

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
MINAS GERAIS

RENAN GUIDA GOUVEIA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE CHUVAS NO ESTADO
DE MINAS GERAIS**

UBERLÂNDIA (MG)

2023

RENAN GUIDA GOUVEIA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE CHUVAS NO ESTADO
DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, atribuído como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira

UBERLÂNDIA (MG)

2023

DEDICATÓRIA

“Um único sonho é mais poderoso do que mil realidades”

– J. R.R Tolkien

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por me dar a oportunidade de estar aqui, realizando esta graduação na área do conhecimento geográfico, a fim de obter o título como Geógrafo. Em segundo, dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais, Antônio Carlos Simão Gouveia e Rosana Guida, que nunca desistiram de mim, e por último, ao meu Orientador e Professor Vanderlei, que prestou a sua dedicação e confiança em minha pessoa para a realização desta monografia, a quem sou eternamente grato. A todos estes anos de luta na vida acadêmica, em momentos de alegria e tristeza, força e fraqueza, ansiedade e leniência, fé e presteza, dedico este trabalho a minha família e a Deus. E para aqueles desesperados em tempos difíceis eu digo: um único sonho é mais poderoso do que infinitas realidades.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela minha vida, e pela oportunidade de estar aqui, realizando este trabalho de monografia no curso de Geografia, e especialmente aos meus queridos pais, Antônio Carlos Simão Gouveia e Rosana Guida, por me apoiarem sempre e proverem as condições necessárias para que eu pudesse continuar aqui estudando e dando afinco a esta parte da jornada, que está apenas começando. A vocês meus amados pais, que nunca desistiram de mim, meu eterno amor e gratidão, assim como ao Criador, Quem me deu a graça de viver.

Dedico este trabalho em especial a sete pessoas, que se não fosse por elas não teria conseguido finalizar este trabalho: ao Professor Vanderlei, aquele quem me orientou durante toda a etapa da monografia, me abrindo portas para que eu pudesse concluir esta graduação. Em segundo, dedico este trabalho especialmente ao Fabrício Teixeira Alves, grande amigo, pessoa e ser humano quem conheci, se oferecendo para me ajudar na elaboração do IAC. Fabrício foi fundamental para que este trabalho pudesse ter sentido e propósito. Não teria conseguido sem você meu amigo, e por isso sou eternamente grato a você. Muito obrigado.

Em terceiro dedico este trabalho a Matheus Meneses dos Santos, grande amigo e companheiro que sempre permaneceu junto comigo desde que ingressei na UFU, estando ao meu lado nos momentos bons e ruins, e sendo responsável por interpolar os dados de chuva no QGIS de todos os postos pluviométricos coletados, elaborando os 13 mapas de chuva. A você sou eternamente grato irmão. A quarta pessoa a quem dedico este trabalho se chama Gabriel de Oliveira Almeida, aquele quem me ajudou a montar os gráficos de chuva no Excel, doando o seu tempo também para me ajudar. Sou grato a você também querido Prudente.

A quinta pessoa quem agradeço se chama Gustavo Casadei Bellanda, amigo de longa data, quem me ajudou a montar os gráficos de pizza, separando o seu precioso tempo para me ajudar, e por isso, sou eternamente grato a você também meu amigo. Muito Obrigado Gus. Por último gostaria de agradecer também a um casal de amigos queridos que foram super solícitos, e que também doaram o seu tempo para a dedicação deste trabalho: Cecília de Aquino Pinto Palis e José Augusto Oliveira Guimarães, casal extrovertido, grandes amigos e irmãos que conheci, e que me ajudaram a montar as

referências do respectivo trabalho. Não teria conseguido sem vocês. A vocês minha eterna gratidão e profundo carinho. E José Augusto: sou teu fã.

Aos sete eu expresso os meus mais sinceros e profundos agradecimentos, pois cada um de vocês me auxiliaram em um determinado seguimento desta monografia, especialmente Fabrício e Matheus, dedicando uma parte de seus tempos para me ajudar em questões pertinentes quanto a elaboração deste trabalho. Deixo aqui também os meus agradecimentos aos meus irmãos Raphael Guida Gouveia e Gabriel Guida Gouveia, irmãos que sempre me apoiaram e desejaram o meu sucesso, assim como eu os deles. Não teria conseguido chegar aqui sem suas vibrações positivas.

Gostaria de dedicar este trabalho também ao meu caro primo Caio Gouveia Atencio, quem sempre me motivou a fazer o que é certo, a ter boas escolhas na vida profissional e a ser uma pessoa de bem. Sou eternamente grato a sua irmandade. Gostaria de dedicar este trabalho também a Bruno Cuono, amigo e irmão de longa data a quem agradeço por ter me ajudado com as documentações de transferência em 2020, quando sai da UFG e ingressei na UFU, cuja amizade já cultivo há mais de 11 anos. Não teria conseguido sem você também meu irmão.

Gostaria de agradecer também ao Fernando Rodrigues Junior, por sua irmandade há mais de 14 anos, sendo o primeiro amigo verdadeiro quem conheci na vida, me incentivando a cuidar de mim mesmo, do meu físico, emocional e espírito. Obrigado irmão. Dedico este trabalho também a um grande irmão da roça que conheci nas terras de Uberlândia: Pedro Henrique Pires, grande ser humano e amigo que conheci. Você é demais.

Faço meus agradecimentos também a um casal especial que já partiu, e que me ajudaram muito quando estive presente em Catalão (GO): a Dona Margarida e ao Seu Celso, meus antigos locadores, sempre dispostos a me ajudarem, se oferecendo como segundos pais quando precisei, sendo pessoas humildes, de grande coração e fé inabalável. Partiram durante a pandemia, e espero que estejam bem e felizes aonde estiverem. Meu eterno carinho e gratidão.

Foi uma longa jornada acadêmica até aqui, de quase 8 anos, passando por greve, olimpíadas, desistência de um curso de Ensino Superior, perda de um avô querido chamado Ângelo Guida (dedico este trabalho também em sua memória), um longo ano

de cursinho, dois anos intensos de graduação na UFG, transferência de instituição e domicílio, anos de pandemia, anos de guerra, perda de amigos e pessoas queridas, períodos extensos de aula online e finalmente o término de um curso presencial durante quase 2 anos. Enfim cheguei até aqui. Muito obrigado Deus.

RESUMO

A pluviosidade viabiliza o suprimento de água aos seres vivos, sendo essencial às atividades humanas. Considerando que Minas Gerais é conhecido como “a caixa-d’água do Brasil”, o estudo da pluviosidade em seu território é muito estratégico. Importantes cursos d’água nascem em Minas e deslocam-se para outros estados. Esta monografia apresenta e discute o comportamento da incidência pluviométrica em Minas Gerais por meio da adoção de 133 postos de monitoramento, considerando o intervalo temporal entre 1981 a 2020. As análises do ponto de vista da temporalidade consistiram em avaliar a intensidade da sazonalidade das precipitações por meio do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), proposto por Rooy (1965). Quanto à dimensão espacial, as análises consistiram em avaliar as médias mensais totais de chuva dos 133 postos pluviométricos, realizando a interpolação espacial de todos os meses e anos da série histórica por meio do software QGIS, a fim de retratar a espacialidade da pluviosidade no território mineiro. A ênfase da pesquisa é dedicada à avaliação da precipitação em Minas Gerais no tempo pretérito, que pode indicar possíveis cenários e tendências climatológicas, repercutindo na disponibilidade hídrica e no zoneamento de culturas e atividades econômicas diversas. A base de dados foi apoiada nos levantamentos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), coordenado pela Agência Nacional de Águas (ANA), considerando uma série histórica de abrangência de 40 anos.

Palavras-chave: chuva, intensidade, sazonalidade, temporalidade, espacialidade, interpolação, pluviosidade, precipitação, Minas Gerais.

ABSTRACT

The rainfall makes it possible to supply water to living beings, being essential for human activities. Considering that Minas Gerais is known as “the water tank of Brazil”, the study of rainfall in its territory is very strategic. Important watercourses originate in Minas and move to other states. This monograph presents and discusses the behavior of rainfall in Minas Gerais through the adoption of 133 monitoring stations, considering the temporal interval between 1981 and 2020. Analyzes from the point of view of temporality consisted of evaluating the intensity of rainfall seasonality by through the Rain Anomaly Index (IAC), proposed by Rooy (1965). Regarding the spatial dimension, the analyzes consisted of evaluating the total monthly rainfall averages of the 133 pluviometric stations, performing spatial interpolation of all months and years of the historical series using the QGIS software, in order to portray the spatiality of rainfall in the territory miner. The emphasis of the research is dedicated to evaluating precipitation in Minas Gerais in the past, which can indicate possible climatological scenarios and trends, impacting water availability and the zoning of crops and various economic activities. The database was supported by surveys from the National Water Resources Information System (SNIRH), coordinated by the National Water Agency (ANA), considering a historical series covering 40 years.

Key-words: rain, intensity, seasonality, temporality, spatiality, interpolation, rainfall, precipitation, Minas Gerais.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapa de Localização do Estado de Minas Gerais, elaborado pelo Instituto de Geoinformação e Tecnologia – IBGE.....Pág. 17
- Figura 2: Mapa da Vegetação do Estado de Minas Gerais, elaborado pela EMATER.....Pág. 19
- Figura 3: Mapa do Relevo do Estado de Minas Gerais, elaborado pela CPRM (Serviço Geológico Brasileiro) Pág. 20

Figura 4: Mapa das Classes Climáticas no Estado de Minas Gerais, elaborado por Koppen.....	Pág. 22
Figura 5: Mapas das Bacias Hidrográficas Federais do Estado de Minas Gerais, elaborado pelo Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM).....	Pág. 23
Figura 6: Mapa com o levantamento preliminar de todas as estações pluviométricas utilizadas na pesquisa.....	Pág. 26
Figura 7: Mapa das estações pluviométricas utilizadas para o cálculo do IAC.....	Pág. 27
Figura 8: IAC positivo de janeiro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 39
Figura 9: IAC negativo de janeiro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 39
Figura 10: IAC positivo de fevereiro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 40
Figura 11: IAC negativo em fevereiro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 40
Figura 12: IAC positivo de março no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 41
Figura 13: IAC negativo de março no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 41
Figura 14: IAC positivo de abril no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 42
Figura 15: IAC negativo de abril no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 42
Figura 16: IAC positivo de maio no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 43
Figura 17: IAC negativo de maio no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 44
Figura 18: IAC positivo de junho no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 45
Figura 19: IAC negativo de junho no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 45
Figura 20: IAC positivo de julho no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 46
Figura 21: IAC negativo de julho no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 46
Figura 22: IAC positivo de agosto no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 47
Figura 23: IAC negativo de agosto no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 48
Figura 24: IAC positivo de setembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 49
Figura 25: IAC negativo de setembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 49
Figura 26: IAC positivo de outubro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 50

Figura 27: IAC negativo de outubro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 50
Figura 28: IAC positivo de novembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 51
Figura 29: IAC negativo de novembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 52
Figura 30: IAC positivo de dezembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 53
Figura 31: IAC negativo de dezembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 53
Figura 32: Nível de Pluviosidade segundo o IACp (Positivo).....	Pág. 56
Figura 33: Nível de Pluviosidade segundo o IACn (Negativo).....	Pág. 56
Figura 34: Precipitação em janeiro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 58
Figura 35: Precipitação em fevereiro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 59
Figura 36: Precipitação em março no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 60
Figura 37: Precipitação em abril no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 61
Figura 38: Precipitação em maio no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 62
Figura 39: Precipitação em junho no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 63
Figura 40: Precipitação em julho no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 64
Figura 41: Precipitação em agosto no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 65
Figura 42: Precipitação em setembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 66
Figura 43: Precipitação em outubro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 67
Figura 44: Precipitação em novembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 68
Figura 45: Precipitação em dezembro no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 69
Figura 46: Precipitação dos Totais Anuais no Estado de Minas Gerais.....	Pág. 70

