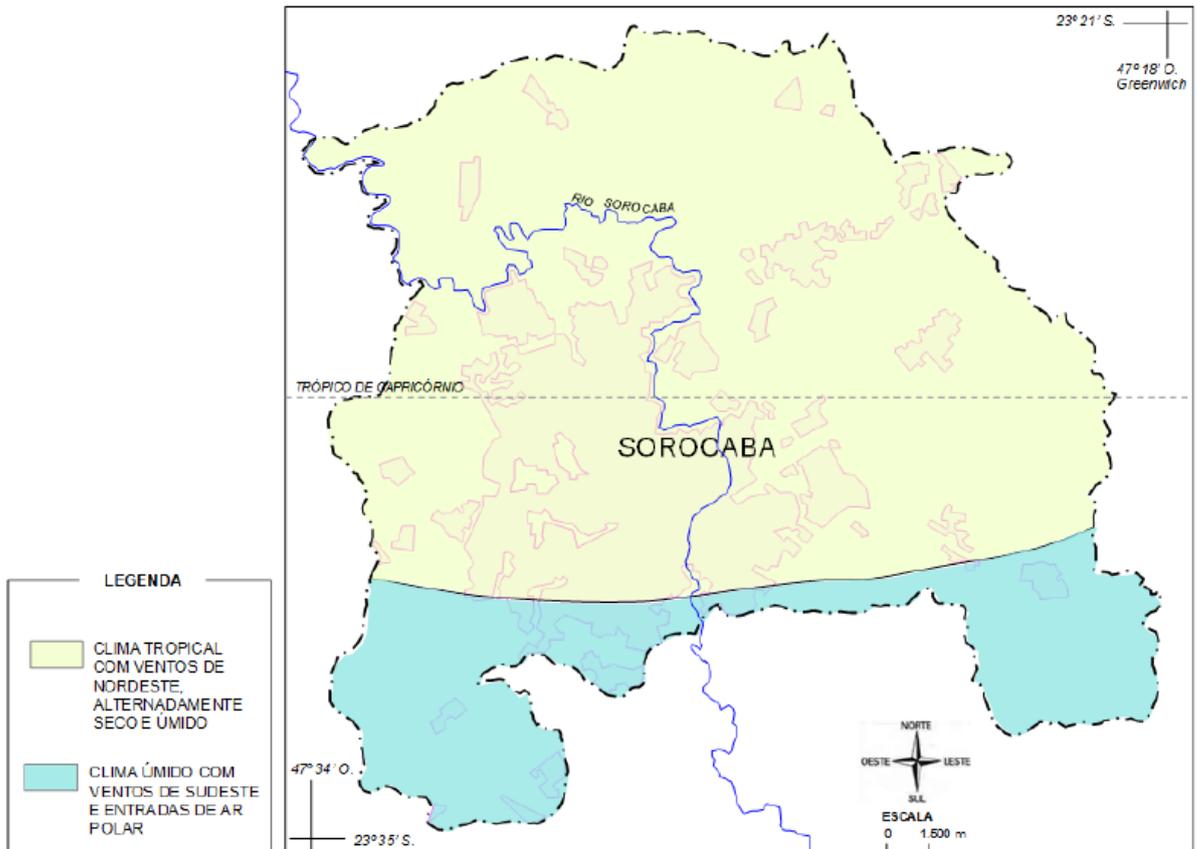
Como aponta Machado-Hess (2020) Sorocaba tem um relevo ondulado (Figura 1), na sua porção sudeste há altos de serra, a altitude média do município é de 632 m em relação ao nível do mar. A maior altitude é de 1028 m nas cabeceiras do rio Pirajibu, na Serra de São Francisco, próximo à divisa com Alumínio. A menor altitude do município é de 539 m e está no vale do rio Sorocaba, no ponto que atravessa a divisa para entrar nos municípios vizinhos de Porto Feliz e Iperó, servindo-lhes de divisa.



**Figura 1** – Relevo do município de Sorocaba-SP.

**Fonte:** Mapa elaborado por Marcelo Martinelli e Elizabeth S. Machado-Hess, 2012. Livro: Atlas Escolar de Sorocaba – SP.

Ainda de acordo com Machado-Hess (2020), Sorocaba situa-se entre duas grandes zonas climáticas (Figura 2) que passam pelo estado de São Paulo, cujos limites coincidem com a passagem do Trópico de Capricórnio. Uma delas corresponde à zona dos climas controlados pelas massas de ar equatoriais (com calor quase o ano todo e chuvas) e tropicais (com calor mais intenso no verão e estação das chuvas bem marcada, portanto, com um inverno seco). A outra zona é a dos climas controlados pelas massas de ar tropicais e polares, as que trazem um ar bastante frio, proveniente do Sul, provocando repentinas mudanças do tempo, principalmente no inverno.



**Figura 2** – Zonas climáticas do município de Sorocaba – SP.

**Fonte:** Mapa elaborado por Marcelo Martinelli e Elizabeth S. Machado-Hess, 2012. Livro: Atlas Escolar de Sorocaba – SP.

As estações meteorológicas foco deste estudo situam-se a 24 km de distância entre si e estão localizadas em ambientes distintos em termos de orografia e uso e ocupação do entorno. A estação meteorológica convencional (EMC) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), identificada pelo código 83851, está localizada na Faculdade de Tecnologia Sorocaba (FATEC), onde o clima é definido como alternadamente seco e úmido (Machado-Hess, 2020). Foi instalada em 31/12/1927 (23°48'S e -47°43'W, a uma altitude de 597,58 m), onde os seus registros de umidade relativa do ar, precipitação, temperatura instantânea, temperatura máxima e mínima, velocidade e direção do vento, nebulosidade e insolação são realizados por um observador meteorológico às 12, 18 e 24 UTC. Alguns instrumentos de medição ficam expostos ao ar livre, como, por exemplo, o pluviômetro (Figura 3) e o anemômetro (Figura 4), outros ficam protegidos no abrigo meteorológico, como, por exemplo, os termômetros de máxima e mínima (Figura 5). A umidade relativa é obtida a partir de observações de termômetro de bulbo seco e de bulbo úmido, através de relações psicrométricas. O pluviômetro está instalado a 1,5 m do solo e o anemômetro a 10,5 m. Todos os dados são disponibilizados diariamente no site oficial do INMET.



**Figura 3** - Pluviômetro da estação meteorológica convencional do INMET instalado na FATEC Sorocaba.

**Fonte:** Seção de Observação e Meteorologia Aplicada, 7º Distrito de Meteorologia (SP e MS), INMET, 2021.



**Figura 4** - Anemômetro da estação meteorológica convencional do INMET instalado na FATEC Sorocaba.

**Fonte:** Seção de Observação e Meteorologia Aplicada, 7º Distrito de Meteorologia (SP e MS), INMET, 2021.



**Figura 5** - Termômetros de máxima e mínima da estação meteorológica convencional do INMET instalado na FATEC Sorocaba.

**Fonte:** Seção de Observação e Meteorologia Aplicada, 7º Distrito de Meteorologia (SP e MS), INMET, 2021.

Por sua vez, a estação meteorológica automática (EMA) Davis Vantage Pro 2 (Figura 6), está localizada na Universidade Federal de São Carlos campus Sorocaba (Figura 7) caracterizada como uma região de clima predominantemente úmido (Machado-Hess, 2020). Sua instalação foi realizada em novembro de 2020 ( $-23^{\circ}60'S$  e  $-47^{\circ}53'W$ , a uma altitude de 665 m) e possui vários sensores automáticos de medida dos parâmetros meteorológicos, tais como pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar e direção e velocidade do vento. Estes estão ligados a uma unidade de memória central. Seus dados são medidos a cada 1 minuto e enviados automaticamente a um *data logger*, os quais ficam armazenados e posteriormente exportados para uma planilha Excel. Nesta estação o pluviômetro está instalado a 1,80 m do solo e o anemômetro a 2 m.



**Figura 6** - Estação Automática Davis Vantage Pro 2 localizada na UFSCar campus Sorocaba.  
**Fonte:** Fotos tiradas por Kelly Tonello.



**Figura 7** – Localização da FATEC (EMC) e UFSCar Sorocaba (EMA).  
**Fonte:** Google Earth, 2021.

A tabela 1 apresenta as especificações dos sensores utilizados por ambas estações meteorológicas.

**Tabela 1** - Especificações técnicas inerentes a cada sensor da estação meteorológica convencional (EMC) e automática (EMA).

<b>Estação</b>	<b>Elemento meteorológico</b>	<b>Elemento Sensor</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Sensibilidade</b>
<b>EMC</b>	Precipitação	Pluviômetro IH	-	-
	Temperatura máxima	Mercúrio	R. Fuess	0,2 °C
	Temperatura mínima	Álcool	R. Fuess	0,2 °C
	Umidade relativa do ar	*	*	*
	Velocidade do vento	Anemômetro	-	-
<b>EMA</b>	Precipitação	Pluviômetro	-	-
	Temperatura máxima	Termistor	Vaisala	0,1 °C
	Temperatura mínima	Termistor	Vaisala	0,1 °C
	Umidade relativa do ar	Capacitor	Vaisala	3%
	Velocidade do vento	Anemômetro	R.M. Young	0,5 m/s

\*A umidade relativa da EMC é fornecida pela "Tabela Psicrométrica" usando as leituras dos termômetros de bulbo úmido e seco, ou usando a temperatura do bulbo seco e a diferença psicrométrica.

