



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



ELTON MARQUES PAZ DE ARRUDA

Análise comparativa dos dados de temperatura e precipitação obtidos por uma estação meteorológica automática em Ouro Preto - MG

TRABALHO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Ouro Preto, 2021

ELTON MARQUES PAZ DE ARRUDA

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO
OBTIDOS POR UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA EM OURO
PRETO - MG**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Dra. Livia Cristina Dias Pinto

Ouro Preto, 2021



FOLHA DE APROVAÇÃO

Elton Marques Paz de Arruda

Análise comparativa dos dados de temperatura e precipitação obtidos pro uma estação meteorológica automática em Ouro Preto - MG

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental

Aprovada em 06 de setembro de 2021.

Membros da banca

Professora Dra. Lívia Cristina Pinto Dias - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Professora Dra. Marian de Machado Medeiros - Universidade Federal de Ouro Preto
Professor Dr. Hubert Mathias Peter Roeser - Universidade Federal de Ouro Preto

Eu, Lívia Cristina Pinto Dias, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 12/01/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Livia Cristina Pinto Dias, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/01/2023, às 16:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0456269** e o código CRC **957A75B5**.

Dedico esta monografia aos meus irmãos, amigos, minha orientadora e principalmente meus pais por terem me dado todo apoio necessário para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha orientadora, doutora Lívia Cristina Pinto Dias pela oportunidade de me orientar na confecção deste trabalho, dispondo do seu tempo livre para poder estar presente me orientando da melhor maneira, neste momento de pandemia.

Aos meus pais, José Paz de Arruda e Margaret Nicéa Marques, por me darem todo suporte financeiro e emocional para a conclusão do curso. Agradeço por todas as puxões de orelha, sermões motivacionais e principalmente o amor dedicado a mim em toda a vida.

Aos meus irmãos pelo companheirismo e apoio emocional.

Aos meus amigos, por me acompanharem por toda graduação e por sempre estarem me apoiando em minhas decisões. Agradeço também ao meu amigo Álvaro Luiz pelo apoio durante a confecção desta monografia, pelas madrugadas em claro me dando apoio emocional e pelas partidas de *League of Legends* jogadas nas pausas deste trabalho.

À professora Malu pela ajuda na aquisição dos dados meteorológicos.

Agradeço ao SISU pela oportunidade de cursar Engenharia Ambiental em uma universidade pública de qualidade.

Aos professores do DEAMB por terem transmitido a mim seus conhecimentos com maestria e qualidade.

Por fim, agradeço à UFOP por toda estrutura e suporte para a realização da minha graduação.

RESUMO

Este estudo objetivou a análise de tendências observadas e projetadas de variáveis climáticas na microrregião de Ouro Preto – MG, no período compreendido entre os anos de 2012 e 2020, com o intuito de trazer subsídios para o conhecimento do clima da microrregião e atestar a confiabilidade de uma das Estações Meteorológicas Automáticas da cidade, localizada na Universidade Federal de Ouro Preto, na aquisição de dados meteorológicos. Para tanto, foram obtidos dados meteorológicos das estações meteorológicas automáticas de Viçosa, Ouro Branco e Belo Horizonte, através do portal INMET, para que fossem comparados os valores de precipitação e temperatura entre as quatro estações meteorológicas. A partir da análise das variáveis atmosféricas, foi possível identificar similaridades nas curvas de tendências das quatro estações meteorológicas automáticas. Posteriormente, os dados da estação meteorológica de Ouro Preto foram comparados com os dados disponibilizados pela plataforma NASA-POWER, os valores de temperatura apresentaram divergências, enquanto os valores de precipitação não puderam ser comparados. A estação meteorológica automática que está localizada na Universidade Federal de Ouro Preto apresentou falhas em alguns períodos durante a série histórica analisada neste estudo, o que contribuiu para os resultados divergentes de temperatura e precipitação, quando comparados a outras fontes de dados. Por fim, faz-se necessário estudos posteriores para avaliar o grau de confiabilidade com mais exatidão, considerando o número de falhas e também a possibilidade do preenchimento de dados faltantes.

Palavras-chave: Estações meteorológica, dados meteorológicos, Ouro Preto, precipitação, temperatura.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the observed and projected trends of climate variables in the microregion of Ouro Preto - MG, with no period between 2012 and 2020, in order to provide subsidies for the knowledge of the microregion's climate and attest to the confidence of one of the city's Automatic Meteorological Stations, located at the Federal University of Ouro Preto, in the acquisition of meteorological data. For this purpose, meteorological data were obtained from automatic meteorological stations in Viçosa, Ouro Branco and Belo Horizonte, through the INMET portal, in order to compare the values of value and temperature between the four meteorological stations. From the analysis of atmospheric variables, it was possible to identify similarities in the trend curves of the four automatic meteorological stations. Subsequently, the data from the Ouro Preto meteorological station were compared with the data provided by the NASA-POWER platform, the thermal temperature values diverging, while the protection values could not be compared. The Federal University of Ouro Preto meteorological station has failures in some periods during the time series analyzed in this study, which contributed to the divergent results of temperature and forgiveness, when compared to other data sources. Finally, further studies are needed to assess the degree of reliability more accurately, considering the number of failures and the possibility of filling in missing data.

Keywords: Weather stations, meteorological data, Ouro Preto, precipitation, temperature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa das Estações Meteorológicas no Brasil (INMET, 2021)	3
Figura 2: Estação Meteorológica Convencional do Parque de Ciência e Tecnologia da USP (USP imagens, 2018).....	6
Figura 3: Fluxograma de Funcionamento de uma Estação Meteorológica Automática (Adaptado de YNOUE et al., 2017)	7
Figura 4: Microrregião de Ouro Preto	13
Figura 5: Participação da arrecadação de ICMS dos grandes setores econômicos de Ouro Preto em 2017 (Adaptado de: ACEOP 2020)	14
Figura 6: Mapa das Estações Meteorológicas de Ouro Preto, Ouro Branco, Viçosa e Pampulha (INMET, 2021).....	15
Figura 7: Temperatura média diária na Estação de Viçosa	19
Figura 8: Temperatura média diária na Estação de Ouro Branco.....	19
Figura 9: Temperatura média diária na Estação Pampulha	20
Figura 10: Temperatura média diária na Estação de Ouro Preto.....	20
Figura 11: Gráfico de falhas na Estação Meteorológica de Ouro Preto	21
Figura 12: Comparação das curvas de Temperatura Média Diária das Quatro Estações Meteorológicas	22
Figura 13: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros na EM Viçosa	23
Figura 14: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros na EM Ouro Branco.....	23
Figura 15: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros na EM Pampulha	24
Figura 16: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros na EM Ouro Preto.....	24
Figura 17: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros nas quatro EM.....	25
Figura 18: Gráfico comparativo da temperatura média obtida na EMA de Ouro Preto e pela NASA POWER	26
Figura 19: Gráfico comparativo da temperatura média obtida na EMA PAMPULHA e pela NASA POWER	27
Figura 20: Gráfico comparativo da temperatura média obtida na EMA VIÇOSA e pela NASA POWER	27
Figura 21: Gráfico comparativo da temperatura média obtida na EMA OURO BRANCO e pela NASA POWER	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Localização e Data de Inauguração das Estações Meteorológicas.....	16
--	----

LISTA DE SIGLAS

- EM – Estação Meteorológica
- EMA – Estação Meteorológica Automática
- EMC - Estação Meteorológica Convencional
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia
- NASA - *National Aeronautics and Space Administration*
- POWER - *Prediction Of Worldwide Energy Resources*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo geral	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. Estações Meteorológicas.....	5
3.1.1. Estações Meteorológicas Convencionais	5
3.1.2. Estações Meteorológicas Automáticas.....	6
3.2. Principais Elementos Meteorológicos.....	7
3.2.1. Temperatura do Ar	7
3.2.2. Umidade do Ar.....	8
3.2.3. Radiação Solar.....	8
3.2.4. Velocidade do Vento.....	9
3.2.5. Precipitação	9
3.3. Clima e Tempo.....	9
3.4. Principais Aspectos da Climatologia no Sudeste.....	10
3.5. El Niño (EN) e La Niña (LN) e suas influências no clima do Sudeste Brasileiro.....	11
4. METODOLOGIA.....	12
4.1. Área de estudo	12
4.2. Obtenção dos dados	15
4.3. NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)	16
4.4. Etapas de trabalho	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÃO.....	29

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	30
8. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Para qualquer campo de atuação, dados são as ferramentas mais efetivas para realização de análises e tomar decisões mais assertivas. Sob esta ótica, os dados climáticos são essenciais para traçar perfis meteorológicos e identificar alterações significantes no perfil climático da região de interesse. Estes dados podem ser essenciais para estudos climáticos que abrangem desde a alteração de precipitação e temperatura, até aqueles que visam correlacionar ações antrópicas e fenômenos naturais às alterações significantes no clima de uma região.

Segundo a Organização Meteorológica Mundial, o clima é o conjunto de condições atmosféricas médias, geralmente medidas num prazo de 30 anos (PLANTON, 2013), onde caracteriza-se uma região e influencia diretamente no seu ecossistema (KÖPPEN, 1900). Nas últimas décadas, as informações climáticas tem sido obtidas através de sensoriamento remoto e mais comumente por meio de medidas *in situ* por meio de estações meteorológicas (WMO, 2018). A estação meteorológica baseia-se em uma instalação dotada de sensores capazes de medir variáveis atmosféricas como: pressão, temperatura, precipitação, umidade, velocidade e direção do vento. As estações meteorológicas (EM) podem ser classificadas em: Estações Meteorológicas Convencionais (EMC) e Estações Meteorológicas Automáticas (EMA) (WMO, 2018). As EMCs fazem suas medições através de sensores e necessitam da intervenção humana para coletar seus dados ao menos uma vez ao dia. As EMAs fazem as medições de maneira automática, como o próprio nome sugere, onde aparelhos operam de maneira autônoma e as medições são normalmente feitas e transmitidas pelo menos uma vez por hora automaticamente (WMO, 2018).

As EMCs, por terem sido as primeiras a serem implementadas e utilizadas, contam com séries de dados temporais prolongadas, quando comparadas às EMAs (INMET, 2021), no entanto, a necessidade de haver o elemento humano intervindo na aquisição dos dados impossibilitou geograficamente a instalação de novas estações, além de aumentar significamente a probabilidade de erros de leitura e medição dos dados fornecidos. A partir dos anos 2000 o Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET) incrementou os sistemas de monitoramento automático às EMCs, onde foram incorporadas 450 Estações automáticas à 293 estações convencionais (LUCAS et al., 2010). De acordo com Ahmad et al. (2017), as EMA's possuem algumas vantagens quando comparadas às EMCs:

- a possibilidade de observação contínua;
- dados Podem ser obtidos mesmo quando não há uma pessoa presente;
- podem ser instaladas em locais inacessíveis;
- redução dos custos operacionais e o número de observadores;
- erros de observadores em leitura são eliminados, uma vez que os dados meteorológicos não são coletados por intervenção humana;
- as técnicas de observação padronizadas permitem a homogeneização dos dados observados em regiões aonde a observação meteorológica automática é adotada;
- novos elementos de observação podem ser adicionados com mais facilidade, apenas instalando novos instrumentos de medição;
- permite escolher instrumentos de medição ideais com o nível adequado de precisão na medição e
- a necessidade de treinamento de observadores é eliminada.

Na Figura 1 é apresentado o mapa com as estações meteorológicas convencionais e automáticas distribuídas pelo Brasil onde as estações automáticas estão destacadas de verde e as convencionais de azul.

