aldeia
SELO EDITORIAL ICH/UFJF

Cássia de Castro Martins Ferreira
Fabio de Oliveira Sanches
Thiago Alves de Oliveira
Yan Carlos Gomes Vianna
Camila de Moraes Gomes Tavares
(ORGANIZADORES)

CLIMA DE JUIZ DE FORA
50 ANOS DE DADOS METEOROLÓGICOS

EDITORA
U F J F

Cássia de Castro Martins Ferreira
Fabio de Oliveira Sanches
Thiago Alves de Oliveira
Yan Carlos Gomes Vianna
Camila de Moraes Gomes Tavares

CLIMA DE JUIZ DE FORA: 50 ANOS DE DADOS METEOROLÓGICOS

1ª edição
Juiz de Fora/MG
2023

©Editora UFJF, 2023
Este livro ou parte dele não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização expressa da editora.
O conteúdo desta obra, além de autorizações relacionadas à permissão de uso de imagens ou textos de outro(s) autor(es) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es) e/ou organizador(es)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Reitor
Marcus Vinicius David

Vice-Reitoria
Girlene Alves da Silva

Diretor da Editora UFJF
Ricardo Bezerra Cavalcante

Conselho Editorial do Selo Aldeia - ICH UFJF
André Muskopf
César Agenor da Silva
Clarice Cassab
João Dulci
Lelio Moura Lourenço
Maria Leonor Botelho
Rodrigo Christofoletti

Projeto Gráfico, Editoração e Capa
Paolo Malorgio Studio

Ferreira, Cássia de Castro Martins.
Clima de Juiz de Fora: 50 anos de dados meteorológicos / Cássia de Castro Martins, Fabio de Oliveira Sanches, Thiago Alves de Oliveira; Yan Carlos Gomes Vianna, Camila de Moraes Gomes Tavares.-- Juiz de Fora: Editora UFJF, 2023.
Dados eletrônicos (1 arquivo: 4,12 mb)
81 p.: il. col.

ISBN: 978-65-89512-84-4

1. Climatologia. 2. Temperatura atmosférica. 3. Chuvas. I. Sanches, Fabio de Oliveira. II. Oliveira, Thiago Alves. III. Vianna, Yan Carlos Gomes. IV.Tavares, Camila de Moraes. V. Título.

CDU 551.58

Editora UFJF
Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n -
São Pedro, Juiz de Fora - MG, CEP: 36036-900
Telefone (32) 2102-3586
editora@ufjf.br / distribuicao.editora@ufjf.br
www.ufjf.br/editora

Filiada à ABEU

Associação Brasileira das Editoras Universitárias

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Mudanças esperadas por região num cenário de 2ºC de aquecimento	13
Figura 2	Estação Meteorológica Automática – Juiz de Fora	18
Figura 3	Localização da Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora	20
Figura 4	Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora	21
Figura 5	Abrigo Meteorológico da Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora	21
Figura 6	Mapa mensal de registro de dados de uma ECP	23
Figura 7	Classificação climática Koeppen-Geiger para o estado de Minas Gerais, considerando o período de 1998 a 2012	26
Figura 8	Climograma de Juiz de Fora – MG, período de 1974 a 2021	27
Figura 9	Termômetros de máxima e mínima (a) e abrigo meteorológico (b)	29
Figura 10	Média mensais das temperaturas máximas, média e mínimas em Juiz de Fora	30
Figura 11	Médias das temperaturas máximas mensais e valores máximos e mínimos (a) e distribuição dos dados de temperatura média máxima mensal (b)	30
Figura 12	Distribuição das Temperaturas Médias Máximas (°C) mensais no período de 1974-2021	31
Figura 13	Médias das temperaturas médias mensais e valores máximos e mínimos (a) e distribuição dos dados de temperatura média mensal (b)	31
Figura 14	Distribuição das Temperaturas Médias (°C) mensais no período de 1974-2021	32
Figura 15	Médias das temperaturas mínimas mensais e valores máximos e mínimos (a) e distribuição dos dados de temperatura média mínima mensal (b)	32
Figura 16	Distribuição das Temperaturas Mínimas (°C) Médias mensais no período de 1974-2021	32
Figura 17	Desvio da temperatura média máxima entre as Normais Climatológicas (1961-1990) e (1991-2020)	33
Figura 18	Desvio da temperatura média entre as Normais Climatológicas (1961-1990) e (1991-2020)	34
Figura 19	Desvio da temperatura média mínima entre as Normais Climatológicas (1961-1990) e (1991-2020)	34
Figura 20	Tendência anual das Temperaturas Médias Máximas (a) e Médias (b) e Médias Mínimas (c)	35

Figura 21	Heliógrafo de Campbell-Stokes da Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora	41
Figura 22	Total anual de horas de brilho solar (insolação) em Juiz de Fora	42
Figura 23	Insolação média mensal para Juiz de Fora	43
Figura 24	Tendência da insolação média mensal para setembro em Juiz de Fora	43
Figura 25	Médias anuais de nebulosidade (décimos) para Juiz de Fora e sua tendência	46
Figura 26	Nebulosidade média mensal (décimos) para Juiz de Fora	47
Figura 27	Proporção da nebulosidade média mensal (décimos) para Juiz de Fora	48
Figura 28	Tendência de redução da nebulosidade para os meses de janeiro (a) e dezembro (b)	49
Figura 29	Representação de 1mm de pluviosidade	51
Figura 30	Pluviômetro *Ville* de Paris (a) e pluviógrafo (b) da Estação Climatológica Principal	52
Figura 31	Totais pluviométricos anuais para Juiz de Fora (1974-2021)	52
Figura 32	Médias mensais de precipitação para Juiz de Fora	53
Figura 33	Distribuição das chuvas mensais (mm) no período de 1974-2021	53
Figura 34	Número de dias com chuva > 1mm em Juiz de Fora	55
Figura 35	Frequência anual de eventos pluviométricos extremos em Juiz de Fora	56
Figura 36	Precipitação máxima diária, por ano, em Juiz de Fora	56
Figura 37	Conjunto psicrométrico (termômetro de bulbo úmido e bulbo seco) (a) e abrigo meteorológico (b)	59
Figura 38	Médias anuais da umidade relativa do ar (%) para Juiz de Fora, sua tendência e desvio padrão	60
Figura 39	Umidade relativa média mensal (%) para Juiz de Fora	61
Figura 40	Distribuição da Umidade relativa média mensal (%) no período de 1974-2021	61
Figura 41	Tendência da umidade relativa do ar média (%) para o mês de setembro	62
Figura 42	Catavento Wild (a) da Estação Climatológica Principal e o anemômetro e biruta da Estação Meteorológica Automática (b)	65
Figura 43	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de janeiro no município de Juiz de Fora (2007-2021)	66
Figura 44	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de fevereiro no município de Juiz de Fora (2007-2021)	66

Figura 45	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de março no município de Juiz de Fora (2007-2021)	67
Figura 46	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de abril no município de Juiz de Fora (2007-2021)	67
Figura 47	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de maio no município de Juiz de Fora (2007-2021)	68
Figura 48	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de junho no município de Juiz de Fora (2007-2021)	69
Figura 49	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de julho no município de Juiz de Fora (2007-2021)	69
Figura 50	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de agosto no município de Juiz de Fora (2007-2021)	70
Figura 51	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de setembro no município de Juiz de Fora (2007-2021)	70
Figura 52	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de outubro no município de Juiz de Fora (2007-2021)	71
Figura 53	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de novembro no município de Juiz de Fora (2007-2021)	71
Figura 54	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de dezembro no município de Juiz de Fora (2007-2021)	72
Figura 55	Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para a série histórica (2007-2021) no município de Juiz de Fora	72
Figura 56	Gráfico da velocidade média mensal da velocidade dos ventos (rajada e horária m/s) (a); velocidade máxima mensal da série histórica (b)	74
Figura 57	Gráfico de frequência da direção dos ventos para o período seco (a - gráfico de rede) e (b - gráfico de barra) e do período chuvoso (c - gráfico de rede) e (d - gráfico de barra)	75

LISTA DE TABELAS

		Pág.
Tabela 1	Temperatura dos meses mais quentes e os meses mais frios em Juiz de Fora	33
Tabela 2	Temperaturas extremas do ar máximas e mínimas registradas	36
Tabela 3	Temperaturas Máximas Mensais médias e anual para Juiz de Fora – 1974-2021	36
Tabela 4	Temperaturas Mensais médias e média anual para Juiz de Fora – 1974-2021	38
Tabela 5	Temperaturas Mínimas Mensais médias e anual para Juiz de Fora – 1974-2021	39
Tabela 6	Insolação média mensal e anual para Juiz de Fora (1974-2021)	44
Tabela 7	Nebulosidade média mensal e anual para Juiz de Fora (1974-2021)	50
Tabela 8	Totais pluviométricos mensais e totais pluviométricos anuais para Juiz de Fora no período de 1974-2021	54
Tabela 9	Cinco maiores eventos extremos em Juiz de Fora	57
Tabela 10	Histórico dos meses mais chuvosos e mais secos em Juiz de Fora	57
Tabela 11	Média mensal de dias com chuva para Juiz de Fora	58
Tabela 12	Umidade Relativa do Ar média mensal e anual para Juiz de Fora (1974-2021)	63
Tabela 13	Valores médios, máximos e mínimos mensais da velocidade da rajada (Âº(gr)) entre os anos de 2007-2021	73
Tabela 14	Valores médios, máximos e mínimos mensais da velocidade horária (m/s) entre os anos de 2007-2021	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
Âº(gr)	Ângulo em graus (º)
AR6	*Assessement Report* 6
ASAS	Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
Cwa	Tipo climático subtropical com inverno seco
E	Leste/Este
EAC	Estação Agroclimática
EAT	Estação Automática
ECA	Estação Climatológica Auxiliar
ECP	Estação Climatológica Principal
ECP	Estação Climatológica Principal
ECP-JF	Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora
ETCCDI	*Expert Team on Climate Change Detection Indices*
FAFILE	Faculdade de Filosofia e de Letras
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC	*Intergovernmental Panel on Climate Change*
JBN	Jatos de Baixos Níveis
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros
N	Norte
NE	Nordeste
NW	Noroeste
OMM	Organização Meteorológica Mundial
S	Sul
SE	Sudeste
SW	Sudoeste
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UTC	Universal Time Coordinated
W	Oeste/*West*
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCOU	Zona de Convergência de Umidade

SUMÁRIO

Prefácio 10

1. Introdução 12

2. A Estação Meteorológica Principal de Juiz de Fora – uma história a ser contada 14

3. Estação Climatológica Principal 19

4. Clima de Juiz de Fora – MG 25

5. A Temperatura do ar em Juiz de Fora 29
   5.1 Desvios entre as Normais Climatológicas 33
   5.2 Tendência anual das temperaturas médias máximas, médias e mínimas 35
   5.3 Temperaturas extremas 35

6. A insolação em Juiz de Fora 41

7. A nebulosidade em Juiz de Fora 46

8. As chuvas em Juiz de Fora 51
   8.1 O número de dias com chuva 55
   8.2 Extremos diários 55

9. Umidade relativa do ar em Juiz de Fora 59

10. Direção e velocidade dos ventos em Juiz de Fora 64

11. Considerações finais 76

Referências 78

Sobre o(a)s autore(a)s 81

PREFÁCIO

Permitam-me registrar aqui porque avalio que fui convidado para realizar esse prefácio. No 1º semestre de 1991, quando cursava o 2º ano do curso de graduação em Geografia junto a Universidade Estadual de Maringá (UEM), realizei um estágio na Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM código 83767). Esse estágio consistia em *acompanhar a rotina da estação ao longo do dia e se familiarizar com os instrumentos* de uma estação meteorológica convencional de superfície. Eram 40 horas de estágio que tinham que ser cumpridas e validada pelo observador meteorológico da estação. Nessa ocasião, algo que parecia protocolar tornou-se uma experiência muito agradável. Fui aprovado na disciplina com um bom conceito (tem coisas que é melhor não registrar) e fui convidado pela professora Glaucia Deffune a atuar como monitor da disciplina, não só para o curso de Geografia, mas também para o curso de Agronomia. Nesse momento iniciou uma história de ligação com a Climatologia Agrícola que me persegue até hoje. Sempre digo que, às vezes, temos que estar no lugar certo e na hora, isso porque, abriu um concurso para Observador Meteorológico, estudei muito e fui aprovado, e ali começou meu prazer pelos instrumentos e pela observação da atmosfera.

Observar a atmosfera é uma atividade que a humanidade realiza desde priscas eras. Dessa observação dependia sua sobrevivência e evolução, e, mesmo sem instrumentos já era possível olhar e entender os movimentos da atmosfera. Períodos de plantio e colheita, movimentos dos animais e períodos úmidos e secos. A estação meteorológica apenas instrumentalizou essa observação, padronização e registro.

A *rotina de uma estação meteorológica* demanda atenção e permanência. As leituras são realizadas em horários pré-definidos mundialmente pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), como todos os leitores desse texto bem sabem. Inclusive a ECPM de Maringá realizava a marcha horária das 07h às 23h, ou seja, além dos três horários do boletim sinótico realiza-se, hora a hora, registros de temperatura e umidade relativa do ar. Logo às 07h da manhã o observador deve realizar a leitura da temperatura mínima de relva (termômetro depositado na grama na noite anterior); as 9h00min, 15h00min e 21h00min realiza as observações completas para a elaboração do boletim codificado; ao pôr do sol troca a fita do heliógrafo e o gráfico do actnógrafo (a realiza-se a leitura do total de horas de brilho solar e a integração da radiação solar global); se a estação tiver tanque de evaporação Classe 'A' deve proceder a limpeza e reposição de água do tanque reserva; realizar a limpeza de todos os sensores; totalizar as chuvas (início, térmico, duração e total) a partir do gráfico do pluviógrafo; trocar o gráfico do barógrafo,

ou seja, esse mini manual de um observador meteorológico serve para mostrar que a rotina de observação requer a presença constante de pessoas, em três turnos ao longo do dia. Isso porque não realizamos a observação das 03h00min da madrugada. *Essa rotina se repete 365 ou 365 dias por ano.*

Esse longo parágrafo anterior serve para demonstrar porque, atualmente, está ocorrendo uma *substituição gradativa e sequencial* das estações meteorológicas convencionais (EMC) por automáticas (EMA). As EMAs não necessitam de observador e podem operar em locais de difícil acesso, mas engana-se quem avalia que não precisam de manutenção. Esse tem sido o grande equívoco, instalar estações automáticas e deixa-las sem as devidas manutenções. Os sensores eletrônicos são excelentes, mas necessitam de calibração periódica. Por exemplo, os *anemômetros necessitam de troca dos rolamentos* (caso contrário a velocidade do vento apresentará diminuição ao longo tempo em função do atrito com as partes do sensor); os *radiômetros necessitam de calibração* em relação a um sensor de referência (limpeza com pano macio deve fazer parte da rotina dos radiômetros, caso contrário a fuligem depositada reduz a intensidade da radiação); o barômetro então esse é o que descalibra mais facilmente; a limpeza dos sensores devem ser periódicas; o *pluviômetro digital deve ter o coletor sempre limpo* (é comum observarmos entupimento do orifício de coleta transformando uma chuva convectiva intensa em uma garoa leve e duradoura); o sistema de painel solar e baterias devem ser verificados com frequência em especial nos meses de outono e inverno em nossas latitudes.

A obra que se apresenta *superou todas essas dificuldades* ao longo dos últimos 50 anos (EMC) e dos últimos 15 anos (EMA) e aqui apresenta os resultados dessa persistência. Ninguém se recorda com propriedade como foi o tempo da semana passada, mas os dados da estação meteorológica não esquecem: *registra e eterniza.* Os autores iniciam o texto, após uma descrição cuidadosa da Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora, com uma descrição da variabilidade da *temperatura do ar* ao longo da série histórica. Apontam as derivadas da temperatura do ar: temperaturas máximas e mínimas médias, além de amplitudes térmicas e uma análise de tendência. Na sequência avança para uma análise do total de *horas de brilho solar* (insolação, o heliógrafo é um equipamento incrível) em associação com a cobertura de nuvens. As *precipitações* e a *direção e velocidade do vento* ganham atenção especial nos últimos capítulos.

Parabéns aos autores, colaboradores e observadores meteorológicos.

Emerson Galvani
Ex-observador Meteorológico e apaixonado por medir a atmosfera.
Outono/inverno de 2022.

1. INTRODUÇÃO

Juiz de Fora é uma cidade média, com uma população estimada de 577.532 (IBGE, 2022). Localizada na Zona da Mata Mineira, está em uma área que recebe influência de massas de ar com características distintas.

Afetada por vários sistemas climáticos relacionados à complexa circulação de ar, característica da zona tropical, a cidade é, portanto, influenciada por flutuações de massas de ar – quentes e úmidas equatoriais, mais frias e secas da Zona Polar, derivadas do anticiclone subtropical, normalmente, quentes e secas, e depressões que avançam associadas aos movimentos das frentes frias.

Este contexto climatológico produz uma mudança diária e sucessiva de contrastes, sejam eles térmicos e/ou hídricos, que em muitos casos podem afetar a saúde humana e a um desenrolar de desastres ambientais, geralmente associados às precipitações.

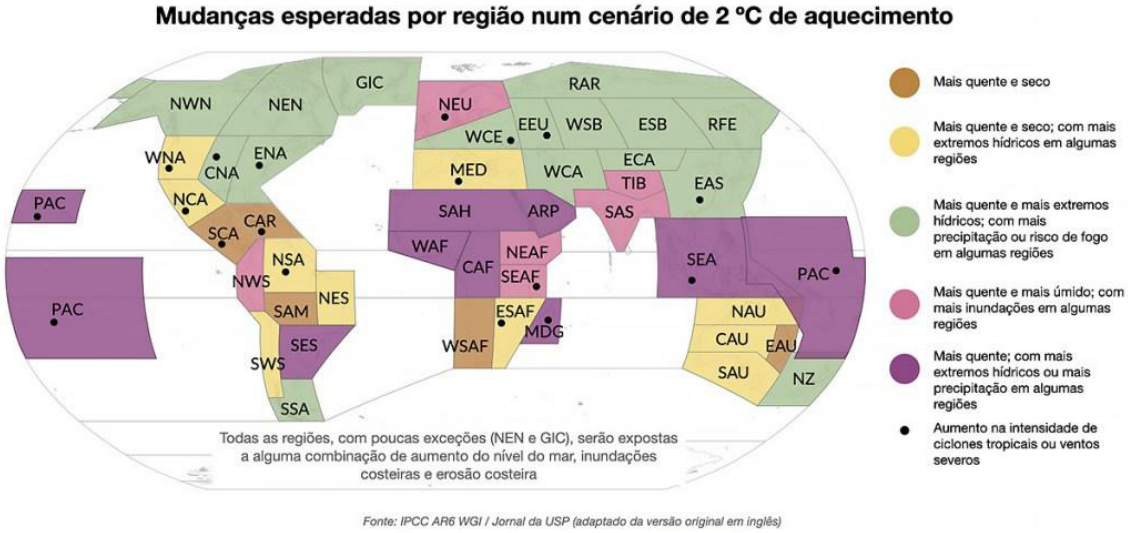
A variabilidade/irregularidade termal e hídrica, numa escala sazonal, mensal e diária é potencializada pelo clima urbano, que em função do processo de urbanização (volume de edificações, verticalização, impermeabilidade do solo, baixa cobertura vegetal, baixa taxa de albedo, alta taxa de emissividade, fluxo de veículos automotores) e, com alta desigualdade socioeconômica, elevada a probabilidade de resultados negativos à população, seja pelo aumento do risco, e consequente elevação da vulnerabilidade socioambiental, podendo afetar diretamente a saúde humana.

Cabe ainda destacar que no contexto do aumento das temperaturas médias globais, as projeções estabelecidas pelo último relatório do IPCC – AR6-Mudanças climáticas-2021, destacam que o aquecimento global está atrelado a ação antrópica e que as rápidas mudanças do clima estão disseminadas pelo mundo (AR6- IPCC, 2021). Segundo o AR6 – IPCC o aquecimento registrado atualmente (2011-2020) é de 1,09ºC, quando comparado ao registrado no período pré-industrial (1850- 1900), 1,07ºC, esta diferença, pode estar atrelada às ações humanas, principalmente, derivada da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento.

O relatório afirma, ainda, que as últimas quatro décadas foram as mais quentes desde 1850. Na última década, entre 2011-2020, o aquecimento da temperatura sobre os continentes foi de 1,59ºC em média, e sobre os oceanos foi de 0,88ºC. Destacamos também que o aquecimento médio da temperatura sobre os continentes não é/será uniforme, e que em função do clima urbano, este aquecimento tenderá a ser mais acentuado nas cidades, aumentando processos já conhecidos e medidos como ilhas de calor, demonstrando a importância de estudar o clima das cidades.

As mudanças climáticas esperadas por região (Figura 1), mostram que para o sudeste da América do Sul teríamos uma projeção de ser "mais quente; com mais extremos hídricos ou mais precipitação em algumas regiões" (IPCC AR6 WGI, 2021).

Figura 1 - Mudanças esperadas por região num cenário de 2ºC de aquecimento



Fonte: IPCC AR6 WGI/Jornal USP, 2021; ESCOBAR, 2021

Com esta projeção climática, associada ao modelo de urbanização utilizado até então nas cidades e reconhecendo a irregularidade do comportamento episódico do sistema climático, é relevante para cidades como Juiz de Fora – MG avaliarem, com maior precisão o comportamento climático, considerando as características socio-econômicas e biofísicas dos diferentes ambientes construídos no interior da cidade.

Nesse sentido, o presente livro, oferece de forma sistemática e descritiva, elementos, dados e informações que podem ser utilizadas pelos diferentes atores, nas diversas questões de cunho científico, acadêmico, ensino e ao poder público na tomada de decisões no que tange aos diversos aspectos atrelados ao tempo e ao clima de Juiz de Fora, buscando alcançar uma melhoria na qualidade de vida.

Este livro tem como propósito trazer para a comunidade científica e para a comunidade em geral, os dados coletados por 50 anos na Estação Climatológica Principal (ECP), localizada no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Não podemos deixar de enfatizar que a construção deste livro faz parte das comemorações dos 50 anos da ECP-JF no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora e um agradecimento a todos e todas que de forma direta ou indireta participaram, apoiaram e trabalharam na ECP-JF.

2. A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PRINCIPAL DE JUIZ DE FORA – UMA HISTÓRIA A SER CONTADA

A Estação meteorológica de Juiz de Fora, nº 83692 pertencente ao 5º Distrito de Meteorologia e ao Ministério da Agricultura, foi fundada em 31 de dezembro de 1909, localizada nas coordenadas -21º45'18''/-43º21'05''. Esta foi instalada no Largo do Riachuelo, no qual funcionou até 1929, depois desse período a estação ficou sem operação por 10 anos, voltando a operar após esse período, porém, com dados incompletos e com falhas. No ano de 1940 ocorreu uma grande enchente na cidade, o que levou a trocar de lugar da estação, que passa a operar no prédio da Diretoria Regional dos Correios, na Rua Marechal Deodoro no centro da cidade, onde ficou funcionando até 16 de maio de 1959 "quando por necessidade de espaço, o diretor regional houve por bem despejá-la" (STAICO, 1976, p. 46).

Nesse momento, a funcionária encarregada da estação, na tentativa de não desligamento da estação e remoção para outra localidade, tomou a iniciativa de instalar o escritório da Estação Meteorológica em sua própria casa, por falta de verbas do Ministério da Agricultura, e instalou os equipamentos na Praça Agassis, junto ao Marco Geodésico, localizada nas coordenadas -21º44'49''/43º21'17''.

Segundo Staico (1976, p. 46) "Nessa ocasião, como a casa era acanhada para comportar também um arquivo, a funcionária encarregada do posto nº 32 do 6º Distrito de Águas do Ministério da Agricultura solicitou e obteve ordem para queimar a documentação. O que levou a uma falta de dados até o ano de 1954, havendo desta forma a disponibilidade de informações e dados meteorológicos derivados desta estação apenas a partir de 1954, porém, mesmo neste período apresenta extensas falhas, seja por falta de funcionário revezando nas leituras nos períodos de férias, ou por falta de material para anotações, de equipamentos quebrados sem manutenção ou troca. Denotando que a estação vinha tendo dificuldades de ser mantida em operação em função de um descaso com a coleta de dados meteorológicos no período no Brasil.

Em dezembro de 1960 a Universidade Federal de Juiz de Fora foi criada com a Lei nº 3.858, pelo então presidente Juscelino Kubitschek, que a partir das cinco

faculdades já existentes na cidade (Direito, Farmácia/Odontologia, Engenharia, Medicina e Economia) formou a Universidade. Em 1971 houve a criação do Campus da UFJF, e com sua criação novas Faculdades/Institutos passaram a fazer parte da UFJF. Neste sentido, a FAFILE (Faculdade de Filosofia e de Letras, criada no ano de 1948, reconhecida pelo Decreto Federal nº 30.160, de 12 de novembro de 1951), foi incorporada e, em decorrência, o Curso de Geografia; foi fundado o Departamento de Geociências e como este departamento oferecia as disciplinas de Climatologia e Meteorologia, houve a mobilização para trazer para a UFJF a Estação meteorológica para o Campus da UFJF.

Assim, em 11 de maio de 1972, começa a funcionar a Estação Climatológica Principal (ECP), localizada no Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, nas coordenadas -21.770000/-43.364444, a 936,9 m de altitude. Foi definido o ponto mais alto, aberto nos horizontes e afastado de outras construções, dentro do limite do Campus da UFJF, a área da estação é delimitada por uma cerca aramada, e o solo coberto por grama, conforme as recomendações da Organização Meteorológica Mundial. Foi também construído uma pequena edificação, no qual fica instalado o Barômetro e Barógrafo e dá apoio aos observadores nas suas funções.

Quando a ECP passa a ser localizada e operada na UFJF, não havia observadores, ficando a encargo dos professores do Departamento de Geociências a observação e todos os trâmites necessários ao bom funcionamento da estação. É importante destacar, que um observador meteorológico, segundo Vianello (2011, p. 1) é "um personagem que trabalha no anonimato, dia e noite, com chuva ou sol, sem interrupções em datas festivas ou em ocasiões especiais. Não é exagero afirmar que seu trabalho é a base sobre a qual se apoia todo o edifício da ciência meteorológica. Trata-se do observador meteorológico, responsável pelas observações do tempo presente e pelas tendências observadas do tempo passado. Ele e seu laboratório de trabalho – a estação meteorológica, constituída por um conjunto de instrumentos distribuídos no interior de um cercado, rigorosamente construído e operado segundo os padrões internacionais".

Trago aqui esta citação de Rubens Leite Vianello, pois este pesquisador/professor, enquanto professor do Departamento de Geociências da UFJF, foi um dos professores responsáveis por trazer para a UFJF o convênio entre a Ministério da Agricultura e a UFJF, no qual esta passa a sediar e a colaborar nas observações, na manutenção, e, principalmente, na qualidade dos dados e informações advindos da estação.

Destacando o enorme trabalho que os professores do Departamento de Geociências, que trabalhavam de segunda a segunda na estação meteorológica, com o objetivo de trazer a comunidade científica e a comunidade em geral uma informação de qualidade, sistemática e sem falhas. Dentre os registros da estação, encontramos observações realizadas pelos seguintes professores:

Rubens Leite Vianello
Guilherme Gysbertus Maria Van Keulen
Antonio Rezende
José Baptista da Fonseca
Julio César Matta Camargo,
Antônio Rezende Guedes
Sócrates Campos Bandeira
Luiz Fernando de Castro Soares
Luiz Alberto Martins
Pedro José de Oliveira Machado

Em um relato do prof. Rubens Leite Vianello, este destacou que quando a estação foi instalada na UFJF, no topo de um morro, com um acesso precário, o prof. afirma que "nós subíamos esse morro três vezes ao dia. Nós nos revezávamos, dia sim, dia não". Pois os dados são coletados diariamente às 9h, às 15h e às 21h.

Na década de 1970 eram, principalmente, os professores que ficaram encarregados de fazer as observações meteorológicas e aos poucos o Ministério da Agricultura foi disponibilizando um funcionário para auxiliar nas observações meteorológicas. Porém, o/a Encarregado/a da Estação Meteorológica continuou e continua sendo um/a professor/a do Departamento de Geociências.

Nas décadas de 1970 e 1980, o Departamento cogitou o trabalho de estagiários junto à estação, porém estes eram substituídos frequentemente, o que impedia um bom treinamento no processo de observação meteorológica, o que implicava na qualidade técnica dos registros, ficando os estagiários encarregados posteriormente, não pela observação meteorológica, mas sim na organização, cópia, e manutenção do banco de dados meteorológicos, que até 1992 eram registrados em boletins manualmente e posteriormente passam a ser compilados em planilhas nos computadores. Entre estes estagiários, chamamos a atenção para alguns, que hoje foram ou são professores na UFJF, como o Prof. Luiz Alberto Martins, a Prof. Maria Aparecida de Almeida, o Prof. Sócrates Campos Bandeira e a Prof. Cássia de Castro Martins Ferreira.

Com o quadro de funcionários da estação, ligado principalmente aos professores e disponibilidade deles em realizarem as observações, a UFJF e o INMET passam a disponibilizar um funcionário para realizar as observações, sob a responsabilidade de um encarregado da estação, que era um professor do Departamento.

Em 2018 a UFJF realiza um concurso para geógrafo, que tinha como exercício principal da sua função as observações meteorológicas na ECP-JF. Neste concurso,o Geógrafo Yan Carlos Gomes Vianna, ex-aluno do curso de geografia da UFJF, passa a ser o novo funcionário da Estação, por parte da UFJF, e a partir desta data, tivemos uma melhoria significativa na qualidade da observação meteorológica e

no registro dos dados, assim como, na construção do Banco de Dados com as informações derivadas da ECP.