**Fonte de dados EMC:** Seção de Observação e Meteorologia Aplicada, 7º Distrito de Meteorologia (SP e MS), INMET, 2021.

**Fonte de dados EMA:** Manual Davis Vantage Pro 2.

### 3.2 Avaliação de Dados

Dados horários de temperatura média, máxima e mínima, umidade relativa do ar, precipitação total e velocidade do vento são elementos comuns entre as estações EMA e EMC e por esse motivo, foram escolhidos para fins de comparação. O período de análise dos dados foi de 15/11/2020 a 30/09/2021, porém no mês de janeiro de 2021 não houveram medições na EMC devido a ocorrência de manutenção técnica informada pelo 7º Distrito de Meteorologia, portanto esse mês foi desconsiderado nas medições. A partir dos dados horários diários foram calculadas as médias mensais dos resultados medidos referentes aos elementos meteorológicos, exceto para precipitação onde os resultados foram somados a fim de se avaliar o resultado acumulado mensal. Apesar da diferença da altura de instalação observada entre os anemômetros das estações (2m EMA e 10m EMC), os dados foram processados a fim de se conhecer os resultados de cada local.

Realizou-se então as médias comparativas de ambas estações de acordo com cada elemento meteorológico e aplicou-se o teste F a essas médias a fim de avaliar a homogeneidade das variâncias. A partir dos resultados encontrados para o teste da variabilidade das variâncias, foi aplicado o teste T com o objetivo de avaliar se as médias de ambas estações são significativamente diferentes ou não. Ambos testes foram realizados a um nível de significância de 5% e calculados com o software Excel versão 2016.

Para a hipótese nula (H0) julgou-se que não haveria diferença significativa entre as variâncias (teste F) e as médias (teste T), já a hipótese alternativa (H1) seria de que, as variâncias e médias apresentassem diferenças significativas, o que seria possível e/ou justificável devido a distância entre as estações e diferentes fatores geográficos característicos de cada uma (Tabela 2).

**Tabela 2** – Hipóteses para o teste F e teste T.

<b>Teste</b>	<b>Hipótese</b>	<b>Descrição da hipótese</b>
<b>F</b>	Nulidade	Não há diferença significativa na variabilidade das variâncias.
	Alternativa	Há diferença significativa na variabilidade das variâncias.
<b>T</b>	Nulidade	Não há diferença significativa entre as médias.
	Alternativa	Há diferença significativa entre as médias.

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

Os dados das respectivas estações meteorológicas também foram comparados através de gráficos de colunas e gráficos de dispersão onde foi traçada uma linha de tendência e determinado o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e posteriormente definido o coeficiente de correlação (R) através das ferramentas de análise do software Excel versão 2016.

Filho e Júnior (2009), definiram a correlação linear de Pearson como sendo uma medida de associação linear entre variáveis, representado pela equação 1.

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{s_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{Y}}{s_y} \right)$$

*Equação 1*

Onde:

r = coeficiente de correlação;

n = tamanho da amostra;

x<sub>i</sub> e y<sub>i</sub> = observações simultâneas das variáveis;

X e Y = médias aritméticas de cada uma das variáveis;

S<sub>x</sub> e S<sub>y</sub> = desvio padrão das amostras.

Crespo (2004) explica que, o coeficiente de correlação existente entre as variáveis analisadas é denominado por (R) sendo definido como:

- Positivo, se os pontos do diagrama apresentam como “imagem” uma reta ascendente;
- Negativo, se os pontos têm como “imagem” uma reta descendente;
- Não linear, se os pontos têm como “imagem” uma curva.

O autor também definiu os valores de R pertencentes ao intervalo de -1 a +1 da seguinte forma:

- a) Se R é igual a +1, há uma correlação perfeita e positiva entre as variáveis;
- b) Se R é igual a -1, há uma correlação perfeita e negativa entre as variáveis;
- c) Se R for igual a zero, ou não há correlação entre as variáveis ou a correlação que existe não é linear.

A partir do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi calculado o coeficiente de correlação. Como definido por Rankia (2020), o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) varia entre 0 e 1 e, determina a extensão da variância da variável dependente que pode ser explicada pela variável independente, quanto maior  $R^2$ , melhor é a equação de regressão.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos indicadores estatísticos utilizados para comparação de todos os elementos foram apresentados na tabela 3.

**Tabela 3** - Indicadores estatísticos para análise entre dados referentes aos elementos meteorológicos monitorados.

Elemento meteorológico	Teste F (Valor-p)	Teste T (Valor-p)	$R^2$	R
Temperatura Média	0,375343916	0,632003227	97%	0,98489
Temperatura Máxima	0,459020559	3,92149E-05	94%	0,96954
Temperatura Mínima	0,342847626	0,025280219	95%	0,97468
Umidade relativa	0,42018799	0,237226027	81%	0,9
Precipitação	0,254246485	0,626887246	69%	0,83066
Velocidade do vento	0,051550088	0,116604951	27%	0,51962

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

Na tabela 4 são apresentados os resultados de correlação entre os elementos meteorológicos da EMC e EMA, percebe-se que os maiores resultados são para temperatura e umidade, o menor resultado foi indicado para a velocidade do vento.

**Tabela 4.** Correlação entre os elementos meteorológicos na estação convencional (EMC) e estação automática (EMA).

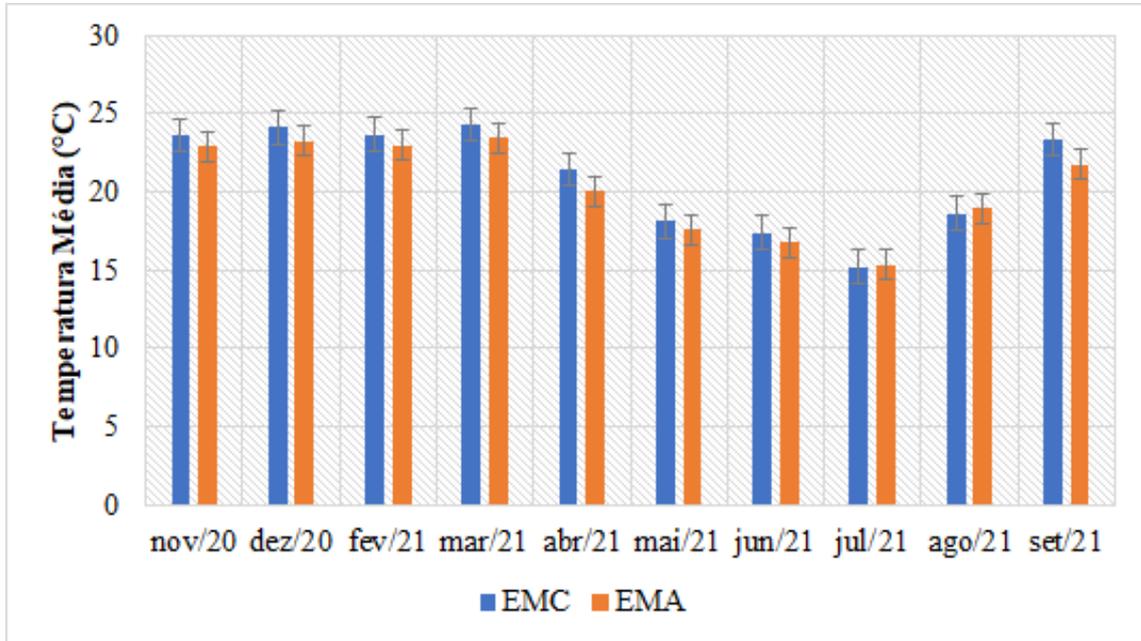
	Elementos					
	Temp. Média	Temp. Máx.	Temp. Mín.	UR	Precipitação	Vel. Vento
<b>Correlação (R)</b>	0,9848	0,9695	0,9746	0,9018	0,8306	0,5196

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

##### 4.1 Temperatura Média

Durante os 10 meses de monitoramento, as temperaturas médias mensais mantiveram-se próximas e não houve variação significativa entre as estações, os resultados coincidiram nos