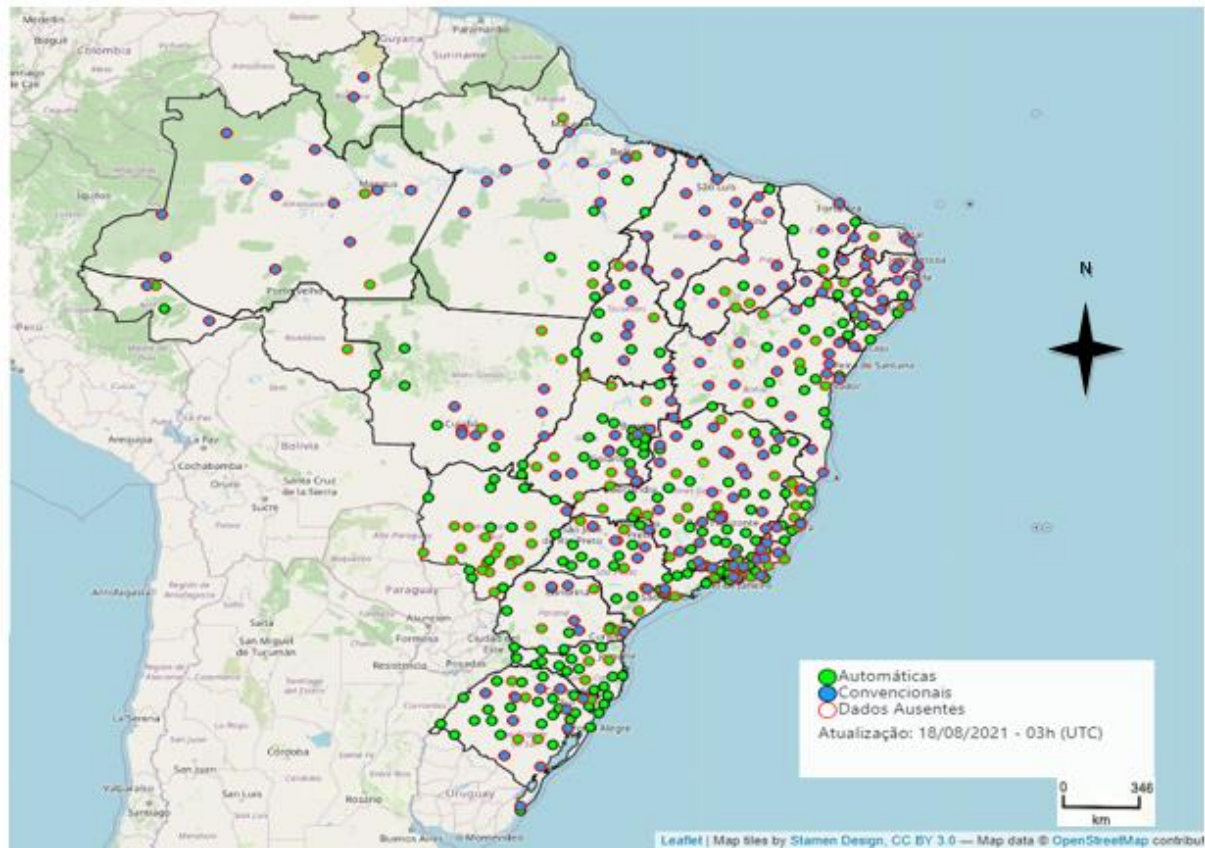


Figura 1: Mapa das Estações Meteorológicas no Brasil (INMET, 2021)

Com o intuito de confeccionar uma base de dados para subsídios de estudos climáticos na cidade de Ouro Preto, neste trabalho os dados da EMA de Ouro Preto serão comparados com dados das EMA das cidades de Belo Horizonte, Viçosa e Ouro Branco, a fim de atestar se os dados coletados na EMA de Ouro Preto são viáveis para utilização em estudos futuros baseados nos aspectos meteorológicos da cidade, sobretudo nos parâmetros temperatura e precipitação.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é analisar as tendências observadas e projetadas dos elementos climáticos de temperatura e precipitação na microrregião de Ouro Preto – MG no período de 2012 a 2020 a fim de trazer subsídios para o conhecimento do clima e planejamento da microrregião além de atestar a confiabilidade de uma das estações meteorológicas do município na aquisição de dados meteorológicos.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar as variações dos elementos temperatura e precipitação nas escalas de tempo mensal, sazonal e anual entre 2012 e 2021 utilizando dados observados;
- Validar os produtos do *NASA POWER* utilizando dados observados para a microrregião de Ouro Preto nas escalas mensal e anual;
- Comparar os dados observados e os dados projetados (*baseline*) no período de 2012 a 2021 e
- Verificar o grau de confiança dos dados obtidos pela estação meteorológica da Universidade Federal de Ouro Preto;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Estações Meteorológicas

A previsão do tempo se iniciou de forma sistemática no século XIX no continente Europeu. Naquela época a meteorologia era uma ciência observacional, onde as previsões possuíam um grau de confiabilidade baixa e eram feitas no prazo máximo de 24 horas. Com a chegada de eventos como a Segunda Guerra Mundial, a meteorologia ganhou maior notoriedade, visto que era de extrema importância para estratégias militares como estabelecer rotas de voos e navegações. Foi neste período que foram feitas as primeiras sondagens atmosféricas onde foi possível descobrir como funcionava a atmosfera e como ela influenciava no tempo. Diante disso, foi criado o primeiro radar meteorológico, que era derivado de um radar militar, visto que nos dias chuvosos as imagens ficavam difusas nos radares militares (CPTEC, 2021).

Com o passar dos anos, as tecnologias foram se aprimorando de acordo com a necessidade humana até chegar-se no modelo de estações meteorológicas que se conhece hoje. No Brasil hodierno, existem dois tipos de EM disponíveis para a aquisição dos dados climáticos: EMA's e EMC's.

Segundo Marin (2005), dados são apenas símbolos brutos, sem significados além da sua existência, porém, exercem papel fundamental no embasamento do conhecimento científico. Diante disso, faz-se necessário a obtenção de dados acerca da dinâmica atmosférica com o intuito de agregar o embasamento de estudos meteorológicos.

3.1.1. Estações Meteorológicas Convencionais

As EMC's são dotadas de diversos instrumentos capazes de fazer o monitoramento de variáveis atmosféricas como: pressão atmosférica, umidade relativa do ar, temperatura do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento.

Dos instrumentos utilizados para coleta de dados, alguns ficam expostos ao ar livre, como é o caso do pluviógrafo, pluviômetro e o heliógrafo, enquanto outros instrumentos ficam localizados em um abrigo meteorológico com o intuito de proteger os instrumentos contra a incidência solar mas os mantendo com uma ventilação adequada para que não haja alterações nos dados coletados, como os termômetros de temperaturas máximas e mínimas, psicrômetro,

termógrafo, barógrafo e o evaporímetro. Este tipo de estação necessita de intervenção humana para a aquisição dos dados atmosféricos (YNOUE, REBOLITA, AMBRIZZI, SILVA. 2017).



Figura 2: Estação Meteorológica Convencional do Parque de Ciência e Tecnologia da USP (USP imagens, 2018)

3.1.2. Estações Meteorológicas Automáticas

As EMA's, assim como as convencionais, possuem vários sistemas para o monitoramento de variáveis atmosféricas: pressão atmosférica, umidade relativa do ar, temperatura do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento. O sistema automático é constituído de três partes físicas principais: a central de armazenamento e processamento de informações, as vias de comunicação e a fonte de energia. Juntamente com este sistema, integram-se sensores que serão responsáveis pela medição das variáveis meteorológicas. (YNOUE et al., 2017). A seguir na Figura 3, é apresentado um fluxograma do funcionamento de uma EMA.

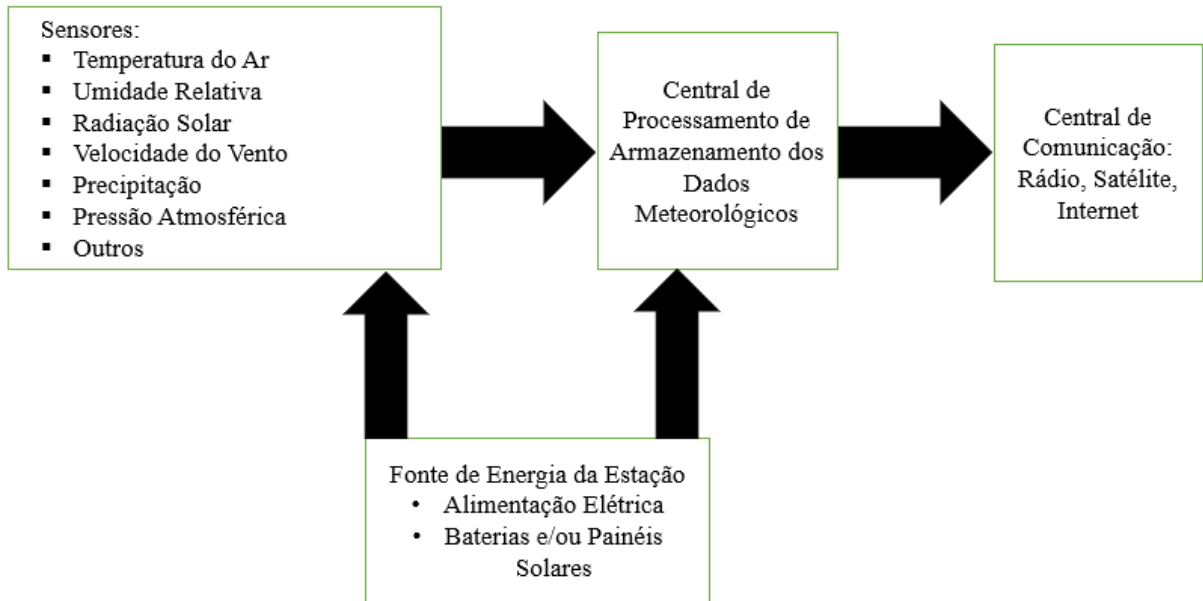


Figura 3: Fluxograma de Funcionamento de uma Estação Meteorológica Automática (Adaptado de YNOUE et al., 2017)

De acordo com Lang (1987) as principais vantagens da utilização dos sistemas automáticos de obtenção de dados para a realização de medidas são: o baixo consumo de energia; a obtenção de medidas com frequência temporal elevada; apresentam grande flexibilidade para transmissão e transferência de dados; a confiabilidade alta e a versatilidade de aplicações.

As EMA's são desenvolvidas para medições mais precisas e acuradas, promovendo o armazenamento de dados meteorológicos por um período longo e um custo relativamente baixo (TANNER, 1990).

3.2. Principais Elementos Meteorológicos

Elementos climáticos, conhecidos também como variáveis climáticas são grandezas que podem ser medidas e fornecem informações do estado da atmosfera em um determinado local e instante. Os principais elementos climáticos são: temperatura, umidade, pressão atmosférica, radiação solar, velocidade do vento e precipitação (YNOUE et al., 2017)

3.2.1. Temperatura do Ar

Segundo Marin (2005) a temperatura é a principal grandeza responsável pela transferência de energia térmica de um sistema para outro e representa a energia cinética associada às moléculas que compõem o sistema onde é realizada a medida e, de certa forma, essa medida dá

ideia da atividade e frequência em que ocorrem as colisões dessas moléculas com o elemento sensor. Geralmente, a acurácia ou exatidão das medidas de temperatura do ar, irá depender, na maioria dos casos, dos fatores que influenciam a temperatura do sensor propriamente dito do que de suas características ou interferências de natureza eletroeletrônica. Os principais fatores que influenciam nas respostas do sensor ao medir a temperatura do ar são: radiação solar, condução térmica dos fios e a velocidade do vento.

Os tipos mais utilizados de sensores são termômetros de resistência de platina, os termopares e os termistores. Estes termômetros devem estar localizados preferencialmente entre 1,25 metros e 2.0 metros de altura para que o resultado obtido seja o mais fiel possível.

3.2.2. Umidade do Ar

A umidade do ar é a quantidade de água existente no ar na forma de vapor. Como o vapor de água é um constituinte presente na constituição da atmosfera a quantificação deste apresenta dificuldades maiores para ser obtida. Apesar de haver uma gama de sensores capazes de medir a umidade do ar, os sensores mais utilizados são os capacitivos por possuírem o custo reduzido, boa precisão e estabilidade temporal. Outro sensor utilizado é o psicrômétrico, que possibilita medidas acuradas associadas ao baixo custo, porém, é necessário manter o bulbo do sensor úmido (MARIN, 2005). Todos os sensores de umidade são sensíveis à presença de contaminantes no ar (WHITE & ROSS 1991) e por isso, os sensores podem acabar perdendo sua acurácia, ter alteração do tempo de resposta e redução de sua vida útil.