Trabalhando conjuntamente com o Yan, a observadora atrelada ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), por meio de uma empresa que faz a terceirização de serviços, Andréa Martha de Souza da Silva Lopes com 20 anos de trabalho junto a ECP-JF, vêm se empenhando na excelência das observações realizadas na ECP-JF. Este trabalho junto a Estação, sempre foi capitaneado pela presença de um professor supervisor, que juntamente com os observadores, se preocupam com a qualidade dos dados e com o patrimônio da ECP.

Dentre os professores do Departamento de Geociências que desempenharam e desempenham a função de Encarregado da ECP, temos: Prof. Rubens Leite Vianello, Prof. Guilherme Gysbertus Maria Van Keulen, Prof. Antonio Rezende, Prof. José Baptista da Fonseca, Prof. Luiz Alberto Martins, Prof. Luiz Fernando Soares de Castro, Prof. Cássia de Castro Martins Ferreira.

A ECP, vem operando desde 1972, na mesma localidade, o que fornece um histórico de 50 anos de dados e informações meteorológicas, que consistem em três leituras diárias, dos seguintes equipamentos: Termômetro de Mínima, Termômetro de Máxima, Termômetro de Bulbo seco, Termômetro de Bulbo Úmido, Evaporímetro de Piche, Termohigrógrafo que ficam localizados dentro de um abrigo meteorológico, e na área da estação, no perímetro fechado por uma cerca, contamos também com os instrumentos: Pluviômetro, Pluviógrafo, Heliógrafo e o Cata-vento “Tipo Wild”; no escritório se encontram também o Barômetro e o Barógrafo.

Estes são os instrumentos que ainda estão em operação em 2022. Outros instrumentos já tiveram na estação, porém não foram repostos, seja pelo Ministérios da Agricultura ou pela UFJF. Além da observação houve um enorme empenho no registro e no armazenamento do banco de dados de todos os elementos meteorológicos registrados na estação, no Laboratório de Climatologia da UFJF.

Existem também as observações Visuais, que dependem da capacidade e experiência do observador, sendo elas: altura e tipo de nuvens, cobertura do céu, limites de visibilidade horizontal e vertical e condições do tempo. E em função dos dados registrados nos equipamentos, outros dados são obtidos, tais como: temperatura do ponto de orvalho, temperatura potencial, médias compensadas diárias de temperatura do ar, pressão atmosférica ao nível do mar, pressão de vapor d’água, entre outros.

A observação não se encerra aí, após a observação os dados precisam ser transmitidos para o 5º Distrito de Meteorologia. Lá no início os dados eram encaminhados via telegrama, depois por meio dos telefones e agora via aplicativo no celular.

O Ministério da Agricultura em um processo de automatização das estações climatológicas no país, instalou uma estação meteorológica automática em 25

de maio de 2007, ao lado da estação meteorológica convencional. Esta Estação Meteorológica Automática (Figura 2), que por meio de sensores, mede os diferentes parâmetros e os envia automaticamente para um centro de dados meteorológicos. A estação está programada para leituras horárias, o que nos permite acompanhar as variações do tempo ao longo do dia de forma simultânea.

Figura 2 – Estação Meteorológica Automática – Juiz de Fora

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2022

É importante ressaltarmos a importância da manutenção da Estação convencional, uma vez que mesmo que no início da sua operação tenha falhas de dados, ela é uma estação centenária em um país que, em muitos períodos, pouco financiou ou apoiou as pesquisas na área da climatologia. Já os dados da estação automática não suprem ou substituem os dados da estação convencional, sendo que ambas são extremamente importantes para a ciência e para a comunidade, principalmente em tempos de mudanças e alterações climáticas.

3. ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL

Uma "Estação Meteorológica de Superfície é o local onde o observador faz a avaliação de um ou de diversos elementos meteorológicos em um determinado momento da observação" (INMET, 1999, p. 2). Possui o objetivo de registrar de forma contínua e sistemática as variações dos elementos meteorológicos, por meio de observações meteorológicas de superfície.

A estação meteorológica, localizada na UFJF, é uma estação de superfície pertencente à rede de Estações Meteorológicas do INMET – 5º Distrito de Meteorologia. No qual, denomina as estações meteorológicas de superfície de acordo com o número e tipo de elementos meteorológicos que são registrados. Estas podem ser designadas como Estação Climatológica Auxiliar (ECA) possuem, pelo menos, uma observação no dia, das temperaturas do ar extremas (máxima e mínima) e precipitação.

A Estação Climatológica Principal (ECP), realiza observações climatológicas e sinóticas pelo menos 3 vezes ao dia e registram os elementos meteorológicos Temperatura do ar, temperatura mínima e máxima do ar, chuva, umidade relativa do ar e vento (direção e velocidade), pressão atmosférica, evaporação, radiação solar, horas de brilho solar, nebulosidade, tipos de nuvens, visibilidade.

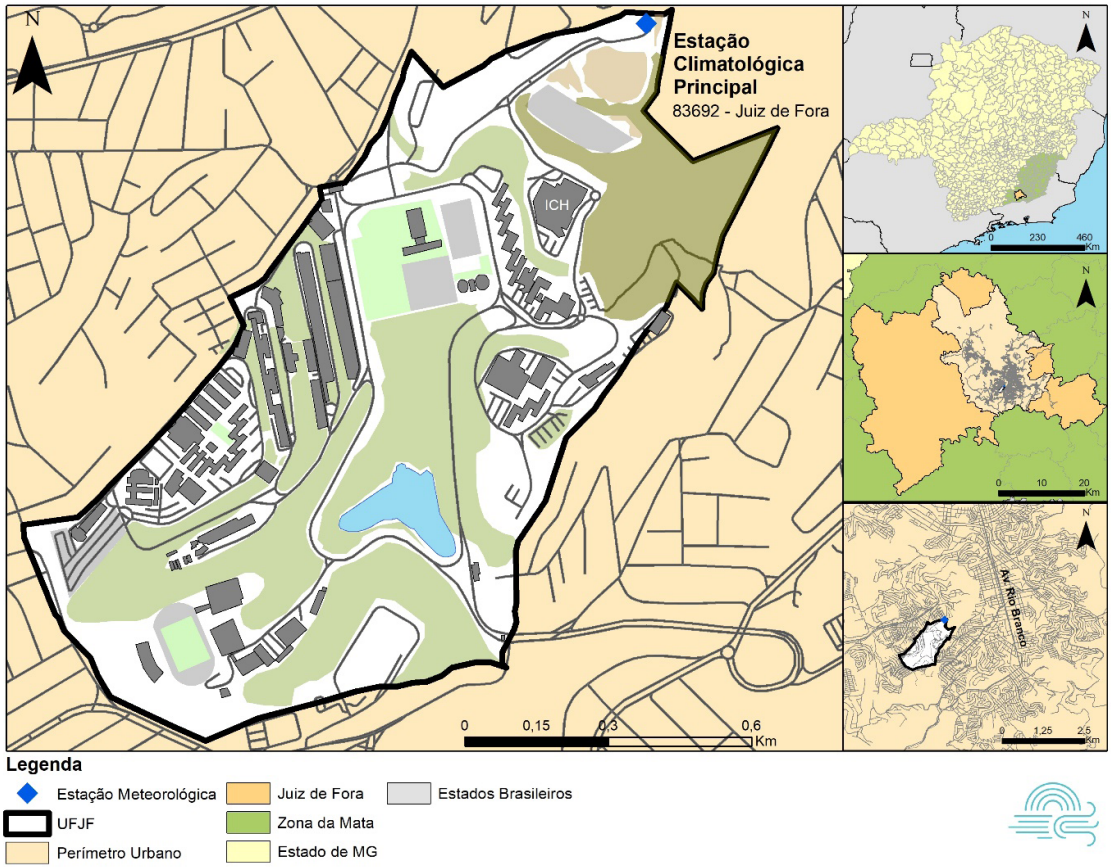
A Estação Agroclimática (EAC) registra dados meteorológicos e biológicos, "com a finalidade de estabelecer relações entre o tempo e a vida das plantas e animais" (INMET, 1999, p. 5). Registram os elementos meteorológicos Temperatura do ar, temperatura mínima e máxima do ar, temperatura do solo (2, 5, 10, 20 e 30cm), chuva, umidade relativa do ar e vento (direção e velocidade), pressão atmosférica, evaporação, orvalho, radiação solar, horas de brilho solar, nebulosidade, tipos de nuvens, visibilidade, umidade do solo e termômetro de mínima de relva.

E, por último, a Estação Automática (EAT), na qual os instrumentos efetuam, transmitem ou registram automaticamente os dados. Os sensores que normalmente estão presentes em uma estação automática são: pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade, precipitação, insolação, radiação, altura da nuvem e visibilidade (INMET, 1999).

Uma Estação Meteorológica oficialmente reconhecida, tem um número de identificação internacional de 5 algarismos, no qual, os dois algarismos da esquerda estão relacionados ao bloco a que pertence, sendo uma região ou país,

e os três algarismos da direita identificam a estação dentro do bloco, a ECP-JF possui o número: 83692. Além disso, sua identificação física é feita pela sua posição geográfica e altitude, no caso da ECP-JF, está localizada a -21º45'18''/-43º21'05'' e a 936m de altitude.

Figura 3 – Localização da Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

O local e a instalação da Estação Climatológica Principal obedecem aos critérios estipulados pela Organização Meteorológica Mundial. Estes parâmetros estabelecem que a estação deve ser instalada em um local alto, com visibilidade horizontal entre 10 a 20 km, os instrumentos devem estar numa área cercada por tela aramada, a superfície deve ser coberta por grama curta, com a finalidade de minimizar o efeito do aquecimento do solo e desta forma, não se tornando uma fonte artificial de calor. O escritório deve ser o menor possível, de forma que atenda às atividades do observador e para alojar os instrumentos barômetro, barógrafo e o registrador do anemógrafo. A cor das instalações da ECP deve ser branca, em função da maior reflexão, protegendo os instrumentos contra o aquecimento provocado pela própria instalação (Figura 4). Além disso, a ECP deve estar localizada em um ponto representativo da área no qual ela está alocada (INMET, 1999; SANT´ANNA NETO & TOMMASELLI, 2009).

Figura 4 – Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2022

O abrigo meteorológico da estação, local onde são instalados os termômetros que medem a temperatura do ar (temperatura máxima, temperatura mínima e de termômetro de bulbo úmido e seco), o evaporímetro e o termohigrógrafo, possui nas suas paredes, persianas duplas e vazadas para permitir que o ar o atravesse livremente e que os instrumentos em seu interior registrem as características naturais da atmosfera (Figura 5).

Figura 5 - Abrigo Meteorológico da Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2022

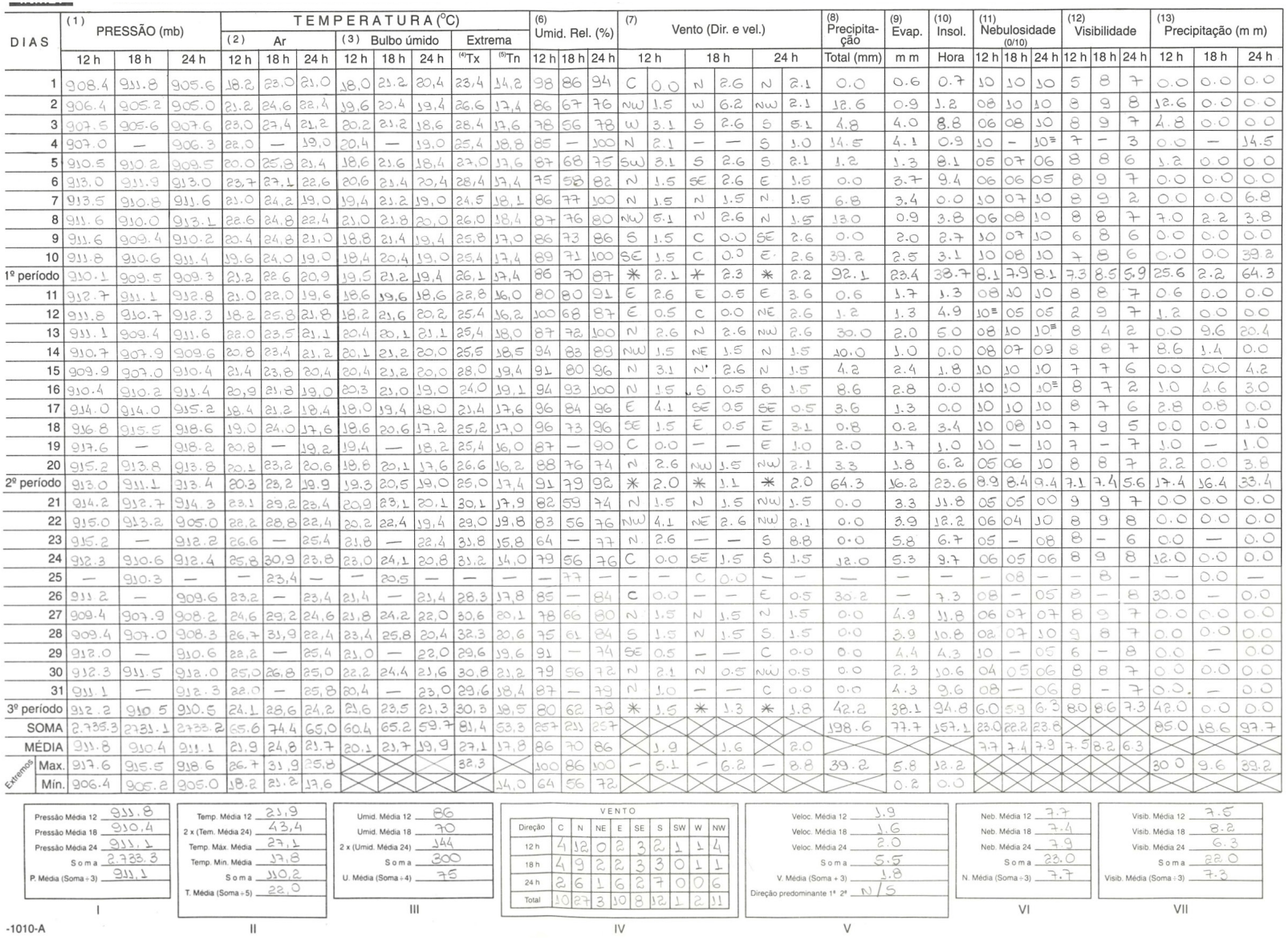
Para resguardar a visibilidade, ao redor da estação não deve ter árvores, construções, solo coberto por concreto ou asfalto.

As ECP´s são instaladas e construídas obedecendo a estes critérios, inclusive, com os mesmos tipos de materiais, cor, dimensões e orientação norte-sul, além dos mesmos instrumentos, permitindo que os dados registrados nas diferentes estações possam ser comparados.

Nas ECPs as observações meteorológicas são realizadas em três horários: 9h, 15h e 21h (horário de Brasília), 12h, 18h e 24h (horário UTC). A partir dessas observações, são encaminhados os boletins sinóticos para o Distrito de Meteorologia atrelado à estação. O boletim sinótico consiste em um resumo codificado dos dados e informações climáticas observadas e registradas pelos instrumentos no instante de observação e do período entre as observações.

Para o registro das observações são utilizados formulários, sendo estes, o boletim diário, no qual são realizadas as observações do dia, o mapa mensal, no qual são registrados os dados observados e registrados pelos instrumentos ao longo do mês (Figura 6).

Figura 6 - Mapa mensal de registro de dados de uma ECP



DIAS	(1) PRESSÃO (mb)			TEMPERATURA (°C) (2) Ar			(3) Bulbo úmido			Extrema (4)Tx	(5)Tn	(6) Umid. Rel. (%)			(7) Vento (Dir. e vel.)						(8) Precipitação	(9) Evap.	(10) Insol.	(11) Nebulosidade (0/10)			(12) Visibilidade			(13) Precipitação (m m)		
	12 h	18 h	24 h	12 h	18 h	24 h	12 h	18 h	24 h			12 h	18 h	24 h	12 h		18 h		24 h		Total (mm)	m m	Hora	12 h	18 h	24 h	12 h	18 h	24 h	12 h	18 h	24 h
1	908.4	911.8	905.6	18.2	23.0	21.0	18.0	21.2	20.4	23.4	14.2	98	86	94	C	0.0	N	2.6	N	2.1	0.0	0.6	0.7	10	10	10	5	8	7	0.0	0.0	0.0
2	906.4	905.2	905.0	21.2	24.6	22.4	19.6	20.4	19.4	26.6	17.4	86	67	76	NW	1.5	W	6.2	NW	2.1	12.6	0.9	1.2	08	10	10	8	9	8	12.6	0.0	0.0
3	907.5	905.6	907.6	23.0	27.4	21.2	20.2	21.2	18.6	28.4	17.6	78	56	78	W	3.1	S	2.6	S	5.1	4.8	4.0	8.8	06	08	10	8	9	7	4.8	0.0	0.0
4	907.0	—	906.3	22.0	—	19.0	20.4	—	19.0	25.4	18.8	85	—	100	N	2.1	—	—	S	1.0	14.5	4.1	0.9	10	—	10≡	7	—	3	0.0	—	14.5
5	910.5	910.2	909.5	20.0	25.8	21.4	18.6	21.6	18.4	27.0	17.6	87	68	75	SW	3.1	S	2.6	S	2.1	1.2	1.3	8.1	05	07	06	8	8	6	1.2	0.0	0.0
6	913.0	911.9	913.0	23.7	27.1	22.6	20.6	21.4	20.4	28.4	17.4	75	58	82	N	1.5	SE	2.6	E	1.5	0.0	3.7	9.4	06	06	05	8	9	7	0.0	0.0	0.0
7	913.5	910.8	911.6	21.0	24.2	19.0	19.4	21.2	19.0	24.5	18.1	86	77	100	N	1.5	N	1.5	N	1.5	6.8	3.4	0.0	10	07	10	8	9	2	0.0	0.0	6.8
8	911.6	910.0	913.1	22.6	24.8	22.4	21.0	21.8	20.0	26.0	18.4	87	76	80	NW	6.1	N	2.6	N	1.5	13.0	0.9	3.8	06	08	10	8	8	7	7.0	2.2	3.8
9	911.6	909.4	910.2	20.4	24.8	21.0	18.8	21.4	19.4	25.8	17.0	86	73	86	S	1.5	C	0.0	SE	2.6	0.0	2.0	2.7	10	07	10	6	8	6	0.0	0.0	0.0
10	911.8	910.6	911.4	19.6	24.0	19.0	18.4	20.4	19.0	25.4	17.4	89	71	100	SE	1.5	C	0.0	E	2.6	39.2	2.5	3.1	10	08	10	7	8	6	0.0	0.0	39.2
1º período	910.1	909.5	909.3	21.2	22.6	20.9	19.5	21.2	19.4	26.1	17.4	86	70	87	*	2.1	*	2.3	*	2.2	92.1	23.4	38.7	8.1	7.9	8.1	7.3	8.5	5.9	25.6	2.2	64.3
11	912.7	911.1	912.8	21.0	22.0	19.6	18.6	19.6	18.6	22.8	16.0	80	80	91	E	2.6	E	0.5	E	3.6	0.6	1.7	1.3	08	10	10	8	8	7	0.6	0.0	0.0
12	911.8	910.7	912.3	18.2	25.8	21.8	18.2	21.6	20.2	25.4	16.2	100	68	87	E	0.5	C	0.0	NE	2.6	1.2	1.3	4.9	10≡	05	05	2	9	7	1.2	0.0	0.0
13	911.1	909.4	911.6	22.0	23.5	21.1	20.4	20.1	21.1	25.4	18.0	87	72	100	N	2.6	N	2.6	NW	2.6	30.0	2.0	5.0	08	10	10≡	8	4	2	0.0	9.6	20.4
14	910.7	907.9	909.6	20.8	23.4	21.2	20.1	21.2	20.0	25.5	18.5	94	83	89	NW	1.5	NE	1.5	N	1.5	10.0	1.0	0.0	08	07	09	8	8	7	8.6	1.4	0.0
15	909.9	907.0	910.4	21.4	23.8	20.4	20.4	21.2	20.0	28.0	19.4	91	80	96	N	3.1	N	2.6	N	1.5	4.2	2.4	1.8	10	10	10	7	7	6	0.0	0.0	4.2
16	910.4	910.2	911.4	20.9	21.8	19.0	20.3	21.0	19.0	24.0	19.1	94	93	100	N	1.5	S	0.5	S	1.5	8.6	2.8	0.0	10	10	10≡	8	7	2	1.0	4.6	3.0
17	914.0	914.0	915.2	18.4	21.2	18.4	18.0	19.4	18.0	21.4	17.6	96	84	96	E	4.1	SE	0.5	SE	0.5	3.6	1.3	0.0	10	10	10	8	7	6	2.8	0.8	0.0
18	916.8	915.5	918.6	19.0	24.0	17.6	18.6	20.6	17.2	25.2	17.0	96	73	96	SE	1.5	E	0.5	E	3.1	0.8	0.2	3.4	10	08	10	7	9	5	0.0	0.0	1.0
19	917.6	—	918.2	20.8	—	19.2	19.4	—	18.2	25.4	16.0	87	—	90	C	0.0	—	—	E	1.0	2.0	1.7	1.0	10	—	10	7	—	7	1.0	—	1.0
20	915.2	913.8	913.8	20.1	23.2	20.6	18.8	20.1	17.6	26.6	16.2	88	76	74	N	2.6	NW	1.5	NW	2.1	3.3	1.8	6.2	05	06	10	8	8	7	2.2	0.0	3.8
2º período	913.0	911.1	913.4	20.3	23.2	19.9	19.3	20.5	19.0	25.0	17.4	91	79	92	*	2.0	*	1.1	*	2.0	64.3	16.2	23.6	8.9	8.4	9.4	7.1	7.4	5.6	17.4	16.4	33.4
21	914.2	912.7	914.3	23.1	29.2	23.4	20.9	23.1	20.1	30.1	17.9	82	59	74	N	1.5	N	1.5	NW	1.5	0.0	3.3	11.8	05	05	00	9	9	7	0.0	0.0	0.0
22	915.0	913.2	905.0	28.2	28.8	22.4	20.2	22.4	19.4	29.0	18.8	83	56	76	NW	4.1	NE	2.6	NW	2.1	0.0	3.9	12.2	06	04	10	8	9	8	0.0	0.0	0.0
23	915.2	—	912.2	26.6	—	25.4	21.8	—	22.4	31.8	15.8	64	—	77	N	2.6	—	—	S	8.8	0.0	5.8	6.7	05	—	08	8	—	6	0.0	—	0.0
24	912.3	910.6	912.4	25.8	30.9	23.8	23.0	24.1	20.8	31.2	14.0	79	56	76	C	0.0	SE	1.5	S	1.5	12.0	5.3	9.7	06	05	06	8	9	8	12.0	0.0	0.0
25	—	910.3	—	—	23.4	—	—	20.5	—	—	—	—	77	—	—	—	—	C	0.0	—	—	—	—	—	—	08	—	—	8	—	—	—	0.0	—
26	911.2	—	909.6	23.2	—	23.4	21.4	—	23.4	28.3	17.8	85	—	84	C	0.0	—	—	E	0.5	30.2	—	7.3	08	—	05	8	—	8	30.0	—	0.0
27	909.4	907.9	908.2	24.6	29.2	24.6	21.8	24.2	22.0	30.6	20.1	78	66	80	N	1.5	N	1.5	N	1.5	0.0	4.9	11.8	06	07	07	8	9	7	0.0	0.0	0.0
28	909.4	907.0	908.3	26.7	31.9	22.4	23.4	25.8	20.4	32.3	20.6	75	61	84	S	1.5	N	1.5	S	1.5	0.0	2.9	10.8	02	07	10	9	8	7	0.0	0.0	0.0
29	912.0	—	910.6	28.2	—	25.4	21.0	—	22.0	29.6	19.6	91	—	74	SE	0.5	—	—	C	0.0	0.0	4.4	4.3	10	—	05	6	—	8	0.0	—	0.0
30	912.3	911.5	912.0	25.0	26.8	25.0	22.2	24.4	21.6	30.8	21.2	79	56	72	N	2.1	N	0.5	NW	0.5	0.0	2.3	10.6	04	05	06	8	8	7	0.0	0.0	0.0
31	911.1	—	912.3	28.0	—	25.8	20.4	—	23.0	29.6	18.4	87	—	79	N	1.0	—	—	C	0.0	0.0	4.3	9.6	08	—	06	8	—	7	0.0	—	0.0
3º período	912.2	910.5	910.5	24.1	28.6	24.2	21.6	23.5	21.3	30.3	18.5	80	62	78	*	1.5	*	1.3	*	1.8	42.2	38.1	94.8	6.0	5.9	6.3	8.0	8.6	7.3	48.0	0.0	0.0
SOMA	2.733.3	2731.1	2733.2	65.6	74.4	65.0	60.4	65.2	59.7	81.4	53.3	257	211	257							198.6	77.7	157.1	23.0	22.2	23.6				85.0	18.6	97.7
MÉDIA	911.8	910.4	911.1	21.9	24.8	21.7	20.1	21.7	19.9	27.1	17.8	86	70	86		1.9		1.6		2.0				7.7	7.4	7.9	7.5	8.2	6.3			
Extremos Max.	917.6	915.5	918.6	26.7	31.9	25.8				32.3		100	86	100	—	5.1	—	6.2	—	8.8	39.2	5.8	12.2							30.0	9.6	39.2
Min.	906.4	905.2	905.0	18.2	21.2	17.6				14.0		64	56	72								0.2	0.0									

I — Pressão Média 12: 911.8; Pressão Média 18: 910.4; Pressão Média 24: 911.1; Soma: 2.733.3; P. Média (Soma ÷ 3): 911.1

II — Temp. Média 12: 21.9; 2 x (Tem. Média 24): 43,4; Temp. Máx. Média: 27.1; Temp. Min. Média: 17.8; Soma: 110.2; T. Média (Soma ÷ 5): 22.0

III — Umid. Média 12: 86; Umid. Média 18: 70; 2 x (Umid. Média 24): 144; Soma: 300; U. Média (Soma ÷ 4): 75

IV — VENTO

Direção	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
12 h	4	12	0	2	3	2	1	1	4
18 h	4	9	2	2	3	3	0	1	1
24 h	2	6	1	6	2	7	0	0	6
Total	10	27	3	10	8	12	1	2	11

V — Veloc. Média 12: 1.9; Veloc. Média 18: 1.6; Veloc. Média 24: 2.0; Soma: 5.5; V. Média (Soma ÷ 3): 1.8; Direção predominante 1ª 2ª: N / S

VI — Neb. Média 12: 7.7; Neb. Média 18: 7.4; Neb. Média 24: 7.9; Soma: 23.0; N. Média (Soma ÷ 3): 7.7

VII — Visib. Média 12: 7.5; Visib. Média 18: 8.2; Visib. Média 24: 6.3; Soma: 22.0; Visib. Média (Soma ÷ 3): 7.3

-1010-A

Fonte: Acervo da Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora, 2022

Além dos elementos meteorológicos registrados e observados a partir de instrumentos, existem também os elementos que são obtidos por observação visual direta do fenômeno, no qual são registradas a ocorrência do fenômeno meteorológico e a sua intensidade, são visuais as observações de tipo e quantidade de nuvens, condições de tempo e limites das visibilidades horizontal e vertical.

Destes elementos meteorológicos, chamamos a atenção para as nuvens, que requer uma atenção especial do observador, na sua definição, além de serem importantes na definição da condição meteorológica.

4. CLIMA DE JUIZ DE FORA – MG

O município de Juiz de Fora se localiza em uma área de clima tropical, com duas estações definidas pela distribuição das precipitações, no qual outono/inverno são secos, com aproximadamente 20% da precipitação anual e primavera/verão são chuvosos concentrando 80% das chuvas anuais (FERREIRA, 2012).

O município possui fatores geográficos relevantes na sua configuração climática, dentre eles ressaltamos a altitude e a disposição do relevo. Segundo Sant´Anna Neto (2005) o sudeste brasileiro, possui sua maior parte territorial localizado no Planalto Atlântico, que em função da penetração dos ventos oriundos do litoral, propiciam maior umidade nas vertentes a barlavento. Este fato ocorre, por exemplo, nas vertentes da Serra da Mantiqueira, gerando, desta forma, as "ilhas" de umidade nas vertentes leste e sudeste, que relacionada aos vales amplos e a turbulência do ar, favorecem o surgimento de diversos topoclimas.

As Serras da Mantiqueira e dos Órgãos e o Planalto de Itatiaia, na porção sudeste do estado de Minas Gerais, com altitudes acima de 1500 metros, geram temperaturas mais baixas, e as áreas com altitudes menores que 500 metros, as temperaturas do ar registradas, são comumente superiores aos 30ºC no período de primavera/verão.