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Nível de Pluviosidade segundo o IAC.....	Págs. 29 e 54
Tabela 1 – Índice de Anomalia de Chuva Positivo – Série Histórica.....	Pág. 32
Tabela 2 – Índice de Anomalia de Chuva Negativo – Série Histórica.....	Pág. 33
Tabela 3 - Média mensal dos postos pluviométricos.....	Pág. 34

LISTA DE SIGLAS

ANA = Agência Nacional das Águas

IGAM = Instituto Mineiro de Gestão de Águas

Aw = Clima Tropical Sazonal

IAC – Índice de Anomalia de Chuva

IACp – Índice de Anomalia de Chuva Positivo

IACn – Índice de Anomalia de Chuva Negativo

Cwb – Clima Subtropical de Altitude

Cwa – Clima Subtropical Verão e Quente Inverno Seco

Aw – Clima Tropical Úmido

BSw – Clima Seco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivo Geral.....	13
1.2. Objetivos Específicos.....	14
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Estruturação e Organização.....	15
2 CARACTERIZAÇÃO MORFOCLIMÁTICA DE MINAS	
 GERAIS.....	16
2.1. Localização do Estado de Minas Gerais.....	16
2.2. Vegetação de Minas Gerais.....	18
2.3. Geomorfologia de Minas Gerais.....	19
2.4. Clima de Minas Gerais.....	20
3. ROTEIRO METODOLÓGICO.....	24
3.1. Levantamento bibliográfico.....	24
3.2. Levantamento dos dados.....	25
3.3. Elaboração do Índice de Anomalia de Chuva (IAC).....	28
3.4. Elaboração dos Mapas de Distribuição da Pluviosidade.....	29
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Tratamento dos dados.....	31
4.2. Índice de Anomalia de Chuva (IAC).....	38
4.3. Discussões sobre o IAC.....	54
4.4. Distribuição Espacial da Pluviosidade em Minas Gerais.....	57
4.5. Discussões sobre a Espacialização das Chuvas em Minas Gerais.....	70
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
6. REFERÊNCIAS.....	74

1. INTRODUÇÃO

A presente monografia tem por objetivo analisar e dimensionar a distribuição espaço-temporal de chuvas no Estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de 40 anos, entre 1981 a 2020, catalogando quantitativamente dados de precipitação por meio da interpolação espacial. A variabilidade espacial e temporal de chuva está relacionada com a influência direta da sazonalidade, isto é, com a ocorrência das estações seca e chuvosa em Minas Gerais, levando em consideração a intensidade de chuva de uma região para outra, que foi calculada por meio do Índice de Anomalia de Chuva, proposto por Roy (1965).

A distribuição das estações pluviométricas no Estado foi possível através da análise e coleta do banco de dados fornecido pela ANA (Agência Nacional das Águas), que permitiu disponibilizar os dados de chuva com base na série histórica adotada, onde cada posto pluviométrico apresentou diferentes variações de pluviosidade, fornecendo resultados das médias mensais e dos totais anuais em mm. O período de 40 anos foi adotado como referência temporal para se fazer o estudo do comportamento chuvoso em Minas Gerais.

A duração máxima de séries históricas fornecidas por cada posto coletado compreendeu um período máximo de 87 anos, entre 1935 e 2022, de modo a buscar o recorte temporal desejado a fim de realizar a presente monografia. Foram selecionadas um total de 133 estações para todo o Estado de Minas Gerais, permitindo tabular tais postos no Excel com as referidas informações das coordenadas geográficas e das médias mensais totais, isto é, referente aos anos de 1981 a 2020, interpolando os dados no QGIS, de modo a conseguir mapear as áreas mais incidentes e menos incidentes de chuva.

A elaboração do IAC adotou 37 estações bem distribuídas, calculando para cada mês o IACp (Índice de Anomalia de Chuva Positiva) e o IACn (Índice de Anomalia de Chuva Negativa), onde foi possível levantar os resultados gerados por meio da confecção dos gráficos de chuva no Excel, retratando a ocorrência de incidência chuvosa por meio dos níveis de pluviosidade seco, chuvoso, muito seco, muito chuvoso, extremamente seco, extremamente chuvoso e sem anomalia.

A representação da variabilidade sazonal de pluviosidade em Minas Gerais é importante para monitorar o regime de chuvas em seu território, analisando os períodos

de cheia das principais bacias hidrográficas, o nível de abastecimento e recarga de aquíferos, o planejamento hídrico para o abastecimento de lavouras e áreas urbanas; e o manejo de vegetações, onde a chuva se torna o principal agente regulador de processos naturais, como a erosão, lixiviação e o escoamento superficial do solo, contribuindo para todos os setores do meio físico, biótico e antrópico.

A pluviosidade pode afetar tanto positiva quanto negativamente a agricultura, e, portanto, demanda-se a realização da previsão meteorológica em períodos secos e chuvosos, para que não haja perda da produção agrícola, armazenando a água da chuva em cisternas e reservatórios adequados a fim de reter o volume da chuva. A água da chuva armazenada e tratada eficientemente, permite fornecer um abastecimento duradouro para longos períodos de estiagem, principalmente nas partes setentrionais de Minas Gerais, onde chove menos e onde impera o clima semiárido.

A presente monografia visa analisar, portanto, o processo de variabilidade sazonal e espacial de chuva em Minas Gerais nos últimos 40 anos, isto é, dos anos de 1981 a 2020, fornecendo dados sobre a intensidade e sazonalidade de chuva em seu território, cuja importância sobre a dinâmica das chuvas é essencial para o planejamento hídrico nos setores agrícola, industrial e energético, considerando a crescente demanda por água no setor econômico. O mapeamento de chuva configurará as médias totais mensais das últimas quatro décadas, e o IAC das médias totais mensais das 37 estações filtradas.

1.1 Objetivo Geral

Adotar recursos gráficos e cartográficos para representar a distribuição espaço-temporal de chuvas em Minas Gerais entre 1981 e 2020, buscando compreender os períodos que mais choveram e os que menos choveram, dentre os meses e anos da série histórica, considerando os períodos seco e chuvoso. Os fatores de intensidade, sazonalidade e espacialidade de chuvas norteiam a respectiva monografia, objetivando incorporar técnicas de interpolação espacial e variação da intensidade de chuva em Minas Gerais, a fim de obter os valores médios do IAC e da precipitação nos meses calculados.

1.2 Objetivos Específicos

- Calcular o Índice de Anomalia de Chuva do IAC Positivo e do IAC Negativo por meio de 37 postos pluviométricos, buscando inferir a prevalência de quais períodos foram os mais intensos na série histórica: seco ou chuvoso, considerando o fator sazonal.
- Mapear a distribuição de pluviosidade em Minas Gerais no tempo pretérito (1981 -2020) a partir dos 133 postos coletados.
- Compreender a dinâmica, ocorrência e o comportamento da pluviosidade em Minas Gerais.

1.3. Justificativa

Ao estudar o clima de uma determinada região é importante estabelecer um padrão acerca do comportamento de seus elementos geográficos, observando as excepcionalidades e com que frequência elas ocorrem, fornecendo subsídios para situações de risco. Os estudos climáticos sobre a pluviosidade, atrelada aos fatores de umidade e temperatura de uma região geográfica, podem contribuir para a agricultura, bem como para o abastecimento hídrico de um município, integrando análises de risco relacionadas a eventos extremos e calamitosos, como inundações, deslizamentos e formação de erosões.

Já o mapeamento da distribuição espacial de chuva é cada vez mais necessário, considerando a importância da disponibilidade hídrica para a manutenção da distribuição de água e seus diversos fins. A pluviosidade é importante para a recarga de mananciais, que por sua vez reabastecem os cursos d'água. Os dados da distribuição de pluviosidade contribuem para mapear e determinar as causas e consequências que a distribuição irregular da entrada de água nos sistemas hidrográficos pode causar.

No estado de Minas Gerais, o comportamento da pluviosidade, sob a perspectiva espacial, é muito importante para compreender o funcionamento dos sistemas produtores de chuva, permitindo estabelecer padrões e estudos de anomalias chuvosas, que se tornam fundamentais para a análise espacial de redes urbanas e a forma como estão ordenadas pelo território, considerando a configuração do relevo, a distribuição de vegetações, áreas de drenagem e o clima regional.

1.4. Organização e estruturação

A organização da presente monografia se dá a partir da caracterização morfoclimática do Estado de Minas Gerais, inserindo a sua localização no território brasileiro e trazendo as suas principais características geográficas, sobretudo, por parte da compreensão de seu clima regional, cuja ênfase se dá na análise de chuva no Estado de Minas nos últimos anos. O enfoque na espacialização chuvosa é que norteia o respectivo trabalho.

O roteiro metodológico se baseia, sobretudo, em dados coletados pela ANA (Agência Nacional de Águas) e pelo IGAM (Instituto Mineiro de gestão de Águas), a qual a monografia se ampara para investigar a sazonalidade e ocorrência de precipitação nos períodos seco e chuvoso. A geomorfologia regional foi levantada, juntamente com a vegetação e a hidrografia regional, uma vez que os fatores topográficos, florísticos e hídricos de Minas Gerais influenciam substancialmente sobre o clima como um todo, catalogando as principais bacias hidrográficas, os tipos de biomas contrastantes de Minas e suas topografias predominantes.

O levantamento de dados relacionados à intensidade de chuva no Estado se baseou na coleta de informações dos recursos hídricos do sistema Hidroweb, pertencente a ANA, que possibilitou importar dados de chuva das estações pluviométricas disponibilizadas. A organização e tabulação do banco de dados se deu no Excel, montando uma planilha com as médias mensais das estações e outra planilha com 37 estações para o cálculo do IACp e IACn, nomeando as estações por município, distritos e empreendimento.

Com o fechamento dos dados, foi possível realizar um mapeamento de chuva no Estado através da elaboração de 13 mapas com as 133 estações coletadas, bem como para a confecção de 24 gráficos retratando o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) positiva e negativa, de acordo com cada mês do ano da série histórica. A parte final desta pesquisa, compreende a amostra dos resultados obtidos, retratando a dinâmica das chuvas em Minas Gerais no período analisado. As considerações finais e as referências fecham a presente monografia, mostrando as fontes e sínteses a respeito da distribuição espaço-temporal de chuva em Minas.

2. CARACTERIZAÇÃO MORFOCLIMÁTICA DE MINAS GERAIS

2.1 Localização do Estado de Minas Gerais

O Estado de Minas Gerais está localizado na Região Sudeste do Brasil (Figura 1), ocupando uma área territorial de aproximadamente 586.528 km², fazendo divisa nas partes sul e sudoeste com o Estado de São Paulo; a oeste com o Mato Grosso do Sul e Goiás; noroeste com Goiás e Distrito Federal, norte e nordeste com o Estado da Bahia; leste com Espírito Santo e sudeste e sul com o Rio de Janeiro (Sá Junior, 2009). Possui uma população de aproximadamente 20,5 milhões de habitantes, segundo o último censo demográfico (IBGE, 2022). É o Estado que possui a maior quantidade de municípios, com 853 municípios (IBGE, 2010).

O Estado é marcado pela transição entre os biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, tendo o Cerrado a maior porção territorial, localizado na porção central, norte, noroeste, boa parte de todo o oeste mineiro, triângulo mineiro e parte do sudoeste. A Mata Atlântica se estende na porção oriental (nordeste, leste, sudeste e sul), e a Caatinga na porção norte do Estado (Drummond, 2005 apud Sá Junior, 2009).