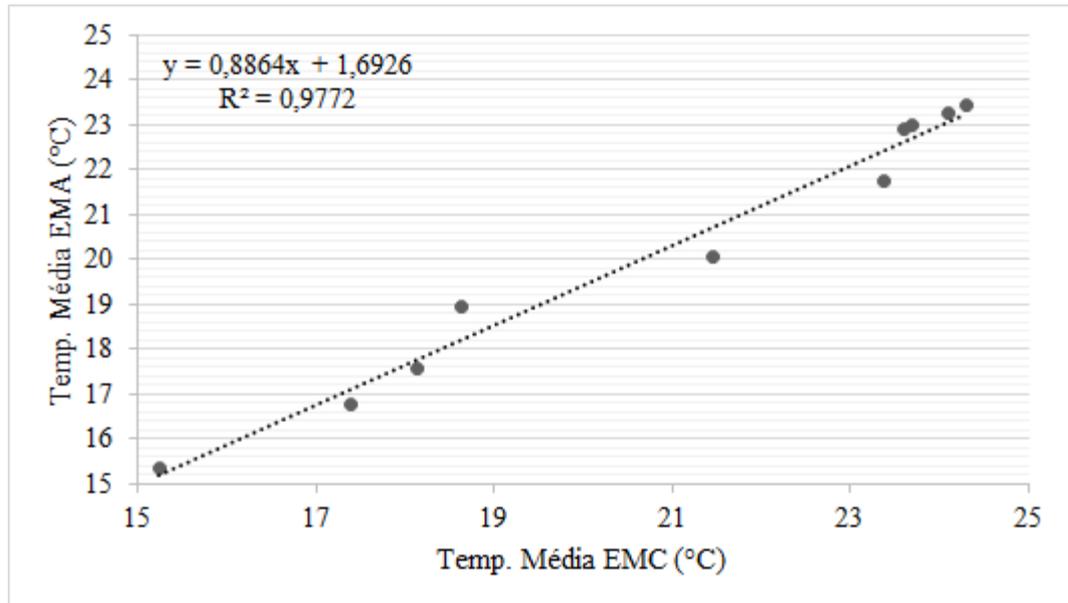
picos de máxima (entre novembro e março) e mínimas (entre maio e julho) (Figura 8). O mês que apresentou maior média foi março com 24,3°C na EMC e 23,4°C na EMA e, o mês com menor média foi julho com 15,2°C na EMC e 15,4°C na EMA.



**Figura 8** - Valores da temperatura média mensal, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

O resultado do teste F foi de 0,37 e não indicou variabilidade significativa entre as variâncias e seguindo com o teste T, o resultado de 0,63 evidenciou que não houve diferença significativa entre as temperaturas médias. Os valores obtidos para o coeficiente de correlação (R) e determinação (R<sup>2</sup>) foram de 0,98 e 97% respectivamente, o que demonstra uma forte correlação positiva entre os dados (Figura 9). A diferença entre as médias de ambas estações foi de 0,69°C.

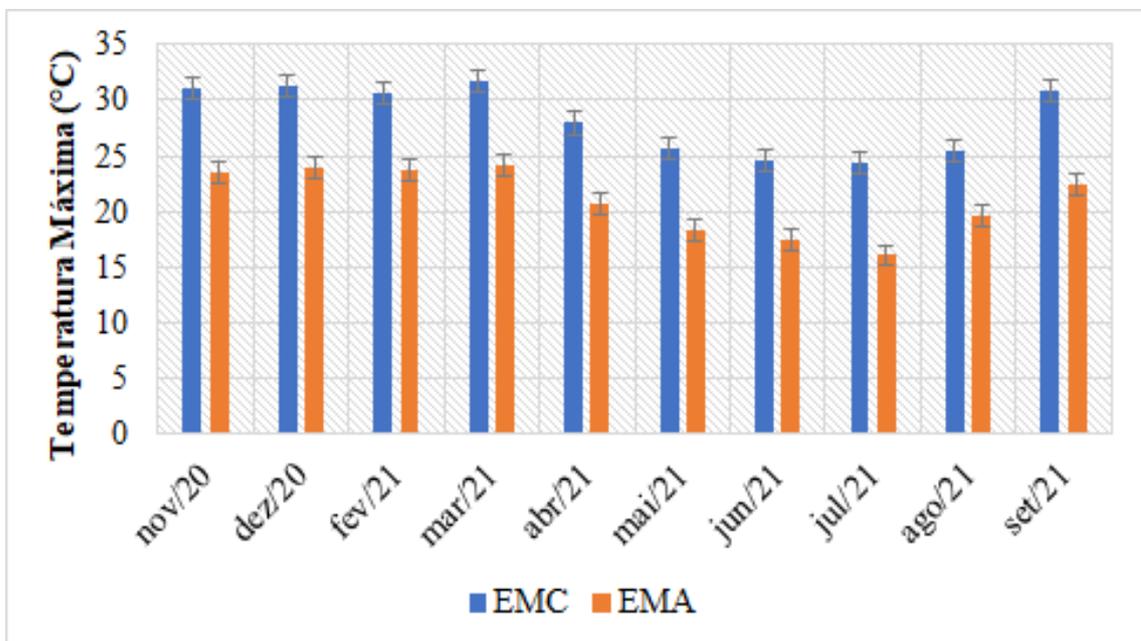


**Figura 9** – Dispersão para temperatura média na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

#### 4.2 Temperatura Máxima

Os meses com as maiores temperaturas foram de novembro a março, com uma média de 31,1°C para a EMC e 23,89°C para a EMA (Figura 10).



**Figura 10** - Médias mensais dos valores da temperatura máxima, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

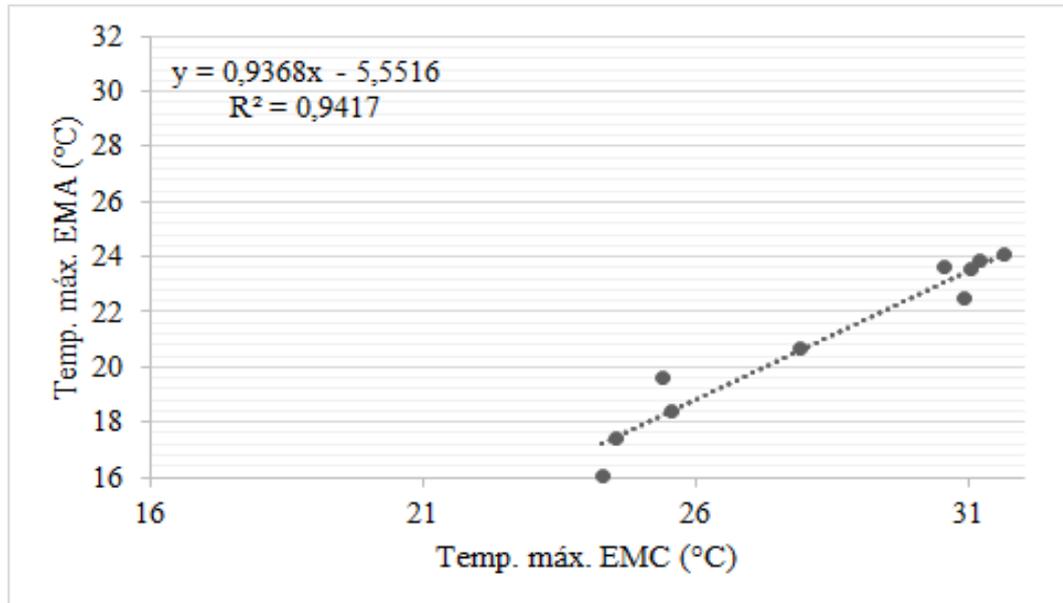
**Fonte:** Ludmila Guimarães.

Notou-se que as maiores temperaturas máximas foram predominantes na EMC, o que pode estar relacionado ao fato dessa estação meteorológica estar situada em um ambiente mais

antropizado do que a EMA. A variação térmica e o efeito de ilha de calor podem variar de acordo com o uso e ocupação do solo, a densidade populacional, densidade de áreas verdes e o tamanho da cidade e, a formação dessas ilhas de calor tendem a ser maiores nos centros urbanos e de dissiparem para as regiões periféricas (GOMES & QUEIRÓZ, 2013). As altas temperaturas geralmente são registradas onde o crescimento vertical é mais intenso, em locais onde existe a alta densidade demográfica aliada às poucas áreas arborizadas, o que geralmente acontece em centros urbanos (ALMEIDA, 2005). Quando há diferença de temperatura entre essas áreas centrais (valor mais altos de temperatura) e as periferias (valor mais baixos), se podem identificar o efeito de formação de ilha de calor, a qual é caracterizada pela presença da área mais quente (NASCIMENTO E BARROS, 2001). Lombardo (1985) cita que, com a expansão das cidades, há geralmente uma diminuição das áreas verdes e de suas superfícies líquidas, que são substituídas pelo asfalto e pelo concreto, resultando em áreas impermeabilizadas, nestas áreas, há um aumento nas temperaturas, uma vez que, com a umidade reduzida nestas superfícies, parte da energia solar incidente não será gasta no processo de evaporação, sendo usada então no aquecimento do ar, graças a isso, o calor recebido por essas áreas continua a ser liberado no ambiente, mesmo após o pôr-do-sol; contrastando a temperatura dessas áreas com a do ambiente circundante.

De acordo com o resultado de 0,45 do teste F não houve variabilidade significativa entre as variâncias e seguindo com o teste T o resultado de 0,00003 evidenciou a existência de uma diferença significativa entre as médias comparativas a um nível de probabilidade de 5%, a diferença entre as médias das estações foi de 7,34°C.

A partir do gráfico de dispersão (Figura 11) foi possível obter um valor de 94% para o coeficiente de determinação e 0,9 para o coeficiente de correlação, o que evidencia uma forte correlação positiva entre os dados medidos na EMC e EMA.



