



unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

**PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO
EM
GEOGRAFIA**

ROGÉRIO GEROLINETO FONSECA

**ESTUDO E ANÁLISE DA VARIABILIDADE E TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO
TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA**

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

RIO CLARO - SP
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

ROGÉRIO GEROLINETO FONSECA

**ESTUDO E ANÁLISE DA VARIABILIDADE E TENDÊNCIA DA
PRECIPITAÇÃO NO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Luis Hebling
Christofolletti

Rio Claro - SP
2024

F676e Fonseca, Rogério Gerolineto
Estudo e análise da variabilidade e tendência da precipitação no
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba / Rogério Gerolineto Fonseca. --
Rio Claro, 2024
117 p. : il., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Anderson Luis Hebling Christofolletti

1. Climatologia Geográfica. 2. Variabilidade Pluvial. 3. Chuva. 4.
Tendência. 5. Mudança Climática. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

ROGERIO GEROLINETO FONSECA

**ESTUDO E ANÁLISE DA VARIABILIDADE E TENDÊNCIA DA
PRECIPITAÇÃO NO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

Comissão examinadora

Prof. Dr. Anderson Luis Hebling Christofolletti
IGCE / UNESP / Rio Claro

Prof^a. Dr^a. Jussara dos Santos Rosendo
ICHP / UFU / Ituiutaba

Prof. Dr. Pedro Augusto Breda Fontão
SCT / UFPR / Curitiba

Prof^a. Dr^a. Karime Pechutti Fante
IGCE / UNESP / Rio Claro

Prof. Dr. Diego Corrêa Maia
IGCE / UNESP / Rio Claro

Conceito: Aprovado

Rio Claro, 27 de novembro de 2023

Ao meu companheiro e maior incentivador,
com todo o meu amor incondicional,
Maurício; aos meus pais, com amor e orgulho,
Ronan e Catarina; ao meu analista, com
gratidão, Gabriel; ao Anderson, com
reconhecimento e admiração pela persistência
e sensibilidade.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao Professor Anderson pelos ensinamentos relacionados à pesquisa, pela orientação dedicada e por ter dosado tão bem sua postura nos momentos de cobrança, compreensão, empatia e incentivo.

Aos Professores Jussara Rosendo, Pedro Fontão, Karime Fante e Diego Maia pelo aceite na composição da banca examinadora, pela leitura e pelas contribuições à pesquisa.

Aos Professores Charlei Silva e Leandro Zandonadi pela arguição no exame de qualificação e pelos apontamentos que contribuíram com a viabilidade e finalização da pesquisa.

Ao Professor Ary Menardi Júnior pela disponibilização do exemplar impresso de sua Tese para consulta.

À Professora Cenira, pelas conversas, conselhos e incentivos.

Aos companheiros da EMEF/EJA Padre Leão Vallerié pela solidariedade e encorajamento nos momentos finais da pesquisa, especialmente à Marjory, pelas palavras amigas e acalmadoras.

A todos os colegas, funcionários e professores da Geografia de Rio Claro com quem tive gratas experiências de convívio, amizade, trabalho e aprendizagens durante minha passagem pela UNESP.

“O amor é eterno – a sua manifestação pode modificar-se, mas nunca a sua essência... através do amor vemos as coisas com mais tranquilidade, e somente com essa tranquilidade um trabalho pode ser bem-sucedido.”

Vincent van Gogh

Resumo

O clima influencia diretamente a forma como a sociedade promove a organização do espaço. Nas áreas tropicais brasileiras, a precipitação constitui o elemento climático que mais chama a atenção pelo fato de apresentar uma sazonalidade que compõe a formação de um período do ano seco e outro chuvoso. Além dessa distribuição desigual da precipitação no transcorrer dos meses, a pluviometria pode variar fortemente, também, de um ano para outro, impactando as atividades humanas. A proposta desta pesquisa é analisar a dinâmica pluvial no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba por meio da variabilidade da precipitação no período coincidente à última normal climatológica, compreendida entre 1991 a 2020. Para tanto, foi realizado tratamento e análise estatística dos registros pluviométricos de 51 estações da ANA e do INMET, com posterior determinação de anos padrão e elaboração de cartas pluviais. Constatou-se que a área de estudo apresenta tendência de diminuição da precipitação anual e uma tendência mais acentuada da diminuição da quantidade de dias com chuva por ano, resultando na concentração e intensificação das chuvas por episódios chuvosos. A distribuição das chuvas no decorrer das estações do ano também tem apresentado alterações, com primaveras e outonos mais chuvosos e verões e invernos mais secos. Quanto à distribuição espacial da pluviometria, os maiores volumes se concentram nas porções sul e sudeste do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Palavras-chave: Variabilidade Pluvial; Normal Climatológica; Chuva; Sazonalidade.

Abstract

The climate directly influences the way society promotes the organization of space. In Brazilian tropical areas, precipitation is the climatic element that draws the most attention due to the fact that it presents a seasonality that makes up the formation of a dry and a rainy period throughout the year. In addition to this uneven distribution of precipitation over the months, the pluviometry can also vary greatly from one year to another, impacting human activities. The purpose of this research is to analyze the rainfall dynamics in the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba through the variability of precipitation in the period coinciding with the last climatological normal, between 1991 and 2020. To this end, statistical treatment and analysis of rainfall records from 51 ANA and INMET stations was carried out, with subsequent determination of standard years and preparation of rainfall charts. It was found that the study area shows a downward trend in annual rainfall and a more pronounced downward trend in the number of rainy days per year, resulting in the concentration and intensification of rainfall by rainy episodes. The distribution of rainfall over the seasons has also changed, with wetter springs and autumns and drier summers and winters. As for the spatial distribution of rainfall, the highest volumes are concentrated in the southern and southeastern portions of the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba.

Keywords: Rainfall Variability; Climatological Normal; Rain; Seasonality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.....	21
Figura 2 – Hipsometria do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.....	24
Figura 3 – Evolução da população total, urbana e rural do TMAP.....	26
Figura 4 – Distribuição do PIB (%) por setores produtivos – 2018.....	28
Figura 5 – Estações pluviométricas com registros de dados na plataforma Hidroweb.....	30
Figura 6 – Estações consideradas para a realização da pesquisa.....	31
Figura 7 – Representação de um gráfico <i>Box Plot</i>	35
Figura 8 – Variabilidade média anual da precipitação no TMAP – 1991 a 2018.....	39
Figura 9 – Variação da precipitação anual das estações do TMAP – 1991 a 2020 – <i>Box Plot</i> .	40
Figura 10 – Histograma de frequência e distribuição dos anos em cada classe de precipitação – técnica do Desvio-padrão.....	43
Figura 11 – Histograma de frequência e distribuição dos anos em cada classe de precipitação – técnica do <i>Box Plot</i> e percentis.....	45
Figura 12 – Histograma de frequência e distribuição dos anos em cada classe de precipitação – técnica dos Quantis.....	46
Figura 13 – Histograma de frequência e distribuição dos anos em cada classe de precipitação – técnica da Fórmula de Sturges.....	48
Figura 14 – Resultado comparativo de diferentes técnicas de classificação para a precipitação média no TMAP – 1991 a 2020.....	49
Figura 15 – Tendência e distribuição da precipitação média anual no TMAP – 1991-2020....	50
Figura 16 – Volume anual médio da precipitação por decênios no TMAP – 1991 a 2000, 2001 a 2010 e 2011 a 2020.....	53
Figura 17 – Variabilidade da precipitação durante o período seco – abril a outubro.....	56
Figura 18 – Variabilidade da precipitação durante o período chuvoso – dezembro a março.....	56
Figura 19 – Distribuição da precipitação média anual pelas estações do ano – 1991 a 2020...	57
Figura 20 – Precipitação média para o verão no TMAP – 1991 a 2020.....	58
Figura 21 – Precipitação média para o outono no TMAP – 1991 a 2020.....	59
Figura 22 – Precipitação média para o inverno no TMAP – 1991 a 2020.....	59
Figura 23 – Precipitação média para a primavera no TMAP – 1991 a 2020.....	60
Figura 24 – Participação (%) das estações na precipitação anual no TMAP – 1991 a 2020.....	61
Figura 25 – Concentração da precipitação anual no TMAP nos três meses mais chuvosos.....	62
Figura 26 – Distribuição média mensal da precipitação no TMAP – 1991 a 2020.....	63
Figura 27 – Distribuição mensal da precipitação anual no TMAP – 1991 a 2020.....	64
Figura 28 – Distribuição mensal e anual dos dias com chuva no TMAP.....	70
Figura 29 – Média e tendência anual de dias com chuva no TMAP – 1991 a 2020.....	71

Figura 30 – Correlação entre a precipitação anual e seus respectivos dias com chuva.....	72
Figura 31 – Correlação entre a precipitação média das estações e a altitude no TMAP – 1991 – 2018.....	73
Figura 32 – Distribuição da precipitação no TMAP no ano mais seco – 2014.....	76
Figura 33 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Muito Seco – 2002.....	78
Figura 34 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Seco – 2012.....	80
Figura 35 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Habitual – 2003.....	82
Figura 36 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Chuvoso – 2004.....	84
Figura 37 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Muito Chuvoso – 2006..	86
Figura 38 – Distribuição da precipitação no TMAP do ano mais chuvoso – 1992.....	88
Figura 39 – Distribuição da precipitação média no TMAP – 1991 a 2020.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dinâmica populacional – TMAP, Minas Gerais e Brasil.....	25
Tabela 2 – Municípios mais populosos do TMAP – 2022.....	27
Tabela 3 – Distribuição de frequências da precipitação – técnica do Desvio-padrão.....	42
Tabela 4 – Distribuição das frequências da precipitação – técnica do <i>Box Plot</i> e percentis.....	44
Tabela 5 - Distribuição das frequências da precipitação – técnica dos Quantis.....	46
Tabela 6 - Distribuição das frequências da precipitação – técnica da Fórmula de Sturges.....	47
Tabela 7 – Dispersão e tendência da precipitação no TMAP – 1991 a 2020.....	51
Tabela 8 – Precipitação mensal no TMAP, TSM mensal do oceano Pacífico e seu coeficiente de correlação – janeiro a junho de 1991 a 2020.....	67
Tabela 9 – Precipitação mensal no TMAP, TSM mensal do oceano Pacífico e seu coeficiente de correlação – julho a dezembro de 1991 a 2020.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados gerais de identificação e localização das estações pluviométricas utilizadas na pesquisa.....	33
Quadro 2 - Identificação dos meses de início dos períodos seco (retirada) e chuvoso (reposição).	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Proteção Permanente
AR6	Sexto Relatório de Avaliação
CCM	Complexos Convectivos de Mesoescala
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	El Niño Oscilação Sul
Hab/km ²	Habitantes por quilômetro quadrado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDW	<i>Inverse Distance Weighting</i> (Ponderação pelo Inverso da Distância)
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MDE	Modelo Digital de Elevação
mEc	Massa Equatorial Continental
mPa	Massa Polar Atlântica
mTa	Massa Tropical Atlântica
mTc	Massa Tropical Continental
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SISDAGRO	Sistema de Suporte à Decisão Agropecuária
SRTM	(Shuttle Radar Topography Mission – Missão Topográfica de Radar Embarcado)
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TMAP	Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	13
1.1 - Hipóteses.....	14
1.2 – Objetivo geral.....	14
1.3 – Objetivos Específicos	15
2 – VARIABILIDADE PLUVIAL.....	16
3 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
4.1 - Levantamento dos dados pluviométricos.....	30
4.2 - Tratamento estatístico dos dados pluviais.....	31
4.3 - Análise da variabilidade anual da precipitação.....	36
4.4 - Análise da variabilidade sazonal	36
4.5 - Elaboração cartográfica.....	37
5 – VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO NO TMAP	39
5.1 - A classificação anual e estabelecimento dos anos padrão	41
5.2 - A tendência da precipitação anual	50
6 – VARIABILIDADE SAZONAL, MENSAL E DIÁRIA DA PRECIPITAÇÃO NO TMAP	54
6.1 – Delimitação e análise das estações seca e chuvosa no TMAP	54
6.2 – Análise da variabilidade sazonal da precipitação no TMAP	57
6.3 – Variabilidade mensal da precipitação no TMAP	63
6.4 – Variabilidade da precipitação e o fenômeno ENOS.....	66
6.5 – Ocorrência mensal e anual de dias com precipitação no TMAP.....	69
7 – VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO TMAP	73
8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICES	98
APÊNDICE A – Variação da precipitação mensal por estações – 1991 a 1995.....	99
APÊNDICE B – Variação da precipitação mensal por estações – 1996 a 2000.....	100
APÊNDICE C – Variação da precipitação mensal por estações – 2001 a 2005.....	101
APÊNDICE D – Variação da precipitação mensal por estações – 2006 a 2010.....	102

APÊNDICE E – Variação da precipitação mensal por estações – 2011 a 2015	103
APÊNDICE F – Variação da precipitação mensal por estações – 2016 a 2020	104
ANEXOS	105
ANEXO A – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Araxá (A)	106
ANEXO B – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Campina Verde (A)	107
ANEXO C – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Conceição das Alagoas (A)	108
ANEXO D – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Ituiutaba (A).....	109
ANEXO E – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Ituiutaba (C).....	110
ANEXO F – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Patrocínio (A)	111
ANEXO G – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Patos de Minas (C)	112
ANEXO H – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Sacramento (A).....	113
ANEXO I – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Araxá (C).....	114
ANEXO J – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Uberlândia (A).....	115
ANEXO L – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Uberaba (C)	116

1 - INTRODUÇÃO

As influências do clima sobre as sociedades configuram temáticas cada vez mais em voga no cotidiano das populações em todos os continentes da Terra. Tal destaque se deve, sobretudo, à instabilidade dos fenômenos climáticos intensificada nas últimas décadas, levando o clima a ser um assunto frequente no dia a dia das pessoas.

O crescente acesso às informações sobre o clima advém de um longo histórico de desenvolvimento científico. Resulta do trabalho de pesquisadores que buscaram (e ainda procuram) compreender os fenômenos atmosféricos que impactam diretamente a vida de todos, como por exemplo a frequência e intensidade das precipitações e as variações de temperatura do ar atmosférico.

O conhecimento sobre o clima, produzido e desenvolvido ao longo de séculos, teve grandes saltos nas últimas décadas. A quantidade de pesquisas apresentou elevado crescimento a partir da segunda metade do século XX, incentivadas tanto pelos recursos tecnológicos cada vez mais modernos e acessíveis, quanto pela intensificação dos problemas ambientais resultantes da ação humana em sua busca incessante por recursos.

O rápido crescimento da população mundial e das atividades econômicas elevaram a demanda por recursos naturais, e a sua exploração passou a ocorrer de forma exacerbada, concomitante ao aumento constante da capacidade de exploração dos recursos. Acelerados processos de urbanização, desmatamento e a intensa emissão de poluentes tem comprometido cada vez mais o equilíbrio ambiental e o bem-estar, mesmo que de modo desigual, de praticamente todos os grupos populacionais do mundo.

Na atualidade, grande número de estudos apontam a instabilidade do clima e do tempo como indício de mudanças climáticas e relacionam a rapidez com que se manifestam em virtude dos efeitos das alterações humanas no ambiente, sobretudo o desmatamento e a emissão de gases resultantes da queima de combustíveis fósseis. A partir dos estudos realizados, o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), órgão vinculado à ONU (Organização das Nações Unidas), elabora relatórios que sintetizam as pesquisas produzidas em todo o mundo, alertando a população mundial sobre as causas e consequências das mudanças climáticas.

Dentre os desdobramentos apontados pelo Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do IPCC (2021), as mudanças climáticas devem alterar os padrões de precipitação, de ventos e de temperatura, além de aumentar a quantidade e a intensidade de eventos extremos, como

tempestades severas, secas prolongadas e ondas de frio e calor. Tais alterações têm aumentado as incertezas sobre os padrões climáticos, sobretudo os relacionados aos regimes pluviais.

O conhecimento sobre as mudanças nos padrões pluviais, em especial às das últimas décadas, tem sido colocado como urgente em várias partes do mundo. Em relação ao TMAP, tal conhecimento é estratégico para o planejamento da região em um cenário marcado pelo crescimento da população urbana, que demanda volumes cada vez maiores dos recursos hídricos para o abastecimento humano, e, do desenvolvimento do setor agroindustrial, no qual se assenta sua base econômica.

Tendo em vista a importância de alterações nas dinâmicas pluviais e as preocupações em relação às suas possíveis consequências, a execução desta pesquisa é focada no estudo da variabilidade pluvial na mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP) entre os anos de 1991 e 2020, coincidente ao período da última normal climatológica de referência.

Localizada na porção oeste do estado de Minas Gerais, a mesorregião do TMAP é englobada pela zona dos climas tropicais, marcado pela existência de duas estações bem definidas quanto à precipitação: uma estação chuvosa, que se estende, normalmente, de novembro a março, alternada por um período de estiagem, que se estabelece, habitualmente, de abril a outubro.

1.1 - Hipóteses

A partir dos cenários brevemente abordados nesta introdução, derivam-se dois enfoques que norteiam o desenvolvimento desta investigação no sentido de elucidar algumas questões específicas; que são aqui destacadas como hipóteses:

- as últimas décadas apontam para uma tendência de diminuição dos volumes totais anuais de precipitação;
- os volumes anuais de precipitação têm apresentado tendência a se concentrarem em uma quantidade menor de eventos chuvosos.

1.2 – Objetivo geral

No intuito de comprovar a veracidade das hipóteses que se constituíram como ponto de partida desta pesquisa, estabeleceu-se, como objetivo geral, analisar a dinâmica pluvial no TMAP por meio da variabilidade da precipitação.

1.3 – Objetivos Específicos

Para que se alcançasse o objetivo principal, foram elencados cinco objetivos específicos, a saber:

- investigar a variabilidade anual e a tendência da precipitação no TMAP ao longo do período da última normal climatológica, compreendida entre 1991 e 2020;
- verificar a distribuição sazonal da precipitação, bem como o estabelecimento de tendências nos períodos secos e chuvosos;
- analisar a variabilidade da quantidade de dias com chuva;
- analisar a variabilidade espacial da precipitação na região por meio da elaboração de cartogramas e interpretação dos produtos gerados;
- gerar subsídios para o planejamento dos recursos hídricos da região quanto ao abastecimento urbano e às atividades agropecuárias.

Após esta parte introdutória, que compreende o Capítulo 1, a pesquisa segue estruturada em mais sete capítulos. O segundo apresenta a área de estudo e a caracterização de seus principais atributos geográficos, tanto naturais quanto humanos. O terceiro remete às obras que constituíram o apoio bibliográfico que deu sustentação à pesquisa. O quarto detalha os procedimentos metodológicos que foram estabelecidos para a execução da pesquisa. O quinto inicia a discussão dos resultados ao abordar a variabilidade da precipitação na escala anual, sendo apresentados alguns métodos de classificação dos anos padrão e a análise da tendência da precipitação anual. O sexto centra a discussão na sazonalidade da precipitação, com a delimitação e a análise das estações seca e chuvosa, a dinâmica pluvial ao longo das estações do ano e a distribuição mensal das chuvas. O sétimo é dedicado à espacialização pluviométrica e à identificação das áreas mais chuvosas e mais secas do TMAP. Por fim, no oitavo, tem-se o fechamento da pesquisa com a apresentação das considerações finais, seguidas das referências bibliográficas, dos apêndices e dos anexos.

2 – VARIABILIDADE PLUVIAL

A variabilidade de elementos climáticos, tais como a umidade, a temperatura, a pressão atmosférica, a radiação solar e a precipitação, é característica natural do clima e a alteração em seus regimes e distribuição espacial exige um olhar cauteloso no que diz respeito ao discernimento entre uma variação climática e uma mudança climática.

Apesar do crescente interesse pelas questões climáticas observado nas últimas décadas, Sant’Anna Neto aponta que o intento em se compreender o comportamento do clima vem de muito tempo. “[...] Desde os primórdios da epopéia humana na Terra, o interesse pelo tempo e pelo clima se justifica pela indubitável influência que seus fenômenos, e os aspectos inerentes a eles, exercem nas atividades realizadas pelo homem.” (Sant’Anna Neto, 1998, p.119).

Esta preocupação em se entender os elementos e as dinâmicas climáticas, aliada ao desenvolvimento científico e tecnológico conferido com o passar dos milênios, elevou a posição humana frente às intempéries da natureza, contribuindo para a diminuição de sua vulnerabilidade e para a manutenção de sua permanência e dispersão pela Terra.

A busca em se compreender a dinâmica climática dos lugares/regiões se fez cada vez mais presente na sociedade. Monteiro (1976) enfatiza a importância de estudos climáticos na organização do espaço geográfico. Para o autor, o clima é um componente natural de forte influência na composição do espaço, e, por isso, os ambientes são resultados de uma combinação das relações entre os fatores naturais, nos quais o clima está inserido, e as atividades humanas.

A análise climática se destaca entre as pesquisas que abordam as relações entre o ambiente e a composição socioeconômica das sociedades. No âmbito da Geografia, tais estudos se debruçam em investigações sobre os elementos do clima e como eles influenciam e são influenciados pelas ações humanas (Sant’Anna Neto, 1998).

Apesar das intensas alterações impostas ao ambiente pelas atividades humanas desde a Revolução Industrial, este ponto chamou pouca atenção dos geógrafos até as décadas de 1950 e 1960; pois a maioria das pesquisas no campo da Geografia Física privilegiavam, majoritariamente, as dinâmicas e os processos da natureza alijados da presença e da participação humana na composição do espaço (Amorim; Nunes, 2006).

Por iniciativa da OMM e do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), em 1968 foi criado o Painel Intergovernamental de Estudos de Mudanças Climáticas (IPCC). Motivado pela preocupação em torno das mudanças climáticas e pelo fato do clima ser fundamental para a manutenção das espécies na Terra, o referido programa passou

a pesquisar as alterações climáticas no mundo todo e propor estratégias de combate ao problema e mitigação de seus efeitos (Conti, 2000).

O advento de estudos sobre a relação (muitas vezes problemática) entre a natureza e a sociedade influenciou a produção de pesquisas em várias ciências. Geógrafos notórios (e com forte influência na formação de geógrafos brasileiros) como Jean Dresch, Jean Tricart e Georges Bertrand, a partir da década de 1970, passaram a considerar os fatores sociais em seus estudos de geografia física (Souza; Mariano, 2008).

Na geografia brasileira, também nos anos 1970, Monteiro (1976) já propunha metodologias de abordagem ao clima considerando variáveis naturais e sociais presentes no ambiente. Isso contribuiu para que, nos anos seguintes, aumentasse o número de geógrafos que passaram a desenvolver estudos voltados a entender mais profundamente a relação entre a sociedade e a natureza, o que aproximou, de certa forma, as geografias física e humana.

No que diz respeito à precipitação, um desvio dos volumes registrados em uma localidade (ou região) deve ser tratado com atenção; mesmo que sejam observados durante alguns anos em sequência, essa variação pode não representar que uma mudança climática esteja em curso.

“As alterações no comportamento atmosférico de um ano para outro não significam, necessariamente, variação de clima. É imprescindível que se produzam em uma sequência considerável de anos para definir uma tendência estatística indicadora de alteração.” (Conti, 2000, p.19).

A precipitação não é regular e homogênea no decorrer do tempo. Ela apresenta variações ao longo dos dias, dos meses, dos anos. A variação da frequência e intensidade das chuvas é registrada pelas estações meteorológicas e possibilita conhecer melhor o regime das precipitações em uma determinada localidade ou região. Essa variação é um comportamento natural da atmosfera e é essencial para o entendimento do clima (Zavatinni; Boin, 2013).

A dinâmica pluvial constitui um papel central nas investigações sobre os climas nas regiões tropicais. Sua variação ao longo do ano afeta diretamente a disponibilidade da água (como recurso hídrico) às múltiplas necessidades da sociedade no tocante ao consumo (particular e coletivo) residencial, industrial, agropecuário e à produção de energia.

Além da distribuição regional da precipitação, é de grande importância o conhecimento da sua distribuição através do ano. O curso pluviométrico durante o ano não é somente importante para a agricultura, mas também para toda a vida econômica (energia elétrica e comunicações). O caso da energia elétrica está, atualmente, ligado ao curso anual das precipitações. (Schröder, 1956, p.221).

Com o passar do tempo, a sociedade, especialmente nas zonas urbanas, aumentou sua dependência a aparelhos eletrônicos. Seja para o lazer, trabalho ou para o conforto, a demanda pela eletricidade tem aumentado continuamente. No que diz respeito às condições atmosféricas, sua sazonalidade intensifica o uso de chuveiros elétricos e aquecedores, no inverno, e refrigeradores, ventiladores e aparelhos de ar-condicionado, durante o verão. Ademais, tem sido crescente a automação em residências, ambientes corporativos e instalações produtivas, além da expansão do comércio de veículos elétricos.

Sendo assim, o fornecimento de energia elétrica suficiente ao atendimento de sua demanda ganha mais importância. Apesar da diversificação das fontes produtoras de energia, a produzida pelos reservatórios das usinas hidrelétrica ainda representa mais da metade de toda a energia elétrica produzida no Brasil (ANEEL, 2023). Portanto, a precipitação é fonte do principal insumo para a geração de energia. Anos com escassez hídrica podem representar aumento dos custos de produção, impactando mais diretamente a sociedade por meio da inflação e do aumento do risco de apagões.

Os fenômenos climáticos extremos (secas, tempestades, granizos, furacões) afetam sobremaneira a organização do espaço e a segurança das populações. Portanto, é imprescindível se conhecer a dinâmica climática que impera na região e o padrão da sua oscilação.

Monteiro (1981) salienta que eventos climáticos fora dos padrões habituais são capazes de impactar negativamente a organização agrícola, levando ao comprometimento da produtividade e do ambiente, ocorrendo a perda dos benefícios econômicos e de seu retorno social.

A respeito da agricultura nos trópicos e da irregularidade anual das precipitações, Nimer (1979) considera que nas ocasiões de grandes desvios anuais tem-se os episódios de maiores impactos sobre o setor agrícola. Para o autor, a mitigação do problema passa pelo planejamento do uso do solo e do clima, que deve ser realizado de forma científica.

Ainda em relação às questões climáticas nas regiões tropicais, Conti (2000, p. 26) acrescenta que “[...] a chuva aparece como elemento de maior interesse, uma vez que sua variação tem conseqüências ambientais muito relevantes.”

Apesar de se apresentar como importante insumo para a produção de energia, a precipitação, em quantidades muito acima do esperado em um curto espaço de tempo, pode extrapolar a capacidade do arranjo social e impactar negativamente o ambiente, pois, não raramente, são notificadas enchentes, destruição de casas, quedas de árvores, interrupção de energia elétrica e até mortes.

O apontamento de Schröder (1956) para o estado de São Paulo, de que para a definição das estações do ano o comportamento da precipitação é mais relevante do que o da temperatura, também se mostra válido para a região do TMAP. No entendimento do autor, apesar da oscilação considerável da temperatura no decorrer do ano, a alternância mais drástica acontece em relação à precipitação, que destoa pelo registro de volumes elevados de chuva durante o verão para períodos de estiagem que podem perdurar por todo o inverno.

Naquela altura, Schröder considerava mais importante se ater aos registros mínimos da precipitação do que aos máximos, pois a ausência total das chuvas poderia acarretar maiores transtornos à sociedade, dependendo da sua forma de organização.

Contudo, nas últimas décadas, durante as estações chuvosas, são noticiados quase que diariamente episódios de precipitações extremas que, de alguma forma, impactam negativamente os centros urbanos. Ressalta-se que esse cenário que conta com o aumento da intensidade e da frequência das precipitações extremas é agravado pelas formas equivocadas de expansão das cidades e a ausência de infraestruturas adequadas para a gestão das águas pluviais. A maior parte das cidades brasileiras encontra-se suscetível à ocorrência de enchentes, inundações e alagamentos, capazes de afetar grande parcela da população. Entre as consequências, não raramente são verificados impactos como interrupção ou diminuição da mobilidade urbana, prejuízos materiais, agravamento das condições sanitárias e perda de vidas (Fonseca e Christofolletti, 2021).

O mais recente relatório do IPCC (2021) sobre mudanças climáticas (AR6) divulgou prognósticos preocupantes para a região central da América do Sul, onde está localizado o TMAP. De acordo com o estudo, a região deverá assistir a aumentos da temperatura, bem como da frequência e intensidade de ondas de calor. No que diz respeito à precipitação, revela-se uma tendência de prolongamento das estações secas e maior susceptibilidade da ocorrência de anos com escassez hídrica. Caso estas tendências se confirmem, o cenário será preocupante para o setor agrícola, para o abastecimento de água à população e à geração de energia, visto que a região concentra grande quantidade de usinas hidrelétricas.

Antes de finalizar esse capítulo, cabe destacar e diferenciar as definições de alguns termos presentes no texto dessa pesquisa. Para Christofolletti (1991, p. 17) mudança climática “[...] é o termo mais geral, que abrange todas as formas de inconstâncias climáticas, independentemente de sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas.” Já a expressão variabilidade climática, Christofolletti (1991, p. 18) define “[...] como sendo a maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro. [...]”. Ainda para o referido autor, tendência climática

[...] é uma inconstância caracterizada por aumento ou diminuição monotônico dos valores médios, de forma suave, no período do registro de dados. Essa tendência não é restrita a uma mudança linear ao longo do tempo, mas caracteriza-se apenas por um mínimo e um máximo (ou um máximo e um mínimo), nos pontos terminais do registro. (Christofolletti, 1991, p. 17).

Dessa forma, por abordar a variabilidade da precipitação, essa pesquisa está inserida nos estudos que tratam da variabilidade climática, preocupando-se com a identificação e o entendimento da dinâmica da distribuição pluvial no TMAP. Porém, seus resultados, incluindo as análises de tendências, podem, também, contribuir com os subsídios dos estudos sobre mudanças climáticas.

3 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O recorte espacial ao qual esta pesquisa aborda, a mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP), está geograficamente localizado entre os paralelos 17°55'23"S e 20°26'30"S e os meridianos 51°02'45"O e 45°36'55"O, constituindo uma área de 90.541,87km² (IBGE, 2010) (figura 1).

Figura 1 – Localização da Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba



Situada na porção oeste do estado de Minas Gerais, a mesorregião do TMAP é englobada pela zona dos climas tropicais, marcados pela existência de duas estações bem

definidas, principalmente quanto à precipitação: uma estação chuvosa de verão, alternada por um período de seca de inverno. O clima denota temperaturas mais elevadas e totais pluviais mais reduzidos na parte oeste da região, transacionando para temperaturas mais amenas e pluviometria mais elevada à medida que se avança para leste (Novais, 2011). A variabilidade pluvial da região pode ser compreendida pelas influências dos sistemas atmosféricos e das massas de ar que atuam sobre a região.

Dos três principais sistemas atmosféricos, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) constitui o principal responsável pela incidência de chuvas no TMAP. Sua atividade convectiva tem início em agosto, na parte oeste da bacia amazônica, e em outubro passa a atuar sobre o TMAP. O período de maior atuação se dá entre dezembro e fevereiro, quando forma-se uma banda de nebulosidade e chuvas frequentes no sentido noroeste-sudeste; até seu enfraquecimento a partir de março e abril (Cavalcanti et al., 2009).

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são sistemas produtores de precipitação que se formam, geralmente, no final da tarde e início da noite, alimentados pelo calor e umidade (evapotranspiração ao longo do dia e/ou proveniente da Amazônia). O sistema costuma apresentar sua extensão máxima no período da manhã, dissipando-se até o meio-dia (Cavalcanti et al., 2009).

As Frentes Frias são sistemas atmosféricos formados no sul da América do Sul e que avançam para o norte (em direção à região equatorial). No inverno, são seguidas por massas de ar polar responsáveis por provocar quedas acentuadas da temperatura no TMAP. No verão interagem com o ar quente e úmido tropical, produzindo convecção profunda e ocorrência de chuvas (Cavalcanti et al., 2009).

Em relação às massas de ar que atuam sobre o TMAP, percebe-se que possuem diferentes níveis de responsabilidade em relação à ocorrência, ou não, das chuvas. A Massa Tropical Atlântica (mTa) forma-se no centro das altas pressões tropicais do Atlântico Sul, apresentando elevada temperatura e umidade. No verão, consegue deslocar-se até o interior do continente atraída por sua baixa pressão relativa. Apesar de perder umidade gradativamente ao adentrar o continente, pode ocasionar precipitações no TMAP, principalmente em sua porção oriental. Durante o inverno, desloca-se até a altura do litoral da Bahia, perdendo poder de influência sobre a dinâmica atmosférica do TMAP, que entra em seu período de estiagem (Novais, 2011).

A Massa Tropical Continental (mTc) é originada na região central da América do Sul (depressão do Chaco) e atua no TMAP durante o final do inverno e a primavera, antes de se

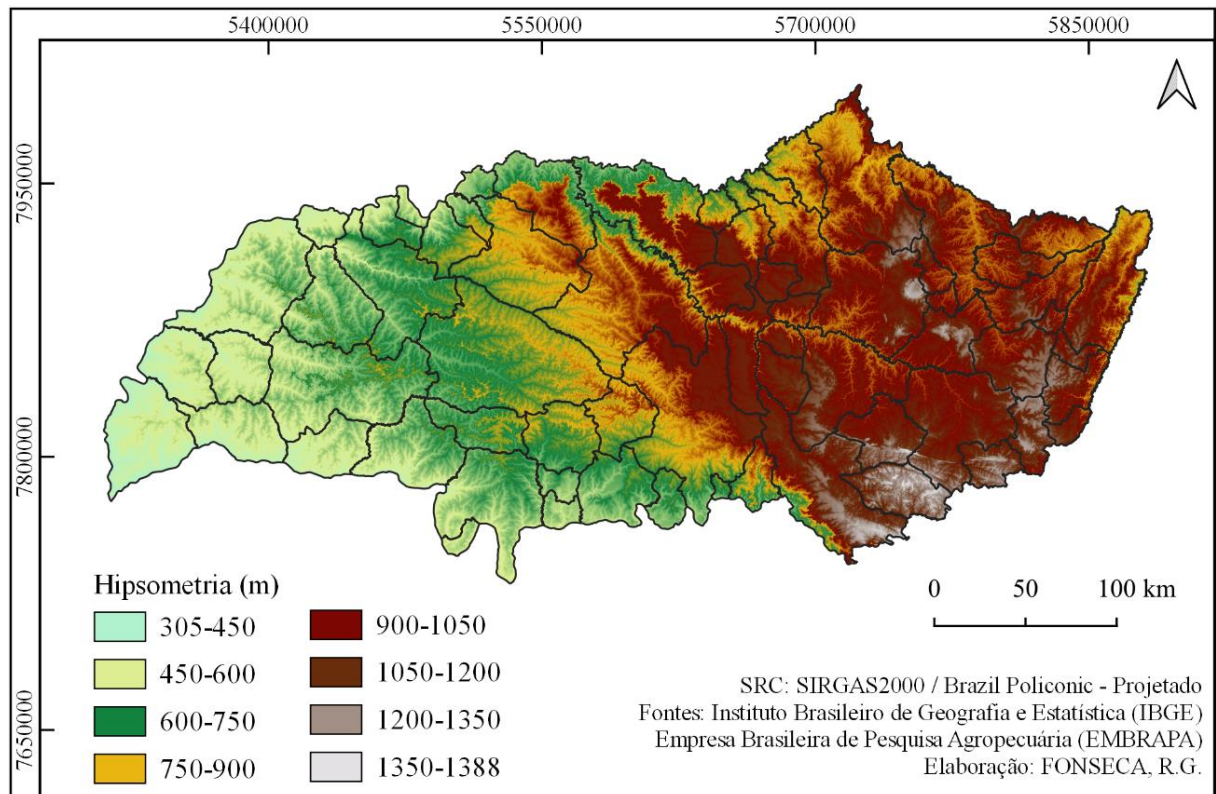
iniciar o período chuvoso. É responsável pelo estabelecimento de uma massa de ar quente e seca, que resulta nos registros das temperaturas mais elevadas do ano (Novais, 2011).

A Massa Equatorial Continental (mEc) forma-se na parte centro-ocidental da planície amazônica. Tem como características ser quente e úmida, apesar de continental, por localizar-se na faixa das baixas latitudes, portanto, de intensa incidência de radiação solar, e ser abastecida pela umidade proveniente da evapotranspiração da Floresta Amazônica. Durante o verão, por meio da ZCAS, tem sua umidade transferida até o TMAP por linhas de instabilidade que se formam no sentido noroeste-sudeste atraídas pela convergência do Atlântico Sul, levando consigo a umidade responsável pelo estabelecimento de tempo chuvoso que pode perdurar por vários dias em sequência, além de amenizar a temperatura devido à alta nebulosidade (Novais, 2011).

A Massa Polar Atlântica (mPa) origina-se no extremo sul da América do Sul, na região da Patagônia. Possui característica inicial fria e seca, mas ganha umidade à medida que se dirige para o norte (mais aquecido) quando transita sobre o oceano. Atraída pelas baixas pressões tropical e equatorial, chega ao TMAP pelo interior do continente aproveitando-se da calha da bacia Platina e, posteriormente, do rio Paraná. Atua na região sobretudo no inverno, conferindo quedas acentuadas de temperatura durante sua passagem (Novais, 2011). É comum provocar o aumento de nebulosidade pela condensação da umidade que, na maioria das vezes, é insuficiente para gerar precipitação.

As características climáticas estão intimamente ligadas à geomorfologia. A região apresenta altitudes mais baixas e terrenos mais planos a oeste, na confluência dos rios Paranaíba e Grande com altitude mínima de 325 metros. A elevação do terreno aumenta gradativamente à medida que se avança na direção leste, com as altitudes mais elevadas, por volta de 1350 metros, sendo observadas na parte sudeste do TMAP, já nas elevações da Serra da Canastra (figura 2). Deste modo, o relevo exerce uma influência direta na distribuição das chuvas na região por meio do resfriamento adiabático mais intenso nas porções sudeste e leste da área de estudo (Novais; Brito; Sanches, 2018).

Figura 2 – Hipsometria do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba



A geomorfologia da região é marcada por dois domínios morfoestruturais: “Bacias e Coberturas Sedimentares Inconsolidadas Pilo-Pleistocênicas” e “Faixa de Dobramentos e Coberturas Sedimentares Associadas”. O primeiro domínio abrange a maior área do TMAP, ocupando as partes oeste e central, constituído pelo “Planalto Central da Bacia Sedimentar do Paraná” e por “Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários” nas planícies fluviais. O segundo domínio ocupa a porção oeste da região, agrupando os subdomínios “Planalto da Faixa de Dobramentos do Brasil Central”, “Chapadas das Coberturas Sedimentares da Bacia do São Francisco”, “Patamares das Coberturas Metasedimentares da Bacia do São Francisco” e “Depressão do Alto São Francisco” (Novais, 2011).

No tocante à vegetação, a região é englobada pelo domínio fitogeográfico do Cerrado, apresentando biomas que se enquadram nos tipos campo tropical, savana e floresta estacional (Batalha, 2011). Subdividindo-se os biomas, no TMAP são encontradas variadas formações como campo limpo, campo sujo, cerrado *stricto sensu*, veredas, matas de galeria e matas de encostas. As florestas estacionais são encontradas principalmente no Pontal do Triângulo Mineiro (no extremo oeste da região) e nos vales dos principais rios como o Paranaíba, o Grande, o Araguari, o Tejuco, o da Prata e o Verde (Novais, 2011).

Quanto ao povoamento da região e sua evolução (tabela 1), de acordo com o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referente ao ano de 2022, o TMAP possui um total de 2.409.450 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 26,61 hab/km². Dessa forma, a região concentra 11,73% da população do estado de Minas Gerais (IBGE, 2022).

Tabela 1 – Dinâmica populacional – TMAP, Minas Gerais e Brasil

Dinâmica populacional total				
	1991	2000	2010	2022
TMAP	1.595.648	1.869.886	2.144.482	2.409.450
Minas Gerais	15.743.152	17.891.494	19.597.330	20.538.718
Brasil	146.825.475	169.799.170	190.755.799	203.062.512
Dinâmica populacional urbana				% da pop. 2010
TMAP	1.338.576	1.665.587	1.960.028	91,40
Minas Gerais	11.786.893	14.671.828	16.715.216	85,29
Brasil	110.990.990	137.953.959	160.925.804	84,36
Dinâmica populacional rural				% da pop. 2010
TMAP	257.072	204.299	184.454	8,60
Minas Gerais	3.956.259	3.219.666	2.882.114	14,71
Brasil	35.834.485	31.845.211	29.829.995	15,64

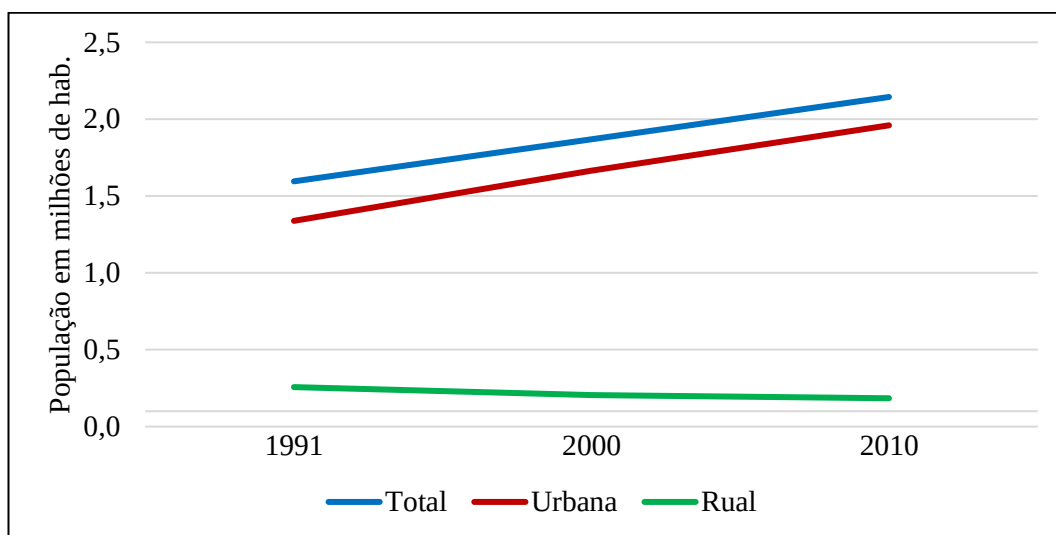
Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000, 2010 e 2022. Org.: Rogério Fonseca.