Minas Gerais apresenta diferentes cenários paisagísticos, com formações de terraços fluviais, vertentes colinosas, superfícies aplainadas, tabuleiros dissecados, escarpas serranas, chapadas, platôs e relevos residuais (Geodiversidade do Estado de Minas Gerais: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2010 apud Saadi et al., 1991), destacando também relevos montanhosos, como a Serra da Mantiqueira no sul, a Serra da Canastra no sudoeste e a Serra do Espinhaço na porção centro-norte do Estado.

Figura 1: Mapa da localização do Estado de Minas Gerais



Fonte: Instituto de Geoinformação e Tecnologia – IBGE (2014).

Minas Gerais apresenta problemas representativos quanto à períodos de seca e estiagem, bem quando ocorre cheias em períodos chuvosos, provocando desbarrancamento de encostas e acentuados processos erosivos. Neste contexto, torna-se importante o acompanhamento da distribuição espaço-temporal de chuva no Estado, visando aprimorar a gestão de bacias hidrográficas, que demandam a tomada de decisões relacionadas ao planejamento, à implantação e ao gerenciamento de bacias, bem como o supervisionamento de áreas de risco sujeitas a deslizamento.

2.2 Vegetação de Minas Gerais

Minas Gerais é o Estado que abrange a maior extensão territorial da Região Sudeste, marcando a transição entre os biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, cujo domínio do Cerrado abrange cerca de 54% da extensão territorial do Estado, compreendendo a porção centro-ocidental (IBGE, 2019 apud Instituto Estadual de Florestas, 2022). O domínio da Mata Atlântica localiza-se na porção oriental, ocupando cerca de 40% do território mineiro, e a caatinga se restringe apenas ao norte do Estado, com cerca de 6% de área característica (IBGE, 2019 apud IEF, 2022).

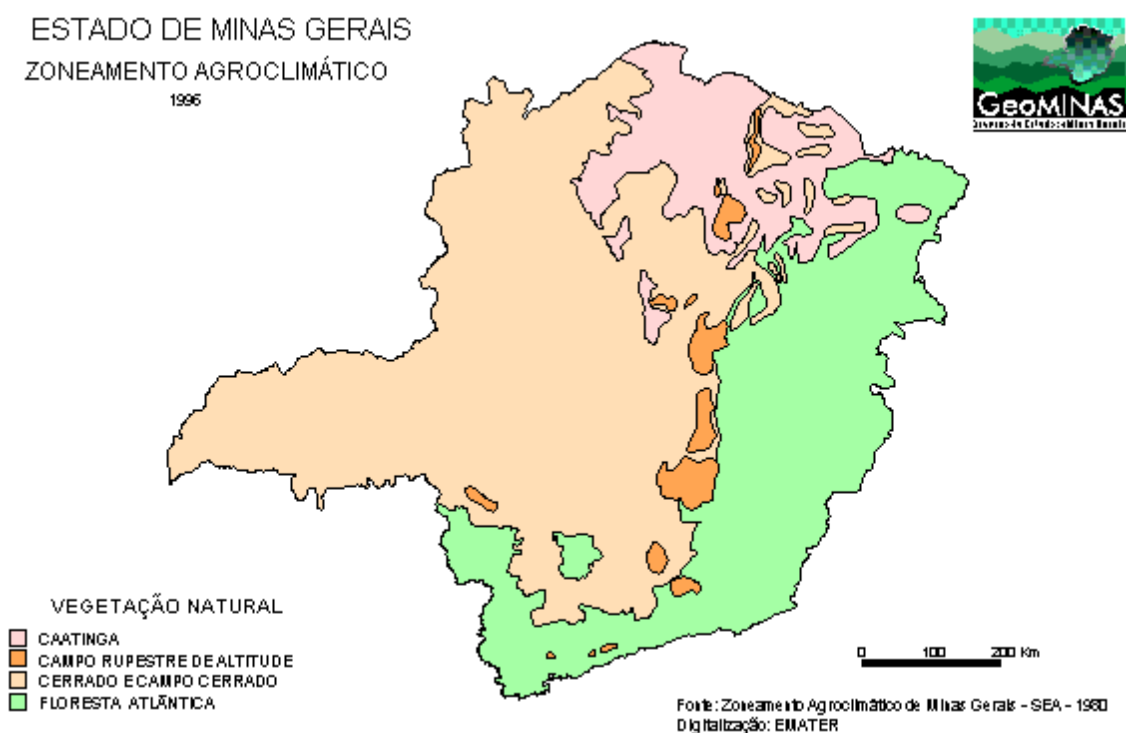
Minas Gerais configura diferentes paisagens de transição, com formações savânicas, campos rupestres e matas estacionais, com porções de vereda e campos de várzea inseridos nos biomas cerrado e mata atlântica. A vegetação marcante é a do cerrado e campo cerrado (Figura 2), composta por herbáceas, gramíneas e campos limpos, cujas espécies florísticas são caracterizadas por árvores de formato retorcido e menor estatura comparado às árvores do bioma mata atlântica.

Os campos de altitude ou rupestres fazem parte do bioma cerrado, porém, se distinguem do campo cerrado por ocorrer em relevos mais elevados, apresentando uma cobertura vegetal de menor porte ainda, com vegetações herbáceas e rupestres, marcadas em áreas de chapada e morros mais altos e espaçados. Apresentam árvores isoladas, comuns nas serras Canastra, Espinhaço e Mantiqueira (IEF, 2022).

A Mata Atlântica é o segundo maior bioma de Minas Gerais depois do Cerrado (Figura 2), apresentando uma vegetação densa e preenchida de árvores de tronco maior, folhas grandes e lisas, configurando espécies de cipós, samambaias, orquídeas (IEF, 2022). O índice pluviométrico na floresta atlântica nas porções centro e leste de Minas é maior comparado com as matas estacionais do cerrado e seus campos rupestres a oeste, cuja pluviosidade é menor, ocorrendo de forma mais irregular.

A Caatinga (Figura 2) ou Mata Seca predomina no norte de Minas, com formações vegetais que se caracterizam pela presença de plantas espinhosas, galhos secos e poucas folhas na estação seca (IEF, 2022). Os tipos de espécies arbóreas características desta região são as Embarés, Pau Ferro, Ipês e Angicos, que acabam gerando grandes folhagens no período chuvoso (Cobertura Vegetal de Minas Gerais apud IEF, 2022).

Figura 2: Mapa da Vegetação do Estado de Minas Gerais



Fonte: Zoneamento Agroecológico de Minas Gerais - Emater (1980).

2.3 Geomorfologia de Minas Gerais.

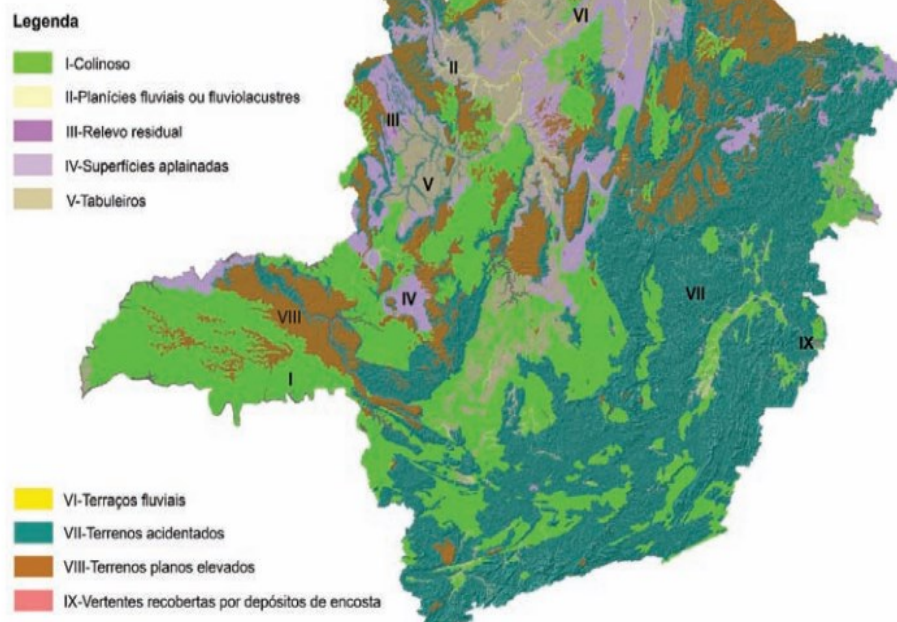
Segundo Saadi (1991), o relevo de Minas Gerais apresenta diversos domínios geomorfológicos e padrões de relevo, contrastados de maneira mais perceptiva por colinas e morros baixos, escarpas serranas, tabuleiros (Figura 3), superfícies aplainadas (Figura 3), superfícies planas e levemente onduladas, chapadas e platôs e relevo residual (Figura 3). O relevo residual é marcado por serras baixas e colinas amplas, com topos arredondados (Geodiversidade do Estado de Minas Gerais: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2010 apud Saadi et al., 1991).

As escarpas serranas e domínios montanhosos de Minas Gerais compreendem relevos de maior altitude, distribuídos mais a leste e sul do Estado, com topos mais proeminentes e aguçados, de caracterizações côncavas e cristas alinhadas, onde ocorrem vales encaixados e vertentes mais declivosas, entre planaltos e chapadas, que compreendem as áreas de serra mais alta (Saadi et al., 1991).

O Estado de Minas Gerais, portanto, se insere sobre uma compartimentação de relevo caracterizada por domínio de mares de morros, escarpas serranas e planaltos dissecados, com vales bem encaixados, predominando as planícies aluviais e campos limpos do bioma cerrado e mata atlântica, que abrangem as florestas estacionais e as vegetações de herbáceas.

Figura 3: Compartimentação do relevo no Estado de Minas Gerais

Compartimentação dos Padrões de Relevo
do Estado de Minas Gerais



Fonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2010).

2.4 Clima de Minas Gerais

O Estado de Minas Gerais faz parte do clima tropical, com duas estações bem definidas, que são uma seca e uma chuvosa (Nimer, 1977 apud Abreu, M. L. 1998). O Estado sofre a influência de uma frente fria conhecida como Frente Polar Atlântica (FPA), que se origina do Pacífico Sul, atravessando o Andes no sul do continente e deslocando-se em direção ao Equador (Nimer, 1977 apud Abreu, M. L. 1998). A massa de ar fria ou

polar atinge as regiões tropicais do território brasileiro, e uma delas é o Estado de Minas Gerais, provocando quedas na temperatura do ar. Este fenômeno ocorre no verão.

No inverno, as frentes frias apresentam um forte gradiente barométrico, devido a ocorrência de movimentos atmosféricos ascendentes no lado equatorial do sistema frontal, formando uma precipitação tipicamente frontal, que atinge a Região Sul do Brasil e o Sudeste, quando ocorre a passagem deste sistema frontal, gerando chuvas e baixas temperaturas na porção sul de Minas Gerais, que se deslocam para o Atlântico, levando a precipitação até o litoral leste do Nordeste (Abreu, M. L. 1998).