**Figura 11** – Dispersão para temperatura máxima na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

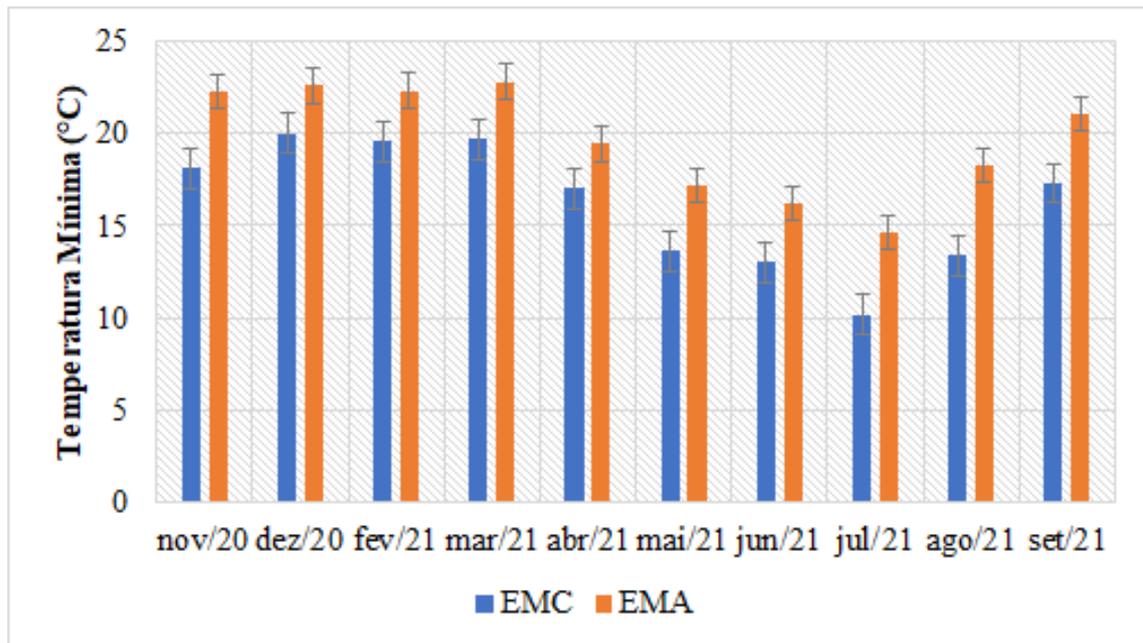
### 4.3 Temperatura Mínima

De acordo com Galvão et. al (2010) a inversão térmica é uma condição meteorológica que ocorre quando uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio, impedindo o movimento ascendente do ar, uma vez que, o ar abaixo dessa camada fica mais frio, portanto, mais pesado, fazendo com que os poluentes se mantenham próximos da superfície. A inversão térmica é um processo meteorológico que ocorre durante todo o ano, tanto em ambientes urbanos como rurais.

Como aponta a CETESB (2021) no inverno, a altura da camada de inversão costuma ocorrer mais próxima à superfície, principalmente no período noturno. Em um ambiente com um número considerável de indústrias e de circulação de veículos, como o das cidades e centros urbanos, a inversão térmica pode resultar em elevada concentração de poluentes, ocasionando problemas de saúde e retenção do ar mais frio na troposfera.

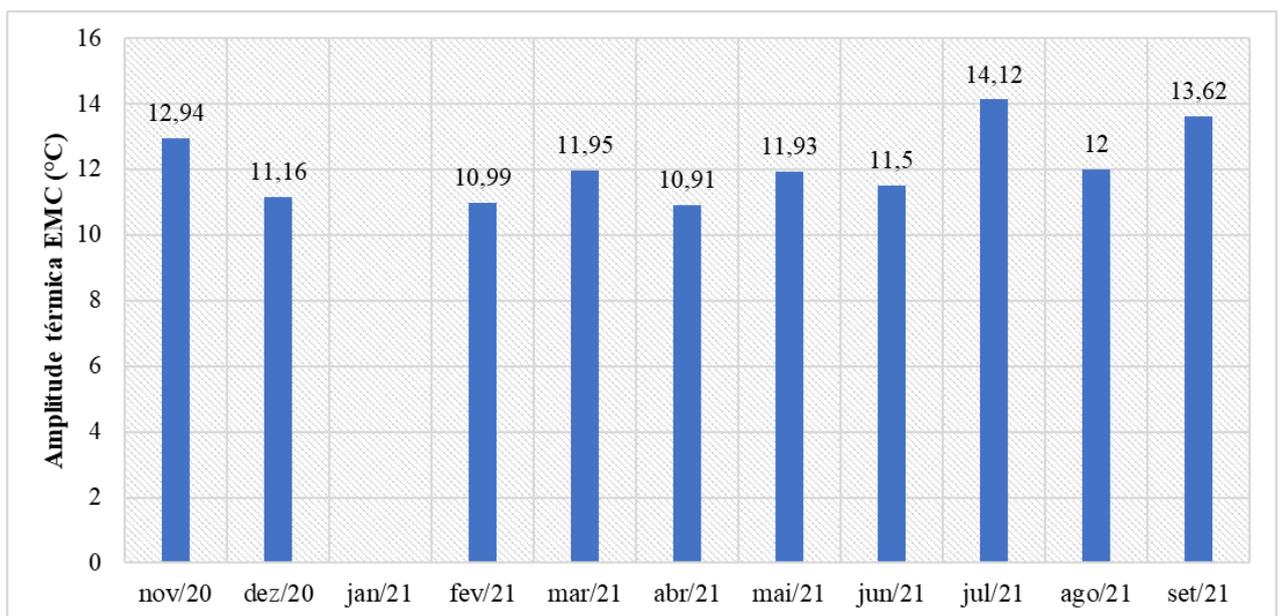
Pode-se observar a ocorrência deste fenômeno climático diante dos resultados apresentados pela EMC. Localizada em uma região urbana densa, com maior índice de poluição, a EMC apresentou as menores temperaturas mínimas, quando comparada à EMA. Os meses mais frios foram de maio a agosto com uma média de 12,5°C para a EMC e 16,6°C para a EMA, obteve-se uma diferença de 3,5°C entre as médias totais de ambas estações (Figura 12). Na Figura 13 e 14 é possível observar a amplitude térmica mensal para a EMC e EMA,

respectivamente, os meses de junho e julho apresentaram a maior amplitude para ambas estações, sendo que para a EMC foi em média 26,6°C e para a EMA foi de 27,9°C. De acordo com Souza (2021), quando ocorre uma grande amplitude térmica os efeitos são notórios, e isso acontece de forma mais recorrente durante uma época mais específica do ano: outono e inverno. Noites, madrugadas e manhãs são mais frias, mas as tardes continuam quentes, isto em algumas regiões do país.



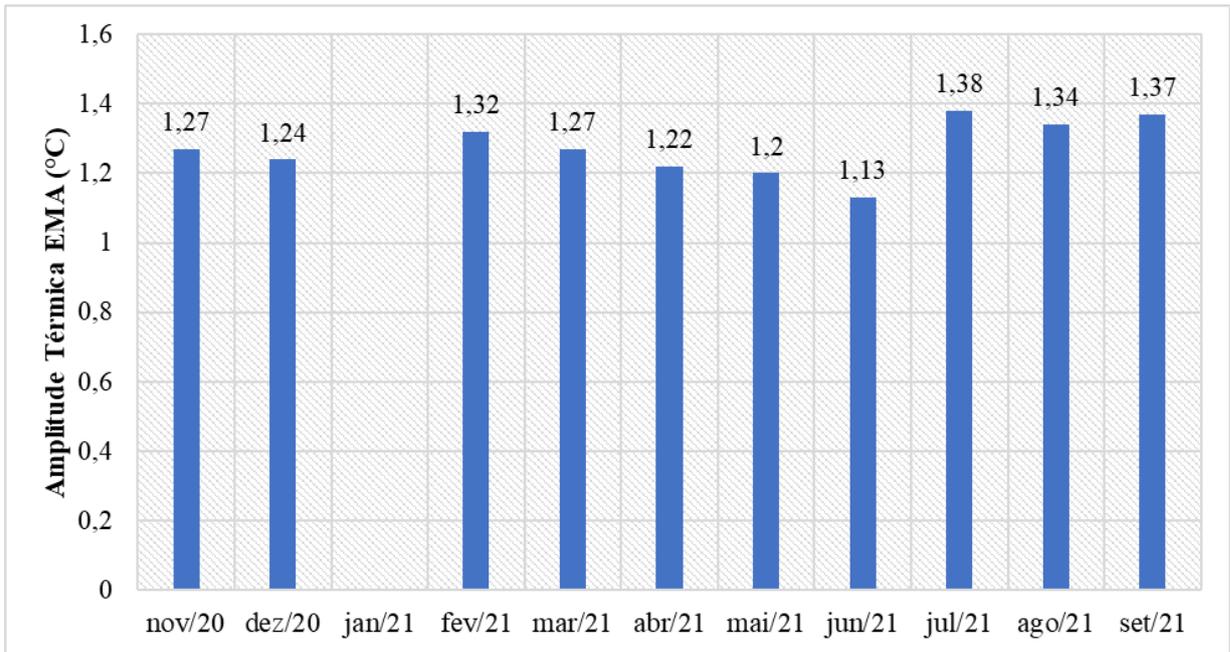
**Figura 12** - Médias mensais dos valores da temperatura mínima, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.