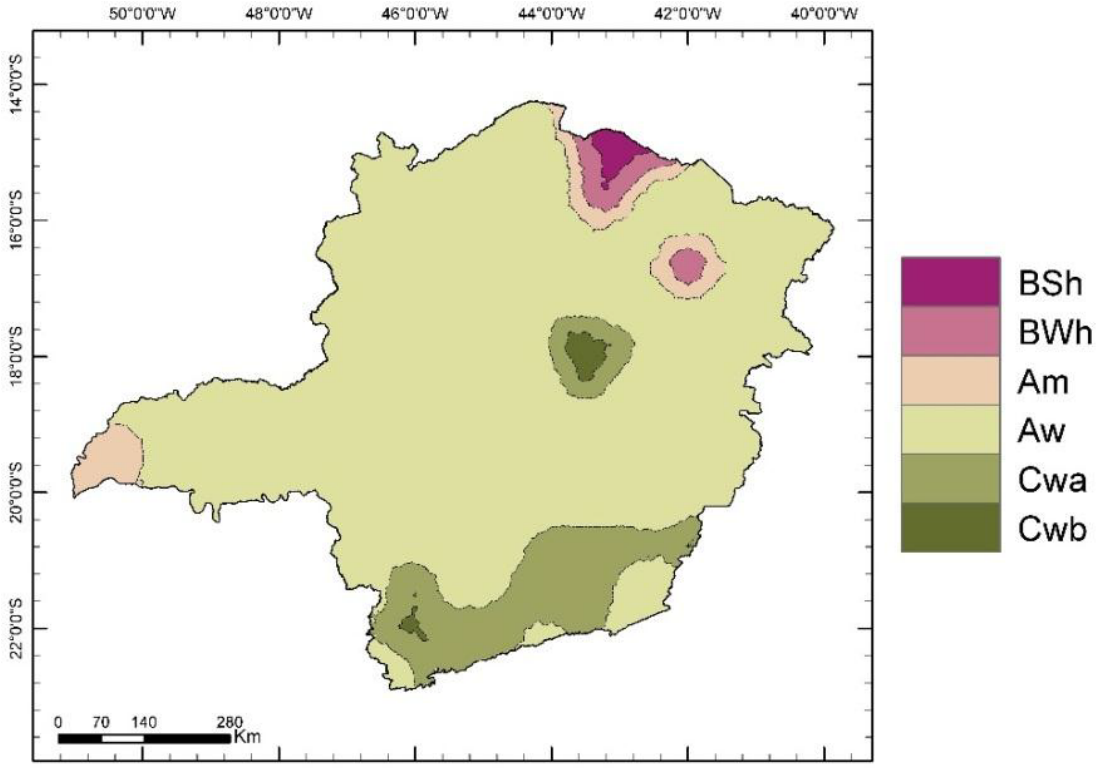
Nimer (1989) destaca que o relevo desta região, dificulta a manifestação das correntes perturbadas de oeste e noroeste, provindas de sistemas continentais do interior. A topografia também influencia na circulação de mesoescala, com o desenvolvimento das brisas de vale/montanha, acarretando alterações na direção e intensidade dos ventos (REBOITA et al. 2015).

Outro fator relevante é a continentalidade, que contribui com uma maior amplitude térmica diária, que é mais significativa no período de maio a setembro, no qual chega a apresentar uma amplitude de até 19,5ºC.

A localização do município evidencia uma área de transição, entre climas zonais controlados pelos sistemas tropicais, com elevadas temperaturas no período de primavera/verão, e pelos sistemas extratropicais que desencadeiam uma série de invasões de frentes frias e de massas polares principalmente no período de outono/inverno, provocando durante estes episódios baixas temperaturas do ar.

Segundo a classificação de Koppen-Geiger aplicada para o estado de Minas Gerais por Reboita et al. (2015) (Figura 7), o clima no município é classificado como tipo Cwa, por influência das elevadas altitudes, com inverno seco e com verão com temperaturas mais elevadas.

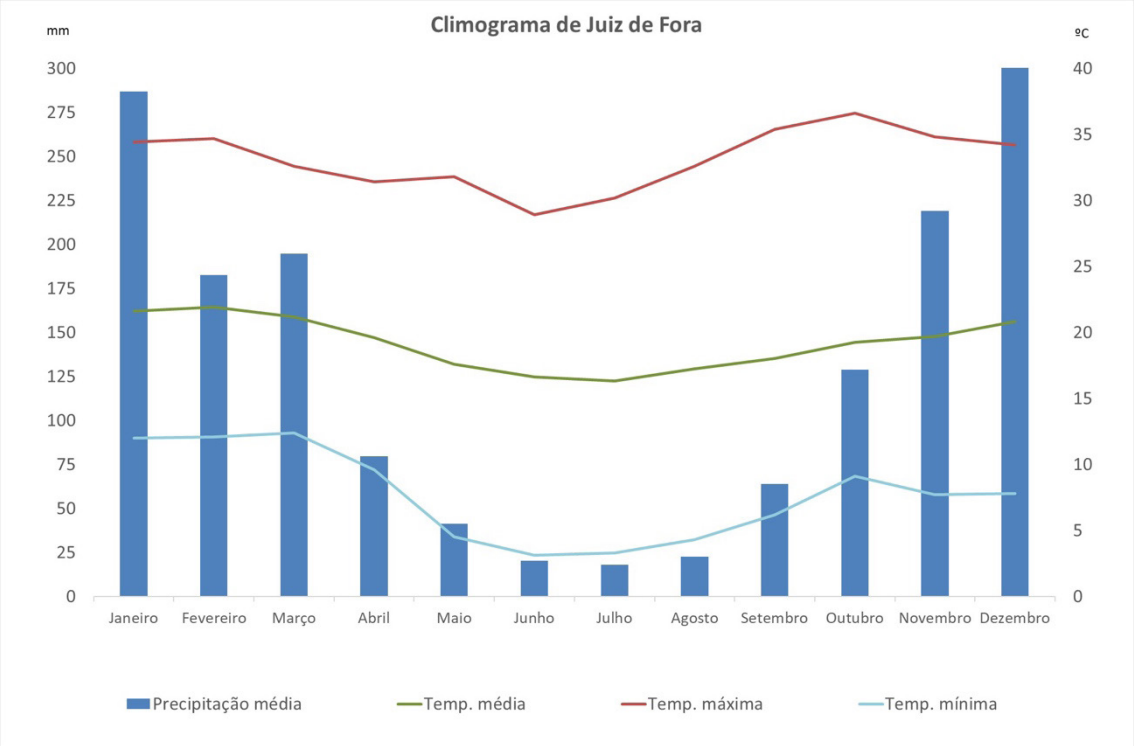
Figura 7 – Classificação climática Koeppen-Geiger para o estado de Minas Gerais, considerando o período de 1998 a 2012



Fonte: Reboita et al. 2015

A sazonalidade climática do município fica evidente tanto na classificação climática de Koppen-Geiger (Figura 7), quanto no climograma (Figura 8). Destaca-se um período quente e chuvoso, que compreende os meses de outubro a março e um período com temperaturas do ar mais amenas e seco, que se estende nos meses de abril a setembro. Neste período, as incursões de frentes frias e massas polares se tornam mais intensas e frequentes, sendo responsáveis por eventos e ondas de frio.

Figura 8 - Climograma de Juiz de Fora – MG, período de 1974 a 2021



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Segundo Reboita et al (2015, p. 207) "o estado de Minas Gerais está inserido num clima de monção", o qual consiste em uma reversão sazonal na circulação atmosférica, que ocorre em função da diferença no aquecimento entre o continente e o oceano, ocasionando alterações nas chuvas. Marengo et al. (2012), por sua vez, afirma que em uma área sob influência da monção, mais de 50% das chuvas ocorrem na estação chuvosa. Desta forma, a monção Sul-Americana, se estabelece quando o período seco é substituído pelo período chuvoso.

Reboita et al. (2015) destaca que quando é verão no hemisfério sul, em função da declinação solar, os sistemas atmosféricos se deslocam para o Sul, provocando o aumento da temperatura do ar e da atividade convectiva na região próxima ao Trópico de Capricórnio, criando uma condição atmosférica favorável aos movimentos ascendentes do ar. Nesse período, primavera/verão, os ventos Alíseos de nordeste ficam mais intensos, carreando a umidade da região tropical em direção a Amazônia.

Essa umidade, associada a própria umidade gerada pela floresta Amazônica pelos processos de evaporação e evapotranspiração, é transportada para as regiões Sul e Sudeste brasileiras, por um sistema de ventos, denominado Jato de Baixos Níveis (JBN) que se desloca a Leste da Cordilheira dos Andes (SANTOS & REBOITA, 2018).

Outro sistema que contribui com umidade na região Sudeste brasileira, na fase de frontogênese, é o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que no período primavera/verão se desloca mais para o leste no Oceano Atlântico quando comparada ao seu posicionamento no inverno, ocasionando maior transporte de umidade adquirida sobre o oceano para o continente (REBOITA et al., 2015; REBOITA et al., 2017; REBOITA et al., 2019).

Esses sistemas se destacam pela convergência de umidade, associados a um conjunto de elementos e fatores meteorológicos, colaboram com a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), definida como um arco de nebulosidade que se prolonga da Amazônia até a Oceano Atlântico, passando pelo Sudeste brasileiro (SILVA et al., 2019). A estação chuvosa também sofre influência das frentes frias, que podem também estar associadas a estacionariedade da ZCAS, contribuindo com significativos volumes de precipitação (REBOITA et al., 2019).

No período do inverno, estes sistemas mencionados, se deslocam para o norte, o que favorece a diminuição dos processos convectivos na região do Trópico de Capricórnio. Este deslocamento influencia na localização do ASAS, que fica mais intenso e se desloca para o oeste em direção ao continente, se estendendo sobre o sudeste e sul do Brasil. Para Reboita et al, (2019), o ASAS é um sistema de Alta Pressão, no qual prevalecem os movimentos subsidentes, diminuindo os movimentos ascendentes na atmosfera e as incursões das frentes frias.

Esta situação atmosférica, prevalece no período outono/inverno, apresentando céu claro, estabilidade atmosférica e consequentemente redução significativa das precipitações. As precipitações no inverno, normalmente estão associadas as frentes frias, que são mais intensas e ocorrem em maior frequência neste período do ano.

5. A TEMPERATURA DO AR EM JUIZ DE FORA

De acordo com Almeida (2016), a temperatura do ar indica o quanto ele está sendo aquecido ou resfriado pela energia proveniente do Sol, irradiada pela superfície pelo transporte de calor sensível.

O termômetro é o instrumento utilizado para monitorar variações na temperatura do ar. No abrigo meteorológico, estão instalados os termômetros que registram as temperaturas máximas e mínimas do dia (Figura 9).

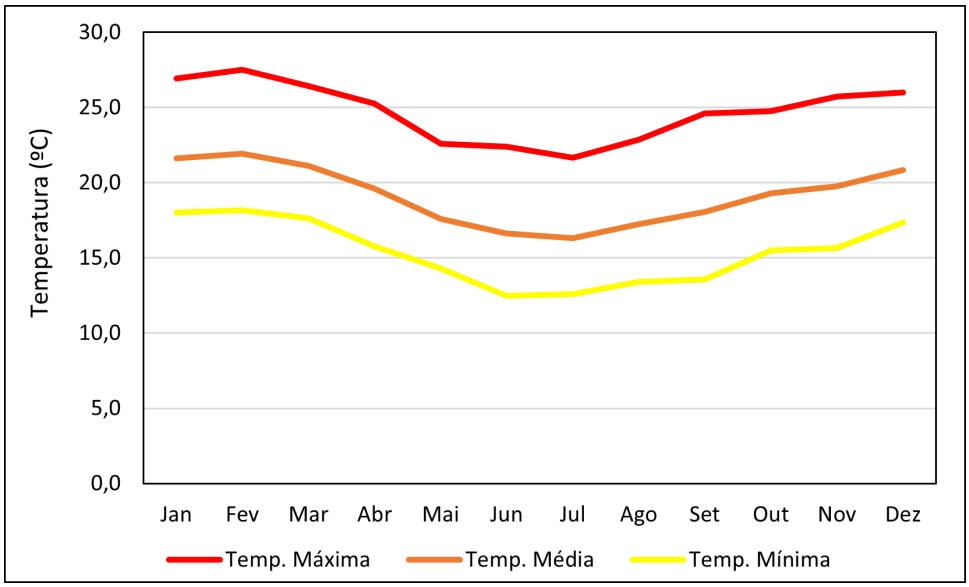
Figura 9 – Termômetros de máxima e mínima (a) e abrigo meteorológico (b)

(a) (b)

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2022

A temperatura média do ar em Juiz de Fora descreve um comportamento sazonal ao longo do ano. Os meses mais quentes são dezembro, janeiro e fevereiro, ou seja, meses da estação do verão no hemisfério sul. Enquanto as menores temperaturas do ar são registradas no período do inverno, sobretudo nos meses de junho e julho. Nas outras estações do ano, outono e primavera, observa-se uma transição dessas condições de temperaturas do ar mais baixas e mais elevadas.

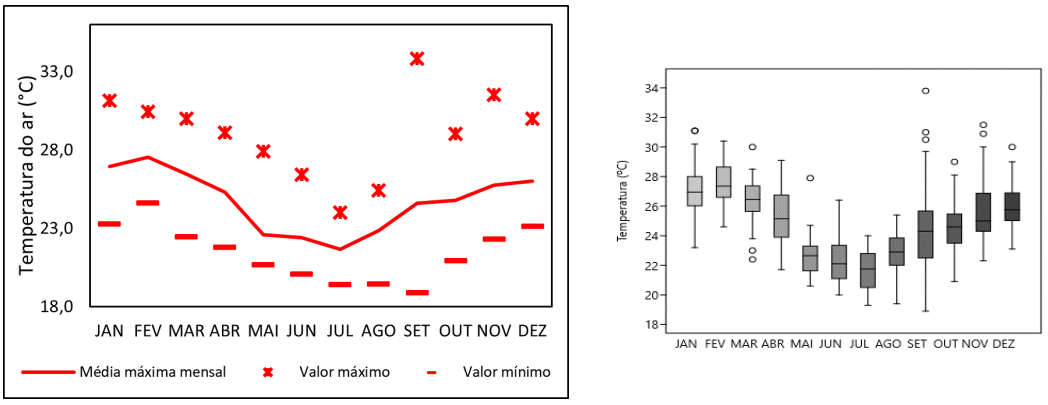
Figura 10 - Média mensais das temperaturas máximas, média e mínimas em Juiz de Fora



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

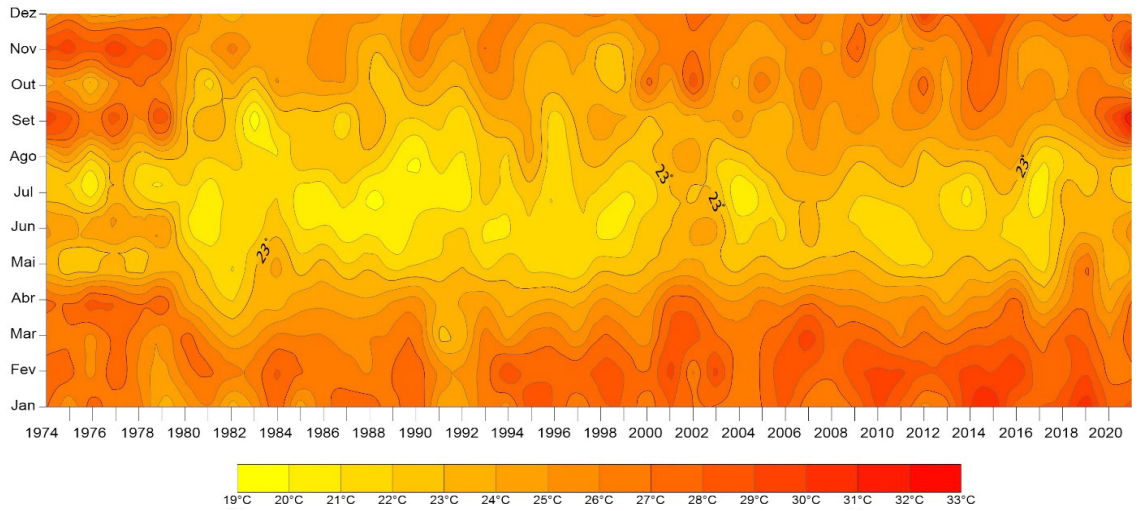
Os dados de temperatura máxima do ar mensal apresentaram alta variabilidade no decorrer da série (1974- 2021), sendo que a maior variação foi observada no mês de setembro, com diferenças de 10°C entre a menor e a maior média máxima mensal. O mês de junho teve a menor variação, de apenas 4,6°C entre os valores máximo e o mínimo.

Figura 11 - Médias das temperaturas máximas mensais e valores máximos e mínimos (a) e distribuição dos dados de temperatura média máxima mensal (b)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

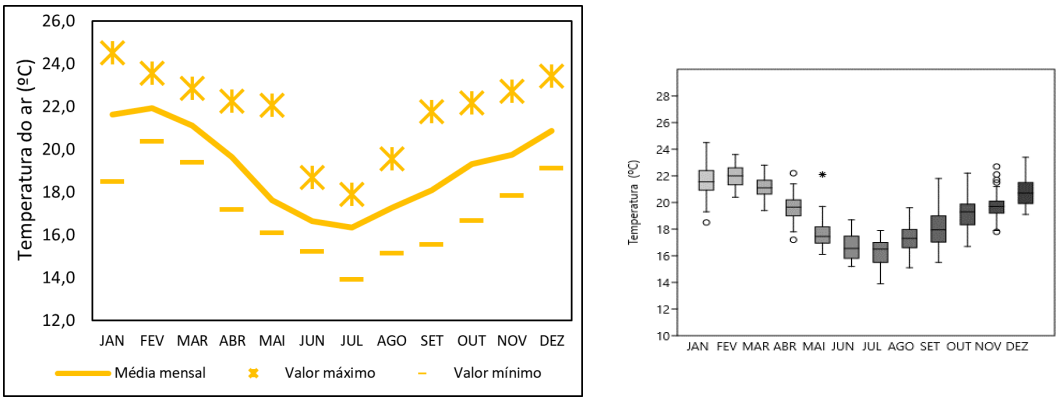
Figura 12 – Distribuição das Temperaturas Médias Máximas (°C) mensais no período de 1974-2021



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Os dados de temperatura média demonstram que a maior diferença entre os valores máximos e mínimos ocorreu no mês de setembro (6,2°C), da mesma forma como nos meses de janeiro (6,0 °C) e maio (6,0°C). Já a menor variação foi observada no mês de fevereiro (3,2°C).

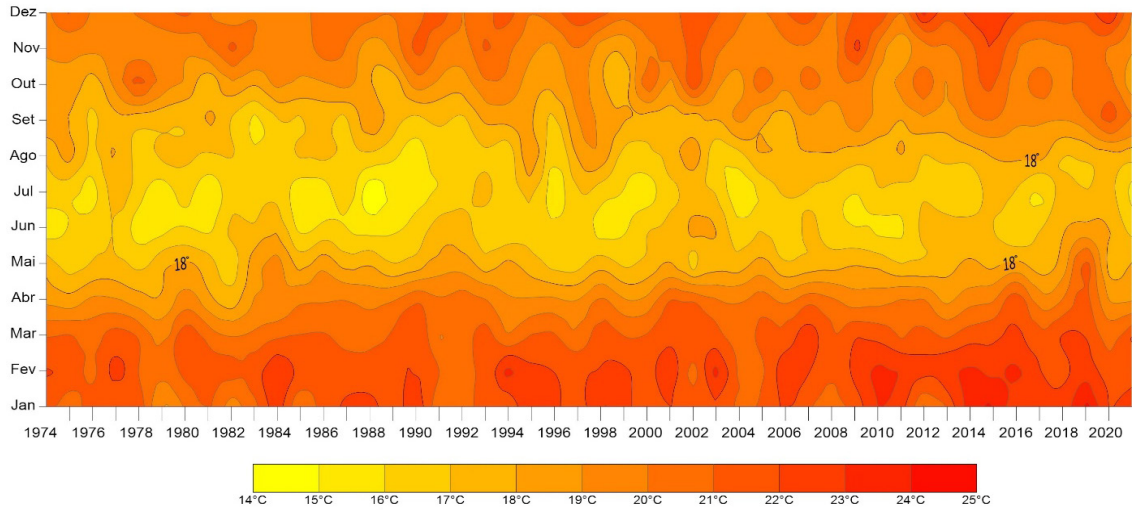
Figura 13 - Médias das temperaturas médias mensais e valores máximos e mínimos (a) e distribuição dos dados de temperatura média mensal (b)



(a) (b)

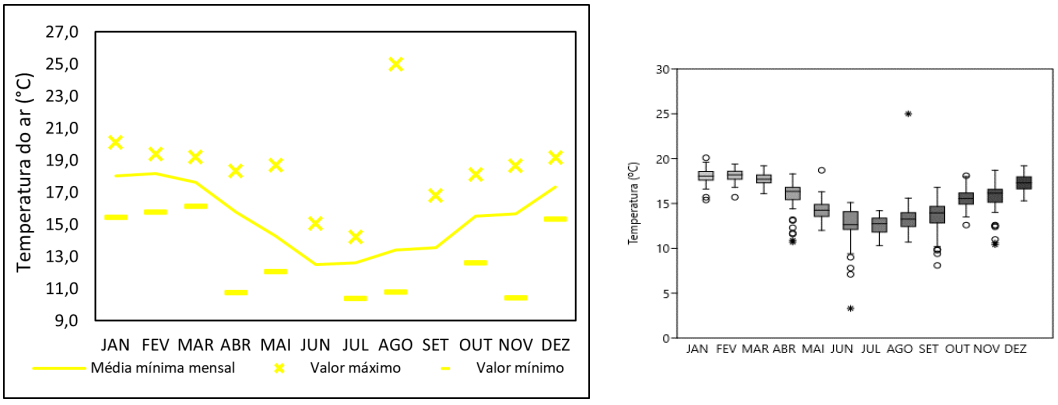
Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Figura 14 – Distribuição das Temperaturas Médias (°C) mensais no período de 1974-2021



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

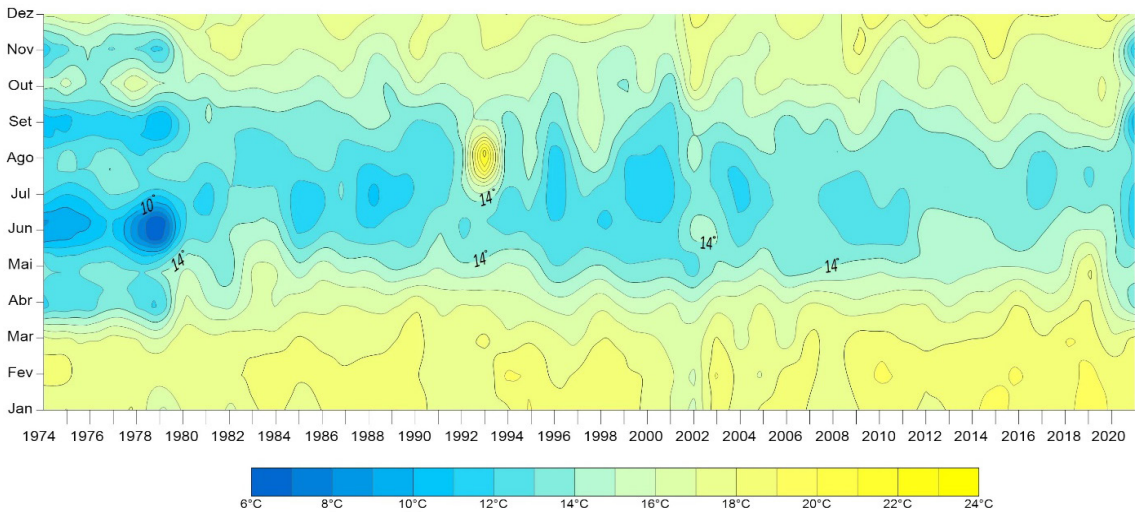
Figura 15 - Médias das temperaturas mínimas mensais e valores máximos e mínimos (a) e distribuição dos dados de temperatura média mínima mensal (b)



(a) (b)

Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Figura 16 - Distribuição das Temperaturas Mínimas (°C) Médias mensais no período de 1974-2021



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

A Tabela 1 mostra a temperatura dos meses mais quentes e os meses mais frios registrados no período de 1974 a 2021 na cidade de Juiz de Fora.

Tabela 1 – Temperatura dos meses mais quentes e os meses mais frios em Juiz de Fora

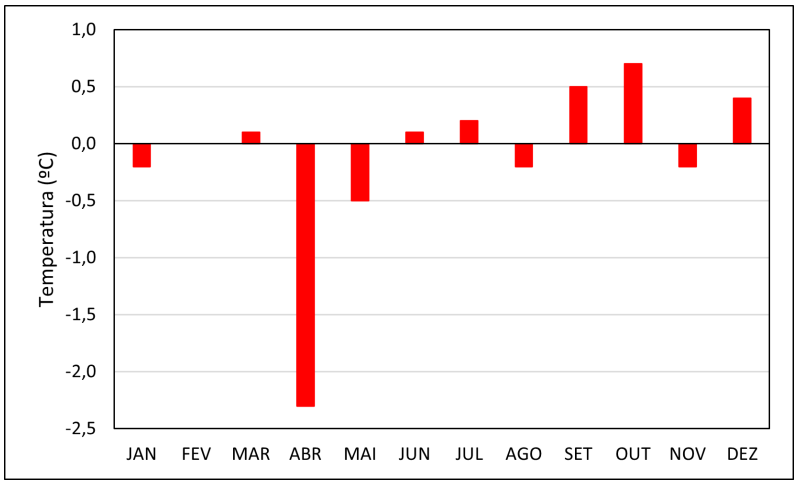
	Mais Quente		Mais Frio			Mais Quente		Mais Frio	
Mês	**Temp.**	**Ano**	**Temp.**	**Ano**	**Mês**	**Temp.**	**Ano**	**Temp.**	**Ano**
Jan	24,3°C	2015	18,5°C	1979	**Jul**	17,9°C	1977	13,9°C	1988
Fev	23,6°C	1994	20,4°C	1979	**Ago**	19,6°C	1995	15,1°C	1990
Mar	22,8°C	2007	19,4°C	1979	**Set**	20,2°C	2009	15,5°C	1983
Abr	21,2°C	2001	17,2°C	1982	**Out**	22,2°C	2002	16,7°C	1981
Mai	19,7°C	1984	16,1°C	2002	**Nov**	22,7°C	2009	17,8°C	2011
Jun	18,7°C	2002	15,2°C	1978	**Dez**	23,4°C	2012	19,1°C	1982

Fonte: Organizado pelos autores, 2022

5.1 DESVIOS ENTRE AS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS

Comparando os dados das Normais de Temperatura Médias Máximas (1961-1990) com a Normal Climatológica (1991-2020) (Figura 17), observam-se desvios negativos nos meses janeiro, abril, maio, agosto e novembro e desvios positivos nos meses de março, junho, setembro, outubro e dezembro. Destaque para os desvios positivos nos meses de setembro (0,5°C) outubro (0,7°C) e dezembro (0,4°C), bem como os desvios negativos para abril (-2,3°C) e maio (-0,5°C).

Figura 17 - Desvio da temperatura média máxima entre as Normais Climatológicas (1961-1990) e (1991-2020)

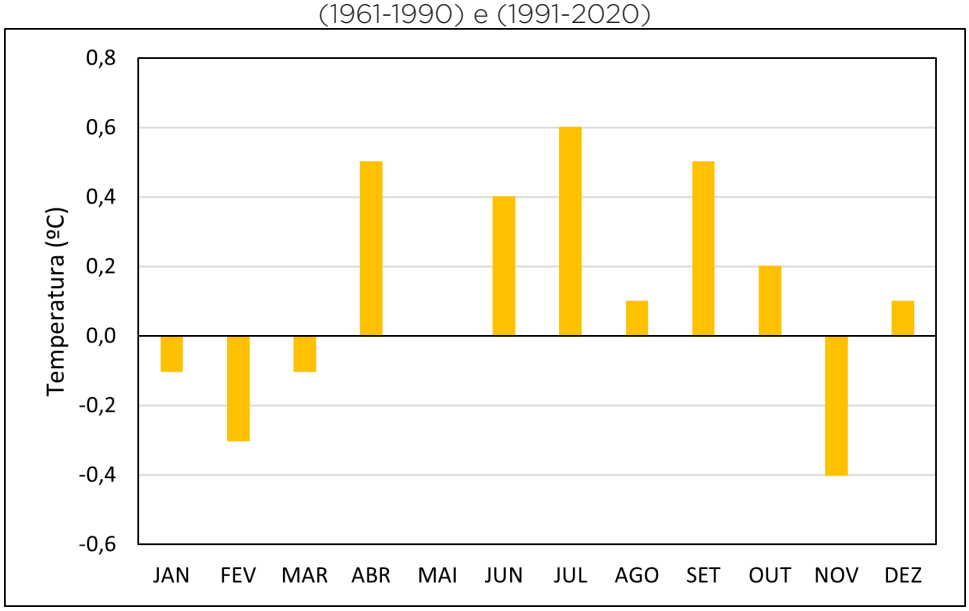


Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Já os desvios entre as Normais Climatológicas (1961-1990) e (1991-2020) das Temperaturas Médias (Figura 18) demonstram desvios positivos nos meses de

abril (0,5°C), junho (0,4°C), julho (0,6°C), agosto (0,1°C), setembro (0,5°C), outubro (0,2°C) e dezembro (0,1°C), enquanto nos meses de janeiro (0,1°C), fevereiro (0,3°C), março (0,1°C) e novembro (0,4°C) os desvios são negativos.