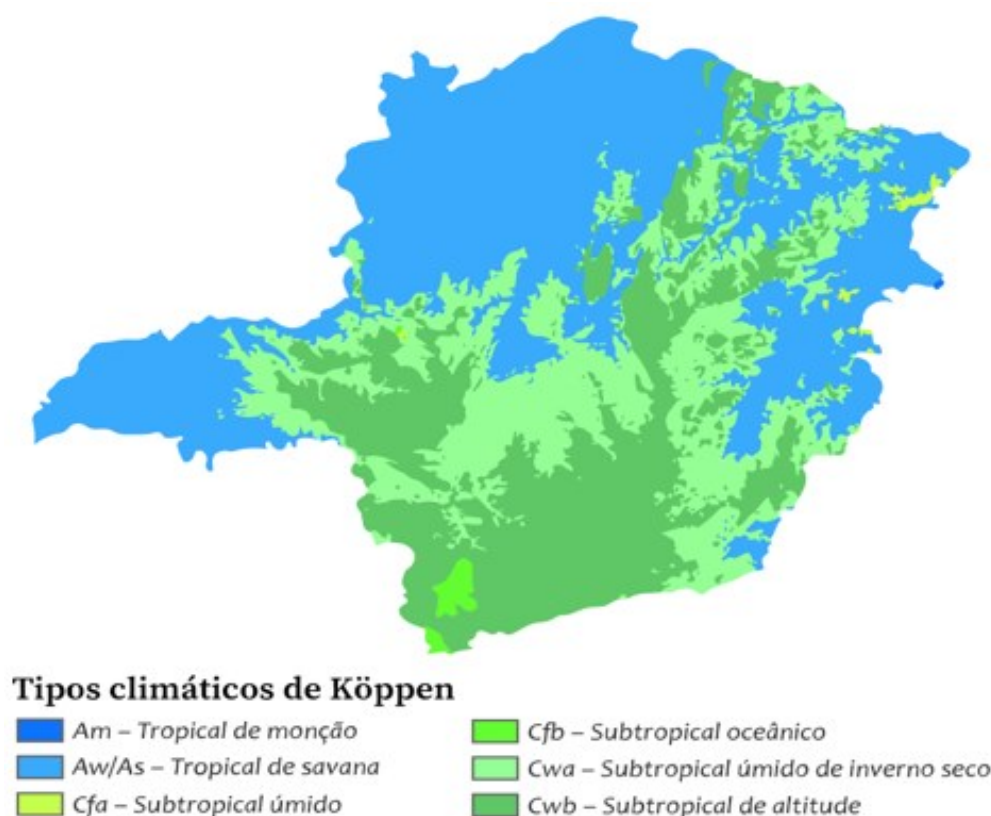
Minas Gerais apresenta quatro tipos de clima contrastantes, sendo eles o clima subtropical de altitude; clima subtropical de verão quente e inverno seco; clima tropical úmido e clima seco, que serão apresentados a seguir. O clima subtropical de altitude (Cwb), conforme mostrado por Köppen (Figura 4), é caracterizado por inverno seco e verão ameno em áreas de altitude mais elevada, como as Serras da Canastra, do Espinhaço e Mantiqueira (Ventura, 1964; Antunes, 1986 apud EMBRAPA, 1986).

O clima subtropical verão quente e inverno seco (Cwa), predomina nas regiões serranas do centro e sul de Minas Gerais (Antunes, 1986 apud EMBRAPA, 1986). O clima tropical úmido também está presente em Minas (Aw), apresentando estação chuvosa no verão (novembro a abril), e estação seca no inverno (maio a outubro), sendo julho o mês mais seco.

O clima tropical úmido em Minas Gerais predomina mais fortemente no oeste do Triângulo Mineiro, bem como em algumas regiões do norte de Minas e sudeste do Estado (Antunes, 1986 apud EMBRAPA, 1986). O clima seco (Bsw) predomina sobre uma região específica no norte de Minas Gerais, compreendendo áreas de influência de municípios como Monte Azul e Espinosa, bem como algumas regiões do Vale do Jequitinhonha, junto à Itinga. Apresenta precipitações anuais geralmente inferiores a 750 mm, com pouca chuva no verão (Antunes, 1986 apud EMBRAPA, 1986).

O território mineiro, resumidamente, está inserido predominantemente em uma região de clima tropical úmido e seco, com estações bem definidas, de verão chuvoso (novembro a abril), e inverno seco (maio a outubro). Segundo Köppen (1948), um clima tropical sazonal que apresenta inverno seco é caracterizado como Aw em que o “A” representa o clima tropical úmido e o “W” o inverno seco, classificado também como tropical de savana (Figura 3) segundo Köppen.

Figura 4: Mapa das Classes Climáticas no Estado de Minas Gerais.



Fonte: Classificação Climática de Köppen – Zeitschrift Meteorologia (2013).

Segundo Nimer (1989), o Estado de Minas Gerais se caracteriza por um clima de transição, marcado por latitudes tropicais quentes e temperadas, onde ocorrem correntes de perturbação no sul e leste do Estado, associados à atuação da Frente Polar do Atlântico e a Massa Equatorial Continental, cuja perturbações do leste e oeste compreendem formações ondulatórias na alta atmosfera que se deslocam do Atlântico e da Região Equatorial, de oeste para leste (Nimer, 1989 apud Abreu, M. L. 1998).

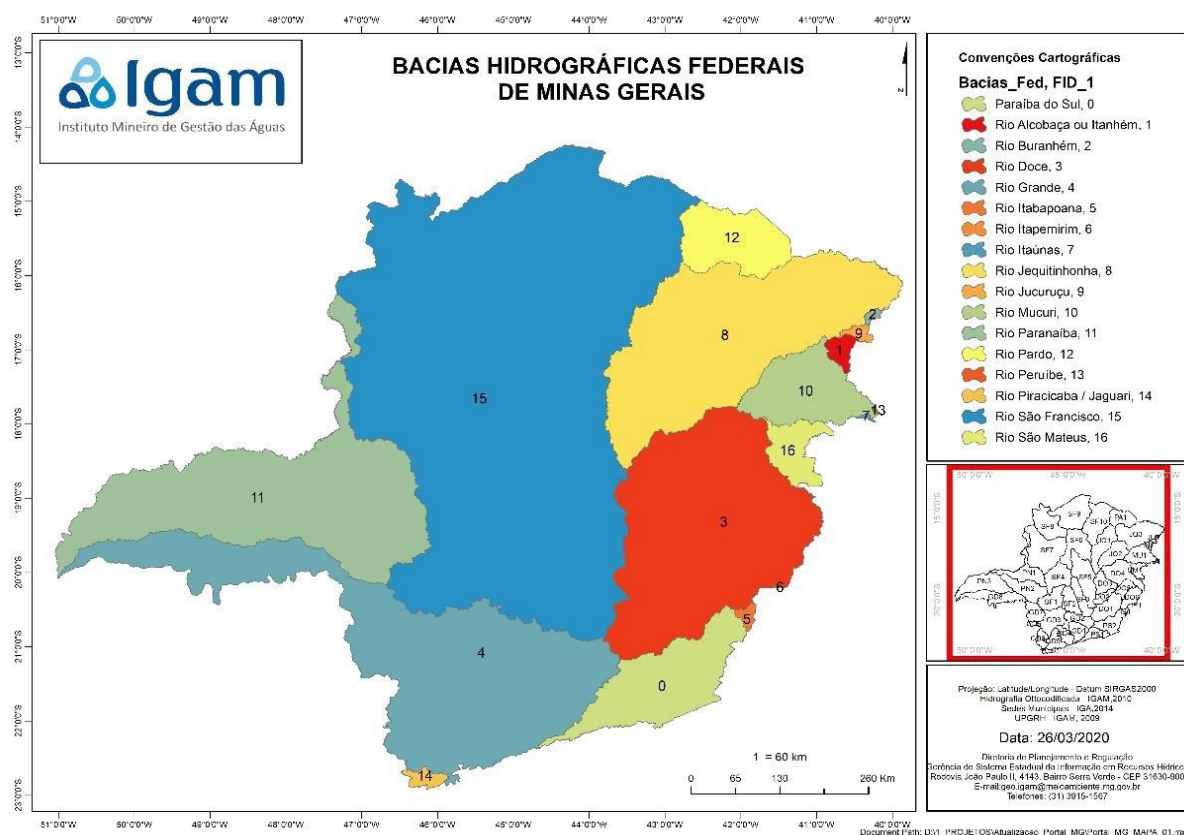
As correntes perturbadas do Oeste relacionam-se a núcleos de baixa pressão, conhecidos como linhas de instabilidade tropical. Segundo Nimer (1989), estas linhas compreendem as depressões barométricas, observadas como ondulações nos centros de alta pressão em superfície, que ocorrem na estação chuvosa, cujas perturbações se originam da região amazônica, correspondendo a massa equatorial continental.

A origem das depressões barométricas no Estado de Minas Gerais está relacionada ao movimento ondulatório que se verifica na frente polar em contato com o ar quente da

zona tropical (Nimer, 1989 apud Abreu, M. L, 1998). À medida que a frente polar do atlântico se desloca para o Equador, as linhas de instabilidade tropical se deslocam para o Atlântico Sul, a leste e sudeste do continente sul americano, formando nuvens pesadas e consequentemente a geração das chuvas tropicais.

O ciclo hidrológico de Minas Gerais exerce uma manutenção importante no abastecimento hídrico da região, tendo como princípio o processo de evapotranspiração dos ecossistemas aquáticos e florestais, cujas partículas de calor são absorvidas pelo sistema atmosférico, voltando à superfície em forma de precipitação chuvosa. Todo o escoamento superficial é direcionado para as áreas mais baixas, o que compreende as áreas de planície, sendo as chuvas as grandes responsáveis por abastecer as principais bacias hidrográficas do Estado, como as bacias do São Francisco, Rio Grande, Paranaíba, Rio Doce, Jequitinhonha, Paraíba do Sul, Jaguari e Pardo (Figura 5).

Figura 5: Mapa das Bacias Hidrográficas Federais do Estado de Minas Gerais



Fonte: Sistema Estadual de Informação em Recursos Hídricos – IGAM (2020).

Caracterizar os índices de pluviosidade em Minas Gerais é importante para a gestão de bacias hidrográficas, no que tange a análise de disponibilidade hídrica de um curso da água, demandando gerenciar a vazão de cisternas, nascentes, corpos d'água e poços tubulares, com base no saber meteorológico e no histórico sazonal de chuvas, planejando melhor as safras e o que é produzido no campo. Por isso se dá a importância de canalizar a água pluvial em cisternas, poços artesianos e reservatórios, tratando essa água para abastecer áreas de pastagem e plantios.

O excesso de chuva ou a sua forma de distribuição irregular altera a perda da cobertura vegetal, intensificando o processo erosivo por meio do escoamento superficial do solo. A quantidade desproporcional de precipitação pode acarretar também a perda de culturas anuais, afetando o rendimento agrícola de empreendimentos rurais. Por isso se dá a importância da necessidade do manejo pluvial e da previsão meteorológica em benefício do setor produtivo agrícola, além de outros setores econômicos.

Áreas de relevo mais declivoso costumam ocorrer desbarrancamento de encosta em períodos extremamente chuvosos, pois estas regiões são caracterizadas por áreas de serra maior (escarpas serranas) com morros de topos mais aguçados, que se divisam com rios intermitentes, intensificando o processo do escoamento superficial. De acordo com a classificação climática de Sá Junior (2009), foi possível identificar classes climáticas que representam diferentes domínios morfoclimáticos de Minas Gerais, sendo eles o clima tropical de savana, o clima temperado úmido, o clima de estepe quente e o tropical de monção.

3. ROTEIRO METODOLÓGICO

3.1 Levantamento Bibliográfico

A pesquisa enfoque buscou inicialmente caracterizar os aspectos geográficos do Estado, a fim de compreender a sua área de estudo climatológico, cuja metodologia baseia-se em dados do governo estadual de meio ambiente de Minas Gerais, relacionando o IGAM (Instituto Mineiro de Gestão de Águas) e o IEF (Instituto Estadual de Florestas) para a obtenção de dados complementares ao estudo hidrológico e climatológico do Estado.

A geomorfologia foi considerada para compreender a fisiologia da paisagem do Estado, no aspecto de como se configuram suas feições topográficas. O Instituto de Gestão de Águas (IGAM) foi a fonte bibliográfica principal, tratando da questão dos recursos hídricos no Estado, que estão intrinsecamente relacionados à pluviosidade, sendo influenciados em quantidade e qualidade por este fator. O IGAM foi responsável identificar e fornecer as principais bacias hidrográficas federais que integram o território estadual de Minas Gerais.