Como, até o momento, foram divulgados apenas os resultados preliminares do Censo Demográfico referente ao ano de 2022, para se conhecer a situação da população, recorreu-se aos dados do penúltimo Censo, referente ao ano de 2010. Naquele ano, de uma população de 2.144.482 habitantes, a maior parte, 91,4%, vivia nas cidades, resultado do intenso processo de transferência de moradores do campo para as áreas urbanas ocorrido no Brasil a partir da segunda metade do século XX. Nota-se que este processo foi mais intenso no TMAP, visto que as taxas de urbanização da região são superiores às do estado de Minas Gerais como um todo (85,29%) e ao Brasil (84,36%).

Entre 1991 e 2010, a população urbana regional registrou o expressivo aumento de 46,5%, indo de 1.338.576 para 1.960.028 habitantes. Ao contrário, a população rural observou queda de seu contingente, perdendo 28,2% da população que reunia em 1991, reduzindo de 257.072 habitantes em 1991, para 184.454 habitantes em 2010. O próximo gráfico (figura 3)

evidencia o quão expressivos foram os crescimentos dos grupos total e urbano da população, bem como a queda do grupo rural.

Figura 3 – Evolução da população total, urbana e rural do TMAP



Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010. Org.: Rogério Fonseca.

O Censo Demográfico de 2010 relevou que a população rural do TMAP equivale a apenas 8,6% da população total da região; bem abaixo dos índices apresentados pelo estado de Minas Gerais (14,71%) e pelo Brasil (15,64%). Para o Censo de 2022, a tendência é que os dados mais detalhados a serem divulgados pelo IBGE, sobre a situação dos domicílios, confirmem a intensificação da concentração populacional nas áreas urbanas, conforme o processo verificado nas últimas décadas.

Os 66 municípios da mesorregião do TMAP estão divididos em sete microrregiões: Araxá (10), Frutal (12), Ituiutaba (6), Patos de Minas (10), Patrocínio (11), Uberaba (7) e Uberlândia (10). Proporcionalmente, a região apresenta baixo número de cidades médias e grandes. Os municípios mais populosos, com mais 100 mil habitantes, são apenas seis (tabela 2). Desse modo, prevalecem municípios de pequeno porte populacional, sendo que trinta municípios possuem entre 10 e 100 mil habitantes e trinta municípios possuem menos de 10 mil habitantes (IBGE, 2020).

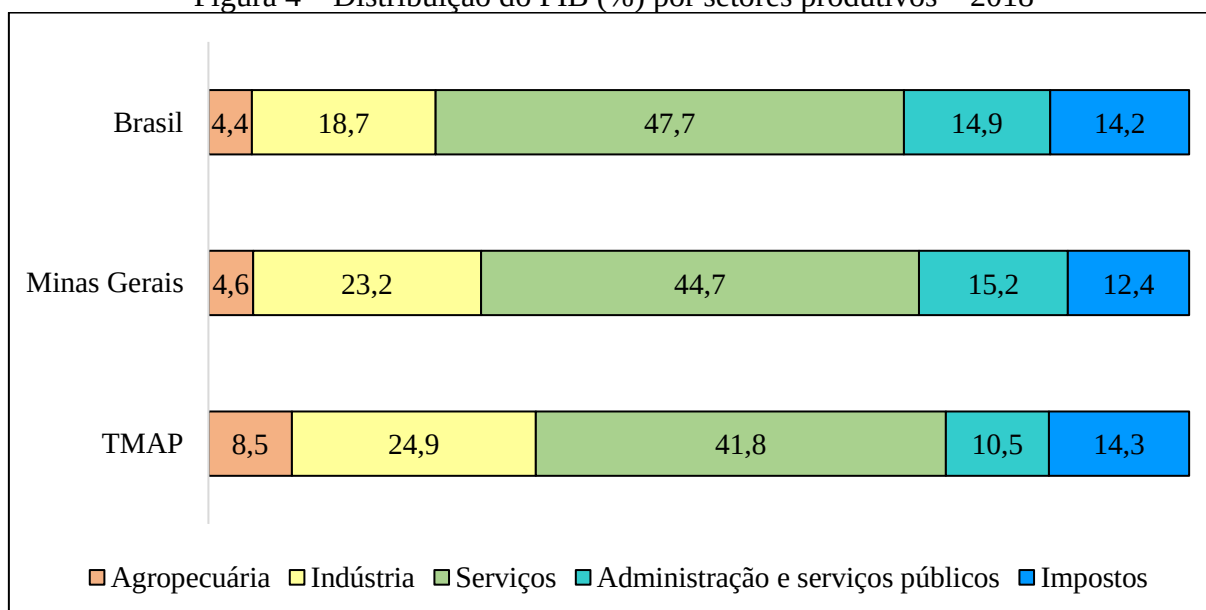
Tabela 2 – Municípios mais populosos do TMAP - 2022

Município	População
Uberlândia	713.232
Uberaba	337.846
Patos de Minas	159.235
Araguari	117.808
Araxá	111.691
Ituiutaba	102.217

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2022. Org.: Rogério Fonseca.

Em termos econômicos, a região é considerada uma das mais dinâmicas de Minas Gerais, destacando-se as atividades ligadas aos setores agropecuário e industrial. Tanto que, no gráfico a seguir (figura 4), pode-se constatar que no ano de 2018 os dois setores constituíam maior importância para a economia do TMAP do que para o estado de Minas Gerais e para o Brasil (IBGE, 2018).

Figura 4 – Distribuição do PIB (%) por setores produtivos – 2018



Fonte: IBGE – Produto Interno Bruto dos Municípios 2018. Org.: Rogério Fonseca.

Enquanto a agropecuária representa 4,6% e 4,4% do Produto Interno Bruto (PIB) de Minas Gerais e do Brasil, respectivamente, no TMAP o setor é responsável por 8,5% da produção, ou seja, possui praticamente o dobro de importância para a economia regional. Apesar de, proporcionalmente, a relevância do setor industrial do TMAP não ser tão maior em comparação com os outros recortes espaciais, na região apresenta um peso de 24,9% do PIB, ao passo que em Minas Gerais e no Brasil o setor responde por 23,2% e 18,7%, respectivamente.

O destaque do setor agropecuário e industrial no TMAP se dá em virtude da sua combinação nas atividades agroindustriais. Elas são responsáveis por fomentar a economia local, garantir grande empregabilidade e ser base também para o setor de serviços, além da arrecadação de impostos.

Nos três recortes espaciais, o setor de serviços é o mais dinâmico da economia em relação à movimentação financeira. Porém, no TMAP, o peso deste setor é de 41,8%, ou seja, é menor do que em Minas Gerais (44,7%) e no Brasil (47,7%). O mesmo ocorre em relação à administração e aos serviços públicos, com o TMAP registrando peso menor na economia (10,5%) do que em Minas Gerais (15,2%) e no Brasil (14,9%). Já em relação aos impostos, o TMAP registra índice maior, com 14,3%, enquanto Minas Gerais obtém 12,4% e o Brasil 14,2%.

A organização do espaço no TMAP se apresenta muito diversificada tanto em relação aos aspectos naturais, quanto antrópicos. A geografia da região é resultante de uma combinação dos atributos climáticos, geomorfológicos, vegetacionais, demográficos e econômicos. Na sequência, serão apresentados os procedimentos metodológicos executados na elaboração desta pesquisa.

4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa parte do pressuposto de que a variabilidade da precipitação no TMAP pode apresentar-se intensificada ao longo da normal climatológica 1991-2020. Estabelece-se como método de interpretação a abordagem sistêmica, derivada da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), reconhecendo-se que as alterações nos regimes pluviais no TMAP se deve à combinação de uma variada gama de fatores, assim como são múltiplos os impactos que essas alterações podem acarretar ao ambiente e às populações locais.

A escolha deste recorte temporal não é aleatória; ela compreende o período da última normal climatológica de referência. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define as normais climatológicas dos elementos climáticos (precipitação, temperatura, pressão atmosférica, umidade do ar, radiação) como os valores médios obtidos a partir de observações por períodos mínimos de trinta anos. As comparações entre as subseqüentes normais climatológicas permitem avaliar, por exemplo, se ao longo do tempo ocorreram alterações nos padrões climáticos de uma dada localidade. As normais consideradas como referências têm intervalos fixados pela OMM (1901-1930, 1931-1960 e 1961-1990). Dessa forma, esta pesquisa se propôs a avaliar a variabilidade da precipitação no TMAP no período coincidente à última normal climatológica de referência (1991-2020).

No Brasil, o estudo oficial das normais climatológicas é realizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). No que diz respeito ao TMAP, a rede de estações localizadas na região se apresenta em reduzida quantidade. Por isso, optou-se por utilizar também os dados dos postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA), que detém uma rede de monitoramento pluviométrico mais expressiva. Portanto, os resultados dessa pesquisa, se comparados aos da normal oficial do INMET, devem se apresentar um pouco diferentes.

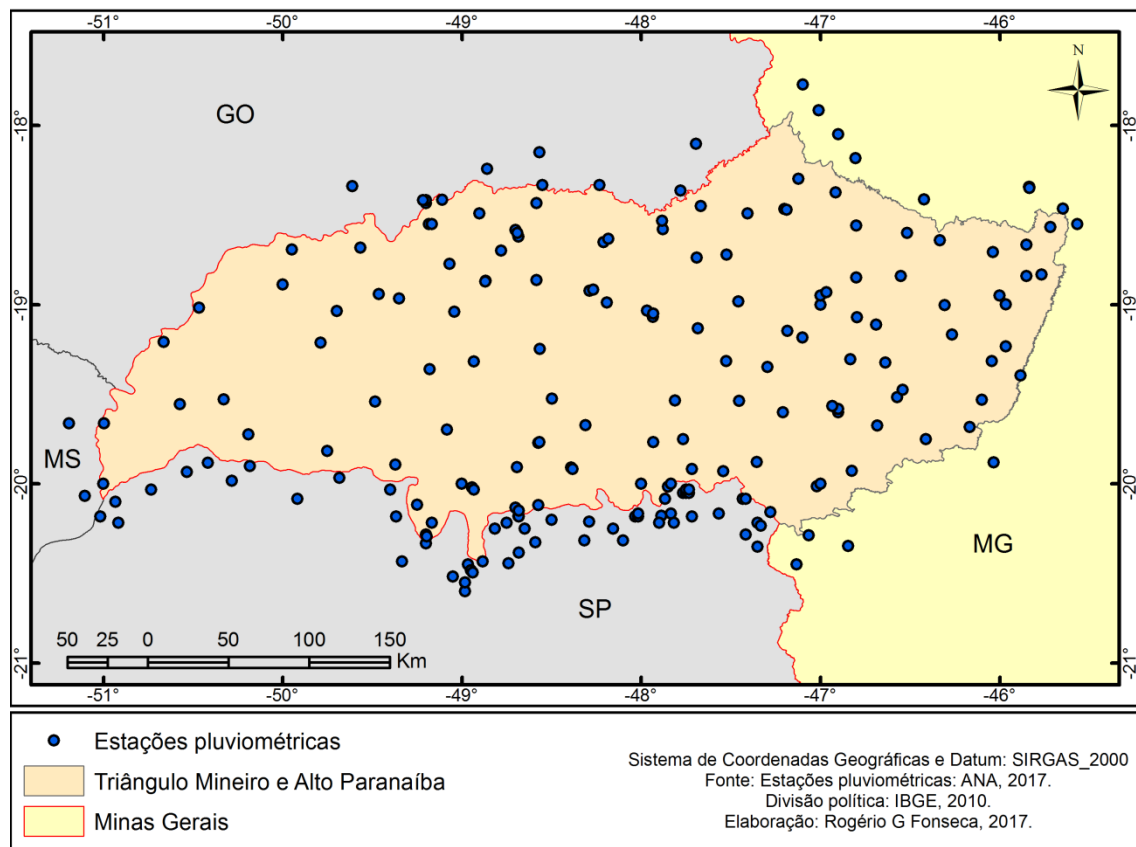
Dentre as produções científicas que abordam temáticas que se relacionam com esta pesquisa e que deram embasamento à investigação, destacam-se as obras de Christofletti (1991), Sant'Anna Neto (1995), Galvani (1995), Menardi Jr (2000) e Zavattini e Boin (2013), além de teses, dissertações e artigos que foram tomados como referências pelo fato de terem realizado estudos empíricos utilizando-se tais pressupostos de investigação.

4.1 - Levantamento dos dados pluviométricos

O conhecimento da dinâmica pluvial no TMAP baseou-se na análise dos registros de precipitação das estações pluviométricas cujos dados são disponibilizados pela ANA na plataforma Hidroweb na *Internet* e das estações do INMET. Com o intuito de abranger todo território do TMAP, expandiu-se a área de seleção das estações pluviométricas em trinta quilômetros para além dos limites da referida mesorregião, sobretudo para que no momento de elaboração das cartas pluviais as bordas da área estudada não ficassem sem representação.

A primeira consulta aos registros pluviais se deu na plataforma Hidroweb, que reúne a maior quantidade de estações meteorológicas em seu banco de dados, tendo sido identificadas 217 estações (figura 5).

Figura 5 – Estações pluviométricas com registros de dados na plataforma Hidroweb

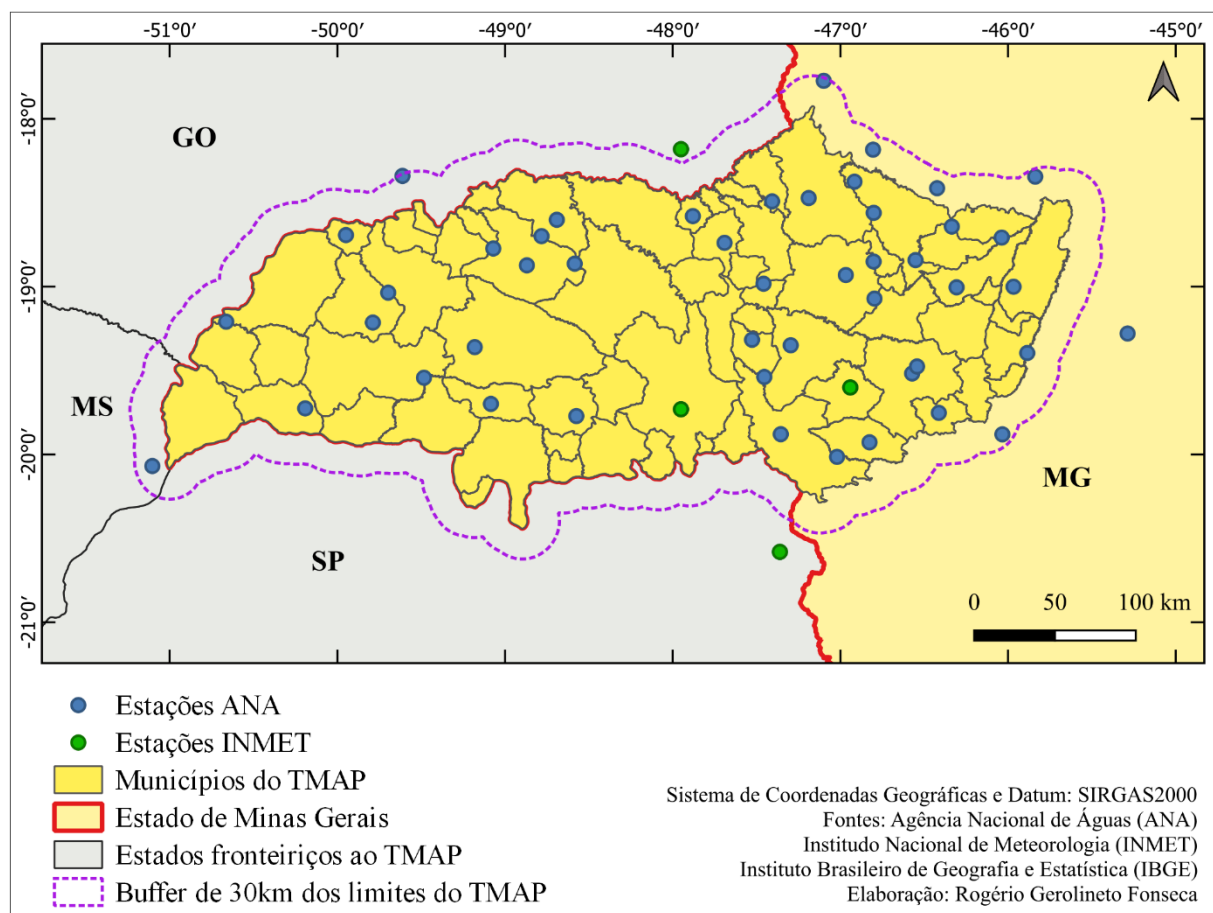


Contudo, trabalhou-se com um reduzido número de estações. Foram selecionadas somente as estações que contemplavam todo o período de análise e que possuísem boa consistência de dados (menor quantidade de ausência de registros), inferior a 2% de falhas.

Em um segundo passo, recorreu-se ao banco de dados do INMET. Foram identificadas quatro estações que compreendiam todo o período da pesquisa e com falhas nos registros também inferiores a 2%.

Pela escassez de estações nas zonas de borda da área de estudo, foram utilizadas três estações localizadas fora do *buffer* de 30km a partir dos limites do TMAP: Catalão (GO), Porto das Andorinhas (MG) e Franca (SP), perfazendo um total de 51 estações utilizadas na pesquisa (figura 6).

Figura 6 – Estações consideradas para a realização da pesquisa



A distribuição definitiva das estações consideradas na pesquisa se mostrou mais concentrada na parte leste do TMAP e mais esparsa no setor oeste. des

4.2 - Tratamento estatístico dos dados pluviais

Para a execução da pesquisa, foram tratados estatisticamente os dados diários de precipitação de 51 estações. Cada estação abrangeu, entre 1º de janeiro de 1991 e 31 de

dezembro de 2020, 10.958 dias, que, multiplicados pelo total de estações, somaram 558.858 registros.

Além de cobrirem todo o período a ser analisado, as estações deveriam apresentar uma boa consistência dos dados, com ausências de registros inferiores a 2%, visto que o preenchimento das falhas seria realizado manualmente. O método de preenchimento adotado foi o cálculo da média dos registros das três estações mais próximas, como sugerido por Zavattini e Boin (2013).

No total foram preenchidas 4.415 falhas de registros. Dessa forma, o índice geral de consistência dos dados da pesquisa foi fechado em 99,2%, garantindo alto índice de confiabilidade nos resultados da pesquisa.

Após o preenchimento das falhas, as estações foram organizadas em dois grupos: um grupo geral considerando as estações internas e externas ao TMAP e outro grupo restrito às estações localizadas internamente à região. A totalidade das estações foram utilizadas na elaboração dos mapas de distribuição da precipitação. O uso dos registros das estações do entorno do TMAP corroborou com a qualidade da representação cartográfica nas áreas de borda da região. Já as estações internas foram consideradas na análise da variabilidade da precipitação no TMAP ao longo do período estudado.

Deste modo, trabalhou-se com um total de 51 estações, sendo 41 estações internas ao TMAP e 10 estações externas. No quadro 1 são apresentados os dados gerais das estações contendo seus códigos de identificação nos bancos de dados originais, a consistência dos dados de cada estação, os nomes de identificação, os municípios nos quais se localizam, bem como suas longitudes, latitudes e altitudes.

Quadro 1 – Dados gerais de identificação e localização das estações pluviométricas utilizadas na pesquisa

Código	Consist.	Nome da estação	Nome do município	Longitude	Latitude	Alt.(m)
1847003	100	Abadia dos Dourados	Abadia dos Dourados	5696182	7941955	733
1847001	100	Estrela do Sul	Estrela do Sul	5665286	7915552	760
1950000	100	Iturama	Iturama	5399182	7813633	479
1847007	99,99	Cascalho Rico	Cascalho Rico	5645950	7933949	709
2047037	99,99	Desemboque	Sacramento	5730246	7770901	974
1946007	99,99	Faz. São Mateus	Ibiá	5779514	7824250	872
1846003	99,99	Major Porto	Patos de Minas	5839630	7912059	758
1946005	99,99	Salitre	Patrocínio	5758011	7874944	912
1947001	99,98	Santa Juliana	Santa Juliana	5680195	7850662	940
1848006	99,98	Tupaciguara	Tupaciguara	5560254	7934239	902
1950011	99,97	Ponte São Domingos	Santa Vitória	5350920	7871934	398
1845014	99,97	Tiros	Tiros	5845613	7879061	1001
1946011	99,96	Tapira	Tapira	5750929	7779700	1098
1849002	99,95	Ipiaçu	Ipiaçu	5427322	7927594	440
1947008	99,95	Lagoa	Sacramento	5695762	7787352	1090
1846006	99,95	Pântano	Coromandel	5759841	7931905	1108
1849006	99,94	Avatinguara	Canápolis	5519758	7916384	791
1946010	99,94	Pratinha	Pratinha	5795046	7797360	1140
1949003	99,90	Gurinhata	Gurinhata	5442868	7869364	527
1949004	99,89	Campina Verde	Campina Verde	5473977	7832063	552
1945002	99,76	Barra do Funchal	Serra da Saudade	5852159	7834596	769
1949005	99,72	Comendador Gomes	Comendador Gomes	5515357	7813602	568
1847010	99,68	Iraí de Minas	Iraí de Minas	5688789	7887542	952
1946022	99,66	Carmo do Paranaíba	Carmo do Paranaíba	5809832	7880258	1098
1949006	99,66	Ponte do Prata	Ituiutaba	5452962	7888876	470
1846002	99,65	Charqueada do Patrocínio	Patrocínio	5740664	7891331	1020
83579	99,57	Araxá	Araxá	5740446	7816609	1023
1846017	99,54	Leal de Patos	Patos de Minas	5808595	7920766	1018
1948007	99,44	Campo Florido	Campo Florido	5568515	7803923	646
1846007	99,44	Santana de Patos	Patos de Minas	5784852	7899441	834
1947007	99,43	Perdizes	Perdizes	5704292	7846089	1038

1848009	99,39	Xapetuba	Monte Alegre de Minas	5570650	7904831	877
1848004	99,12	Faz. Cachoeira	Tupaciguara	5550329	7923693	751
1847008	98,87	Coromandel	Coromandel	5719283	7943327	894
1846004	98,86	Guimarânia	Guimarânia	5758488	7899571	938
1846019	98,04	Rocinha	Patos de Minas	5748551	7953077	862
1949002	97,73	Faz. Buriti do Prata	Prata	5506310	7851455	540
1947009	97,05	Zelândia	Santa Juliana	5686926	7825707	970
1848000	96,82	Monte Alegre de Minas	Monte Alegre de Minas	5540547	7904649	737
1946004	95,01	Ibiá	Ibiá	5782777	7828764	871
83577	92,74	Uberaba	Uberaba	5634053	7806221	752
Estações complementares - entorno TMAP						
83630	100	Franca	Franca	5692085	7709324	980
1946000	100	Tapiraí-Jusante	Tapiraí	5834067	7781262	690
1849016	99,98	Ponte Meia Ponte	Itumbiara	5463832	7965863	483
1845013	99,97	São Gonçalo do Abaeté	São Gonçalo do Abaeté	5862555	7951646	793
1846005	99,95	Presidente Olegário	Presidente Olegário	5800407	7946641	944
83526	99,94	Catalão	Catalão	5639956	7978553	852
1747005	99,92	Guarda-Mor	Guarda-Mor	5731659	8020746	620
1945038	99,33	Porto das Andorinhas	Abaeté	5915613	7844499	624
2051046	98,11	Aparecida do Taboado	Aparecida do Taboado	5302954	7777445	384
1846023	95,94	Lagamar	Lagamar	5761087	7973870	801

Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Gerolineto Fonseca, 2023.

Das 41 estações internas ao TMAP, três apresentaram 100% de consistência dos dados, ou seja, não apresentaram falhas nos registros diários de precipitação. Trinta estações tiveram consistência variando entre 99,9 e 99,0% dos registros e oito estações obtiveram consistência entre 98,9 e 98,0%. Já em relação às dez estações do entorno do TMAP, duas apresentaram consistência máxima, seis apresentaram consistência entre 99,9% e 99,0% e duas entre 98,9 e 98%.

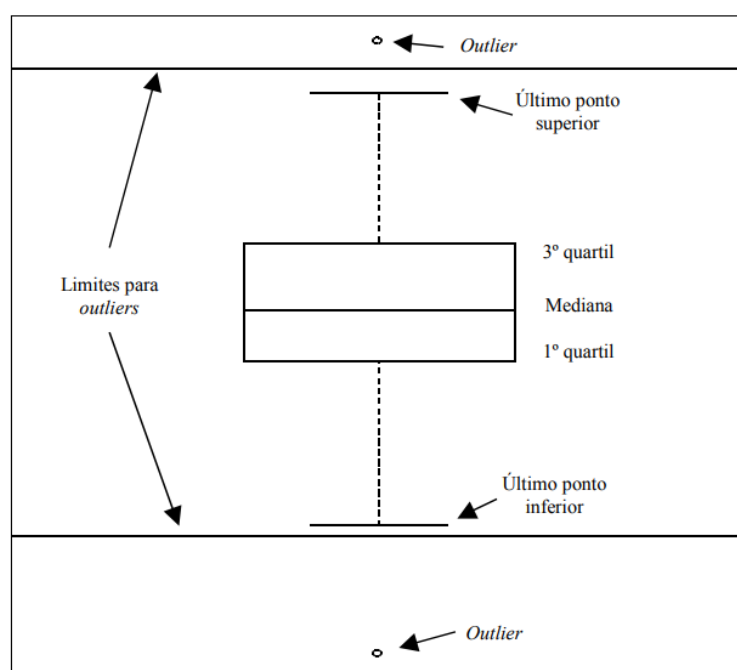
Como as estações foram selecionadas no início da pesquisa (2018), até a obtenção dos dados finais (2020) as porcentagens relativas às suas consistências tiveram alterações. Com isso, seis estações obtiveram uma quantidade maior de falhas nos últimos anos, resultando em consistência final abaixo de 98,0%, sendo elas Faz. Buriti do Prata, Zelândia, Monte Alegre de Minas, Ibiá, Uberaba e Lagamar.

Diante à situação das estações, avalia-se que, de modo geral, o conjunto de 51 estações selecionadas para este estudo apresenta alta qualidade dos dados, garantindo, assim, as condições para se ter uma boa confiabilidade na análise dos resultados e nos mapas de distribuição da precipitação.

A variabilidade pluvial anual associada à variabilidade existente entre as estações pluviométricas foi representada por gráfico do tipo *Box Plot*. Por meio dele, foi possível visualizar o quanto o conjunto dos registros de dados pluviais variou a cada ano da série histórica, constituindo uma análise mais aprofundada e realista em comparação às representações gráficas que demonstram apenas a variação média dos dados.

Pacheco et al. (2017) explicam a técnica para a construção do gráfico (figura 7). Os dados são organizados em ordem crescente e divididos em quartis, ou seja, 4 partes que agreguem cada uma 25% dos registros. Dessa forma, na linha vertical inferior, abaixo da marcação do primeiro quartil (Q1) ficam contidos os 25% de registros mais baixos. o segundo quartil (Q2) é representado pela mediana e relaciona-se aos dados com valores intermediários, indicando que entre ela e o primeiro quartil situam-se os registros contidos entre os 25% e 50% mais baixos, bem como entre ela e o terceiro quartil (Q3) agrupam-se os registros dos 50% a 75% mais altos. Entre Q1 e Q3, área que concentra as medidas de tendência central, é chamada de Distribuição Interquartil (DI). Por fim, acima do terceiro quartil, na linha vertical superior, ficam agregados os 25% de registros mais elevados.

Figura 7 – Representação de um gráfico *Box Plot*



Fonte: Pacheco et al. (2017).

As linhas desenhadas abaixo do Q1 e acima do Q3 demonstram a disposição dos dados extremos, mínimos e máximos, respectivamente, dentro da faixa de 25% que cada quartil representa. Porém, essas linhas possuem limites. O limite inferior (LI) é definido com o cálculo $LI=Q1-1,5(Q3-Q1)$ e o limite superior (LS) obtido com o cálculo $LS=Q3+1,5(Q3-Q1)$. Quando há pontos muito discrepantes, situados em uma região do gráfico muito afastada do centro da distribuição, seus valores são considerados anômalos, chamados de *outliers*. Assim, ao se ter pontos com valores superiores a Q3 somado a 1,5 vezes a DI ou pontos com valores inferiores a Q1 diminuído de 1,5 vezes a DI, teremos *outliers* (Pacheco et al., 2017).

4.3 - Análise da variabilidade anual da precipitação

O estudo da variabilidade anual da precipitação no TMAP dispendeu variadas técnicas de análise estatística. Os dados diários da precipitação foram convertidos em mensais, por meio da soma dos registros em cada estação pluviométrica. Posteriormente, os dados mensais das estações foram organizados em uma única planilha, na qual foi calculada a média para cada mês ao longo dos trinta anos observados, bem como a precipitação média anual.

A análise da variabilidade da precipitação possibilitou classificar cada ano de acordo com sua pluviometria registrada. Para tanto, foram testados quatro métodos de determinação de anos padrão: Desvio-padrão, *Box Plot* e percentis, Quantis e a Fórmula de Sturges. As quatro técnicas de classificação tiveram seus resultados analisados e comparados, possibilitando adotar aquela que se mostrou mais coerente em relação à variabilidade da precipitação no TMAP.

A tendência da precipitação média anual da região foi realizada por meio do *software Microsoft Office Excel*, que, a partir do método dos mínimos quadrados, apontou a equação da linha de tendência, bem como a inseriu no gráfico de dispersão dos valores médios anuais de chuva. Sobre a aplicação da tendência, Christofolletti (1991) considerou constituir uma análise estatística que pode auxiliar no entendimento da variabilidade de valores em sequência, como a sucessão dos volumes de chuva ao longo de um determinado período, a fim de verificar indícios de diminuição ou aumento de tais valores como um todo.

4.4 - Análise da variabilidade sazonal

Para o estudo do comportamento sazonal da precipitação, primeiramente foram identificados os períodos chuvosos e secos na região. O método adotado para tal identificação

foi o Balanço Hídrico Climatológico, que é muito utilizado no planejamento agrícola. A partir do sítio na *Internet* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foram gerados automaticamente os balanços hídricos na escala mensal com base no método proposto por Thornthwaite & Mather (1995), com ETo calculada a partir do método de Penman-Monteith, padronizado por Allen et al. (1998) para terrenos gramados, como as superfícies das instalações das estações meteorológicas. Ao todo, foram obtidos balanços hídricos de onze estações dispostas em nove municípios de TMAP, com base nos dados de precipitação (P) e evapotranspiração de referência (ETo) registrados ao longo de trinta anos (1981-2010).

A análise sazonal delimitada pelas estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) teve tratamento estatístico realizado por meio do *software Microsoft Office Excel*, que também gerou os gráficos de distribuição sazonal da chuva ao longo do período delimitado na pesquisa. A determinação dos períodos de cada estação seguiu o estabelecido por Tavares (1976) e Menardi Júnior (2000), com o agrupamento dos dados mensais da precipitação em intervalos trimestrais, relativos às estações do ano do calendário civil: verão (janeiro, fevereiro e março), outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro).

A distribuição diária da precipitação também teve processamento estatístico realizado no *software Microsoft Office Excel*. Sua análise possibilitou conhecer a variabilidade da quantidade de dias com ocorrência de chuvas no TMAP, estabelecer sua tendência e a concentração do volume de chuva ao longo do recorte temporal da pesquisa.

4.5 - Elaboração cartográfica

A espacialização dos dados e as representações cartográficas foram elaboradas em Sistema de Informação Geográfica (SIG), mais especificamente no *software QGIS* versões 3.10 e 3.28. Os mapas de distribuição espacial das chuvas foram produzidos mediante o procedimento IDW (*inverse distance weighting* - ponderação pelo inverso da distância), no qual os dados amostrais (relativos às estações pluviométricas) são avaliados durante a interpolação dando-se maior peso de influência àqueles localizados mais próximos das áreas para as quais não se tem informações relativas à pluviometria.

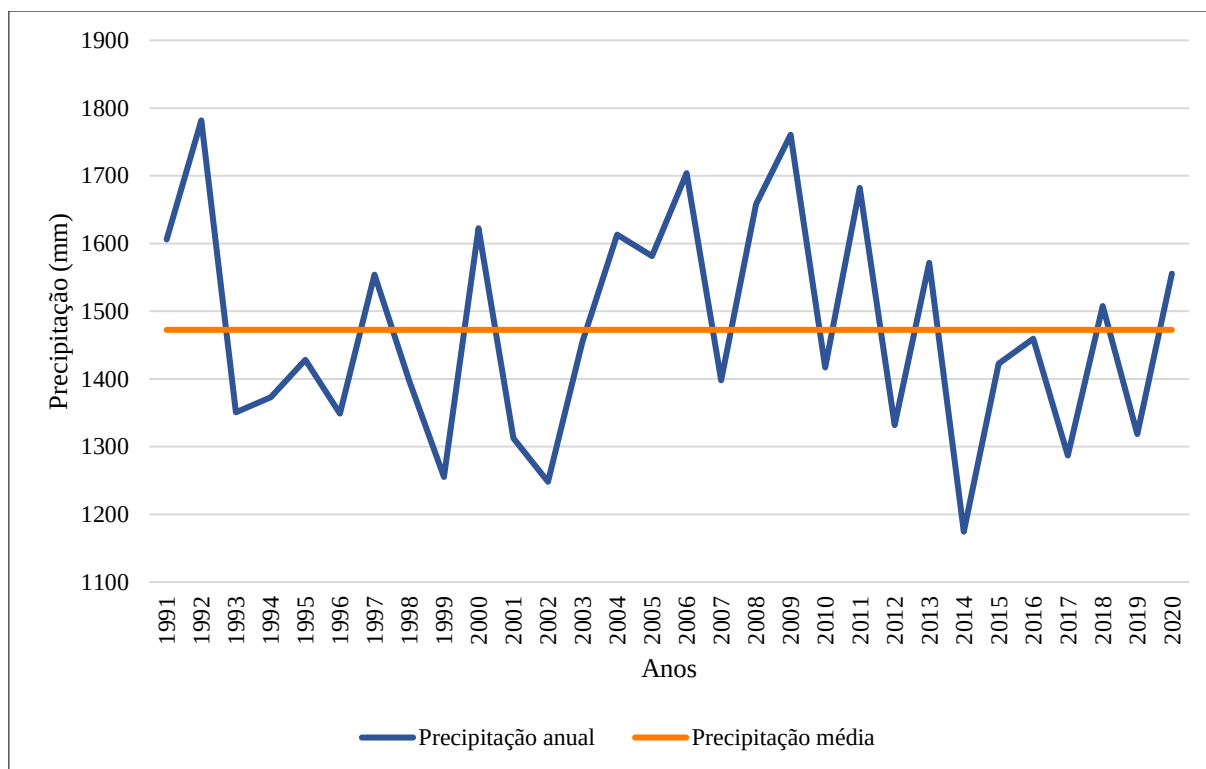
O mapa que demonstra a configuração do relevo do TMAP foi elaborado a partir de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission – Missão Topográfica de Radar Embarcado) disponibilizadas no sítio da *Internet* da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Em ambiente SIG foi gerado um Modelo Digital de Elevação

(MDE), que resultou no mapa hipsométrico. O conhecimento do relevo permitiu compreender não só a organização do espaço na região, como suas influências sobre a pluviometria.

5 – VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO NO TMAP

Com a intenção de compreender o comportamento da incidência da precipitação no TMAP entre os anos de 1991 e 2020, recorreu-se aos registros de 41 estações meteorológicas localizadas dentro da área de estudo. A análise estatística dos dados revelou que a precipitação média anual da região foi de 1.472,5 mm. Porém, foi notada uma oscilação considerável das médias anuais (figura 8), que variaram de 1.174,4 mm em 2014 a 1.781,9 mm em 1992, uma amplitude de 607,5 mm entre o ano mais seco e o mais chuvoso.

Figura 8 – Variabilidade média anual da precipitação no TMAP – 1991 a 2018



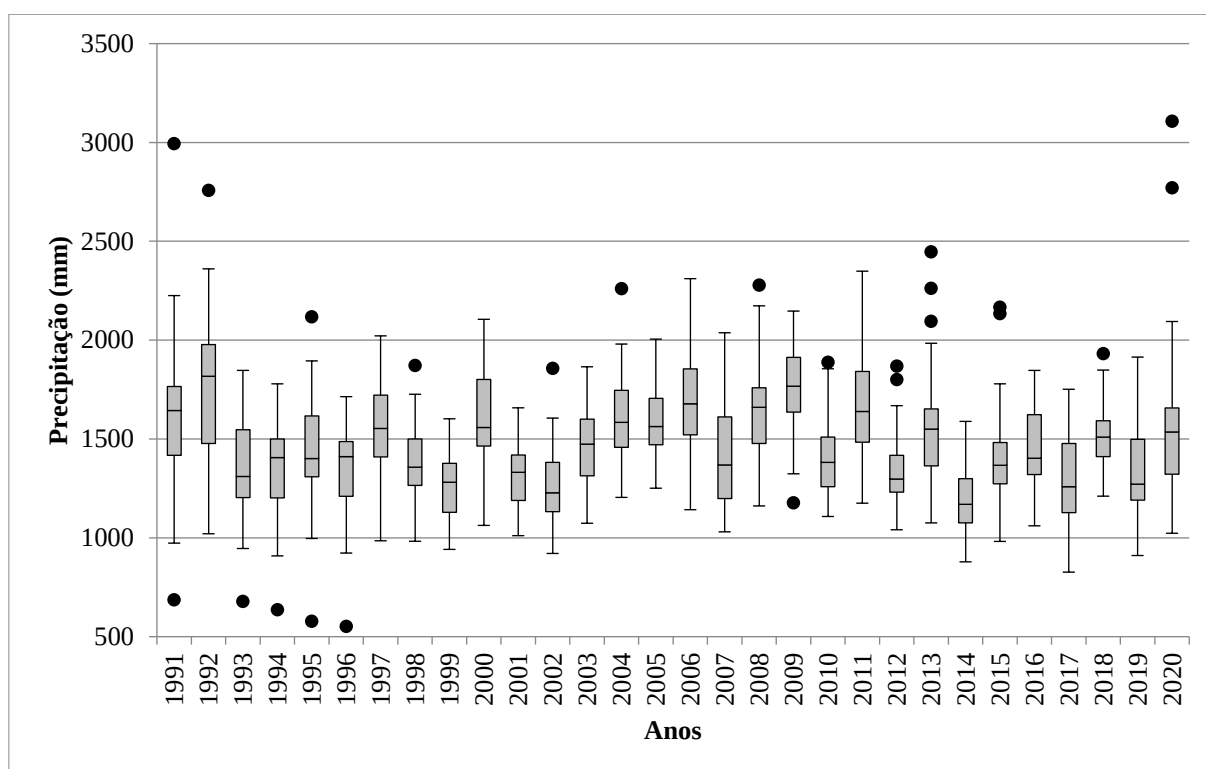
Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Ao visualizar o gráfico, prontamente percebe-se que os volumes de precipitação variaram significativamente na maior parte dos anos. Ao ter-se um ano mais chuvoso, é comum que o ano seguinte se apresente mais seco, e vice-versa. Dos trinta anos analisados, treze apresentaram volumes de chuva superiores à média do período, enquanto em dezessete ocasiões os volumes ficaram abaixo da média. O estabelecimento dessa oscilação da precipitação com desvios consideráveis em relação à média do período vai ao encontro do exposto por Nimer.

[...] O mecanismo atmosférico nas regiões tropicais se caracteriza, sobretudo, por sua notável irregularidade, isto é, sua dinâmica está sujeita a apresentar comportamentos bem distintos quando comparada de um ano para outro. Disto resulta que as precipitações em cada ano estão, conseqüentemente, sujeita a totais bem distintos, podendo se afastar grandemente dos valores *normais*. (Nimer, 1979, p. 295).

Além dos volumes médios de precipitação variarem significativamente de um ano para o outro, foi verificada também uma alta variação entre os registros das estações pluviométricas a cada ano. O gráfico a seguir, do tipo *Box Plot* (figura 9), consegue expressar essa variação, demonstrando-a mais detalhadamente.