**Figura 13** - Amplitude térmica mensal para a estação meteorológica convencional (EMC).

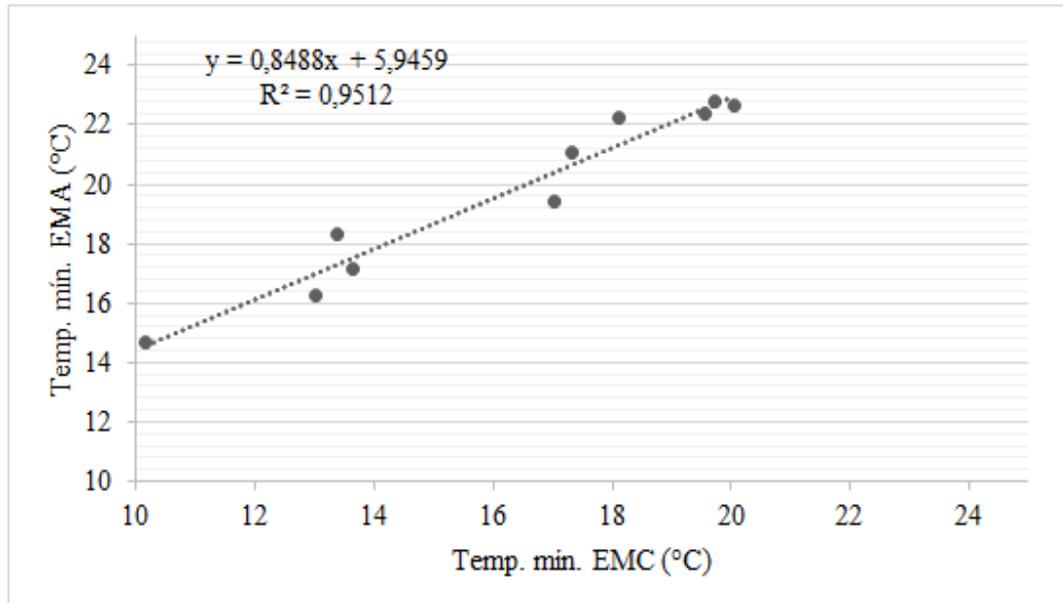
**Fonte:** Ludmila Guimarães



**Figura 14** - Amplitude térmica mensal para a estação meteorológica automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

O resultado do teste F foi de 0,34 e não indicou variabilidade significativa entre as variâncias e seguindo com o teste T, o resultado de 0,025 evidenciou que houve diferença significativa entre as médias de temperatura mínima. Os valores obtidos para o coeficiente de correlação (R) e determinação (R<sup>2</sup>) foram de 0,97 e 95% respectivamente, o que demonstra uma forte correlação positiva entre os dados (Figura 15). A diferença entre as médias das estações meteorológicas foi de 3,49°C.

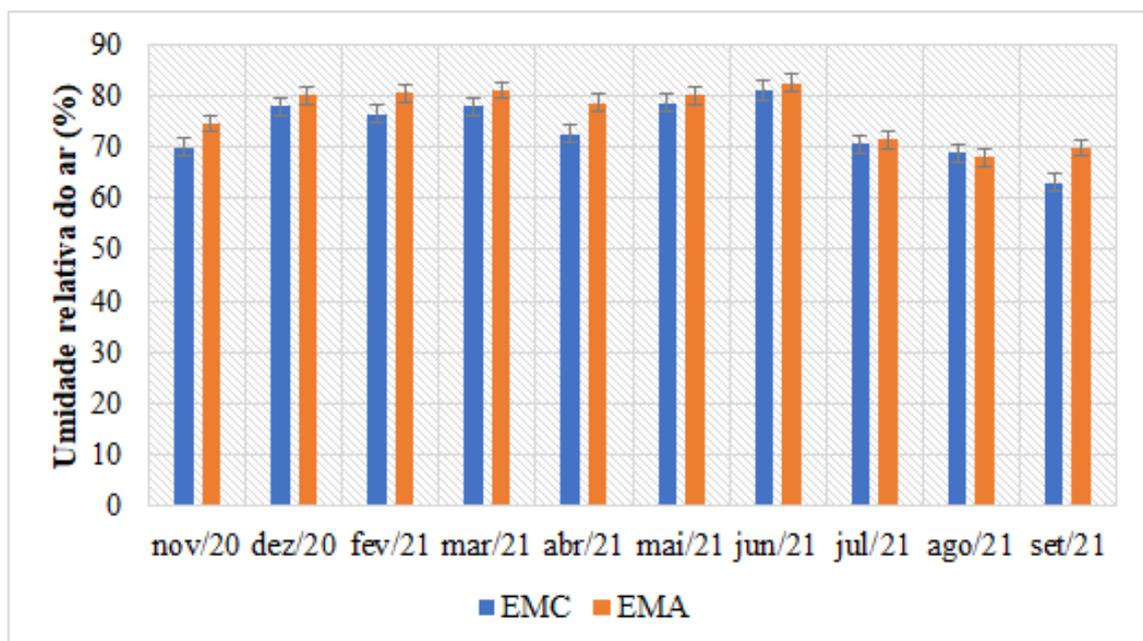


**Figura 15** – Dispersão para temperatura mínima na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

Fonte: Ludmila Guimarães.

#### 4.4 Umidade Relativa do Ar

Os meses mais úmidos foram maio e junho na EMC com valores de 78,7% e 81,1% respectivamente e, março e junho na EMA com valores de 81,0% e 82,4% respectivamente (Figura 16). O mês com menor umidade relativa foi setembro com 63,1% na EMC e 69,8% na EMA.



**Figura 16** - Médias mensais dos valores da umidade relativa do ar, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

Fonte: Ludmila Guimarães.

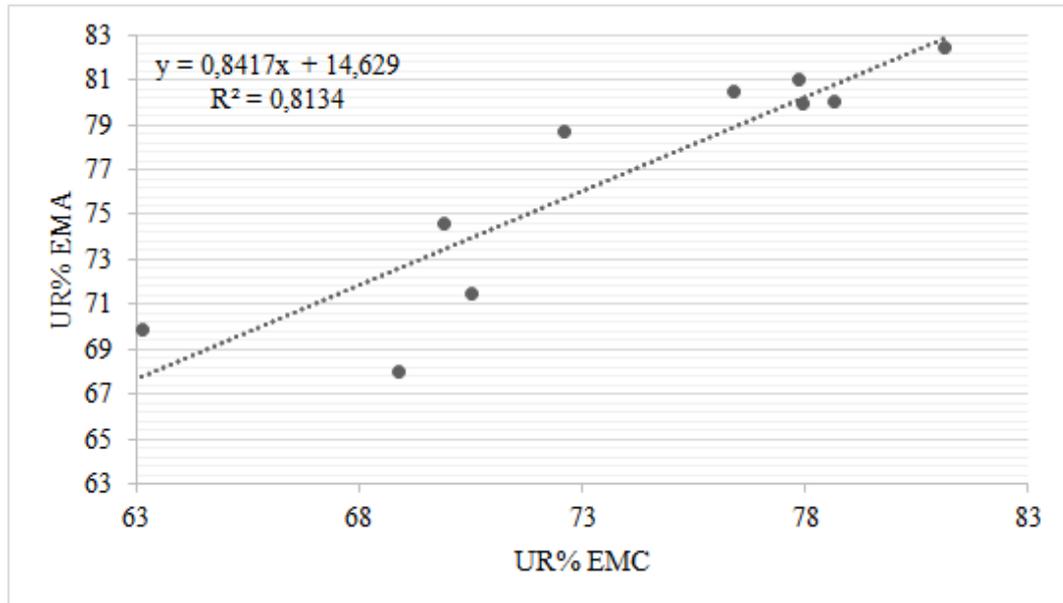
Em contrapartida, os maiores valores de umidade relativa média foram observados na EMA, com exceção do mês de agosto com uma diferença de 0,89% em comparação com a EMC.

Segundo Mascaró (2010) no ambiente natural a radiação solar que chega à vegetação também é usada pelas plantas em seu processo metabólico. Essa característica contribui para maiores níveis de umidade do ar, pois a vegetação controla a sua própria temperatura e a transforma em vapor de água, refrigerando o ar que está em seu entorno. Já na cidade, o baixo número de espécies arbustivas e arbóreas que unidas às grandes áreas pavimentadas por asfaltos, concretos e tijolos, ocasionam uma baixa reflectância dos raios do sol, conseqüentemente armazenam mais a radiação solar e refletem mais calor para o meio, quando comparadas às áreas rurais mais afastadas, as quais preservam mais as características naturais do ambiente.

Romero (2000) apontou que o solo impermeabilizado e drenado apresenta um albedo maior e uma menor condutibilidade, tornando o clima local instável e que, ao mesmo tempo, reduz a umidade e o efeito refrescante produzido pela evaporação da água do solo.

De acordo com o resultado de 0,42 do teste F não houve variabilidade significativa entre as variâncias e seguindo com o resultado de 0,23 do teste T não houve diferença significativa entre as médias de ambas estações, a diferença entre as médias de ambas estações foi de 2,96%.

A partir do gráfico de dispersão (Figura 17) foi obtido um coeficiente de determinação de 81% e uma coeficiente de correlação de 0,9 o que indica uma forte correlação positiva entre os dados de ambas estações meteorológicas.