O Instituto Estadual de Florestas (IEF) foi a referência bibliográfica utilizada para discorrer sobre a vegetação regional de Minas e seus biomas contrastantes, sintetizando as principais espécies florísticas do Estado. Tais estudos proporcionam uma elucidação melhor do clima regional, cujo bioma predominante é o do cerrado brasileiro, buscando compreender a dimensão da dinâmica das chuvas neste bioma ao longo da série histórica escolhida. Nas porções meridionais e leste do Estado se estendem os domínios da mata atlântica, mostrando de forma bem diferente a ocorrência de chuva nestas regiões, onde o fator vegetal influencia significativamente no comportamento da pluviosidade.

3.2 Levantamento dos Dados

Os dados de precipitação trabalhados contaram com a coleta total de 133 estações pluviométricas no Estado de Minas Gerais (Figura 6), buscando distribuir tais postos da melhor maneira possível, a fim de espaçar os dados de chuva no Estado e representar a sua ocorrência por meio da elaboração de 12 mapas mensais e um mapa para os totais anuais, retratando a série histórica de chuva no Estado.

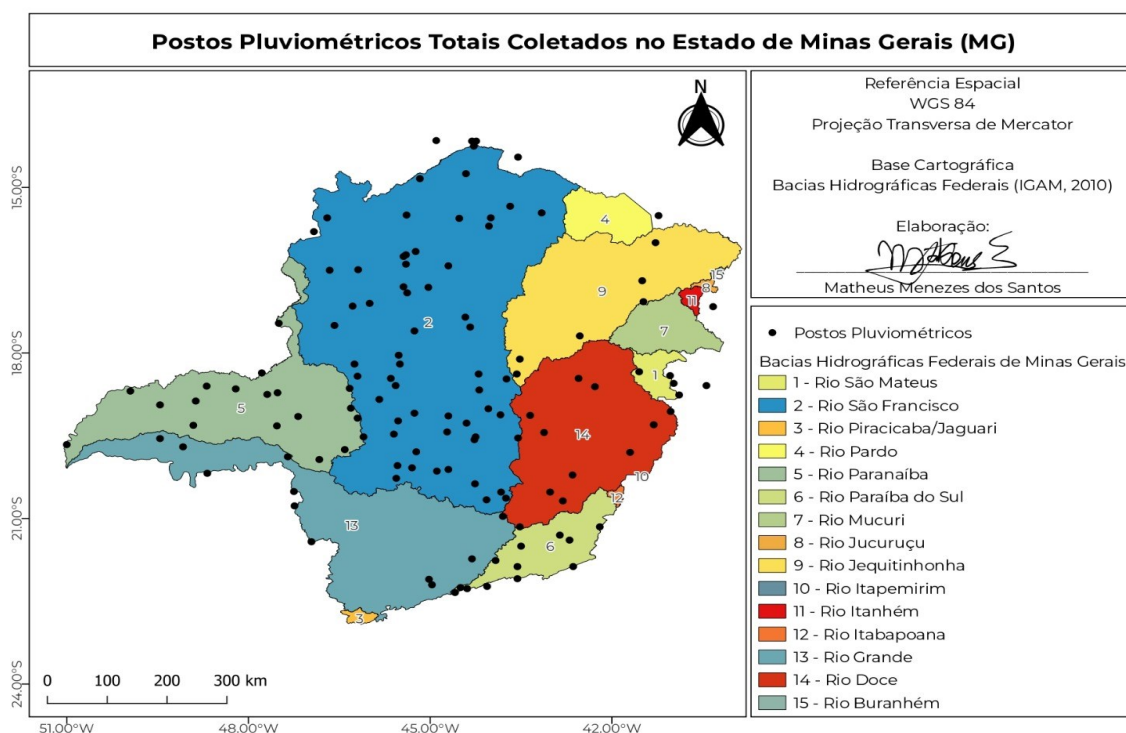
Todos os postos pluviométricos levantados foram organizados no Excel, gerando 133 planilhas com os dados das médias mensais totais e as médias anuais de chuva de cada um dos postos. Assim foi possível elaborar uma única tabela com a relação das médias mensais e das médias anuais de cada uma das estações, permitindo gerar os mapas de chuva dos doze meses da série histórica e um mapa retratando a ocorrência de chuva nos 40 anos.

Para a elaboração do Índice de Anomalia de Chuva, foram escolhidos 37 postos pluviométricos para calcular o IAC Positivo e o IAC Negativo, sendo 5 postos pluviométricos para cinco bacias federais e 12 postos pluviométricos para uma e a maior

bacia hidrográfica do Estado (Figura 7), compreendendo a bacia do Rio São Francisco. Foram selecionadas as seis principais bacias para facilitar o cálculo do IACp e do IACn, buscando distribuir melhor os postos coletados. Os 37 postos foram referenciados com base nas seis principais bacias federais do Estado, considerando as de maior dimensão territorial (Figura 7).

Esta foi a metodologia da pesquisa definida, buscando mapear a pluviosidade de Minas Gerais com base em todas as estações colhidas da Hidroweb, site oficial da ANA (Agência Nacional de Águas), que dispõe em seu banco de dados valores pluviométricos e fluviométricos, de acordo com a disposição de estações climatológicas presentes.

Figura 6: Mapa de localização das estações pluviométricas utilizadas na pesquisa.



Fonte: ANA (2022). Elaboração: Menezes (2023)

As seis bacias hidrográficas que referenciaram os 37 postos para o cálculo do IAC foram: Paraíba do Sul, Rio Doce, Jequitinhonha, São Francisco, Rio Paranaíba e Rio Grande, que fazem parte das 16 bacias hidrográficas federais do Estado, estabelecidas conforme as convenções cartográficas do IGAM (Instituto Mineiro de Gestão de Águas). O risco de generalizar os dados de chuva através de funções matemáticas, como os dias

ou meses sem informação precisa, poderia comprometer o andamento da pesquisa, no sentido de distorcer os resultados.

Figura 7: Mapa das estações pluviométricas utilizadas para o cálculo do IACp e IACn.



Fonte: ANA (2022). Elaboração: Menezes (2023)

Das 16 bacias hidrográficas federais de Minas Gerais estabelecidas pelo IGAM, foram consideradas as seis maiores bacias, pois as áreas ociosas que sobraram tiveram postos insuficientes ou não tiveram postos coletados, considerando também o tamanho e a extensão destas bacias, minúsculas comparadas às seis principais que englobam a maior parte do território mineiro.

Portanto, em razão de sua extensão territorial, foram consideradas as maiores bacias, que abrangem a maior quantidade de postos pluviométricos coletados. As bacias menores que foram descartadas por não haver postos suficientes localizam-se nas divisas do Estado, particularmente nas porções norte e nordeste. Não foi calculado o IAC dos 133 postos porque ficaria muito extenso e repetitivo e, portanto, na tentativa de sintetizar os dados coletados sem comprometer a relação de todos os postos, definiu-se a obtenção das 37 estações para calcular o IACp e o IACn da série histórica, selecionando os postos e suas referidas médias mensais totais e médias anuais de chuva.

Portanto, a metodologia deste trabalho foi dividida em quatro partes: elaboração do banco de dados das 133 estações com as médias mensais totais de precipitação e suas respectivas médias anuais; a seleção das 37 estações para a realização do cálculo do IACp e IACn; a elaboração dos treze mapas de chuva com base nos dados coletados das 133 estações; e a confecção dos 24 gráficos, mostrando a anomalia positiva e negativa de chuva na série histórica, baseando-se no cálculo do IACp e IACn das 37 estações.

3.3 Elaboração do Índice de Anomalia de Chuva (IAC)

O índice de anomalia de chuva (IAC), desenvolvido por Rooy (1965), analisa a intensidade de chuva dos períodos seco e chuvoso, utilizando neste trabalho as médias de chuva dos totais anuais dos 37 postos selecionados. O IAC pode ser desenvolvido através de duas equações, onde uma foi utilizada para períodos de anomalia positiva (1) e a outra para períodos de anomalia negativa (2);

$$1 \text{ IAC} = 3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{M} - \bar{N})} \right]$$

$$2 \text{ IAC} = -3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})} \right]$$

O N representa a precipitação atual (mensal ou anual) em (mm. mês⁻¹). O $\bar{N}$ indica a precipitação média (mensal ou anual) da série histórica (mm. mês⁻¹). A média das maiores precipitações é dada na fórmula pela variante $\bar{M}$. O $\bar{X}$ é a média das menores precipitações (mm. mês⁻¹). A Elaboração do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) busca avaliar precisamente a intensidade de sazonalidade de chuvas, classificando a intensidade dos períodos seco e chuvoso. O quadro 1 apresenta a relação dos valores de IAC com a intensidade dos períodos seco e chuvoso:

Quadro 1: Nível de Pluviosidade segundo o IAC

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classificação da Pluviosidade
$X \geq 4$	Extremamente Chuvoso
$X \geq 2$ e $X < 4$	Muito Chuvoso
$X > 0$ e $X < 2$	Chuvoso
$X = 0$	Sem Anomalia
$X < 0$ e $X > -2$	Seco
$X \leq -2$ e $X > -4$	Muito Seco
$X \leq -4$	Extremamente Seco

Fonte: MARCUZZO, 2012.

O IAC permite observar as tendências de precipitação de um período avaliado, considerando a sazonalidade de cada ano. As médias mensais de pluviosidade de cada posto foram submetidas à análise do IACp e do IACn, avaliando a intensidade de precipitação durante os períodos seco e úmido. Após o cálculo do IACp e IACn dos 37 postos, os mesmos foram relacionados em doze planilhas, representando cada mês da série histórica. Uma última planilha foi separada para fazer a média total do IAC em cada mês, computando tais dados em uma única tabela com os doze meses das 37 estações tratadas, uma tabela para o IACp e a outra para o IACn.

3.4 Elaboração dos Mapas da Distribuição da Pluviosidade

Os mapas de distribuição de pluviosidade visam retratar a dinâmica espaço-temporal de chuva em Minas entre 1981 e 2020, considerando os 133 postos pluviométricos coletados, relacionando as médias mensais de cada ano com cada estação climatológica. O resultado das médias mensais foi dado a partir do que foi obtido pela Hidroweb, site oficial da ANA, exportando os valores das médias mensais de cada um dos postos pluviométricos para o Excel, a partir das coordenadas levantadas de cada um dos postos.

A elaboração dos mapas buscou interpolar espacialmente os dados de chuva em Minas Gerais através do método de krigagem, um método que promove uma precisão de interpolação eficiente, obtendo pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes, criando dessa forma os novos

pontos interpolados (JAKOB, 2016). A interpolação espacial poderá demonstrar prováveis especificidades regionais e subsidia a aplicação de simulações para o tempo futuro.

Para a elaboração dos 13 mapas, dos 12 meses da série histórica e um mapa dos 40 anos, foi adicionado uma camada shapefile do Estado de Minas Gerais no QGIS versão 3.22, com o sistema de referências WGS 84, cuja projeção cartográfica foi a da Projeção Transversa de Mercator, servindo como base no mapa de delimitação do Estado de Minas Gerais para realizar a interpolação espacial dos valores de precipitação mensal de cada mês da série histórica dos 133 postos.

A variação da pluviosidade em mm, considerando cada mês da série histórica, foi gerada a partir das médias mensais totais dos 133 postos, importados para o QGIS por meio de uma camada raster, que compreende o arquivo Excel contendo a planilha dos 133 postos com as suas referidas médias mensais. A relação dos valores de precipitação, isto é, das médias mensais, foi adicionada para a camada raster do QGIS, se sobrepondo a configuração do mapa do Estado de Minas Gerais.