3.2.3. Radiação Solar

De acordo com Marin (2005), energia radiante pode ser medida de três formas: 1) Pelo aumento da temperatura decorrente da incidência de radiação sobre uma superfície receptora; 2) Pela resposta de uma célula fotoelétrica e 3) Por métodos fotoquímicos. O sensor mais comum para obter as medidas de radiação solar são os piranômetros que são constituídos por termopilhas, que detectam o aumento da temperatura como efeito da incidência de radiação, e por fotodiodos de silício, que é um tipo de célula fotoelétrica.

3.2.4. Velocidade do Vento

A medição da velocidade do vento é feita através de sensores denominados anemômetros. Os anemômetros normalmente utilizados nas estações meteorológicas automáticas são os de canecas, geralmente em números de três e permanecem girando em torno de um eixo vertical. Este tipo de instrumento é capaz de quantificar o vento em todas as direções, o que, em algumas ocasiões, podem levar a super estimativa da velocidade do vento horizontal em alguns pontos percentuais nas situações onde há forte movimento convectivo (MARIN, 2005).

3.2.5. Precipitação

Os pluviógrafo de Bâscula, geralmente são mais utilizados em estações automáticas devido ao seu baixo custo e por apresentar baixa complexidade, permitindo mensurar a altura de precipitação e a intensidade. No entanto, esse tipo de sensor pode apresentar falhas nos dados de precipitação total, principalmente em episódios de precipitações mais intensas. Outros fatores que podem interferir na qualidade da medida dos pluviógrafos de Bâscula, são a resolução da medida do sensor, a área de captação e a ação dos ventos intensos (SEIBERT & MORÉN, 1999).

De acordo com Tanner (1990) é comum acontecerem erros de até 10% principalmente naqueles sensores com a resolução menor. Diante disso, a WMO (2008) recomenda que os pluviômetros de balsa tenham resolução de 0,2 mm, por terem capacidade de armazenar em cada recipiente, volumes maiores, quando comparados aos de 0,1 mm, assim têm menor frequência no movimento de balsa, acarretando menores erros de medição.

3.3. Clima e Tempo

O tempo é definido como as condições atmosféricas de um determinado lugar em um determinado momento. De acordo com Conti (2007) explica que o tempo é o estado momentâneo da atmosfera levando em consideração a temperatura, umidade, nebulosidade, precipitação e outras variáveis meteorológicas, enquanto o clima é a “sucessão habitual dos tipos de tempo sobre determinado lugar”.

O clima, por sua vez, é um conjunto de dados (temperatura, pressão, umidade) a respeito das condições atmosféricas de um local em específico, durante um determinado período

cronológico. O clima é dinâmico e pode ser definido por um conjunto de fatores como o ar, água e por suas interações com a Terra (continentes, ecossistemas ou ações antrópicas), portanto, seu estudo é complexo e considerado dinâmico e não é padronizado. Os sistemas de tempo que se alteram diariamente provocam a variabilidade e afetam diretamente atividades humanas (CAVALCANTI et al., 2009). Desta maneira, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 15), a Climatologia “trata dos padrões de comportamento da atmosfera em suas interações com as atividades humanas e com a superfície do Planeta durante um longo período de tempo”.

3.4. Principais Aspectos da Climatologia no Sudeste

A classificação climática de Köppen-Geiger, mais conhecida por classificação climática de Köppen, é o sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizado em estudos climatológicos e geográficos. A classificação foi sugerida pelo climatologista Wladimir Köpppen em 1900, tendo seus estudos aprimorados pelo alemão Rudolf Geiger (ALVARES et al., 2013). Na classificação dos tipos climáticos de cada região do globo terrestre, são consideradas a sazonalidade e os valores médios mensais e anuais da temperatura do ar e precipitação. Cada região classificada quanto ao clima, apresenta grande semelhança na sua vegetação nativa, quando comparadas com outras regiões de mesma classificação climática, o que evidencia que os biomas e a distribuição global dos tipos climáticos apresentam elevada correlação.

A região sudeste do Brasil apresenta elevadas variações de contrastes climáticos, ocasionadas pela diversidade de fatores atuantes nessa região como: a maritimidade que contrasta com a continentalidade; diferença de altitudes, contrastada por regiões montanhosas, depressões intermontadas e baixadas litorâneas; áreas semiáridas e regiões com alto volume de precipitações ao longo do ano; o inverno é marcado pela baixa quantidade de chuvas e geadas frequentes, em que predominam os sistemas frontais, enquanto o verão fica evidenciado pelas altas temperaturas e chuvas em abundância, associando-se, principalmente ao aquecimento superficial da cobertura terrestre e às linhas de instabilidade. O relevo é um fator que contribui com a distribuição das temperaturas e das precipitações na região, intensificando as linhas de instabilidade e as frentes. A região sofre ação de grandes sistemas atmosféricos como: Anticiclone do Atlântico Sul, Baixa de Chaco, Alta da Bolívia, Alta Polar, etc (VIANELLO, 2012).

3.5. El Niño (EN) e La Niña (LN) e suas influências no clima do Sudeste Brasileiro

De acordo com Conti (2007) o fenômeno El Niño (EN) é definido como sendo uma anomalia térmica do Oceano Pacífico devido a elevação inesperada das suas águas, ocasionando chuvas de alta intensidade no Peru e desencadeando eventos climáticos em todo o planeta. No Brasil, o EN ocasiona alta no volume de chuvas no sudeste e sul do país, enquanto intensifica a seca no Nordeste do país (ROPELEWSKI e HALPERT, 1987).

O fenômeno La Niña (LN) é o oposto do fenômeno EN, onde ocorre o resfriamento anormal das águas do Pacífico, em virtude dos ventos alísios. Como o EN, o LN apresenta influências globais e no Brasil, o fenômeno intensifica as chuvas na Amazônia, no Nordeste e em parte do Sudeste. O fenômeno aumenta significamente a precipitação em regiões muito pontuais do Sudeste, como o norte de Minas e centro-sul de São Paulo (MINUZZI, 2007).

4. METODOLOGIA

4.1. Área de estudo

Os municípios da área desse estudo, foram os pertencentes à microrregião de Ouro Preto. Estão inseridos nesse agrupamento regional os municípios de Ouro Preto, Mariana, Itabirito e Diogo de Vasconcelos.

O município de Mariana tem, aproximadamente, uma população de 61.300 habitantes. Sua extensão territorial é de pouco mais de 1.194 km², altitude de 718 metros e suas coordenadas geográficas são: latitude 20° 22' 41" Sul e longitude: 43° 25' 0" Oeste.

A cidade de Itabirito, atualmente conta com uma população de 52.000 habitantes (IBGE 2021). Tendo extensão territorial de 542,6 km² e 902 metros de altitude, Itabirito possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 20° 15' 12" Sul e longitude: 43° 48' 33" Oeste (CIDADES BRASIL 2021).

Diogo de Vasconcelos tem uma população próxima de 4.000 habitantes (IBGE 2021). Sua extensão territorial é de aproximadamente 165 km². Situado a 648 metros de altitude, de Diogo de Vasconcelos tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 20° 28' 21" Sul e longitude: 43° 11' 25" Oeste (CIDADES BRASIL 2021).

Ouro Preto possui atualmente uma população de aproximadamente 75.000 habitantes (IBGE 2021). Situado a 1.153 metros de altitude, a cidade tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 20° 23' 8" Sul e longitude: 43° 30' 13" Oeste. O município de Ouro Preto possui 1.245,9 km² de extensão. O mapa da microrregião de Ouro Preto está apresentado na Figura 4.



Figura 4: Microrregião de Ouro Preto

Quanto a geologia local, a microrregião de Ouro Preto está inserida na região do Quadrilátero Ferrífero, representando uma região do período Pré-Cambriano, é formada por quatro regiões litoestratigráficas classificadas da base para o topo: os complexos metamórficos que formam o embasamento cristalino arqueano, Supergrupo Rio das Velhas, o Supergrupo Minas e o Grupo Itacolomi (SILVA et al., 2015).

A economia do município de Ouro Preto é baseada em três grandes blocos: indústria, comércio e serviços. O setor industrial é a principal atividade econômica da região, sobretudo as indústrias de atividade extração mineral no município, que individualmente é responsável por quase 90% de toda arrecadação do município (ACEOP 2020).

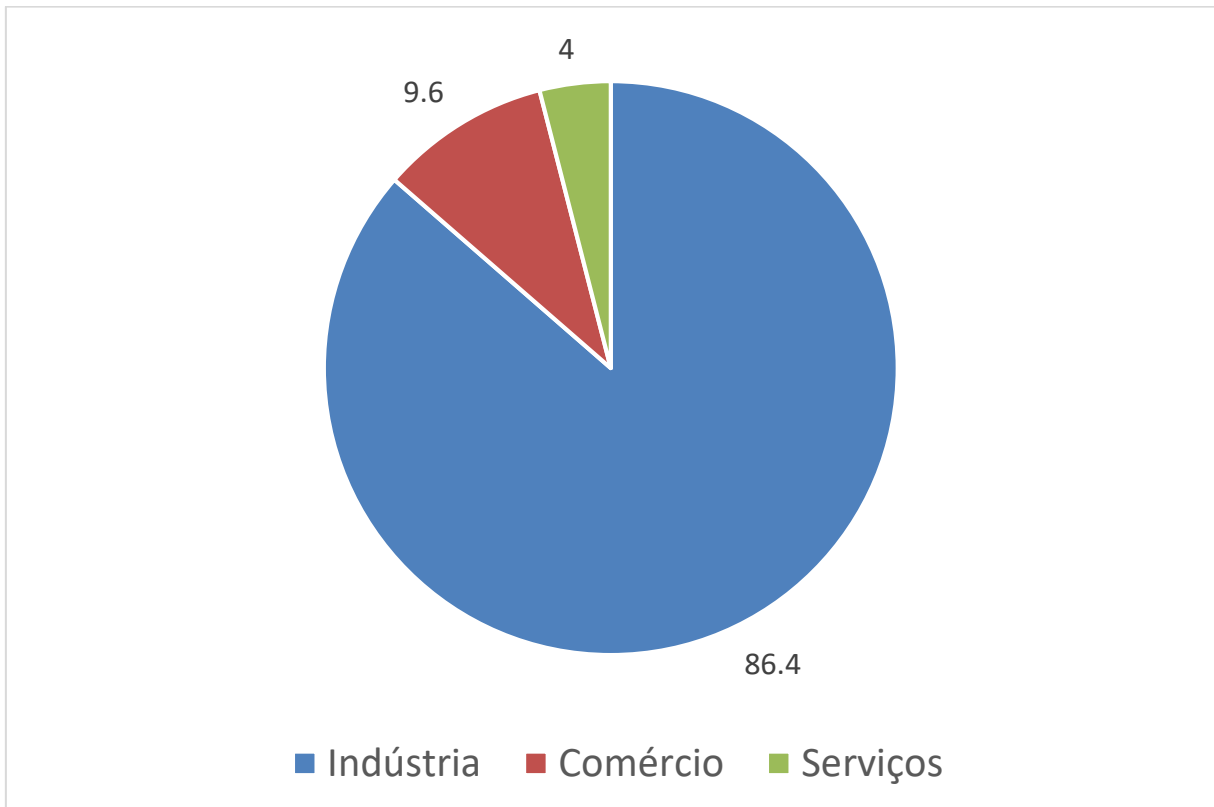


Figura 5: Participação da arrecadação de ICMS dos grandes setores econômicos de Ouro Preto em 2017 (Adaptado de: ACEOP 2020)

Ouro Preto apresenta clima tropical com bastante umidade e elevada pluviosidade, que é observado em regiões montanhosas. A precipitação está distribuída de maneira irregular ao longo do ano, sendo mais comum nos meses compreendidos entre Outubro e Março (WEATHER SPARK, 2021).

Segundo Ab'Saber (1977), a região de Ouro Preto está compreendida na faixa de transição entre os “Domínios de Mares de Morros e Domínio dos Cerrados” em seu mapa dos “Domínios Morfoclimático da América do Sul”. O município apresenta grandes formações de campos rupestres e boa parte da vegetação se desenvolve entre rochas, solo raso, arenoso ou pedregoso.