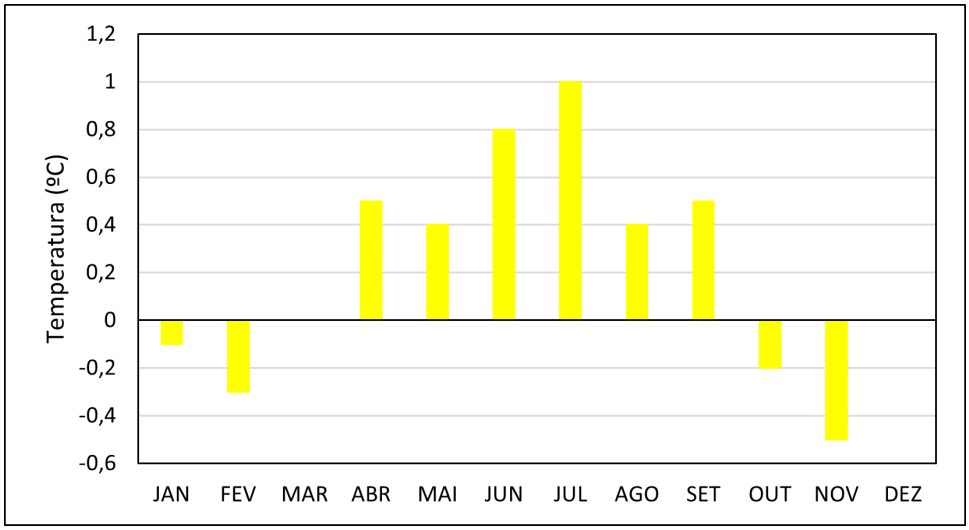
Figura 18 - Desvio da temperatura média entre as Normais Climatológicas (1961-1990) e (1991-2020)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Já os desvios na comparação das Normais de Temperatura Média Mínimas são observados na Figura 19.

Figura 19 - Desvio da temperatura média mínima entre as Normais Climatológicas (1961-1990) e (1991-2020)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

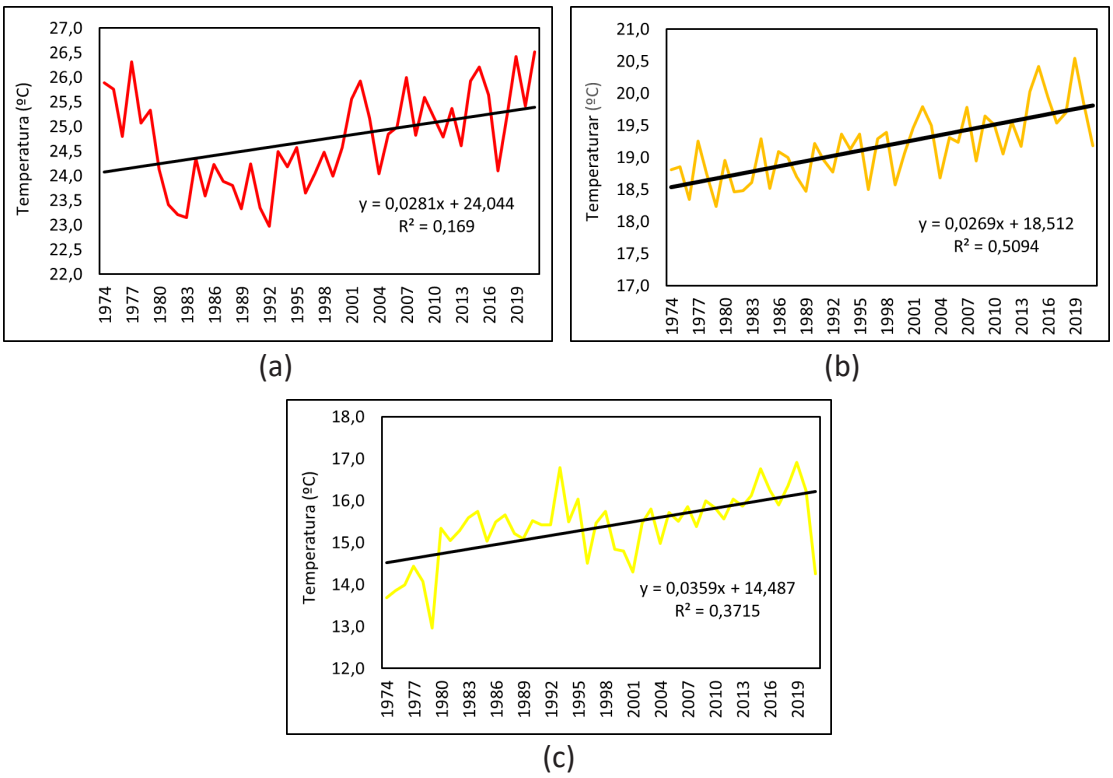
Os meses de abril (0,5°C), maio (0,4°C), junho (0,8°C), julho (1,0°C), agosto (0,4°C) e setembro (0,5°C) apresentaram desvios positivos entre as normais. Já

nos meses de janeiro (-0,1°C), fevereiro (-0,3°C), novembro (-0,4°C) e dezembro (-0,54°C), os desvios foram negativos na comparação das normais.

5.2 TENDÊNCIA ANUAL DAS TEMPERATURAS MÉDIAS MÁXIMAS, MÉDIAS E MÍNIMAS

Observa-se na Figura 20 que as Temperaturas médias Máxima, Médias e Mínimas anuais apresentam tendência de aumento ao longo da série (1974-2021).

Figura 20 – Tendência anual das Temperaturas Médias Máximas (a) e Médias (b) e Médias Mínimas (c)



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Os dados indicam que houve um aumento de 1,3°C nas Temperaturas Médias Máximas e 1,3°C nas Temperaturas Médias ao longo da série, enquanto que nas Temperaturas Médias Mínimas esse aumento foi de 1,7°C no mesmo período. Essas tendências de elevação das temperaturas, quando avaliadas por meio do Teste de Mann-Kendall, sugerem mudança significativa em seus padrões ao longo do período.

5.3 TEMPERATURAS EXTREMAS

Observando os dados de temperaturas extremas na cidade de Juiz de Fora, verifica-se que os cinco maiores valores de temperatura máxima do ar foram registrados a partir do ano de 2007. O maior valor foi registrado em 19 de Outubro

de 2014, quando o termômetro atingiu a marca de 36,6°C. Observa-se, também, que as maiores máximas foram registradas principalmente na primavera, estação de transição entre o período mais frio e a estação quente e chuvosa, dois eventos foram registrados em setembro, quatro no mês de outubro e apenas um no mês de novembro.

Tabela 2 - Temperaturas extremas do ar máximas e mínimas registradas

Temperatura Extremas			
Maiores máximas		Menores mínimas	
35,0°C	24 de setembro de 2007	3,3°C	1de junho de 1979
36,6°C	19 de outubro de 2014	4,3°C	4 de agosto de 1983
35,6°C	16 de outubro de 2015	3,1°C	9 de junho de 1985
34,8°C	5 de novembro de 2019	5,5°C	19 de maio de 1990
35,4°C	28 de setembro de 2020	3,3°C	10 de julho de 1994
35,4°C	2 de outubro de 2020	4,2°C	18 de julho de 2000
35,4°C	7 de outubro de 2020	5,5°C	30 de julho de 2021

Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Silva et al. (2021) observam que o número de dias quentes em Juiz de Fora teve tendência de aumento significativo nos últimos anos, por outro lado, o número de dias frios tem se reduzido ao longo da série. Este fato pode ser observado na localização histórica das temperaturas extremas na cidade, sendo que seis dos sete dias mais quentes da série ocorreram a partir de 2014 e todos os dias com os cinco valores de temperatura mais elevados ocorreram a partir de 2007. Enquanto as mínimas extremas ocorreram no decorrer de toda a série.

Tabela 3 – Temperaturas Máximas Mensais médias e anual para Juiz de Fora – 1974-2021

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1974	27,1	27,9	25,8	27,6	22,8	25,9	22,0	22,6	31,0	23,7	29,9	24,4	25,9
1975	25,0	27,6	26,8	27,0	21,3	25,2	21,7	24,9	28,9	24,3	30,0	26,4	25,8
1976	27,7	25,4	25,4	29,1	21,3	25,2	19,6	21,5	27,0	22,1	28,7	24,5	24,8
1977	26,0	28,2	27,3	28,1	22,1	26,0	23,7	24,5	29,7	24,9	30,9	24,3	26,3
1978	26,9	25,7	26,4	27,0	21,5	24,5	21,5	22,0	25,0	26,9	28,1	25,4	25,1
1979	23,2	24,6	24,5	28,6	22,7	26,4	20,3	22,9	30,5	25,2	29,4	25,5	25,3
1980	24,6	26,6	27,8	23,9	23,6	20,9	22,3	22,9	22,3	24,4	23,7	26,8	24,1
1981	26,2	27,4	25,5	23,0	22,0	20,0	20,2	21,9	24,5	20,9	24,9	24,4	23,4
1982	23,2	26,6	23,8	21,7	20,6	22,1	21,5	22,4	22,6	24,1	26,7	23,1	23,2
1983	25,1	26,4	24,7	23,5	22,9	21,2	21,7	22,0	18,9	22,1	24,8	24,6	23,2
1984	28,0	28,2	26,2	23,1	24,7	22,8	22,1	20,7	22,2	25,2	24,8	24,1	24,3
1985	24,0	27,1	25,9	24,6	22,1	20,8	20,4	23,1	22,0	24,5	24,3	24,2	23,6

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1986	26,8	27,0	26,1	24,7	23,7	21,2	20,1	22,8	22,4	24,8	26,3	25,0	24,2
1987	27,4	26,5	25,3	24,5	21,7	20,3	22,0	23,0	20,7	25,1	25,0	25,1	23,9
1988	27,8	25,6	26,1	23,9	23,1	20,8	19,3	22,8	24,8	22,9	22,8	25,7	23,8
1989	26,2	27,1	26,1	25,1	21,1	20,2	20,4	21,0	22,5	21,9	23,9	24,4	23,3
1990	28,5	27,7	27,1	25,7	21,7	21,3	20,5	19,4	21,8	24,6	27,1	25,4	24,2
1991	24,3	25,9	22,4	23,8	21,9	21,9	20,5	22,1	22,3	23,5	24,8	26,9	23,4
1992	24,0	25,3	23,0	24,3	23,0	22,4	19,5	20,8	20,9	23,1	24,1	25,1	23,0
1993	26,8	26,6	26,7	24,8	21,4	20,6	23,1	22,5	23,5	25,4	27,1	25,4	24,5
1994	25,3	29,3	24,2	23,3	22,8	20,6	21,4	21,5	24,0	25,5	25,4	26,8	24,2
1995	29,0	27,3	26,5	23,8	21,5	22,1	22,7	25,0	24,3	23,2	24,1	25,4	24,6
1996	27,9	27,8	26,6	24,2	21,4	21,1	20,5	20,7	21,1	23,5	23,4	25,8	23,6
1997	25,9	27,8	24,6	23,6	20,8	22,4	22,3	22,9	23,4	24,1	24,7	25,9	24,0
1998	27,8	28,5	27,2	25,3	22,6	20,4	21,8	23,5	24,8	23,1	22,3	26,5	24,5
1999	28,0	28,1	26,3	24,5	22,2	20,8	20,9	22,1	24,3	22,4	22,9	25,3	24,0
2000	26,2	26,8	25,2	24,7	22,8	23,2	20,8	22,9	22,3	28,0	25,0	27,1	24,6
2001	28,1	29,7	28,4	27,6	23,3	23,0	22,9	24,1	22,9	24,2	26,5	26,0	25,6
2002	27,0	25,7	28,5	27,4	23,8	24,4	22,4	25,4	23,1	29,0	26,9	27,4	25,9
2003	26,9	29,6	27,0	25,4	22,8	24,6	22,9	21,7	24,0	24,8	25,4	26,9	25,2
2004	26,1	26,1	26,3	25,0	22,4	21,3	19,6	22,4	25,7	23,5	24,8	25,4	24,0
2005	27,0	27,2	26,9	26,3	23,4	22,6	21,0	24,1	22,5	27,6	24,2	25,2	24,8
2006	28,3	28,9	27,7	25,4	22,5	21,6	23,2	24,1	22,7	24,3	24,8	26,3	25,0
2007	26,1	27,8	30,0	26,9	22,5	24,1	22,8	24,9	26,0	27,4	25,4	28,1	26,0
2008	26,2	27,1	27,2	25,8	23,3	21,9	23,2	24,9	23,7	25,4	24,3	24,9	24,8
2009	26,9	28,9	27,9	25,6	23,8	22,1	22,1	22,9	26,3	25,4	28,7	26,5	25,6
2010	29,4	29,2	27,3	24,8	22,9	21,2	22,3	23,5	25,0	24,6	24,4	27,8	25,2
2011	27,7	29,3	25,6	25,5	21,6	21,0	22,8	24,9	25,1	24,9	24,2	24,8	24,8
2012	25,7	28,2	27,3	25,8	21,4	22,5	22,8	22,3	25,6	28,1	24,8	30,0	25,4
2013	26,3	28,9	26,2	23,5	22,9	22,2	21,5	23,9	24,2	24,0	25,0	26,9	24,6
2014	30,2	29,4	27,4	25,2	23,5	22,0	20,3	23,3	27,1	27,5	26,8	28,4	25,9
2015	31,1	28,7	27,5	25,4	22,2	22,2	23,1	23,7	25,6	27,8	28,2	29,0	26,2
2016	27,0	30,4	27,8	28,0	23,4	21,1	22,8	24,9	25,6	24,6	24,8	27,2	25,6
2017	28,1	27,2	26,4	23,5	21,1	21,5	19,5	20,8	24,5	26,3	23,9	26,5	24,1
2018	28,4	27,1	28,1	25,2	23,7	22,9	24,0	21,6	24,9	24,4	25,0	27,7	25,3
2019	31,1	29,0	27,9	27,0	27,9	23,4	22,9	22,8	25,9	27,0	25,4	26,8	26,4
2020	27,6	26,5	25,8	23,9	22,7	23,8	23,4	23,6	28,8	25,8	25,8	27,2	25,4
2021	28,4	26,7	28,1	27,2	23,7	26,1	21,7	22,9	33,8	22,7	31,5	25,4	26,5
Média	26,9	27,5	26,4	25,3	22,6	22,4	21,7	22,9	24,6	24,8	25,7	26,0	24,7
Máx.	31,1	30,4	30,0	29,1	27,9	26,4	24,0	25,4	33,8	29,0	31,5	30,0	26,5
Mín.	23,2	24,6	22,4	21,7	20,6	20,0	19,3	19,4	18,9	20,9	22,3	23,1	23,0

Fonte: Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora – INMET/UFJF. Organizado pelos autores, 2022

Tabela 4 - Temperaturas Mensais médias e média anual para Juiz de Fora – 1974-2021

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1974	21,4	22,1	20,9	18,7	17,7	15,3	16,7	17,0	18,8	18,1	19,3	19,7	18,8
1975	20,1	22,0	21,2	18,2	16,4	16,1	16,3	18,8	17,9	19,0	19,2	21,1	18,9
1976	21,8	20,4	20,5	19,3	16,9	16,7	15,1	16,5	16,6	17,2	19,3	19,8	18,3
1977	21,0	22,6	21,6	19,0	17,3	17,1	17,9	18,6	17,6	19,5	19,5	19,5	19,3
1978	21,9	20,8	21,1	18,3	16,7	15,2	16,5	16,3	17,0	21,9	19,0	20,2	18,7
1979	18,5	20,4	19,4	17,8	17,9	15,5	15,1	17,6	16,9	19,8	19,2	20,7	18,2
1980	20,1	21,4	22,1	19,4	18,5	15,8	16,8	17,3	16,6	19,2	18,9	21,4	18,9
1981	21,2	21,5	20,6	18,2	17,5	15,6	14,9	16,8	18,6	16,7	20,0	20,0	18,5
1982	19,3	21,5	19,9	17,2	16,2	17,5	16,5	17,3	16,9	18,9	21,5	19,1	18,5
1983	20,6	21,5	20,2	19,1	18,7	16,9	16,7	16,2	15,5	18,0	19,9	20,0	18,6
1984	22,6	23,1	20,8	18,7	19,7	17,9	16,9	16,0	16,9	19,5	19,7	19,7	19,3
1985	19,8	21,7	21,0	19,9	17,3	15,4	15,1	17,5	16,7	18,8	19,4	19,6	18,5
1986	21,5	21,7	21,1	19,8	19,0	16,3	15,2	17,5	17,2	18,9	20,5	20,4	19,1
1987	22,2	21,5	20,5	20,1	17,4	15,7	17,1	16,8	16,4	19,5	20,0	20,7	19,0
1988	22,5	21,2	20,8	19,6	18,1	15,6	13,9	16,8	19,2	18,0	18,2	20,6	18,7
1989	21,2	21,7	21,0	20,0	16,7	15,9	15,2	16,3	17,5	17,0	19,3	19,9	18,5
1990	22,9	22,0	22,1	21,1	17,2	16,4	15,5	15,1	16,6	19,6	21,7	20,4	19,2
1991	20,0	21,0	19,8	20,2	18,3	17,6	15,9	17,1	17,1	18,8	19,9	21,8	19,0
1992	20,4	20,8	20,4	20,7	18,5	17,5	16,6	16,1	16,7	18,4	19,3	19,9	18,8
1993	21,6	21,2	21,6	20,1	17,2	16,1	17,7	16,8	18,3	19,8	21,2	20,7	19,4
1994	20,9	23,6	19,7	19,0	18,5	16,0	16,4	15,8	18,3	19,8	20,1	21,5	19,1
1995	23,2	22,1	21,1	19,1	17,4	16,6	17,6	19,6	18,2	18,3	19,2	19,9	19,4
1996	22,3	22,0	21,2	19,3	16,5	16,1	15,0	15,5	16,4	18,3	18,6	20,8	18,5
1997	21,2	22,0	19,8	19,0	16,3	16,8	17,1	18,4	19,3	19,6	20,1	21,8	19,3
1998	23,2	22,0	21,8	20,4	17,7	15,4	16,4	19,0	18,8	18,2	18,3	21,5	19,4
1999	22,4	22,2	20,9	19,0	16,6	15,8	16,0	16,3	18,3	16,9	17,9	20,4	18,6
2000	21,3	21,5	21,1	19,1	17,1	17,2	15,2	16,9	17,2	21,4	19,7	21,1	19,1
2001	22,1	22,9	21,7	21,2	17,9	17,3	16,7	17,5	17,3	18,4	20,3	20,4	19,5
2002	21,1	20,4	22,0	21,0	16,1	18,7	16,6	19,3	17,2	22,2	21,2	21,7	19,8
2003	21,8	23,5	21,3	20,2	17,5	18,4	17,0	15,8	18,0	19,1	20,1	21,2	19,5
2004	20,7	20,8	20,1	19,9	17,2	16,1	15,0	16,6	19,6	18,3	19,8	20,2	18,7
2005	21,2	20,6	21,5	20,7	18,4	17,2	16,0	18,4	17,7	21,2	19,1	19,8	19,3
2006	22,2	22,8	21,1	19,7	16,7	16,1	17,2	17,9	17,2	19,1	19,6	21,0	19,2
2007	21,0	22,1	22,8	20,8	17,2	17,5	16,8	18,0	19,0	20,6	19,7	21,9	19,8
2008	20,6	21,0	20,9	20,3	17,4	16,5	16,5	18,2	17,5	19,8	19,0	19,7	18,9
2009	21,2	22,4	22,0	19,3	18,0	15,8	15,8	17,3	20,2	19,9	22,7	21,0	19,6
2010	23,1	23,3	21,6	19,6	17,8	15,6	17,1	17,1	18,6	18,5	19,6	22,0	19,5
2011	22,4	23,0	20,7	20,2	16,7	15,7	16,6	18,3	17,7	19,5	17,8	19,9	19,1

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
2012	19,8	22,3	21,3	20,3	16,8	17,5	17,0	16,7	18,8	21,2	19,4	23,4	19,6
2013	21,0	23,0	20,7	18,6	17,6	17,6	16,1	17,4	18,3	18,8	19,8	21,2	19,2
2014	23,6	23,3	21,6	19,7	18,2	17,4	16,1	17,3	19,8	20,6	20,5	22,4	20,0
2015	24,3	22,6	21,7	19,8	17,5	17,1	17,7	17,9	20,2	21,3	22,1	23,0	20,4
2016	21,9	23,4	22,2	22,2	18,2	15,9	17,0	18,2	19,1	19,4	19,9	21,9	19,9
2017	22,9	22,0	21,2	19,2	17,3	17,2	15,1	18,8	19,0	20,9	19,3	21,5	19,5
2018	22,2	21,5	22,3	19,8	18,1	17,8	17,8	16,6	19,1	19,5	19,8	21,7	19,7
2019	24,5	22,7	22,1	21,4	22,1	18,1	16,9	16,9	19,7	20,8	20,2	21,2	20,5
2020	21,8	21,3	20,4	18,8	17,2	18,3	17,7	17,4	21,8	20,5	19,8	23,3	19,9
2021	22,7	21,5	22,2	18,7	18,2	16,6	15,5	17,3	20,2	18,2	19,1	20,0	19,2
Média	21,6	21,9	21,1	19,6	17,6	16,6	16,3	17,3	18,1	19,3	19,7	20,8	19,2
Máx.	24,5	23,6	22,8	22,2	22,1	18,7	17,9	19,6	21,8	22,2	22,7	23,4	20,5
Mín.	18,5	20,4	19,4	17,2	16,1	15,2	13,9	15,1	15,5	16,7	17,8	19,1	18,2

Fonte: Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora – INMET/UFJF. Organizado pelos autores, 2022

Tabela 5 - Temperaturas Mínimas Mensais médias e anual para Juiz de Fora – 1974-2021

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1974	17,8	18,1	17,7	10,9	14,5	7,8	12,6	12,7	9,9	14,9	11,0	16,4	13,7
1975	16,9	18,3	17,3	11,6	13,2	9,0	10,8	14,0	9,8	15,9	12,5	17,0	13,9
1976	17,6	17,1	16,9	11,7	14,0	9,4	11,8	13,2	11,6	13,8	14,0	16,9	14,0
1977	17,8	17,9	17,7	13,2	13,7	10,9	13,5	14,3	10,2	15,6	12,4	15,9	14,4
1978	18,1	17,3	17,3	12,3	13,3	7,1	13,3	11,9	11,2	18,1	12,6	16,4	14,1
1979	15,4	17,7	16,1	10,7	14,7	3,3	11,8	14,0	8,1	15,9	10,4	17,5	13,0
1980	17,2	18,0	17,8	16,4	15,1	12,3	12,8	13,5	12,4	15,1	15,4	18,1	15,3
1981	18,0	17,7	17,4	14,8	14,3	12,2	11,1	13,2	14,2	13,8	16,9	16,9	15,0
1982	16,6	17,9	17,7	14,4	13,2	14,3	13,0	13,5	13,1	15,4	17,8	16,6	15,3
1983	17,8	18,4	17,3	16,3	16,3	14,1	13,2	11,8	13,2	15,1	16,4	17,2	15,6
1984	18,4	19,0	17,2	15,8	16,2	14,4	13,2	12,7	13,5	15,5	16,3	16,8	15,8
1985	17,1	18,1	18,2	16,5	14,0	11,3	11,2	13,2	13,1	15,2	16,0	16,4	15,0
1986	18,0	18,5	17,7	16,5	15,9	12,7	11,6	13,8	13,4	14,3	16,3	17,2	15,5
1987	18,6	18,1	17,4	17,0	14,3	12,6	13,6	12,4	13,4	15,9	16,7	17,9	15,7
1988	18,9	18,5	17,4	16,8	14,9	11,9	10,3	12,2	14,6	14,7	14,9	17,3	15,2
1989	17,8	18,3	17,8	16,6	13,5	13,0	11,4	12,9	14,0	13,6	15,6	16,6	15,1
1990	18,7	18,0	18,5	18,0	13,7	12,4	12,1	11,9	12,7	16,0	17,7	16,6	15,5
1991	17,3	17,7	17,2	16,6	14,9	14,3	12,5	12,9	12,9	14,9	16,1	17,7	15,4
1992	17,6	17,3	17,8	17,0	14,0	12,7	13,7	12,8	14,3	15,3	16,1	16,5	15,4
1993	17,9	17,1	18,3	16,8	14,3	13,1	14,1	25,0	14,7	15,8	17,0	17,3	16,8
1994	17,7	19,4	17,0	16,2	15,5	12,6	12,4	11,7	13,2	15,5	16,7	18,1	15,5
1995	19,2	18,8	17,9	16,1	14,9	12,6	13,9	15,6	14,7	15,7	16,0	17,0	16,0
1996	18,3	17,7	17,4	15,4	12,6	12,1	10,9	10,7	12,7	14,0	14,9	17,3	14,5
1997	18,2	18,2	16,5	15,7	13,5	12,8	13,2	13,9	15,3	15,1	15,5	17,7	15,5
1998	18,5	19,0	18,1	16,9	14,2	11,6	12,3	15,1	15,2	15,0	15,2	17,7	15,7
1999	18,4	18,1	17,6	15,5	12,9	12,4	12,2	11,7	14,2	13,5	14,6	17,0	14,8
2000	17,8	18,0	17,3	15,3	13,0	12,4	10,9	12,0	12,8	16,1	15,6	16,3	14,8

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
2001	17,0	17,3	16,5	16,3	13,2	12,4	11,6	11,9	12,4	12,6	15,1	15,3	14,3
2002	15,7	15,7	16,2	15,0	12,0	14,8	12,9	15,2	13,9	18,0	17,6	18,6	15,5
2003	18,8	19,3	18,3	16,6	14,0	14,3	13,1	12,0	14,0	15,1	16,5	17,7	15,8
2004	17,1	17,5	16,4	16,5	13,7	12,1	11,5	12,2	15,1	14,6	16,2	16,9	15,0
2005	18,3	16,8	18,0	17,2	15,0	13,6	12,4	14,1	14,6	16,8	15,6	16,2	15,7
2006	18,3	18,6	16,1	16,0	13,0	13,1	13,4	14,0	13,3	15,9	16,5	17,9	15,5
2007	17,9	18,2	18,4	17,3	13,3	13,6	13,2	13,5	14,4	16,2	16,4	17,9	15,9
2008	17,2	17,5	17,3	16,9	13,8	13,3	12,4	14,1	13,4	16,2	15,9	16,5	15,4
2009	17,9	18,4	18,6	16,0	14,5	12,0	12,0	13,5	16,1	16,5	18,6	17,7	16,0
2010	18,1	19,3	18,4	16,3	14,8	12,1	14,0	12,7	14,5	14,7	16,4	18,7	15,8
2011	19,0	18,8	17,9	17,0	14,0	12,3	12,7	14,1	12,9	15,8	14,8	17,3	15,6
2012	17,3	18,3	17,7	17,1	14,0	15,1	13,4	13,3	14,3	16,3	16,5	19,2	16,0
2013	18,1	19,1	17,8	15,6	14,3	15,1	13,0	13,3	14,4	15,5	16,3	18,0	15,9
2014	18,8	18,6	18,0	16,7	14,6	14,4	13,3	13,1	15,1	16,0	16,6	18,3	16,1
2015	19,6	18,7	18,2	16,5	14,9	13,9	14,2	14,1	16,3	17,0	18,7	18,9	16,8
2016	18,4	19,2	18,6	18,3	14,8	12,9	13,6	13,6	15,0	15,9	16,4	18,0	16,2
2017	19,1	18,3	18,0	16,4	14,6	14,1	12,3	12,5	14,4	16,7	16,0	18,3	15,9
2018	18,3	18,2	19,2	16,8	14,9	14,8	13,8	13,5	15,7	16,4	16,7	18,0	16,4
2019	20,1	19,3	18,7	18,2	18,7	14,9	12,9	12,9	16,0	16,7	16,9	17,6	16,9
2020	18,7	18,4	17,1	15,7	13,7	14,8	14,1	13,4	16,8	17,1	16,4	18,6	16,2
2021	18,8	18,2	18,6	13,1	14,9	11,0	11,2	13,5	9,4	15,1	10,6	16,7	14,3
Média	18,0	18,2	17,6	15,8	14,3	12,5	12,6	13,4	13,6	15,5	15,7	17,3	15,4
Máx.	20,1	19,4	19,2	18,3	18,7	15,1	14,2	25,0	16,8	18,1	18,7	19,2	16,9
Mín.	15,4	15,7	16,1	10,7	12,0	3,3	10,3	10,7	8,1	12,6	10,4	15,3	13,0

Fonte: Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora – INMET/UFJF. Organizado pelos autores, 2022

6. A INSOLAÇÃO EM JUIZ DE FORA

A insolação está associada ao número de horas de brilho solar, de acordo com Pereira, Angelocci e Sentelhas (2007), a qual é medida pelo heliógrafo de Campbell-Stokes (Figura 21).

Figura 21 – Heliógrafo de Campbell-Stokes da Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora

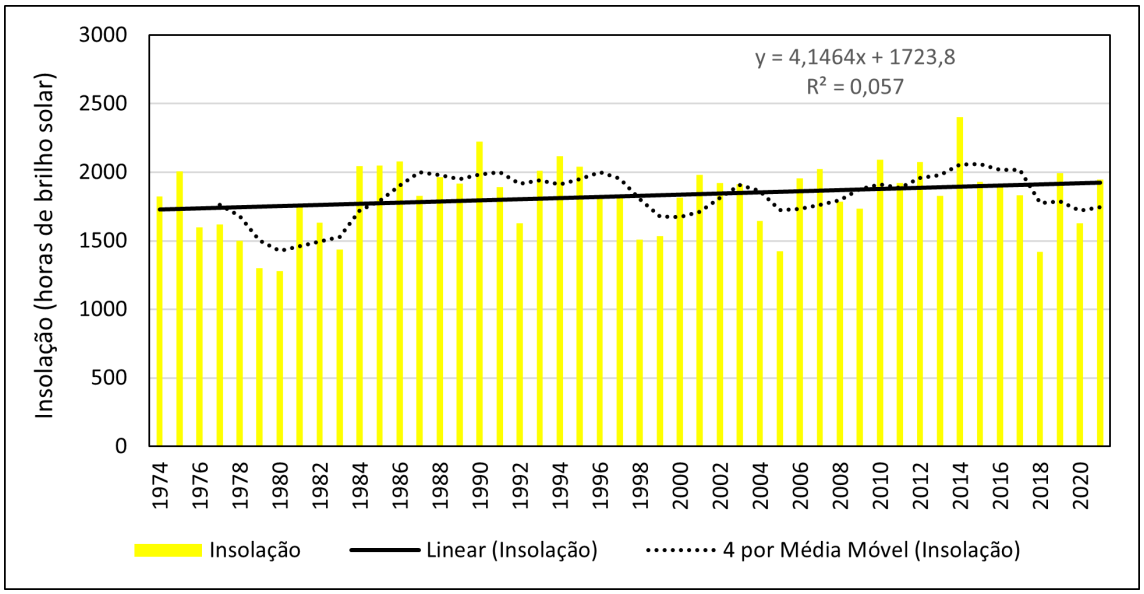
Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2022

Em Juiz de Fora – MG o número médio anual de horas de sol (insolação) é de 1825,4 horas. Observa-se que este valor tem aumentado ao longo da série (Figura 22).