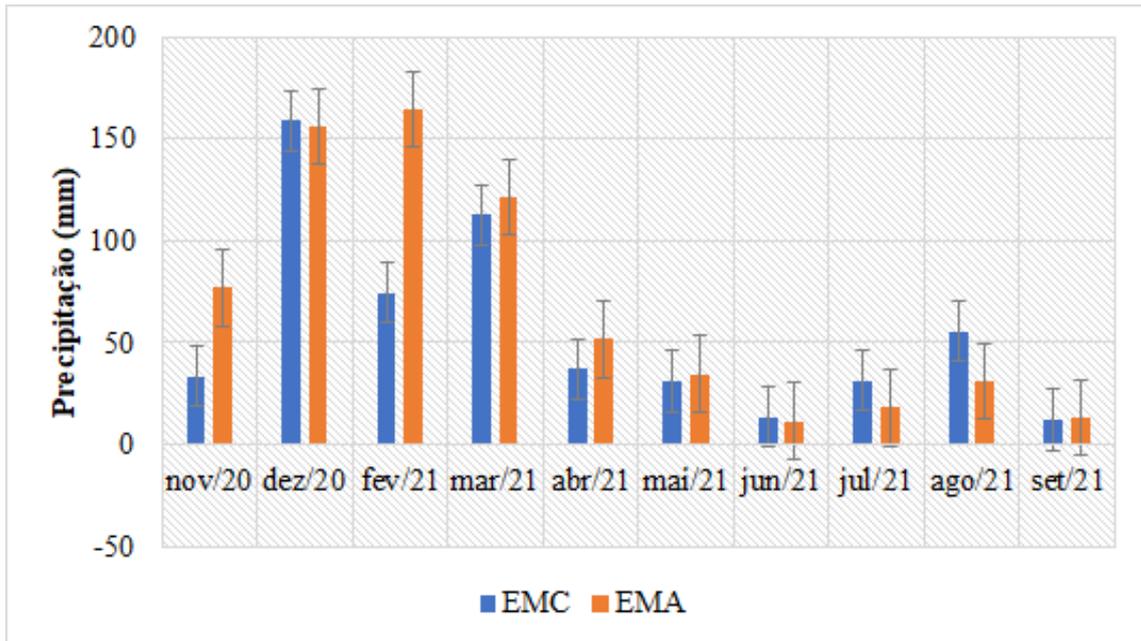


**Figura 17** – Dispersão para umidade relativa na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

#### 4.5 Precipitação

Para o período de monitoramento, a precipitação acumulada correspondeu a 561 mm para a EMC e 679 mm para a EMA. Em ambas as estações meteorológicas, os resultados coincidiram nos picos de máxima nos meses de dezembro (159 mm EMC e 156 mm EMA), fevereiro (74 mm EMC e 165 mm EMA) e março (113 mm EMC e 122 mm EMA) e mínima nos meses de junho (14 mm EMC e 11 mm EMA) e setembro (12 mm EMC e 13 EMA). Contudo, a precipitação na EMA foi maior na maioria dos meses, com exceção dos meses de dezembro, junho, julho e agosto (Figura 18).

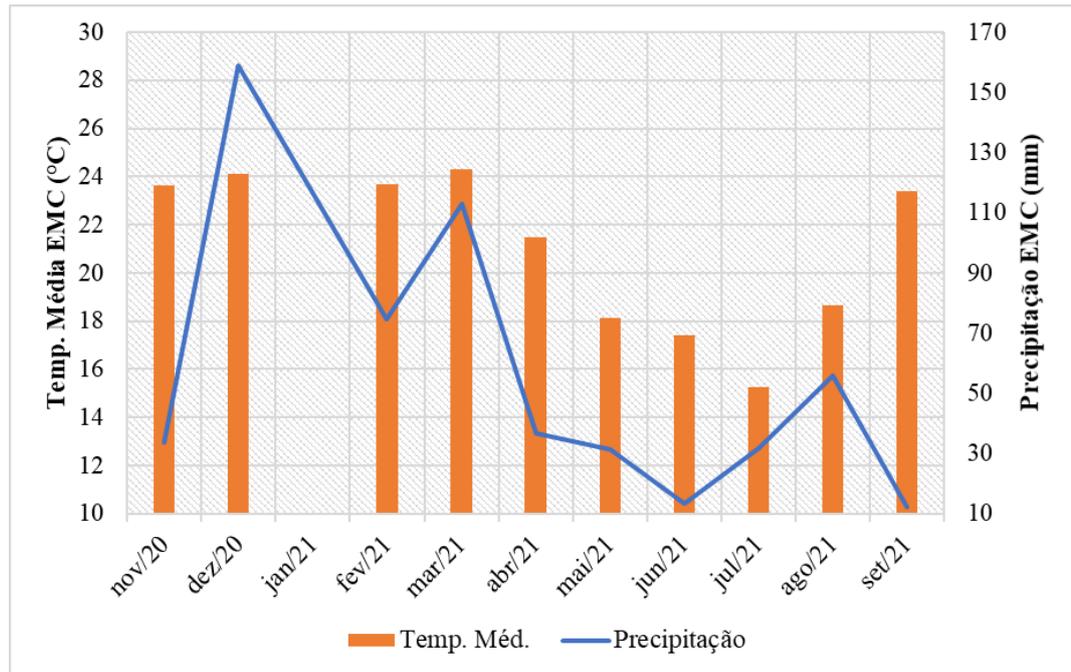


**Figura 18** – Precipitação acumulada mensal, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

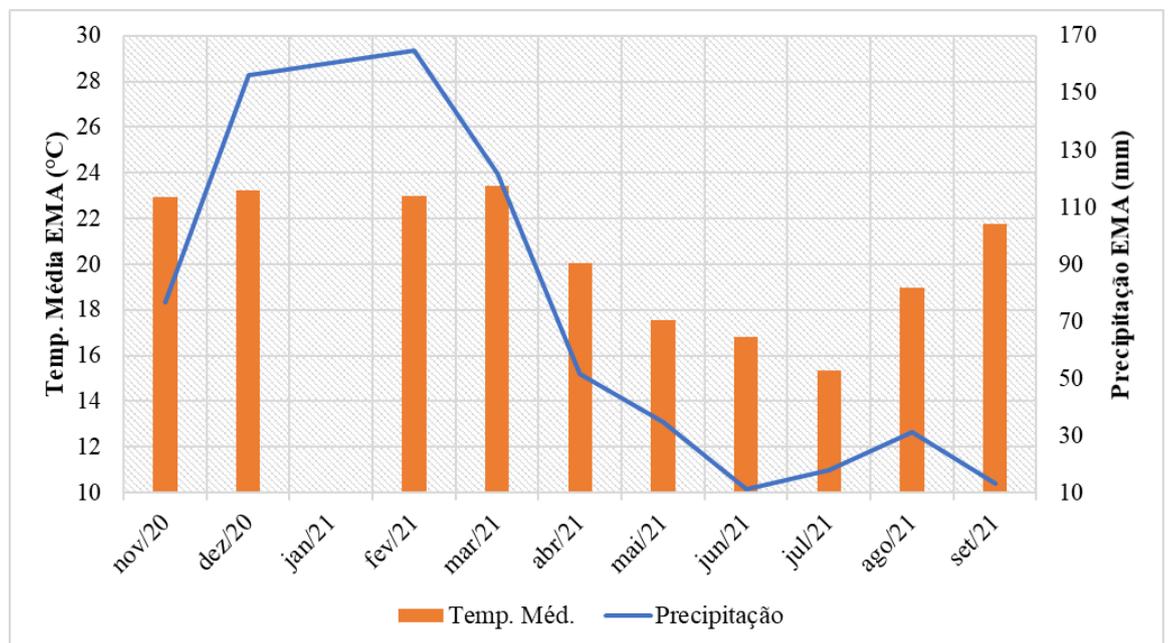
Nota-se que nos meses de novembro, fevereiro e agosto os resultados foram mais distantes entre as estações, no restante dos meses ambas estações apresentaram comportamento semelhantes. Nos meses mais quentes e úmidos (dezembro a março) encontram-se os maiores índices pluviométricos em ambas estações, segundo Pegorim (2021) especialmente na primavera e no verão, é muito comum a formação de várias nuvens de grande porte e ampla extensão vertical, que causam pancadas de chuva de curta duração.

Ainda segundo Pegorim (2021), quando a chuva está associada a uma frente fria então ela acontece de forma generalizada, em áreas mais amplas da cidade e até por todo município. Pode-se observar que, nos meses de inverno (maio a setembro) a precipitação foi menor com uma média de 29 mm para a EMC e 22 mm para a EMA, do que nos meses mais quentes onde as médias foram de 115 mm para a EMC e 147,46 para a EMA. Tanto para EMC quanto EMA, ao comparar com os dados apresentados nas Figura 19 e 20, nota-se que os maiores volumes de precipitação coincidem com os meses em que também se observaram as maiores temperaturas médias, assim como os meses mais frios também registram os menores volumes de chuva.