A cobertura vegetal passou por constantes intervenções de ações antrópicas desde o Período Colonial até os dias atuais, antigamente pela intensa atividade extrativista de ouro na região e atualmente pelo processo de extração de minerais encontrados na região do Quadrilátero Ferrífero. O processo de expansão da ocupação urbana também foi um fator determinante para supressão da vegetação nativa. Em contra partida, unidades de conservação da cobertura vegetal nativa da região têm desempenhado um papel importante para manutenção das espécies nativas da região (SILVA et al., 2015).

Ouro Preto abriga a nascente do Rio das Velhas, um dos principais afluentes do Rio São Francisco. Outras nascentes presentes no município são: Rios Piracicaba, Gualaxo do Norte, Gualaxo do Sul, Mainart e Ribeirão Funil.

4.2. Obtenção dos dados

O processo de obtenção dos dados, teve início com a escolha de estações situadas próximas à estação da área de estudo que não tivessem climas regionais muito diferentes. A estação principal escolhida para estudo, foi a EM de Ouro Preto situada no Laboratório de Hidráulica. Foram escolhidas outras três estações que estivessem geograficamente próximas, a fim da obtenção de dados de temperatura e precipitação que estivessem com valores aproximados da EM de Ouro Preto (com o intuito de comparação com). As EM selecionadas foram: Estação Pampulha (A521), Estação Ouro Branco (A513) e Estação Viçosa (A510) e suas localizações são mostradas na Figura 6.

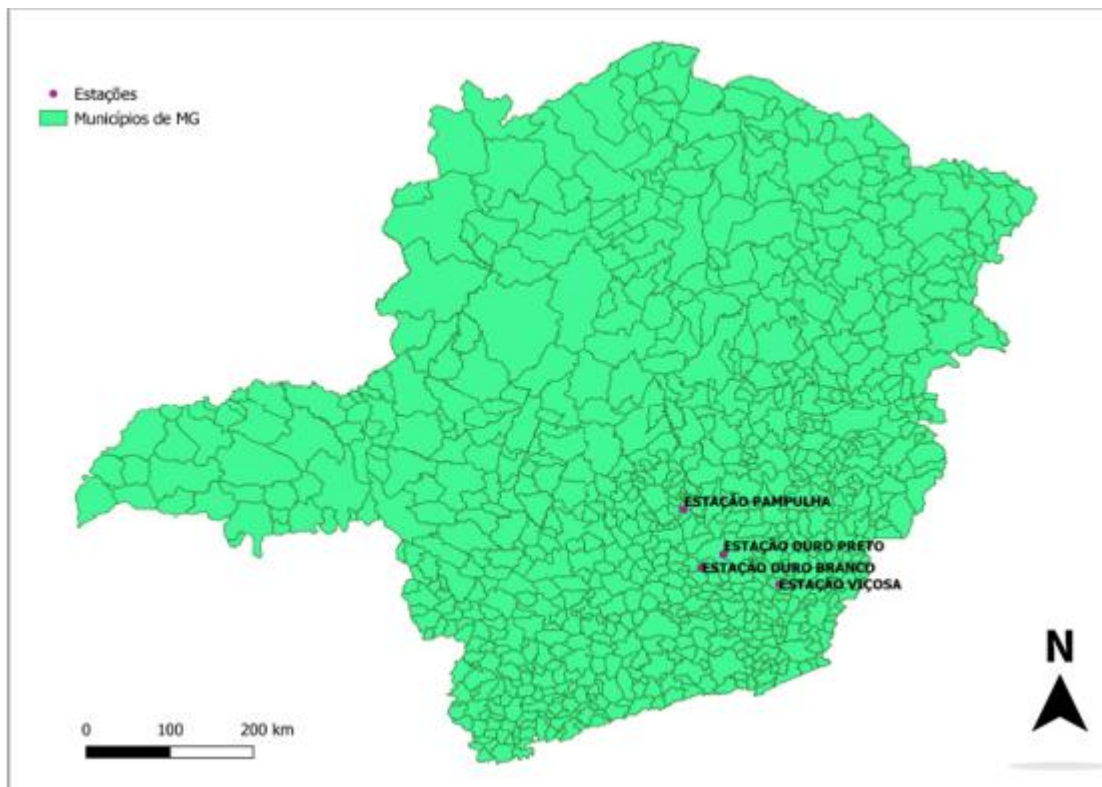


Figura 6: Mapa das Estações Meteorológicas de Ouro Preto, Ouro Branco, Viçosa e Pampulha (INMET, 2021)

As EM da Pampulha, Ouro Branco e Viçosa são estações pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e coletam seus dados de maneira automática, sem intervenção

humana para aquisição de informações meteorológicas. A EM de Ouro Preto, pertence ao Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal de Ouro Preto e ao contrário das anteriores, não pertence ao INMET, ela opera de maneira automática também e nunca foi comparada a outras estações da mesma região para validação dos dados da mesma.

Os dados das EMA's do INMET foram obtidas pelo portal de dados históricos do INMET, sob formato de valores sub diários de temperatura e precipitação, registrados em intervalos de 1 hora. Os dados da Estação Meteorológica Automática da cidade de Ouro Preto foram obtidos por meio do técnico que opera o laboratório no qual ela está instalada, fornecendo os dados de temperatura e precipitação sub diários, coletados no intervalo de 15 minutos.

Todas as comparações e cálculos acerca das quatro EM, foram feitos no *software* Excel. Todas as informações geográficas foram obtidas pelo Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000 IBGE, 2005). Na Tabela 1 são apresentadas as coordenadas geográficas das quatro EM.

Estação	Latitude(°)	Longitude(°)	Altitude (m)	Inauguração da EM
Pampulha	-19,88	-43,97	854	09/10/2006
Ouro Branco	-20,56	-43,76	1048	27/07/2006
Viçosa	-20,76	-42,86	697,64	14/09/2005
Ouro Preto	-20,39	-43,50	1230	05/05/2010

Tabela 1: Localização e Data de Inauguração das Estações Meteorológicas

4.3. NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)

O modelo NASA-POWER é uma ferramenta que fornece um conjunto de dados meteorológicos como radiação solar, temperatura, precipitação e umidade relativa, através de satélites conectados a banco de dados, capazes de armazenar informações acerca destas variáveis atmosféricas. O objetivo da NASA, quando se refere as ciências da Terra, é observar, compreender e modelar o sistema terrestre com o objetivo de descobrir como ele está mudando, para prever melhor as mudanças e para compreender como essas mudanças afetam a vida na

Terra além de fornecer dados de recursos energéticos e meteorológicos confiáveis em regiões onde as medições de superfície são esparsas ou inexistentes (NASA-POWER, 2021).

O Projeto POWER foi iniciado no ano de 2003 para aprimorar o conjunto de dados de energias renováveis atual com o objetivo de criar novos bancos de dados de variáveis atmosféricas e tem como principais campos de estudos: (1) Energias renováveis, (2) Construções Sustentáveis e (3) Agroclimatologia.

4.4. Etapas de trabalho

Primeiramente, foram definidas quais estações meteorológicas seriam utilizadas no estudo. Como se trata de um estudo para a microrregião de Ouro Preto, as EM que foram comparadas, estavam a no máximo 80 Km de distância da cidade EM da cidade de Ouro Preto. estabelecendo uma distância adequada, foi possível obter dados que teoricamente não apresentariam valores numericamente destoantes quando as EM fossem relacionadas, fazendo com que os dados de temperatura e precipitação fossem comparados com outros que fossem próximos. As características da cidade de Ouro Preto e as outras cidades de interesse, foram encontradas no portal Weather Spark (2021), que contém as características referentes aos aspectos climáticos.

Após o estabelecimento das EM a serem comparadas, foi feita a aquisição dos dados para dar início as comparações de temperatura e precipitação. Na EM de Ouro Preto, os dados ficavam armazenados dentro do próprio laboratório de Hidráulica e foram obtidos diretamente com o técnico responsável pela Estação Meteorológica da Universidade Federal de Ouro Preto. Os demais dados, foram obtidos através do Portal INMET.

Os dados fornecidos pela EMA de Ouro Preto estavam no formato de dados diários com intervalos de 15 minutos entre as coletas. Já os dados fornecidos pelo INMET foram disponibilizados com valores diários, com intervalos a cada uma hora entre as coletas dos dados. Todos os dados foram colocados no formato de dados diários, com valores de temperaturas mínimas, médias e máximas e valores de precipitação acumulados diariamente, utilizando o *software* Excel.

Com os dados padronizados, foi possível identificar as falhas nas EM e posteriormente, atestar a quantidade de falhas das estações. Foi confeccionado o gráfico de linhas da temperatura, onde foi possível analisar a dinâmica das temperaturas diárias ao longo dos meses. Quanto aos dados de precipitação, foram feitos gráficos de barras e de linhas com os

acumulados diários e esses gráficos posteriormente foram agrupados, para que seus respectivos valores fossem analisados e comparados. As quatro estações foram comparadas entre si, atentando à possibilidade de haver semelhanças entre seus dados mensais.

Diante dos dados obtidos através da plataforma NASA-POWER, os dados de precipitação e temperaturas médias para a região de Ouro Preto foram comparados com o objetivo de encontrar semelhanças entre os dados obtidos pela EM de Ouro Preto e os Satélites da NASA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após adequação dos dados, foi possível estabelecer gráficos onde a análise das dinâmicas da temperatura e precipitação foram melhores visualizadas.

Utilizando os dados fornecidos pelo INMET das EM Pampulha, Ouro Branco e Viçosa, obtiveram-se gráficos onde é possível constatar padrões de variações da temperatura média ao longo dos meses no período que compreende Janeiro de 2012 até Janeiro 2020 (Figuras 7, 8 e 9).