O ano de 2014 registrou o maior número de horas de sol (insolação), o que pode estar associado ao baixo total pluviométrico registrado neste ano. Uma vez que anos como totais de precipitação mais baixos, consequentemente tem menor nebulosidade e permite uma maior penetração da radiação solar.

Em 1980 foi registrado o menor valor de insolação em Juiz de Fora, com 1279,1. Na Figura 22, a partir da média móvel, é possível observar as variações ao longo da série de dados. No período entre 1984 e 1996 o valor da média móvel se manteve mais elevado, enquanto que no período de 1997-2000 e 2004 e 2006 os valores registrados foram mais baixos. Nos últimos anos a média móvel tem apontado para uma queda na insolação.

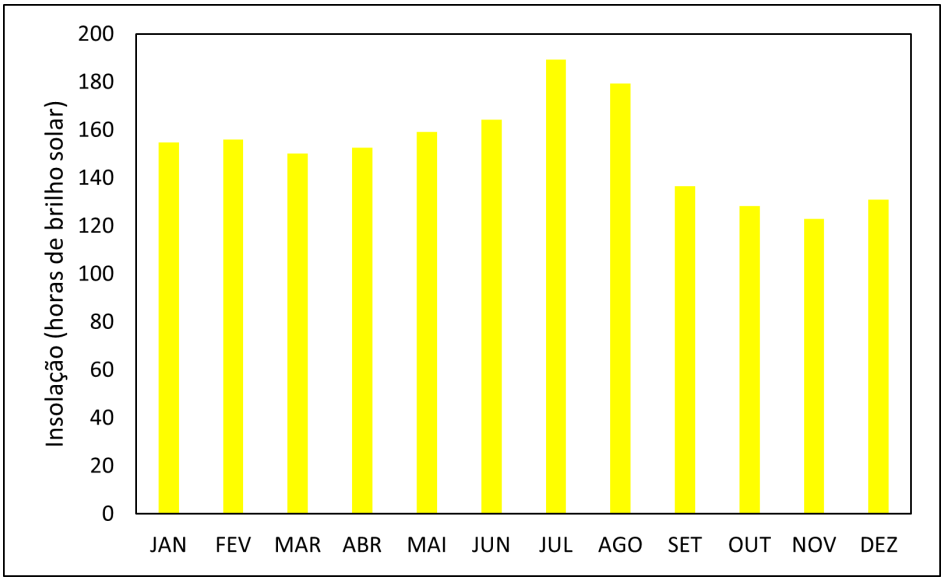
Figura 22 - Total anual de horas de brilho solar (insolação) em Juiz de Fora



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Ao longo dos meses, a insolação varia em função da declinação solar que resulta nas estações do ano. Os meses de Julho e Agosto representam a maior média mensal de insolação, por serem meses secos e a baixa nebulosidade permite um número maior de horas de sol, apesar do fotoperíodo nessa época do ano ser menor.

Figura 23 – Insolação média mensal para Juiz de Fora

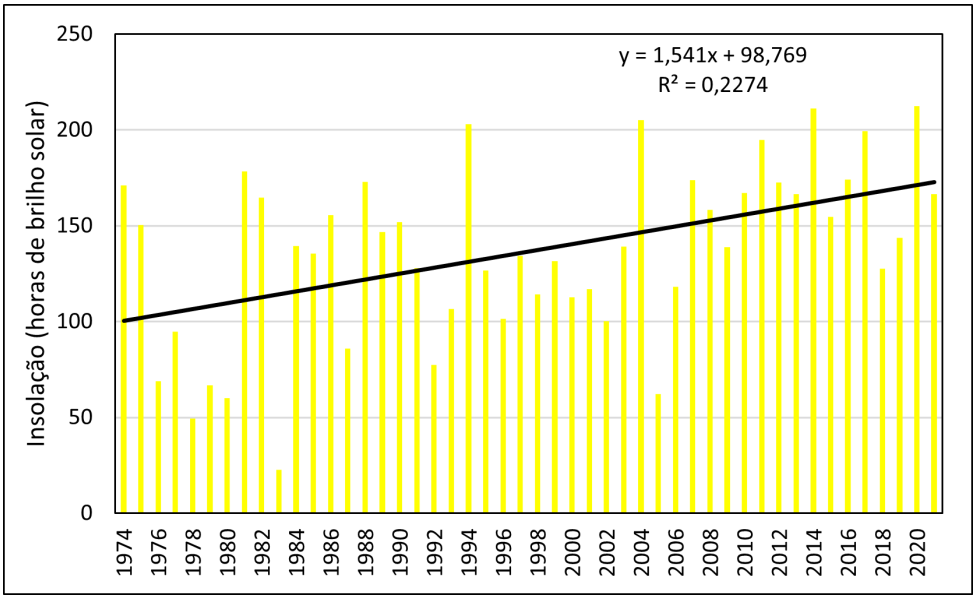


Fonte: Organizados pelos autores, 2022

A insolação também apresenta uma variabilidade ao longo dos anos, assim como os outros elementos climáticos. Entretanto, o mês de setembro teve uma variação ao longo da série que indicou uma tendência de elevação nos dados.

A insolação no mês de setembro aumentou em 72 horas do início ao final da série (1974-2021), conforme demonstra a equação e a reta de tendência (Figura 24).

Figura 24 – Tendência da insolação média mensal para setembro em Juiz de Fora



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Tabela 6 - Insolação média mensal e anual para Juiz de Fora (1974-2021)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1974	170,0	197,5	124,1	88,1	141,5	129,8	231,6	191,2	171,0	104,4	193,6	79,9	1822,7
1975	117,5	146,6	183,5	184,2	184,1	156,2	214,1	259	150,4	106,9	97,5	204,8	2004,8
1976	219,3	103,3	143,4	169	108,2	200,4	167,5	137,1	68,9	104,7	104,0	71,1	1596,9
1977	141,0	247	133,2	69,5	138,7	130,4	238,2	135,3	94,8	125,2	52,9	113,3	1619,5
1978	185,4	122,8	146,8	88,4	151,1	128,8	121,1	128,4	49,4	141,5	108,3	127,9	1499,9
1979	80,1	74,0	99,5	98,5	147,1	154,6	160,3	170,2	66,8	63,4	114,0	72,2	1300,7
1980	62,9	69,0	122,0	80,7	147,0	125,2	159,7	123,1	60,1	111,4	88,1	129,9	1279,1
1981	104,4	151,2	160,1	165,7	154,4	156,3	207,6	174,9	178,5	73,1	120	112,8	1759,0
1982	86,4	162,1	58,1	165,6	154,8	140,3	203,1	186,0	164,7	116,0	145,8	48,5	1631,4
1983	109,9	156,6	122,3	122,4	156,6	127,0	169,8	194,0	22,6	60,5	132,8	60,9	1435,4
1984	225,2	232,9	172,9	129,1	210,8	208,0	191,5	123,8	139,4	176,2	135,0	99,7	2044,5
1985	91,3	191,1	119,0	185,7	176,1	236,6	216,2	232,1	135,6	157,2	160,4	148,6	2049,9
1986	202,8	153,4	176,4	190,7	161,9	228,3	183,1	179,8	155,4	182,8	179,7	84,7	2079,0
1987	167,4	159,5	148,0	175,3	130,7	142,13	229,7	198,1	85,8	138,9	141,5	110,0	1827,0
1988	216,2	105,3	176,3	103,7	159,5	176,2	221,8	213,8	172,8	105,4	123,2	190,1	1964,3
1989	159,5	124,3	171,3	175,3	191,7	146,9	211,4	176,4	146,7	129,8	132,6	152,9	1918,8
1990	268,7	218,1	214,1	196,3	189,8	186,2	150,0	111,6	151,9	157,9	198,2	178,6	2221,4
1991	93,0	155,3	149,1	151,5	179,3	184,5	175,8	200,1	128,0	174,9	151,5	148,7	1891,7
1992	88,3	162,5	149,1	151,5	159,1	164,7	188,4	116,6	77,3	100,4	101,4	169,3	1628,6
1993	199,0	145,9	176,5	172,8	154,9	165,0	202,0	168,3	106,5	177,0	195,6	148,04	2011,5
1994	113,1	258,9	95,9	142,1	171,5	196,9	232,3	195,8	203	146,1	165,3	194,3	2115,2
1995	252,3	154,5	187,9	175,9	117,5	228,8	210,4	208,6	126,6	97,3	160,5	121,8	2042,1
1996	213,3	206,9	155,4	205,5	171,9	146,5	168,1	168,8	101,3	114,8	83,2	92,2	1827,9
1997	125,6	180,9	149,1	151,5	159,1	164,7	188,4	179,6	134,2	115,9	122,8	157,1	1828,9
1998	122,8	108,9	129,1	139,7	154,5	132,6	196,7	174,3	114,1	86,0	69,5	82,1	1510,3
1999	152,8	118,7	110,7	146,2	175,5	103,1	125,1	149,9	131,6	69,7	106,5	144,3	1534,1
2000	152,9	118,9	99,0	175,4	198,9	207,7	156,5	169,8	112,8	194,8	82,1	146,9	1815,7
2001	163,5	185,1	164,5	225,2	164,9	180,5	214,7	175,6	116,9	138,5	129,5	121,4	1980,3
2002	126,5	65,7	209,6	239,6	197,4	207,7	162,4	149,2	100,2	201,3	149,4	111,33	1920,3
2003	94,4	241,7	132,0	170,1	133,8	237,2	214,3	173,7	139,0	158,2	114,6	102,4	1911,4
2004	107,4	99,5	154,0	130,5	158,2	158,2	129,0	232,6	205,2	81,5	110,5	79,0	1645,6
2005	75,8	59,9	117,5	155,1	152,5	143,7	164,1	212,1	62,2	97,0	80,8	103,9	1424,6
2006	191,9	165,6	187,2	162,0	174,1	175,2	226,9	218,5	118,1	121,5	107,9	105,5	1954,4
2007	59,8	176,7	248,2	168,6	175,4	213,7	194,5	211,6	173,7	120,2	89,3	192,0	2023,7
2008	98,5	126,6	168,4	145,1	186,6	122,9	259,5	211,4	158,3	134,5	76,6	98,0	1786,4
2009	113,4	171,3	205,2	133,0	142,2	158,7	158,7	146,6	138,8	88,4	163,9	114,7	1734,9
2010	210,5	216,7	152,4	158,2	162,0	176,3	192,6	246,8	167,0	140,3	114,4	154,6	2091,8
2011	169,5	157,2	107,9	159,8	162,6	164,6	217,0	221,7	194,8	123,4	139,7	102,7	1920,9
2012	130,0	203,4	170,9	136,7	159,1	164,7	188,4	178,3	172,7	215,6	123,1	233,5	2076,4
2013	120,2	203,7	121,8	133,3	145,7	116,2	166,2	215,2	166,4	143,0	151,4	145,4	1828,5
2014	317,6	251,9	169,5	165,2	187,6	174,1	139,4	198,1	211,1	212,6	149,7	224,8	2401,6
2015	263,4	172,9	133,6	136,2	107,6	145,9	169,9	177,0	154,7	173,4	108,6	185,6	1928,8
2016	136,6	186,6	132,1	189,2	136,1	137,2	179,1	210,9	174,2	123,9	112,7	190,0	1908,6
2017	203,0	159,2	187,2	115,7	134,2	148,0	153,9	156,3	199,4	163,4	89,5	124,2	1834,0
2018	140,7	104,7	120,7	96,2	143,6	99,5	175,9	96,5	127,6	74,1	94,9	144,8	1419,2

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
2019	233,2	137,2	158,2	210,8	154,1	177,9	244,6	157,0	143,7	162,6	78,4	137,6	1995,3
2020	117,7	75,4	93,8	89,3	155,3	172,3	183,6	183,6	212,4	92,2	132,0	120,2	1627,8
2021	233,9	110,5	205,8	204,9	164,2	143,1	237,7	178,2	166,6	60,7	127,2	111,9	1944,7
Média	154,8	156,2	150,3	152,6	159,2	164,3	189,4	179,5	136,5	128,3	123,1	131,1	1825,4
Máx.	317,6	258,9	248,2	239,6	210,8	237,2	259,5	259,0	212,4	215,6	198,2	233,5	2401,6
Mín.	59,8	59,9	58,1	69,5	107,6	99,5	121,1	96,5	22,6	60,5	52,9	48,5	1279,1

Fonte: Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora – INMET/UFJF. Organizado pelos autores, 2022

7. A NEBULOSIDADE EM JUIZ DE FORA

Para Varejão-Silva (2006) a nebulosidade consiste na fração da abóbada celeste que, em um dado momento, encontra-se coberta por nuvens. A estimativa dessa fração é feita visualmente – pelo observador meteorológico – imaginando-se todas as nuvens arrumadas juntas, imaginando a fração do céu que isso representa.

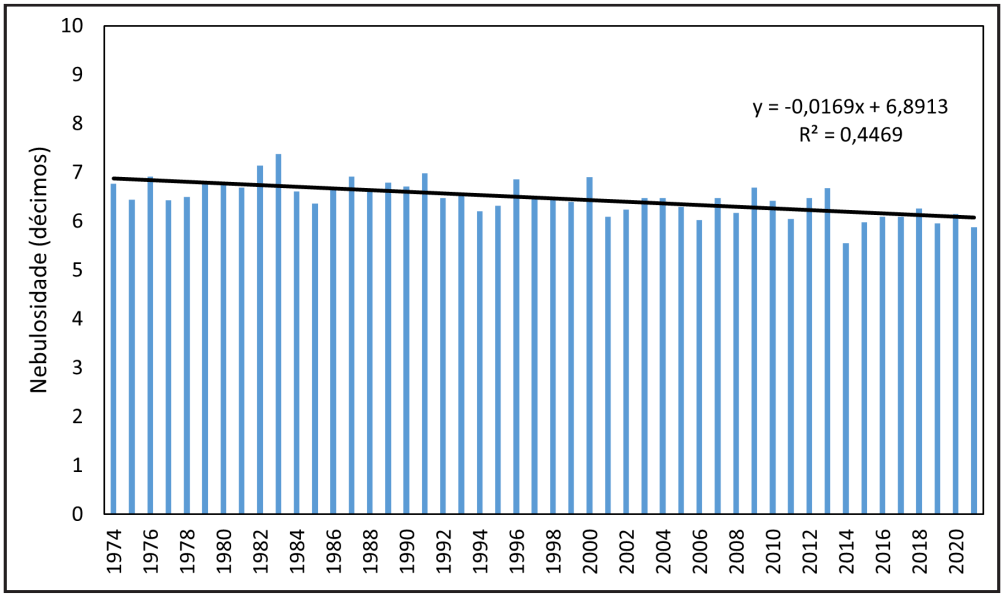
Podendo ser indicada em oitavos ou em décimos de céu encoberto, cabe esclarecer qual das escalas está sendo usada para sua classificação. Na Estação Meteorológica Convencional de Juiz de Fora, a nebulosidade é medida em décimos. Sendo assim, o valor 0 (zero) incida que não havia nenhuma nuvem no céu. O valor de 5/10 corresponde à metade da abóbada celeste coberta por nuvens e, 10/10, ao céu totalmente encoberto.

A classificação das nuvens é feita a partir dos parâmetros estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) as quais podem ser consultadas em seu *website* (https://cloudatlas.wmo.int/en/home.html).

Dadas as condições sinóticas que atuam sobre Juiz de Fora, associadas à sua localização geográfica – Zona da Mata Mineira – a nebulosidade é uma variável meteorológica bem comum.

A Figura 25 mostra a média de nebulosidade anual para Juiz de Fora no período de 1974-2021.

Figura 25 – Médias anuais de nebulosidade (décimos) para Juiz de Fora e sua tendência

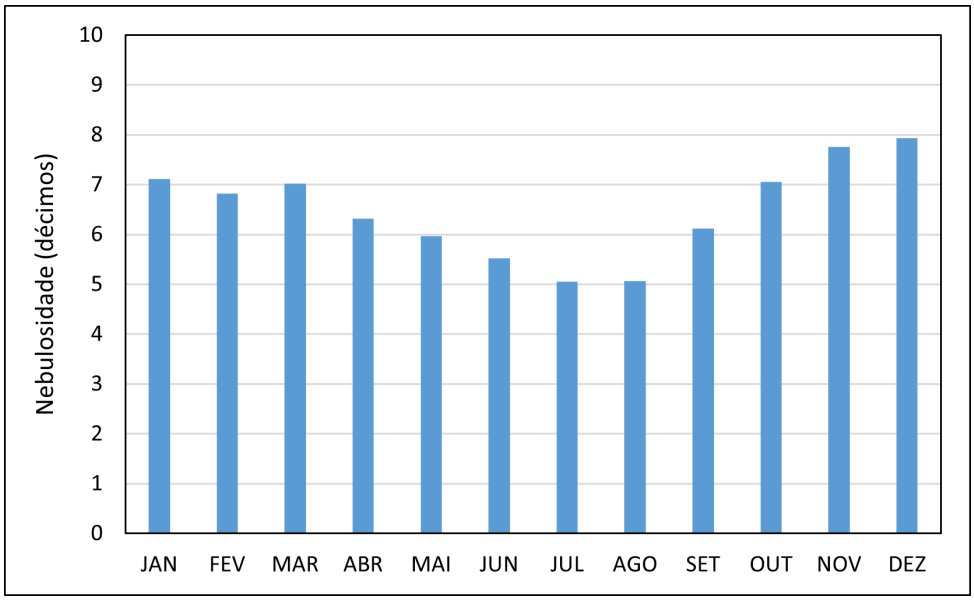


Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Observa-se que a média anual de nebulosidade varia em torno de seis a sete décimos, embora haja uma tendência de redução de um décimo da nebulosidade ao longo da série.

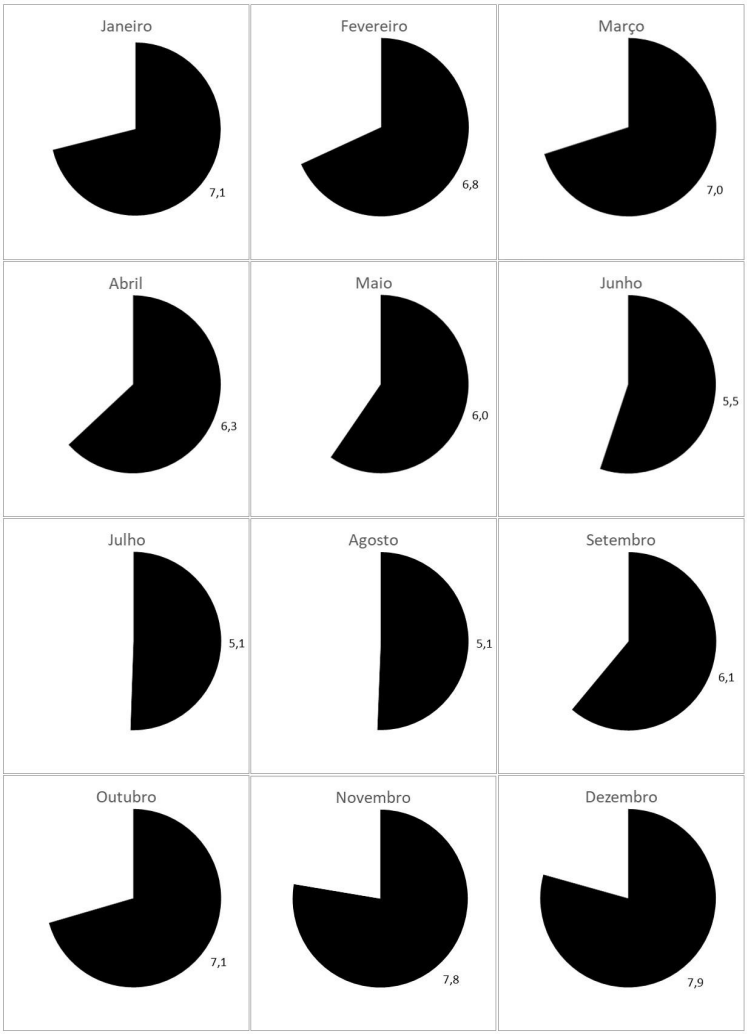
Na distribuição mensal da nebulosidade (Figuras 26 e 27), também se observa o padrão da sazonalidade peculiar às chuvas. Nos meses da estação chuvosa há maior cobertura de nuvens, levando ao aumento da nebulosidade. Já nos meses de inverno, dadas as condições sinóticas, a nebulosidade diminui.

Figura 26 – Nebulosidade média mensal (décimos) para Juiz de Fora



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Figura 27 – Proporção da nebulosidade média mensal (décimos) para Juiz de Fora

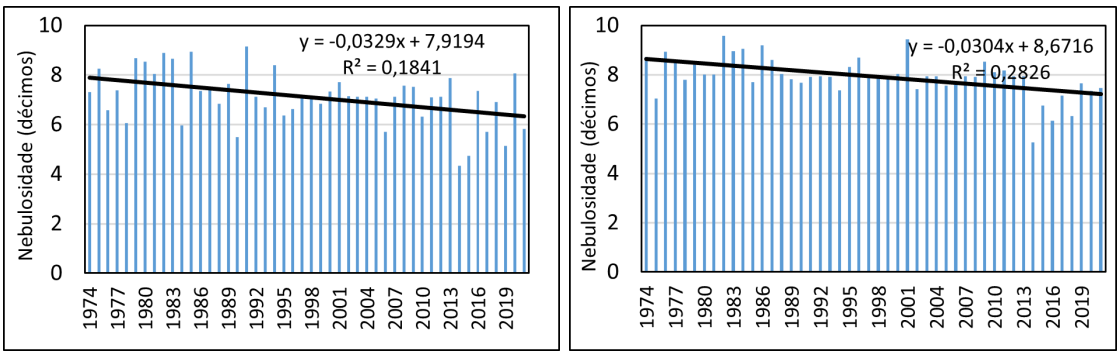


Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Em relação às tendências de nebulosidade mensal, todas as séries apresentaram tendência de redução da nebulosidade. No entanto, as tendências de redução nos meses de janeiro, abril, setembro, outubro e dezembro mostraram-se significativas para mudanças no padrão.

A Figura 28 mostra a tendência de redução da nebulosidade para os meses de janeiro e dezembro. Em ambos os meses a tendência de redução foi de um décimo ao longo da série.

Figura 28 – Tendência de redução da nebulosidade para os meses de janeiro (a) e dezembro (b)



(a) (b)

Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Tabela 7 – Nebulosidade média mensal e anual para Juiz de Fora (1974-2021)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1974	7,3	6,2	7,6	7,6	5,8	6,3	8,1	5,0	4,2	8,2	6,3	8,7	6,8
1975	8,3	7,4	6,7	6,1	6,1	6,3	4,5	3,2	5,6	7,6	8,6	7,0	6,4
1976	6,6	7,7	6,8	6,1	7,5	4,5	5,5	6,2	7,5	7,6	8,1	8,9	6,9
1977	7,4	4,4	7,4	7,3	5,8	5,1	3,7	5,1	6,1	7,2	9,1	8,5	6,4
1978	6,1	7,4	6,1	6,8	5,7	5,9	6,2	4,6	7,5	5,8	8,1	7,8	6,5
1979	8,7	7,8	7,9	7,3	5,8	5,2	5,2	5,0	6,4	7,1	7,3	8,4	6,8
1980	8,5	7,4	5,1	7,3	5,7	5,8	5,8	5,6	7,3	7,0	7,7	8,0	6,8
1981	8,0	7,0	7,1	6,7	6,0	6,3	4,5	5,3	4,4	8,9	8,1	8,0	6,7
1982	8,9	6,9	9,3	6,6	6,5	6,3	4,8	5,7	5,7	7,9	7,6	9,6	7,1
1983	8,7	7,0	7,8	7,5	6,5	7,1	5,7	3,8	9,3	8,3	7,9	9,0	7,4
1984	6,0	6,9	6,9	7,6	4,6	4,8	4,5	6,9	6,8	6,2	9,1	9,1	6,6
1985	8,9	6,7	8,3	6,0	5,7	3,4	4,7	4,4	6,6	7,1	6,9	7,7	6,4
1986	7,4	8,2	7,2	6,4	6,6	4,1	5,5	6,1	6,1	6,1	7,6	9,2	6,7
1987	7,4	7,8	7,6	7,0	7,5	6,3	3,9	3,6	7,5	7,8	7,9	8,6	6,9
1988	6,8	7,4	6,4	7,8	6,9	6,6	4,2	4,0	5,4	7,9	8,0	8,0	6,6
1989	7,6	7,3	6,5	6,0	5,5	6,3	5,0	6,0	7,0	8,0	8,5	7,8	6,8
1990	5,5	7,0	6,4	6,6	6,2	5,9	6,5	7,7	6,8	7,1	7,2	7,7	6,7
1991	9,2	7,7	7,0	6,3	6,5	5,6	6,5	5,9	6,4	6,7	8,0	7,9	7,0
1992	7,1	6,8	7,0	6,3	6,0	5,5	5,1	5,1	6,1	7,1	7,8	7,9	6,5
1993	6,7	7,5	7,4	6,5	6,5	6,3	4,8	5,4	7,0	6,9	6,3	7,9	6,6
1994	8,4	4,7	8,4	6,7	5,8	4,9	4,1	5,0	4,9	6,8	7,4	7,4	6,2
1995	6,4	7,2	6,6	6,1	7,1	4,6	4,2	3,7	5,9	7,8	7,8	8,3	6,3
1996	6,6	7,2	7,4	5,6	6,0	5,9	5,8	5,5	7,4	7,5	8,6	8,7	6,9
1997	7,1	6,8	7,0	6,3	6,0	5,5	5,1	5,1	6,1	7,1	7,8	7,9	6,5
1998	7,1	6,8	7,0	6,3	6,0	5,5	5,1	5,1	6,1	7,1	7,8	7,9	6,5
1999	6,8	6,9	7,6	6,2	5,6	5,5	5,1	4,2	4,8	7,9	8,2	7,8	6,4
2000	7,3	7,5	8,0	5,9	5,1	4,5	6,7	6,8	8,1	6,6	8,4	8,0	6,9
2001	7,7	5,7	5,9	4,6	5,7	4,7	4,0	4,7	7,0	6,7	7,0	9,4	6,1
2002	7,2	8,2	7,0	4,4	6,0	4,2	5,6	5,1	7,4	4,7	7,8	7,4	6,2
2003	7,1	6,8	7,0	6,3	6,0	5,5	5,1	5,1	6,1	7,1	7,8	7,9	6,5
2004	7,1	6,8	7,0	6,3	6,0	5,5	5,1	5,1	6,1	7,1	7,8	7,9	6,5
2005	7,0	6,7	6,6	5,9	6,0	4,9	5,5	4,4	7,4	5,8	7,9	7,6	6,3
2006	5,7	5,7	7,0	6,0	5,7	5,3	3,8	4,7	5,8	7,2	7,9	7,6	6,0
2007	7,1	6,8	7,0	6,3	6,0	5,5	5,1	5,1	6,1	7,1	7,8	7,9	6,5
2008	7,6	7,3	6,2	6,3	5,4	6,1	3,2	4,2	5,5	6,3	8,3	7,9	6,2
2009	7,5	6,5	6,8	6,0	5,8	5,8	5,7	5,7	6,4	8,1	7,4	8,5	6,7
2010	6,3	5,9	7,1	6,8	4,8	5,6	5,9	4,8	6,2	7,2	8,4	8,1	6,4
2011	7,1	5,0	7,7	6,3	6,2	4,7	4,1	4,6	4,3	7,1	7,4	8,2	6,0
2012	7,1	6,8	7,0	6,3	6,0	5,5	5,1	5,1	6,1	7,1	7,8	7,9	6,5
2013	7,9	6,0	8,1	6,7	6,1	6,8	5,7	4,7	5,9	7,3	7,1	7,9	6,7
2014	4,3	5,3	7,1	6,5	5,7	5,4	6,0	4,5	4,7	5,5	6,5	5,3	5,6
2015	4,7	5,8	6,4	6,0	7,0	5,8	5,5	4,9	5,4	6,0	7,4	6,8	6,0
2016	7,4	6,1	7,0	4,4	6,3	5,8	4,7	5,1	5,5	7,0	7,7	6,1	6,1
2017	5,7	6,8	5,8	6,6	6,3	5,7	6,2	5,5	3,9	5,7	7,9	7,2	6,1
2018	6,9	7,2	6,4	5,7	5,0	6,1	3,9	6,2	5,9	7,7	8,0	6,3	6,3
2019	5,2	7,1	6,2	5,5	5,5	5,6	3,7	4,9	5,9	6,3	8,1	7,7	6,0
2020	8,1	8,1	7,0	6,0	4,9	4,9	4,9	4,2	3,7	6,9	7,8	7,3	6,2
2021	5,8	7,4	6,0	5,0	5,3	5,4	3,4	4,9	5,1	7,8	7,0	7,5	5,9
Média	7,1	6,8	7,0	6,3	6,0	5,5	5,1	5,1	6,1	7,1	7,8	7,9	6,5
Máx.	9,2	8,2	9,3	7,8	7,5	7,1	8,1	7,7	9,3	8,9	9,1	9,6	7,4
Mín.	4,3	4,4	5,1	4,4	4,6	3,4	3,2	3,2	3,7	4,7	6,3	5,3	5,6

Fonte: Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora – INMET/UFJF. Organizado pelos autores, 2022

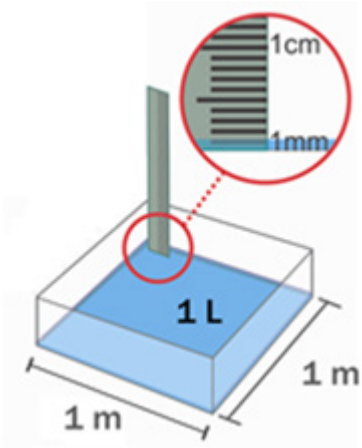
8. AS CHUVAS EM JUIZ DE FORA

O conceito de precipitação pode ser designado para os hidrometeoros (chuva, neve, chuviscos, garoas etc.) que caem das nuvens em direção ao solo (NERY & CARFAN, 2013). Aqui no Brasil, como o principal tipo de precipitação é a pluviométrica, é comum o termo ser usado para designar as chuvas, sejam elas diárias, mensais, sazonais ou mesmo anuais.