Figura 9 – Variação da precipitação anual das estações do TMAP – 1991 a 2020 – *Box Plot*



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Para a geração do gráfico, a amplitude da variação foi dividida em quatro partes, sendo que cada uma delas reuniu 25% das estações. As duas partes centrais, representadas pelos retângulos, corresponderam aos grupos de estações cujos registros foram limitados pela mediana da precipitação; o retângulo superior congregou os dados relativos aos 25% de registros acima da mediana (50% a 75% dos registros mais chuvosos) e o retângulo inferior aos 25% de registros imediatamente abaixo da mediana (25% a 50%). As hastes localizadas acima e abaixo dos retângulos corresponderam, respectivamente, aos 25% das estações que

registraram os menores e os maiores índices pluviométricos. Quanto menor a extensão das hastes e dos retângulos, mais homogêneos foram os registros, ao passo que, quanto maiores as hastes e os retângulos, mais discrepantes foram os registros. Os *outliers*, pontos em preto no gráfico, representam as estações cujos registros são considerados extremos, pois destoaram muito do conjunto de estações no referido ano.

Ao longo da série de anos analisada, o ano de 2001 foi o que apresentou menor variação dos registros entre as estações. Sendo um ano com precipitação média de 1.312,4 mm, portanto, abaixo da média geral do período, os registros das estações variaram de 1.010,9 mm a 1.657,5 mm, resultando em uma amplitude de 646,6 mm. Já o ano com maior desigualdade entre os registros foi o de 1991. Com 1606,1 mm de precipitação, acima da média geral, os registros variaram entre 686,2 mm e 2.994 mm, o que equivale a uma diferença de 2.307,8 mm.

Os *outliers* correspondentes aos registros extremos chuvosos e secos em seus respectivos anos aconteceram 24 vezes, sendo seis delas referentes a baixos volumes totais de precipitação e dezoito vezes a altos volumes totais. Isso demonstra que há uma variação maior e mais frequente entre os valores médios anuais de precipitação e os registros máximos das estações do que em relação aos valores médios e os registros mínimos.

Nesta análise, particularizam-se os anos 1991 e 2013. O primeiro, pelo fato de apresentar discrepâncias tanto mínima quanto máxima em relação ao conjunto de registros. O segundo, pela ocorrência de três registros máximos que destoaram dos registros do restante das estações naquele ano.

5.1 - A classificação anual e estabelecimento dos anos padrão

A variabilidade da precipitação foi considerada e teve sua análise aprofundada para a determinação dos anos padrão e, portanto, o estabelecimento de uma classificação dos anos compreendidos no período da pesquisa. Para Silvestre et al (2013, p. 24)

A técnica de definir os anos do período de estudo em anos padrão é comumente empregada em Climatologia Geográfica. O principal objetivo da técnica é separar anos que apresentem características semelhantes quanto a uma determinada variável, de forma que esses possam ser considerados como um grupo com características semelhantes; e posteriormente eleger um ano padrão para representar cada grupo.

Para tanto, foram aplicadas quatro técnicas de classificação estatística amplamente empregadas em estudos de variabilidade pluvial: um Desvio-padrão em relação à média, *Box*

Plot e percentis, Quantis e a Fórmula de Sturges. Em todas elas, os agrupamentos dos anos foram organizados de modo a apresentarem cinco classes: Muito Seco (MC), Seco (S), Habitual (H), Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC).

A técnica de um Desvio-padrão em relação à média consistiu em, a partir do valor médio da precipitação para o período (1472,5 mm), estabelecer faixas de classificação equivalentes ao desvio-padrão obtido a partir da variabilidade da precipitação ao longo dos trinta anos. O desvio-padrão médio dos valores foi de 137 mm. A primeira classe a ser estabelecida foi a Habitual, determinada por atribuir seu limite máximo em meio desvio-padrão acima da média e seu limite mínimo em meio desvio-padrão abaixo da média. A classe Chuvoso teve sua amplitude variando entre meio desvio-padrão acima da média e um desvio-padrão acima da média. A classe Seco teve sua amplitude variando entre meio desvio-padrão abaixo da média e um desvio-padrão abaixo da média. Portanto, a classe Muito Chuvoso compreendeu os valores superiores a um desvio-padrão acima da média e a classe Muito Seco os valores inferiores a um desvio-padrão abaixo da média (tabela 3).

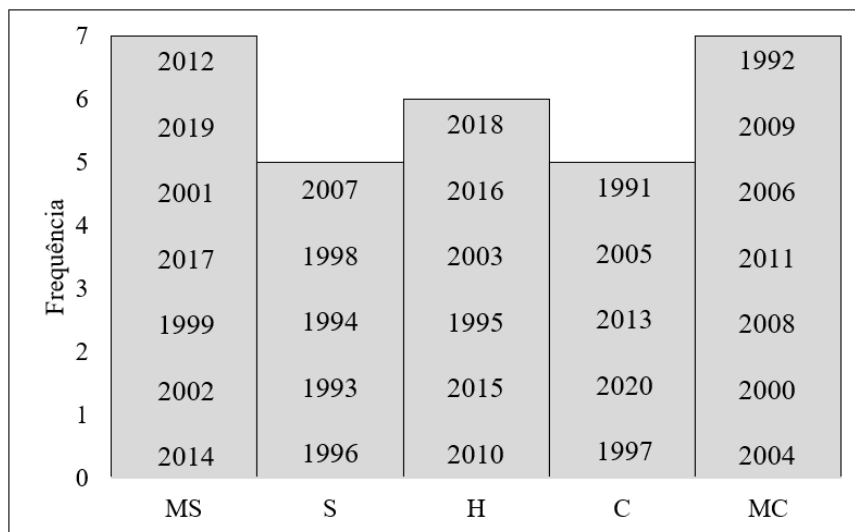
Tabela 3 – Distribuição de frequências da precipitação – técnica do Desvio-padrão

Definição das classes de frequência	Intervalos de classe	Amplitude %	Freq. Obs. f_i	Freq. Rel. %
$\text{Min} \leq \text{MS} < \text{média} - \text{dp}$	[1174,4;1267)	26,5	7	23,3
$\text{Média} - \text{dp} \leq \text{S} < \text{média} - \frac{1}{2}\text{dp}$	[1267;1404)	11,3	5	16,7
$\text{Média} - \frac{1}{2}\text{dp} \leq \text{H} < \text{média} + \frac{1}{2}\text{dp}$	[1404;1541)	22,6	6	20
$\text{Média} + \frac{1}{2}\text{dp} \leq \text{C} < \text{média} + \text{dp}$	[1541;1678)	11,3	5	16,7
$\text{Média} + \text{dp} \leq \text{MC} \leq \text{max}$	[1678;1781,9]	28,4	7	23,3
Total		100	30	100

Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

A utilização da técnica do Desvio-padrão não se mostrou aplicável para um bom estabelecimento dos anos padrão da precipitação no TMAP. As colunas referentes aos valores extremos, Muito Seco e Muito Chuvoso, foram as que concentraram a maior quantidade de anos, justamente o oposto do que era esperado. Apesar de simétrica e achatada, a curva de distribuição apresentou duas mudanças de direção, indicando a não adequação da técnica (figura 10).

Figura 10 – Histograma de frequência e distribuição dos anos em cada classe de precipitação – técnica do Desvio-padrão



Org.: Rogério Fonseca.

A técnica do *Box Plot* e percentis baseou-se em uma combinação das duas classificações. Primeiramente, a amplitude de 607,5 mm de precipitação resultante da diferença entre o ano mais chuvoso e o mais seco foi dividida em quartis, chegando-se ao *Box Plot*. Nesse estágio, teve-se uma divisão da variação dos registros anuais de chuva em quatro classes, cada uma equivalente a 25% da amplitude. Para se obter a classificação desejada em cinco categorias, usualmente empregada em estudos climatológicos para a definição de anos padrão, procedeu-se à uma reorganização das classes, que passaram de quatro para cinco, bem como de seus limites. Seguiu-se os procedimentos de Galvani e Luchiari (2012) e, no primeiro quartil, foi inserido um percentil de 5% para englobar os anos com os extremos mínimos de chuva. O mesmo foi realizado com o quarto quartil, inserindo-se o percentil 95%, para identificar os anos com extremos máximos de chuva. O segundo e o terceiro quartil foram unidos e passaram a formar uma única classe intermediária, correspondente a 50% da amplitude. As classes, seus limites, as amplitudes e a classificação dos anos são apresentadas na tabela 4.

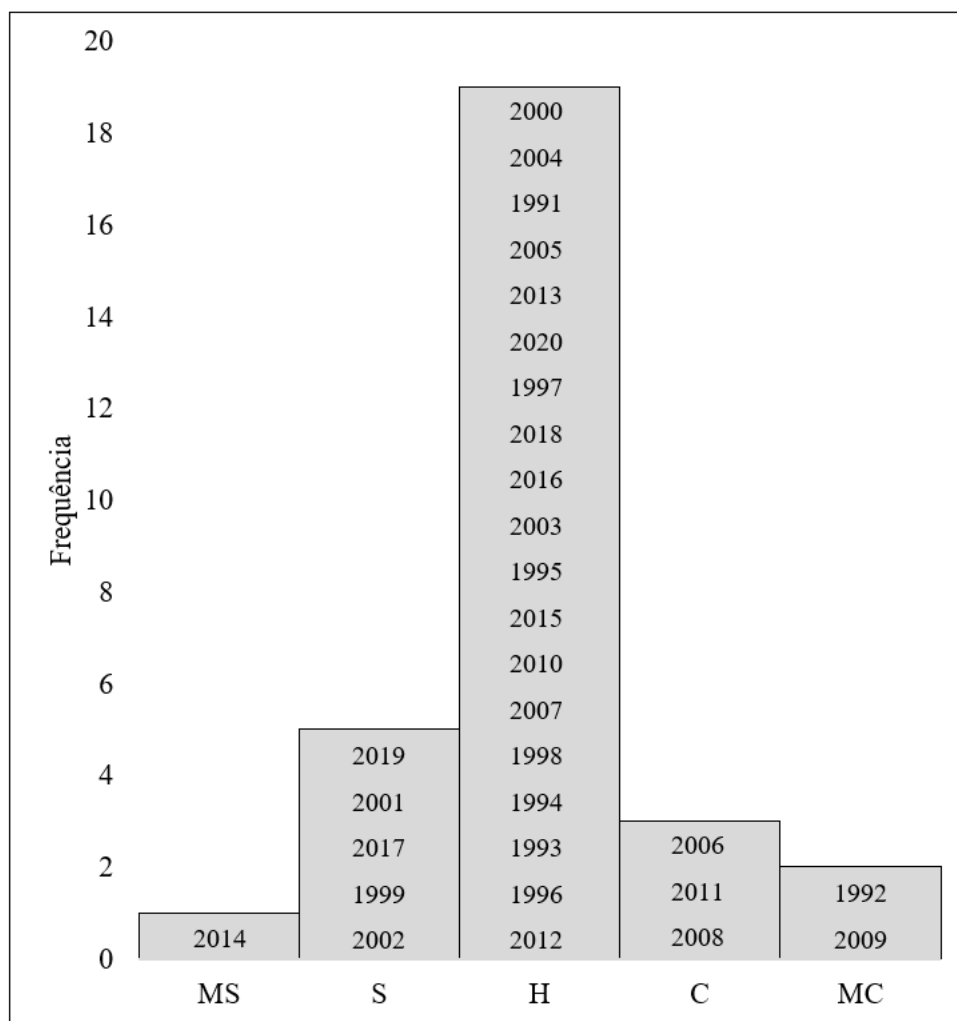
Tabela 4 – Distribuição das frequências da precipitação – técnica do *Box Plot* e percentis

Definição das classes de frequência	Intervalos de classe	Amplitude %	Freq. Obs. f_i	Freq. Rel. %
$\text{Min} \leq \text{MS} < \text{P5} = [\text{min a P5})$	[1174,4;1204,8)	5	1	3,3
$\text{P5} \leq \text{S} < \text{P25} = [\text{P5 a P25})$	[1204,8;1326,3)	20	5	15,7
$\text{P25} \leq \text{H} < \text{P75} = [\text{P25 a P75})$	[1326,6;1630)	50	19	63,3
$\text{P75} \leq \text{C} < \text{P95} = [\text{P75 a P95})$	[1530;1751,5)	20	3	10
$\text{P95} \leq \text{MC} \leq \text{max} = [\text{P95 a max}]$	[1751,5;1781,9]	5	2	6,7
Total		100	30	100

Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Como se pode notar, a distribuição dos anos entre as classes teve uma frequência observada diferente da frequência esperada. A classe Habitual, que compreende a faixa de 50% da amplitude da precipitação, tinha como previsão uma concentração de 50% dos anos; mas concentrou 63,3%. A classe Chuvoso, em que se esperava uma concentração de 20% dos anos registrou a metade disso, 10%. A técnica apresentou grande desproporcionalidade entre as classes e assimetria da curva de distribuição das frequências, além de um aspecto mais alongado devido à alta concentração de frequências na classe Habitual (figura 11).

Figura 11 – Histograma de frequência e distribuição dos anos em cada classe de precipitação – técnica do *Box Plot* e percentis



Org.: Rogério Fonseca.

A técnica dos Quantis consistiu em considerar a amplitude da precipitação entre o ano mais seco e mais chuvoso e estabelecer percentis como limites das classes. Seguindo o estudo de Xavier (2001), teve-se as seguintes classes: P15 para Muito Seco, P35 para Seco, P65 para Habitual, P85 para Chuvoso e acima de P85 para Muito Chuvoso (tabela 5).

Esta técnica tende a distribuir as frequências de forma mais simétrica, pois a amplitude entre as classes varia menos. As classes extremas (Muito Seco e Muito Chuvoso) abarcam 15% da amplitude cada uma e a classe intermediária (Habitual) corresponde a 30% da amplitude. Logo, é esperado que a quantidade de anos distribuídos na classe central seja por volta do dobro da quantidade de anos das classes alocadas em cada uma das faixas extremas.

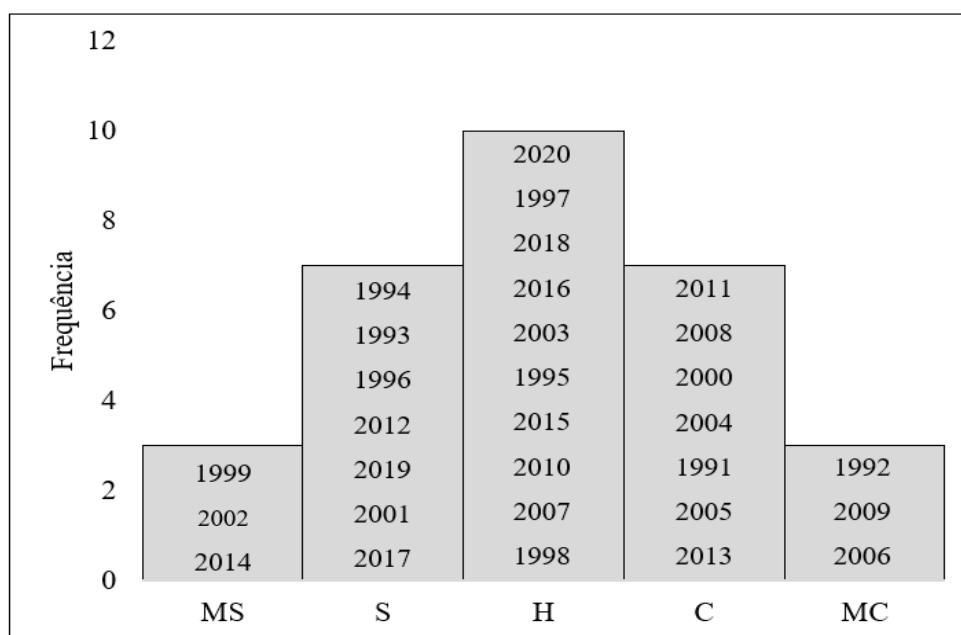
Tabela 5 – Distribuição das frequências da precipitação – técnica dos Quantis

Definição das classes de frequência	Intervalos de classe	Amplitude %	Freq. Obs. f_i	Freq. Rel. %
$\text{Min} \leq \text{MS} < \text{P15} = [\text{min a P15})$	[1174,4;1265,5)	15	3	10
$\text{P15} \leq \text{S} < \text{P35} = [\text{P15 a P35})$	[1265,5;1387)	20	7	23,33
$\text{P35} \leq \text{H} < \text{P65} = [\text{P35 a P65})$	[1387;1569,2)	30	10	33,33
$\text{P65} \leq \text{C} < \text{P85} = [\text{P65 a P85})$	[1569,2;1690,7)	20	7	23,33
$\text{P85} \leq \text{MC} \leq \text{max} = [\text{P85 a max}]$	[1690,7;1781,9]	15	3	10
Total		100	30	100

Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

A distribuição das frequências dos anos em suas respectivas classes de precipitação apontou haver uma modesta variação em relação à amplitude. As frequências se mostraram menores do que o esperado nas classes extremas e ligeiramente maiores nas três classes centrais. A técnica resultou em uma curva de distribuição simétrica e mais achatada, como pode ser visto no histograma (figura 12).

Figura 12 – Histograma de frequência e distribuição dos anos em cada classe de precipitação – técnica dos Quantis



Org.: Rogério Fonseca.

A classificação dos anos segundo a Fórmula de Sturges foi aplicada procedendo-se o cálculo da quantidade de classes ideal para representar a variabilidade da precipitação pelo período de trinta anos. O resultado apontado foi de 5,9 classes, que, arredondado, foi definido em 6 classes. Como a classificação adotada nesta pesquisa requer o estabelecimento de cinco classes, a amplitude da precipitação foi dividida em seis partes, sendo que as duas centrais foram unidas para compor a faixa correspondente à pluviosidade Habitual. As duas faixas intermediárias representaram, então, as classes Chuvoso e Seco, e, as duas faixas extremas as classes Muito Chuvoso e Muito Seco. Dessa forma, obteve-se a seguinte distribuição de frequências (tabela 6).

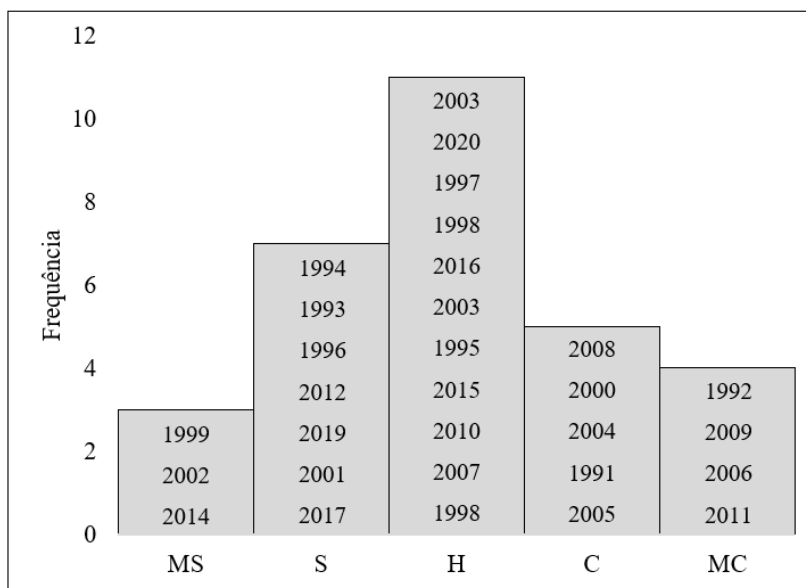
Tabela 6 – Distribuição das frequências da precipitação – técnica da Fórmula de Sturges

Classes de frequência	Intervalos de classe	Amplitude %	Freq. Obs. f_i	Freq. Rel. %
MS	[1174,4;1275,6)	16,66	3	10
S	[1275,6;1376,9)	16,66	7	23,33
H	[1376,9;1579,4)	33,33	11	36,66
C	[1579,4;1680,6)	16,66	5	16,66
MC	[1680,6;1781,9]	16,66	4	13,33
Total		100	30	100

Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

O emprego dessa técnica de classificação demonstrou ocorrer uma concentração da frequência da precipitação em volumes contidos nas três classes centrais. Nas classes Seco e Habitual, a frequência relativa, ou seja, a porcentagem de anos agrupados nessas classes, foi superior à amplitude relativa da precipitação. Já as classes extremas, Muito Seco e Muito Chuvoso, concentraram uma frequência relativa menor do que suas respectivas faixas de amplitude relativa. A classe Chuvoso registrou frequência relativa exatamente igual à frequência relativa da amplitude. A curva de distribuição apresenta o aspecto assimétrico das frequências (figura 13).

Figura 13 – Histograma de frequência e distribuição dos anos em cada classe de precipitação – técnica da Fórmula de Sturges



Org.: Rogério Fonseca.

As quatro técnicas de obtenção de anos padrão revelaram diferentes níveis de aplicabilidade ao TMAP. A técnica de um Desvio-padrão, considerando-se os parâmetros selecionados para o estabelecimento dos limites das classes, foi a que apresentou a menor condição de ser adotada. Apesar da sucessão dos anos comprovar que a alternância entre registros mais secos e mais chuvosos é uma realidade no TMAP, as classes extremas foram as que concentraram a maior parte dos anos, quando, na verdade, deveriam concentrar as menores quantidades por se tratar de eventos excepcionais. A classe Habitual, que deveria reunir a maior quantidade de registros, ficou com menos anos, que, desta forma, estaria mais próxima de ser encarada como excepcional do que habitual, como o próprio nome sugere.

A técnica do *Box Plot* e percentis, assim como a anterior, também obteve um resultado comprometido, mas, dessa vez, pelo motivo inverso. A classe Habitual congregou uma quantidade excessiva de anos, ao passo que as classes extremas ficaram sub-representadas. A classe Muito Chuvoso reuniu dois anos e a Muito Seco apenas um ano.

Para a determinação de anos padrão para a região do TMAP as técnicas mais aplicáveis foram a dos Quantis e a da Fórmula de Sturges. Ambas apresentaram uma boa distribuição dos volumes anuais de chuva entre as classes, com a quantidade maior de registros na classe central (Habitual), quantidades moderadas nas classes intermediárias (Chuvoso e Seco) e quantidades menores nas classes extremas (Muito Chuvoso e Muito Seco). A técnica dos Quantis se destaca pela simetria entre as classes e a da Fórmula de Sturges por uma leve assimetria concentrada na direção da classe Seca. Por este motivo, o presente estudo considera que a técnica da Fórmula de

Sturges é a mais adequada para a determinação dos anos padrão em relação à precipitação na região, pois corrobora com uma das primeiras observações estatísticas apresentadas: a verificação de uma quantidade maior (17) de registros médios anuais da precipitação abaixo da média geral do período (1472,5 mm) do que acima da média (13).

A comparação entre os resultados das quatro técnicas pode ser visualizada na figura 14.

Figura 14 – Resultado comparativo de diferentes técnicas de classificação para a precipitação média no TMAP – 1991 a 2020

Ano	DP	Box Plot	Quantil	Sturges	Precip. (mm)	Moda
1991	MC	H	C	C	1606,1	MC
1992	MC	MC	MC	MC	1781,9	MC
1993	S	H	S	S	1350,6	S
1994	S	H	S	S	1372,8	S
1995	H	H	H	H	1428,4	H
1996	S	H	S	S	1349,1	H
1997	C	H	H	H	1553,9	H
1998	S	H	H	H	1396,7	H
1999	MS	S	MS	MS	1255,4	MS
2000	MC	H	C	C	1622,6	C
2001	MS	S	S	S	1312,4	S
2002	MS	S	MS	MS	1248,1	MS
2003	H	H	H	H	1455,7	H
2004	MC	H	C	C	1613,1	C
2005	C	H	C	C	1581,5	C
2006	MC	C	MC	MC	1704,0	MC
2007	S	H	H	H	1397,9	H
2008	MC	C	C	C	1658,1	C
2009	MC	MC	MC	MC	1760,6	MC
2010	H	H	H	H	1417,1	H
2011	MC	C	C	MC	1682,0	C
2012	MS	H	S	S	1331,9	S
2013	C	H	C	H	1571,6	H
2014	MS	MS	MS	MS	1174,4	MS
2015	H	H	H	H	1422,5	H
2016	H	H	H	H	1459,4	H
2017	MS	S	S	S	1286,9	S
2018	H	H	H	H	1507,9	H
2019	MS	S	S	S	1318,5	S
2020	C	H	H	H	1555,5	H
	17	19	29	29	Total de igualdade entre a classe e a moda	

Org.: Rogério Fonseca.

Além de poder comparar a classificação anual em cada método, foi gerada uma coluna resultante da maior quantidade de repetições de uma mesma classe em cada ano, por meio do estabelecimento da moda. Dos trinta anos, dois apresentaram empate. Nesses casos, optou-se

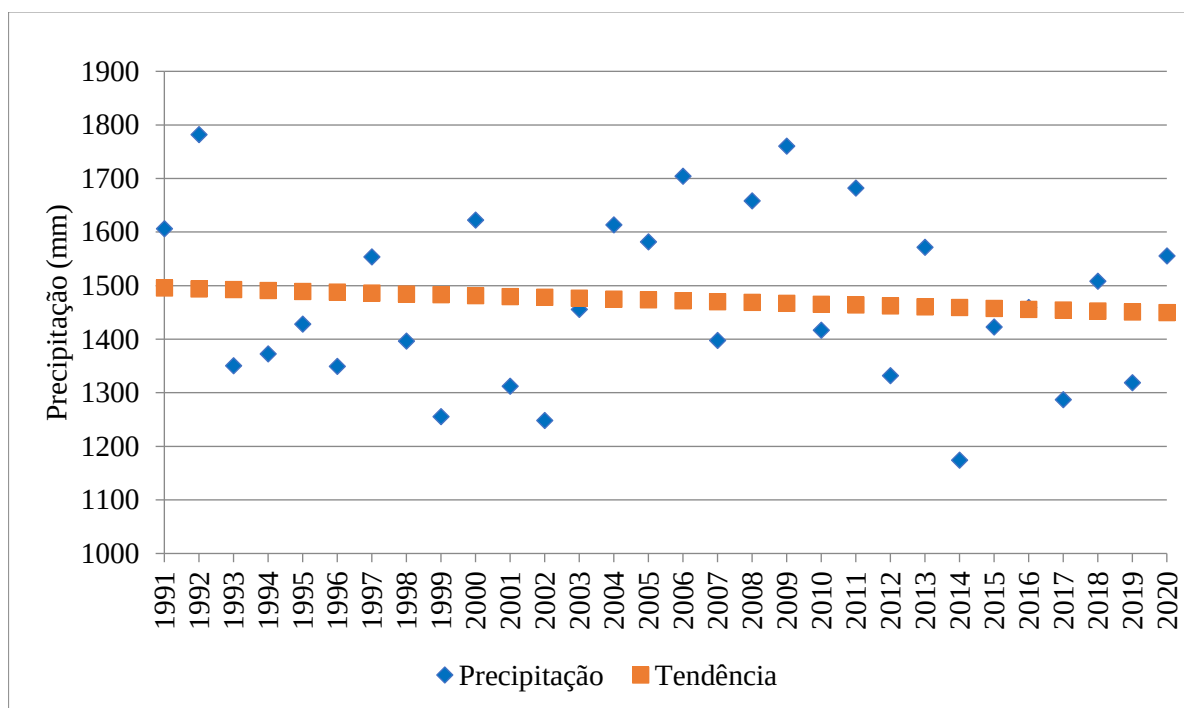
pela classe que mais se aproximou da classe Central (2011: entre Muito Chuvoso e Chuvoso, prevaleceu Chuvoso; 2013: entre Chuvoso e Habitual, prevaleceu Habitual).

Na parte inferior do gráfico, consta a somatória de vezes que as classes de cada método repetiram a classe da Moda. A técnica de um Desvio-padrão repetiu 17 vezes, a do *Box Plot* e percentis 19 vezes e as dos Quantis e da Fórmula de Sturges 29 vezes, sendo as que mais se pareceram com os resultados da síntese. Dessa forma, o método adotado na pesquisa para o estabelecimento dos anos padrão foi o que teve a maior quantidade de coincidências com a moda, considerando-se todos os quatro métodos comparados. Assim, a Fórmula de Sturges prevaleceu sobre o método dos Quantis por apresentar assimetria das classes direcionada à classe Seco, visto que a tendência das chuvas anuais indica a redução da pluviosidade.

5.2 - A tendência da precipitação anual

Para compreender de forma sintética o que representa a variabilidade pluvial verificada ao longo do recorte temporal delimitado nesta pesquisa, procedeu-se à análise da tendência dos valores anuais médios de precipitação registrados pelo conjunto das estações meteorológicas situadas no TMAP (figura 15).

Figura 15 – Tendência e distribuição da precipitação média anual no TMAP – 1991-2020



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Ao observar a linha de regressão linear plotada no gráfico da figura 15, percebe-se o estabelecimento de uma tendência negativa, ou seja, de diminuição dos valores médios anuais de chuva. O gráfico e a tabela (tabela 7) de dispersão e tendência da precipitação foram gerados a partir do suplemento “Análise de Dados” de “Regressão” do *software* Excel 2016.

Tabela 7 – Dispersão e tendência da precipitação no TMAP – 1991 a 2020

<i>Ano</i>	<i>Tendência</i>	<i>Precipitação</i>	<i>Resíduo</i>
1991	1495,58	1606,1	110,55
1992	1493,99	1781,9	287,91
1993	1492,41	1350,6	-141,78
1994	1490,82	1372,8	-118,00
1995	1489,23	1428,4	-60,87
1996	1487,64	1349,1	-138,58
1997	1486,05	1553,9	67,81
1998	1484,46	1396,7	-87,72
1999	1482,87	1255,4	-227,47
2000	1481,28	1622,6	141,28
2001	1479,70	1312,4	-167,26
2002	1478,11	1248,1	-229,98
2003	1476,52	1455,7	-20,86
2004	1474,93	1613,1	138,17
2005	1473,34	1581,5	108,14
2006	1471,75	1704,0	232,21
2007	1470,16	1397,9	-72,22
2008	1468,57	1658,1	189,49
2009	1466,99	1760,6	293,64
2010	1465,40	1417,1	-48,35
2011	1463,81	1682,0	218,17
2012	1462,22	1331,9	-130,34
2013	1460,63	1571,6	110,96
2014	1459,04	1174,4	-284,68
2015	1457,45	1422,5	-35,00
2016	1455,86	1459,4	3,50
2017	1454,28	1286,9	-167,35
2018	1452,69	1507,9	55,23
2019	1451,10	1318,5	-132,59
2020	1449,51	1555,5	105,97

Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

A tabela 7 exhibe de forma mais detalhada a variabilidade da precipitação em relação à tendência geral do período, com seus respectivos valores. Além disso, em sua última coluna,

traz o valor do resíduo, que é a diferença entre a precipitação verificada e a tendência para cada ano.

O estabelecimento da regressão linear apontou que a variabilidade da precipitação tem apresentado uma tendência de diminuição ao longo das três décadas analisadas, da ordem de 1,588 mm por ano. O ponto início da reta, referente ao ano de 1991, está em 1495,58 mm enquanto o ponto final, correspondente a 2020, alcança 1449,51 mm. Portanto, tem-se para o período uma diminuição dos volumes anuais de precipitação de 46,07 mm

Quanto aos resíduos, os valores positivos correspondem aos anos em que os volumes de precipitação verificados foram maiores do que os previstos como tendência; e os valores negativos se relacionam aos anos em que a precipitação anual verificada ficou abaixo do esperado, pelo comportamento geral dos dados. Logo, dezesseis anos registraram volumes de chuva abaixo do esperado e quatorze anos acumularam volumes acima dessa tendência.

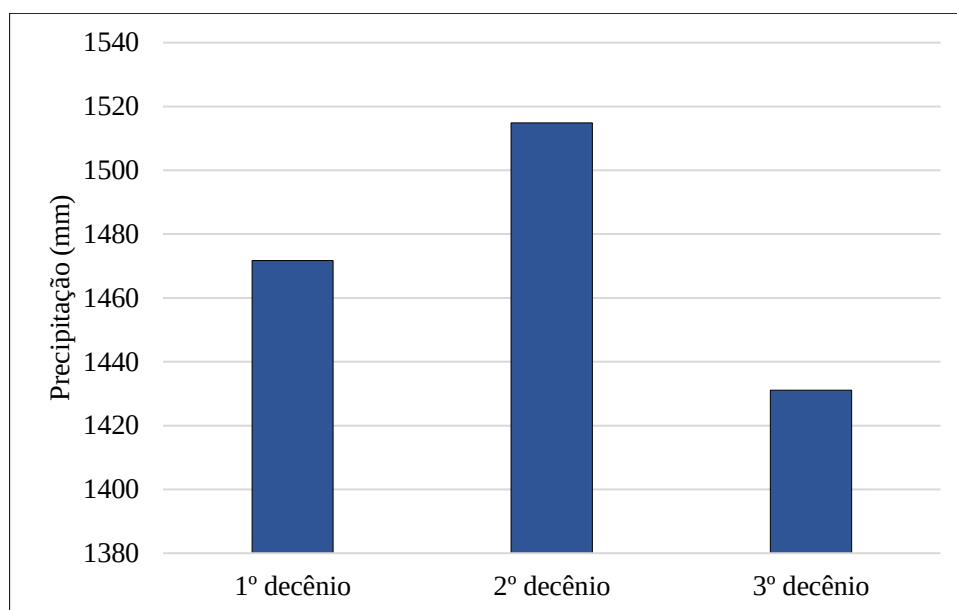
O ano que mais se afastou da tendência foi 2009. Com um registro 1760,6 mm de precipitação e tendência de 1466,99 mm, gerou um resíduo positivo de 293,64 mm. O ano mais chuvoso da série histórica, 1992, e o mais seco, 2014, tiveram, respectivamente, o segundo e o terceiro maior resíduo. Em relação a 1992, a precipitação de 1781,9 mm e a tendência de 1493,99 mm geraram um resíduo de 287,91 mm. Já o ano de 2014, com precipitação de 1174,4 mm e tendência de 1459,04 mm, o resíduo foi de -284,68 mm.

Os anos com registros pluviométricos mais próximos à tendência foram 2016, com precipitação de 1459,4 mm, tendência de 1455,86 mm e resíduo de 3,50 mm; e 2003, com 1455,7 mm de precipitação, tendência de 1476,52 mm e resíduo de -20,86 mm.

Apesar da dispersão dos volumes anuais de precipitação revelar uma grande oscilação em relação à tendência, a partir do ano de 2010 passou a prevalecer alturas mais baixas da precipitação, em comparação com os anos anteriores.

A setorização do recorte temporal em décadas indicou uma oscilação irregular do volume anual médio de precipitação em cada período de dez anos (figura 16). O primeiro decênio (1991 a 2000) registrou uma média de precipitação de 1471,4 mm, seguido por uma elevação para 1514,8 mm no segundo decênio (2001 a 2010) e uma queda para 1431,0 mm no terceiro decênio (2011 a 2020). Portanto, a última década representou uma diminuição dos valores médios anuais da precipitação da ordem de 83,8 mm em relação à anterior e de 40,4 mm em comparação com a primeira década.

Figura 16 – Volume anual médio da precipitação por decênios no TMAP – 1991 a 2000, 2001 a 2010 e 2011 a 2020



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Com base nas médias anuais de precipitação e sua variabilidade no decorrer dos trinta anos observados nesta pesquisa, percebe-se uma oscilação considerável dos volumes anuais em relação à média geral do período. Os ensaios estatísticos indicam que tal variação aponta para uma tendência de diminuição dos volumes anuais médios de chuva na região do TMAP. Muito se deve, principalmente, ao impacto gerado pelos baixos volumes de chuva registrados na última década.

De acordo com o estabelecimento dos anos padrão, no terceiro decênio não ocorreu nenhum ano considerado Muito Chuvoso e apenas em uma oportunidade (2011) houve um ano classificado como Chuvoso. Por outro lado, verificou-se a prevalência de anos considerados habituais a secos. Foram cinco os anos com precipitação Habitual (2013, 2015, 2016, 2018 e 2020), três os anos Secos (2012, 2017 e 2019) e um ano Muito Seco, em 2014, o mais árido do recorte temporal da pesquisa.

A partir do próximo capítulo, a análise da variabilidade da precipitação no TMAP passa a ser apresentada em recortes temporais mais curtos, com foco em sua distribuição sazonal, mensal e diária.

6 – VARIABILIDADE SAZONAL, MENSAL E DIÁRIA DA PRECIPITAÇÃO NO TMAP

A variação anual da precipitação no TMAP é sempre uma possibilidade; a pluviometria registrada em um ano pode variar significativamente ou não no ano seguinte. Já a sua oscilação ao longo do ano é uma certeza e exige maior atenção, pois influencia mais diretamente o ritmo de vida dos habitantes.

Na região, tem-se o estabelecimento de duas estações distintas quanto à ocorrência das chuvas, um período de seca e outro de estiagem, que revezam entre si ano após ano, mas que podem manifestar alterações em seus respectivos tempos de duração e intensidade pluviométrica. A maior duração ou intensidade das estiagens pode provocar o racionamento de água aos moradores e comprometer as atividades agrícolas, como o atraso do plantio e a diminuição da produtividade. Já o prolongamento ou intensificação das chuvas é capaz de atrapalhar as colheitas, destruir plantações e gerar uma série de impactos hidrológicos sobre as populações, como danos às infraestruturas urbanas e perda de vidas.

6.1 – Delimitação e análise das estações seca e chuvosa no TMAP

A delimitação dos períodos seco e chuvoso no TMAP baseou-se no Balanço Hídrico Climatológico, disponibilizado pelo Sistema de Suporte à Decisão Agropecuária (SISDAGRO) do INMET. Estabeleceu-se que período seco começaria no mês em que se verificasse o início da retirada de água do solo, durando até o começo do período chuvoso, correspondente ao mês em que se percebesse o início da reposição de água no solo. Deste modo, foram analisados os onze balanços hídricos que o INMET produz para a região, sendo sete gerados a partir de estações automáticas (A) e quatro de estações convencionais (C) (anexos de A a L).

Além dos gráficos, o SISDAGRO gera tabelas com os valores mensais das variáveis precipitação, temperatura média, evapotranspiração real, evapotranspiração de referência, armazenamento, alteração de armazenamento, déficit hídrico e excedente hídrico (anexos de A a L). Este detalhamento dos balanços hídricos colaborou para determinar a duração dos períodos seco e chuvoso. Cada estação pode, portanto, ter seus períodos de sazonalidade da precipitação organizados e comparados, de modo a se conhecer a sazonalidade geral da precipitação para a região do TMAP (quadro 2).

Quadro 2 – Identificação dos meses de início dos períodos seco (retirada) e chuvoso (reposição)

Estação	Tipo	Retirada	Déficit	Reposição	Excesso
Araxá	A	Abril	Abril	Novembro	Dezembro
Araxá	C	Abril	Abril	Outubro	Dezembro
Campina Verde	A	Abril	Abril	Outubro	Dezembro
Conceição das Alagoas	A	Abril	Abril	Novembro	Dezembro
Ituiutaba	A	Abril	Abril	Novembro	Dezembro
Ituiutaba	C	Abril	Abril	Novembro	Dezembro
Patos de Minas	C	Abril	Abril	Novembro	Novembro
Patrocínio	A	Abril	Abril	Novembro	Dezembro
Sacramento	A	Abril	Abril	Outubro	Novembro
Uberaba	C	Abril	Abril	Novembro	Dezembro
Uberlândia	A	Abril	Abril	Novembro	Dezembro

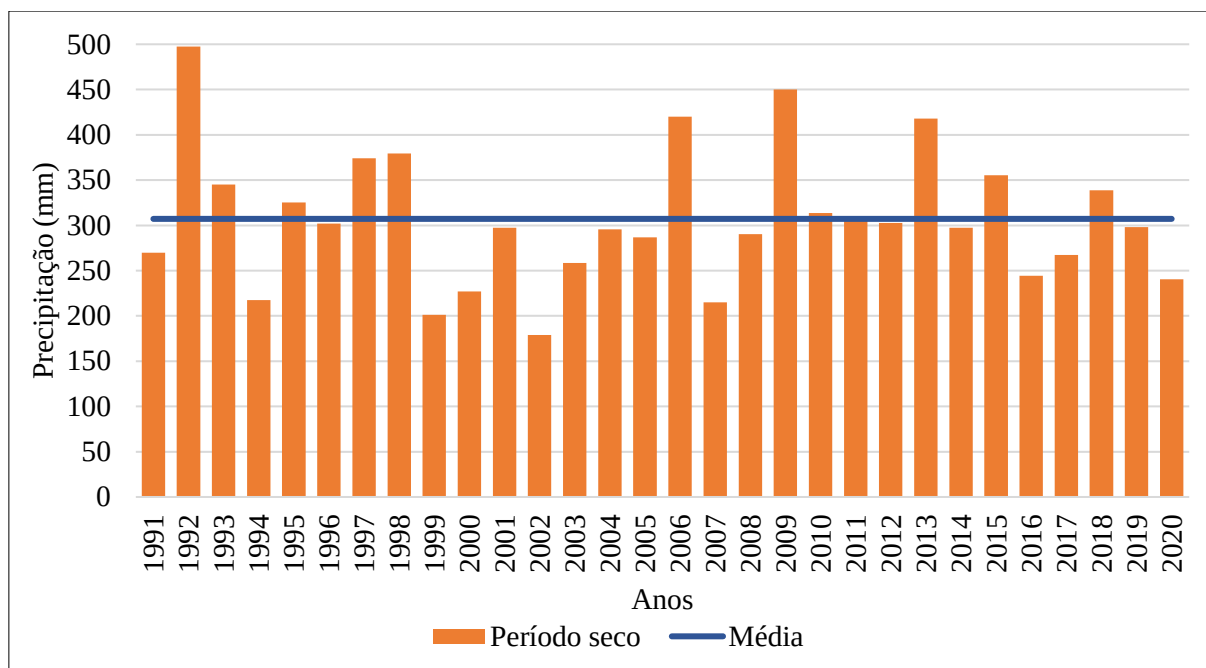
Fonte: INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

De acordo com os balanços hídricos gerados, todas as estações têm no mês de abril o início da retirada de água do solo e, portanto, o início do período seco. Quanto ao período chuvoso, a referência foi o início da reposição. Três estações iniciam a reposição no mês de outubro e oito no mês de novembro. Dessa forma, como sazonalidade geral da precipitação no TMAP, foi fixado o intervalo de novembro a março como período chuvoso e abril a outubro como período seco.