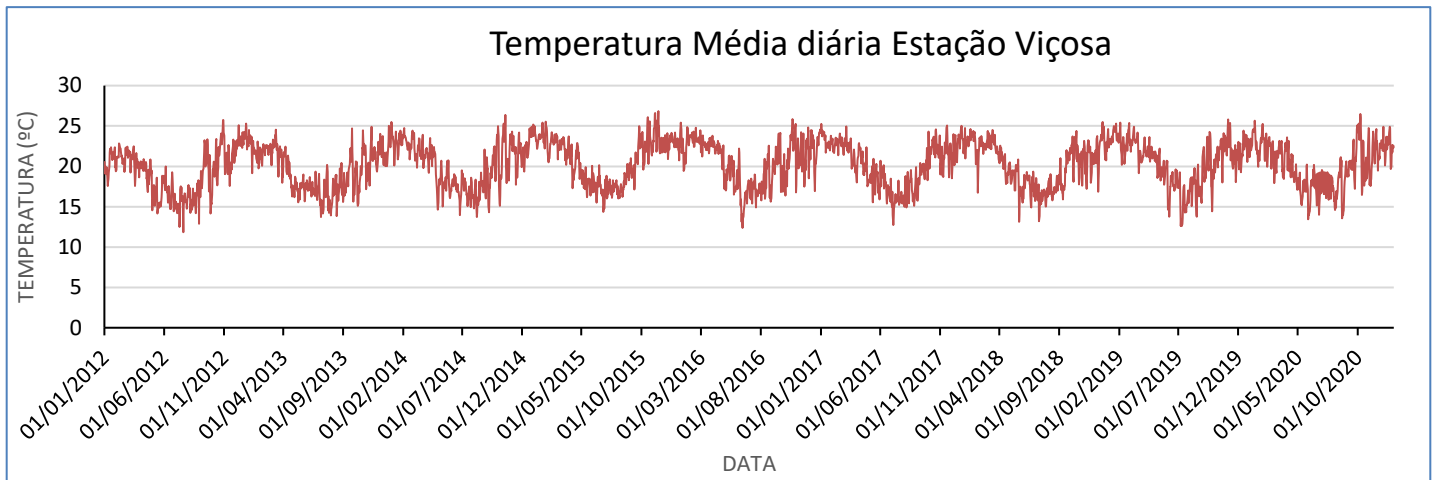


Figura 7: Temperatura média diária na Estação de Viçosa

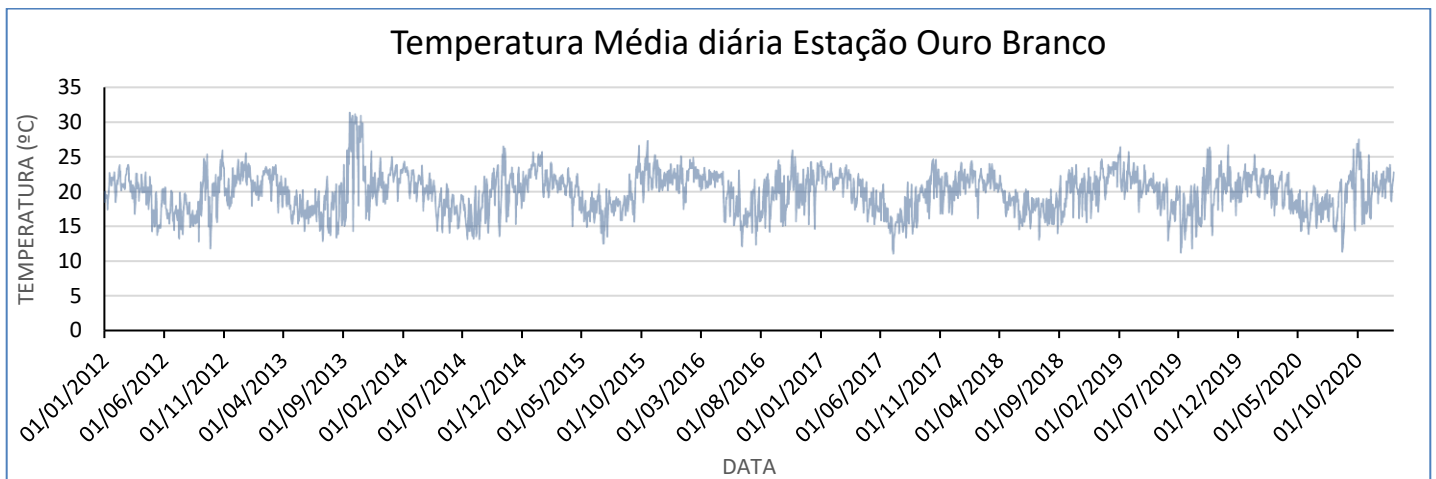


Figura 8: Temperatura média diária na Estação de Ouro Branco

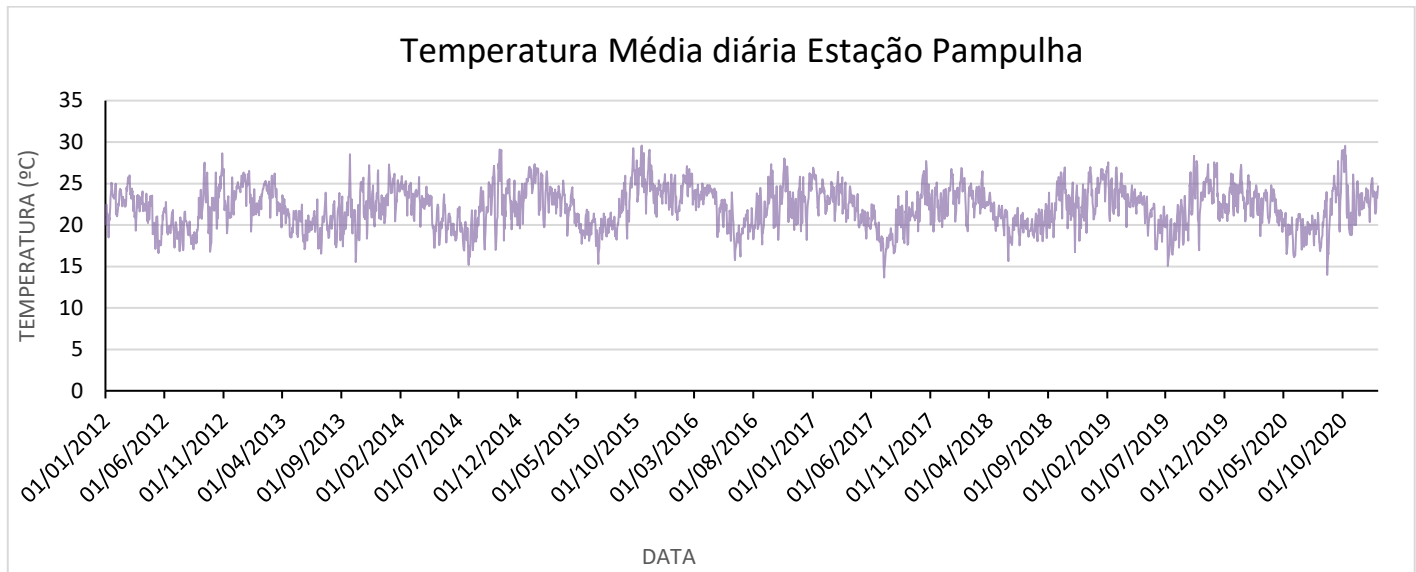


Figura 9: Temperatura média diária na Estação Pampulha

Para a EM de Ouro Preto, os dados obtidos por intervenção humana também foram submetidos a análise e utilizados para confecção da Figura 10.

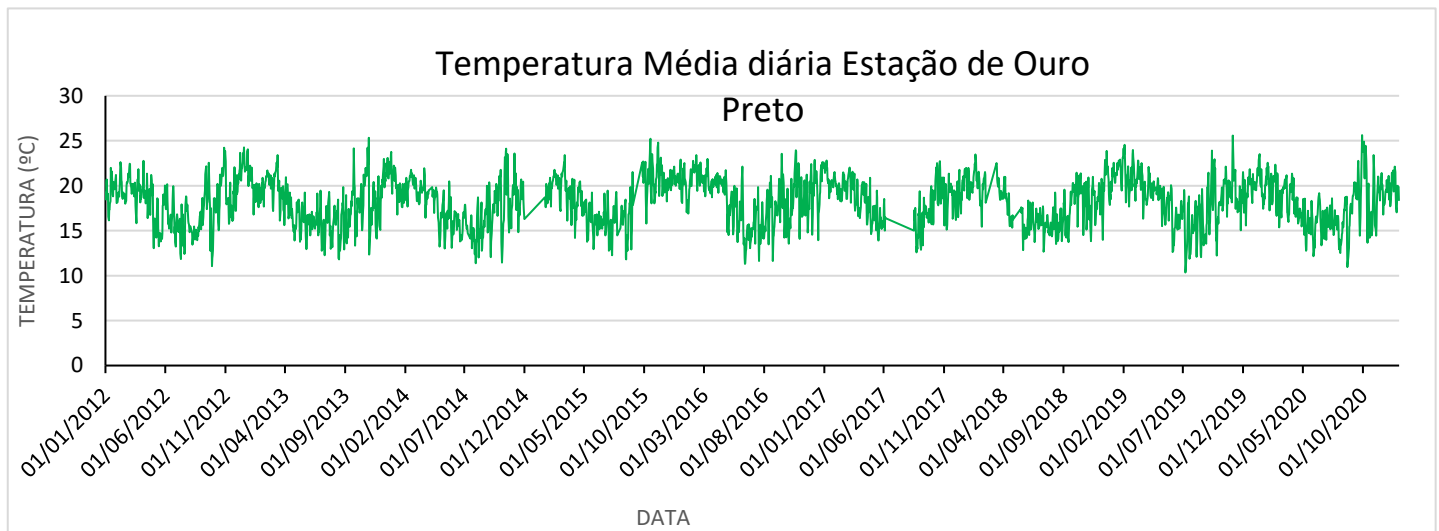


Figura 10: Temperatura média diária na Estação de Ouro Preto

É possível observar, ao analisarmos a série histórica, referente à EM Ouro Preto (Figura 10), que determinados dias do mês estão sem valores válidos. Isso ocorreu por falhas na aquisição dos dados diários de temperatura nesta EM. As falhas diárias foram constatadas na

análise minuciosa dos valores fornecidos por esta EM. Essa situação pode ter sido causada por fatores externos como danificação da EM ou até mesmo falha humana para aquisição das informações técnicas, como ligações eletrônicas inadequadas nos aparelhos de medição das variáveis. Portanto, fez-se necessário a quantificação de falhas na EM de Ouro Preto para verificar a credibilidade dos dados meteorológicos obtidos através desta instalação.

A quantificação das falhas foi feita analisando os dias e os valores correspondentes. Assim que foi constatado alguma irregularidade, como dias sem todas as medições diárias, valores negativos ou valores muito altos, de temperatura e precipitação, considerou-se que houve falha na aquisição das informações pertinentes. Diante disso, a seguir é mostrado o gráfico com a quantidade de falhas diárias acumuladas por mês ao longo da série histórica.

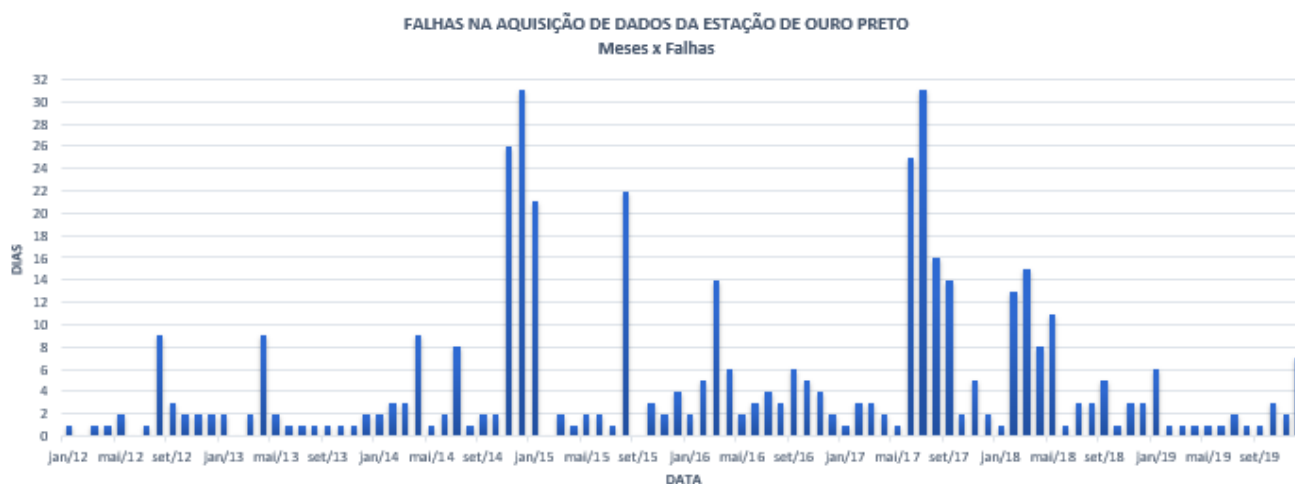


Figura 11: Gráfico de falhas na Estação Meteorológica de Ouro Preto

Agrupando todos os gráficos de temperatura média das quatro EMs (Figura 12), foi observado um padrão entre as curvas, que apesar de possuírem valores diferentes, obtiveram comportamentos similares entre si.