Na propriedade da camada raster, entrou-se em simbologia, adotando o tipo de renderização banda simples falsa cor, que permitiu fazer o interpolamento dos dados de chuva por meio do método discreto, utilizando o gradiente de cores blues. Foi utilizado o intervalo igual, gerando-se 6 classes de chuva para cada mês da série histórica. O modo intervalo igual foi definido para estabelecer as 6 classes de chuva em cada mês da série histórica, dispondo de todos os valores de precipitação dos 133 postos.

Aplicou-se a mesma simbologia para os demais meses, seguindo-se posteriormente para o layout final (compositor), projetando a legenda com as seis classes de chuva, o sistema de referências geográficas WGS 84, os dados da fonte Hidroweb (ANA, 2022), a escala cartográfica de 0 a 200 km e o norte geográfico, estabelecendo o título dos mapas na descrição das figuras. Assim foi possível realizar o mesmo procedimento para os demais mapas, isto é, para os doze meses da série histórica.

Foi adicionado um segundo arquivo EXCEL no QGIS, contendo a relação das 133 coordenadas geográficas dos postos pluviométricos, anexando tais valores em decimal através da camada de texto delimitado, com delimitador de expressão regular, representado no QGIS como “;”. No campo de “definição de geometria” foram colocadas

as coordenadas dos postos, definindo o campo x e y das coordenadas, representadas como latitude e longitude respectivamente. Diante do processamento das coordenadas no software QGIS, foi possível adicionar os pontos no mapa, representando cada um dos 133 postos pluviométricos.

Diante de todo o procedimento para a elaboração dos 13 mapas de chuva da série histórica (1981 – 2020), o resultado da espacialidade da pluviosidade se mostrou por meio de diferentes variações, de acordo com cada mês levantado, mostrando meses que mais choveram e meses que menos choveram. O processamento das médias mensais totais, representando os doze meses, e o do total anual, representando os 40 anos, se deu com base na somatória de quanto choveu em cada mês. Os postos foram estabelecidos aleatoriamente, iniciando a contagem das médias a partir da estação de Andrelândia até a última estação denominada Fazenda Porto Alegre.

4. RESULTADOS

4.1 Tratamento dos Dados

A coleta, organização e relação dos 133 postos pluviométricos objetivaram elaborar os treze mapas de precipitação de Minas Gerais, retratando a ocorrência de chuva no Estado em cada um dos doze meses da série histórica, bem como mais um mapa retratando a ocorrência de chuva ao longo de todos os 40 anos, por meio dos totais anuais de todos os postos coletados. Buscou-se representar espacialmente a distribuição sazonal de chuva com base no período proposto (1981 – 2020).

O cálculo do IAC (Índice de Anomalia de Chuva), por sua vez, foi feito com base na filtragem de 37 estações, permitindo desenvolver 24 gráficos, onde doze meses representam o IACp e doze meses o IACn, de janeiro a dezembro. Os gráficos indicam a intensidade de chuva no Estado durante os períodos seco e chuvoso. A seguir segue o cálculo do IACp na Tabela 1:

Tabela 1: Índice de Anomalia de Chuva Positivo – Série Histórica

Anos	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1981	0,2	-1,5	1,6	-0,9	-0,2	3,9	-0,7	0,7	-1,9	3,4	2,7	0
1982	1,6	-1,5	3,3	0,3	0,1	-0,1	-0,1	1	-1	0,5	-2,5	0,6
1983	2,7	1,7	1,4	3	1,7	1,7	2,6	-1,4	3,9	2,2	0,8	1,4
1984	-1,8	-2	-1,1	1	-0,7	-1,4	-0,8	3,8	2,5	-0,5	-0,9	0,5
1985	4	0	0,8	-0,7	-0,6	-1,1	-1	-0,3	1,6	0,4	0,2	0,1
1986	-0,2	0,3	-1,5	-1,1	0,6	-0,5	4,4	5,1	-1,6	-2,2	-2,4	1,1
1987	-0,7	-1,3	-0,3	1,4	0,3	-0,3	-1	-1	1,2	-0,4	-0,4	1
1988	-1	1,5	-0,5	1,6	-0,6	-0,6	-1,2	-1,4	-1,5	1,1	-1,3	-0,6
1989	-1,3	0,8	-0,6	-1,6	-1,5	3,2	2,8	0,5	0,6	-0,4	0,5	1,5
1990	-2,1	0	-1,4	-0,6	1,4	-1,1	4,2	3,8	0,1	-0,3	-1,5	-1,9
1991	2	0,5	2,4	0	-0,7	-0,9	0,2	-0,8	1,2	-0,8	-0,5	-1
1992	2,7	1,6	-1,7	1	0,1	-1	0	0	2,5	2,4	2	-0,2
1993	-1,7	0,4	-2,1	0,2	-0,5	1,3	-1,3	-0,3	1,2	-0,6	-2,8	0,4
1994	0,9	-2	2,5	0,4	1,4	0,8	-0,6	-1,4	-2,2	-0,5	-0,3	-0,9
1995	-1,3	1,7	-0,5	0,2	1	-1,1	-0,1	-1,5	-0,9	1	-0,7	1
1996	-1,3	-1	-0,6	-0,6	-0,5	-1	-1,2	0	1,4	0,3	2,4	0,5
1997	1,4	-0,9	0,9	0,5	-0,2	3,8	-1,2	-1,3	0,8	-0,1	-0,4	-0,2
1998	-0,5	1	-1,9	-0,9	1,6	-1,2	-1,2	1,5	-1,2	1,5	0,5	-0,8
1999	-0,4	-0,2	0,8	-1,5	-1,8	-0,2	-0,5	-1,4	-0,6	-1,1	0,3	0,1
2000	1	0,9	0,8	-1,4	-1,8	-1,3	0,4	0,8	1,7	-2	1,5	0,4
2001	-1,7	-1,8	-0,9	-1,7	1,4	-0,9	-0,7	1	0,1	0,3	0,9	0,6
2002	0,1	2,7	-1,9	-2,2	-0,1	-1,4	-0,1	-0,7	2,2	-1,6	-0,6	0,5
2003	2	-1,5	0	-0,3	-0,2	-1,5	-0,7	1,2	-0,7	-1,2	-1,5	-0,8
2004	0,9	3,4	0,4	2,6	-0,8	0,6	3,5	-1,4	-2,3	-0,2	-1,3	1,2
2005	0,7	0,9	1,2	-1,2	2	0,6	-0,1	-0,8	0,2	-1,3	2	0,2
2006	-2,1	-0,3	1,3	0,2	-0,9	-0,9	-0,9	0	0,9	2	1,7	1,3
2007	2	0,6	-2,8	-0,3	-0,9	-1,3	0,5	-1,3	-2	-1,3	-1,4	-1,7
2008	0,2	1,4	0,6	2,2	-1,4	-0,9	-1,3	-0,2	0,2	-1,2	0,3	1,8
2009	0,7	0	-0,3	1,5	-0,6	1,8	-0,3	1,3	1,5	4,2	-1,5	1,3
2010	-1,5	-1,7	1	0,3	0,6	-0,8	-0,3	-1,5	-0,4	1,1	2,2	0,7
2011	-0,1	-1,5	3,3	0,6	-2	-0,3	-1	-1,3	-2,2	1,6	0,4	1,5
2012	0,4	-1,7	-1,3	-0,8	1,7	2	-0,9	-0,2	-0,8	-2	2,1	-2,5
2013	1,1	-1,3	0,2	0,6	0,7	1,8	0,3	-1,1	0	0	-0,4	1,6
2014	-2,6	-2,3	-1	-0,2	-1,7	-0,5	3,4	-1	-1,6	-1,2	0,2	-2
2015	-2,8	0,7	-0,1	0,2	1,5	0	-0,5	-0,7	0,3	-1,7	-0,5	-2,2
2016	2,5	-1,4	-0,8	-2	-1,3	2,4	-1,1	-0,3	-0,5	0,1	1,6	-0,9
2017	-1,4	-0,4	-1,2	-0,5	2	-0,3	-0,4	-1,1	-1,6	-1,1	-0,2	-0,7
2018	-1	1,4	0,1	0,1	-1,2	-0,8	-1,1	2,2	0,1	0,8	0,6	-0,9
2019	-2,8	0,8	-0,2	1,2	0,9	-1,1	-1,1	-0,4	-0,4	-0,9	-0,3	-0,9
2020	1,1	2,1	0,3	-0,3	1,2	-0,7	-0,7	-0,5	-1,5	-0,1	-1,7	-1

Dados: ANA (2022). Elaboração: Gouveia (2023)

A análise do IACp permitiu avaliar a incidência chuvosa em Minas Gerais com base nos 37 postos selecionados, esmiuçando o comportamento pluvial destas localidades e suas respectivas regiões num intervalo de 40 anos, mediante ao que foi levantado das médias mensais totais. A precipitação chuvosa é influenciada pela sazonalidade, isto é, pelos períodos seco e chuvoso, variando sua intensidade ao longo dos anos.

A Tabela 2 trata sobre o IACn, gerando dados próximos aos que foram obtidos pelo IACp, mostrando que ao longo da referida série histórica os dados de chuva variaram entre anomalias positiva e negativa, assim como no IACp. Em relação às médias mensais totais que foram calculadas pela fórmula do IACn, obteve-se a seguinte relação de dados:

Tabela 2: Índice de Anomalia de Chuva Negativo – Série Histórica

Anos	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1981	0,3	-1,8	2	-1,2	-0,1	8,7	-1,4	1,5	-2,6	4,4	2,6	0
1982	2	-1,9	3,9	0,4	0,1	-0,4	-0,1	1,9	-1,3	0,6	-2,9	0,6
1983	3,3	2,2	1,7	4	2,4	2,5	5,5	-2,7	5,4	2,8	0,9	1,5
1984	-2,1	-2,5	-1,4	1,3	-1,1	-2,8	-1,8	7,7	3,6	-0,6	-1	0,5
1985	4,9	-0,1	0,9	-1,1	-0,8	-2,2	-2,1	-0,6	2,7	0,5	0,2	0,1
1986	-0,1	0,3	-1,8	-1,4	0,7	-1,1	10,5	10,3	-2,2	-2,7	-2,5	1,1
1987	-0,9	-1,7	-0,4	1,9	0,3	-0,7	-2	-1,9	1,6	-0,6	-0,6	1,1
1988	-1,2	1,7	-0,6	2,2	-0,9	-1,3	-2,6	-2,8	-2,2	1,3	-1,6	-0,6
1989	-1,6	0,9	-0,8	-2	-2,1	7,1	6,4	1,1	0,8	-0,5	0,7	1,7
1990	-2,6	0,1	-1,7	-0,7	2,2	-2,2	10,4	7,5	0,2	-0,3	-1,6	-2,1
1991	2,4	0,7	2,8	0	-1	-1,9	-0,1	-1,7	1,9	-1,1	-0,9	-1,2
1992	3,4	2,2	-2	1,2	0,2	-2	-0,3	0	3,3	3	1,7	-0,3
1993	-2	0,5	-2,4	0,2	-0,6	2,6	-2,6	-0,5	1,6	-0,8	-2,9	0,5
1994	1,1	-2,5	3	0,5	1,8	2	-1,3	-2,7	-3	-0,7	-0,6	-1
1995	-1,6	2,2	-0,6	0,1	1,4	-2,1	-0,8	-2,8	-1,4	1,2	-0,8	1,1
1996	-1,7	-1,3	-0,8	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-0,1	1,8	0,3	2,7	0,5
1997	1,6	-1,1	1,1	0,8	-0,3	8	-2,5	-2,5	1,2	-0,1	-0,2	-0,2
1998	-0,6	1,2	-2,2	-1,2	2	-2,4	-2,5	2,8	-1,7	1,8	0,5	-1
1999	-0,6	-0,2	0,9	-1,9	-2,6	-0,7	-1,4	-2,7	-0,9	-1,4	0,2	0,1
2000	1,2	1,1	0,9	-1,9	-2,6	-2,5	0,5	1,5	2,3	-2,5	1,7	0,4
2001	-2,1	-2,3	-1	-2,2	2	-1,5	-1,6	2,2	0,1	0,4	1,2	0,8
2002	0,2	3,5	-2,3	-2,7	-0,2	-2,7	-0,1	-1,5	3,3	-2,1	-0,7	0,5
2003	2,4	-1,9	0	-0,5	-0,1	-2,7	-1,6	2,6	-1	-1,5	-1,3	-1
2004	1,1	4,3	0,5	3,3	-1,2	1	7,5	-2,7	-3,1	-0,2	-1,4	1,3
2005	0,8	1,4	1,4	-1,5	2,7	1,1	-0,4	-1,6	0,2	-1,7	1,8	0,2
2006	-2,5	-0,5	1,6	0,2	-1,3	-1,8	-1,8	0,1	1,2	2,5	1,7	1,5
2007	2,3	1	-3,3	-0,4	-1,2	-2,5	1	-2,6	-2,8	-1,7	-1,5	-1,9