Considerando os dados médios das 41 estações pluviométricas localizadas no interior do TMAP e os intervalos mensais definidos, a região obteve uma média de 307,2 mm de chuva para o período seco e 1150,3 mm para o chuvoso. Para o período seco, foram somados os valores da precipitação média mensal registrados entre abril e outubro de cada ano. Para o período chuvoso, foram somados os valores médios mensais de precipitação de novembro e dezembro de um ano com janeiro, fevereiro e março do ano seguinte, pois este intervalo compreende um único período chuvoso. O período chuvoso de 1991 demonstra valores subestimados da precipitação, visto que os meses de novembro e dezembro de 1990 se encontram fora do recorte temporal da pesquisa e não tiveram seus registros coletados.

A pluviometria do período seco (figura 17) teve seu maior registro no ano de 1992 com 497,4 mm, que, por sinal, foi também o mais chuvoso dos trinta anos analisados. O ano com o menor registro dentre a estação seca foi 2002 com 178,9 mm, um ano considerado seco em relação às chuvas de janeiro a dezembro. A amplitude entre os anos com maior e menor pluviometria durante o período seco foi da ordem de 318,5 mm. Entre 1991 e 2020, por dezoito vezes o volume da precipitação ficou abaixo da média de 307,2 mm e em doze ocasiões superou a média do período.

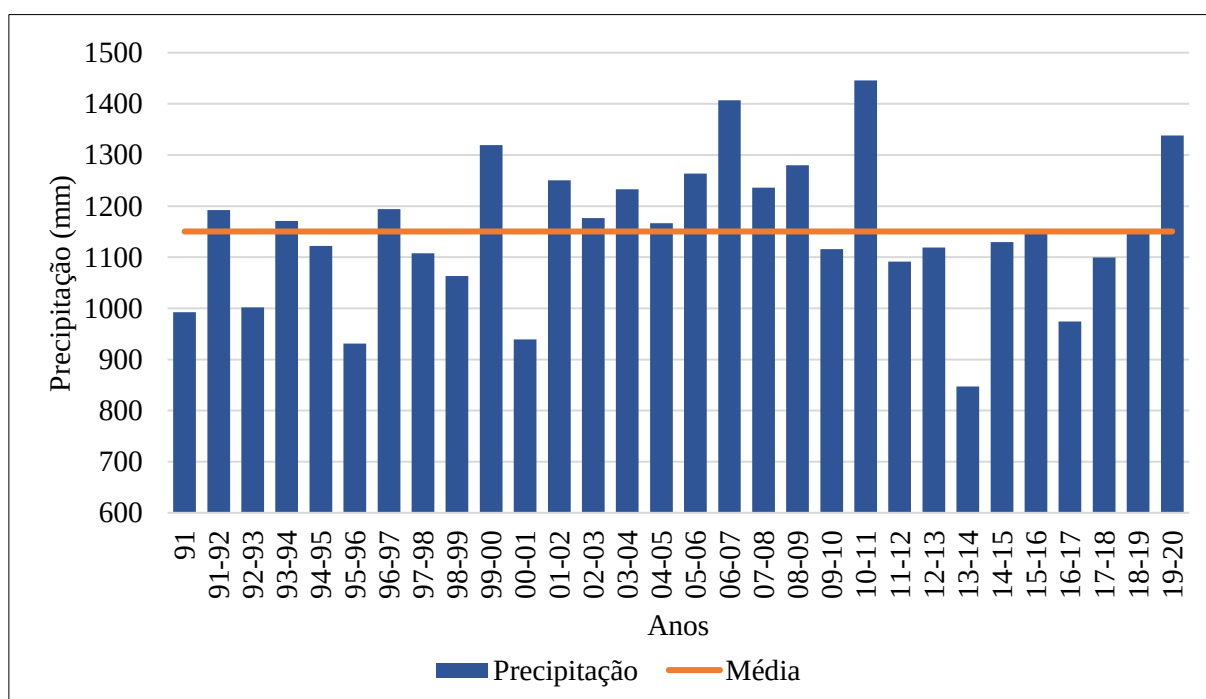
Figura 17 – Variabilidade da precipitação durante o período seco – abril a outubro



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

A pluviometria do período chuvoso (figura 18) teve seu maior registro na temporada 2010-2011 com 1445,5 mm, puxado, principalmente, pelas abundantes chuvas de janeiro e março de 2011, que foi classificado como um ano Chuvoso.

Figura 18 – Variabilidade da precipitação durante o período chuvoso – dezembro a março



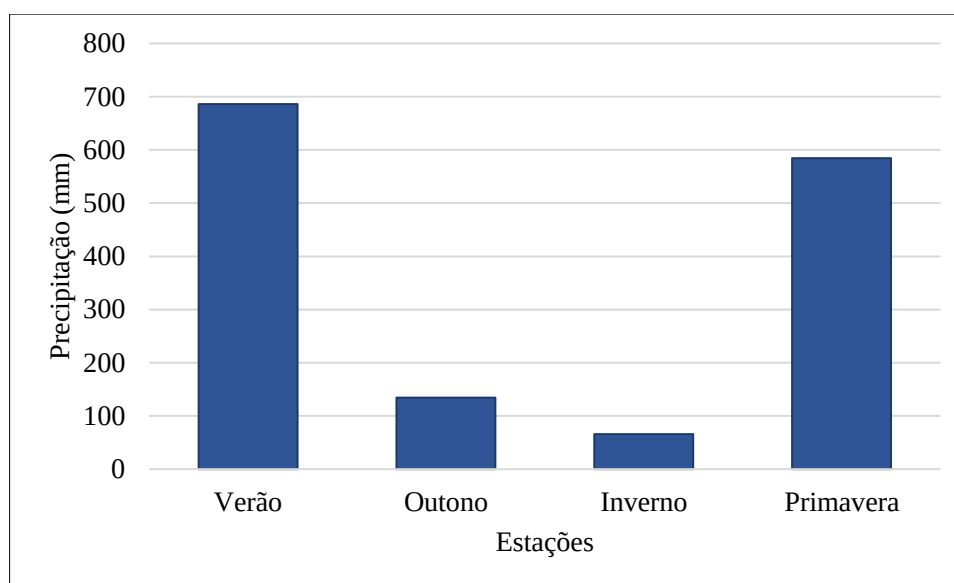
Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

A temporada com o menor registro dentre a estação chuvosa foi 2013-2014 com 847,0 mm, devido aos baixos volumes pluviais registrados entre janeiro e março de 2014, que foi classificado como um ano Muito Seco em relação às chuvas de janeiro a dezembro, o mais seco dos trinta anos analisados. A amplitude entre os anos com maior e menor pluviometria durante o período chuvoso foi da ordem de 598,5 mm. No decorrer das três décadas analisadas na pesquisa, por quinze vezes o volume da precipitação ficou abaixo da média de 1150,3 mm e em outras quinze ocasiões superou a média do período.

6.2 – Análise da variabilidade sazonal da precipitação no TMAP

As estações do ano também configuram recortes temporais em que se observa grande variabilidade da precipitação. No TMAP, distingue-se a existência de duas estações chuvosas e duas secas (figura 19).

Figura 19 – Distribuição da precipitação média anual pelas estações do ano – 1991 a 2020



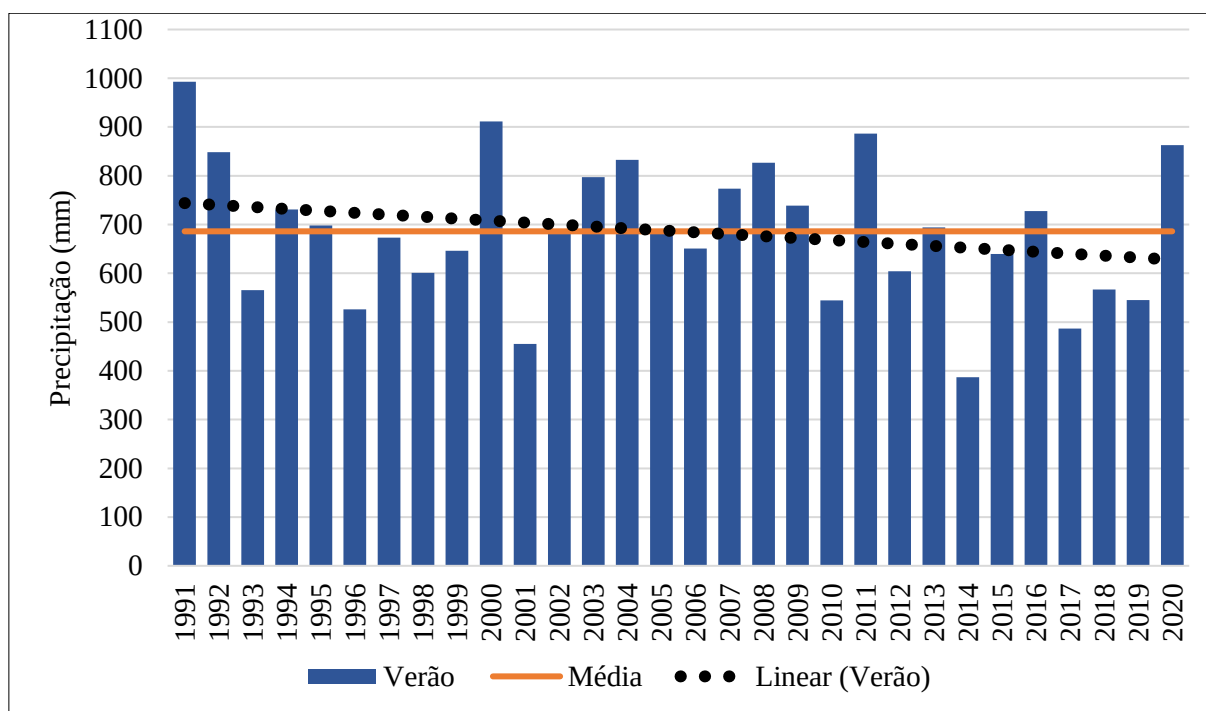
Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

O verão é a estação que alcança a maior volume de precipitação; no período observado nesta pesquisa, sua pluviometria média foi de 686,1 mm. Em seguida, com volume um pouco menor, aparece a primavera com 584,5 mm. O outono registra, em média, 134,6 mm e o inverno 66,1 mm. Em relação à participação de cada estação no volume anual médio de precipitação, que é de 1471,3 mm, o verão detém 46,63% das chuvas anuais, a primavera 39,73%, o outono

9,15% e o inverno responde por 4,49%. Juntas, as duas estações mais chuvosas somam 86,36% das chuvas e as mais secas 13,64%.

A oscilação dos índices pluviométricos durante o verão resultou em uma amplitude de 605,5 mm entre o verão mais chuvoso (1991) e o mais seco (2014), sendo que 1991 foi um ano classificado como Chuvoso e 2014 como Muito Seco. Nos trinta anos analisados, quinze verões registraram chuvas acima da média (686,05 mm) e quinze abaixo do índice. A tendência calculada para o verão indica uma diminuição anual das chuvas de 3,99 mm, tendo iniciado em 743,99 mm em 1991 e chegando a 628,12 mm em 2020, uma diminuição de 115,87 mm em trinta anos (figura 20).

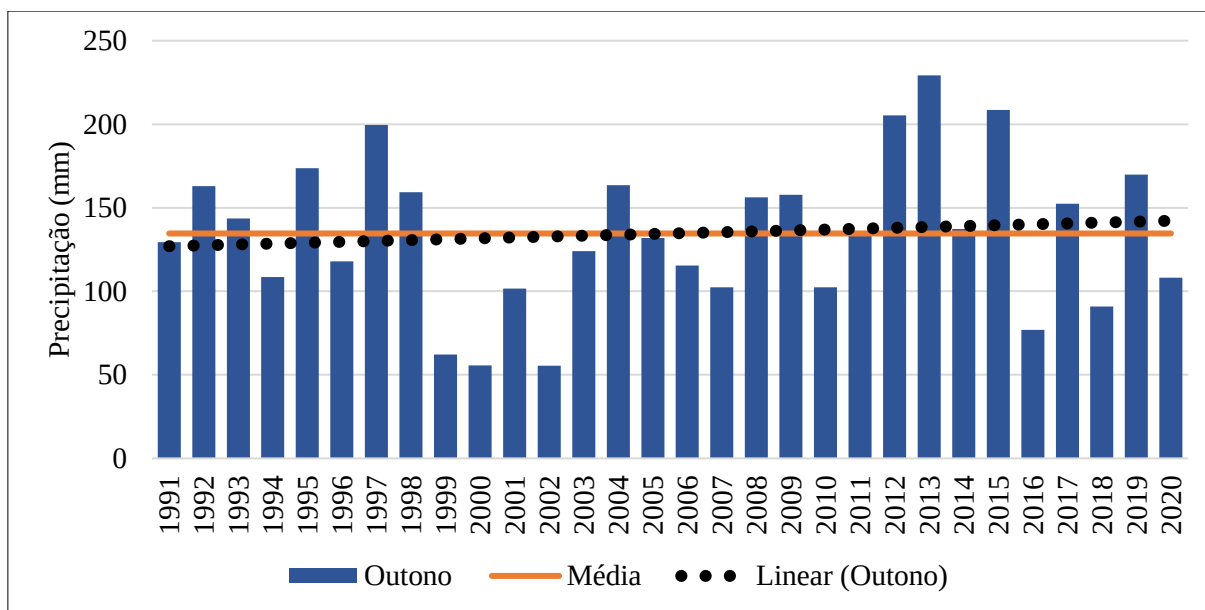
Figura 20 – Precipitação média para o verão no TMAP – 1991 a 2020



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Durante o outono, a pluviometria oscilou entre 55,47 mm no ano 2000 e 229,22 mm em 2013, gerando uma amplitude de 173,75 mm. Igual ao verão, metade dos anos tiveram precipitação acima da média de 134,6 mm e metade abaixo. Porém, a tendência para o período é de elevação da pluviosidade, que começou em 1991 com 126,99 mm e alcançou 142,21 mm em 2020, um crescimento de 0,52 mm ao ano e de 15,22 mm em três décadas (figura 21).

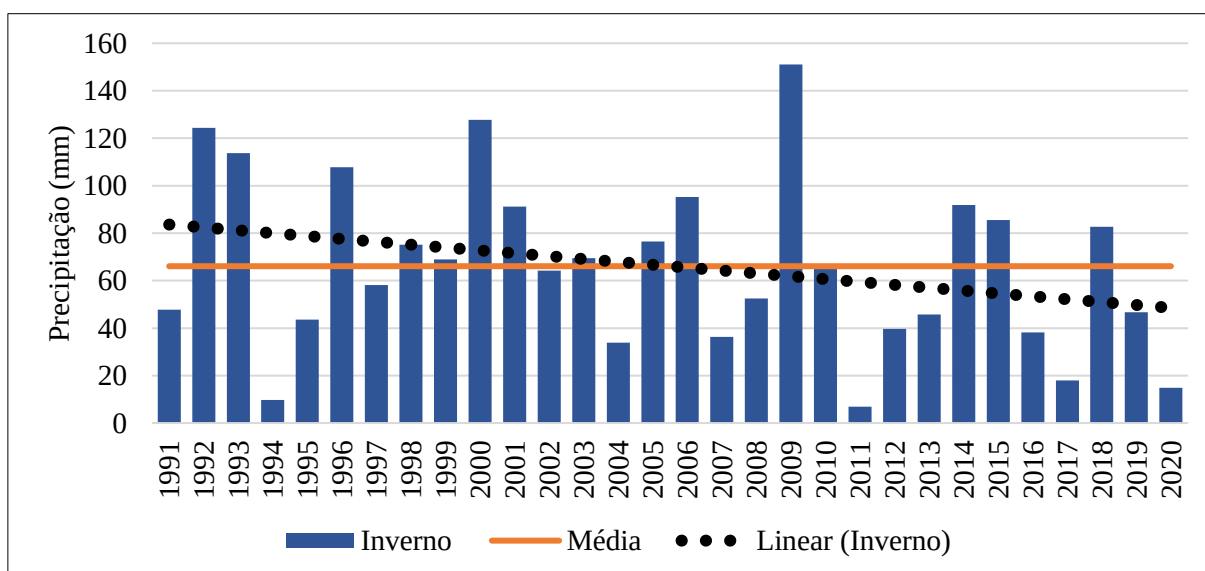
Figura 21 – Precipitação média para o outono no TMAP – 1991 a 2020



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

No inverno, estação mais seca do ano no TMAP, os registros pluviométricos variaram de 6,9 mm em 2011 a 151,13 mm em 2009, observando-se uma amplitude de 144,23 mm. Entre 1991 e 2020, dezesseis anos foram mais secos do que a média da estação, de 66,1 mm, e quatorze anos foram mais chuvosos. A tendência registrada para o período indica uma queda acentuada da precipitação, que teve início em 1991 com 83,62 mm e findou em 2020 com 48,55 mm. Ao diminuir 1,21 mm ao ano, a amplitude da tendência gerada no período foi de 35,07 mm, ou seja, uma perda de 42% da precipitação verificada no início do período (figura 22).

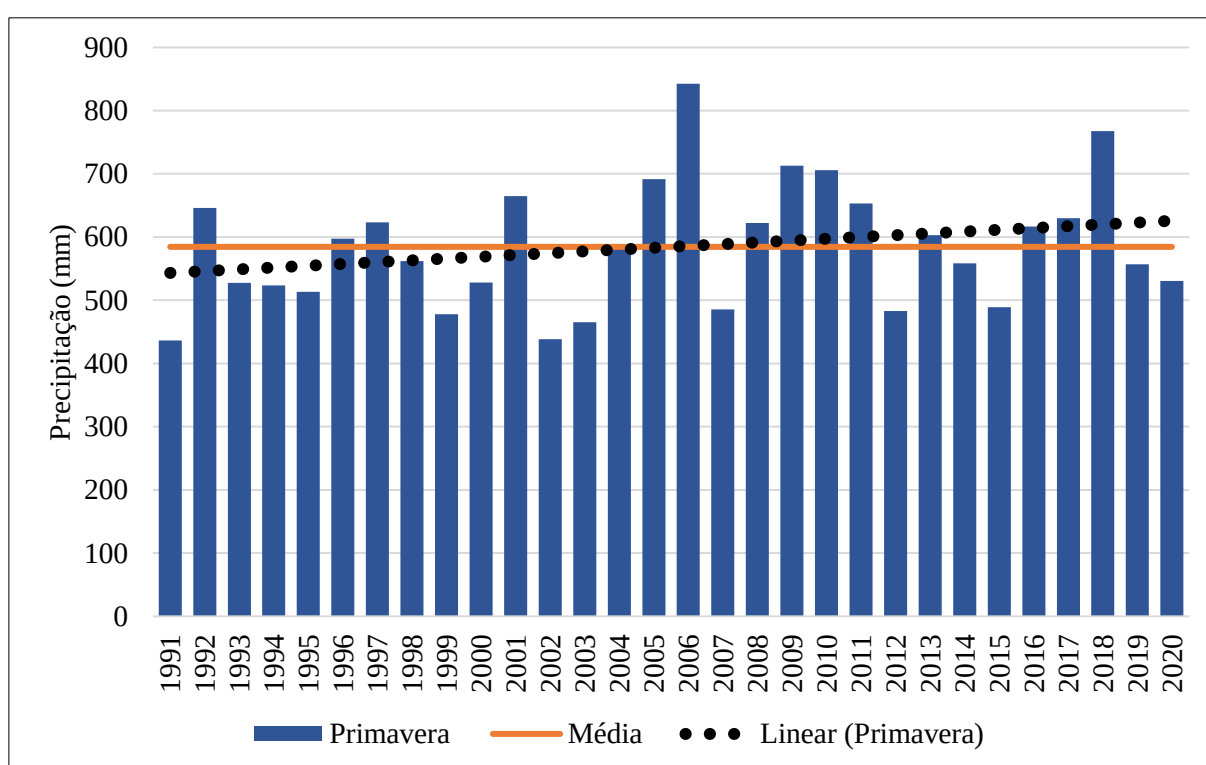
Figura 22 – Precipitação média para o inverno no TMAP – 1991 a 2020



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Na primavera, estação que observa a retomada da frequência e dos volumes das precipitações no TMAP, o ano mais seco foi 1991 com 436,3 mm e o mais chuvoso foi 2006 com 842,6 mm, portanto, com amplitude de 406,3 mm. Ao longo do período estudado, em dezesseis anos os volumes das chuvas ficaram abaixo da média de 584,5 mm e em quatorze anos ficaram acima. A tendência calculada para o período aponta para um aumento de 2,83 mm da precipitação a cada ano, tendo iniciado em 1991 com 543,3 mm e chegando a 625,8 mm em 2020, 82,5 mm a mais (figura 23).

Figura 23 – Precipitação média para a primavera no TMAP – 1991 a 2020

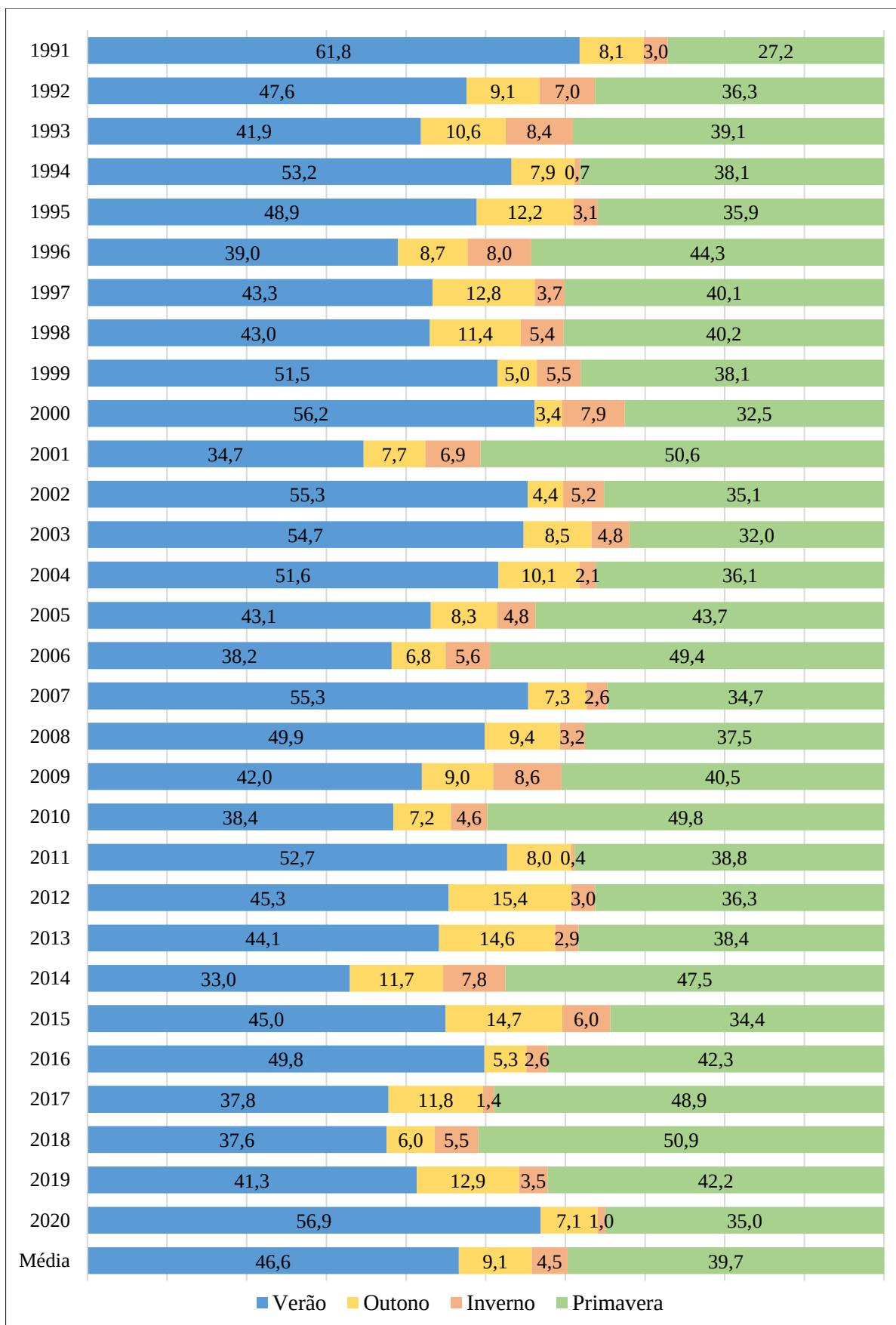


Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Quando comparadas as porcentagens correspondentes às precipitações que ocorreram em cada estação ao longo dos trinta anos analisados, comprova-se que o verão é a estação mais chuvosa do ano e o inverno a mais seca. Porém, em alguns episódios, o verão perdeu o posto de estação mais chuvosa para a primavera e o inverno a de mais seca para o Outono (figura 24).

Por nove vezes, a primavera registrou pluviometria maior do que o verão, sendo as mais expressivas em 2001 e 2018, quando deteve mais de 50% da precipitação anual. O verão foi a estação mais chuvosa 21 vezes, sendo dez com volumes superiores a 50% da precipitação anual, com destaque para o ano de 1991, quando englobou 61,8% da precipitação naquele ano.

Figura 24 – Participação (%) das estações na precipitação anual no TMAP – 1991 a 2020



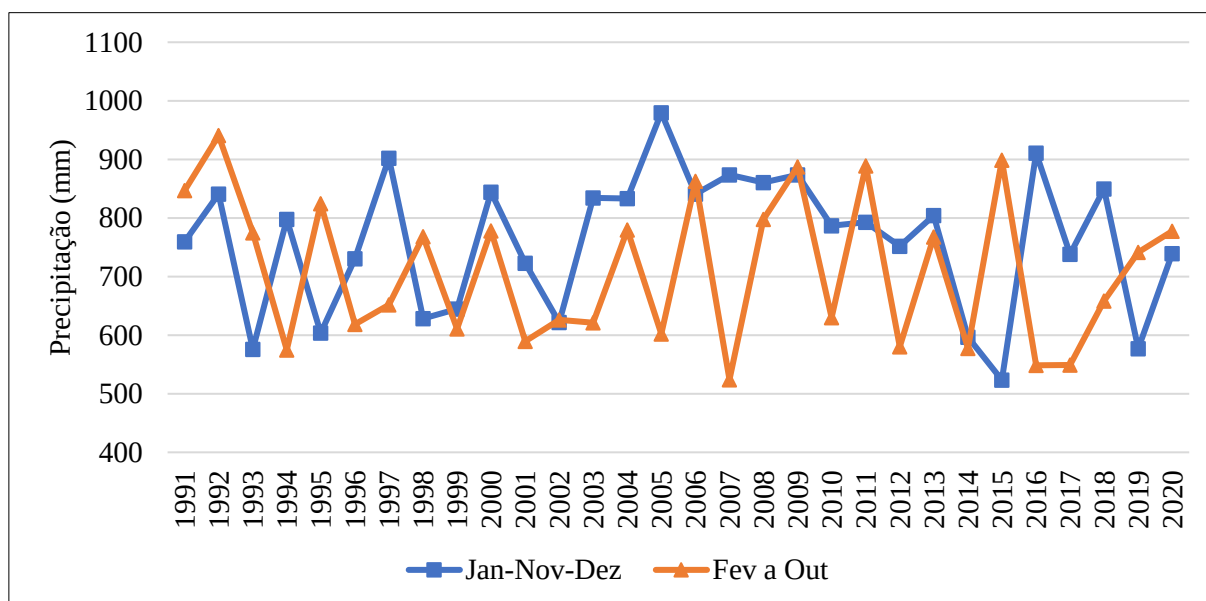
Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

Analisando essa distribuição por décadas, de 1991 a 2000 o verão foi a estação mais chuvosa por nove vezes e a primavera apenas uma. Nas décadas seguintes, a distribuição foi um pouco mais igualitária e o verão foi a estação mais chuvosa por seis vezes e a primavera em quatro ocasiões, tanto entre 2001 e 2010 quanto entre 2011 e 2020. Este fato corrobora com as indicações das tendências, que mostraram, para o decorrer do período, uma diminuição dos volumes de chuva nos verões e um aumento na primavera.

Em relação às estações secas, o inverno prevaleceu sobre o outono como o período de mais baixa pluviosidade. Em apenas três ocasiões o outono foi mais seco do que o inverno; fato que ocorreu em anos quase consecutivos: 1999, 2000 e 2002. Mas isso não significa que foi verificado um inverno chuvoso; a porcentagem máxima que a estação conseguiu atingir aconteceu em 2009, com 8,6% da precipitação daquele ano. As três oportunidades em que a pluviometria do inverno foi superior à do outono aconteceram em virtude de baixos volumes registrados no outono (5,0% em 1999, 3,4% em 2000 e 4,4% em 2001), bem abaixo da sua média para o período, que é de 9,1%. A maior participação do outono registrada em um ano foi de 15,4% em 2012.

Como visto, a precipitação ocorre concentrada durante um período do ano. A respeito dessa concentração máxima, Nimer (1979) identifica que nas áreas tropicais do Sudeste, o volume correspondente aos três meses mais chuvosos, em torno do solstício de verão no hemisfério sul, pode abarcar mais de 50% da precipitação verificada ao longo de todo o ano. No TMAP, essa concentração pode ser verificada no gráfico da figura 25.

Figura 25 – Concentração da precipitação anual no TMAP nos três meses mais chuvosos



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

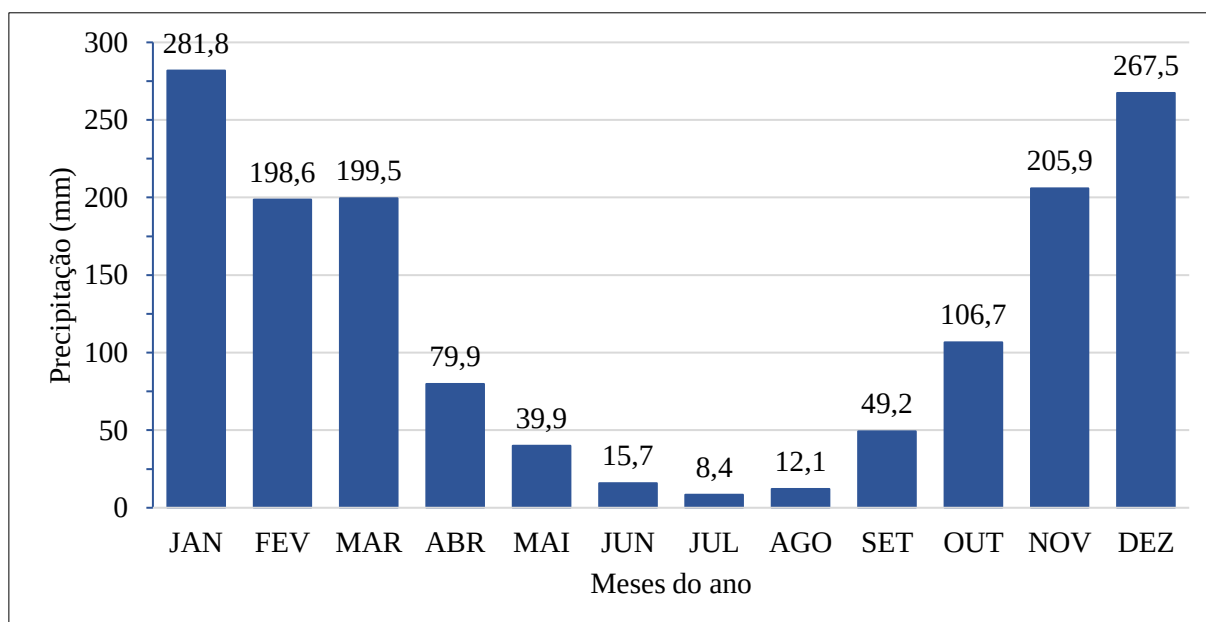
No gráfico, a linha azul, relativa aos três meses mais chuvosos, demonstra que em dezoito dos trinta anos analisados, a precipitação foi maior do que a obtida nos outros nove meses do ano. A concentração máxima do trimestre foi observada no ano de 2007, quando chegou a 62,5% do volume daquele ano; e a menor concentração aconteceu em 2015 com 36,8%. Em ambas as ocasiões, os anos foram classificados com precipitação Habitual.

Durante as três décadas, em dois anos a precipitação dos três meses mais chuvosos foi superior a 60%, em dezesseis ocasiões variou de 50 a 59,9%, por onze vezes ficou entre 40 e 49,9% e por uma única vez ficou abaixo de 40% do total de chuva em cada ano. A concentração geral da precipitação nos três meses ao longo dos trinta anos foi de 51,7%.

6.3 – Variabilidade mensal da precipitação no TMAP

Direcionando a análise da variabilidade pluvial no TMAP para a escala mensal, pode-se ter ainda mais clareza da sazonalidade das chuvas no decurso dos anos. Partindo-se de uma abordagem mais geral, a precipitação média mensal da região é demonstrada no gráfico a seguir (figura 26).

Figura 26 – Distribuição média mensal da precipitação no TMAP – 1991 a 2020



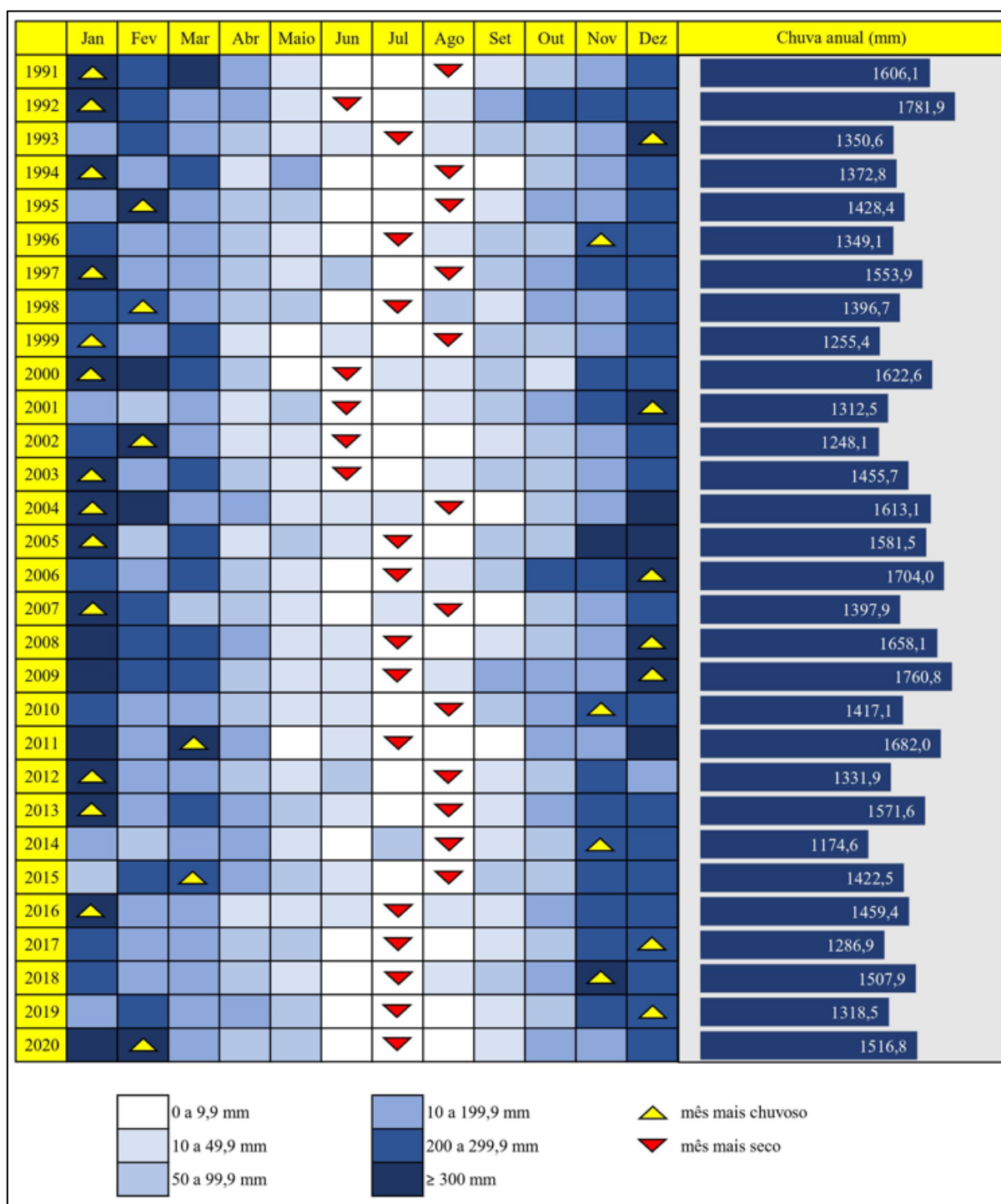
Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

O gráfico demonstra bem como os volumes de chuva diminuem drasticamente com o fim do verão (janeiro, fevereiro e março), mantendo-se baixos durante todo o outono (abril,

maio e junho) e o inverno (julho, agosto e setembro), voltando a aumentar com o início da primavera (outubro, novembro e dezembro).

Contudo, essa distribuição da precipitação pelas estações do ano não é estática. Entre 1991 e 2020, houve meses de verão com volumes de chuva abaixo do esperado, assim como no inverno perceberam-se meses com pluviometria acima da média para o período (figura 27).

Figura 27 – Distribuição mensal da precipitação anual no TMAP – 1991 a 2020



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Adaptado de Schröder (1956). Org.: Rogério Fonseca.

No pluviograma, foram criadas seis classes representativas do volume de chuva registrado mensalmente. Os meses mais secos estão representados pelas quadrículas em tons mais claros e os mais úmidos em tons mais escuros. Nota-se, pelas quadrículas na cor branca, uma grande quantidade de meses cuja pluviometria não alcançou 10,0 mm. Sua distribuição se deu, majoritariamente, entre os meses de junho e agosto. Quanto aos meses mais úmidos, marcados em azul escuro, a prevalência ocorreu nos meses de janeiro e dezembro.

Vários episódios atípicos podem ser identificados. Julho, que é o mês que costuma ser o mais seco do ano, com média 8,4 mm para o período, teve no ano de 2014 o registro de 68,6 mm. Junho, outro mês seco, obteve em 1997 a marca de 87,2 mm de chuva e em 2012 73,4 mm, valores bem acima da média 15,7 mm. Agosto, que possui média de 12,1 mm, registrou em 1998 54,9 mm.

Em relação aos meses habitualmente mais chuvosos, janeiro e dezembro, observa-se que o mês de dezembro conseguiu manter altos índices de chuva durante os trinta anos, com registros próximos à sua média de 267,5 mm. O episódio mais seco aconteceu em 2012, quando dezembro obteve 177,1 mm de chuva. Janeiro, o mês mais chuvoso do ano, considerando sua média de 281,8 mm, apresentou maiores oscilações em direção aos baixos índices do que dezembro, destacando-se os anos de 2014, 2019 e 2015 que registraram, respectivamente, 106,9 mm, 101,8 mm e 95,9 mm.

O pluviograma também identificou os meses mais chuvosos e mais secos em cada ano. Os triângulos na cor vermelha apontando para baixo assinalaram os meses mais secos e os triângulos na cor amarela apontando para cima marcaram os meses mais chuvosos. A identificação dos meses mais secos ficou restrita a três meses: junho, que por cinco vezes foi o mais seco, agosto por doze vezes e julho por treze. Os meses identificados como mais chuvosos abrangeram cinco meses: março por duas vezes, fevereiro e novembro por quatro vezes cada, dezembro por sete vezes e janeiro por treze vezes.

Das variações observadas no pluviograma, as que mais chamam a atenção ocorreram no ano de 2014. Sendo o mais seco da série histórica analisada, com 1174,6 mm, a sua distribuição mensal destoou bastante do padrão habitual. O mês mais chuvoso foi novembro com 276,1 mm, janeiro registrou apenas 106,9 mm (174,9 mm abaixo da sua média) e julho, o mês mais seco do ano, recebeu seu maior volume de chuva do recorte temporal, 68,6 mm.

Informações mais detalhadas da precipitação total registrada a cada mês, por cada uma das 41 estações localizadas dentro da região do TMAP ao longo dos trinta anos considerados na pesquisa, podem ser conferidas na seção de apêndices, ao final deste trabalho (apêndices de

A a F). Por meio dos gráficos, é possível observar o ritmo das precipitações mensais registradas pelas estações entre 1991 e 2020.