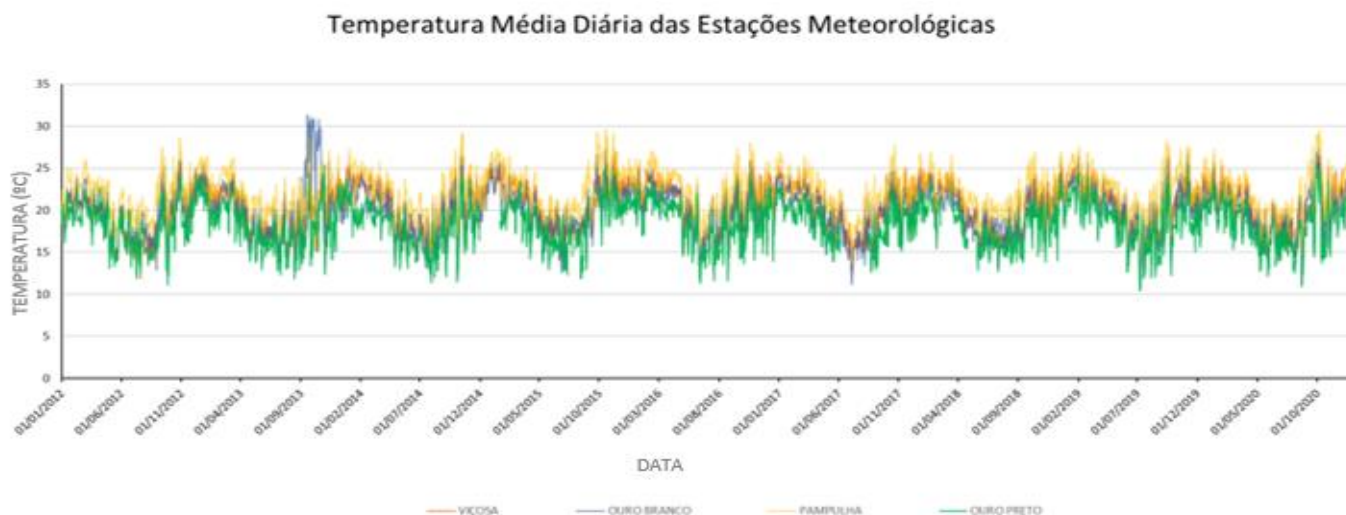


Figura 12: Comparação das curvas de Temperatura Média Diária das Quatro Estações Meteorológicas

Fazendo a interpretação da Figura 12, observou que apesar das estações estarem em localizações diferentes e haver diferença entre os intervalos de coleta de dados da EM de Ouro Preto e das demais, o perfil da temperatura média, apresenta tendências muito similares: as temperaturas ficam mais baixas nos meses compreendidos entre o Outono e o Inverno (período de Julho até Dezembro) e mais elevadas nas estações de Primavera e Verão (de Janeiro até Junho).

É possível notar que ao longo da série histórica, os períodos ficam bem definidos quanto se compara as temperaturas mais altas com as mais baixas (Figura 12), fazendo com que as estações do ano estejam mais bem definidas.

Ao padronizar os dados de precipitação, foi possível obter gráficos com o acumulado diário em milímetros para as quatro regiões, apresentados nas Figuras 13, 14, 15 e 16.

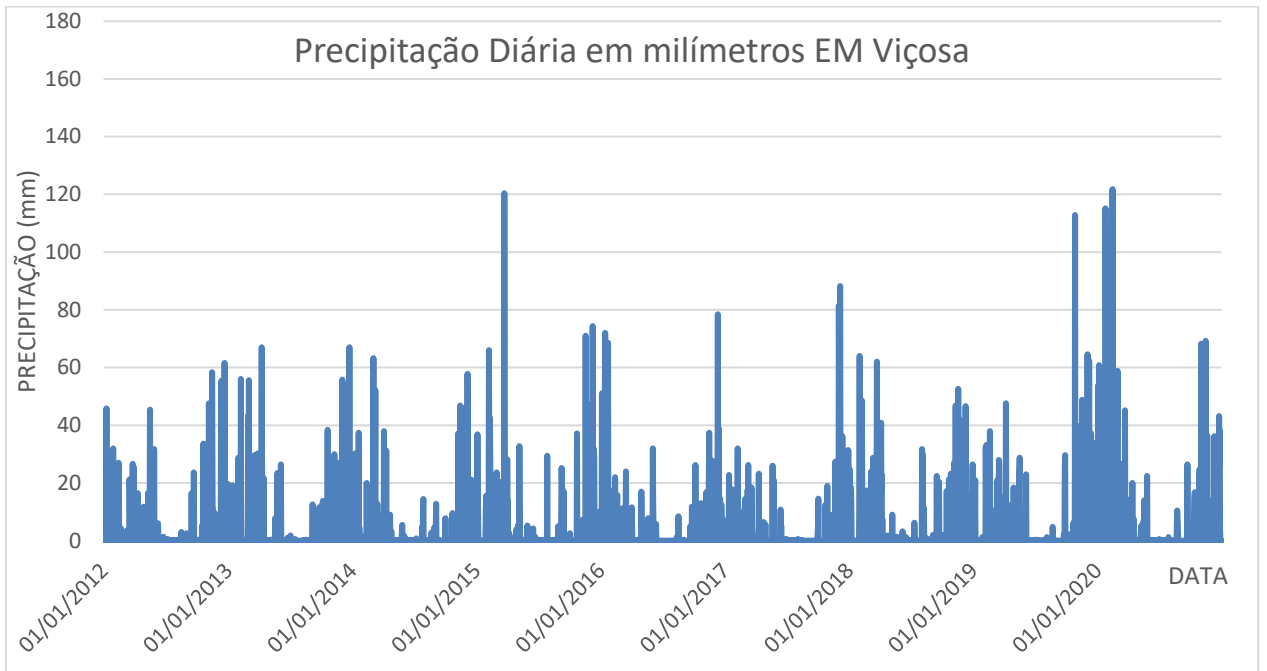


Figura 13: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros na EM Viçosa

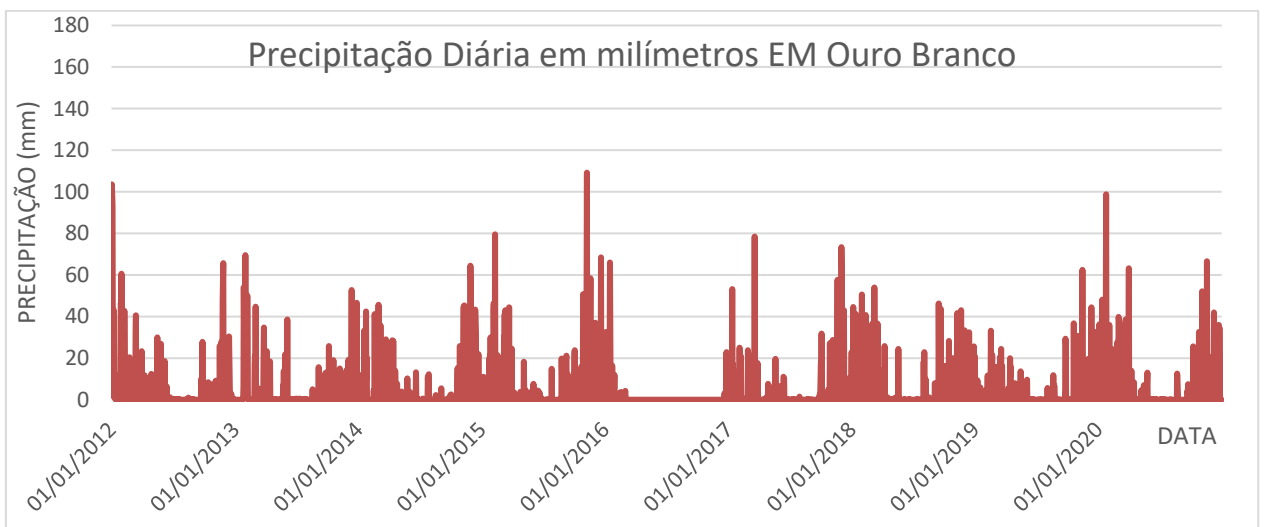


Figura 14: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros na EM Ouro Branco

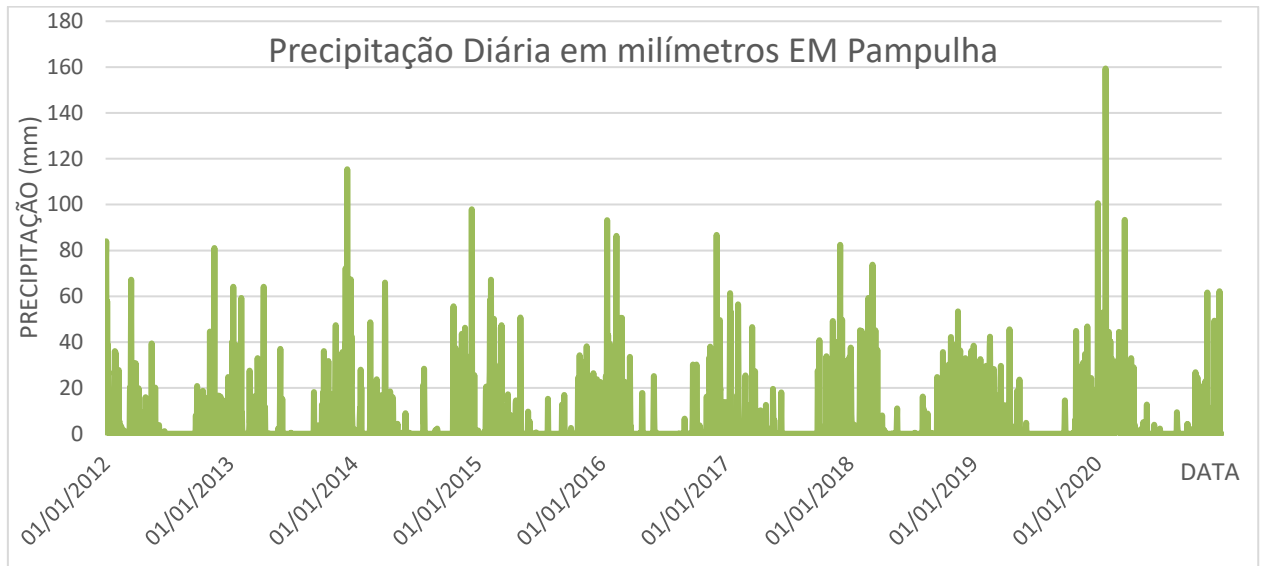


Figura 15: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros na EM Pampulha

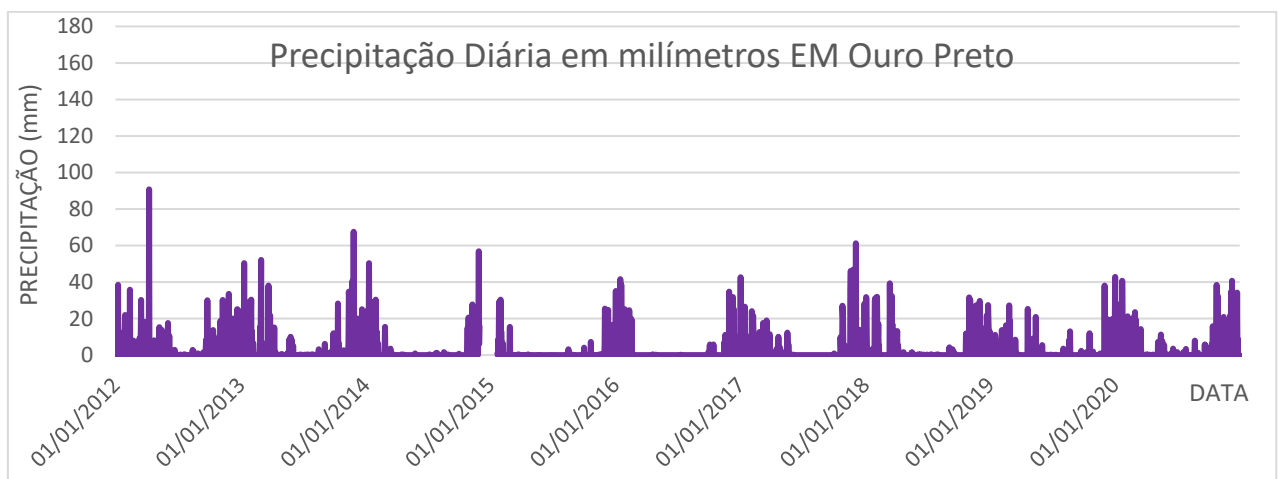


Figura 16: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros na EM Ouro Preto

Analisando as Figuras 13, 14, 15 e 16, é possível verificar a periodicidade dos períodos chuvosos nas cidades, que são os meses compreendidos entre Outubro e Março, onde a precipitação é mais acentuada nesta região. Os períodos com menor incidência de chuvas se dão nos meses de Abril a Setembro.