Outro conceito importante destacado por Nery e Carfan (2013) é sobre como a quantidade de chuva em um local é medida (milímetros – mm).

Um milímetro (1mm) consiste em um litro (1L) de água precipitada por metro quadrado (Figura 29) (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Figura 29 – Representação de 1mm de pluviosidade



Fonte: Adaptado de https://rainmap.com.br/, 2022

Isso porque:

$$\frac{1L}{m2} = \frac{1000\ cm3}{10.000cm2} = 0{,}1cm = 1{,}0\ mm$$

A coleta dos dados de chuva na Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora é feita por meio de dois instrumentos: o pluviômetro e o pluviógrafo. No pluviômetro (Figura 30a) é coletado o volume diário de chuva, enquanto que no pluviógrafo (Figura 30b) o volume de chuvas é descrito (grafado) no seu tempo de duração.

Figura 30 – Pluviômetro *Ville* de Paris (a) e pluviógrafo (b) da Estação Climatológica Principal

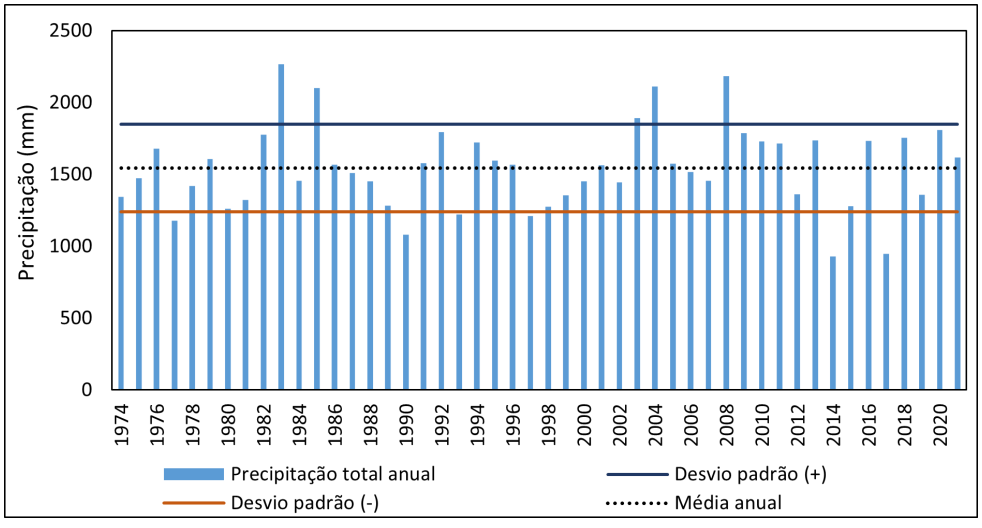
(a) (b)

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2022

Ao analisar a série de dados pluviométricos de Juiz de Fora no período de 1974-2021, observa-se um valor médio anual de 1542,9mm, com um desvio padrão de 304,5mm para a série. Ao longo desses anos, os totais anuais de chuva superiores ao desvio padrão ocorreram nos anos de 1983, 1985, 2003, 2004 e 2008 (Figura 31).

No mesmo período, nos anos de 1977, 1990, 1993, 1997, 2014 e 2017, os valores anuais de chuva foram inferiores ao desvio padrão, indicando-os como os menos chuvosos da série.

Figura 31 – Totais pluviométricos anuais para Juiz de Fora (1974-2021)

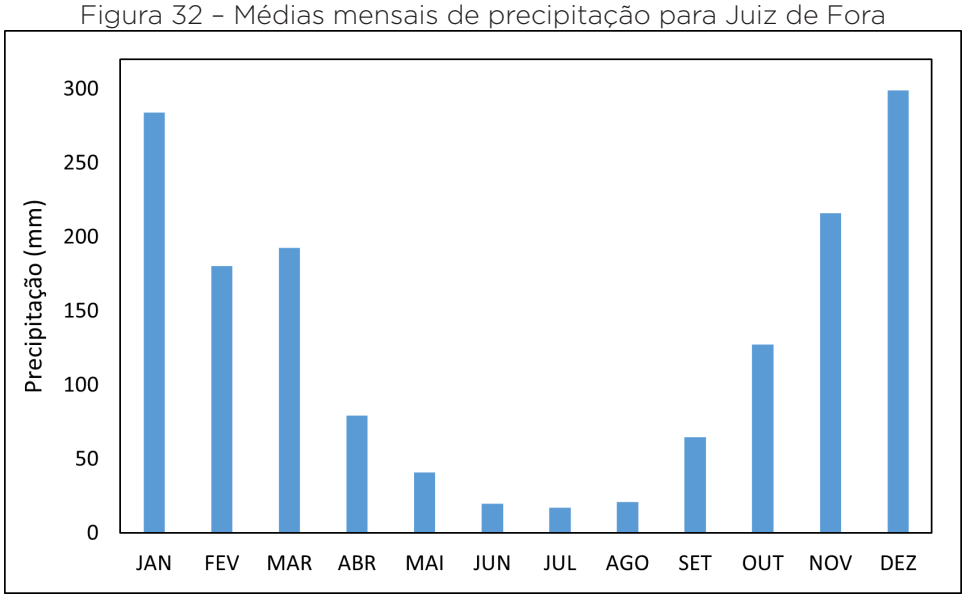


Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Já a precipitação média mensal (Figura 32) demonstra o típico regime de sazonalidade em que as chuvas se concentram no período que se estende de Outubro a Março, representando cerca de 84% da precipitação total anual segundo Oliveira et al. (2020).

O período entre os meses de abril e setembro caracteriza-se como a estação seca, pois os volumes de chuva são menores e correspondem a cerca de 16%. Nos meses de abril e setembro ainda se observa uma condição de transição entre as estações, com os totais pluviométricos superiores a 50mm.

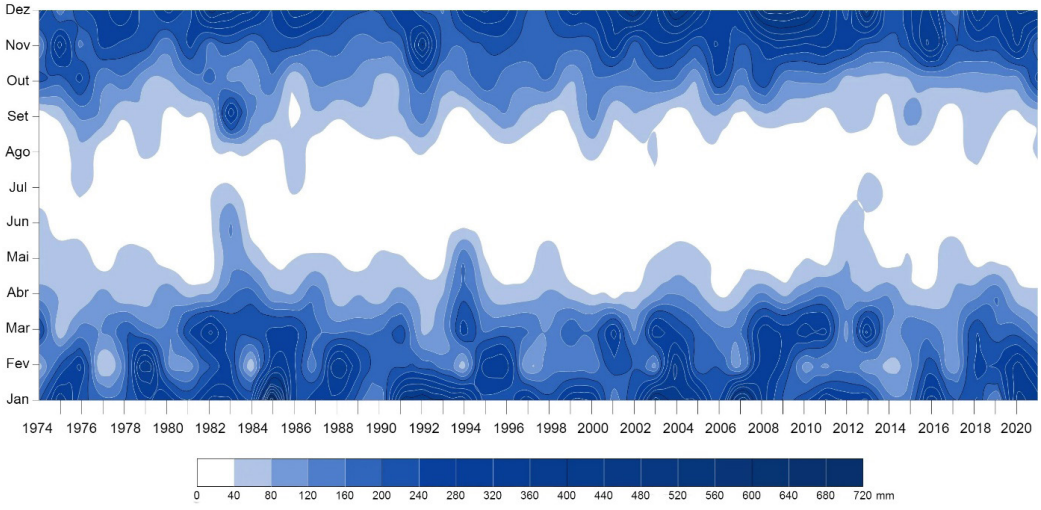
Figura 32 – Médias mensais de precipitação para Juiz de Fora



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

A Figura 33 permite observar claramente a distribuição das chuvas anuais (sazonalidade) entre as estações chuvosa (out-mar) e seca (abr-set), ao longo do período de 1974 a 2021.

Figura 33 - Distribuição das chuvas mensais (mm) no período de 1974-2021



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Tabela 8 – Totais pluviométricos mensais e totais pluviométricos anuais para Juiz de Fora no período de 1974-2021

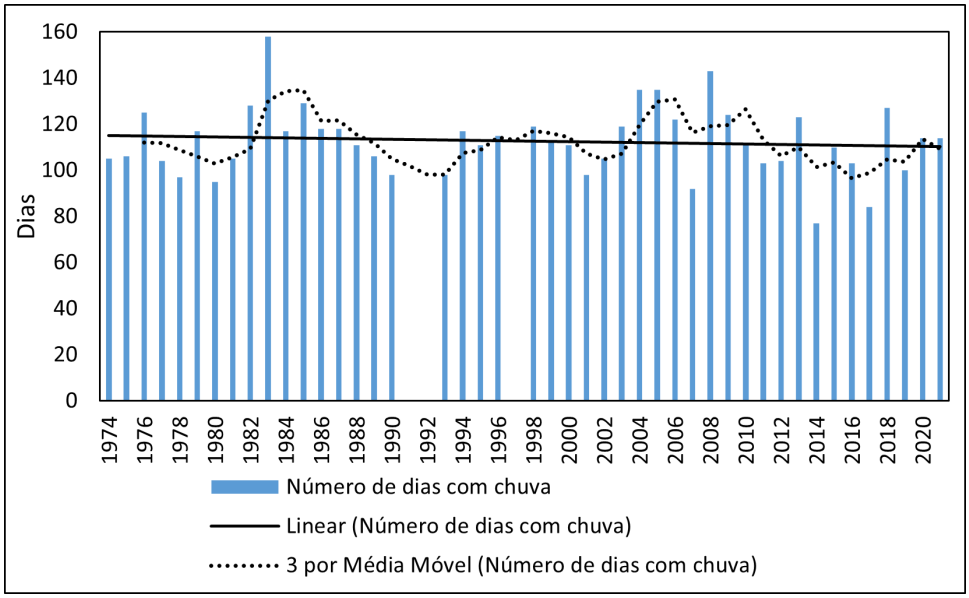
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1974	193,5	54,3	269,0	97,8	27,0	72,3	0,0	4,5	0,1	227,9	100,6	296,9	1343,9
1975	362,1	200,8	26,1	79	68,6	12,3	28,5	0,0	45,5	167,9	356,8	125,6	1473,2
1976	206,0	300,3	139,2	45,1	73,6	15,6	55,9	78,1	128,8	268,6	124,4	242,9	1678,5
1977	182,0	0,0	121,5	99,9	7,6	1,6	28,5	4,4	111,3	96,3	262,9	260,7	1176,7
1978	191,3	124,3	220,6	26,1	71,0	3,3	37	18,4	25,8	158,4	221,2	323,2	1420,6
1979	247,7	459,2	115,4	56,1	53,8	10,0	21,2	49,1	92,3	68,8	230,6	201,4	1605,6
1980	321,9	107,7	106,5	123,0	14,2	38,0	0,0	34,0	23,8	73,3	108,2	310,3	1260,9
1981	237,1	77,3	257,6	51,5	11,0	21,8	0,1	26,4	38,2	126,5	267,1	207,2	1321,8
1982	334,6	189,3	349,0	55,7	7,3	23,2	36,6	32,4	12,3	182,9	129,2	424,8	1777,3
1983	328,9	245,3	220,1	150,1	113,9	148,9	46,1	3,8	348,4	100,6	189,2	370,2	2265,5
1984	229,2	22,1	239,7	183,0	68,8	2,9	4,4	34,9	120,0	93,0	133,7	324,3	1456,0
1985	715,0	286,6	261,7	74,0	30,8	19,0	1,4	9,0	93,4	157,4	222,5	231,8	2102,6
1986	194,7	248,5	274,1	59,9	45,3	0,5	58,8	77,2	19,2	20,1	210,7	358,1	1567,1
1987	287,6	107,7	163,2	168,4	43,1	15,8	17,2	7,6	84,2	138,2	152,1	324,0	1509,1
1988	261,1	403,1	127,5	47,0	44,4	6,5	0,5	0,2	33,5	123,7	178,9	225,7	1452,1
1989	170,3	260,1	146,8	85,4	19,8	40,1	24,9	6,8	70,1	113,8	135,3	207,7	1281,1
1990	97,7	192,1	155,9	40,0	55,1	0,7	15,2	17,6	86,4	62,5	159,2	197,1	1079,5
1991	407,7	178,1	240,8	92,5	44,6	17,9	9,1	4,9	76,5	68,7	154,6	284,1	1579,5
1992	445,9	171,8	67,3	62,9	21,1	3,2	15,8	41,3	160,7	188,6	422,2	193,2	1794,0
1993	402,5	131,1	108,7	75,8	9,4	20,7	1,8	2,9	47,0	90,7	178,1	152,5	1221,2
1994	398,9	33,1	293,3	191,3	180,2	20,2	3,1	4,2	4,5	138,8	159,6	295,3	1722,5
1995	211,8	324,0	134,8	75,5	23,0	9,5	15,7	0,4	69,6	205,2	194,9	332,2	1596,6
1996	198,4	332,0	171,7	43,5	36,9	1,5	0,0	19,3	129,1	125,2	209,5	298,9	1566,0
1997	330,0	32,2	184,7	52,8	16,4	28,6	5,6	11,1	61,6	128,9	175,7	184,2	1211,8
1998	194,2	143,3	115,2	82,8	83,8	4,0	7,0	54,2	21,1	179,1	189,7	199,6	1274,0
1999	335,3	113,6	220,6	57,8	4,0	21,0	20,1	9,9	34,8	61,8	172,3	304,9	1356,1
2000	340,7	102,2	166,3	23,5	8,1	0,0	9,5	57,2	152,7	154,3	171,0	265,7	1451,2
2001	120,5	234,3	317,2	3,8	46,2	2,0	1,0	13,8	31,6	134,1	318,0	342,7	1565,2
2002	236,5	196,6	104,2	31,7	36,3	0,0	5,6	17,3	79,8	131,5	156,7	448,4	1444,6
2003	477,2	82,6	340,8	73,7	48,0	1,6	33,6	51,3	43,7	165,5	274,8	299,5	1892,3
2004	358,7	388,9	233,4	114,5	60,2	25,4	47,8	2,0	1,3	156,3	254,6	469,3	2112,4
2005	362,6	151,6	184,4	86,4	51,2	17,4	32,1	27,8	57,7	64,2	185,1	355,2	1575,7
2006	181,4	211,4	140,4	17,8	37,8	7,8	12,5	35,0	72,2	267,1	309,9	224,5	1517,8
2007	584,1	37,0	159,2	50,0	36,5	5,6	5,8	0,8	6,4	111,7	176,4	284,2	1457,7
2008	304,3	320,8	326,6	128,2	4,0	32,6	0,0	4,8	64,7	266,1	235,1	498,5	2185,7
2009	177,3	261,3	267,6	46,5	15,8	24,1	26,6	5,1	55,7	114,2	283,5	508,8	1786,5
2010	229,4	83,3	330,9	106,3	44,2	0,0	22,2	0,4	51,4	121,0	263,3	479,3	1731,7
2011	328,3	101,4	311,2	149,7	13,9	17,5	5,2	9,3	13,7	125,6	292,7	346,5	1715,0
2012	275,0	134,4	92,6	98,0	87,0	60,8	7,4	7,0	72,7	46,8	272,8	209,2	1363,7
2013	291,7	71,6	372,5	57,9	56,5	27,7	69,9	11,4	58,0	61,9	182,9	475,4	1737,4
2014	130,5	60,2	96,8	128,4	11,1	33,5	30,1	11,6	16,5	51,5	187,1	173,1	930,4
2015	140,4	99,9	167,1	39,7	49,6	32,2	23,8	24,8	124,0	62,5	241,3	275,7	1281,0
2016	375,8	232,7	143,6	35,8	17,9	35,2	7,3	13,2	57,2	72,3	406,5	334,4	1731,9
2017	185,4	54,1	93,8	80,7	95,3	11,9	6,2	14,4	7,7	98,1	208,8	90,5	946,9
2018	263,7	263,7	248,9	95,2	15,1	19,2	12,8	66,1	76,7	85,9	225,7	381,0	1754,0
2019	84,3	244,3	149,3	175	22,2	29,9	4,7	15,3	52,5	97,1	210,8	274,8	1360,2
2020	373,7	345,5	175,6	50,8	18,5	12,5	0,6	15,1	27,9	89,9	334,9	362,8	1807,8
2021	336,5	234,7	98,2	45,3	16,4	3,1	0,0	55,3	39,0	272,2	146,5	369,8	1617,0
Média	284,2	180,2	192,7	79,5	41,0	20,0	17,1	21,1	64,6	127,4	216,2	298,9	1542,9
Máx.	715,0	459,2	372,5	191,3	180,2	148,9	69,9	78,1	348,4	272,2	422,2	508,8	2265,5
Mín.	84,3	0	26,1	3,8	4	0	0	0	0,1	20,1	100,6	90,5	930,4

Fonte: Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora – INMET/UFJF. Organizado pelos autores, 2022.

8.1 O NÚMERO DE DIAS COM CHUVA

Os dados referentes ao número de dias com chuva (>1 mm) indicam uma média de 113 dias com chuva ao longo dos anos (Figura 34). Os anos com o maior número de dias com chuva, foram, obviamente os que registraram também maiores totais pluviométricos, com destaque para o ano de 1983 com 158 dias de chuva. Já, no ano de 2014, ano com o menor total anual de chuva da série (930,4 mm), foram apenas 77 dias com chuva na cidade.

Figura 34 – Número de dias com chuva > 1mm em Juiz de Fora



Nota: Nos anos de 1991, 1992 e 1997 não houve coleta de dados pluviométricos.
Fonte: Organizado pelos autores, 2022

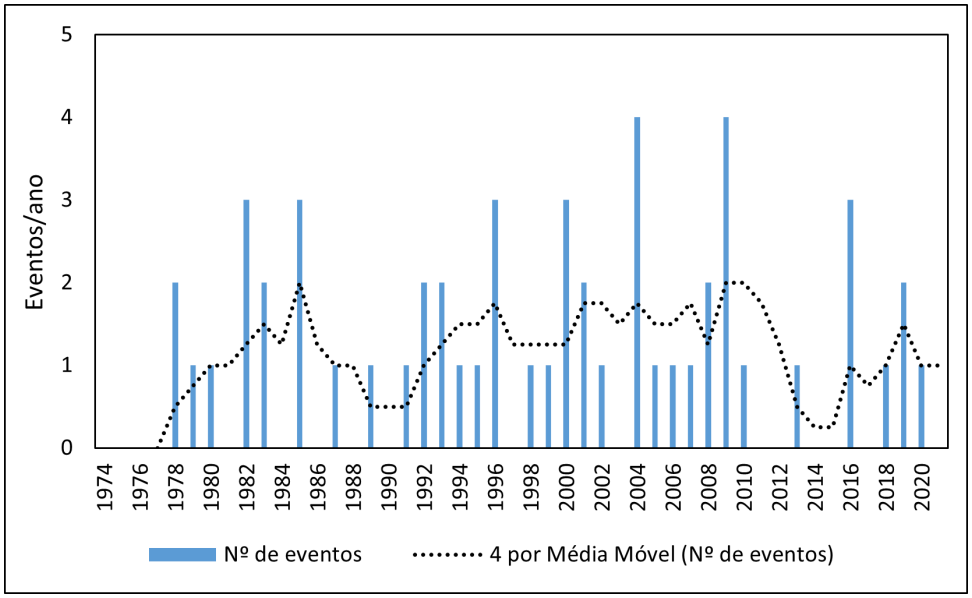
8.2 EXTREMOS DIÁRIOS

Os eventos extremos de precipitação normalmente estão associados a danos à cidade e a sociedade (alagamentos, enchentes, deslizamentos etc.). De acordo com Expert Team on Climate Change Detection Indices (ETCCDI – http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml), o percentil 99 da série é recomendado como parâmetros para classificação de evento extremo.

Sendo assim, ao considerarmos o percentil 99 (71,9 mm/dia) como indicador da ocorrência dos eventos extremos para Juiz de Fora, veremos que estes foram mais recorrentes no período entre 1991 e 2010 e, em apenas 12 anos da série não observaram totais diários superiores ao percentil 99 (Figura 35).

Apesar dos últimos anos terem sido menos chuvosos ou dentro do desvio padrão, conforme a figura (Figura 33), no ano de 2016 ocorreram 3 eventos superiores ao percentil 99.

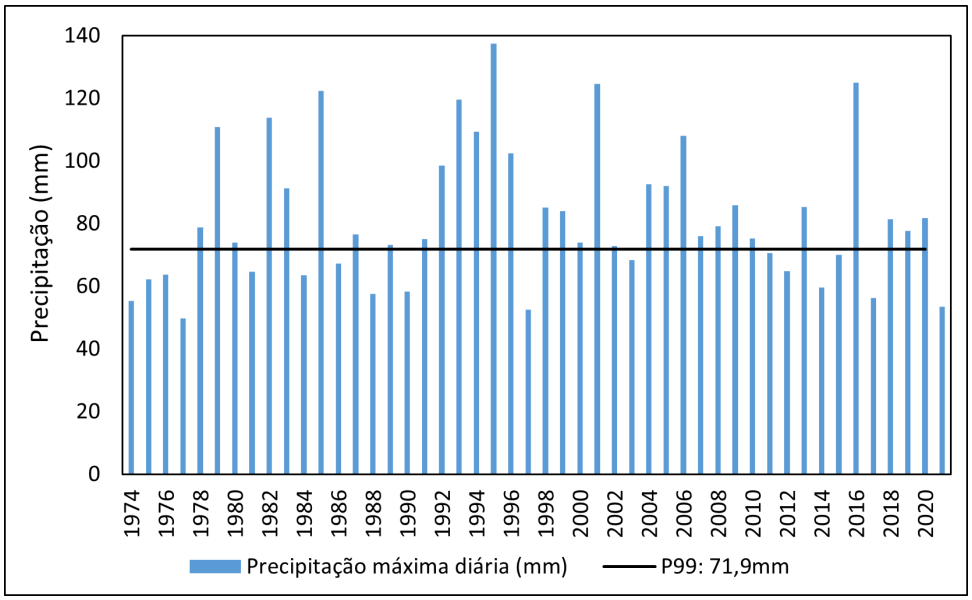
Figura 35 – Frequência anual de eventos pluviométricos extremos em Juiz de Fora



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Quando observamos os valores máximos diários registrados por ano, nos anos em que os totais pluviométricos diários não atingiram o percentil 99, estes valores ainda assim foram elevados, superiores a 40 mm por dia (Figura 36). De acordo com Oliveira e Ferreira (2021), ainda que os eventos extremos sejam inferiores aos limiares estatísticos, estes deflagram danos à cidade de Juiz de Fora.

Figura 36 – Precipitação máxima diária, por ano, em Juiz de Fora



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Os cinco maiores totais diários extremos superaram a marca de 119 mm/dia, sendo que o maior deles, 137,5mm, foi registrado em 12/02/1995. Oliveira e Ferreira (2021) analisaram estes cinco maiores eventos extremos e observaram que a gênese destes está associada à passagem de sistemas frontais e à formação de Zona de Convergência de Umidade-ZCOU/Zona de Convergência do Atlântico Sul-ZCAS. Além disso, todos os eventos ocorreram durante a estação chuvosa, entre e os meses de Outubro e Março.

Tabela 9 – Cinco maiores eventos extremos em Juiz de Fora

Data	Evento pluviométrico (mm)
17/01/1985	122,4 mm
19/01/1993	119,6 mm
12/02/1995	137,5 mm
11/03/2001	124,6 mm
12/11/2016	125,0 mm

Fonte: Adaptado de Oliveira e Ferreira, 2021

A Tabela 10 mostra o histórico dos meses mais chuvosos e dos meses mais secos que ocorreram no período de 1972 a 2021 em Juiz de Fora – MG.

Tabela 10 – Histórico dos meses mais chuvosos e mais secos em Juiz de Fora

	Mais Chuvoso		Mais seco			Mais Chuvoso		Mais seco	
Mês	Chuva	Ano	Chuva	Ano	Mês	Chuva	Ano	Chuva	Ano
Jan	715,0	1985	97,7	1990	**Jul**	69,9	2013	0	1974;1980;1996;
Fev	459,2	1979	0	1977	**Ago**	87,0	1972	0	1975
Mar	372,5	2013	26,1	1975	**Set**	348,4	1983	0,1	1974
Abr	191,3	1994	3,8	2001	**Out**	268,6	1976	20,1	1986
Mai	180,2	1994	4	1999	**Nov**	422,2	1992	100,6	1974
Jun	148,9	1983	0	2010	**Dez**	508,8	2009	125,6	1975

Fonte: Organizado pelos autores, 2022

As três maiores precipitações diárias já registradas ocorreram em 12 de fevereiro de 1995 (137,5 mm), 11 de março de 2001 (124,6 mm) e em 17 de janeiro de 1985 (122,4 mm).

Dessa forma, considerando um dia com chuva aquele em que o acumulado diário apresenta 1 mm, a cidade de Juiz de Fora tem, em média, 113 dias chuvosos por ano, distribuídos ao longo dos meses (Tabela 11).

Tabela 11 – Média mensal de dias com chuva para Juiz de Fora

Mês	Média de Dias com chuva ≥ 1mm de Chuva
Janeiro	16
Fevereiro	12
Março	13
Abril	7
Maio	5
Junho	3
Julho	2
Agosto	3
Setembro	7
Outubro	10
Novembro	16
Dezembro	19
Soma Anual	**113**

Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O maior período de estiagem em Juiz de Fora foi de 120 dias iniciando em 1° junho de 1988 e finalizado em 28 de setembro do mesmo ano. O segundo maior período sem chuvas significativas foi de 117 dias entre 21 de junho e 28 de setembro de 2007 e o terceiro maior período de seca foi 96 dias, o qual iniciou em 24 de maio de 2001 e se encerrou em 27 Agosto 2001. Já o maior período de chuvas contínuas foi de 17 dias, ocorrido em dezembro de 2008.

9. UMIDADE RELATIVA DO AR EM JUIZ DE FORA

De acordo com Nery e Carfan (2013), a umidade relativa do ar, expressa em porcentagem (%), consiste na relação entre a quantidade de vapor d'água contida no ar e a quantidade máxima que o ar pode conter sob as mesmas condições de temperatura e pressão.

"O termo umidade relativa se refere à presença de vapor d'água na atmosfera e não à presença da água nas formas líquidas ou sólidas. A quantificação do vapor d'água existente na atmosfera não pode ser feita mediante a extração e pesagem, como no caso da água nos estados líquido e sólido" (ALMEIDA, 2016, p. 232).

Os dados de Umidade Relativa são estimados pelo conjunto psicrométrico (Figura 37), por meio da diferença entre os valores de temperatura dos termômetros de bulbo úmido e bulbo seco, instalados no interior do abrigo meteorológico.

Figura 37 – Conjunto psicrométrico (termômetro de bulbo úmido e bulbo seco) (a) e abrigo meteorológico (b)

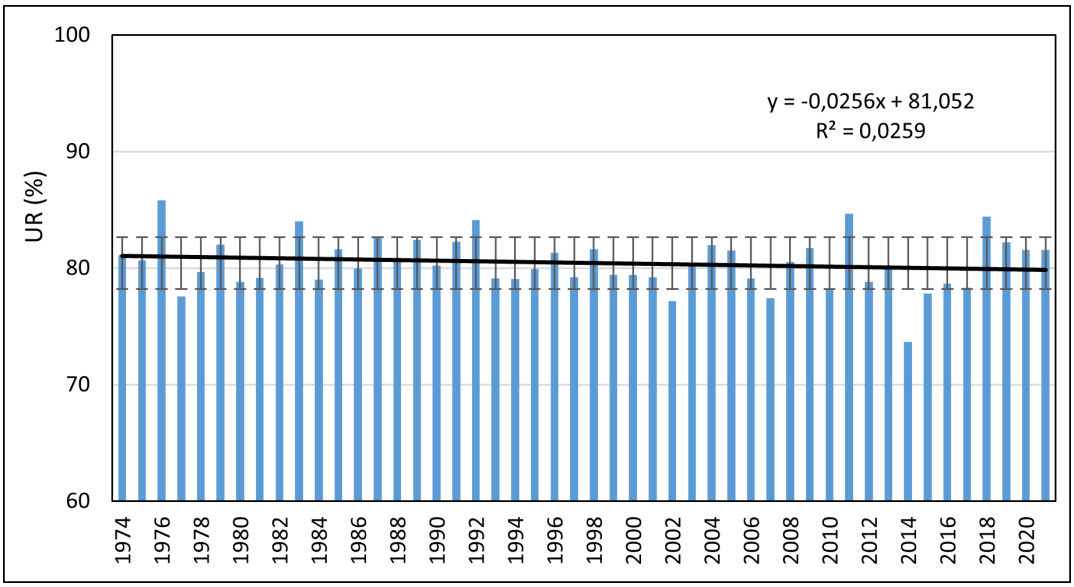
(a) (b)

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2022

Devido à localização e às condições climáticas regionais em que Juiz de Fora está inserida, a média anual de umidade relativa do ar varia em torno de 80%. Essas variações provavelmente estão associadas à dinâmica de sistemas atmosféricos (massas de ar), bem como participação de modos de variabilidade

climática como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) e a TSM do Atlântico Tropical Sul (OLIVEIRA et al., 2020; SOUZA e REBOITA, 2021; TAVARES et al., 2021).