6.4 – Variabilidade da precipitação e o fenômeno ENOS

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) é a denominação de um processo geofísico que ocorre na zona tropical do oceano Pacífico, que exerce forte influência no clima regional e global. Sua ocorrência é caracterizada por anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM). Quando essa anomalia é positiva, verificando-se o aquecimento de pelo menos 0,5°C em relação à média da TSM, tem-se o estabelecimento do El Niño; quando a anomalia é negativa, observando-se o resfriamento a partir de 0,5°C da temperatura média da superfície do mar, tem-se a ocorrência do fenômeno oposto, chamado La Niña. No Brasil, as principais alterações provocadas no clima do país são a diminuição das chuvas nas regiões Norte e Nordeste e excedentes pluviais na região Sul e parte do Sudeste. Em períodos de La Niña ocorre o contrário, secas no Sul e parte do Sudeste e chuvas mais abundantes nas regiões Norte e Nordeste (Molion, 2017).

Na busca pela compreensão dos fatores que influenciam a variabilidade da precipitação no TMAP, os dados pluviais mensais do recorte temporal delimitado na pesquisa foram cruzados com os registros da TSM que monitoram as ocorrências do ENOS. Procedendo-se ao coeficiente de correlação, foi verificado que não existe correlação entre a ocorrência ou intensidade do ENOS e a pluviometria registrada (tabelas 8 e 9).

Como nota-se nas tabelas, os coeficientes de correlação mensais variaram de -0,286 em março a 0,386 em maio. Portanto, a variação do volume de chuva registrado entre os anos não pode ser justificada em função das alterações da TSM. Sendo assim, a influência que o ENOS exerce sobre o clima no TMAP fica restrita à temperatura, visto que em períodos de El Niño, é observado aumento da temperatura do ar atmosférico na região.

Tabela 8 – Precipitação mensal no TMAP, TSM mensal do oceano Pacífico e seu coeficiente de correlação – janeiro a junho de 1991 a 2020

ANO	JAN		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN	
	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)
1991	415,4	0,4	226,1	0,3	351,0	0,2	108,5	0,3	18,6	0,5	2,3	0,6
1992	405,0	1,7	298,3	1,6	145,0	1,5	121,6	1,3	41,0	1,1	0,5	0,7
1993	135,8	0,1	290,9	0,3	138,9	0,5	90,6	0,7	18,8	0,7	34,3	0,6
1994	373,4	0,1	112,8	0,1	244,6	0,2	47,4	0,3	52,0	0,4	9,2	0,4
1995	198,7	1	341,8	0,7	157,3	0,5	66,5	0,3	97,3	0,1	9,9	0
1996	209,5	-0,9	149,0	-0,8	167,3	-0,6	67,1	-0,4	41,8	-0,3	9,1	-0,3
1997	394,9	-0,5	101,4	-0,4	176,7	-0,1	76,8	0,3	35,6	0,8	87,2	1,2
1998	211,4	2,2	249,5	1,9	139,6	1,4	87,9	1	67,4	0,5	4,1	-0,1
1999	236,8	-1,5	187,8	-1,3	221,7	-1,1	40,0	-1	6,8	-1	15,4	-1
2000	360,1	-1,7	305,6	-1,4	245,6	-1,1	51,7	-0,8	3,1	-0,7	0,9	-0,6
2001	162,4	-0,7	96,3	-0,5	196,2	-0,4	37,1	-0,3	61,9	-0,3	2,6	-0,1
2002	242,3	-0,1	326,7	0	120,8	0,1	12,8	0,2	42,7	0,4	0,0	0,7
2003	433,9	0,9	138,9	0,6	224,2	0,4	87,8	0	35,3	-0,3	0,8	-0,2
2004	348,2	0,4	308,3	0,3	176,1	0,2	123,6	0,2	29,3	0,2	10,7	0,3
2005	366,5	0,6	84,2	0,6	230,8	0,4	43,7	0,4	70,2	0,3	17,9	0,1
2006	207,9	-0,9	191,9	-0,8	250,9	-0,6	83,0	-0,4	25,2	-0,1	7,2	0
2007	464,5	0,7	214,7	0,2	94,5	-0,1	82,5	-0,3	16,4	-0,4	3,5	-0,5
2008	319,5	-1,6	292,9	-1,5	214,4	-1,3	122,2	-1	21,8	-0,8	12,2	-0,6
2009	301,8	-0,8	217,7	-0,8	219,6	-0,6	81,5	-0,3	41,9	0	34,3	0,3
2010	227,8	1,5	124,9	1,2	191,5	0,8	65,7	0,4	25,0	-0,2	11,7	-0,7
2011	305,8	-1,4	126,6	-1,2	454,0	-0,9	111,4	-0,7	5,3	-0,6	18,5	-0,4
2012	326,6	-0,9	137,0	-0,7	140,3	-0,6	100,0	-0,5	31,8	-0,3	73,4	0
2013	344,3	-0,4	140,2	-0,4	209,3	-0,3	128,8	-0,3	79,4	-0,4	21,0	-0,4
2014	106,9	-0,4	99,4	-0,5	180,9	-0,3	121,5	0	14,5	0,2	1,4	0,2
2015	95,9	0,5	262,1	0,5	281,5	0,5	101,4	0,7	87,1	0,9	20,1	1,2
2016	423,3	2,5	129,9	2,1	174,2	1,6	15,7	0,9	24,7	0,4	36,6	-0,1
2017	205,1	-0,3	152,1	-0,2	129,4	0,1	65,6	0,2	79,0	0,3	7,9	0,3
2018	246,6	-0,9	194,9	-0,9	124,9	-0,7	64,5	-0,5	24,0	-0,2	2,5	0
2019	101,8	0,7	258,3	0,7	184,9	0,7	110,0	0,7	58,3	0,5	1,5	0,5
2020	326,1	0,5	392,9	0,5	143,9	0,4	55,5	0,2	51,1	-0,1	1,6	-0,3
Correlação	0,143		0,131		-0,286		0,013		0,386		0,280	

Fonte: ANA (2021) e INMET (2021), NOAA (2023). Org.: Rogério Fonseca.

Tabela 9 – Precipitação mensal no TMAP, TSM mensal do oceano Pacífico e seu coeficiente de correlação – julho a dezembro de 1991 a 2020

ANO	JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ	
	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)
1991	3,8	0,7	1,0	0,6	43,0	0,6	92,4	0,8	120,9	1,2	223,1	1,5
1992	2,9	0,4	11,0	0,1	110,5	-0,1	210,0	-0,2	201,8	-0,3	234,4	-0,1
1993	0,3	0,3	27,6	0,3	85,9	0,2	87,6	0,1	116,7	0	323,4	0,1
1994	7,2	0,4	0,0	0,4	2,5	0,6	99,2	0,7	180,9	1	243,6	1,1
1995	1,1	-0,2	0,0	-0,5	42,5	-0,8	108,0	-1	131,2	-1	273,9	-1
1996	6,9	-0,3	18,0	-0,3	82,9	-0,4	76,3	-0,4	262,1	-0,4	259,0	-0,5
1997	0,9	1,6	0,1	1,9	57,1	2,1	116,1	2,3	234,6	2,4	272,3	2,4
1998	0,5	-0,8	54,9	-1,1	19,7	-1,3	144,8	-1,4	192,9	-1,5	224,0	-1,6
1999	3,7	-1,1	0,0	-1,1	65,2	-1,2	70,1	-1,3	179,2	-1,5	228,7	-1,7
2000	10,5	-0,6	17,3	-0,5	99,9	-0,5	43,7	-0,6	238,1	-0,7	246,1	-0,7
2001	7,5	-0,1	31,6	-0,1	52,1	-0,2	104,5	-0,3	221,9	-0,3	338,4	-0,3
2002	9,1	0,8	5,5	0,9	49,7	1	59,1	1,2	123,0	1,3	256,4	1,1
2003	3,9	0,1	13,4	0,2	52,1	0,3	65,0	0,3	183,6	0,4	216,8	0,4
2004	30,0	0,5	0,6	0,6	3,3	0,7	98,0	0,7	140,6	0,7	344,4	0,7
2005	4,7	-0,1	9,8	-0,1	62,0	-0,1	78,5	-0,3	303,2	-0,6	309,9	-0,8
2006	0,5	0,1	21,7	0,3	73,1	0,5	209,4	0,8	227,3	0,9	405,9	0,9
2007	29,7	-0,6	0,0	-0,8	6,5	-1,1	76,2	-1,3	154,1	-1,5	255,3	-1,6
2008	0,5	-0,4	7,8	-0,2	44,3	-0,2	81,5	-0,4	141,8	-0,6	399,2	-0,7
2009	7,2	0,5	38,1	0,6	105,8	0,7	141,1	1	198,6	1,4	373,3	1,6
2010	4,1	-1	0,0	-1,3	60,8	-1,6	146,4	-1,6	295,0	-1,6	264,1	-1,6
2011	0,7	-0,5	1,5	-0,6	4,7	-0,8	166,2	-1	149,1	-1,1	338,1	-1
2012	3,8	0,2	0,1	0,4	35,7	0,4	57,9	0,3	248,1	0,1	177,1	-0,2
2013	5,2	-0,4	4,0	-0,3	36,4	-0,3	143,0	-0,2	218,2	-0,2	241,7	-0,3
2014	68,6	0	0,9	0,1	22,3	0,2	68,3	0,5	276,1	0,6	213,9	0,7
2015	7,0	1,5	1,4	1,9	77,1	2,2	61,3	2,4	215,2	2,6	212,4	2,6
2016	0,0	-0,4	21,2	-0,5	17,0	-0,6	129,1	-0,7	254,0	-0,7	233,6	-0,6
2017	0,0	0,1	0,6	-0,1	17,4	-0,4	96,9	-0,7	240,0	-0,8	293,0	-1
2018	0,9	0,1	23,4	0,2	58,4	0,5	164,9	0,8	393,8	0,9	209,0	0,8
2019	0,9	0,3	5,3	0,1	40,6	0,2	81,7	0,3	204,4	0,5	270,9	0,5
2020	0,3	-0,4	2,7	-0,6	11,9	-0,9	117,3	-1,2	118,3	-1,3	295,1	-1,2
Correlação	0,008		-0,149		0,224		-0,102		0,066		-0,019	

Fonte: ANA (2021) e INMET (2021), NOAA (2023). Org.: Rogério Fonseca.

6.5 – Ocorrência mensal e anual de dias com precipitação no TMAP

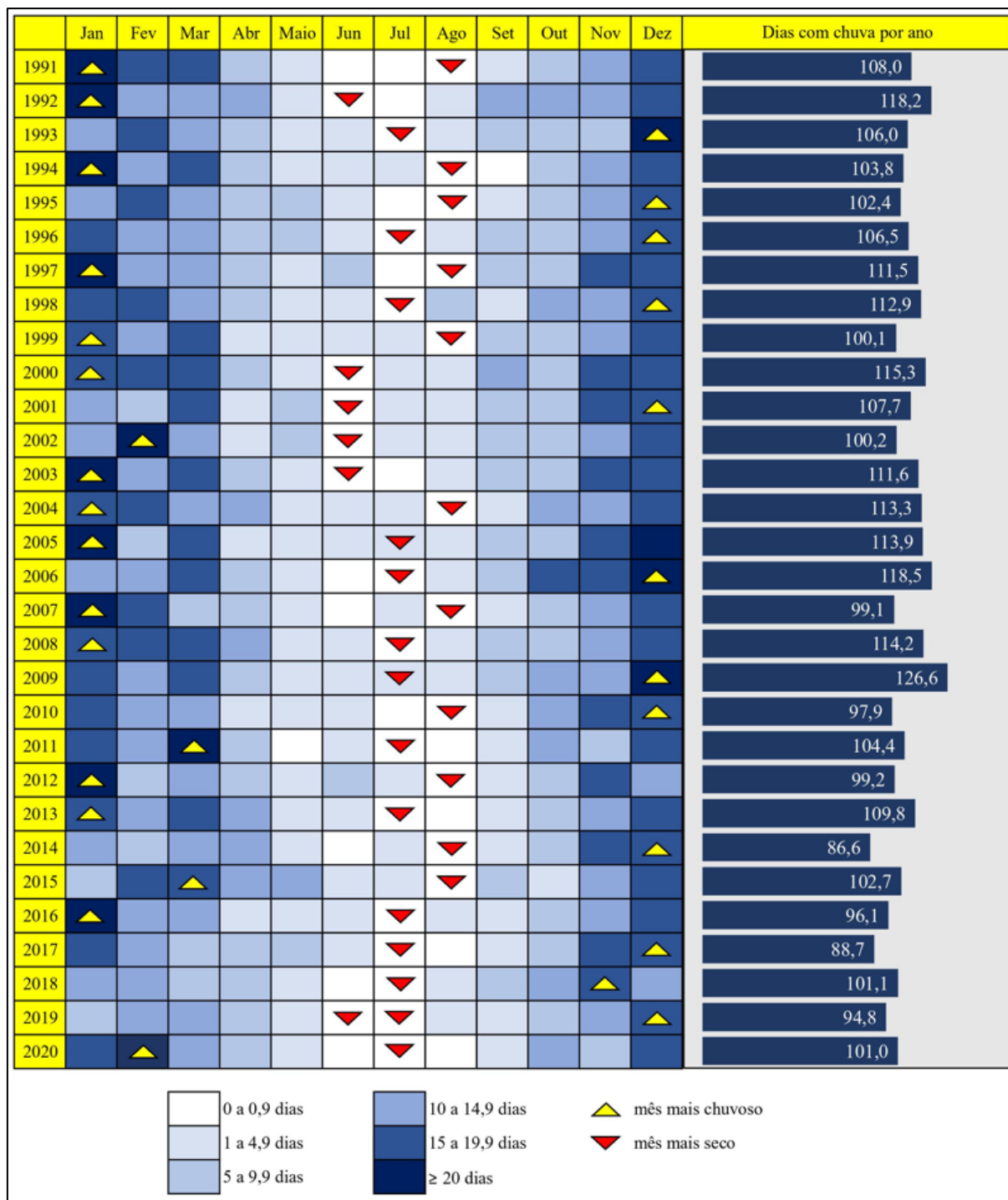
A fim de se conhecer mais detalhadamente como se dá a alternância entre os períodos secos e chuvosos, foram contabilizados a partir dos bancos de dados das estações os dias em que se teve o registro de chuvas. A princípio, foi levantada a quantidade de dias que cada estação registrou precipitação, ou seja, pluviometria acima de 0,0 mm. Na sequência, foi calculada a média para o TMAP, dividindo-se a soma da quantidade de dias registrados pelas estações em cada mês pela quantidade de estações, resultando nas médias mensais e, posteriormente, nas médias anuais de dias com chuva.

A partir desses dados, foi gerado um pluviograma mensal para o período compreendido entre os anos de 1991 e 2020 (figura 28). Cada quadrícula do pluviograma representa um mês e a coloração, do branco até o azul escuro, a quantidade de dias com chuva, sendo a cor branca a identificação dos meses em que foi registrada média inferior a um dia de chuva e a cor azul escuro os meses com média superior a 20 dias de chuva. Os triângulos na cor amarela apontando para cima identificam os meses com a maior quantidade de dias com chuva no ano e os triângulos na cor vermelha apontando para baixo assinalam os meses com a menor quantidade de dias com registros de chuva a cada ano.

Comparando-se a distribuição mensal dos dias com chuva (figura 28) com a distribuição mensal dos volumes médios de precipitação registrados (figura 27), percebe-se que a quantidade de dias com chuva está relacionada com o padrão do volume acumulado de precipitação, ou seja, os meses com mais dias de chuva são os mesmos em que os volumes de chuva são mais elevados (janeiro e dezembro), do mesmo modo que os meses mais secos apresentam volumes baixos de precipitação e baixa quantidade de dias com chuva (junho, julho e agosto).

Os meses que registraram a maior quantidade de dias com chuva a cada ano foram janeiro (14 vezes), dezembro (11 vezes), fevereiro e março (2 vezes cada) e novembro (1 vez). Já os meses que mais vezes registraram menos dias com chuva foram julho (12 vezes), agosto (11 vezes) e junho (5 vezes). Os meses mais secos, que observaram menos ocorrências de chuva foram julho (14 vezes), agosto (11 vezes) e junho (6 vezes).

Figura 28 – Distribuição mensal e anual dos dias com chuva no TMAP

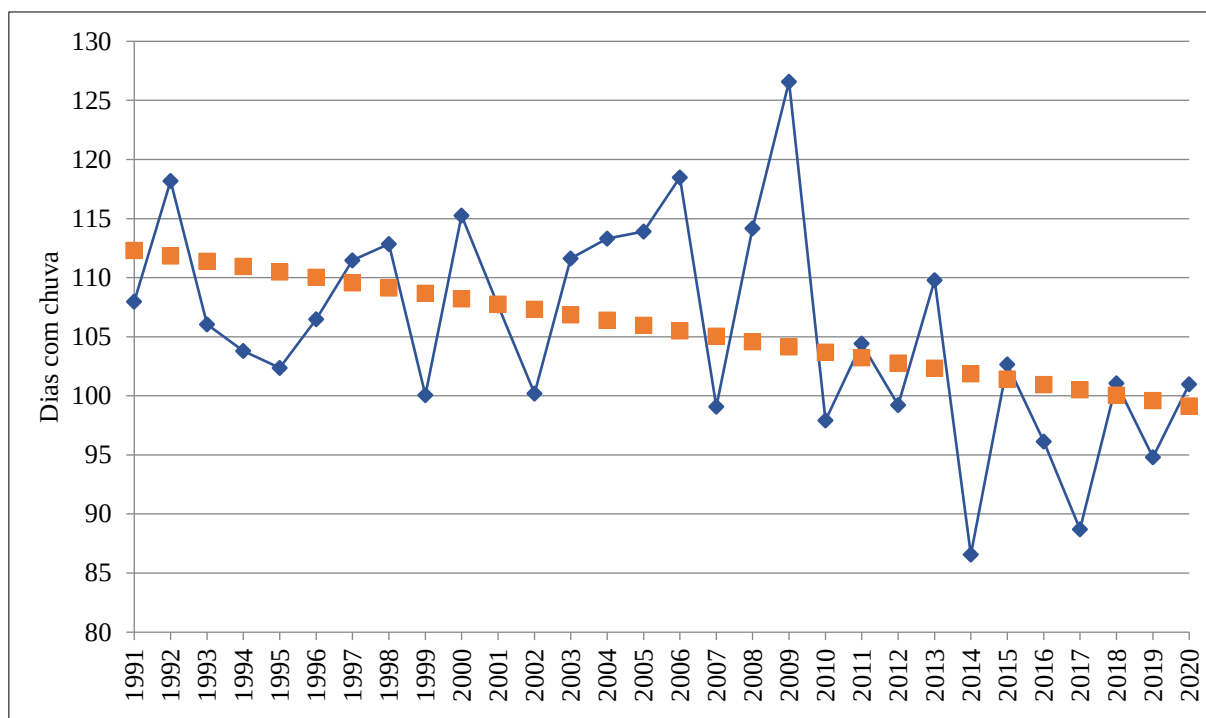


Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Adaptado de Schröder (1956). Org.: Rogério Fonseca.

Em relação à ocorrência de dias com chuva por ano, também foi percebida uma forte relação destes com o volume de precipitação registrados ao longo dos anos. O gráfico a seguir (figura 29), dos dias com chuva por ano, demonstra uma variabilidade semelhante ao do gráfico da variabilidade média anual da precipitação (figura 8). O ano com a maior média de dias com chuva (126,6 dias) foi 2009, que, em termos de volume médio de precipitação anual, foi

classificado como Muito Chuvoso. Já o ano com a menor média de dias com chuva (86,6 dias) foi 2014, justamente o que registrou o menor volume médio de precipitação anual, classificado, portanto, como Muito Seco.

Figura 29 – Média e tendência anual de dias com chuva no TMAP – 1991 a 2020



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

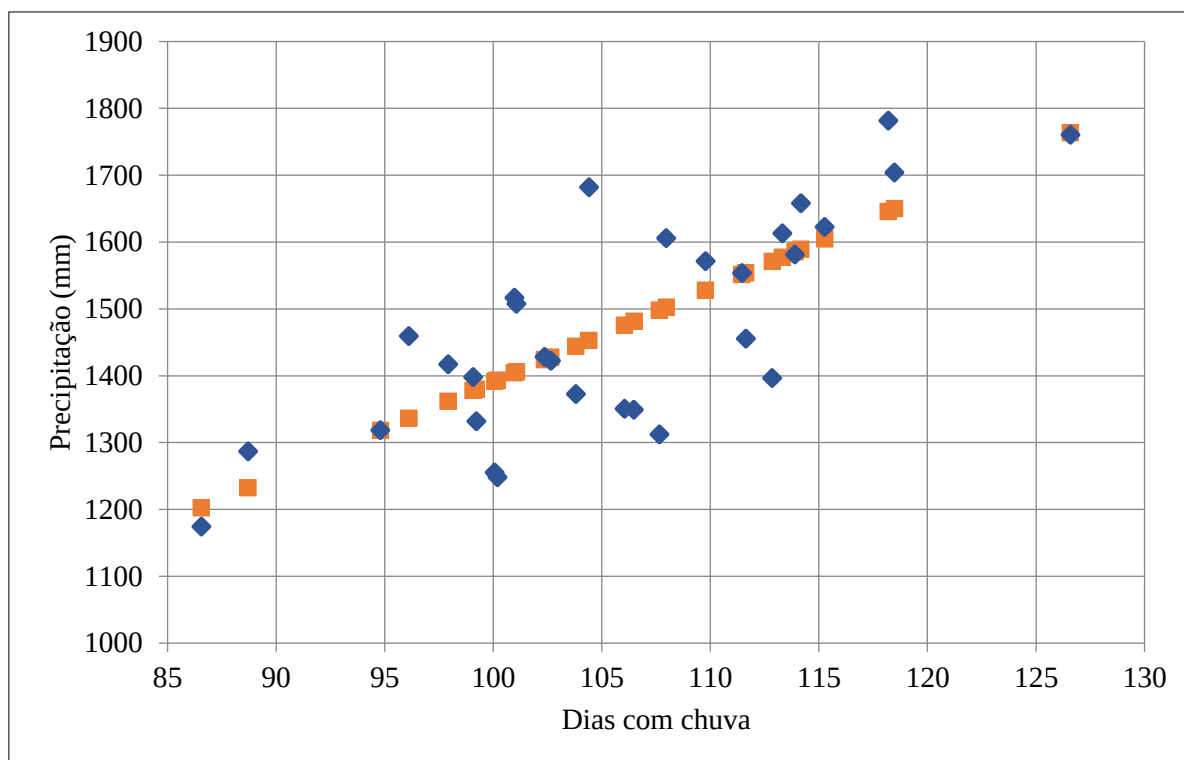
A linha de tendência do gráfico revelou que, no decorrer do período, houve uma diminuição da quantidade anual de dias com chuva por ano. Isto se deu, principalmente, pela diminuição dos dias com chuva a partir do ano de 2010. A tendência do período se inicia em 112,30 dias com chuva em 1991 e se encerra em 2020 com 99,15 dias com chuva. A amplitude, que representa a variação no decorrer do período, resulta em uma perda de 13,15 dias chuvosos ao longo do recorte temporal, ou, menos 0,45 dias com chuva ao ano.

A maior diferença positiva entre a quantidade de dias com chuva e a previsão foi percebida em 2009. A previsão indicava 104,14 dias com chuva, mas naquele ano ocorreram 126,6 dias com chuva, gerando um resíduo positivo de 22,35 dias com chuva. A maior diferença negativa aconteceu em 2014, com o registro de 86,6 dias com chuva ante a previsão de 101,87, ocasionando um saldo negativo em 15,31 dias.

A respeito da relação entre a quantidade de dias com chuva e os volumes anuais de precipitação, foi realizado o cruzamento desses dados para averiguar a correlação entre ambos. Essa relação pode ser visualizada no gráfico a seguir (figura 30). Cada ponto se refere aos dados

de cada um dos trinta anos analisados e sua localização na área do gráfico de dispersão indica o volume médio anual da precipitação no TMAP e sua respectiva quantidade de dias em que houve registro de chuvas.

Figura 30 – Correlação entre a precipitação anual e seus respectivos dias com chuva



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

É possível notar que há uma correlação positiva entre os dois fenômenos: nos anos em que se verificam volumes elevados da precipitação anual, observa-se, também, o aumento da quantidade de dias com registros de chuvas. A análise estatística dos dois conjuntos de dados revelou haver uma correlação moderada entre si, da ordem de 0,784, em uma escala que, em relação às correlações positivas, varia de 0 (quando não há nenhuma correlação) a 1 (quando existe uma correlação máxima).

A dispersão dos dados na área do gráfico, seguindo uma rampa ascendente da esquerda para a direita, indicam a existência da correlação positiva. A localização dos pontos não muito distantes da linha de tendência conferiu à análise estatística o forte índice de correlação obtido, corroborando para o entendimento de que os anos mais chuvosos, em relação ao volume anual de chuvas, resultam em anos mais chuvosos no que diz respeito à quantidade de dias com ocorrência de precipitação.

7 – VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO TMAP

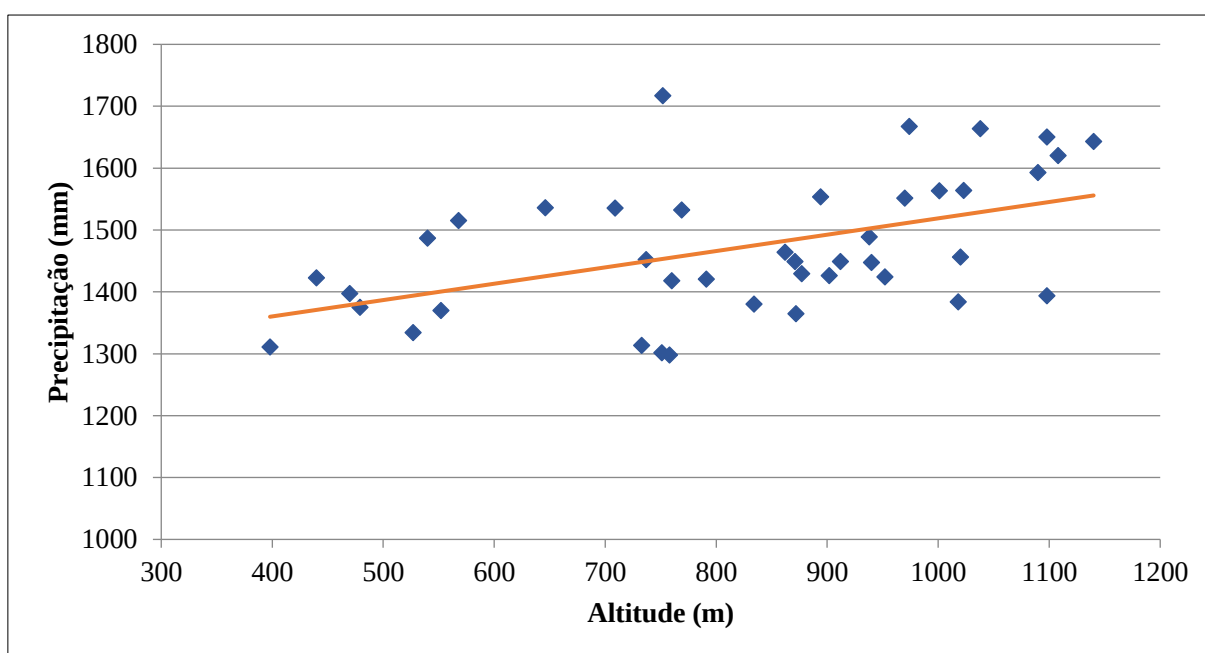
Além da variabilidade temporal da precipitação, como abordado até aqui, há também a variabilidade espacial. Devido à extensão da área de estudo, principalmente no sentido oeste-leste, e às rugosidades do relevo, o TMAP apresenta uma diferença grande dos volumes de precipitação registrados internamente em seu território.

Como foi mostrado, as estações localizadas no interior do TMAP apresentaram uma grande variação em seus registros de pluviosidade. Isto se deve, principalmente, à diferença locacional de cada estação meteorológica, tanto em relação à sua posição geográfica (latitude e longitude) quanto à elevação do relevo (altitude).

A topografia acidentada, marcante nas partes leste e sudeste do TMAP (figura 2), favorece a ocorrência das chuvas. A ascendência orográfica do ar se dá ao mesmo tempo do aumento de sua turbulência, principalmente quando se tem a passagem de correntes perturbadas. Ao elevar-se, o ar resfria em decorrência do gradiente adiabático, resultando na condensação da umidade e na ocorrência de precipitação (Nimer, 1979).

Esta contribuição de Nimer ajuda a entender a relação que se observou entre a precipitação registrada pelas estações e sua respectiva altitude. No gráfico a seguir (figura 31), pode-se visualizar a tendência de elevação da precipitação à medida que se eleva a altitude.

Figura 31 – Correlação entre a precipitação média das estações e a altitude no TMAP – 1991 – 2020



Fonte: ANA (2021); INMET (2021). Org.: Rogério Fonseca.

A estação meteorológica situada na altitude mais elevada é a Pratinha (1140 m), localizada no município de Pratinha, que registrou a média de 1643,3 mm de chuva por ano, a quinta estação mais chuvosa. A estação instalada na altitude mais baixa é a Ponte São Domingos (398 m), situada no município de Santa Vitória, que possui a média de 1311 mm de chuva por ano, sendo a terceira menos chuvosa. A estação menos chuvosa (1298,2 mm) é a Major Porto, localizada no município de Patos de Minas a 758m de altitude; e a estação mais chuvosa (1717,4 mm) é a Uberaba, situada no município de mesmo nome a 752 m de altitude.

A análise estatística dos dois conjuntos de dados revelou existir uma correlação positiva moderada entre precipitação e altitude no TMAP, da ordem de 0,492, na mesma escala que, nas correlações positivas, varia de 0 (quando não há nenhuma correlação) a 1 (quando existe uma correlação máxima).

Como visto, o volume da precipitação varia consideravelmente entre as estações. Baseando-se nos registros pluviais de cada estação (1991 a 2020) e na sua localização geográfica, foram gerados os mapas de que permitem visualizar como se dá a distribuição espacial da chuva no TMAP.

A precipitação média registrada pelas estações variou de 1298,2 mm a 1714,4 mm. A fim de facilitar a comparação da distribuição dos volumes de chuva entre os anos com diferentes classificações (MS, S, H, C, MC), decidiu-se por manter estática as classes das legendas dos mapas, permitindo, pela tonalidade das cores, identificar mais facilmente os volumes de chuva em cada recorte temporal.

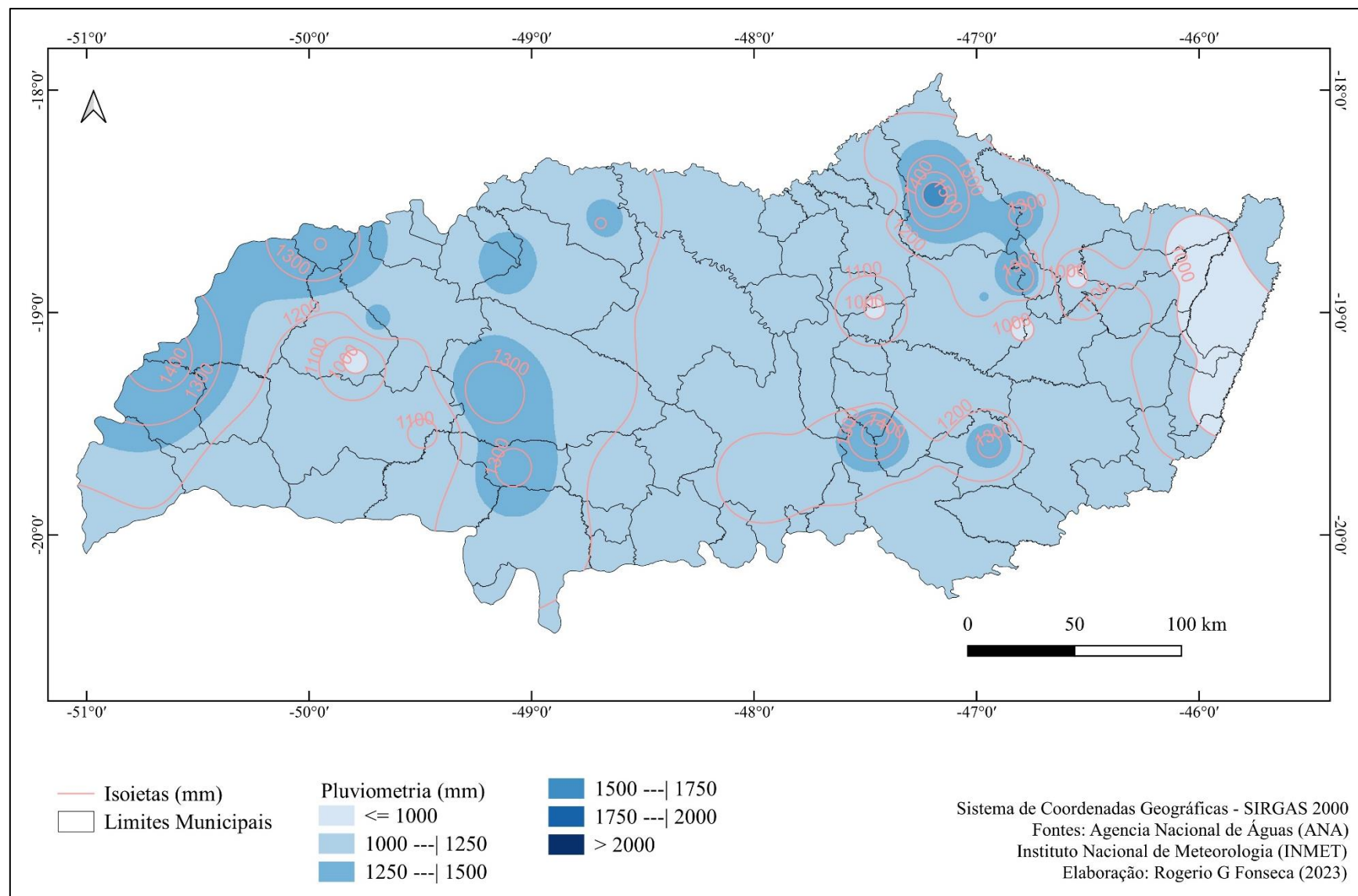
Portanto, foram elaborados mapas pluviais referentes a oito anos, sendo cinco representativos de cada classe de ano padrão obtida pela técnica da Fórmula de Sturges, um mapa para o ano em que se verificou o menor registro médio de precipitação, um mapa para o ano que acumulou o maior volume médio de chuvas e um mapa representativo da média geral dos trinta anos de registros analisados pela pesquisa.

Dessa forma, inicia-se a demonstração da distribuição espacial das chuvas no TMAP pelo ano de 2014, que foi considerado o mais seco, com 1174,4 mm (figura 32). Naquele ano, as precipitações variaram de 878,3 mm na estação Major Porto, localizada em Patos de Minas, na parte leste do TMAP, a 1589 mm na estação Coromandel, no município de mesmo nome, situada no setor nordeste da região.

O mapa demonstra que as precipitações a oeste foram um pouco superiores do que a leste, que apresentou uma área com extensão significativa das precipitações inferiores a 1000 mm. Na maior parte da região, as chuvas variaram entre 1000 e 1250 mm com manchas de áreas com precipitações mais elevadas, superiores a 1500 mm a nordeste e 1400 mm a oeste.

Ao longo de 2014, a distribuição das chuvas se deu de forma divergente ao padrão da região. Durante a época chuvosa, os meses de janeiro e fevereiro, que normalmente registram elevados volumes pluviais, tiveram chuvas bem abaixo do esperado. Com médias de 281,8 e 198,6 mm, em 2014, janeiro e fevereiro acumularam, respectivamente, 106,9 e 99,4 mm. Já no período seco, o mês de julho que é o mais seco do ano chovendo em média 8,4 mm, registrou 68,6 mm.

Figura 32 – Distribuição da precipitação no TMAP no ano mais seco – 2014

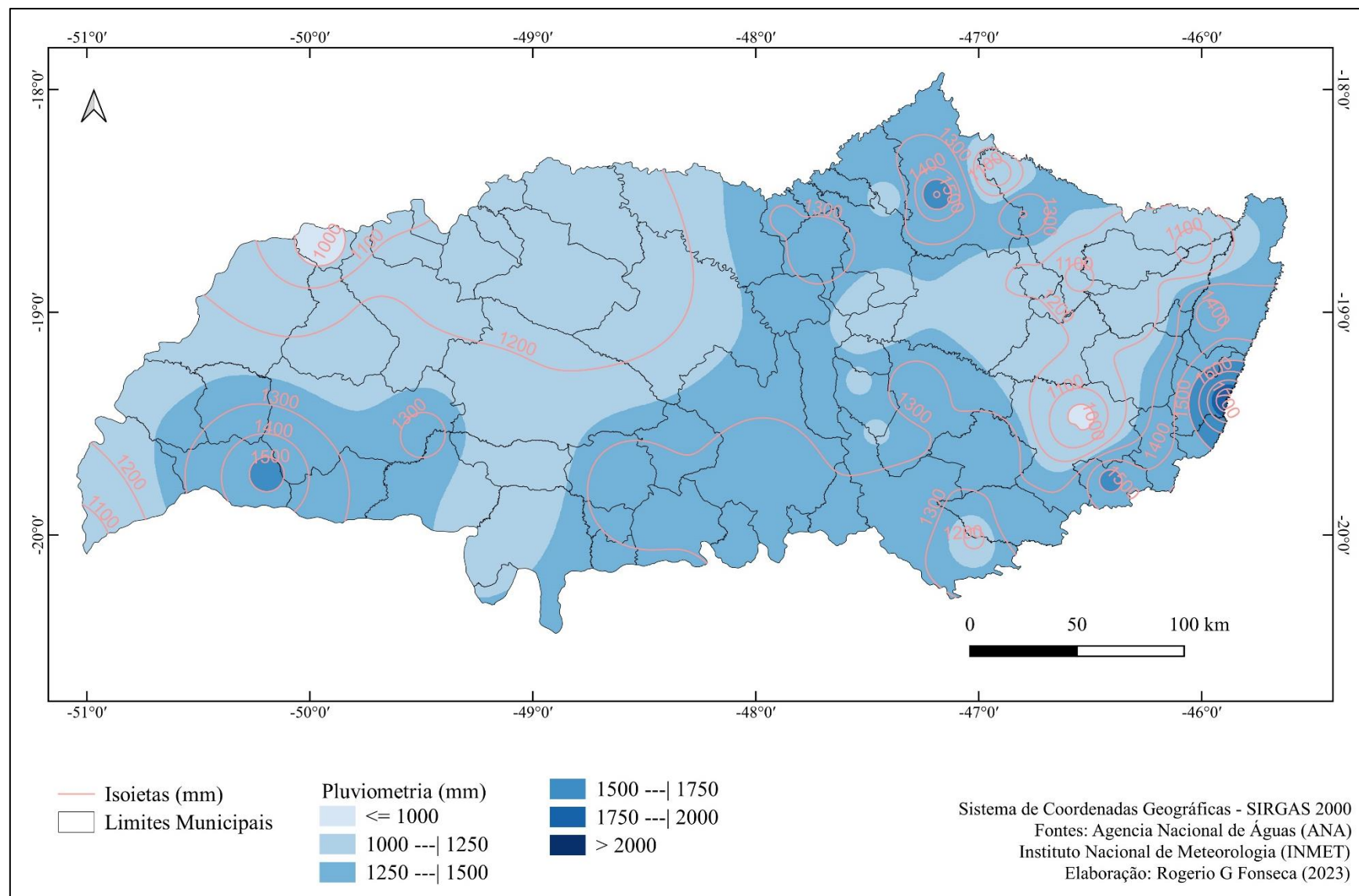


O ano de 2002 representa a mediana dos anos classificados como Muito Seco (figura 33). Com precipitação média de 1248,1 mm, nos postos de medição variou de 921 mm, na estação que leva o nome do município de Ibiá e se localiza na parte centro-leste do TMAP, a 1857,6 mm, na estação Barra do Funchal no município Serra da Saudade no setor leste da região.

O mapa demonstra que quase toda a região obteve precipitação situada entre duas classes: 1000 a 1250 mm e 1250 a 1500 mm. Com base na delimitação das isoietas, percebe-se que as precipitações abaixo de 1000 mm ocorreram em dois pontos: a noroeste da região e na parte centro-leste, onde se encontra a estação Ibiá. Os registros pluviométricos mais elevados, acima de 1700 mm, foram identificados apenas na parte leste, em decorrência do volume acumulado na estação Barra do Funchal. Chama a atenção a proximidade entre as duas estações com registros extremos opostos, inferior a 79 km.

No decurso de 2002, a precipitação se distribuiu menos divergente ao padrão habitual do que no ano de 2014. O mês mais chuvoso foi fevereiro (326,7 mm) e o mais seco junho (0,0 mm). Os demais meses que compõem o período chuvoso (janeiro, março, novembro e dezembro) registraram índices pluviométricos abaixo de suas médias, o que contribuiu para que 2002 fosse classificado como um ano Muito Seco.