Fazendo uma comparação da precipitação acumulada na cidade de Ouro Preto com as demais, é notório que há uma grande variação no volume de chuva medido pela EM da cidade, quando comparado com as outras EM, colocando em risco a credibilidade das informações sobre este parâmetro.

Ao mesclar os quatro perfis de precipitação, obtem-se o gráfico mostrado na Figura 17.

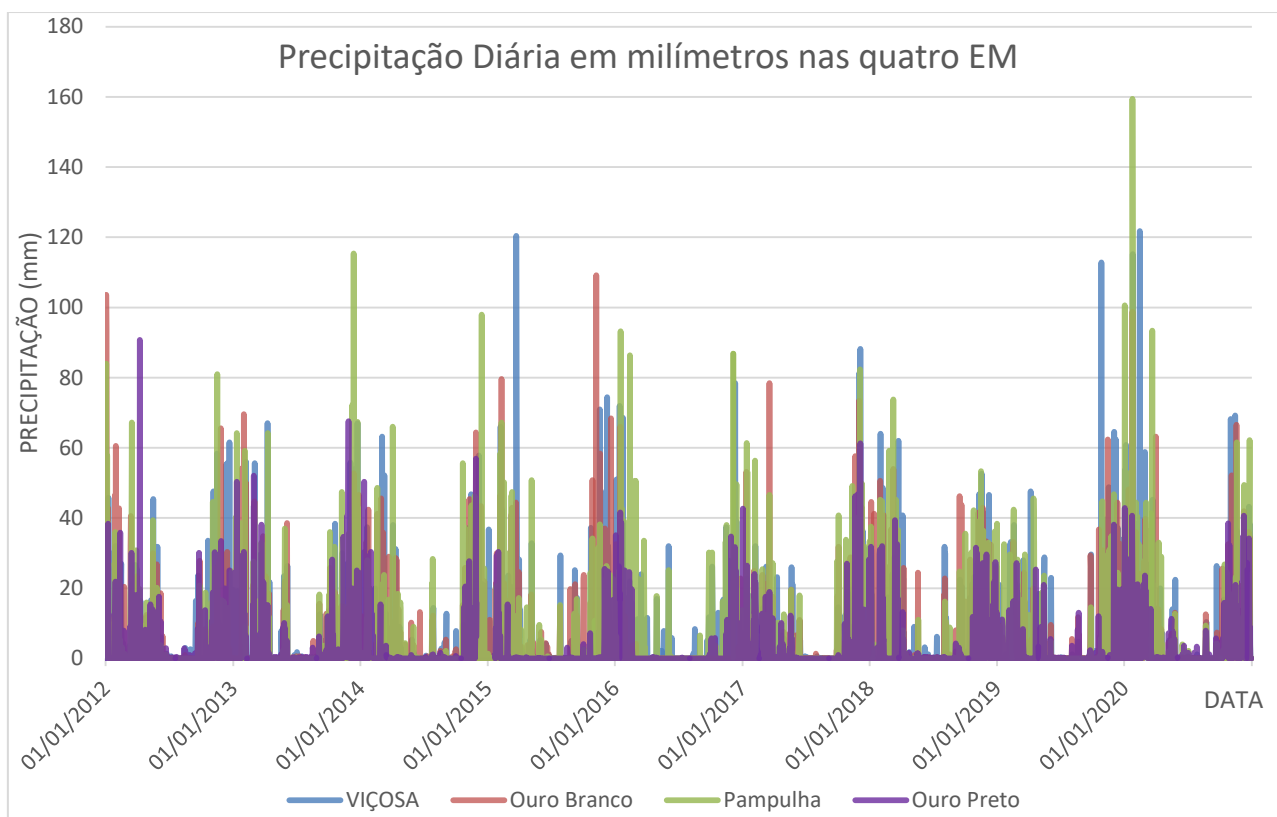


Figura 17: Gráfico de Precipitação Diária em Milímetros nas quatro EM

Percebe-se pela análise das informações contidas na Figura 17 que a precipitação do município de Ouro Preto foi inferior às demais em vários períodos da série histórica. Como foram detectadas falhas na estação, mostradas anteriormente na Figura 11, não é incomum que os dados fiquem incompatíveis, quando comparados às demais EM's.

A comparação gráfica dos dados de temperatura média obtidos pela EM de Ouro Preto com aqueles fornecidos pela plataforma NASA-POWER, é apresentada na Figura 18. Como o objetivo foi comparar as duas fontes de dados, levando em consideração o volume de dados diários de temperatura, analisar o gráfico de linhas foi a maneira mais simples de visualizar com clareza a comparação entre as duas fontes de dados meteorológicos.

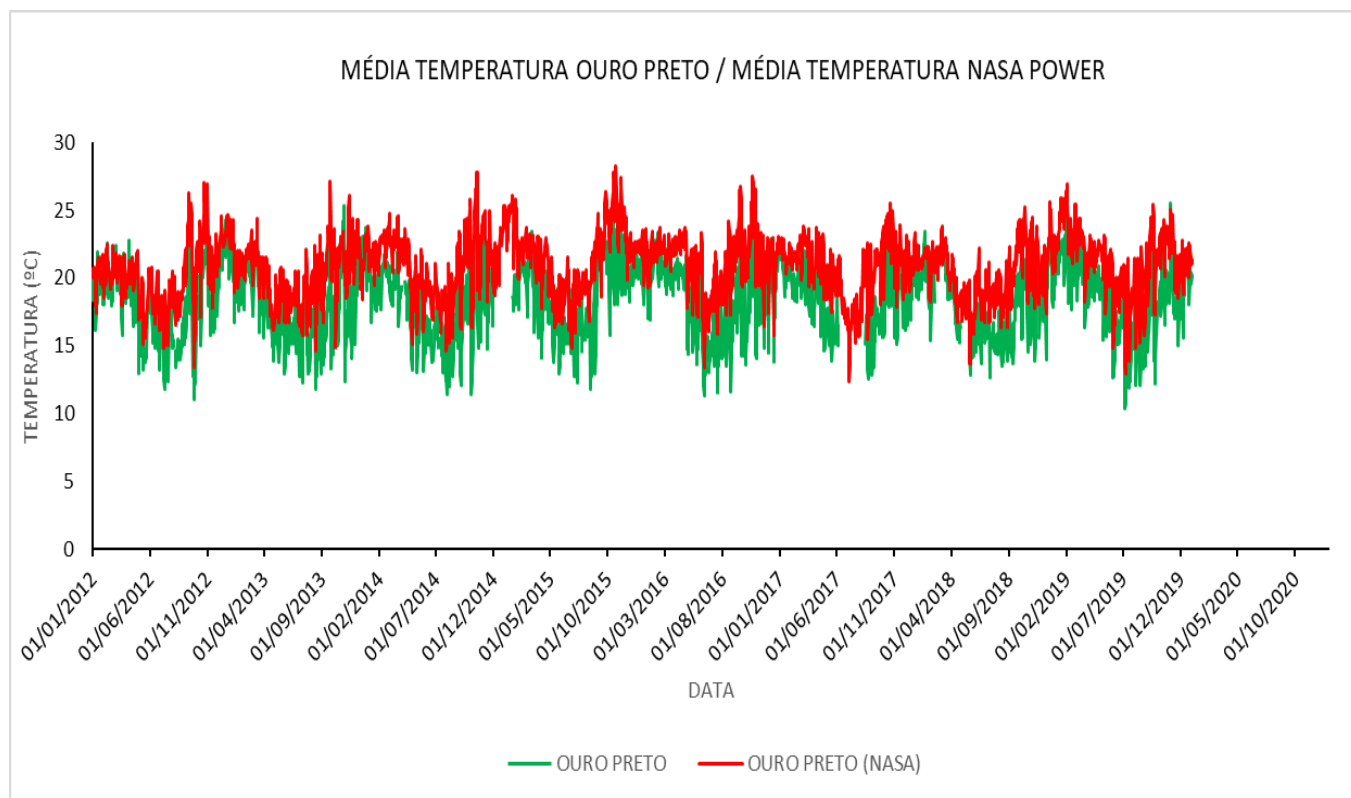


Figura 18: Gráfico comparativo da temperatura média obtida na EMA de Ouro Preto e pela NASA POWER

Como é possível observar na Figura 18, os dados apesar de apresentarem linhas de tendências similares, não se sobrepõem em maior parte da série histórica, o que é comprovado por serem observadas as duas cores diferentes no mesmo gráfico. Se os valores dos dados fossem similares, uma linha iria sobrepor a outra, o que não acontece nesse caso, inferindo que há divergências dos dados obtidos na EM de Ouro Preto daqueles obtidos pela NASA, colocando assim, a confiabilidade dos dados obtidos pela estação em dúvida. Em algumas partes do gráfico, é possível observar diferenças de até 5 graus na temperatura, comparando os dois métodos.

Quando comparam-se os dados obtidos pelas outras três estações automáticas com àqueles obtidos pela plataforma NASA POWER, houve menos divergências nos valores numéricos durante a série histórica. É apresentado na Figura 19, 20 e 21, a comparação dos dados das EMA's com os fornecidos pela NASA.

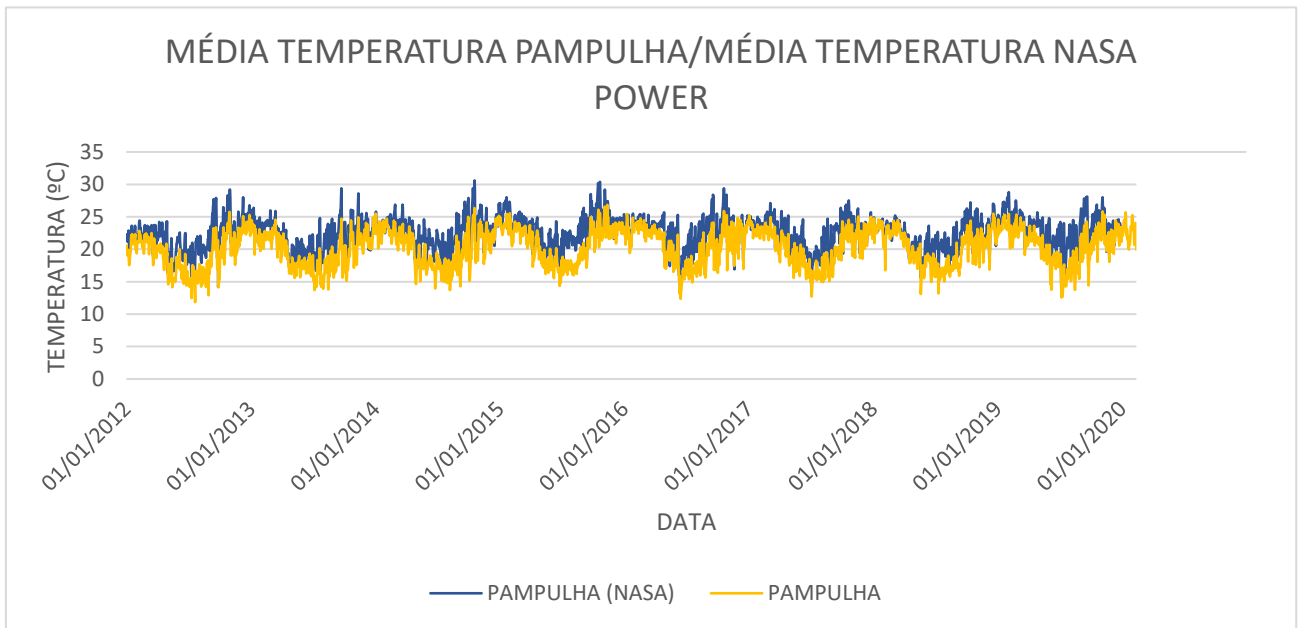


Figura 19: Gráfico comparativo da temperatura média obtida na EMA PAMPULHA e pela NASA POWER