2008	0,2	1,8	0,8	2,7	-2,1	-1,8	-2,7	-0,6	0,4	-1,5	0,4	2,1
2009	0,9	-0,1	-0,4	1,9	-0,9	3,5	-0,7	3	2	5,4	-1,5	1,5
2010	-1,9	-2,2	1,2	0,3	1	-1,4	-0,9	-2,8	-0,7	1,4	2,5	0,8
2011	-0,2	-1,9	4,1	0,8	-2,8	-0,7	-2,3	-2,5	-3,1	2,1	0,1	1,7
2012	0,5	-2,2	-1,6	-1,2	2,5	3,7	-1,9	-0,8	-1,1	-2,6	2,4	-2,8
2013	1,4	-1,7	0,2	0,8	0,8	4,1	0	-2,2	-0,1	0,1	0	2
2014	-3,2	-2,9	-1,2	-0,2	-2,5	-1,2	7,2	-2	-2,3	-1,5	0,4	-2,2
2015	-3,3	0,8	-0,1	0,2	2,2	-0,3	-1,1	-1,5	0,1	-2,1	-0,5	-2,5
2016	3,1	-1,8	-1	-2,5	-1,9	4,2	-2,3	-0,6	-0,6	0	1,8	-1
2017	-1,7	-0,5	-1,4	-0,7	3	-0,7	-1,3	-2,3	-2,3	-1,4	0	-0,7
2018	-1,3	2	0,2	0,2	-1,6	-1,7	-2,3	4,1	0	1,1	1	-1,1
2019	-3,4	0,9	-0,2	1,6	1,3	-2,2	-2,4	-1	-0,5	-1,2	-0,5	-1,2
2020	1,5	2,6	0,5	-0,3	2	-1,6	-1,7	-1,2	-2,1	-0,1	-1,9	-1,1

Dados: ANA (2022). Elaboração: Gouveia (2023)

Em relação a todas as estações, isto é, referente às 133 estações coletadas, permitiu-se relacionar as médias mensais de cada estação, importando tais dados ao QGIS para a realização da interpolação espacial dos dados de chuva dos postos utilizados, gerando classes ou níveis de pluviosidade de acordo com cada região. Cada um dos 133 postos teve suas coordenadas geográficas informatizadas no QGIS, sendo possível discriminar o quanto que choveu para cada mês de acordo com a média mensal dos postos pluviométricos e a média total anual de todos os postos (Tabela 3), referenciando-os pelas suas respectivas coordenadas.

Tabela 3: Média mensal dos postos pluviométricos.

Posto Pluviométrico	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Andrelândia	303,2	173,1	187,5	55,6	44,1	24	15,3	19,3	71,2	112	195,7	277,3	1478,2
Arinos (Montante)	197	129,2	173,7	70,2	14,3	4,3	3,5	7,7	14,7	80,3	194,4	251,8	1141
Barra do Cuieté (Jusante)	166,8	82,1	107,3	41	23,2	10,1	6,6	13,5	32,9	75,2	162,1	205,9	926,7
Barra do Funchal	261,1	203,6	219,3	86	41,5	14,9	9,3	13,7	43,7	122,2	213,1	283,8	1512,1
Barra Preto	293,5	151,7	169,7	59,1	30,5	12,6	7,1	12,6	49,4	85,9	213,5	320	1405,5
Capelinha	192,2	98,7	118,5	57,8	20,6	8,8	10,8	9,9	21,2	82,7	217,6	239,2	1078,1
Cataguases	241,1	124	183,7	77,4	46	22,4	16,4	18,8	61,4	105,3	234,1	273,5	1404,2
Comendador Gomes	300,9	217	202,7	92,7	43,4	16,1	10,2	16,4	46,1	109	166,1	261,4	1482,1
Congonhas Linigrafo	223,1	148,8	157,5	52,3	26,6	13,5	11,4	16	56	107,5	203,6	255,4	1271,6
Coroaci	194,7	119,9	167,9	68,7	34,9	16,9	19,3	22,4	39,5	104,3	227	262,5	1278
Fazenda Paraíso	273	241,1	226,7	84,2	44	16	13,3	19,4	50,6	118,2	184,5	279,1	1550,2
Ipanema	203,1	103	133,6	71,8	29,2	13	5,8	15,5	39,5	92,9	242,2	260,8	1209,8
Ipiaçu	271	193,1	211,4	74,8	35,2	17,6	7,9	12,7	42	104,6	168,4	235,4	1374,2

Iturama	273,4	209,9	186,9	73,1	47,5	19,8	12,3	18,4	56,6	90,5	155,8	236,9	1381
Lagoa	309,2	217,3	195,8	89,5	47,1	18	10,7	15,2	56,4	124,3	211	293,4	1588
Mendanha (Montante)	232,7	115,9	147,9	52,4	23	5	4,8	7,4	31,9	83,1	218,2	262	1184,3
Mirantão (Capelinha das Flores)	375,9	286,2	288,1	123,1	68,7	34,4	36,1	33,6	86,6	164,2	272,3	346,5	2115,7
Miravânia	157,5	104,5	152,7	59	7,5	1,7	0,4	2,5	12	72,4	176,1	214,4	960,7
Padre Paraíso	142,2	68,7	132	63,4	29,8	24,5	29,8	23,6	28,4	77,4	176,2	184,7	980,8
Patrocínio de Muriaé	258,5	160,7	220,1	95,9	59,5	35	26,9	31,1	78,1	140,3	282,3	349	1737,4
Pedra Azul (Fortaleza)	137,7	59,9	114,6	56,1	26,3	12,9	12,7	9,6	19,1	59,5	168,4	172,7	849,6
Piau	304,2	181,4	229,8	89,2	41	21	21,8	21,1	69,1	123,7	233,1	294	1629,4
Piumhi	298,9	190	170,4	68,2	48,2	20,6	12,3	14,5	62	109,9	171,7	280,2	1446,9
Ponte do Canoas	256,2	188,8	162,4	87,9	62,4	24,6	17,1	17,4	59,9	123,8	173,7	251,7	1424,3
Ponte Firme	255,7	194,4	220,6	69,9	25,4	6,3	5,2	9,2	28,4	90,3	230,2	289,6	1425
Ponte João Candido	287,7	220	194,1	80,9	38,9	12,7	8,8	13,3	61,3	101,1	183,9	268,2	1465,5
Porto dos Poções	192,1	131,5	146,6	54,7	19,8	4,7	4,9	8	23	81,2	194,5	248,9	1109,9
Presidente Juscelino	216,4	126,4	149	57	21,2	6,1	3,7	8,1	27,7	85,8	171	254	1126,4
Santa Maria do Itabira	210,4	117	151,9	69,5	38,8	12,6	8,1	15,6	39	101,4	203,4	282,3	1249,9
São João Grande	122,5	76,1	93,7	38,3	18,2	4,1	5,7	6,6	12	52,2	120,4	150,3	700,3
São Lourenço	290,9	189,3	179,3	69,4	57	29,9	23,7	24,9	78,6	119,5	170,9	276,5	1509,9
Serra das Araras	192,2	134,3	174,8	72,2	11,7	3,2	1,5	3,7	17,4	73	211	259,9	1154,8
Torreões	273,8	199,1	220,4	89,2	43,3	25,5	19,3	24,1	61,6	111	213,4	282,4	1563
Tupaciguara	281,1	174,4	201,2	74,9	31,2	12,8	7,4	11,6	39,5	87,8	196,3	266,2	1384,5
Usina da Brecha	244,1	126,2	162,1	73,9	33,3	16,9	11,8	16,1	52,4	94,6	213,3	271,2	1316
Várzea da Palma	193,1	104,8	139	42,7	12,1	4,4	3,9	6,2	19,9	71,8	185,9	210,8	994,5
Varzelândia	148,7	100,5	124,4	43,6	8,4	1,5	1,5	1,5	8,9	55,7	171,3	208,5	874,7
Estrela do Sul	284,8	192,8	197,3	76,1	37,7	11,7	8,4	11,5	39,2	107,9	189,1	284,8	1441,3
Araguari	277,7	189,1	223,9	74,9	38,6	15,8	8,5	14,9	41,9	105,2	178,3	297,4	1466,2
Monte Alegre de Minas	290,1	189	195,4	80,5	35,4	15,7	10,2	15	43,3	116,1	211,9	260,7	1454,1
Ituiutaba	262	184,9	181,7	77,2	37,4	14,8	9,2	14,5	49,7	106,1	181,6	251,6	1362,5
Campina Verde	257	201,7	190	92,2	38,1	17,2	11,3	17,6	50,9	109,1	169,3	226,6	1381
Água Doce	163,9	107,7	149,1	78,7	40,9	25,3	33,2	35,1	31,4	89,3	194,1	228,9	1175,2
Abeeté	243,5	170,4	175,2	57,9	31,8	11	4,3	10,7	38,9	97,5	199,9	266,4	1307,6
Monte Carmelo	292,5	196,7	187,4	64,5	37,3	15	7,8	10,5	47,5	112,7	191,2	284,1	1442
Pirapama	262,3	145,9	184,6	59	26,9	11,7	5,9	10,2	32,9	112,6	212,4	289,3	1353,6
Porto Alegre - MG	207,6	111,4	139,5	33,5	14	1,9	1,9	4,6	19,3	67,8	199	212,6	984
Fazenda Resfriado	200,4	140,6	195,4	75,1	22,1	3,2	4,2	5,9	23,6	81,9	210	247,7	1210,1
Ponte da BR-040	243	158,4	180,4	59	21,3	5,2	4,2	7,4	28,2	85	203,8	274,8	1270,6
Pouso Alto	293,9	171	168,2	64,5	56,9	33,1	24,4	23,2	86,3	109,3	175,2	248,6	1454,6
Fazenda Água Branca	202,4	116,3	151,8	44,6	14,8	4,6	3,3	5,9	18,7	68,7	192	238,9	1061,9
Divinópolis	271,8	153,8	160,6	54,5	29,3	21,4	8,5	12,3	48,4	97,8	185,6	273,9	1317,9
Rio Casca	250,3	124,4	157,4	60,7	45,6	16,1	8	19,3	51,9	107,1	235,1	312,6	1388,4
Santo Antonio do Monte	284,8	176,7	165,6	63,7	38	17,9	10	16,1	47,8	107	188,9	287,2	1402
Bom Despacho	286,1	170,6	167,7	56,3	37,3	13,8	9,1	11,9	49,9	101,1	214,5	314,6	1433
Lagoa da Prata	317,8	184,1	195,8	69,6	50,2	21,4	13,1	20,7	60	131,7	207,3	304,7	1576,4
São Miguel do Anta	212,9	119,7	139,7	58,3	34,1	18,5	13,1	18,4	49,5	81,4	188,7	254,9	1189,3
Dores do Indaia	266,9	186	200,2	70,2	38	14,3	11,3	13,5	48,9	112,8	197,9	263,4	1423,4