Figura 33 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Muito Seco – 2002

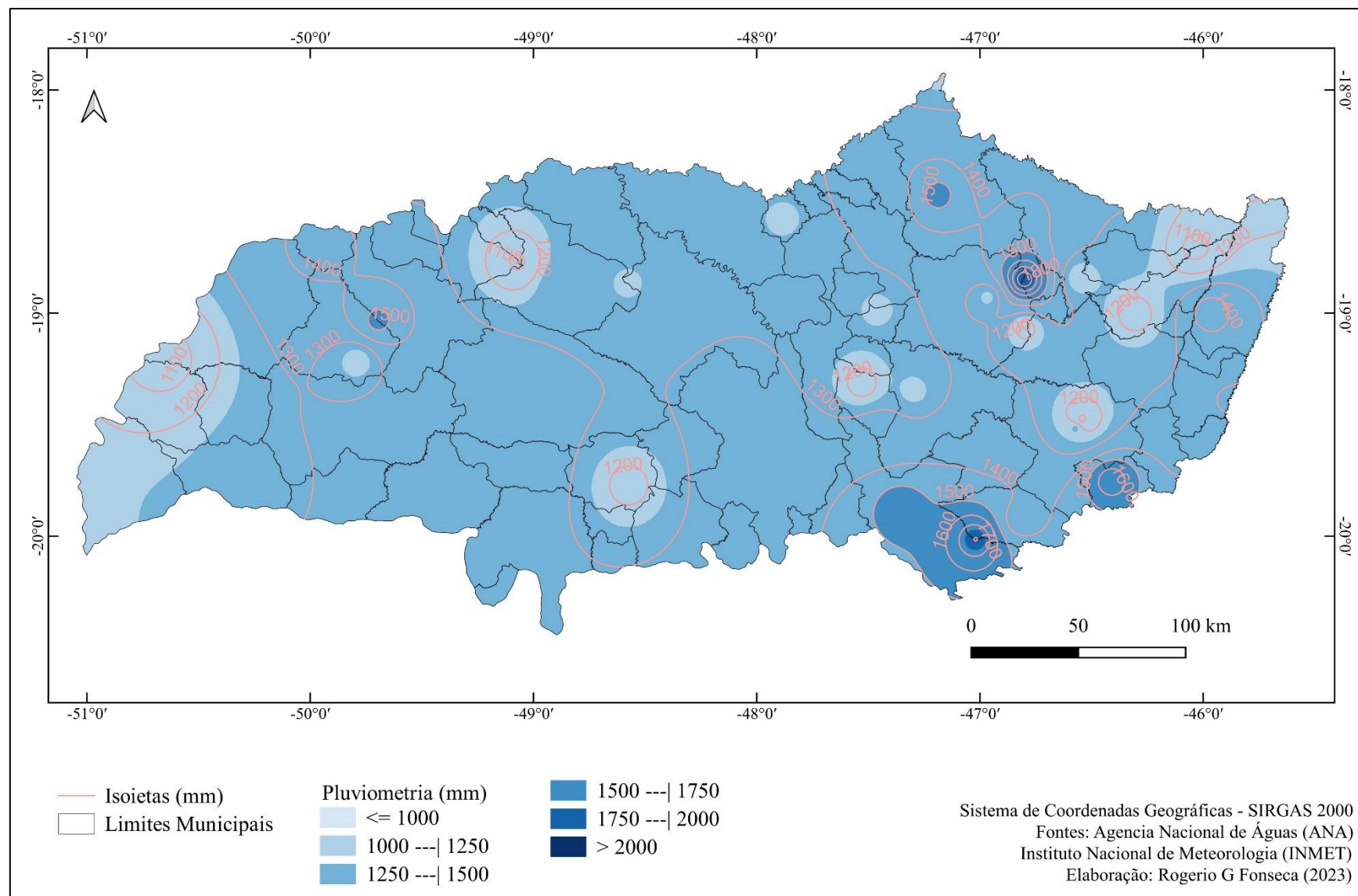


O ano de 2012 foi selecionado para se observar a distribuição da precipitação dos anos padrão classificados como Seco (figura 34). Os registros das estações pluviométricas variaram de 1040,7 mm na estação Ponte São Domingos, localizada no município de Santa Vitória, na parte oeste do TMAP, a 1869,2 mm na estação que se localiza e leva o nome do município de Guimarães, na parte leste da região.

Com base no mapa, a classe 1250 a 1500 mm prevaleceu por quase toda a região, com algumas manchas de áreas cujas pluviometrias variaram para volumes menores (dispersas por todo o mapa) e maiores (concentradas na parte leste e sudeste) do que a referida faixa.

Ao longo do ano, que teve média geral de 1331,9 mm, embora o mês de junho, tipicamente seco, tenha registrado volume de chuva muito acima do habitual (73,4 mm contra 15,7 mm em média), oito meses do ano tiveram precipitações abaixo do esperado, como foi o caso dos meses chuvosos fevereiro (137 mm), março (140,3 mm) e dezembro (177,1), que contribuíram, assim, para que 2012 fosse classificado como um ano Seco.

Figura 34 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Seco – 2012

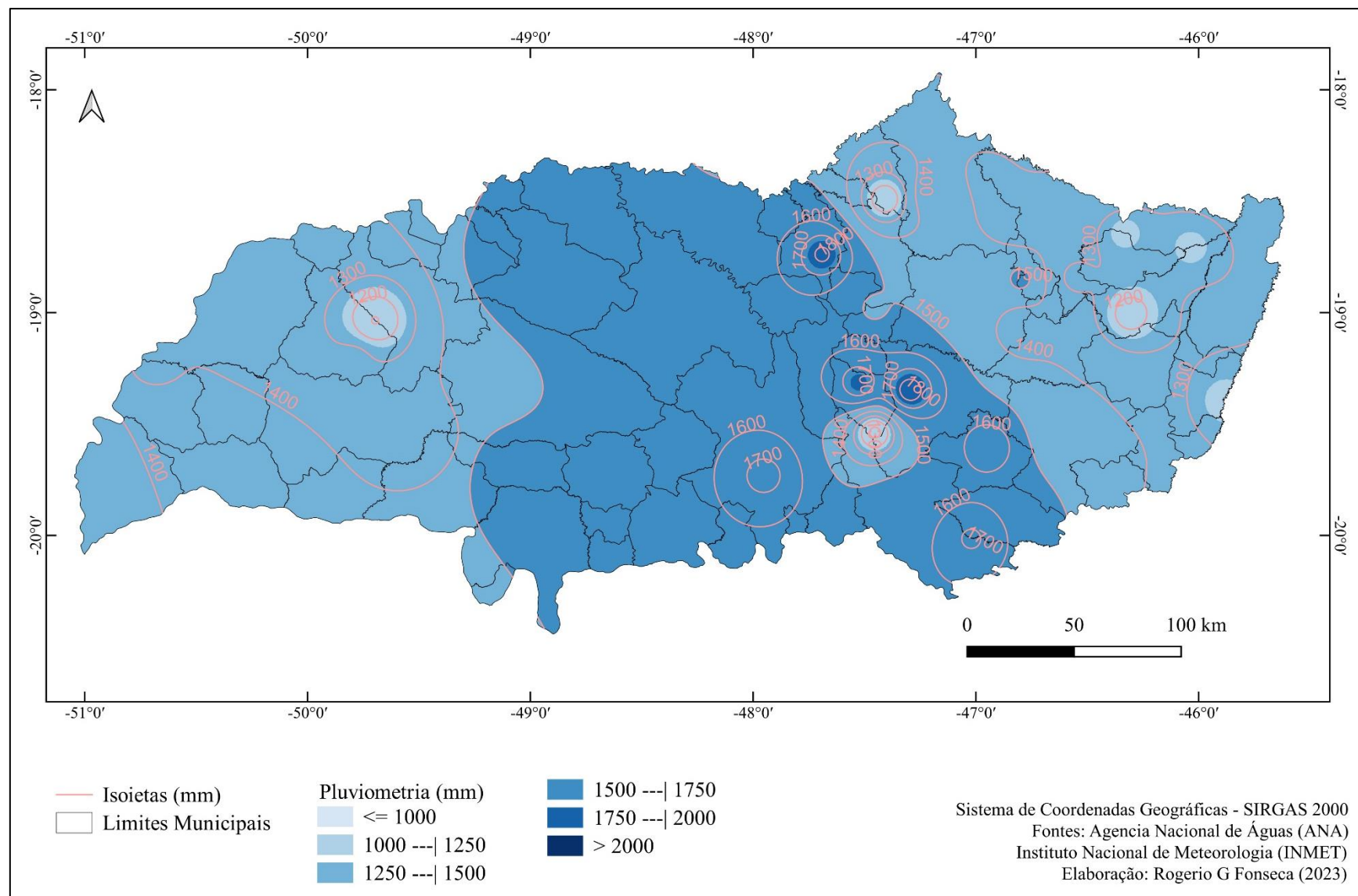


O ano de 2003 correspondeu à mediana dos anos cujos volumes médios anuais de precipitação ficaram classificados como Habitual e, por isso, foi selecionado para ter sua distribuição pluvial mapeada (figura 35). A variabilidade dos registros das estações pluviométricas ficou compreendida entre 1073,7 mm na estação Zelândia, no município de Santa Juliana, a 1865,2 mm na estação que leva o nome do município de Perdizes, ambas localizadas na parte centro-leste da região.

A espacialização da chuva destaca três zonas no mapa: uma central com precipitação mais elevada, entre 1500 e 1750 mm, e duas zonas com prevalência de chuvas na faixa dos 1250 a 1500 mm, nas partes leste e oeste da região.

A precipitação média em 2003 foi de 1475,7 mm, bem distribuídos ao longo do ano, com os meses da estação seca registrando volumes próximos à média histórica. Durante a estação chuvosa, os meses de fevereiro, novembro e dezembro tiveram valores um pouco abaixo de suas médias, mas foram compensados pela alta pluviosidade de janeiro, que alcançou a marca de 433,9 mm, superando em 152,1 mm sua média geral.

Figura 35 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Habitual – 2003

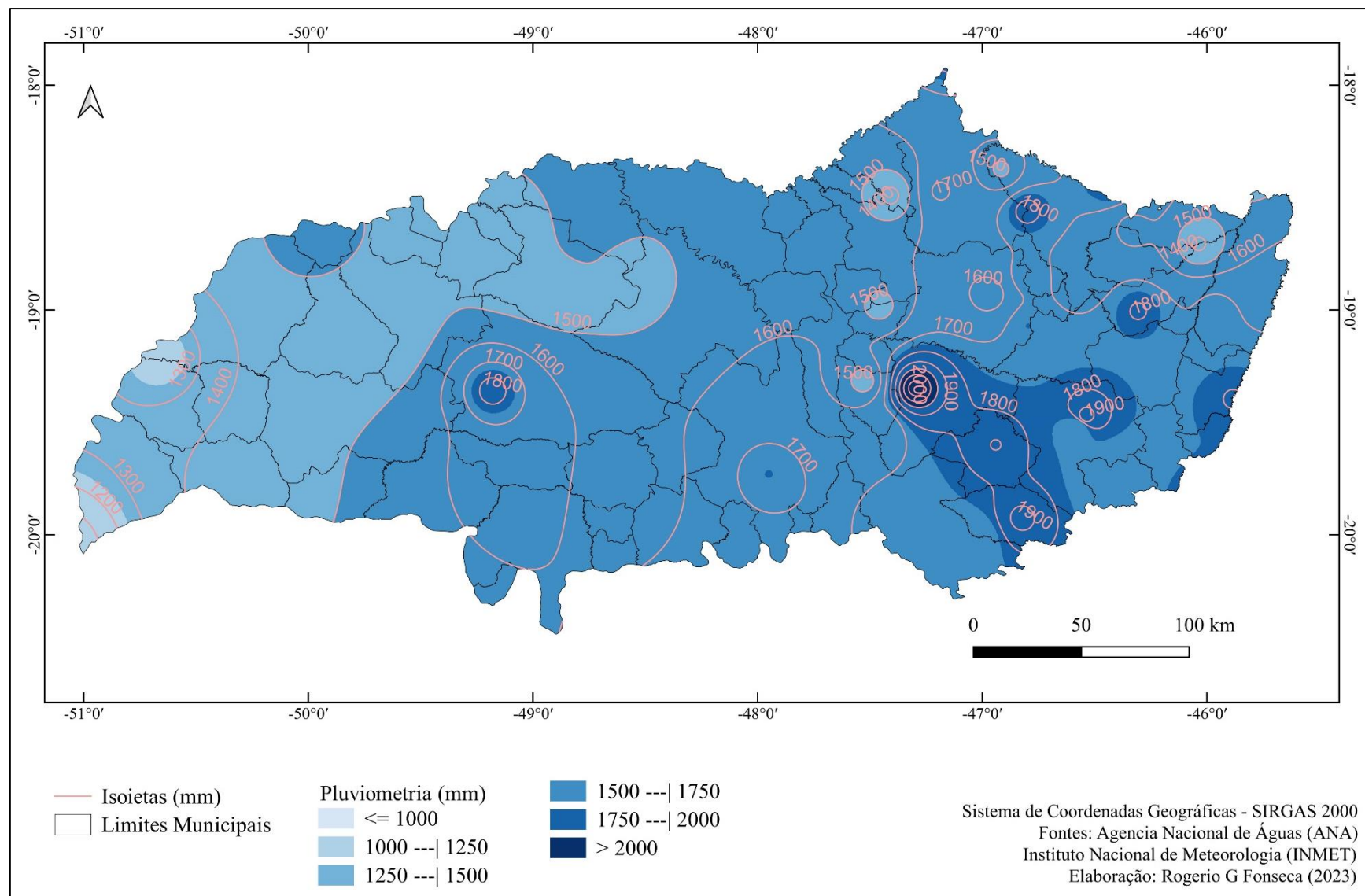


O ano de 2004 contou com volumes mais elevados de chuva que o anterior, média de 1613,1 mm, situando-o na categoria Chuvoso (figura 36). O menor volume de precipitação foi observado, mais uma vez, na estação Ponte São Domingos (1204,5 mm), em Santa Vitória, no oeste do TMAP; e, o maior volume ocorreu novamente na estação Perdizes (2260,8 mm), na parte centro-leste da região. Nota-se a grande diferença gerada entre os dois valores extremos, superior a mil milímetros.

A faixa de precipitação que abrangeu a maior área da região foi 1500 a 1750 mm, ocupando áreas no sentido central a leste. Na zona oeste, predominou chuvas na faixa de 1250 a 1500 mm, com algumas pequenas manchas apontando volumes inferiores a 1200 mm. Os volumes extremos elevados ocorreram na parte sudeste da região.

No transcorrer do ano, a maior parte dos meses registrou volumes de chuva com pequenas variações em relação às suas respectivas médias. O que conferiu pluviometria elevada para que o ano fosse classificado como chuvoso foi a concentração de chuva que ocorreu nos meses de janeiro (348,2 mm), fevereiro (308,3 mm) e dezembro (344,4 mm). Juntos, os três meses somaram 1000,9 mm, correspondendo a 62% do volume das chuvas ocorridas em todo o ano.

Figura 36 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Chuvoso – 2004

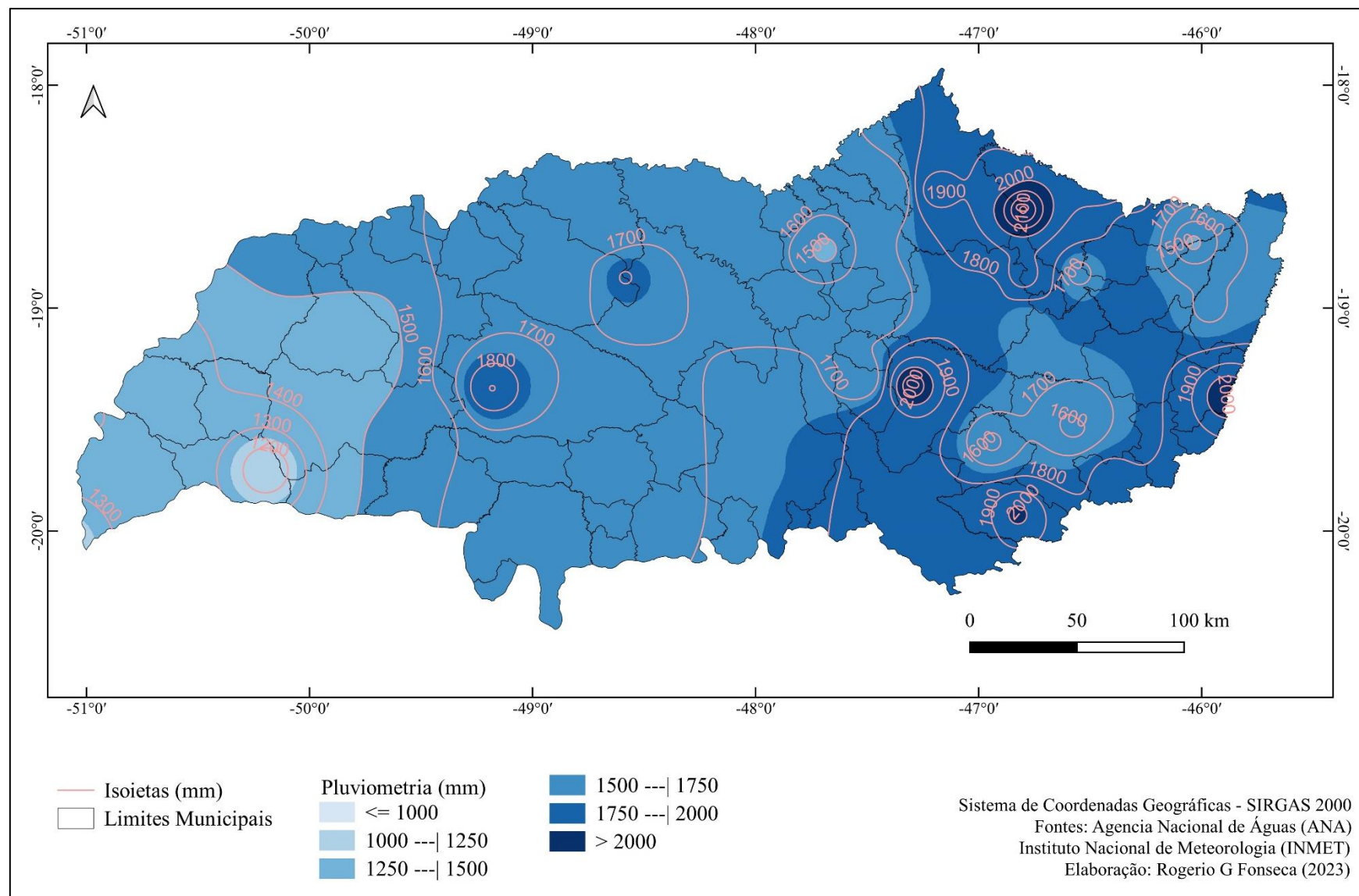


O ano de 2006 obteve média de 1704,0 mm de precipitação para o TMAP e foi classificado como Muito Chuvoso (figura 37). A pluviometria variou entre 1142,2 mm na estação Iturama, do município de mesmo nome, localizada na parte oeste do TMAP, e, 2311,0 mm na estação Pântano, situada em Coromandel, na parte nordeste da região. Mais uma vez, é percebida uma significativa amplitude entre os registros extremos de chuva, dessa vez, da ordem de 1168,8 mm.

A distribuição espacial da chuva revela uma crescente no sentido oeste-leste. No setor oeste, as precipitações partem da escala de 1250 a 1500 mm, passando pela parte central com volumes entre 1500 e 1750 mm, e chegam na zona leste com registros entre 1750 e 2000 mm. Nesta última, aparecem alguns pontos com volumes superiores a 2000 mm.

Ao longo do ano, a precipitação pouco variou em relação às médias mensais do período estudado. O mês de janeiro, que é o mais chuvoso, historicamente, registrou 207,9 mm, um valor significativamente abaixo da sua média (281,8 mm). Porém essa diferença foi compensada pelo mês de outubro, que contou com 209,4 mm, mais de cem milímetros acima da média. Mas, o principal fator que elevou a precipitação anual foi o desempenho de dezembro, que foi de 405,9 mm.

Figura 37 – Distribuição da precipitação no TMAP para um ano padrão Muito Chuvoso – 2006

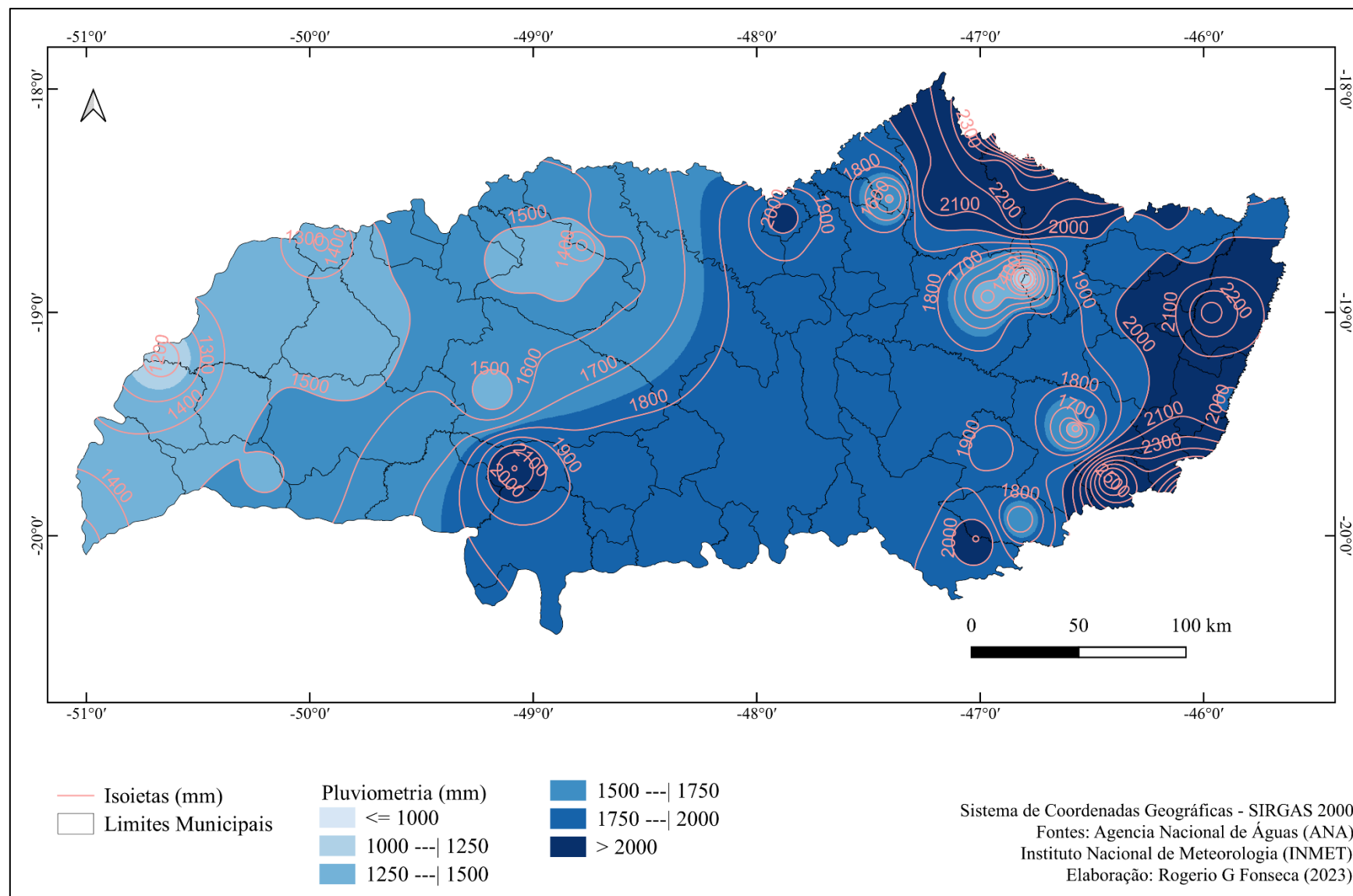


O ano mais chuvoso do período de análise selecionado para esta pesquisa foi 1992 (figura 38), com média de 1781,9 mm. Este ano apresentou uma grande diferença entre os registros de precipitação; a estação menos chuvosa foi Guimarães, na porção leste da região, que registrou apenas 1020,5 mm, enquanto a estação mais chuvosa foi Pratinha, também na parte leste, que obteve 2757,4 mm, gerando uma amplitude de 1736,9 mm.

Nesta ocasião, percebe-se que a distribuição da precipitação seguiu a um certo padrão da região, registrando as menores pluviometrias na parte oeste do TMAP, aumentando gradativamente os acumulados de chuva em direção ao leste. Nessa classificação, a área de estudo pode ser dividida em quatro zonas principais: no extremo oeste a faixa de 1250 a 1500 mm, no centro-oeste a faixa de 1500 a 1750 mm, no centro-leste a faixa de 1750 a 2000 mm, e, a leste e nordeste da região as áreas com pluviometria acima de 2.000mm. Além disso, no interior das quatro zonas podem ser encontradas áreas pontuais com precipitação diversa em decorrência a alguns registros de estações meteorológicas que destoaram daquelas ao seu entorno.

Os primeiros meses foram os responsáveis pela expressividade da média estabelecida no ano. Janeiro registrou 405,0 mm, 123,2 mm acima da média, e fevereiro obteve 298,3 mm, 99,7 mm acima da média.

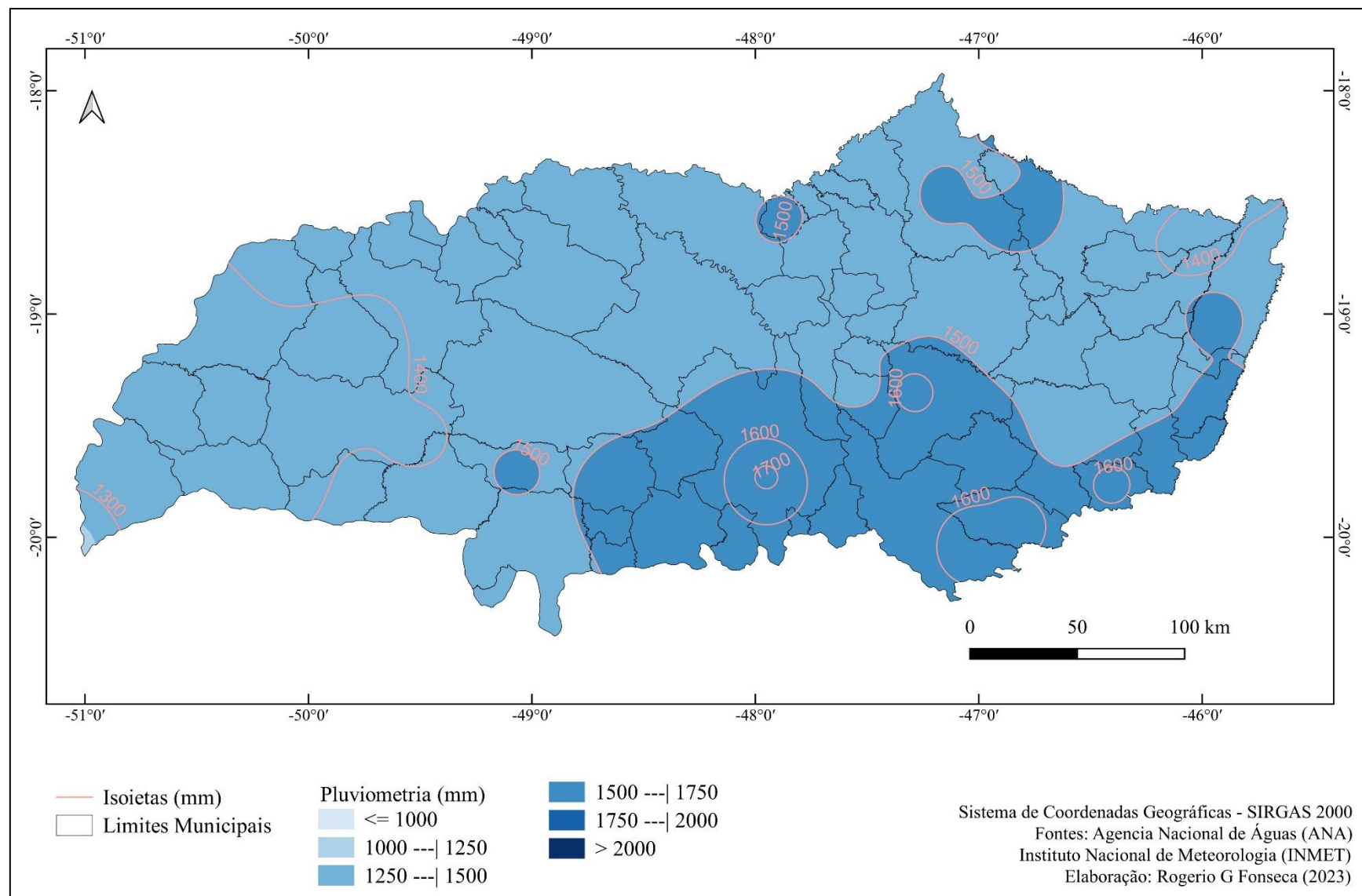
Figura 38 – Distribuição da precipitação no TMAP do ano mais chuvoso – 1992



A última representação cartográfica desta análise espacial da precipitação diz respeito à média geral baseada nos registros compreendidos entre 1991 e 2020 (figura 39). A estação menos chuvosa, ou seja, com a menor média em relação aos trinta anos, foi Major Porto, localizada em Patos de Minas, na porção leste da região, que obteve 1298,2 mm. A estação mais chuvosa foi Uberaba, do município de mesmo nome, localizada na zona sul, que alcançou 1717,4 mm. A amplitude da precipitação entre as duas estações com registros extremos ficou em 419,2 mm, bem abaixo dos valores que são observados quando cada ano é analisado individualmente, pois ao se considerar uma série temporal maior, as excepcionalidades climáticas são atenuadas.

A espacialização das chuvas gerou um mapa com, basicamente, apenas duas classes: uma maior, compreendendo áreas com pluviometria entre 1250 e 1500 mm, e outra menor, mais concentrada nas porções sul e sudeste, mas com algumas manchas em outras áreas. Apenas uma pequena porção do município de Carneirinho no extremo oeste do TMAP, na região denominada Pontal do Triângulo Mineiro, foi demarcada com precipitação abaixo de 1250 mm. Isso ocorreu em virtude da proximidade da área com a estação localizada no município de Aparecida do Tabuado, no Mato Grosso do Sul, que detém médias pluviais menores do que as na área de estudo.

Figura 39 – Distribuição da precipitação média no TMAP – 1991 a 2020



Este reconhecimento de distribuição espacial das chuvas resultou do mapeamento de uma amostra de oito recortes temporais, sendo cinco derivados da classificação dos anos padrão, dois dos acumulados extremos (um ano máximo e outro mínimo) e um obtido a partir da média das três décadas analisadas.

A análise espacial dos dados permite entender que não há um padrão muito forte de distribuição das precipitações na região do TMAP. Embora se perceba uma maior quantidade de vezes em que as chuvas aumentaram seus volumes de oeste para leste, em alguns anos apareceram manchas indicativas de baixa precipitação na parte leste. Além disso, em casos excepcionais, como ocorreu em 2014, que foi o ano mais seco dos trinta analisados, as chuvas foram mais volumosas no oeste do que no leste.

Na parte leste foi observada a proximidade de estações com acumulados de chuva muito discrepantes. A rugosidade do relevo na região exerce uma influência muito grande na distribuição da precipitação, mas não descarta o risco de os registros dos dados estarem comprometidos, uma vez que é conhecida a situação de falta de manutenção dos equipamentos das estações no Brasil.

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo mostraram como acontece a distribuição da precipitação no tempo e no espaço na mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Verificou-se que não há um padrão muito bem definido sobre a distribuição espacial das chuvas, mas os maiores volumes de precipitação foram observados, na maioria das vezes, nas porções sul e sudeste do TMAP, e os volumes mais baixos na porção oeste da região.

A distribuição das chuvas no tempo confirmara que tanto os volumes totais anuais como a quantidade de dias com registros de precipitação apresentaram tendência à diminuição no decurso das três décadas observadas. Contudo, a tendência de dias com chuva por ano (112,3 para 99,15) representou uma diminuição de 11,7%, mais acentuada do que a dos volumes anuais (1495,6 mm para 1449,5 mm) que caíram 3,08%. Portanto, se a quantidade de dias com registros de eventos chuvosos diminui mais intensamente que o volume de chuva, sinaliza que as chuvas estão ficando mais concentradas, podendo desencadear processos erosivos, por exemplo, ou diminuir a disponibilidade dos recursos hídricos para o abastecimento urbano, uma vez que a alimentação do lençol freático é favorecida quando o volume de chuva é melhor distribuído ao longo do tempo.

Pontos importantes destacados nessa pesquisa como a diminuição do volume total de chuva, da quantidade de dias com chuva e o aumento da intensidade das precipitações vão ao encontro dos alertas presentes no relatório AR6 sobre mudanças climáticas do IPCC (2021), podendo, portanto, serem resultados de uma mudança climática em curso.

O relatório também enfatiza que um dos prognósticos em relação às precipitações é o prolongamento das estiagens. Contudo, para a região do TMAP, o que se verificou quanto à distribuição anual das chuvas foi a intensificação da seca durante o inverno e um leve aumento da pluviometria no outono e na primavera, estações que marcam o início e o fim do período seco, respectivamente.

Apesar de ser percebida a tendência de diminuição das chuvas, esta constitui apenas um dos elementos climáticos a ser analisado nas abordagens às mudanças climáticas. Logo, faz-se necessária a continuidade desta pesquisa com a congregação dos resultados de outros estudos que versem sobre a temperatura do ar e a pressão atmosférica. Ademais, a comparação com normais anteriores também trará mais robustez às análises subsequentes.

Ademais, reconhece-se que a publicização dos resultados desse estudo pode auxiliar no planejamento do espaço na mesorregião do TMAP de modo a se praticar uma melhor gestão dos recursos hídricos e garantir a manutenção das atividades econômicas e o abastecimento

domiciliar. Algumas frentes a serem trabalhadas para uma gestão hídrica mais eficiente se fazem urgentes, como o tratamento dos esgotos urbanos e o combate à contaminação das águas no meio rural, a recomposição e a proteção das áreas de preservação permanente (APP), a manutenção contra vazamentos e desperdícios nas redes de distribuição, a implantação de bacias de captação de águas pluviais no meio rural, entre outros, que poderiam ser executados mesmo se a sinalização da diminuição dos volumes de chuva.

Por fim, reitera-se a importância da temática e a necessidade de pesquisas constantes para o monitoramento das dinâmicas climáticas, de modo a corroborar com a organização estratégica do espaço não apenas em função da tendência de intensificação das estiagens, mas também da ocorrência de eventos com excedentes hidrológicos extremos e as ondas de calor, cada vez mais agudas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Hidroweb**. Disponível em :

<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: jul. 2021.

AMORIM, M.C.C.T.; NUNES, J.O.R. Geografia e Ambiente: reflexões sobre o atual momento da Geografia Física. **Geografia**, Rio Claro, v. 31, n. 2, p. 427-432, 2006.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Geração. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/janeiro-registra-a-entrada-de-1280-2-mw-em-operacao>. Acesso em: 19 mar. 2023.

BATALHA, M. A. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, 2011. Disponível em: <https://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/fullpaper?bn00111012011+pt>. Acesso em: 2 ago. 2021.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A.; DIAS, M. A.F. S. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. **Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba (SP)** (Dissertação de Mestrado). USP/FFLCH, São Paulo, 1991. 238 p.

CONTI, J. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINNI, J. A. (Org.). **Variabilidade e Mudanças Climáticas**. Maringá: Eduem, 2000. p. 17-28.

FONSECA, R. G. **Risco hidrológico**: precipitações extremas, enchentes e alagamentos na cidade de Ituiutaba (MG). 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

FONSECA, R. G.; CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Riscos ambientais, precipitações e implicações socioespaciais urbanas. In: GUIMARÃES, A. R.; FONSECA, R. G.; FERNANDES, S. (Org.). **Perspectivas Geográficas**. Ituiutaba: Barlavento, 2021.

GALVANI, E. **El Niño Oscilação Sul (ENOS) e seus efeitos na variação das chuvas na cidade de Piracicaba-SP**. 1995. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) – ESALQ-USP, Piracicaba, 1995.

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. Encontro de Geógrafos da América Latina. **Anais...** São Paulo, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática**: Produto Interno Bruto dos Municípios 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5938>. Acesso em: 4 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – **Sistema IBGE de Recuperação Automática**: Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba: Censo Demográfico 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2022>. Acesso em 18 jun 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de Dados Meteorológicos. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em 15 jun. 2021.

IPCC AR6 (Intergovernmental Panel on Climate Change). Summary for Policymakers. In: MASSON-DELMOTTE, V., P. ZHAI, A. PIRANI, S. L. CONNORS, C. PÉAN, S. ERGER, N. CAUD, Y. CHEN, L. GOLDFARB, M. I. GOMIS, M. HUANG, K. LEITZELL, E. ONNOY, J.B.R. MATTHEWS, T. K. MAYCOCK, T. WATERFIELD, O. YELEKÇI, R. YU AND B. ZHOU (Eds). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021, 41 pp.

MENARDI Jr, A. **Regime e ritmo das chuvas na bacia do Rio Piracicaba**: variações e impactos (Tese de Doutorado). UNESP/IGCE, Rio Claro, 2000. 291 p.

MOLION, L. C. B. Gênese do El Niño. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, 2017.

MONTEIRO, C. A. F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo**: estudo geográfico sob a forma de atlas. São Paulo: USP/IG, 1973.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia – IGEOG/USP, 1976. 181p.

MONTEIRO, C. A. de F. **Fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento**. *Climatologia*, n. 10, p. 1-36, 1981. Disponível em:

https://biblio.fflch.usp.br/Monteiro_CAF_19_1349813_FatoresClimaticosNaOrganizacaoDaAgriculturaNosPaísesTropicaisEmDesenvolvimento.pdf. Acesso em: 23 ago. 2021.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION - NATIONAL WEATHER SERVICE (NOAA/NWC). Cold & Warm Episodes by Season. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php. Acesso em: 22 dez. 2023.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e entorno da Serra da Canastra (MG)**. 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – IG, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Disponível em: <http://clyde.dr.ufu.br/bitstream/123456789/16101/1/CaracterizacaoClimaticaMesorregiao.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

NOVAIS, G. T.; BRITO, J. L. S.; SANCHES, F. O. Unidades Climáticas do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.23, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/58520>. Acesso em 25 jul. 2021.

PACHECO, A. G. F., CUNHA, G. M.; ANDREOZZI, V. L. **Aprendendo R**. Escola Nacional de Saúde Público: Fiocruz, 2017.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As Chuvas no estado de São Paulo**: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica (Tese de Doutorado). USP/FFLCH, São Paulo, 1995. 252 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.16, n.1, 1998. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/12158>. Acesso em: 22 set. 2017.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: Eduem, 2000. 259 p.

SCHRÖDER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 15, n. 18, p. 193-250. ago. 1956. Disponível em: <http://www.scielo>.

br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0006-87051956000100018&pid=S0006-87051956000100018&pdf_path=brag/v15nunico/18.pdf&lang=pt. Acesso em 28 jun. 2017.

SCHNEIDER, H. **A geografia do clima na microrregião de Dourados/MS: regime e excepcionalidades pluviais no período de 1980 a 2012.** Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências Humanas –Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

SILVESTRE, M. R.; SANT’ANNA NETO, J. L.; FLORES, E. F. Critérios estatísticos para definir anos padrão: uma contribuição à Climatologia Geográfica. **Revista Formação**, Presidente Prudente, v.2, n.20, p.23-53, 2013.

SOUZA, M. B. de; MARIANO, Z. de F. Geografia Física e a Questão Ambiental no Brasil. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, São Paulo, n.23, p. 77-98. 2008. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp23/Artigo_Marcos_e_Zilda.pdf . Acesso em: 14 jun. 2016.

TAVARES, A. C. Critérios de escolha de anos padrão para análise rítmica. **Geografia**, Rio Claro, v. 1, n. 1, p. 79-87, 1976.

THORNTON, C. W.; MATHER, J.R. **The water balance.** Climatology, Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

XAVIER , T. M. B. S. **Tempo de chuva:** estudos climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional. Fortaleza: ABC, 2001.