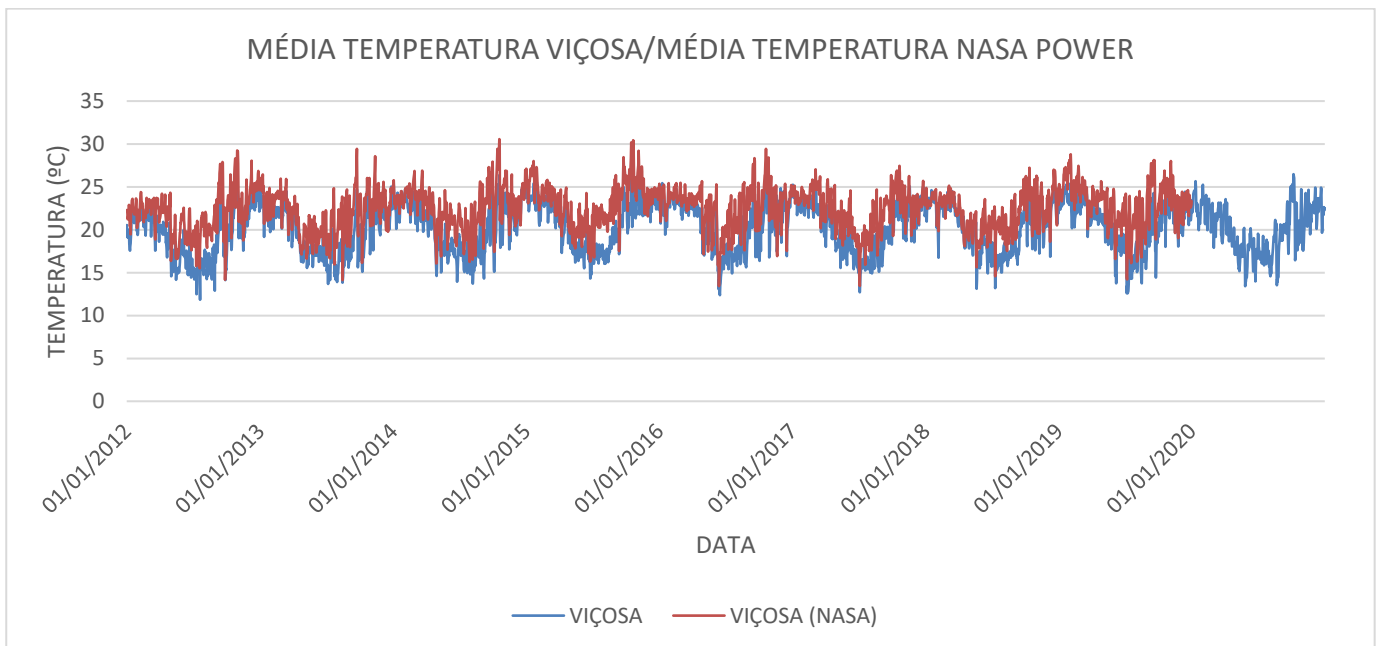


Figura 20: Gráfico comparativo da temperatura média obtida na EMA VIÇOSA e pela NASA POWER

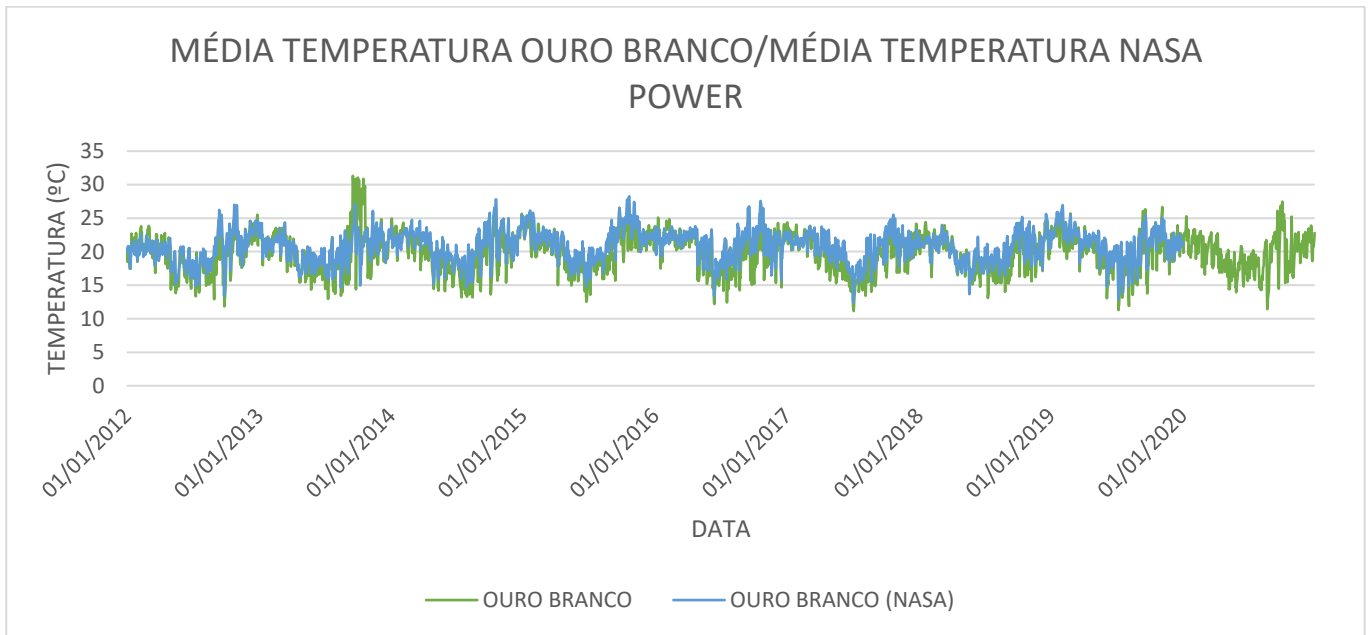


Figura 21: Gráfico comparativo da temperatura média obtida na EMA OURO BRANCO e pela NASA POWER

Os dados de precipitação para a região de Ouro Preto, não foram coletados pelos satélites da plataforma da NASA, diante disso, não foi possível fazer as comparações dos dados obtidos pela EMA de Ouro Preto com outra fonte pela falta de dados vindo de fontes externas.

6. CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar os dados fornecidos pela estação meteorológica automática localizada na Universidade Federal de Ouro Preto e compará-los com aqueles obtidos pelas EMA's de Viçosa, Ouro Branco e Pampulha (Belo Horizonte), além de validar esses mesmos dados com os da plataforma NASA-POWER.

Os dados de precipitação e temperatura da EMA de Ouro Preto, quando comparados com as demais EMA escolhidas na mesma região, apresentaram graficamente tendências similares, onde temperaturas mais altas estavam evidentes nos meses de Janeiro a Junho e as mais baixas nos meses compreendidos entre Julho e Dezembro. Apesar da tendência das curvas de temperatura ser muito parecida, houve diferenças nos valores absolutos dos dados coletados. A diferença de valores absolutos pode ter se dado por fatores externos como localização, relevo, erro na aquisição dos dados, falha na estação meteorológica e ações antrópicas.

Quando comparam-se os dados da EMA de Ouro Preto com os dados obtidos pela plataforma NASA-POWER, a diferença entre as duas fontes é explícita e apresenta valores numéricos muito destoantes. Com os dados disponibilizados pela EMA de Ouro Preto sendo coletados *in loco* e os da NASA através de satélites que executam o sensoriamento remoto, é justificável a diferença entre os valores obtidos, por serem dois métodos muito distintos de aquisição de dados.

Os dados de precipitação também apresentaram diferenças significativas quando comparados às outras EM (Viçosa, Ouro Branco e Pampulha), evidenciando falhas na aquisição dos dados na EMA de Ouro Preto. Os valores de precipitação não puderam ser comparados com dados obtidos pela NASA, pela falta de dados na plataforma POWER.

A EMA de Ouro Preto apresentou diversas falhas durante a série histórica, muitas vezes ficou dias sem a obtenção de quaisquer dados, ou seja, a EMA da Universidade Federal de Ouro Preto desempenha seu papel de medir as variáveis atmosféricas, mas não possui garantias de obtenções das mesmas, visto que apresenta falhas em diversos períodos da série histórica. As falhas na EMA de Ouro Preto podem ter sido ocasionadas por fatores externos, eventos naturais ou pela falha humana na coleta de dados.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para que haja melhores resultados nos resultados de comparações das EMA's, é necessário que seja feito um estudo comparando os meses que houveram menos falhas na EMA da Universidade Federal de Ouro Preto. Como este estudo foi a primeira análise feita para a EMA de Ouro Preto, faz-se necessário estudos posteriores para avaliar o grau de confiabilidade com mais acurácia, considerando o número de falhas e também a possibilidade do preenchimento de dados faltantes.

8. REFERÊNCIAS

- AB'SABER, Aziz Nacib. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. *Geomorfologia*, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977;
- ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ASSOCIAÇÃO COMERCIAL E EMPRESARIAL DE OURO PRETO. ACEOP: Dados Econômicos em Ouro Preto, 2020. Disponível em: <https://www.aceop.com.br/dados-economicos-em-ouro-preto>. Acesso em 01 de Agosto de 2021;
- CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; DIAS, Maria Assunção Faus da Silva; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da. Tempo e clima no Brasil. [S.l: s.n.], 2009.
- CPTEC. Princípios de Meteorologia e Meio Ambiente; Disponível em: < <https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>, Acesso em 20 de Julho de 2021;
- CONTI, José Bueno. **Clima e Meio Ambiente**. São Paulo: Atual, 1998. 88 p. FERRAZ, J. de Sampaio. Causas prováveis das secas do Nordeste brasileiro. **O Brasil Técnico**, n. 7, p.210-223, 1925.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema Geodésico Brasileiro. SIRGAS 2000. Disponível em: < https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_25fev2005.pdf> ; Acesso em 01 de Agosto de 2021;
- INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Rede de estações meteorológicas automáticas. Brasília, DF, 2021.
- KÖPPEN, W. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. **Geographische Zeitschrift**, v. 6, p. 593-611, 1900.
- LANG, T.T **Electronics of measuring systems**: practical implementation of analogue and digital techniques. John Willey & Sons. 318p. 1987.
- LUCAS, E.W.M.; RODRIGUES, J.E.; REZENDE, J.M.; ABREU, S.F.; BRAGA A.P. Comparative analysis of observed meteorological data in the conventional and surface automatic station at Brazilian National Institute of Meteorology. In: WMO TECHNICAL CONFERENCE ON METEOROLOGICAL AND ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS

- AND METHODS OF OBSERVATION, Helsinki. **Resumos Expandidos** Helsinki: Organização Meteorológica Mundial, 2010.
- MARIN, F.R. **Introdução ao uso de sistemas automáticos de aquisição de dados na agrometeorologia**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2005, 28 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Documentos, 56).
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. p. 206.
- NASA POWER (2021). NASA Prediction of Worldwid Energy Resources. Disponível em: <https://power.larc.nasa.gov/>; Acesso em 02 de Setembro de 2021;
- PLANKTON, S. **Annex III. Glossary: IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: IPCC Fifth Assessment Report, p.1465, 2013.
- ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. **Global and regional scale precipitation patterns associated with the El-Niño Southern Oscillation**. *Monthly Weather Review*, v. 115, n. 8, p. 1606-1626. 1987.
- SILVA, R. A. et al. Avaliação da cobertura florestal na paisagem de Mata Atlântica no ano de 2010, na região de Ouro Preto – MG. *Cerne, Lavras*, v. 21, n. 2, p. 301-309, 2015.
- TANNER, B. D. Automated weather stations. **Remote Sensing Reviews**, Harwood, v. 5, n. 1, p. 73-98, 1990.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. *Meteorologia básica e aplicações*. 2.ed. rev. ampl. -Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012, p. 404.
- WEATHER SPARK. ORG. Ouro Preto. Dados climáticos para cidades mundiais. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30593/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Ouro-Preto-Brasil-durante-o-ano>, Acesso em 03 de Agosto de 2021;
- WHITE, G. M.; ROSS, I. R. Humidity. In: HENRY, Z. A.; ZOERB, G. A.; BIRTH, G. S. **Instrumentation and measurement for environmental sciences**. Saint Joseph: ASAE, 1991. p. 8.01-8.13.
- YNOUE, R.Y.; AMBRIZZI,T.; REBOLITA, M.S. e da SILVA, G.A.M. *Meteorologia : Noções Básicas*. São Paulo : Oficina de Textos, c2017.