Figura 38 – Médias anuais da umidade relativa do ar (%) para Juiz de Fora, sua tendência e desvio padrão

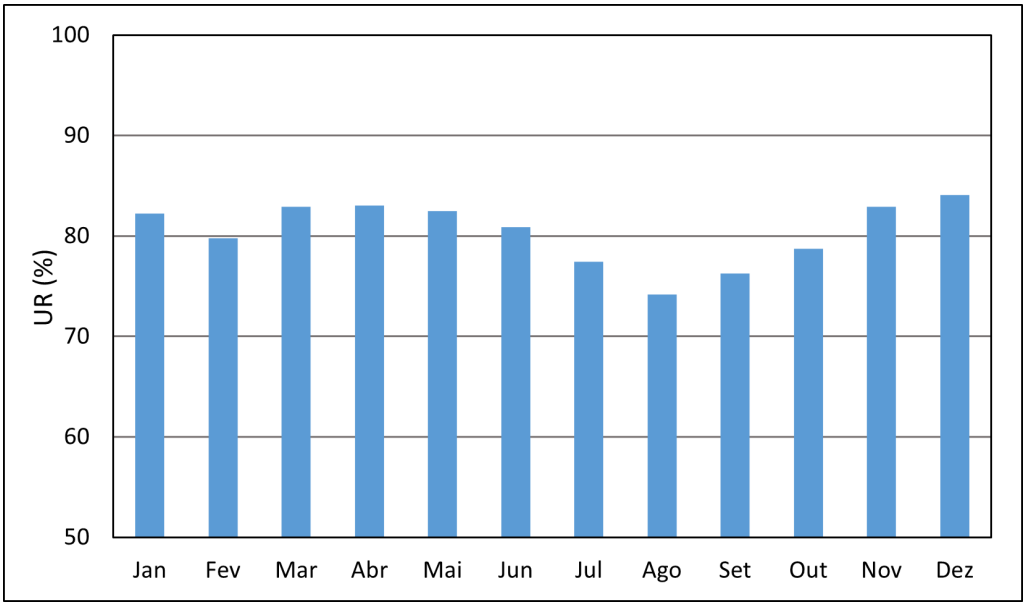


Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Ao longo da série, observam-se poucos anos com valores de umidade relativa acima (1976, 1983, 1992, 2011 e 2018) e abaixo (1977, 2002, 2007, 2014 e 2015) ao desvio padrão da série. Destaque para o ano de 2014 (74%) em que a região sudeste passou por uma forte crise hídrica (COELHO et al., 2016), com reduzidas precipitações no verão, as quais manifestaram-se, igualmente, nos valores de umidade relativa.

Ao analisar-se o comportamento mensal da umidade relativa do ar (Figura 39), observa-se que, na maior parte dos meses, seus valores médios são iguais ou superiores a 80%, com exceção aos meses julho (77%), agosto (74%), setembro (76%) e outubro (79%). Os menores valores de umidade relativa observados nos meses de julho, agosto e setembro, estão associados ao período seco, típico da tropicalidade das chuvas na região.

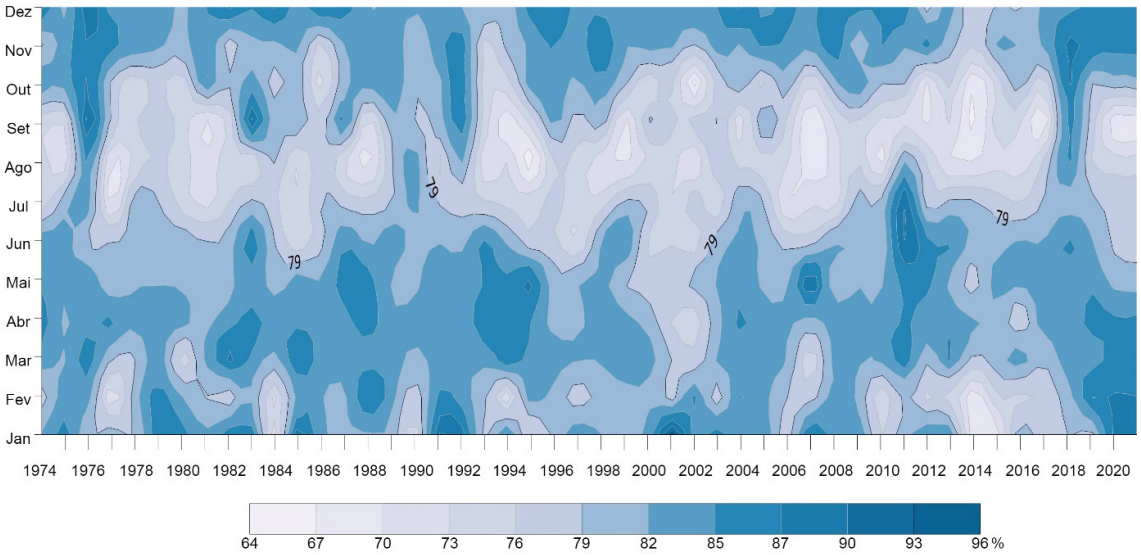
Figura 39 – Umidade relativa média mensal (%) para Juiz de Fora



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Já a Figura 40 demonstra essa distribuição entre os períodos mais úmidos e menos úmidos ao longo do período de 1974-2021.

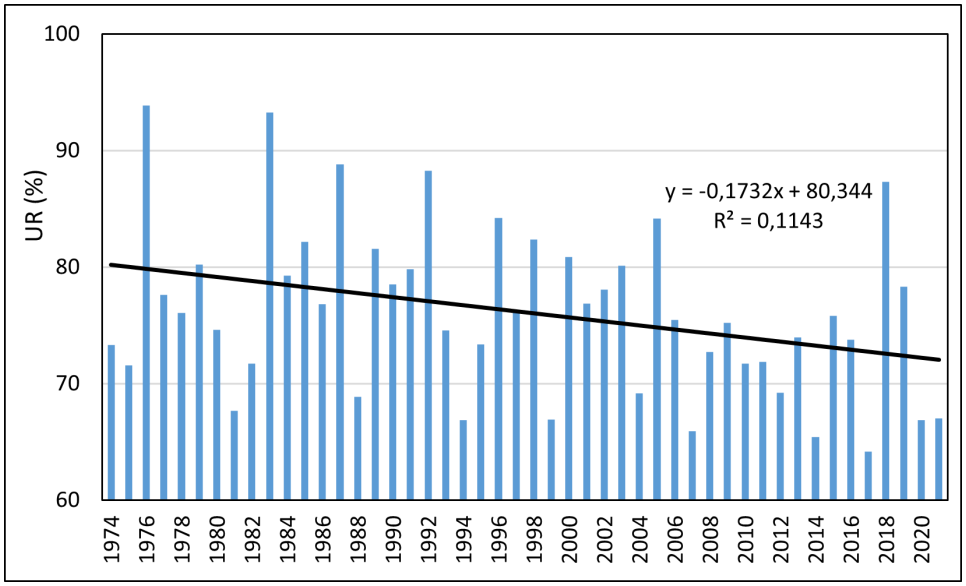
Figura 40 – Distribuição da Umidade relativa média mensal (%) no período de 1974-2021



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Com relação a possíveis mudanças no padrão da umidade relativa observadas ao longo do período de 1974-2021, a tendência de redução dos valores médios mensais verificada para os meses de setembro ganha destaque (Figura 41).

Figura 41 – Tendência da umidade relativa do ar média (%) para o mês de setembro



Fonte: Organizados pelos autores, 2022

Verifica-se que houve uma redução média de 8% na umidade relativa média para o mês de setembro ao longo da série. Essa tendência de redução da umidade relativa observada para setembro, avaliada por meio de testes estatísticos (Mann-Kendall), indica significância estatística para mudança de padrão.

Por fim, a Tabela 12 traz os valores médios mensais e anual da umidade relativa do ar para Juiz de Fora, bem como seus valores máximo e mínimo.

Tabela 12 – Umidade Relativa do Ar média mensal e anual para Juiz de Fora (1974-2021)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1974	82	77	84	87	84	84	73	75	73	85	78	89	81
1975	87	84	81	81	82	83	81	69	72	83	83	81	81
1976	78	84	88	83	85	77	86	87	94	89	88	91	86
1977	82	68	79	87	78	80	66	67	78	77	87	83	78
1978	78	81	78	83	81	80	83	74	76	72	85	83	80
1979	87	87	84	86	81	80	79	75	80	77	83	85	82
1980	86	82	72	85	81	81	74	76	75	72	80	81	79
1981	82	79	83	80	79	80	71	71	68	87	86	85	79
1982	87	76	90	83	80	80	75	77	72	79	76	89	80
1983	87	82	85	86	85	89	80	71	93	84	81	85	84
1984	71	72	81	85	79	79	77	80	79	76	81	88	79
1985	91	83	89	84	85	73	73	71	82	82	83	83	82
1986	82	82	83	83	82	77	81	79	77	70	74	89	80
1987	81	81	84	84	87	86	78	71	89	82	83	87	83
1988	81	90	83	88	86	81	78	67	69	83	84	81	81
1989	81	84	84	82	81	85	78	79	82	86	85	83	82
1990	73	76	81	83	81	80	83	85	79	79	79	82	80
1991	92	86	83	83	85	82	79	73	80	80	84	83	82
1992	90	83	83	83	83	81	77	84	88	88	88	82	84
1993	78	80	83	88	85	87	76	69	75	74	74	82	79
1994	87	70	90	85	85	81	75	75	67	75	80	80	79
1995	74	85	84	85	90	76	75	63	73	85	82	87	80
1996	80	81	84	80	80	77	78	77	84	83	85	88	81
1997	85	76	83	80	83	71	74	74	76	81	83	84	79
1998	82	80	83	85	83	83	73	71	82	84	89	84	82
1999	79	80	85	83	78	87	80	69	67	80	82	82	79
2000	83	81	84	81	77	74	80	72	81	72	84	83	79
2001	96	76	79	76	79	76	72	74	77	77	83	84	79
2002	83	86	76	74	80	73	80	68	78	64	79	84	77
2003	87	76	83	81	83	81	72	80	80	77	84	85	80
2004	83	86	84	86	84	82	83	75	69	82	81	89	82
2005	85	83	84	83	81	82	80	74	84	73	86	84	82
2006	76	79	83	83	80	78	68	74	75	82	85	86	79
2007	90	77	73	81	94	76	74	68	66	71	83	84	77
2008	83	83	84	84	78	83	69	72	73	81	89	87	80
2009	86	82	83	83	82	81	82	77	75	86	78	86	82
2010	76	72	83	82	81	77	79	67	72	79	85	85	78
2011	81	80	88	85	86	93	93	84	72	80	82	87	85
2012	85	75	79	83	86	85	75	76	69	68	87	77	79
2013	86	75	87	84	81	86	80	70	74	77	80	84	80
2014	68	67	79	83	76	81	80	70	65	65	76	75	74
2015	67	77	82	82	84	80	78	72	76	73	84	79	78
2016	83	74	85	74	83	83	75	71	74	82	82	78	79
2017	77	76	79	85	84	81	79	77	64	72	82	83	78
2018	79	80	84	82	83	87	80	87	87	89	89	84	84
2019	77	89	83	87	85	82	80	75	78	78	87	85	82
2020	89	88	85	86	80	78	78	75	67	81	86	86	82
2021	89	88	85	86	80	78	78	75	67	81	86	86	89
Média	82	80	83	83	82	81	77	74	76	79	83	84	82
Máx.	96	90	90	88	94	93	93	87	94	89	89	91	96
Mín.	67	67	72	74	76	71	66	63	64	64	74	75	67

Fonte: Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora – INMET/UFJF. Organizado pelos autores, 2022

10. DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS EM JUIZ DE FORA

O vento é a "componente horizontal do vetor velocidade do ar" (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 259). Para caracterizá-lo, em qualquer ponto da atmosfera, são necessários dois parâmetros: a velocidade e a direção (VAREJÃO-SILVA, 2006). "Ambos são grandezas instantâneas e pontuais pois, o escoamento do ar depende das condições atmosféricas (que variam no espaço e com o tempo)" (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 259).

Ayoade (1996) ressalta que o constante movimento da atmosfera é a soma dos movimentos em relação à superfície da Terra - o vento -, e o movimento da Terra em torno de seu eixo. Ainda segundo o autor, "há duas dimensões para o movimento da atmosfera em relação à superfície da Terra- a dimensão horizontal e a vertical" (AYOADE, 1996, p. 72). A causa básica do movimento atmosférico, seja ele horizontal ou vertical, "é o desequilíbrio na radiação líquida, na umidade e no momentum entre as baixas e as altas latitudes, e entre a superfície da Terra e a atmosfera".

Os ventos correspondem ao sistema de circulação terciária que é composta, principalmente, dos sistemas de ventos locais. Esses sistemas são precisamente localizados sendo amplamente controlados por fatores locais influenciando a dinamicidade na interface superfície-atmosfera, como as características de localização geográfica, rugosidade da superfície, relevo, vegetação e época do ano (MUNHOZ & GARCIA, 2008; VAREJÃO-SILVA, 2006; AYOADE, 1996).

Leite e Virgens Filho (2006) ao referenciarem Bredeche e Breuzard (1981) ponderaram que tanto a velocidade dos ventos quanto a direção são previsíveis sobre um período de um mês ou ano e que a velocidade se ajusta a um modelo identificável durante o período temporal considerado (mês ou ano).

À vista disso, para a identificação da direção predominante dos ventos no município de Juiz de Fora entre os anos de 2007-2021 foram selecionados os dados da estação automática do Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, BDMEP). Os dados disponíveis iniciam-se na data de 25/05/2007 a 23/11/2021 (último dia de coleta). Apesar da disponibilidade a partir do dia 25/05/2007, os dados até o dia 26/05/2007 hora da medição 1400 foram nulos (*null*).

Os dados utilizados foram: direção horária dos ventos (Âº(gr)); rajada máxima dos ventos (m/s) e velocidade horária dos ventos (m/s).

Figura 42 – Catavento Wild (a) da Estação Climatológica Principal e o anemômetro e biruta da Estação Meteorológica Automática (b)

(a) (b)

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2022

Para identificação da direção predominante dos ventos foi feito o somatório das direções (N, NE, E, SE, S, SW, W, e W) para cada mês do intervalo temporal da série histórica. Em seguida, aplicou-se a Equação 1 que permite o cálculo da direção dos ventos mediante o percentual de ocorrência (GALVANI et. al., 1999).

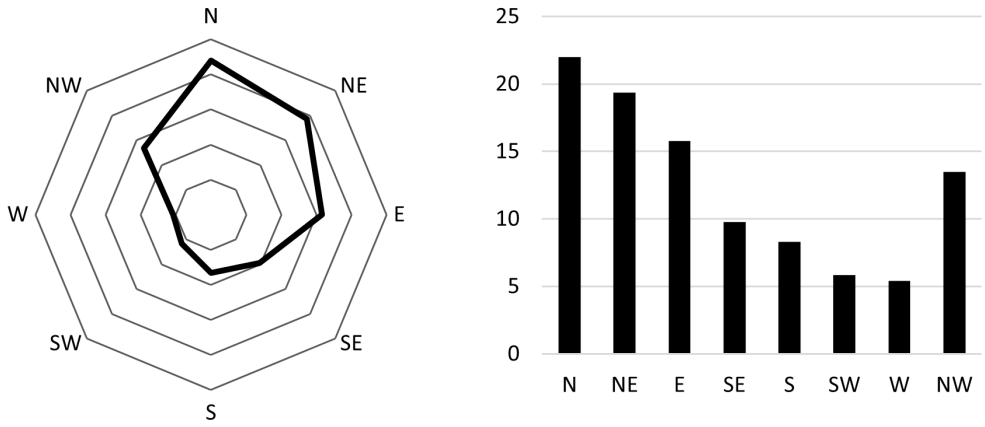
$$f(x) = \frac{n}{N} * 100 \qquad (1)$$

Onde o f(x) é a frequência de ocorrência dos ventos em determinada direção (x); "n" corresponde ao número de ocorrências de uma determinada direção e "N" o número total de observações. Vale destacar que se desconsiderou as células nulas (*null*). Os dados foram organizados e analisados mês a mês em tabelas do software Excel. Foram gerados, para análise visual das informações, gráficos de rede e colunas.

O mês de janeiro apresentou predominância dos ventos na direção N e NE somando 41,34% dos ventos, seguida das direções E e NW com 15,79% e 13,49% respectivamente. As direções SE, S, SW e W correspondem aos menores

percentuais de direção sendo respectivamente os valores de: 9,79%; 8,31 %; 5,86 %; 5,42% (Figura 43).

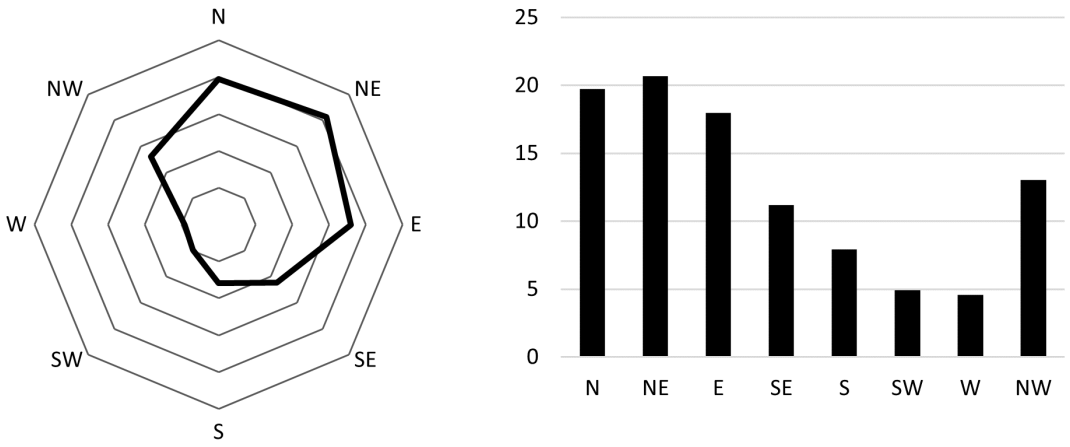
Figura 43- Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de janeiro no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

No mês de fevereiro, semelhantemente a janeiro, a direção predominante dos ventos foram NE com 20,7% e N com 19,73% totalizando 40,43 % das direções predominantes. As direções E, SE e NW também foram expressivas, com os valores respectivos de 17,97%; 11,18% e 13,02%. As direções de menor predominância para o mês foram S com 7,93%, SW com 4,91 % e W com 4,56%. Observa-se, portanto, que para o mês de fevereiro as direções predominantes dos ventos encontram-se no quadrante N-E. (Figura 44).

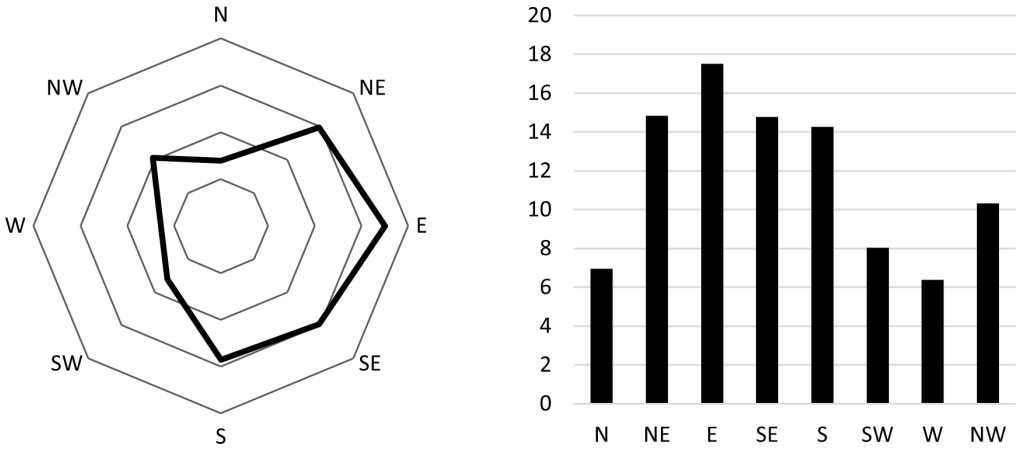
Figura 44 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de fevereiro no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de março apresentou predominância dos ventos de direção E (17,5%), SE (18,8%), NE (14,8%) e S (14,3%) totalizando 61,4%. Assim, os quadrantes N-E e E-S apresentaram 68,3% da direção dos ventos. A direção NW correspondeu a 10,3% enquanto as direções N, SW e W apresentaram respectivamente os valores de: 6,9%; 8,1 % e 6,4%. (Figura 45).

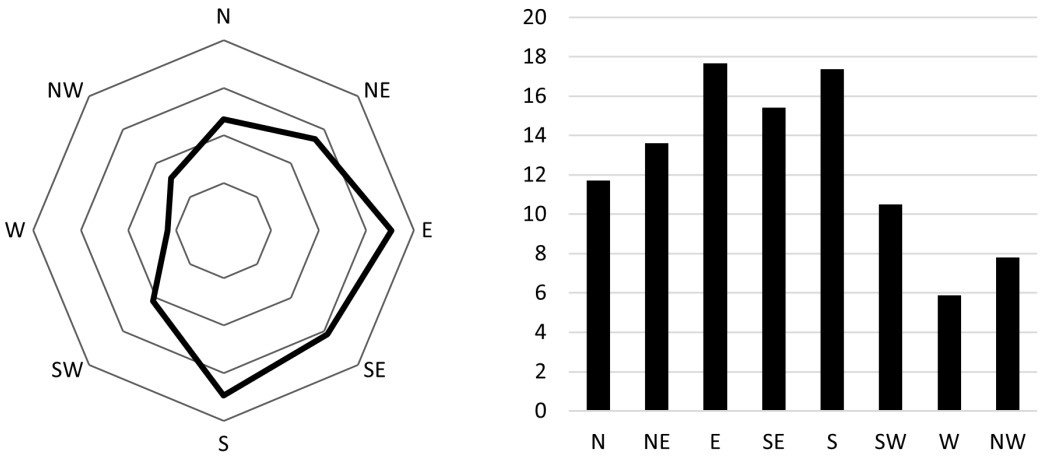
Figura 45 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de março no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de abril teve a distribuição das direções predominantes dos ventos principalmente nos quadrantes N-E e E-S. As direções de maior predominância foram E (17,7%) e S (17,4%). Em seguida a direção SE com 15,4%; a direção NE com 13,6%; a direção N com 11,7%, e a direção N com 11,7%. As direções W e NW totalizaram 13,7% em que, respectivamente, cada uma obteve 5,9% e 7,8%. (Figura 46).

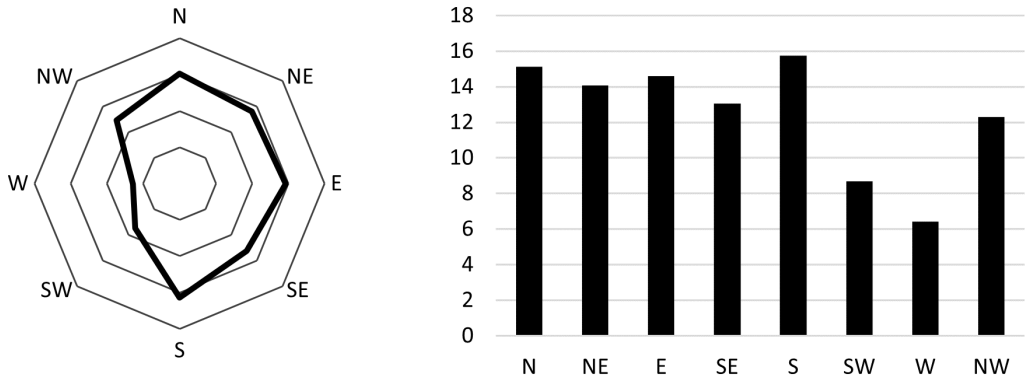
Figura 46 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de abril no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de maio apresentou predominantemente direções predominantes dos ventos no quadrante N-E e E-S correspondendo a 72,6% das direções. Em termos específicos, a direções N apresentou 15,1% de predominância; NE 14,1%; E 14,6%; SE 13,1 % e S 15,7%. A direção NW também apresentou predominância significativa com 12,3%. Já as direções SW e W concentraram 15,1% dos registros de direção, sendo a SW com registro de 8,7% e a W com 6,4%. (Figura 47).

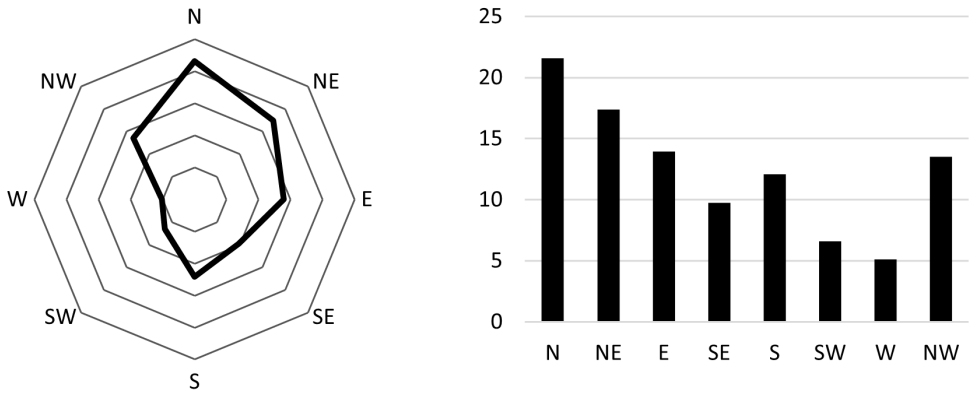
Figura 47 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de maio no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de junho apresentou predominância da direção dos ventos no quadrante N-E. A direção N foi a de maior total registrado com 21,6% das direções catalogadas. Em seguida a direção NE apresentou 17,4%; a direção E apresentou 14,0%; a NW com 13,5% e a S com 12,1%. As direções de menor percentual de registro foram SW com 6,6% e a W com 5,1%. (Figura 48).

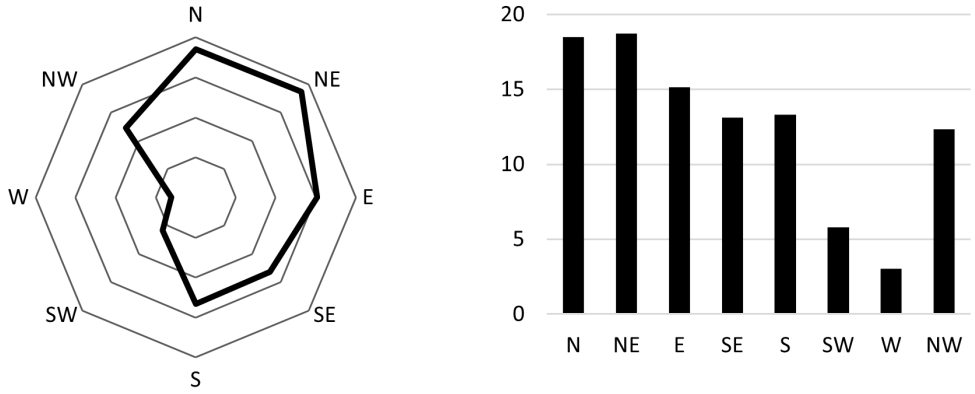
Figura 48 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de junho no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de julho apresentou padrão semelhante ao de junho com o quadrante N-E e E-S com as direções predominantes dos ventos totalizando 78,8% dos registros. A direção N apresentou 18,5% dos ventos; NE 18,7%; E 15,2 %; SE 13,1%, S 13,3 % e NW com 12,3%. As direções SW e W totalizaram 8,8% com respectivamente 5,8% e 3,0% cada uma (Figura 49).

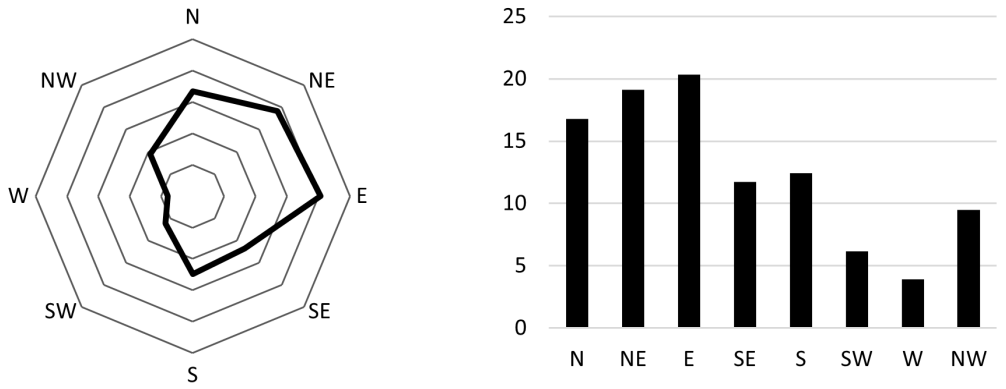
Figura 49 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de julho no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de agosto apresentou predominância do quadrante N-E totalizando 56,2% das direções registradas. A direção E apresentou 20,3% dos registros, seguida da NE com 19,1%; e da N com 16,8%. As direções SE e S totalizaram 24,2% dos registros com 11,7% e 12,4% respectivamente. As direções SW, W e NW totalizaram 19,6% em que a direção SW apresentou 6,2% dos dados; W 3,9 % e a NW 9,5% (Figura 50).