ZAVATTINI, J. F.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica:** teoria e prática de pesquisa. Campinas: Editora Alínea, 2013. 150 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Variação da precipitação mensal por estações – 1991 a 1995

ANO	MÊS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS																																	MÉDIA										
		1845014	1846002	1846003	1846004	1846006	1846007	1846017	1846019	1847001	1847003	1847007	1847008	1847010	1848000	1848004	1848006	1848009	1849002	1849006	1945002	1946004	1946005	1946007	1946010	1946011	1946022	1947001	1947007	1947008	1947009	1948007	1949002	1949003		1949004	1949005	1949006	1950000	1950011	2047037	83577	83579		
1991	JAN	494,8	88,4	409	293,1	545,8	527,3	520	405,9	338	298,1	699,5	509,8	438,6	467,7	304,2	406,5	227,2	330,2	526,6	488,7	374,7	378,5	149	510,2	292,5	353,5	357,2	479,1	331,6	342,1	545,7	389,2	486,4	354	549,7	487,6	436,1	282,4	451,6	547,2	415,5	415,4		
	FEV	146,5	65,1	79	148,1	207,8	210,2	393,3	222,8	206,7	172,5	722,5	261,9	277,9	147,5	258,1	192,1	238,6	121	214,9	240,9	116,9	272,3	138	241,8	287,4	196,7	280	321	212,4	240,7	268,5	139,3	262,3	178,7	252,2	369	102,1	188,7	261	149,7	265,9	226,1	351,0	
	MAR	305,4	82,3	192	255,5	389,3	242,5	256,5	318,9	312,9	307,5	498,4	495	395,5	293,5	310,6	418,1	404,8	606,2	329,8	403,3	390,4	387,3	256,2	405,2	502,3	184,9	267,6	276,8	312,9	361,1	386,1	252,5	297,4	403,1	281,3	629,8	217	197,8	456,6	627	480,8	351,0		
	ABR	35	28,4	91	71,3	103,3	17	21,4	65,3	64,5	100,7	87,1	169,4	131	169,5	78,2	64,9	91,3	26,5	173,6	24,3	207,5	127,1	111,4	112,9	197,3	75,7	192,1	144,6	137,5	246,8	213,5	95,6	58,7	149,4	123,8	106	65,5	19,4	179,3	169,6	101,5	108,5		
	MAI	23	0	2,5	5,8	23,5	2,2	7,1	27	6,3	25,2	56,2	0	6	0,3	0	1,2	0	30	0	29,6	19,3	34,5	20	30,3	31	27,6	4,8	13	25,5	11,7	85,4	17	15	18,3	54,4	4,2	25	5,8	23,4	33	19,2	18,6		
	JUN	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	18,4	0	2,2	0	3	3,2	5,4	2,6	10,1	21	0	0	2,3	0		
	JUL	0	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	2,3	0	0	0	7,3	12,3	35,8	2,3	0	11,4	0	4,8	2,6	0	0	0,2	0	0	1,1	0	5	2,6	12,4	49,7	0	3,8	0		
	AGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,8	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1,0	0			
1992	SET	106,6	7,8	70,5	56,2	70,2	76,2	67,9	69,1	44,3	17,1	50,8	73,2	34,3	31,7	28	33,9	29,1	45,5	59,7	43,6	26,5	42,1	18,3	56,3	52,7	52,7	31,4	69,4	0	35,3	26,2	20	73	37	18,2	31,8	42	23,6	26,3	29,5	33,4	43,0	92,4	0
	OUT	125,1	39,8	56,6	104	126,7	120,6	71,2	92,2	93,4	129,5	271,7	156,3	57,4	67,1	90,2	99,5	95,7	56,2	110,6	70,4	80,5	128,5	97,3	127,4	64	64,9	73	120,4	21,6	62	100,1	64,4	81,9	78,2	90	79,2	79,5	88,5	136,3	55	60,8	92,4	0	
	NOV	201,2	56,9	124,6	92,3	135,8	145,1	176,1	113,2	185	45,8	278,5	91,4	225,9	108,1	95,6	178,8	125,7	147,9	75,2	158,1	134,3	136,5	114,5	89,9	35,9	108,1	127,2	103,6	94,1	168,8	81,8	79,7	51,5	150,4	137,8	47,6	79	21,9	17,8	134,8	179,4	120,9	0	
	DEZ	318	306,2	236,7	155,6	238,4	242,8	334,6	450,8	332,3	319,6	329,3	455,4	328,3	159	137,7	88,9	205,7	170	181,7	178,2	289,2	253	66,3	163,2	169,9	189,4	241,5	214,1	267,4	192,2	161,7	165,2	214,9	133,2	163,1	163	84,8	181,6	320,9	156,1	207,6	223,1	0	
	JAN	546,4	485,5	542,5	316,7	681,3	462,1	486,1	654,8	549,8	434,4	540,5	569,9	397	260,9	333,6	322,9	381,7	320	263,4	398,3	356,6	377,9	321,6	509,8	224,2	418	404,5	502,2	377,2	396,6	468,6	212,7	241,9	355,4	331,4	350,8	157,1	323,3	346	355,2	467,3	405,0	0	
	FEV	558,8	281	444,7	383,4	489,7	433,7	306	284,5	292	137	435,4	386,6	335,5	205,9	215,7	274,6	166,3	244	176,8	331	339,3	346,6	193,8	276,5	815	422,8	222,2	276,2	199,7	261	331,4	309,7	255,5	217,5	261,2	211,6	187,2	192,3	319,9	353,6	338,1	298,8	0	
	MAR	148	95	122,5	35,8	109,7	166,5	113,3	129,7	74,8	82,5	93,2	92,1	105	123,5	107,1	95,4	92,9	123	88,7	164	210,9	66,3	159,5	341,8	99	106,9	186,3	170,9	193,4	134	197,1	126,2	147,5	284,6	237,5	131,4	175,1	126,4	166,4	270,2	142	145,0		
	ABR	176,1	100,3	163,7	16,2	139,3	95,5	121,9	73,8	82,7	100,1	102,1	68	154,8	58,6	71,1	111,3	87,7	98	64,3	124,1	133,4	194,4	86,7	237,4	127,8	109,9	100	140,4	151,7	118,3	173,7	69,4	103,5	156	220,1	145,8	85,5	61,5	151,4	130,2	109,6	121,6	0	
MAI	20,8	10	0	31,3	32,3	21,4	18	6,5	15,9	26,2	18,1	6,3	11,4	32,2	36,4	28,5	29,5	98,2	12	40,5	43,1	55,9	51,5	36,2	48,2	37,2	8,1	47,8	93,4	96,8	100	33,9	0	55	40,3	78,9	46,8	78,4	40,1	57,4	62,7	100,6	41	0,5	
1993	JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	0	14,5	0	0	1,4	0	7,4	0	0	7	7	0	3,1	8,8	5	11	21,2	0	0	0	3,1	0	7,9	0	16	4,6	9	2,9	
	AGO	5,1	17	0	8,4	3	7,4	0	0	20,4	4,3	17,8	5,2	13,6	2	0	11,1	12	0	0,3	5,7	8,6	24,8	3,2	20	26,2	2,3	26,4	6	43,5	24	1,8	0	2,3	1,7	11,3	0	18,7	19,7	26,4	43	6,5	11,0	0	
	SET	144,2	146	42	60,5	87,1	108,2	87,4	117,4	112,7	105,8	134,6	120,6	90,9	111	64,7	81,7	73,1	72	108,6	146,1	111,3	177,9	109,8	178,1	99,1	114,4	165,9	104,6	152,2	96,2	121	79	72,6	68,5	125,8	71,2	106,3	106,8	198,1	105,8	150,4	110,5	0	
	OUT	221,8	30,5	152,1	116,8	227,2	234,1	385,2	171,9	229,6	158,4	223,7	212,2	258	198,1	227,2	217,4	165,8	75,5	244,4	150,6	178,7	181,7	171,5	262,3	211,4	204,8	206,7	188,9	248,8	195,7	366,2	194,1	196,4	215,6	383,5	137	140	144,3	399,2	342,2	242,6	210,0	0	
	NOV	253,8	67	228,5	96,7	198,5	209,8	299,5	437,5	248,2	203,9	222,6	343,2	236,5	277,6	80,4	246,1	317,9	259	174,8	233,6	111,4	306,3	86,5	219,5	112,6	308,8	135,2	96,7	157,1	209,1	113,8	197,3	104,6	177,4	292,8	173	352,9	90,2	135,4	118,5	139,7	201,8	0	
	DEZ	263,2	155,3	372,1	153,7	403,3	223,2	200,3	300,6	227,7	243,7	271,4	436,6	340,1	203,2	134,8	29,1	191	84,8	267,4	243,6	279,6	208	189,9	396,8	169,4	290,4	366,9	230,8	192,5	252,1	132,4	234,5	176	151,9	256,7	195,6	171,4	64,7	246,9	191,3	233,6	234,4	0	
	JAN	137,1	88,3	168,1	92,5	68,7	118,9	87,4	114	147,3	150,9	170,1	206,7	170,1	77,9	67,7	92,1	74,1	44,8	141,5	232,2	212,5	123,1	140,9	98,3	110,6	145,9	151,7	142,2	206,7	265,4	217,8	113,7	208,4	96,3	173,4	89,5	110,2	84,4	156,8	137,8	130,2	135,8	0	
1994	FEV	227,8	181,4	428	115,7	326,7	218,6	245,2	238,6	434,9	250,3	345,1	375,8	406,2	374,3	159,9	352,8	318,7	170	347,7	369	349,7	349,8	193,2	365,7	264,5	241,2	299,6	325,8	281,3	233,4	411,4	306,5	322	132,7	387,1	209,6	36,7	73,2	389,1	310,2	297,1	290,9	0	
	MAR	37,9	180,6	101,3	72,9	71,6	159,4	185,8	20,2	20,9	47,2	319,6	74	111,6	150,9	123,8	86	97	253,5	112,9	83	161,6	85,4	157,3	360,5	20																			

Fonte: ANA (2021); INMET (2021).

ANO	MÊS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS																																								MÉDIA		
		1845014	1846002	1846003	1846004	1846006	1846007	1846017	1846019	1847001	1847003	1847007	1847008	1847010	1848000	1848004	1848006	1848009	1849002	1849006	1945002	1946004	1946005	1946007	1946010	1946011	1946022	1947001	1947007	1947008	1947009	1948007	1949002	1949003	1949004	1949005	1949006	1950000	1950011	2047037	83577		83579	
1996	JAN	110,8	190,4	73,4	83,7	165,8	285,7	184,4	260,8	185,5	201,2	266,7	176,5	177,1	205,4	121,4	237	305,8	150	165,8	155,6	186,8	156,8	190,3	241,6	134,3	103,5	192,7	286,4	196,1	198,1	323,8	254	228,7	277,6	308,3	178,4	345,4	345,7	282	296,4	190,2	209,7	
	FEB	192,1	136,6	54	65,2	251,5	98,9	120,8	149	91,5	85,1	101,5	108,8	117,7	96,1	86,6	92	164	225	151,1	128,8	219,1	164,7	221,9	146,9	311,4	107,1	75,2	148,5	101,2	158,9	210,8	96,9	168,7	277	154,8	92,4	306,5	130,1	171,9	222,6	105,2	149,0	
	MAR	166	211,9	149,3	61,9	64,4	98,2	108,4	121,7	160,5	102,8	249,5	117,5	216	252,7	137	151,5	144,3	352	340,2	160,2	275,1	152,4	202,0	82,9	233,5	124,3	210,6	210,9	239,8	104,1	279,6	138	127	197,2	248,1	69	194,5	89	180,8	164	157,9	167,3	
	ABR	39	58,6	82,4	32,5	29,3	78,6	185,3	133,9	60,3	72,8	82,7	75,3	40,8	54,7	33,6	50,7	38	40	19,3	129,2	87,4	68,8	123,6	38,0	60,1	128,1	87,8	85,8	68	79,1	44	69,5	37,6	67,9	71,6	54,4	60,7	24,3	29,7	57,3	86,4	67,5	
	MAI	30,2	21,5	50	4	51,5	46,7	48,3	21,4	49,7	14,6	29,8	24,1	43,2	44	26,4	40,1	45,7	23	60,7	29,8	34,2	26,1	21,6	33	34,7	24,9	71,6	39,4	42,5	53,6	50,2	16,7	104,1	61,6	68,2	55,6	95,2	46,8	61,7	40	30,3		
	JUN	0	0	0	0	4,3	0	0	58	0	4	3,3	7,7	8,7	12,2	13,2	10,7	22	11,5	2	5,4	5,1	6	16	0,5	5,9	8,4	8,8	3,0	3,0	6,7	18,3	33,5	37	16,2	15,7	16,4	15,6	23,2	8,7	6,0			
	JUL	0	10,8	0	0	4,3	12,7	33,2	0	10,7	16	13,6	29	5,2	35,1	6,7	15,3	3,7	22,3	21,3	3,7	31	9,9	4,3	31	9,9	4,3	31	9,9	4,3	31	9,9	4,3	31	9,9	4,3	31	9,9	4,3	31	9,9	4,3		
	AGO	4,2	2,4	26,2	0,5	2,4	2,4	19,1	7,7	32,7	25,4	47,8	13,3	40,3	14,1	24,4	16,7	25,9	6,8	30,8	25,4	13,1	31,2	23,5	35,9	7,8	24,7	39,7	28,8	39,8	28,2	10,2	2,1	0	1,8	3,0	1,8	5	4,6	32,1	16,6	35,2	18,0	
	SET	83,6	92,7	52,2	26,6	84,9	45,4	59,2	27,0	32,3	78	63,3	67,3	97,8	98,9	95	93,3	108,3	61,6	127,6	38	77,5	80,2	82,4	148,6	112,5	67,6	85,6	101,4	97,1	66,1	136,1	77,4	71,6	62,7	81,1	61,8	105,1	104,4	127,2	81,6	75,8	82,9	
	OUT	89,6	81,5	49,1	37,1	96,5	67,3	99,9	60,6	103,1	85,9	121,9	65,7	39,3	43,8	31,5	102	66,4	53,3	126	85,5	27,3	83	91,8	156,6	77,2	151,3	94,5	80	34	63	104,4	71	27,1	55,6	49	60,9	41	106,8	87	106,3	262,2		
NOV	431,2	216,1	279,9	104,8	415,4	236,7	247,1	371,9	288,4	251,6	255,1	221	243,1	393,3	192,2	316,8	294,2	243,2	353,1	370,9	352,3	156,9	368,9	367,9	160,8	317	276,2	238,9	194,1	103,1	228,1	228,8	249	219,3	250	241	163,9	299,3	127,8	258,2	251	263,1		
DEZ	239	164,2	221,6	127,6	315,5	332,6	239	192,7	159,6	263,2	161,4	256,1	341	228,2	150,5	157,6	186,9	191,3	143,3	247,6	267,7	267,3	252,8	243,4	239,6	308,3	373	415,3	343,2	561,2	321,6	206	150,8	202	126,9	118	357,2	357,4	306,6	406,4	422,5	239,9		
1997	JAN	145,1	336,7	348,8	114,6	451	499,6	344,7	289,9	318,1	256,7	396,8	336,5	243,7	368,5	421,4	452,1	394	308	439,9	471,2	538,8	474,6	525,3	502,7	459,7	324,3	345	419,1	393,7	596,2	140,3	367,8	392,4	281,6	363	312,5	441,6	263,8	398	533,4	378,3	557,4	394,5
	FEB	108,1	79,9	48,3	37,8	82,5	75,3	105,6	152,8	79	73,9	89,8	124	32,3	52,3	103,4	66,9	128,7	114	115,8	159,4	88,65	100,3	56	134,8	150,9	98,6	87,5	74,7	114,1	44,5	224,2	145,1	65,6	145,5	137,3	121,6	153,2	77	144,6	124,6	38,6	101,4	
	MAR	232,9	262,1	187,7	124,4	261,1	156,7	307,6	204,1	222,2	129,3	211,6	196,8	198,1	130,8	104,2	276,5	160	171,9	88,1	158,9	177,4	183,4	196,5	199,1	100,3	202	381,1	307,4	179,7	58,6	103,2	167,8	80,6	94,7	127,2	127,2	161	83,6	193,3	217,4	117,6	176,7	
	ABR	166,4	66,9	90,5	56,7	166,1	77,6	105,1	121,2	57,2	70,1	40,8	114,9	84,9	77,5	71	97,9	101,1	45	91,3	93,6	93,72	108,4	96,6	114,5	79,1	105,5	63,9	35,1	40	28,9	65	45,7	39,3	68	23,5	74	71,4	109,4	26,1	42,4	81,4	76,9	
	MAI	50	41,5	24,4	45,9	34,1	40,2	32,6	31,4	2,4	16,2	16,3	8,4	27,8	17,5	17,6	22,5	9	45	21,2	74,4	45,9	34,9	29,9	26,2	44,2	42,9	28,6	26,3	52,5	23,1	14,1	46,2	51,4	26,8	38,1	23,4	60,1	142,1	26,8	54,4	33,8	35,5	
	JUN	61,2	39,7	63,2	38,6	69,1	63,3	51,1	36,5	70,8	58,9	70,5	50,8	90,3	116,6	124	103,5	141,1	167	179,9	53,6	63,4	64,6	58,4	78,6	115,4	73,6	96,4	91,9	66,3	115,9	154,8	129,2	89,9	102,6	76,4	120,8	98,5	97,2	65,9	100,6	65,8	87,2	
	JUL	0	0	0	0	0	6,4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	AGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	SET	41,1	78,6	13	43,7	62,6	67,1	37,6	19	30,1	46,1	9,8	34,4	37,4	89,4	19,8	38,4	28,4	47,6	54,7	54,8	74,9	88,1	64,4	67,2	58,5	52,7	49,8	63,4	49,9	75,8	46,8	176,2	61,5	75,6	88,3	94	59,2	48	12,9	67,2	114,2	57,1	
	OUT	102,5	85	22,2	92,4	60,4	62,7	129,1	81	143,8	191,8	158	111,4	129,5	51,7	111,3	147	88,9	89,4	120,6	120,8	158,7	107,8	145,7	162	126,6	80,7	172,2	118,3	142,5	152,3	57,8	144,6	64	64,6	132,5	92,1	177,6	93,6	143,8	119,9	142,5	117,6	116,1
NOV	284,8	183,8	102,2	180,2	228,8	183	114,5	230,4	259,1	303	319,9	194,2	210	331,9	162	237,9	353,3	200	363	323,2	210,4	318	196,2	282,8	138,9	117,5	127,1	204,7	264,5	221,2	295,8	248,3	267,4	219,7	128,5	252	329,8	302,2	262,9	239,9	280,6	234,5		
DEZ	243,4	259,6	295,7	250,7	401,3	250,3	178	278	271,9	354,2	215,3	302,5	200,1	285,1	442,2	246,6	195,1	211	145,5	369,8	333,8	294,3	377,8	454	300,5	366,6	157,2	364	424,8	340,8	225,4	254,5	196,8	104,3	283,2	212,6	280,8	218,1	347,3	268,7	313,2	272,2		
1998	JAN	372,5	229,8	234	194,3	235,6	174,7	150,5	262,7	281,9	262,8	281,6	230,2	321,4	180,4	76,5	188,7	180,4	126,8	158,2	166	167,5	123,8	191,3	231	205,9	153,8	275,1	270,2	324,6	217,3	220,1	188,7	114,4	214,9	206,9	131,5	175,8	213,6	273,8	234,3	212,1	212,1	
	FEB	197,7	243,8	281,3	138,9	265,2	249,6	194,9	356,8	74,8	156,4	172,2	241,3	222,6	254,3	149,9	153,8	136	325,4	142,6	205	257,1	261,7	307,1	203,1	328,7	166,3	225,2	52,4	224,7	336,7	230	352,9	251,3	209,2	233,6	348,8	379,1	249,2	436,8	275,8	372,4	249,9	
	MAR	179,2	186,4	91,1	124,4	102,2	188,6	46,2	28,1	77,4	162,9	106,1	127,4	175,1	194,9	192,8	219,8	105,1	93,9	267	89,2	66,5	117,2	113,7	169,8	79,3	95,9	31,2	178,6	10,2	70,9	45	372,9	182,4	304,3	297,3	266,7	177,8	84,8	75,7	118,8	93	139,0	
	ABR	61,4	85,1	19	73,9	78,2	83	96,3	57,6	41,1	46,8	55,7	60,4	41,9	94,8	92	93,5	78,5	90	146,4	128,6	91,8	107,2	37,3	89,4	89,3	65,1	90	120,1	131,6	132	98,2	94,6	92,6	130,1	92,9	69,2	123,4	86	149	125,8	63,8	87,5	
	MAI	51,2	82,8	55	62,1	75,9	91,6	40,3	50,5	69,6	109	92,4	102,4	80,5	20,9	11,2	34	37	33,1	28,8	75,6	112,1	86,4	130,7	150,3	65,9	53,9	57,9	82,3	45,2	60,8	56	84	50,5	57	67,2	44	55,4	85,8	65,6	101,8	67,9		
	JUN	5,4	20	0	2,8	2,1	1,1	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0,6	0	2,3	4,3	5,1	0	0	0	0	4,4	0,8	10,7	1,9	19,5	8,5	25,1	0	0	9,5	0	0	0	0	0	0	0		
	JUL	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	7,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	AGO	30,3	71,9	104,7	44,2	64,4	56,4	71,6	30,8																																			

APÊNDICE D – Variação da precipitação mensal por estações – 2006 a 2010

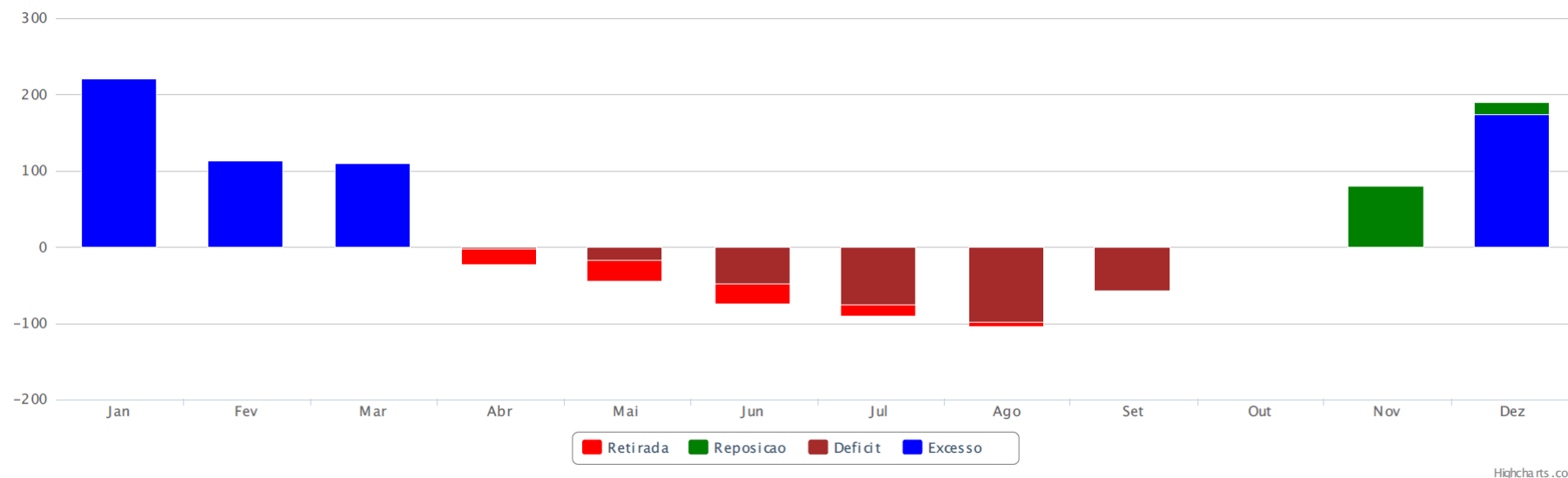
ANO	MÊS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS																																MÉDIA										
		1845014	1846002	1846003	1846004	1846006	1846007	1846017	1846019	1847001	1847003	1847007	1847008	1847010	1848000	1848004	1848006	1848009	1849002	1849006	1945002	1946004	1946005	1946007	1946010	1946011	1946022	1947001	1947007	1947008	1947009	1948007	1949002		1949003	1949004	1949005	1949006	1950000	1950011	2047037	83577	83579	
2006	JAN	169,9	261,3	219,9	205,9	215,8	215,4	153,9	254	147,9	256,1	190,8	256,9	155,1	184,5	145,7	139,7	182,7	133,8	242,9	133,8	243,6	261,4	211,7	224,3	240,4	200,5	128,7	286,5	236,4	170	295,9	247,9	133,7	211,3	301,8	184,2	194,7	185,8	224,3	245,3	228	207,9	
	FEV	87,4	316,2	32,2	288,3	221,7	139,1	172,3	142	181,6	168,3	156,3	140	165,4	207,6	197	139,7	230,4	197,2	143,3	129,1	223,8	204,4	205,7	233,9	149,3	192	100,5	209,5	155,3	241,2	215,6	208,1	299,4	221,6	261,7	230	223,1	250,3	161,8	287,5	138,4	191,9	
	MAR	269,2	284,5	226,8	322	423,9	175,8	214,7	265,6	266,8	204,1	280,5	280,9	177,5	173,9	296,2	317,2	318,3	138,2	212,6	276,3	230,7	150,2	229,1	196,3	253,4	157,7	261,8	292,1	279,6	330,9	183,6	426,3	140,1	207,4	226,1	244,2	154,4	170,8	261,2	285,6	180,5	250,9	
	ABR	71,5	110,7	32,9	47,7	96,3	60,3	68,8	138,3	105,5	60,1	82,9	85,8	140,9	51,2	111,1	86,6	79,3	78,3	155,6	62,9	32,2	116,9	45,7	59	117,4	97,8	145,2	93,2	66,8	58	59,1	125,9	78,2	129,9	41,2	85,1	33,1	49,8	79,9	65,8	97,9	83,0	
	MAI	18	9,9	10,1	20	27,9	25,5	17,8	4,6	13,3	7,4	10	6,3	14,6	14,9	14,9	21,3	21,3	32,6	33,8	73,1	53,5	19,9	34,1	27,7	76,9	25,5	43,7	58,3	15,1	48	17,1	13	13	19,4	26	19,2	14,5	17,1	24,4	46,2	22,4	25,2	
	JUN	3,2	0	0	1,2	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	18,5	35,7	30,4	27	45,8	0	16,3	16,6	25,1	4,4	0	0	1	4,3	4,5	3,8	5,5	0	21,1	2	26,4	7,2		
	JUL	0	0	2,9	0	0	0	1,8	0,1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,6	0	0	0,5	
	AGO	23,5	4,3	13,1	9,8	11,2	17,8	4,4	4,6	2,9	2,4	0,5	26,5	12,9	16,6	25,1	6,6	17,5	11	16,7	27,7	24,8	4,8	33,5	77,7	55,3	3,5	57,1	38,6	0	31,5	31,9	31,5	24,4	16,6	33,3	13,5	49,9	21,8	27,3	57,5	30,5	21,7	
	SET	94,5	110,8	58,5	78,8	140	114,1	122,3	111,2	36,7	61,1	52,5	95	89,2	65,6	10	5,9	114,4	47,1	29,4	86	93,9	171,6	67,6	73,7	78,4	113,6	97,7	76,8	21,1	99	46,4	108,4	73,8	66,8	57,8	65,9	69,2	24	67,5	51,9	52,4	73,1	
	OUT	207	134,6	239,8	207,9	232,8	212,1	250,9	291,2	169,4	276	190,9	263,2	160,5	231,4	269,1	156	246,6	214,7	214,9	170	189,6	161	165,3	304,5	242,8	289,5	154,9	252,2	416,6	193,8	144,3	106,2	92,3	191	231,8	103,1	95,8	124,1	314	241,2	232,2	209,4	
	NOV	189,5	128	179,9	264,8	330,4	175,8	222,5	191,8	222,4	191,7	276,2	289,6	338,6	374,4	178,9	274,1	364,4	240,9	300,9	221,5	131,9	161,7	149,7	262,5	254,1	189,3	204,9	344,3	152,1	218	309,2	361,7	190,4	237,9	205,7	299,3	123,4	102,2	179	195,6	200,5	227,8	
	DEZ	346,7	395,6	466,2	517,7	611	529,2	546,2	517,2	317,9	292	382,2	526,9	388,9	341,4	460,7	414,5	335	421,1	379,5	595,5	413,6	426,3	347,8	351,4	501,8	526,9	358,5	507,9	557	450,7	212,2	273	276,3	207,3	264,2	241,8	178,6	368,7	316,5	299,7	367,1	405,9	
2007	JAN	483	550,9	408,6	493,5	724,5	385,4	395,6	563,2	293,5	580,2	309,2	680,1	377,4	314,7	409,5	608,8	337,3	322,9	323,5	472,8	413,9	455,1	400,1	418,1	504,4	542,3	340,2	509,1	715,4	330,1	572,4	438	480,1	380,3	389,6	367,9	379,5	656,2	543,8	414,9	537,2	464,5	
	FEV	185,3	204,6	190,2	202,4	399,7	166	205,7	295,9	228,9	179,1	167,3	355,7	90,6	161,3	174,2	164,8	196,4	161	191,3	174	137	163,8	122,4	233,3	184	218,8	375,8	299,4	355,8	233,3	430	189,4	136,4	159,6	193,9	279,8	216,7	294,1	200	198,2	172,1	214,3	
	MAR	56,1	79,2	164	111	73,3	88,2	30,1	66,3	87,9	192	155,5	49,9	47,7	72,3	91,13	98,3	102,8	173,8	101,9	9,3	78,2	140,4	75	64,6	124,4	83,5	59,6	96,5	95,2	54,4	141,9	171,2	147,1	123,5	92,2	225,3	151,5	87,2	192,1	104,9	33,6	94,5	
	ABR	39,3	86,4	81,3	127,5	216,2	67,3	42,2	62,9	55,6	77	37,9	116,7	78,7	61	123,3	99,3	73,7	70	94,6	73	83,2	124,5	121,3	75	64,1	164	37,7	56,1	120,1	62,5	66	86,8	57,8	56,6	27,4	33	26,2	48,4	7,3	121,6	109,6	124,6	82,5
	MAI	5	4,7	0	3,7	3	3	1	4,3	3,3	2,3	0	4,8	6,1	17,4	9,7	12,2	18	33,4	29,3	12,3	9,8	3,5	8,4	13,3	27,2	12,3	15,3	6,3	38,7	17,7	29,6	19,7	20,7	33,7	45,4	15,6	56,4	50	43	17,3	16,3	16,4	
	JUN	0	5,4	0	1,2	4,2	0,3	3,8	0	7,3	2,7	0	5	12	28,9	83,3	0,3	3,5	1	0	8,1	9,3	2,8	0	6,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	3,8	
	JUL	16,3	48,5	4,7	56,4	48,2	30,6	0	19,5	3,8	24,6	5,5	17,8	26,4	20	12	10,2	31	42,2	17,7	21,7	32,6	44,2	35,3	29	18,1	33,1	31,6	51,6	21,7	35,5	28,22	22,7	50,3	54,9	40,8	66,2	59,7	36,9	18,3	15,7	35,3	29,7	
	AGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
	SET	5,7	4,7	0	20	13,2	2,5	0	3,1	0,3	10	0	5,5	0	1,7	0	2,9	0	4,8	0	6,1	41,3	11,2	3,6	9,3	23,1	6,3	3	0	10,7	0	0	13,8	1,3	1,5	3,2	5,3	23,5	12,3	10,2	6,6	6,3		
	OUT	37,3	76,7	16,4	61,2	56,8	19,7	64,6	46,6	82,3	38,4	74,1	35,9	56	152,8	54,6	44,8	115,5	115,1	112	98,5	100,3	30,7	96,8	80,4	122,1	59,2	70	101,4	23,8	76,9	109,8	107,6	79,3	77,1	63,9	113	42,3	122,6	65,3	166,5	53,5	76,2	
	NOV	103,5	123	182,5	102,7	166,2	114,5	115,3	68,7	132,8	101	101,8	88,3	185,6	184,3	108,9	88,7	187,7	47,7	132,8	173,2	152,5	121,3	163,8	184,9	354,9	131,7	206,3	261,2	311,5	34,9	119,4	171,7	168,8	130,6	88,6	107,6	105,5	88,6	221	259,6	209,4	154,1	
	DEZ	245,5	427,2	187,7	222,5	224,7	223,4	171,8	257,6	300,4	187,3	201,8	337,6	223,1	184,6	254,7	237	160,8	302,9	290,2	93,1	312,2	240,4	379,4	349,9	528,8	191,9	329,6	350,1	107,7	252,4	205,6	205,7	188	216,6	189	219	187,3	288	247,9	321,7	422,7	255,3	
2008	JAN	331,8	349,6	338	475,5	362	309,5	243	189,7	161,7	281,3	232,4	328,8	208,5	268,5	231,2	208,9	347,8	520,1	381,7	431,7	288,6	442,4	242,8	505,2	393,8	332,2	376,5	380,4	104	280,8	184,2	401,5	406,6	206,4	314,7	492,3	360,4	473,2	232,3	341,9	236,8	319,5	
	FEV	164,4	345,3	265,3	303,4	365,8	333,9	260,8	351,2	375,1	248,9	330,2	309,7	232,9	370,7	237	278,6	406,8	368,6	409,3	230	199,7	212,7	221	256,3	239,5	214,1	189,6	379,3	138,1	400,3	326,5	367,5	351,9	237,6	319	365,5	273,5	301,2	335	385,3	289,8	292,9	
	MAR	154,2	235,1	237,5	208,5	221,8	200,4	158,4	214,9	265,9	207,1	207,1	210	180,2	145,8	228,9	239,5	281,7	168,3	163	122,5	185,8	181,1	235,2	241,7	327,8	347,6	190,9	375,2	145,1	399,3	128,8	170,7	139,7	159,2	160,5	146,2	147,2	208,9	143,4	320,8	283		

APÊNDICE E – Variação da precipitação mensal por estações – 2011 a 2015

ANO	MÊS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS																																								MÉDIA		
		1845014	1846002	1846003	1846004	1846006	1846007	1846017	1846019	1847001	1847003	1847007	1847008	1847010	1848000	1848004	1848006	1848009	1849002	1849006	1945002	1946004	1946005	1946007	1946010	1946011	1946022	1947001	1947007	1947008	1947009	1948007	1949002	1949003	1949004	1949005	1949006	1950000	1950011	2047037	83577		83579	
2011	JAN	217,7	280,3	150,3	382,7	519,2	184,9	329	605,1	290,7	474,6	444,7	524,6	367,3	205	144,6	380,5	339,1	343,7	183,2	173,5	232,1	225,8	233,9	343,2	323	378,4	245,7	435,4	308	199	219,4	202,8	303,8	293,4	286,8	197,4	364,2	244,9	411,9	284,7	267,4	305,8	
	FEV	137,4	145	19	72,3	108,4	109,2	20,9	129,9	86,5	124,1	76,1	65,2	93	145,4	187,4	153,3	192	120,1	150,1	101,6	48,3	112,8	82,7	248,8	181,3	36,5	113,4	120,2	121,8	128,6	235,7	269,9	81,2	144,7	194,9	88,8	148,2	71,5	166,5	188,1	169,5	126,6	
	MAR	434,3	357	464	727,9	519	430,5	367,9	474,1	402,8	449,5	515,4	522	557,6	421,4	437,3	564,6	364,5	468,3	440,7	582,7	351,6	326,1	310,4	287,3	518,5	336	377,9	553,6	443,6	401	456	553,4	556,3	479,9	445,4	423,8	547	408,6	361,2	629,3	345,1	454,0	
	ABR	28,7	128	123,2	104	59,1	86,7	92,7	40,9	130,5	46,4	81,8	44,6	148,4	76,8	164	84,3	136	68,4	112,4	88,8	159,1	61,4	128,3	174,8	157	77,8	217,5	134,9	159,9	223,3	67,1	152,9	33,5	101,1	50,2	62,9	59	105,4	196,5	301,2	100,3	111,4	
	MAI	0	0	0	4,2	10,5	10,7	4,8	0	3,6	0	0	0	4,4	0	0	0	0	4,1	32,1	0	24,4	0,2	3,6	12,4	35,8	0,8	0	3,3	0	0	0	1,5	21,3	0	0	0	37	3,1	0,5	0,6	0	5,3	
	JUN	4,8	20,1	6,5	0	7,5	8,2	6,3	4,4	16,3	11,3	11,8	16,7	22,8	14,4	19,9	12,3	22,9	27,3	15,5	9,1	22,9	5,8	19,7	20,9	30,1	17,2	35,1	22,3	27,4	36,2	21	18,7	25,4	40,8	23,8	20,2	32,7	20,1	19	25,1	18	18,5	
	JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	6,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7		
	AGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	0,4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	3,6	4,2	4,2	6,5	5,6	5,8	6,5	10,2	0	2,9	1,4	1,5
	SET	0	32,9	0	0	0	0	1,8	0	4,6	5,2	0	0	0	0	0	0	0	3	2,1	0	9,1	2,6	27,1	1,2	3,3	0,2	0,3	8,9	2,3	23,6	10,5	0	0	2,1	6,5	0	0,6	3,6	16,1	2,5	2	13,4	4,7
2012	OUT	189	115,8	61,7	251,1	207,7	212,8	213,4	217,6	84,6	148,8	108,7	206	187,9	172,2	132,3	110,4	248,1	127,1	168,1	158,6	179,5	116,3	178,1	210,3	187,8	128,7	178,7	212,7	196,4	148,4	177,3	129,6	188,3	105,2	141,3	84,2	110,4	121,8	356,6	151,6	188,3	166,2	
	NOV	143,2	130,6	205,7	222,1	129,8	109,1	260,6	93,3	118,7	136,7	148,9	146,2	123,5	149,1	147,7	132,7	92	138,2	143	164,9	158	126,3	111,6	97,1	268,1	66	137,8	310	146,4	117,1	110,1	180,8	169,5	175,3	138,2	226,4	95,8	66,1	210,5	148,8	121,5	149,1	
	DEZ	512,4	486,3	392,2	584,7	551	329,4	535,9	467,1	251,9	402,4	423,8	513,2	553,1	127,2	189,3	111,5	149,3	214,3	153,7	391,2	285,2	310,9	351,9	480	261,1	477,8	309,8	413,7	214,8	566,1	335,8	329,2	294,6	256,4	358,2	296,8	181,8	107,5	340,3	213,7	333	338,1	
	JAN	301,9	327,8	162,2	544,6	352	302,2	272,6	321,1	271,2	209,9	350,7	427,8	237,5	276,9	180,6	246,2	333,8	306,3	199,5	294,5	275,6	391	314,5	463,2	393,4	289,1	256,2	294,7	474,3	337	297,6	322,3	323,9	322,1	329,2	259	219,9	261,2	641,2	415,4	494,6	326,6	
	FEV	157	141,5	48,7	113,2	152,5	85,2	79,2	127,2	262,8	174,6	208,1	110,6	178	168,7	169,4	127,7	147,2	246,3	145	81,7	77	93,7	59,9	99,9	41,8	109,2	154,8	169,1	98,7	174,2	150,6	193,6	88	147,2	183,7	195,6	108,3	190,2	99,6	156	105,8	137,0	
	MAR	116,4	83,3	114	277,6	90,7	75,7	220,1	157,7	150,1	84	79,6	106	96,1	158,9	184	277,5	190,7	111	176,9	119	100,4	91,6	118,1	236,3	125,9	118	135,6	176,5	122,2	107,5	109,8	176	110,1	135,2	89,7	158,5	86,5	199,7	234,6	128,5	128,4	140,3	
	ABR	51,6	117	105	78,4	111,3	55,7	118,2	37,1	46,9	99,2	41,7	112	45,9	140,4	116,1	85,2	144,4	139,4	171,3	129,3	108,6	34,7	84,9	109,6	142,4	46,7	104,2	59,3	123,5	183	149	120	132,7	179	120,8	93,8	84,9	37,8	98,6	107	100,0		
	MAI	17,4	21,7	42,8	36,8	26,2	18,3	105,3	17,3	26,1	33,1	22,7	52	31,6	42,7	18	19,4	9,6	27,6	22,9	16,6	24,3	15,1	37	3,8	35,2	21,7	30,5	30,6	13,8	17,9	40,3	45,6	44,2	28,4	33,2	30,2	51,1	40,7	29	73	51,7	31,8	
	JUN	0	69,8	23,7	125,8	67,4	65,3	77,9	72,2	42,6	54,3	41	103,2	70,6	37,9	59,7	49,7	5	99,9	49,3	90	70	71	68,2	92	82,2	50,4	110,1	53,8	94	111,6	99,8	80,8	77,5	88,7	104	81,1	112,5	41,1	139,3	91	83,6	73,4	
JUL	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	0	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	10,1	1	6,2	3	15	10,2	18,6	14	1,5	6,5	2,9	4	0,7	0	38,3	10,2	3,9	3,8	
AGO	0	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1			
SET	1	110,7	9,7	18,9	37,5	27,3	13,1	32	24,4	47,5	29,5	60,6	34,2	14,1	15	19,3	5,8	30,6	29,5	21	13,9	38,9	18,6	23,4	12	40,6	34,3	25	56,9	33,6	26,9	30,2	113,6	109,5	42,5	60,4	55,8	58,4	22,2	30,6	35,9	35,7		
OUT	92,1	43	18,8	35,1	34,9	90	66,5	46,3	72,8	45,5	66,4	68,2	104,4	66,1	67,9	70,3	68	9,3	38,2	84,1	54	99,9	74,9	62,4	81,2	56,5	46,9	84,5	56,9	80,5	51,8	49,7	23,6	23	36,9	46,6	29,7	20,6	81	35,5	91,3	57,9		
NOV	703,5	59	330,2	415,2	415,9	358,7	301	410,1	253,4	438,2	272,7	364,6	205,1	165,8	180,9	230,4	147,8	189,4	177,7	372,8	248,4	210,1	308,2	347,7	286,7	290,4	157,7	177,6	289,7	156,4	77,6	107,1	84,1	147,5	146,2	167,7	275,7	147,5	129,9	271,8	124,1	248,1		
DEZ	174	119,9	206,7	223,6	170,4	121,5	19,3	126,2	110,9	114,2	124,2	139,2	227	242,4	293,6	183,2	165,5	288,1	189,3	88,9	111,3	121,9	170,9	241,3	149,2	138	122,2	158,7	156,6	152,9	149	239,1	219,5	240,1	284,9	427,7	257,6	133,5	249,4	169,2	159,7	177,1		
2013	JAN	478,3	336,5	184,4	823,2	325,7	390,7	241,5	344,3	361,5	342	323,4	536,2	316,6	358,9	255,6	427,7	347,8	373	405,6	294,7	359,8	388,9	366,2	296,8	294,4	317,9	205,4	338,3	588,8	283,2	419,5	315	173,1	240,3	312,4	364,8	168,8	214,5	402,9	293,2	304,1	344,3	
	FEV	289,5	55,6	169,1	156,7	69,6	81,8	147	79,1	50,2	59,9	62	99,6	117	186,9	151,1	109,3	116,5	127,5	172,6	192,3	113,4	147,2	66,2	33,3	159,7	141,1	75,8	271,1	147,5	121,2	183,2	327,7	213,3	121,2	212,9	176,1	70,8	126,1	245,8	125,6	140,2		
	MAR	450,6	243,2	286,4	309,3	226,3	247,1	227,5	166,2	223,2	92,7	150,5	77,2	189,5	153	227	223,2	173,2	180,6	218,7	117,8	210,5	264,5	249	214,4	312,1	165,2	111,1	283,8	144,4	130,3	219,7	230,5	134,5	160,1	225	187,6	216,8	252,7	174,3	230,3</			