**Figura 19** – Relação entre temperatura média e precipitação acumulada mensal na estação meteorológica convencional (EMC).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

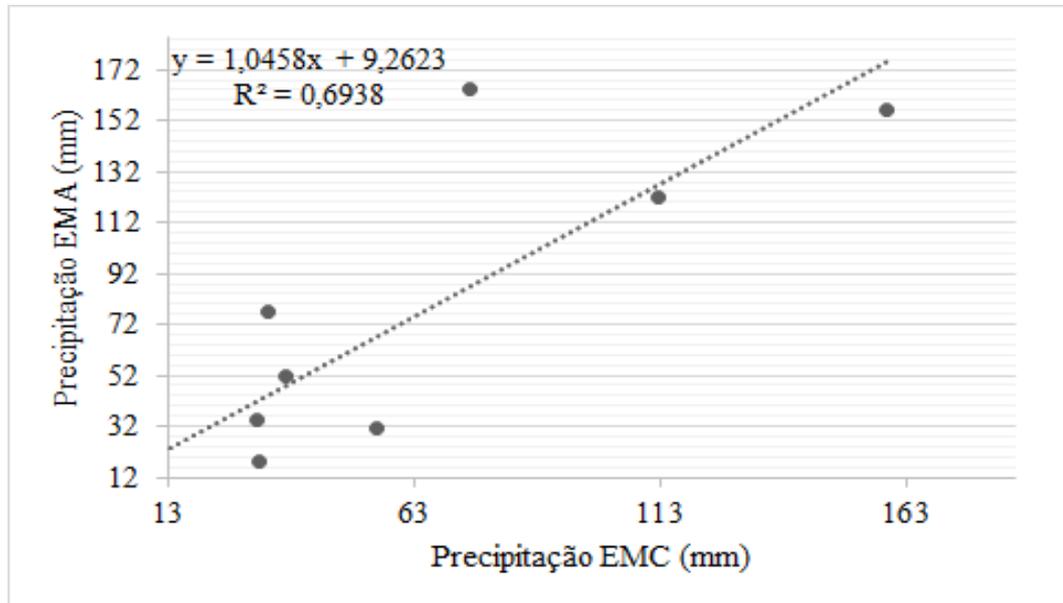


**Figura 20** – Relação entre temperatura média e precipitação acumulada mensal na estação meteorológica automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

O resultado do teste F indicou que a probabilidade de existir uma diferença significativa entre as variâncias de ambas estações foi de 0,25, ou seja, aceita-se a hipótese nula de que não há variabilidade entre as variâncias. A partir disso, o resultado de 0,62 do teste T também

indicou de que não há diferença significativa entre as médias a um nível de probabilidade de 5%, a diferença entre as médias de ambas estações foi de 11,83 mm. Foi observado um coeficiente de determinação de 69% (Figura 21) e uma correlação de 0,83 o que indica uma boa correlação próxima àquela que se definiu como positiva.

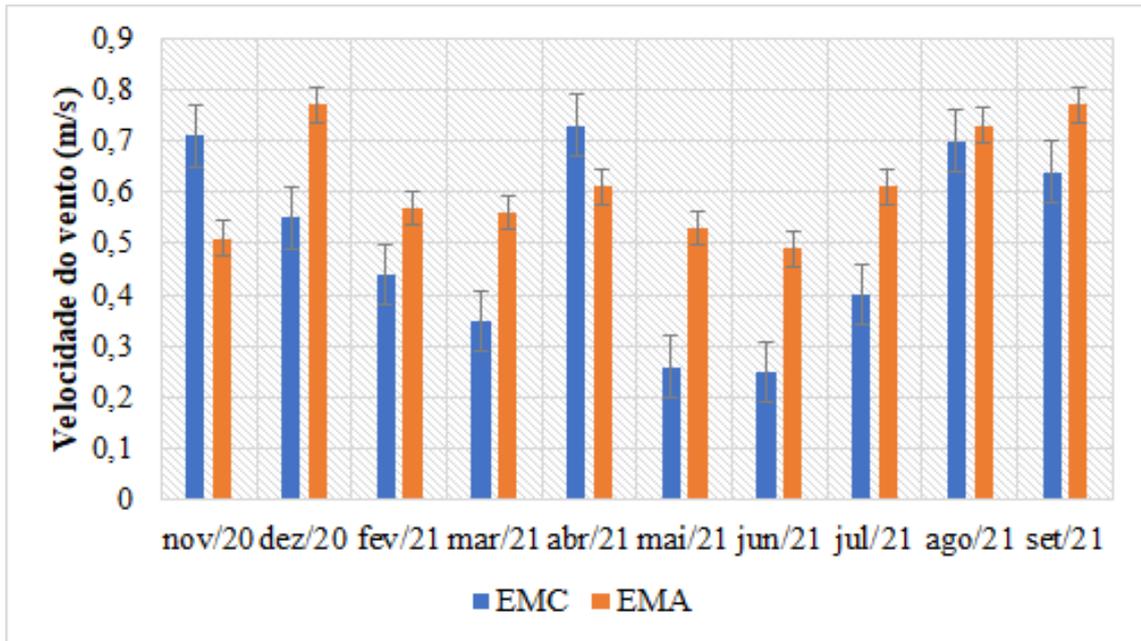


**Figura 21** – Dispersão para precipitação na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

#### 4.6 Velocidade do Vento

Os meses que apresentaram maior velocidade do vento em ambas estações foram agosto e setembro com médias mensais de 0,70 m/s e 0,64 m/s respectivamente na EMC e 0,73 m/s e 0,77 m/s respectivamente na EMA (Figura 22). Além disso, na EMA no mês de dezembro a média foi de 0,77 m/s. O mês que apresentou a menor média foi junho com 0,25 m/s na EMC e 0,49 m/s na EMA.



**Figura 22** - Médias mensais dos valores da velocidade do vento, obtidas na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

Importante ressaltar que a instalação dos anemômetros das estações foi realizada sob diferentes alturas, 2 m do solo na EMA e a 10 m do solo na EMC, devido a essa diferença os resultados não podem ser comparados como nos últimos elementos. Com o objetivo de apenas evidenciar os resultados obtidos, pode-se observar que na maioria dos meses, com exceção de novembro e abril, foram registrados os maiores resultados na EMA.

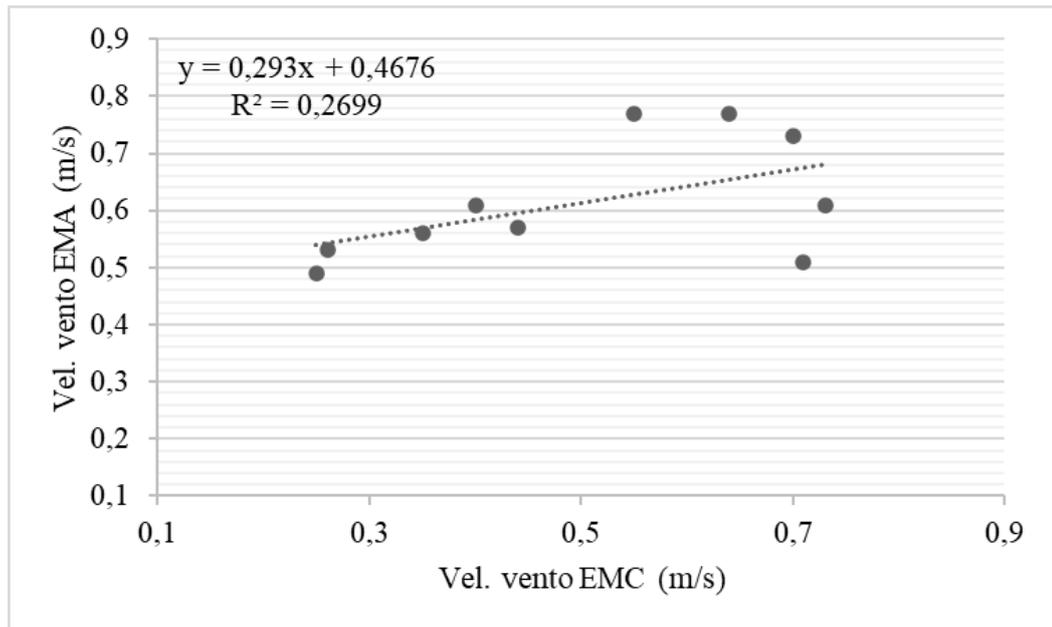
Além da diferença de altura da instalação dos anemômetros o que influencia nos resultados comparativos, há diferença entre as altitudes dos locais de instalação, a EMC está a uma altitude de 597,58 m e a EMA a uma altitude de 665 m, esperava-se que a velocidade do vento fosse maior naquele local onde há ausência de construções verticais, ou seja, no campus UFSCar.

Segundo Lombardo (1985) as correntes de vento, quando entram em contato com as rugosidades das formas urbanas, têm sua velocidade diminuída o que aumenta sua turbulência; tornando-a diferente dos meios circundantes.

Devido às diferenças de temperatura entre a cidade, a periferia e a zona rural, a circulação do ar ocorre de maneira diversa. No que diz respeito à velocidade do vento, esta normalmente é menor nas áreas construídas, excetuadas as áreas densamente verticalizadas, que podem canalizar o ar, atingindo nestes casos velocidades maiores do que em pontos abertos entre as edificações (OKE, 1978).