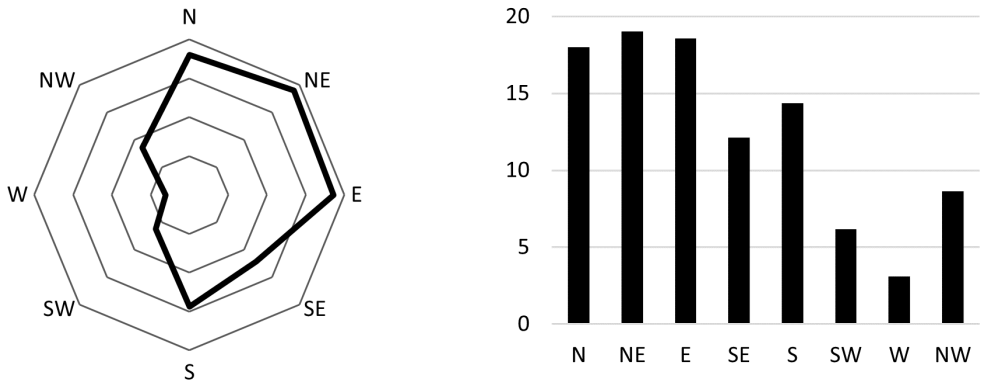
Figura 50 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de agosto no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de setembro apresentou predominância da direção dos ventos nos quadrantes N-E e E-S totalizando 82,1% dos registros. A direção N apresentou 18,0% dos registros, a NE 19,0%; E 18,6%; SE 12,1 % e a S 14,4 %. As direções SW, W e NW totalizaram 17,9 % em que respectivamente tiveram 6,2%, 3,1% e 8,6% de participação (Figura 51).

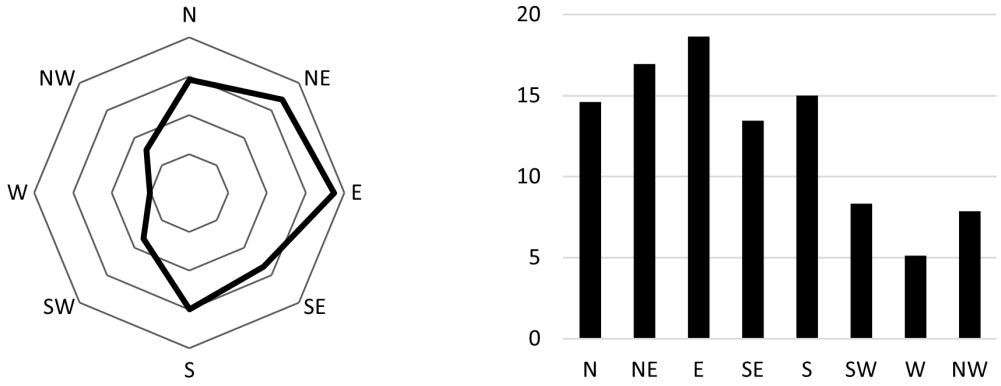
Figura 51 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de setembro no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de outubro também apresentou predominância das direções do vento no quadrante N-E e E-S totalizando 78,7%. As direções apresentaram os seguintes percentuais: N 14,6%; NE 16,9%; E 18,6 %; SE 13,5%; S 15%. As direções SW, W e NW somaram 21,3% (SW 8,3%; W 5,1% e NW 7,9%) (Figura 52).

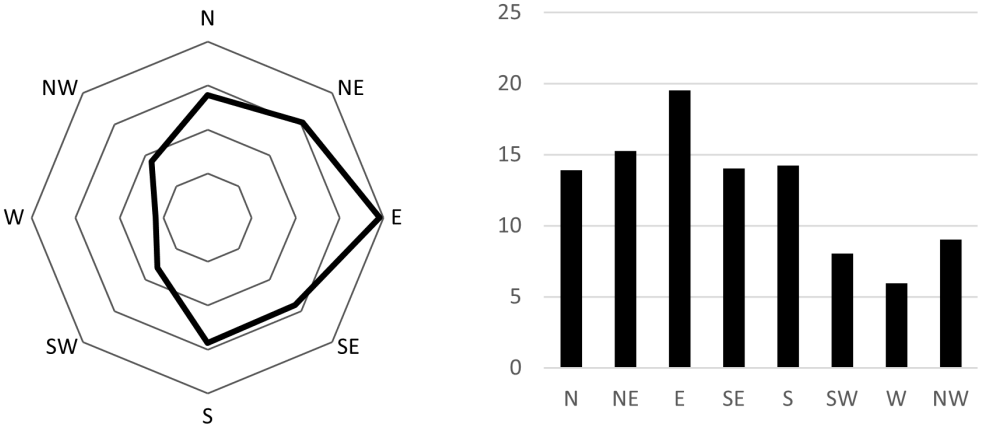
Figura 52 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de outubro no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Novembro apresentou padrão semelhante aos meses de agosto, setembro e outubro em que o quadrante da predominância das direções dos ventos foi N-E e E-S somando 77% dos dados analisados. (N 13,9%; NE 15,3%; E 19,5%; SE 14,0%; S 14,2%). As direções SW, W e NW totalizaram 23,0% (SW 8,0%; W 5,9% e NW 9,0%) (Figura 53).

Figura 53 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de novembro no município de Juiz de Fora (2007-2021)

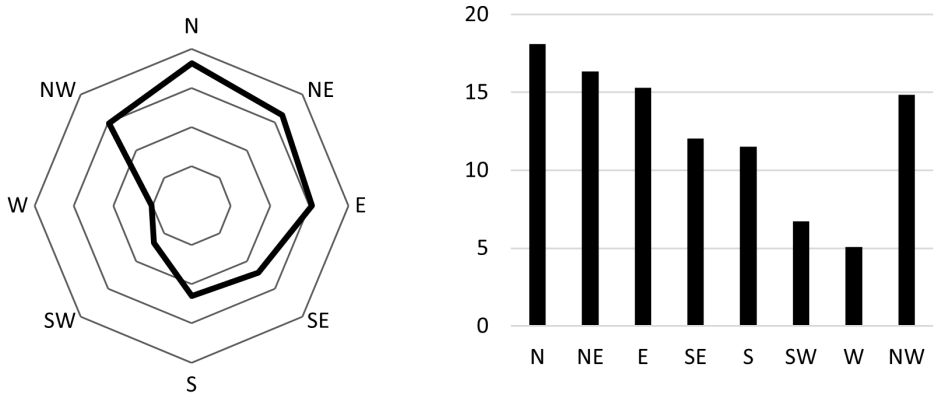


Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mês de dezembro apresentou padrão semelhante aos meses janeiro, fevereiro, março, maio, junho e julho com predominância do quadrante N-S (majoritariamente) totalizando 73,3% (N 18,1%; NE 16,3%; E 15,3%; SE 12%; S 11,5%). As direções SW e W apresentaram os menores percentuais totalizando 11,8% com,

respectivamente 6,7% e 5,1% cada. A direção NW também se apresentou significativa para o mês com 14,8% dos registros (Figura 54).

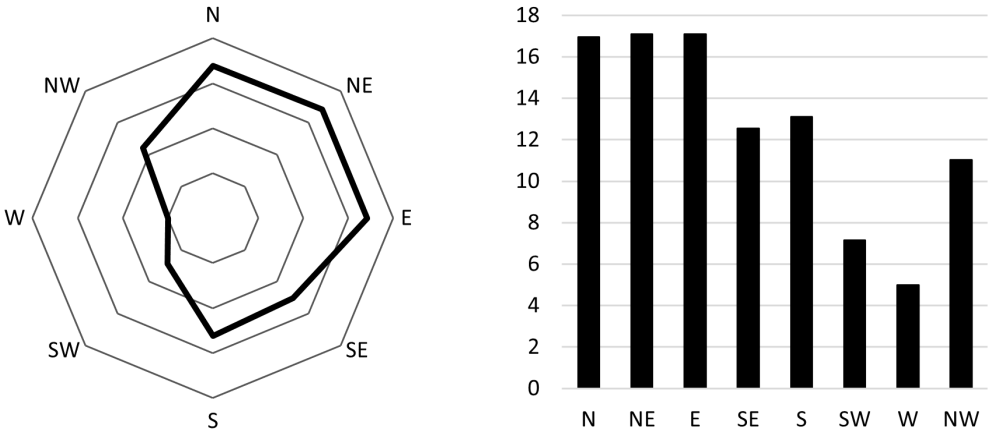
Figura 54 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para o mês de dezembro no município de Juiz de Fora (2007-2021)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

O mesmo procedimento foi executado para toda série histórica a fim de ser possível observar a direção predominante dos ventos entre os anos de 2007-2021. A Figura 55 apresenta a representação gráfica dos resultados.

Figura 55 - Gráficos em rede e coluna do percentual (%) de direção dos ventos para a série histórica (2007-2021) no município de Juiz de Fora



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Observou-se que para o intervalo temporal estudado, o quadrante N-E e E-S apresentou o maior percentual das direções registradas totalizando 76,8% (N 17%; NE 17,1%; E 17,1%; SE 12,6%; S 13,1%). As direções SW e W somaram 12,1% (SW 7,2% e W 5,0%). A direção NW apresentou 11% dos registros.

As Tabelas 13 e 14 apresentam a velocidade dos ventos (rajada e horária) mensal. Ao longo de todo o ano a média das rajadas encontra-se entre 5,1-6,6 (Âº(gr)). A maior máxima foi registrada no mês de maio com 25,8 (Âº(gr)). As máximas variam entre 18,7 – 27,4 com amplitude, portanto, de 8,7(Âº(gr)).

Tabela 13 - Valores médios, máximos e mínimos mensais da velocidade da rajada (Âº(gr)) entre os anos de 2007-2021

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	6,0	5,8	5,4	5,2	5,1	5,3	5,5	6,2	6,6	6,6	6,4	6,0
Máxima	25	20,5	24,3	22,8	25,8	24,8	21,5	18,7	19,6	24,7	24,3	27,4

Fonte: Organizado pelos autores, 2022

Já a velocidade horária (m/s) apresentou variação das médias entre 2,3-3,1 m/s (amplitude de 0,8 m/s. A maior máxima foi verificada no mês de março com 14,9 m/s. A amplitude das máximas foi de 5 m/s.

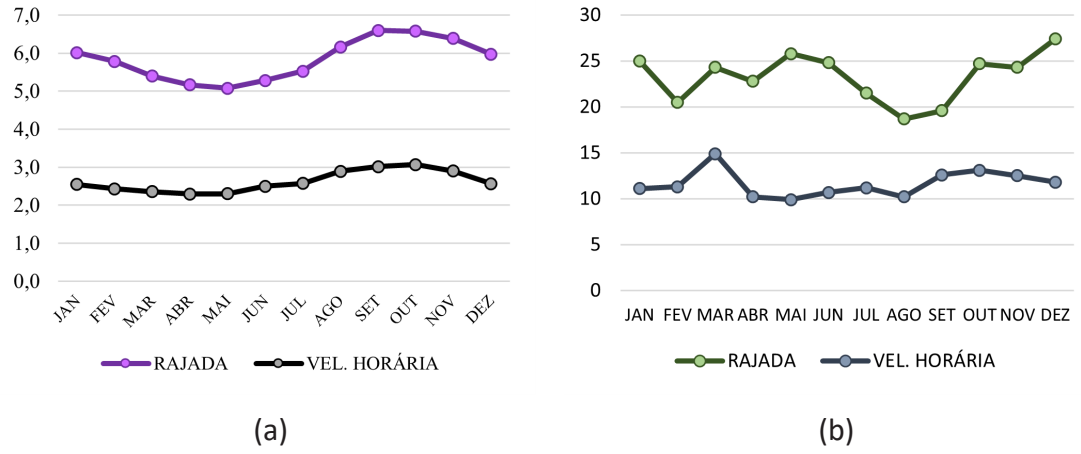
Tabela 14 - Valores médios, máximos e mínimos mensais da velocidade horária (m/s) entre os anos de 2007-2021

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,5	2,6	2,9	3,0	3,1	2,9	2,6
Máxima	11,1	11,3	14,9	10,2	9,9	10,7	11,2	10,2	12,6	13,1	12,5	11,8
Mínima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Organizado pelos autores, 2022

A Figura 56 representa graficamente a distribuição das velocidades médias dos ventos em rajada e horária (m/s) mensal (a) para a série estudada e a velocidade máxima mensal da série (b).

Figura 56 - Gráfico da velocidade média mensal da velocidade dos ventos (rajada e horária m/s) (a); velocidade máxima mensal da série histórica (b)



(a) (b)

Fonte: Organizado pelos autores, 2022

É possível observar que não há um padrão médio sazonal da média da velocidade dos ventos para o município de Juiz de Fora. As médias mais elevadas correspondem aos meses entre agosto e novembro para ambas as velocidades (rajada e horária). As médias da velocidade horária mantêm-se sem grandes variações entre os meses de março a julho quando a variação de velocidade ficou entre 5,1 e 5,5. A diferença entre as velocidades da rajada foi mais expressiva em relação à horária com variação de 5,1 m/s no mês de maio a 6,6 m/s em setembro. Os gráficos de máximo valor de velocidade (b) nos meses de dezembro e maio apresentaram as maiores velocidades máximas da série (rajadas) com respectivamente 27,4 m/s e 25,8 m/s. O mês de agosto registrou a menor máxima com registro de 18,7 m/s. Para os dados de velocidade horária, o mês de março apresentou 14,9 m/s sendo essa a maior velocidade horária dentre as máximas. Não foi possível observar padrões sazonais na velocidade média dos ventos para o município de Juiz de Fora sendo a série histórica analisada.

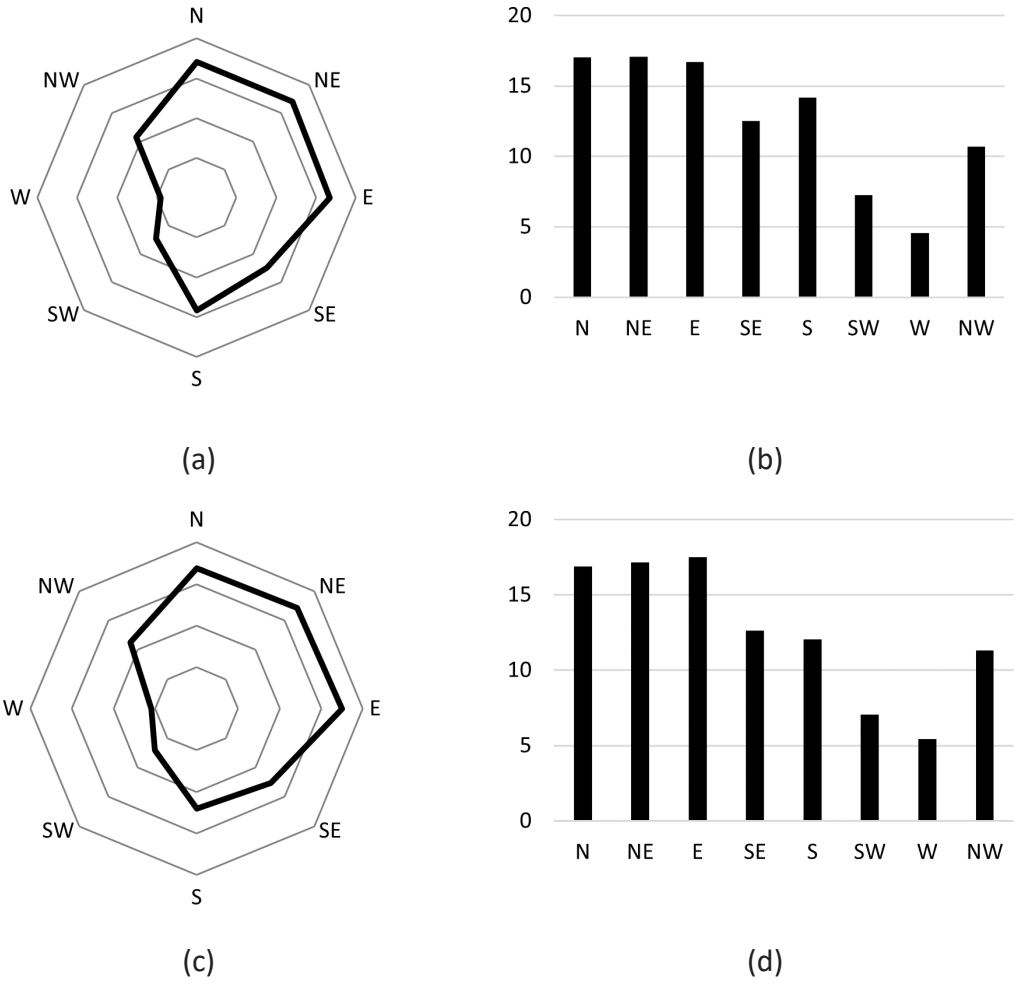
Segundo Ferreira (2012) os trimestres janeiro, fevereiro, março e outubro, novembro, dezembro correspondem ao período chuvoso para o município de Juiz de Fora concentrando 84% do total anual das chuvas entre os anos de 1973-2010. Já os trimestres abril, maio, junho e julho, agosto e setembro corresponderam a 16% das chuvas sendo considerados, portanto, o período seco. Dessa forma, os dados de vento foram, também, organizados segundo essa distribuição dos meses secos e chuvosos e analisadas as frequências das direções dos ventos segundo a mesma equação aplicada por Galvani et al. (1999) também já aplicada neste trabalho.

A Figura 57 apresenta os gráficos de frequência da direção dos ventos para o período seco (Figura 55a; 55b) e chuvoso (Figura 55c; 55d). Tanto na estação seca quanto na chuvosa o quadrante N-E apresentou o maior percentual de direções dos ventos concentrando 50,8% (período seco) e 51,5% (período chuvoso). No período

seco, as direções N e NE apresentaram a maior frequência com, respectivamente, 17,0% e 17,1% dos dados. Em seguida foram as direções E com 16,7%, S com 14,2%, SE com 12,5% e NW com 10,7%. As direções SW e W corresponderam ao menor percentual totalizando 11,8% dos dados, sendo registrado 4,5% na direção W e 7,3% na direção SW.

No período chuvoso as direções predominantes foram E com 17,5% dos dados e a NE com 17,1% seguida da N com 16,9%. As direções SE e S apresentaram respectivamente 12,6 e 12% dos dados. A direção NW apresentou 11,3% enquanto que as direções SW e W totalizaram 12,5% das direções, sendo verificada a frequência de 7,1% na direção SW e 5,4% na W. Observa-se, portanto, que tanto para a série histórica total quanto para os períodos seco e chuvoso os quadrantes N-E e E-S são os mais significativos para o município enquanto que os quadrantes S-W e W-N não apresentaram frequência expressiva.

Figura 57 - Gráfico de frequência da direção dos ventos para o período seco (a - gráfico de rede) e (b - gráfico de barra) e do período chuvoso (c - gráfico de rede) e (d- gráfico de barra)



Fonte: Organizado pelos autores, 2022

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Prezadas leitoras e prezados leitores, chegamos ao final do livro e como havíamos destacado, esse possui como proposta uma leitura descritiva/quantitativa dos dados oriundos da ECP-JF, em comemoração aos seus 50 anos de funcionamento na UFJF. Destacamos que essa estação completou 100 anos em 2021, porém funcionando em outras localidades da cidade.

Enfatizamos que existe um significativo rol de técnicas e metodologias que poderiam ter sido aplicados aos dados apresentados, porém, a proposta foi construída no sentido de trazer as informações e dados da ECP-JF o mais simples possível, para dar subsídio a outras pesquisas, estudos técnicos, ensinos, entre outros interessados nas informações e dados climáticos da ECP-JF. Sendo essa a principal motivação para nos aventurarmos na construção desta obra.

No decorrer da obra trouxemos uma série de dados, tabelas, gráficos e mapas construídos a partir da aplicação de estatística descritiva dos principais elementos meteorológicos registrados sistematicamente na ECP-JF, sendo eles: temperatura do ar, temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, ventos (direção e velocidade), chuvas, insolação, radiação solar e nebulosidade.

Acreditamos, ao final desta obra, que conseguimos alcançar nosso principal objetivo, o de trazer à comunidade científica e ao público em geral o trabalho executado ao longo de 5 décadas de uma série de professores da UFJF e observadores meteorológicos, que deixaram sistematicamente suas casas, todos os dias da semana, incluindo os finais de semana, feriados, e datas comemorativas importantes, individualmente, para contribuírem com essa rede de informações meteorológicas, que, em muito sabemos, ser deficitária em nosso país.

Este trabalho foi traduzido, nesta obra, por meio de uma análise descritiva dos dados e com a aplicação de uma estatística descritiva, que teve como fundamento a capacidade de organizar os dados para serem utilizados posteriormente em diferentes frentes.

Não é um trabalho que se encerra aqui, esperamos que daqui a 10, 20, 30 anos, outros documentos venham a trazer uma nova leitura dos dados, de outra forma organizativa, com novas propostas. Enfim, o trabalho executado diariamente nas estações climatológicas deve vir à tona, não somente por meio de livros como esse, mas através de diferentes obras científicas, da mídia, das organizações governamentais e não governamentais.

Por fim, deve chegar e atender aos sujeitos, que sentem hoje, mais do que nunca, as diferentes implicações das alterações do tempo e clima, em suas vidas cotidianas, seja pela maior vulnerabilidade que se apresenta perante a eventos extremos de chuvas, calor e frio, ou mesmo pelas diferentes frentes de trabalho, que cada vez mais expõem os sujeitos às intempéries do tempo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H.A. *Climatologia Aplicada à Geografia.* Campina Grande: EDUEPB, 2016.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos.* 4 ed. Rio de Janeiro: ed. Bertrand Brasil, 332p., 1996.

BREDECHE, P.; BREUZARD, M. *Le vent: une inepuisable source d'energie.* Paris, Jacques Grancher, editeur, p. 137, 1981.

COELHO, C.A.S.; DE OLIVEIRA, C.P.; AMBRIZZI, T.; REBOITA, M.S.; CARPENEDO, C.B.; CAMPOS, J.L.P.S.; TOMAZIELLO, A.C.N; PAMPUCH, L.A.; CUSTÓDIO, M.S.; DUTRA, L.M.M.; DA ROCHA, R.P.; REHBEIN, A. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Climate Dynamics*, v. 46, p. 3737-3752, 2016.

ESCOBAR, Hector. IPCC: se nada for feito, colapso climático é iminente. *Jornal da USP*, São Paulo, 9/08/2021. Disponível em: https://jornal.usp.br/ciencias/ipcc-se-nada-for-feito-colapso-climatico-e-iminente/. Acesso em: 09 mar. 2022.

FERREIRA, C. C. M; BATISTA, G. M. F.; VIANNA, Y. C. G. Variações ou tendências climáticas: um estudo sobre as séries de temperatura do ar para a cidade de Juiz de Fora-MG. *Revista de Ciências Humanas-UFV,* v. 15, nº 2, 2015.

FERREIRA, C.C.M. Estudo do comportamento do período chuvoso em Juiz de Fora-MG. *Revista GeoNorte*, Edição Especial 2, v. 1, nº 5, p. 953 – 963, 2012.

GALVANI, E.; KLOSOWSHI, E.S.; CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Caracterização da direção predominante do vento em Maringá-PR. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 7, nº 1, p. 81-90, 1999.

IBGE – *Cidades@*. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama. Acesso em: 05 mai. 2022.

INMET. *Manual de observações meteorológicas*. Brasília: INMET, 1999.

IPCC. *Climate Change 2021*: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press, 2021.

_____. Summary for Policymakers. *In*: *Climate Change 2021*: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [MassonDelmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press, 2021.

_____. *Summary for Policymakers*. Impacts, adaptation and vulnerability. Hans-O. P.rtner et al. Cambridge University Press. In Press, 2022.

LEITE, M. L.; VIRGENS FILHO, J.S. Avaliação da velocidade média e direção predominante dos ventos em Ponta Grossa-PR. *Revista Brasileira Agrometeorológica*, v. 14, nº 2, p. 157-167, 2006.

MARENGO, J.A.; LIEBMANN, B.; GRIMM, A.M.; MISRA, V.; SILVA DIAS, P.L.; CAVALCANTI, I. F.A.; CARVALHO, L.M.V.; BERBERY, E.H.; AMBRIZZI, T.; VERA, C.S.; SAULO, A.C.; NOGUES-PAEGLE, J.; ZIPSER, E.; SETH, A.; ALVES, L. M. Review recent developments on the South American monsoon system. *International Journal of Climatology*, v. 32, nº 1, p. 1-21, 2012.

MUNHOZ, F.C.; GARCIA, A. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP. *Revista Brasileira de Meteorologia.* v. 23, nº 1, p. 30-34, 2008.

NERY, J.T.; CARFAN, A.C. *Glossário de termos técnicos em Meteorologia e Climatologia.* Jundiaí: Paco Editorial, 2013.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil.* 2ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OLIVEIRA, T. A.; FERREIRA, C. C. M. Os eventos extremos em Juiz de Fora-MG: investigação a partir da técnica dos máximos de precipitação. *Revista de Geografia*, v. 38, p. 281-304, 2021.

OLIVEIRA, T. A.; TAVARES, C.M.G.; SANCHES, F.; FERREIRA, C.C.M. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora-MG no período de 1910-2018: investigação a partir da técnica do *box plot*. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 26, p. 457-478, 2020.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. *Meteorologia agrícola.* Departamento de Ciências Exatas, p. 173, 2007.

REBOITA, M.S.; RODRIGUE, M.; SILVA, L.F.; ALVES, M.A. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S.l.], v. 17, dez. 2015.

REBOITA, M.S.; MARIETTO, D.M.G.; SOUZA, A.; BARBOSA, M. Caracterização Atmosférica quando da ocorrência de eventos extremos de chuva na região Sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Climatologia*. [S.l.], v. 21, ago. 2017.

REBOITA, M.S.; AMBRIZZI, T. SILVA, B.A.; PINHEIRO, R.F.; ROCHA, R.P. The South Atlantic Subtropical Anticyclone: Present Climate and Future Projections. *Frontiers in Earth Science.* v. 7, nº 8, p. 1-15, 2019.

SANT'ANNA NETO, J.L. O decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, nº 1, 2005.

SANT'ANNA NETO, J.L.; TOMMASELLI, J.T.G. *O Tempo e o Clima de Presidente Prudente.* 1.ed. FCT/UNESP: Presidente Prudente, 2009.

SANTOS, D.F.; REBOITA, M.S. Jatos de baixos níveis a leste dos andes: comparação entre duas reanálises. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S.l.], v. 22, maio 2018.

SILVA, J.P.R.; REBOITA, M.S.; ESCOBAR, G.C.J. Caracterização da Zona de Convergência do Atlântico Sul em Campos Atmosféricos Recentes. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 25, set. 2019.

SOUZA, C. A.; REBOITA, M.S. Ferramenta para o Monitoramento dos Padrões de Teleconexão na América do Sul. *Revista Terrae Didatica*, v. 17, p. e02109, 2021.

STAICO, J. A bacia do rio Paraibuna em Juiz de Fora: 1ª Parte: *A Natureza.* Juiz de Fora: UFJF, 246p, 1976.

TAVARES, C.M.G.; OLIVEIRA, T.A.; CARVALHO, P. M.; SANCHES, F. O.; FERREIRA, C.C.M. O Uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) em Juiz de Fora - Minas Gerais. *Revista Equador,* v. 10, p. 222-244, 2021.

VAREJÃO- SILVA, M.A. *Meteorologia e Climatologia.* Recife, Pernambuco. Versão digital 2. Março de 2006.

VIANELLO, R.L. *A estação meteorológica e seu observador*: uma parceria secular de bons serviços prestados à humanidade. Brasília: INMET, 19p., 2011.

SOBRE O(A)S AUTORE(A)S

CAMILA DE MORAES GOMES TAVARES

Geógrafa, licenciada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) Mestre pela Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGEO- UFJF) e Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atua no desenvolvimento de pesquisas junto ao Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA-UFJF) nas temáticas de Clima Urbano, Climatologia Regional e Variabilidade.

CÁSSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA

Doutora em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP), é Professora Titular do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Coordenadora do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA-UFJF). Pesquisadora do Núcleo de Estudos Climáticos em Territórios Apropriados (Necta-UFJF/UFV). Membro do quadro permanente do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora e da Universidade Federal de Viçosa. Faz pesquisas na área de Climatologia Geográfica, na escala regional e local.

FABIO DE OLIVEIRA SANCHES

Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é Professor Associado do departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2. Pesquisador do Núcleo de Estudos Climáticos em Territórios Apropriados (Necta-UFJF/UFV). Membro do quadro permanente do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Membro do quadro permanente do programa de Pós-graduação em Ambiente Construído. Faz pesquisas na área de variabilidade climática, mudanças climáticas, ocorrência de eventos extremos e influência de lagos artificiais e reservatórios hídricos na climatologia local.

THIAGO ALVES DE OLIVEIRA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora-UFJF. Mestre pela Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGEO/UFJF). Doutorando em Geografia Física pela Universidade de São Paulo – USP. Desenvolve pesquisas junto ao Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – LabCAA nos seguintes temas: Climatologia Urbana; Riscos Climáticos; Eventos extremos; Variabilidade Pluviométrica.

YAN CARLOS GOMES VIANNA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora-UFJF. Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGEO/UFJF). Geógrafo da Universidade Federal de Juiz de Fora. Desenvolve pesquisas junto ao Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – LabCAA nas temáticas: clima urbano, trabalho, modelo climático, territorialidades e terra.