ANEXOS

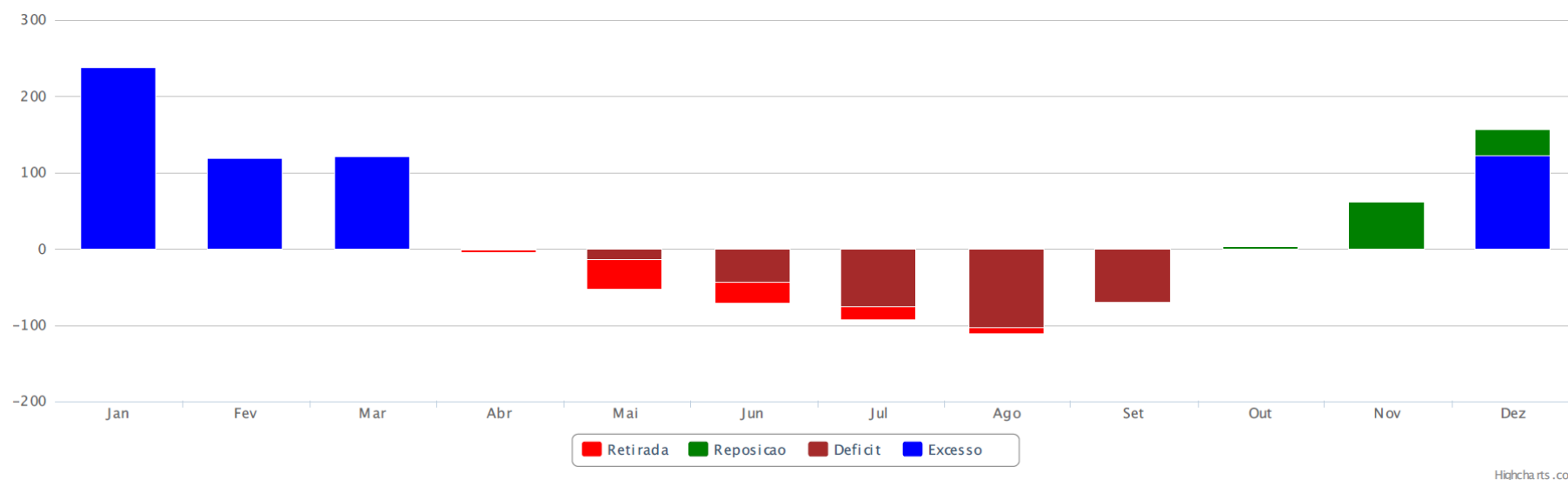
ANEXO A – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Araxá (A)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	126,6909	126,6909	347,0585	100	0	126,6909	22,22703333	0	220,3676
Fevereiro	122,3151	122,3151	235,7185	100	0	122,3151	22,41353333	0	113,4034
Março	121,8884	121,8884	232,0824	100	0	121,8884	22,0682	0	110,194
Abril	112,1424	112,1424	89,2905	79,57111785	-20,42888215	109,7193821	21,3444	2,423017855	0
Maio	97,4075	97,4075	52,6669	50,86856687	-28,70255099	81,36945099	19,3414	16,03804901	0
Junho	89,3499	89,3499	14,46522	24,05633535	-26,81223152	41,27745152	18,3299	48,07244848	0
Julho	100,9477	100,9477	11,13177	9,798595764	-14,25773959	25,38950959	18,31446667	75,55819041	0
Agosto	123,5476	123,5476	19,4694	3,460652261	-6,337943503	25,8073435	19,91736667	97,7402565	0
Setembro	132,1018	132,1018	73,8446	1,932636409	-1,528015851	75,37261585	21,34026667	56,72918415	0
Outubro	143,3743	143,3743	144,8119	3,370236409	1,4376	143,3743	22,31896667	0	0
Novembro	131,9065	131,9065	211,7644	83,22813641	79,8579	131,9065	21,91746667	0	0
Dezembro	122,6799	122,6799	313,2207	100	16,77186359	122,6799	21,82033333	0	173,7689364

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

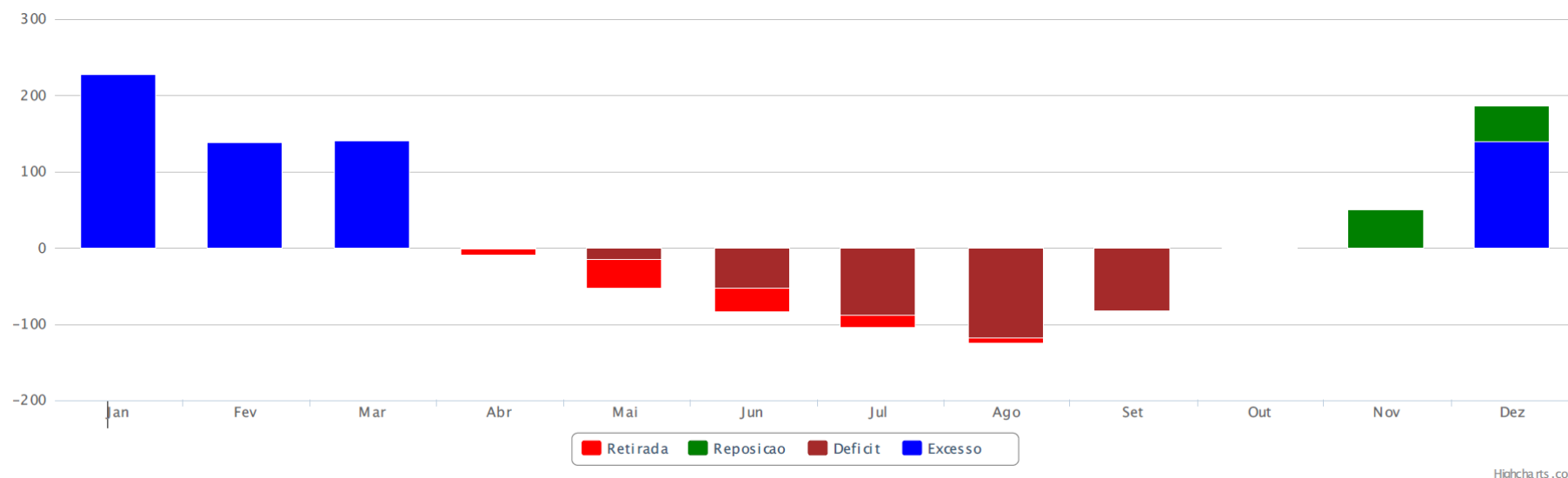
ANEXO B – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Campina Verde (A)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	142,1042	142,1042	379,812	100	0	142,1042	25,5832	0	237,7078
Fevereiro	132,0224	132,0224	251,9393	100	0	132,0224	25,6704	0	119,9169
Março	133,93	133,93	255,7555	100	0	133,93	25,38646667	0	121,8255
Abril	121,7813	121,7813	117,7123	96,01267231	-3,98732769	121,6996277	24,5129	0,08167231	0
Maio	104,7662	104,7662	53,0547	57,24642448	-38,76624783	91,82094783	21,8279	12,94525217	0
Junho	93,4123	93,4123	21,9668	28,0197659	-29,22665858	51,19345858	20,70643333	42,21884142	0
Julho	106,2735	106,2735	13,31084	11,05943142	-16,96033448	30,27117448	20,87746667	76,00232552	0
Agosto	130,8181	130,8181	20,80686	3,680951159	-7,37848026	28,18534026	22,82926667	102,6327597	0
Setembro	136,9071	136,9071	65,531	1,802924711	-1,878026448	67,40902645	24,68873333	69,49807355	0
Outubro	151,3058	151,3058	154,9726	5,469724711	3,6668	151,3058	25,84493333	0	0
Novembro	149,6302	149,6302	210,9794	66,81892471	61,3492	149,6302	25,761	0	0
Dezembro	147,3842	147,3842	303,7259	100	33,18107529	147,3842	25,48123333	0	123,1606247

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

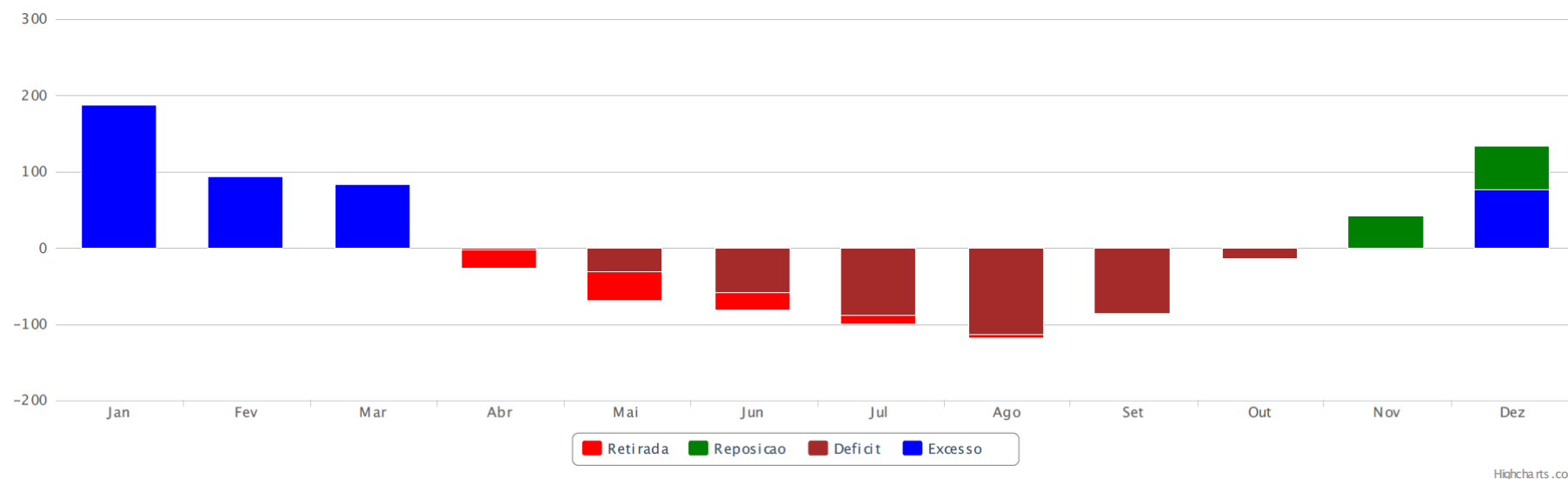
ANEXO C – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Conceição das Alagoas (A)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	139,4233	139,4233	366,913	100	0	139,4233	23,82563333	0	227,4897
Fevereiro	130,1792	130,1792	267,934	100	0	130,1792	23,8755	0	137,7548
Março	134,0168	134,0168	275,4221	100	0	134,0168	23,60263333	0	141,4053
Abril	123,3113	123,3113	113,9425	91,05668148	-8,943318523	122,8858185	22,70276667	0,425481477	0
Maio	109,9502	109,9502	58,2565	54,30113809	-36,75554339	95,01204339	20,24403333	14,93815661	0
Junho	102,1848	102,1848	18,77983	23,58227772	-30,71886037	49,49869037	19,13543333	52,68610963	0
Julho	119,1534	119,1534	15,69757	8,380748129	-15,20152959	30,89909959	19,19603333	88,25430041	0
Agosto	147,9778	147,9778	23,37776	2,410747309	-5,97000082	29,34776082	21,18746667	118,6300392	0
Setembro	152,5576	152,5576	68,601	1,041196764	-1,369550545	69,97055054	22,857	82,58704946	0
Outubro	164,5354	164,5354	163,0747	1,026098541	-0,015098223	163,0897982	24,00276667	1,445601777	0
Novembro	154,1804	154,1804	205,6382	52,48389854	51,4578	154,1804	23,9095	0	0
Dezembro	143,3974	143,3974	330,682	100	47,51610146	143,3974	23,66176667	0	139,7684985

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

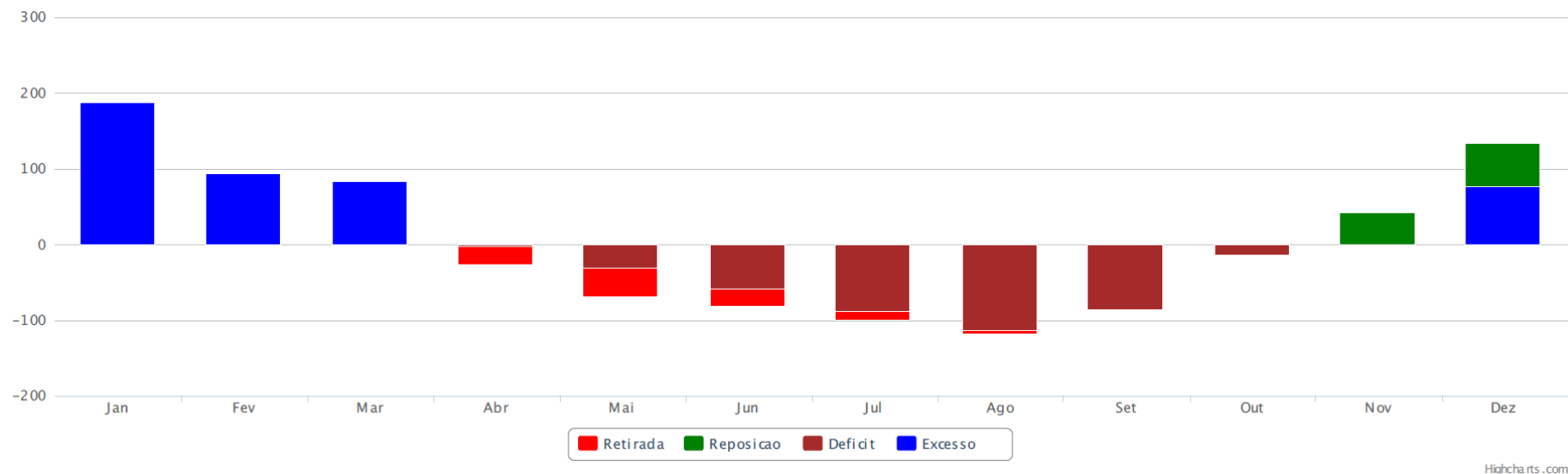
ANEXO D – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Ituiutaba (A)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	139,1749	139,1749	327,9147	100	0	139,1749	25,06726667	0	188,7398
Fevereiro	130,1814	130,1814	224,5039	100	0	130,1814	25,12083333	0	94,3225
Março	131,5272	131,5272	215,8119	100	0	131,5272	24,85306667	0	84,2847
Abril	122,8642	122,8642	96,8277	77,07702033	-22,92297967	119,7506797	24,0856	3,113520333	0
Maio	108,3356	108,3356	39,6268	38,77273083	-38,3042895	77,9310895	21,57953333	30,4045105	0
Junho	97,0119	97,0119	17,2635	17,46559919	-21,30713164	38,57063164	20,3817	58,44126836	0
Julho	111,5459	111,5459	12,26864	6,471840831	-10,99375836	23,26239836	20,54633333	88,28350164	0
Agosto	135,0577	135,0577	16,77335	1,983012367	-4,488828464	21,26217846	22,49786667	113,7955215	0
Setembro	140,3617	140,3617	54,1604	0,837448161	-1,145564206	55,30596421	24,56563333	85,05573579	0
Outubro	153,4127	153,4127	140,2293	0,734011991	-0,10343617	140,3327362	25,5559	13,07996383	0
Novembro	147,8199	147,8199	190,6518	43,56591199	42,8319	147,8199	25,28996667	0	0
Dezembro	143,2576	143,2576	277,1693	100	56,43408801	143,2576	24,94256667	0	77,47761199

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

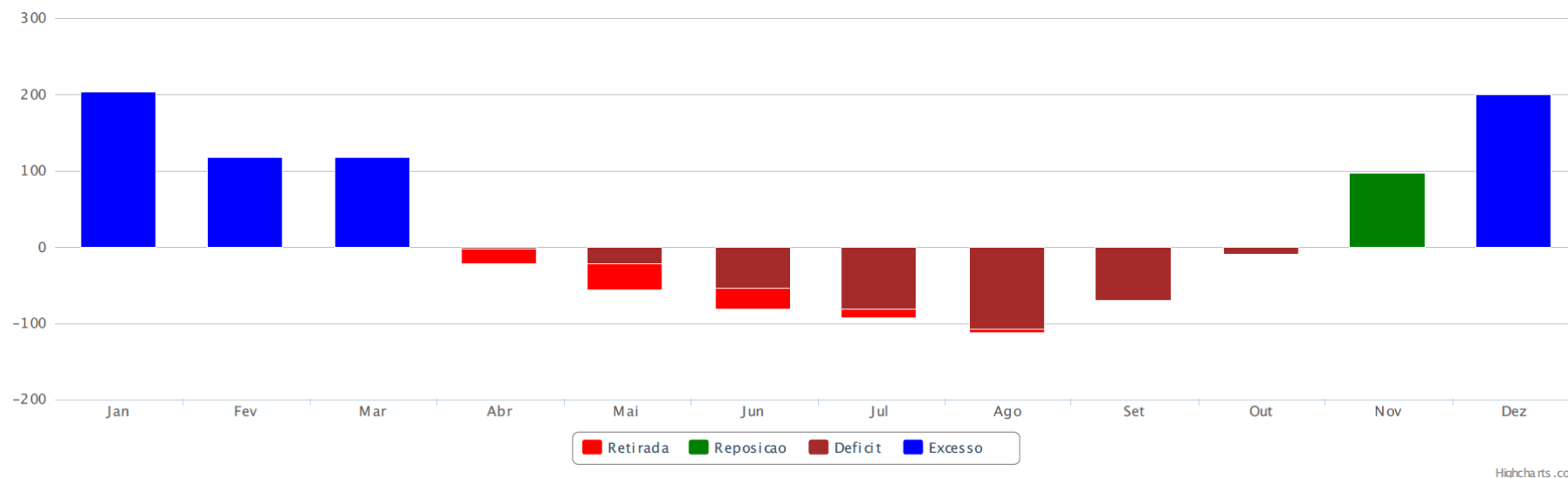
ANEXO E – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Ituiutaba (C)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	139,1749	139,1749	327,9147	100	0	139,1749	25,06726667	0	188,7398
Fevereiro	130,1814	130,1814	224,5039	100	0	130,1814	25,12083333	0	94,3225
Março	131,5272	131,5272	215,8119	100	0	131,5272	24,85306667	0	84,2847
Abril	122,8642	122,8642	96,8277	77,07702033	-22,92297967	119,7506797	24,0856	3,113520333	0
Mai	108,3356	108,3356	39,6268	38,77273083	-38,3042895	77,9310895	21,57953333	30,4045105	0
Junho	97,0119	97,0119	17,2635	17,46559919	-21,30713164	38,57063164	20,3817	58,44126836	0
Julho	111,5459	111,5459	12,26864	6,471840831	-10,99375836	23,26239836	20,54633333	88,28350164	0
Agosto	135,0577	135,0577	16,77335	1,983012367	-4,488828464	21,26217846	22,49786667	113,7955215	0
Setembro	140,3617	140,3617	54,1604	0,837448161	-1,145564206	55,30596421	24,56563333	85,05573579	0
Outubro	153,4127	153,4127	140,2293	0,734011991	-0,10343617	140,3327362	25,5559	13,07996383	0
Novembro	147,8199	147,8199	190,6518	43,56591199	42,8319	147,8199	25,28996667	0	0
Dezembro	143,2576	143,2576	277,1693	100	56,43408801	143,2576	24,94256667	0	77,47761199

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

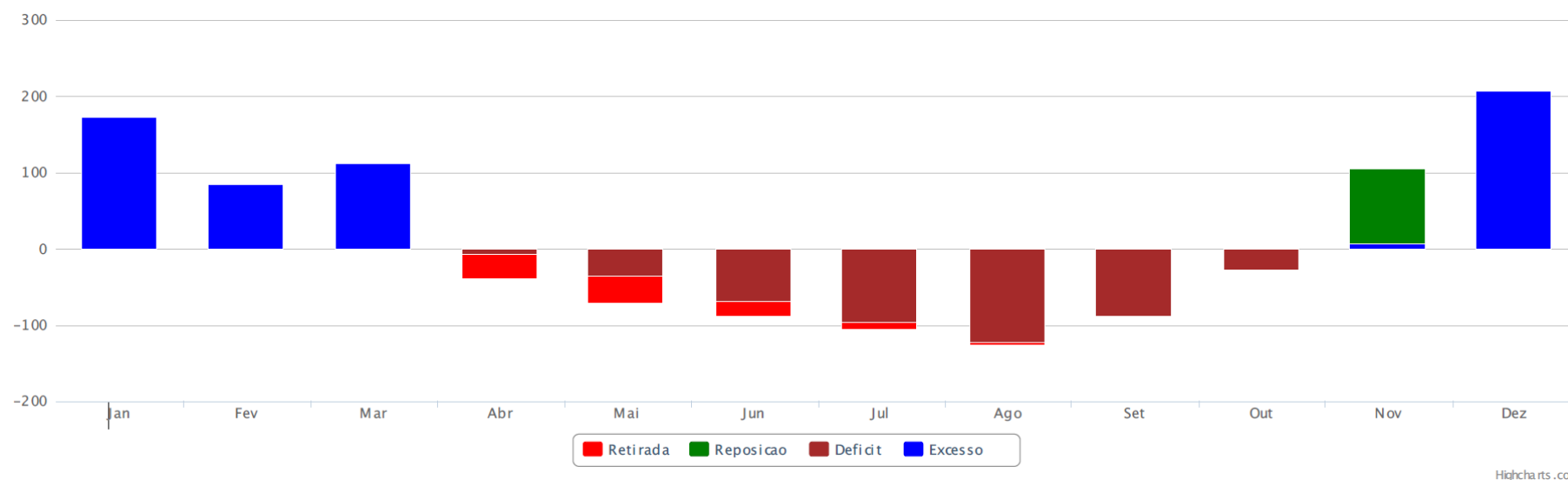
ANEXO F – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Patrocínio (A)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	128,3555	128,3555	331,8882	100	0	128,3555	22,47816667	0	203,5327
Fevereiro	125,2063	125,2063	242,9919	100	0	125,2063	22,64266667	0	117,7856
Março	123,8252	123,8252	241,7606	100	0	123,8252	22,35016667	0	117,9354
Abril	115,5942	115,5942	94,466	80,95457428	-19,04542572	113,5114257	21,70243333	2,082774279	0
Maio	101,6543	101,6543	45,6314	46,23139839	-34,72317589	80,35457589	19,7456	21,29972411	0
Junho	93,7614	93,7614	13,91542	20,80512574	-25,42627265	39,34169265	18,55793333	54,41970735	0
Julho	106,4862	106,4862	13,00134	8,169034993	-12,63609074	25,63743074	18,584	80,84876926	0
Agosto	132,014	132,014	19,53469	2,652646142	-5,516388851	25,05107885	20,29366667	106,9629211	0
Setembro	140,5344	140,5344	69,3453	1,301694251	-1,350951891	70,69625189	21,8932	69,83814811	0
Outubro	147,5563	147,5563	139,0329	1,195342417	-0,106351834	139,1392518	22,74026667	8,417048166	0
Novembro	131,7811	131,7811	229,6281	99,04234242	97,847	131,7811	22,24446667	0	0
Dezembro	122,9703	122,9703	324,1439	100	0,957657583	122,9703	22,1327	0	200,2159424

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

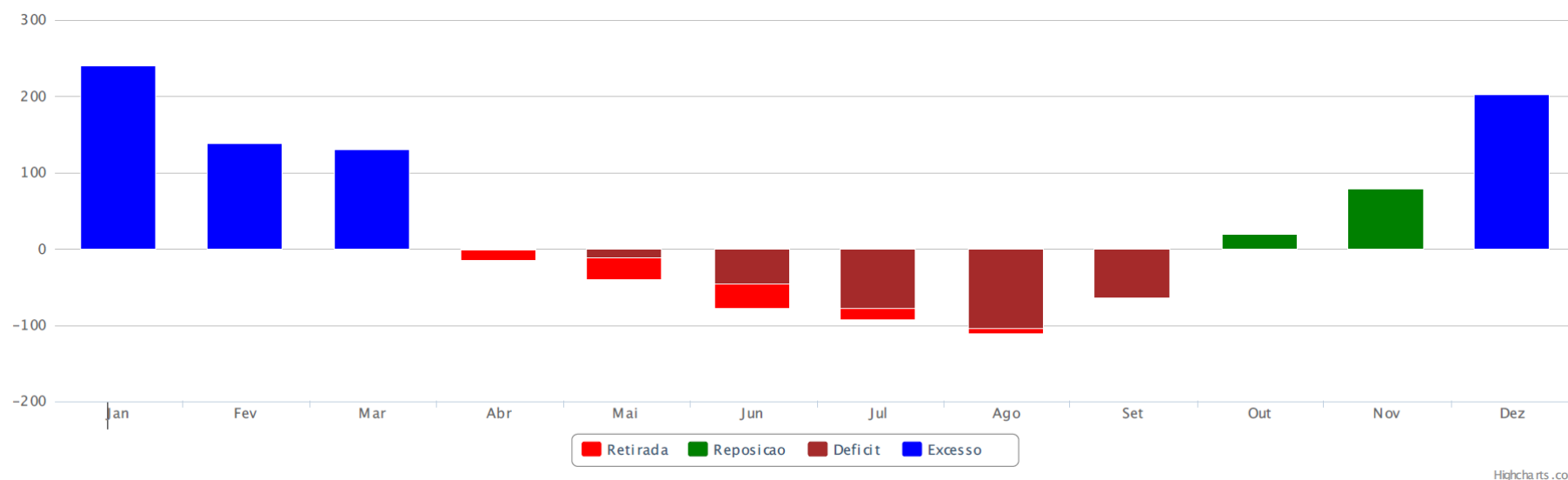
ANEXO G – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Patos de Minas (C)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	132,7406	132,7406	304,859	100	0	132,7406	22,708	0	172,1184
Fevereiro	130,0704	130,0704	214,9088	100	0	130,0704	22,9586	0	84,8384
Março	127,1777	127,1777	239,06	100	0	127,1777	22,57676667	0	111,8823
Abril	118,8275	118,8275	81,1419	68,60148529	-31,39851471	112,5404147	22,00326667	6,287085292	0
Maio	108,2659	108,2659	37,8433	33,9228282	-34,67865709	72,52195709	20,20896667	35,74394291	0
Junho	100,3644	100,3644	11,93591	14,01044729	-19,91238091	31,84829091	19,0326	68,51610909	0
Julho	114,1054	114,1054	8,6236	4,879219585	-9,1312277	17,7548277	19,15763333	96,3505723	0
Agosto	141,2504	141,2504	15,0703	1,381519922	-3,497699663	18,56799966	20,71626667	122,6824003	0
Setembro	146,2824	146,2824	57,4356	0,568198918	-0,813321004	58,248921	22,4669	88,033479	0
Outubro	150,8739	150,8739	123,3999	0,431700286	-0,136498632	123,5363986	23,19723333	27,33750137	0
Novembro	131,8266	131,8266	237,8526	100	99,56829971	131,8266	22,58666667	0	6,457700286
Dezembro	125,1416	125,1416	332,076	100	0	125,1416	22,33396667	0	206,9344

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

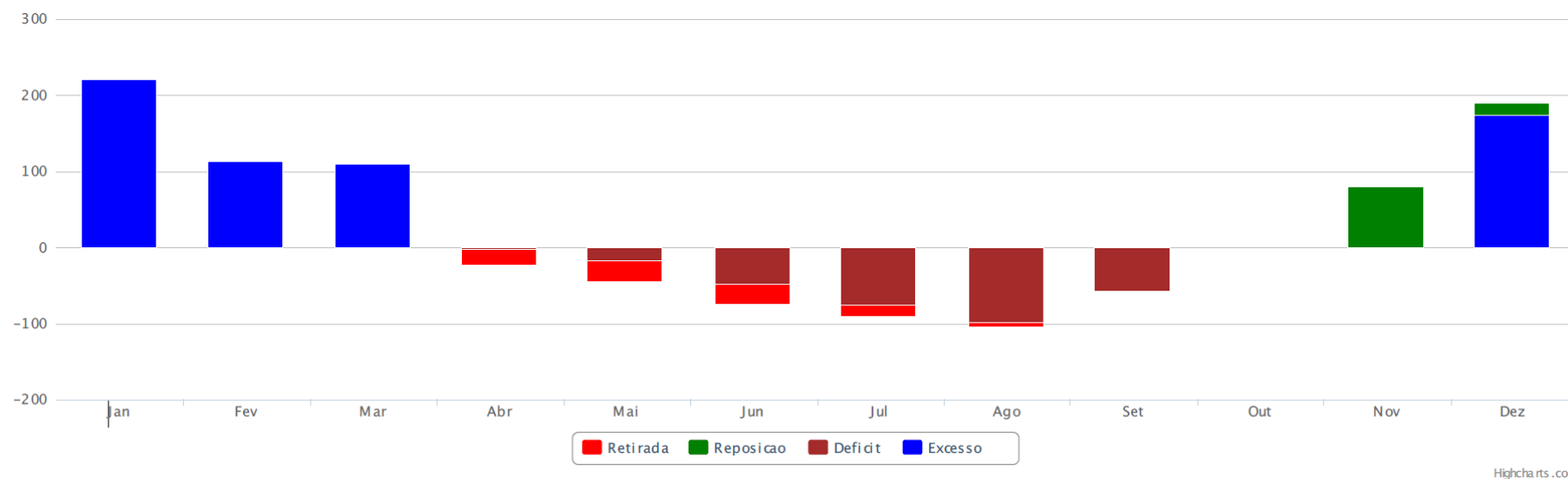
ANEXO H – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Sacramento (A)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	129,6428	129,6428	370,191	100	0	129,6428	22,35853333	0	240,5482
Fevereiro	123,6981	123,6981	261,4133	100	0	123,6981	22,54873333	0	137,7152
Março	125,7433	125,7433	256,4211	100	0	125,7433	22,26203333	0	130,6778
Abril	116,1462	116,1462	101,7402	86,58357964	-13,41642036	115,1566204	21,52183333	0,989579635	0
Maio	102,3501	102,3501	61,9259	57,79303034	-28,7905493	90,7164493	19,41336667	11,6336507	0
Junho	95,2406	95,2406	18,4014	26,80199127	-30,99103906	49,39243906	18,529	45,84816094	0
Julho	108,957	108,957	15,32466	10,50816723	-16,29382405	31,61848405	18,57886667	77,33851595	0
Agosto	133,378	133,378	22,90159	3,481240466	-7,026926761	29,92851676	20,30566667	103,4494832	0
Setembro	139,1794	139,1794	74,5261	1,823678629	-1,657561837	76,18366184	21,65356667	62,99573816	0
Outubro	149,7301	149,7301	168,6357	20,72927863	18,9056	149,7301	22,55216667	0	0
Novembro	139,0781	139,0781	218,4299	100	79,27072137	139,0781	22,24633333	0	0,081078629
Dezembro	129,5228	129,5228	331,9159	100	0	129,5228	22,0397	0	202,3931

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

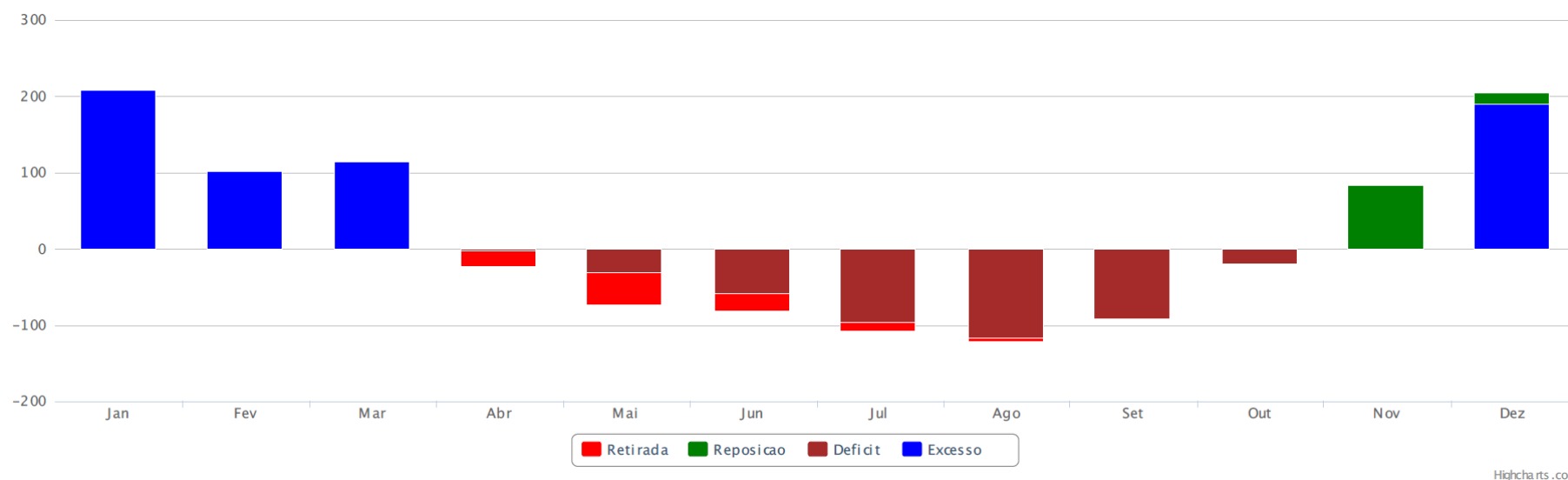
ANEXO I – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Araxá (C)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	126,6909	126,6909	347,0585	100	0	126,6909	22,22703333	0	220,3676
Fevereiro	122,3151	122,3151	235,7185	100	0	122,3151	22,41353333	0	113,4034
Março	121,8884	121,8884	232,0824	100	0	121,8884	22,0682	0	110,194
Abril	112,1424	112,1424	89,2905	79,57111785	-20,42888215	109,7193821	21,3444	2,423017855	0
Maio	97,4075	97,4075	52,6669	50,86856687	-28,70255099	81,36945099	19,3414	16,03804901	0
Junho	89,3499	89,3499	14,46522	24,05633535	-26,81223152	41,27745152	18,3299	48,07244848	0
Julho	100,9477	100,9477	11,13177	9,798595764	-14,25773959	25,38950959	18,31446667	75,55819041	0
Agosto	123,5476	123,5476	19,4694	3,460652261	-6,337943503	25,8073435	19,91736667	97,7402565	0
Setembro	132,1018	132,1018	73,8446	1,932636409	-1,528015851	75,37261585	21,34026667	56,72918415	0
Outubro	143,3743	143,3743	144,8119	3,370236409	1,4376	143,3743	22,31896667	0	0
Novembro	131,9065	131,9065	211,7644	83,22813641	79,8579	131,9065	21,91746667	0	0
Dezembro	122,6799	122,6799	313,2207	100	16,77186359	122,6799	21,82033333	0	173,7689364

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

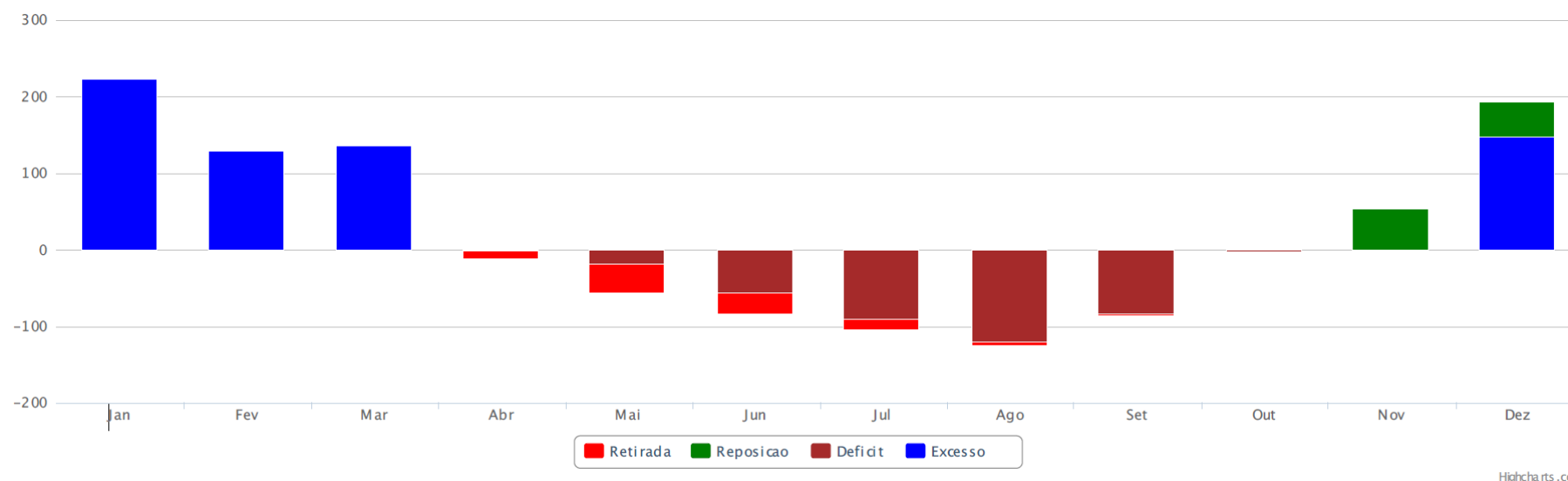
ANEXO J – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Uberlândia (A)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	136,5866	136,5866	345,4794	100	0	136,5866	23,8652	0	208,8928
Fevereiro	128,8237	128,8237	231,1932	100	0	128,8237	24,0381	0	102,3695
Março	129,5196	129,5196	245,0106	100	0	129,5196	23,76506667	0	115,491
Abril	122,7749	122,7749	100,7977	80,27017931	-19,72982069	120,5275207	23,09483333	2,247379311	0
Mai	110,3388	110,3388	38,26722	39,04373336	-41,22644595	79,49366595	20,8959	30,84513405	0
Junho	99,3074	99,3074	18,94005	17,47915252	-21,56458084	40,50463084	19,5994	58,80276916	0
Julho	115,4349	115,4349	8,50221	5,999535119	-11,4796174	19,9818274	19,6692	95,4530726	0
Agosto	139,9566	139,9566	19,04011	1,790539706	-4,208995413	23,24910541	21,5348	116,7074946	0
Setembro	148,9767	148,9767	57,0416	0,71402742	-1,076512286	58,11811229	23,4434	90,85858771	0
Outubro	157,1787	157,1787	137,2165	0,584817226	-0,129210194	137,3457102	24,37543333	19,83298981	0
Novembro	143,7112	143,7112	227,0399	83,91351723	83,3287	143,7112	23,95393333	0	0
Dezembro	136,7832	136,7832	342,793	100	16,08648277	136,7832	23,7333	0	189,9233172

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

ANEXO L – Gráfico e Tabela do Balanço Hídrico Climatológico – Uberaba (C)



MÊS	ET _o	ET _c	PRECIPITAÇÃO	ARM	ALTERAÇÃO	ET _r	TEMPERATURA	Déficit	Excedente
Janeiro	137,611	137,611	359,506	100	0	137,611	23,47986667	0	221,895
Fevereiro	129,2512	129,2512	258,1503	100	0	129,2512	23,54093333	0	128,891
Março	132,6138	132,6138	269,2985	100	0	132,6138	23,25193333	0	136,6847
Abril	122,3166	122,3166	110,748	89,07548764	-10,92451236	121,6725124	22,37403333	0,644087642	0
Maio	109,5555	109,5555	54,3605	51,29196878	-37,78351886	92,14401886	19,97663333	17,41148114	0
Junho	101,6418	101,6418	17,26869	22,06081783	-29,23115096	46,49984096	18,84256667	55,14195904	0
Julho	118,6726	118,6726	13,99581	7,744904831	-14,315913	28,311723	18,88463333	90,360877	0
Agosto	146,8436	146,8436	22,20787	2,227050103	-5,517854728	27,72572473	20,82743333	119,1178753	0
Setembro	151,3686	151,3686	65,7467	0,94597313	-1,281076973	67,02777697	22,56216667	84,34082303	0
Outubro	162,8593	162,8593	160,3591	0,922615125	-0,023358005	160,382458	23,6599	2,476841995	0
Novembro	151,2444	151,2444	204,8048	54,48301513	53,5604	151,2444	23,48646667	0	0
Dezembro	140,2571	140,2571	333,685	100	45,51698487	140,2571	23,23683333	0	147,9109151

Fonte: INMET/SISDAGRO (2021).