O resultado de 0,051 do teste F indica que não houve variabilidade significativa entre as variâncias e seguindo com o resultado de 0,11 do teste T não houve diferença significativa entre as médias de ambas estações, a diferença entre as médias foi de 0,112 m/s.

Obteve-se um coeficiente de determinação de 27% e uma coeficiente de correlação de 0,51 o que indica uma baixa correlação (Figura 23) entre os dados de ambas estações meteorológicas.



**Figura 23** – Dispersão para velocidade do vento na estação convencional (EMC) e automática (EMA).

**Fonte:** Ludmila Guimarães.

Os resultados das médias mensais para os elementos meteorológicos escolhidos e o acumulado para precipitação da estação meteorológica automática e convencional podem ser observados no APENDICE – A.

## 5. CONCLUSÃO

As temperaturas mínimas coincidiram no mês julho em ambas estações (10,2°C na EMC e 14,7°C na EMA), ao passo que as maiores ocorreram em março (31,7°C na EMC e 24,19°C na EMA).

No mês de dezembro a precipitação acumulada atingiu seu volume máximo representando um pico de máxima com o valor de 159,0 mm na EMC e 156,2 mm na EMA, porém o maior índice de chuva foi no mês de fevereiro na EMA com um total de 164,6 mm, em contrapartida,

o menor volume de precipitação acumulada ocorreu em junho com 13,5 mm na EMC e 11,4 mm na EMA.

Junho foi o mês que apresentou a maior umidade relativa do ar, com 81,1% na EMC e 82,43% na EMA; quanto a velocidade do vento, este apresentou menores médias no mês de junho com 0,25 m/s na EMC e 0,49 m/s na EMA e maiores médias no mês de agosto com 0,7 m/s na EMC e 0,73 na EMA.

Entre todos os elementos meteorológicos monitorados não houveram diferenças significativas entre as variâncias e médias de acordo com os testes F e T, com exceção dos elementos de temperatura máxima e mínima justificados pela formação de ilhas de calor e inversão térmica. A partir dos resultados obtidos conclui-se que os valores médios mensais das estações convencional e automática mostraram uma boa correlação pois foram em sua maioria fortemente positivos, exceto para a velocidade do vento devido a diferença de localização geográfica e de altura de instalação dos anemômetros.

Apesar de ambas estações se localizarem no mesmo município, possuem diferentes características geográficas o que leva a existência de variações significativas de resultados.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JUNIOR, N. L. **Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica**. Cuiabá: Dissertação (Mestrado). Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, 2005.
- ALMEIDA H. A.; SOUZA J. A.; ALCÂNTARA H. M. **Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática no semi-árido paraibano**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 16, n. 1, p. 58-66, 2008.
- AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 369f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2000.
- BABA, R. K; VAZ, M. S. M. G; COSTA, J. **Correção dedados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos**. UFGP, Ponta Grossa, PR. Revista Brasileira de Meteorologia. v.29, n.4, 515 - 526, 2014.
- BARROS, J.R.; ZAVATTINI, J.A. **Bases conceituais de climatologia geográfica**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 08, número 16, 2009. DOI: 10.4215/RM2009.0816.0019.
- BURT, S. **The Davis Instruments Vantage Pro2 wireless AWS – an independent evaluation against UK-standard meteorological instruments**. Davis Instruments Vantage Pro2 review. October, 2009.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Agência do Estado de São Paulo responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 10/08/2021.
- CUNHA, A R.; MARTINS, D. **Estudo comparativo entre elementos meteorológicos obtidos em estações meteorológicas convencional e automática em Botucatu, SP, Brasil**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 12, n. 1, p. 103-111, 2004.
- CRESPO, A. A. **Correlação linear**. In: CRESPO, A. A. Estatística fácil. 17 ed. São Paulo. Saraiva, 2004, p. 148 - 153.
- FIGUEIREDO FILHO D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. **Desvendando os mistérios de correlação de Pearson**. Revista Política Hoje. Recife-PE. 2009, n. 1, p. 115 - 146. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/politica/hoje/index.php/politica/article/viewFile/6/6>>. Acesso em: 16/08/2021.

GALVANI, E.; LIMA, N.G.B.; FALCÃO, R.M. **Ocorrência de inversão térmica no perfil topoclimático do pico da bandeira, parque nacional do Alto Caparó, Brasil.** Universidade de Coimbra, maio de 2010. 10p.

GOMES, M. F.; QUEIRÓZ, D. R. E. **Análise das variações termohigrométricas e de conforto térmico na cidade de Birigui-SP: subsídios ao planejamento ambiental urbano.** Jataí- GO: Revista Eletrônica do Curso de Geografia, n.21, p.85- 107, dez. 2013.

Google Earth. Disponível em < <https://earth.google.com/web/>>. Acesso em 30/05/2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Nota técnica n° 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET. **Rede de Estações Meteorológicas Automáticas do INMET.** 2011.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em < <https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em 07/08/2021.

KOPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec, 1985.

MACHADO-HESS, E.S. **Atlas Escolar de Sorocaba – SP.** História, Geografia e Ambiente. 2020. 107 p.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L. **Vegetação Urbana.** 3.ed. Porto Alegre: Masquatro, 2010.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre.** Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2004.

PEGORIM, J. **Clima: entenda o fenômeno das chuvas isoladas.** Disponível em <https://www.revive.com.br/noticias/clima/clima-entenda-o-fenomeno-das-chuvas-isoladas/>. Acesso em 30/06/2021.

NASCIMENTO, D. T. F.; BARROS, J. R. **Identificação de ilhas de calor por meio de sensoriamento remoto: estudo de caso no município de Goiânia – GO/2001.**

Goiânia: Boletim Goiano de Geografia, v.29, n.1, p. 119-134, jan. / jun. 2009.

OKE, T. R. **Boundary layer climates.** London: Methuen & Co, 1978. 372p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia:**

**Fundamentos e Aplicações práticas.** Livraria e Editora Agropecuária, Guaira, 2002. 478 p.

PINHEIRO, G. M.; AMORIM, M. C. C. T. **Uma contribuição ao estudo da temperatura e**

**da umidade relativa do ar em Euclides da Cunha Paulista/SP.** Geografia em Atos,

Presidente Prudente, n. 7, v. 2, p. 58-70, 2007.

RANKIA. **R-quadrado ajustado.** Disponível em < <https://www.rankia.pt/bolsa/r-quadrado-ajustado-definicao-como-interpretar-e-exemplos/>>. Acesso em 07/08/2021.

ROMERO, M. A. B. **Fatores climáticos locais.** In: Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo: ProEditores, 2000, p. 30-36.

ROLDÃO, A.F.; SANTOS, J.G. **A estação meteorológica da Universidade Federal de**

**Uberlândia como ferramenta para o ensino de climatologia.** Revista de Ensino de

Geografia, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 64-75, jul./dez. 2012.

SOUZA, A. **Os efeitos da grande amplitude térmica.** Disponível em

<<https://www.tempo.com/noticias/actualidade/efeitos-da-grande-amplitude-termica.html>>.

Acesso em 22/10/2021.

UFJF, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental. Disponível em <

<https://www2.ufjf.br/labcaa/estacao-meteorologica-automatizada-ema/>>. Acesso em

30/07/2021.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Guide to Climatological Practices WMO-N°100, 2011.**

YNOUE, R. Y; REBOITA, M.S.; AMBRIZZI, T.; SILVA, G. A. M. **Meteorologia: noções**

**básicas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

## APENDICE – A

**Tabela 1.** Resultados mensais para comparação de dados entre estação meteorológica automática e convencional.

	Temperatua Méd (°C)		Temperatura máx (°C)		Temperatura mín (°C)		UR (%)		Veloc. do vento (m/s)		Precipitação total (mm)	
	EMA	EMC	EMA	EMC	EMA	EMC	EMA	EMC	EMA	EMC	EMA	EMC
<b>nov/20</b>	22,91	23,62	23,54	31,05	22,27	18,11	74,64	69,9	0,51	0,71	76,8	33,6
<b>dez/20</b>	23,24	24,11	23,86	31,2	22,62	20,04	79,99	77,93	0,77	0,55	156,2	159
<b>jan/21</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>fev/21</b>	23	23,69	23,67	30,56	22,35	19,57	80,46	76,4	0,57	0,44	164,6	74,5
<b>mar/21</b>	23,44	24,31	24,09	31,67	22,82	19,72	81,02	77,83	0,56	0,35	121,6	112,8
<b>abr/21</b>	20,04	21,46	20,66	27,93	19,44	17,02	78,67	72,6	0,61	0,73	51,6	36,9
<b>mai/21</b>	17,57	18,13	18,36	25,57	17,16	13,64	80,06	78,66	0,53	0,26	34,6	31,2
<b>jun/21</b>	16,79	17,4	17,37	24,52	16,24	13,02	82,43	81,1	0,49	0,25	11,4	13,5
<b>jul/21</b>	15,35	15,24	16,04	24,28	14,66	10,16	71,46	70,51	0,61	0,4	18	31,6
<b>ago/21</b>	18,95	18,63	19,63	25,37	18,29	13,37	68	68,89	0,73	0,7	31,2	55,7
<b>set/21</b>	21,77	23,39	22,46	30,94	21,09	17,32	69,84	63,12	0,77	0,64	13,2	12,1

**Fonte:** Ludmila Guimarães.