Papagaios	237,6	141,6	183,2	47,6	24,9	7	8,1	10,6	38,7	86,9	196	275,2	1257,3
Fazenda Caraibas	238,9	128	150,5	47,6	21,6	8,1	4,7	7,5	34,4	78,7	203,1	279,6	1202,8
Horto Florestal	238	159,2	172,7	48,5	23,2	7,2	6,3	11,1	36,3	83,9	212,7	270,2	1269,4
Candido Sales	101,4	56,3	101,2	48,5	20	16,9	13,4	19,2	19,7	57,3	161	149,1	764,1
Santo Agostinho	158,1	104,6	132,5	72,5	34,9	26,8	26	31,3	30,8	89,8	193,2	211,8	1112,2
Alto Rio Novo	128,1	74,8	106,7	53,9	32,8	15,6	18,1	22,3	33,8	70,4	152,3	182,1	890,7
Corumbazal	245,4	155	206	72	35,9	10,6	7,9	9,5	26,6	93,1	175,6	213,9	1239,1
Fazenda Agulhas Negras	436	327,6	381,4	170,1	76,8	42,1	47,3	43,4	116	188,3	294,3	407,1	2530,2
Fazenda Santa Cecília	266,3	179,1	165,1	86,5	57,7	22,5	15,9	22,2	52,3	107,4	170,5	242,4	1348,1
Fazenda Sassafras	311,6	207,9	210,8	91,5	59,2	18,3	13,6	20,6	76,9	134,2	182,1	263,6	1590,3
Manuel Duarte	248,4	156,5	157,4	70,9	40,8	25,1	15,7	16,2	56,7	87,9	156,1	238	1269,6
Paquequer	143	83,5	107,1	36,6	35,1	12,1	5,2	7,7	29,6	58	124,4	175,6	815,2
Ponte do Souza	374,1	308	291,4	137,5	64,9	33,4	38,7	34,4	91,4	156,3	253,5	357,4	2141
Porto Colômbia	265	190	182,4	86,3	52	19,8	9	13,5	38,1	103,8	161	229,7	1345,2
Santa Isabel do Rio Preto	297,9	222,8	212	96,4	44,7	27,7	21,5	23,1	70,9	134,9	189,8	273,4	1615
Três Ranchos	285,9	213,3	201,5	77,7	25,5	17,1	7,1	11,5	38,7	84,8	186,6	295,3	1444,9
Astolfo Dutra	250	157,2	173,6	70	40,2	23,3	13	18,9	61,5	104,9	234,1	282,4	1429,1
Barra do São Francisco	162,4	102,9	119,3	60,3	32,4	21,2	23	27,9	31,9	80	187,3	207,8	1054,2
Cabeceiras	222,6	172,1	209,4	107,1	28,4	6,6	3,7	8,6	25,5	100,3	240,3	307,5	1432,2
Cajueiro	182,5	140,7	152,4	63,1	15,2	2,8	1,4	4,8	14,2	75,8	194,6	207,4	1054,9
Canoeiros	182,8	141,8	173,5	62,4	31,5	3,6	6,9	8,9	23,7	75,6	206,2	222,7	1139,7
Carandaí	271,5	173,6	185,6	69,5	40,1	23,1	11,7	18,6	70,5	126,5	228,6	324,3	1543,5
Carmo do Paranaíba	262,8	179,7	203,1	74,3	37,7	11,5	8,4	15,3	45,3	113,8	205	265,8	1422,9
Colônia do Jaíba	122,7	86,8	120	36,5	7,9	0,8	0,2	1,5	10	48,2	147,3	177,9	759,9
Conceição do Ibitipoca	309,1	206,6	206	73,3	43,2	24,6	18,5	20,8	75,3	122,1	220,9	302	1622,5
Conselheiro Lafaiete	260	148,6	155,2	63,2	36,1	15	10,8	18,9	62,4	114,8	208,2	277,2	1370,3
Desterro de Melo	312,7	193,1	219,9	93,5	37,2	16,9	11,7	17,9	63,3	120,6	249	315,3	1651,2
Entre Rios de Minas	267,1	142,1	150,6	58	34,7	13	9,5	18	58	103,3	179,7	272,9	1307
Itajá	291,5	187,5	208,8	83,7	55,2	21,2	13,1	18,7	60	122	160,8	239,5	1461,9
Itanhém	102,4	80,3	140,4	99,9	64,9	59,3	60,3	42	46,9	91,1	176,1	157	1120,7
Leal de Patos	262,4	166,8	198,6	74,8	29,1	9,8	6,2	11,2	38,1	120,1	199,2	277,3	1393,5
Pratinha	313,7	202,3	225,7	90	54,4	17	14,3	14	64,8	140,7	209,6	307,2	1653,6
Santa Juliana	264,8	190,6	182,6	81,8	38,2	18,1	9,1	12,9	54,1	112,2	187,5	257,5	1404,6
Tapira	283,2	226,8	215,3	88,1	58,7	21,2	12,8	18,7	65,9	133,2	212,8	296,2	1633,1
Água Branca	160,1	115,8	140,6	79,9	34,9	29	30,1	38,1	38,8	85,8	188	234	1175,1
Cavalinho	165,6	109,1	140,8	84,7	46,8	39,8	39,8	49	56,5	126,7	221	214,4	1294,1
Gunhães	196,6	116,6	164,6	65,3	27,3	10,9	8,2	15,2	35,6	101,4	210,8	277,7	1230,1
Vila Matias (Montante)	180,1	85,3	116,1	56,1	26,2	10,8	10,7	16,8	30,7	82,7	165,9	219	1000,6
Brasília de Minas	152	85,1	127,9	50,2	11,6	3,6	3,5	4,3	16,2	68,2	167,6	201,9	890,4
Cachoeira da Manteiga	190,5	108,2	138,4	48,3	14,4	3,9	2,6	4,3	15,7	67,6	161,1	229	982,8
Cachoeira do Paredão	220,9	120,7	156,7	45	14,4	3,1	4,3	6,7	23,3	82,5	199,8	254,9	1132,3
Capitânea	141,5	95	135,4	61	6,5	1,4	0,3	3	13	66,1	150,3	188,9	862,2
Correntina	159,9	94,5	130	46	8,3	1,5	0,8	0,9	8,7	79,7	167	195,9	893
Fazenda Escola Florestal	293,8	145,9	182,6	55,2	25,1	11,9	7,2	10,3	44,3	93,2	217,4	328	1414,8
Fazenda São Félix	234,3	163,1	210,2	64	21	9,2	6,3	8,5	36,1	86,1	199,2	247,6	1285,5

Gouveia	205,5	123,3	162,8	66,2	26,7	6,5	4,1	9,4	35,3	104,1	200,4	261,9	1206,1
Janaúba	139,1	76,9	100,4	29,7	7,4	1,8	1,1	2,6	8,1	48,7	148,9	170,5	735,2
Lagoa das Pedras	154,4	104,9	132,7	49,7	6,6	1,7	0,3	3	11,1	59,2	145,6	181,1	850,2
Lagoa do Gouveia	280,9	179,5	198,3	79,9	29,2	7,9	6,4	13,3	41,7	110,1	224,9	311,4	1483,7
Lassance	212,4	119,1	150,8	51,9	17	4	3,3	5,3	29,3	80,2	199,6	238,3	1110,9
Major Porto	240,6	168,7	178,3	68,8	32,5	8,4	5,7	14,4	32,6	93,6	196,9	290,7	1331,2
Manga	117,8	88,3	112,5	39,5	5	2,2	0,2	3,2	9,3	61,7	148,6	167,7	755,9
Ponte do Licínio	199,9	111,9	149,9	50,6	21,1	3,8	4,3	8,7	25,4	80,3	161,5	233,4	1050,8
Porto da Extrema	205,7	118,1	171,4	60,7	18,1	3,7	2,6	7,7	19,2	84,5	193,1	259,4	1144,1
Santo Inácio	174,6	103	128,9	44,9	9,9	5,6	2,5	3,9	12,5	57,9	171	201,2	915,9
São Gonçalo de Abaeté	225	161,8	215	74,9	28,7	10,3	5,7	9	36,7	89,9	232,5	300,8	1390,2
São João da Ponte	151,6	98	122,5	42	7,7	3,3	2,4	2,1	16,2	66,3	179,8	213,3	905,1
São João da Vereda	171,5	101	138,6	42,8	10,8	3,1	3,3	4,2	20,2	67,3	188,4	216,1	964,8
São Romão	193,3	101,1	143,8	51,4	8,1	2,9	3,4	4,1	14,6	65,7	171,1	228,7	988,3
Vila Urucuia	181,1	116,5	143,3	58,5	12,4	4,6	5,1	7,5	11,6	76,7	185,1	227,5	1029,9
Tapiraí - Jusante	344,2	224,5	202,5	87,6	52,7	13,9	10,1	14	59,9	140,4	231,6	303,1	1684,6
São Gotardo	249,4	188,8	222,7	81,6	38,9	13	12,2	17,9	51,9	116,5	198,8	291,4	1474,7
Melo Franco	266,8	136,3	166,9	55,6	30,1	12,8	7,3	12,8	52,3	97,8	186,9	275,1	1300,8
Fazenda Campo Grande	290	179,7	174	62,8	36,7	21,8	9,7	17,2	58,2	110,8	198,8	308,9	1468,6
Usina Paraúna	207,4	133,7	155,2	55	16,3	6,5	4	10,8	30,6	82,7	177,7	239,1	1119
Tiros	297,9	194,8	200,5	79,9	43,5	8,9	8,6	14,3	47,9	118,2	250	305,9	1570,4
Vau da Lagoa	294,9	170,2	189,5	76	31,2	10,3	8,7	14,6	45,1	97,9	245,7	318	1501,9
Belo Horizonte (Horto)	316,9	164,4	203,7	75,3	29,3	13,5	7,6	15	50,2	103,7	235	358,6	1573,1
Fazenda Vargem Bonita	237	125,9	167,4	47,3	20	6,1	4,5	9,4	36,7	81,2	216,5	267,8	1219,9
Santa Rosa	244,3	162,3	173,5	62,8	16,4	6,2	3,3	12,6	29,9	81,7	212,3	263,9	1269,2
Guarda-Mor	278,6	197,1	197	75,7	24,6	8,7	5,4	12,1	32,4	96,9	233,2	311,5	1473,3
São Francisco	161,3	104,6	146,7	45,9	9,6	3,7	3,7	5	15,1	69,5	170,4	229,7	965,3
São Gonçalo	154,3	96,4	140,9	49,6	8,3	1,5	0,3	3	14,3	65,4	163,7	178,9	876,5
Juvenília	121,9	95,5	126,1	51,7	6,1	0,9	0,5	1,2	9,2	48,9	140,6	171,1	773,8
Fazenda Porto Alegre	157,7	94,3	139,4	46,5	9,3	2	0,6	1,9	10,8	63,1	167,2	200,9	893,7
Média Total Mensal	209,1	128,8	158,5	59,0	20,7	7,9	6,1	10,2	29,0	84,4	190,8	246,8	1150,9

Dados: ANA (2022). Elaboração: Gouveia (2023).

Os 133 postos pluviométricos foram informatizados no software QGIS por meio do processamento das médias mensais e suas referidas médias anuais, realizando o interpolamento dos valores pluviométricos mensais de cada estação, de modo a gerar as isoietas e a resultante distribuição espacial da pluviosidade em Minas Gerais.

As médias mensais totais de chuva dos 37 postos pluviométricos foram tabulados no Microsoft Excel, realizando o cálculo do IACp e do IACn de cada posto em cada mês. Após o levantamento da média de intensidade de chuva de cada mês da série histórica das

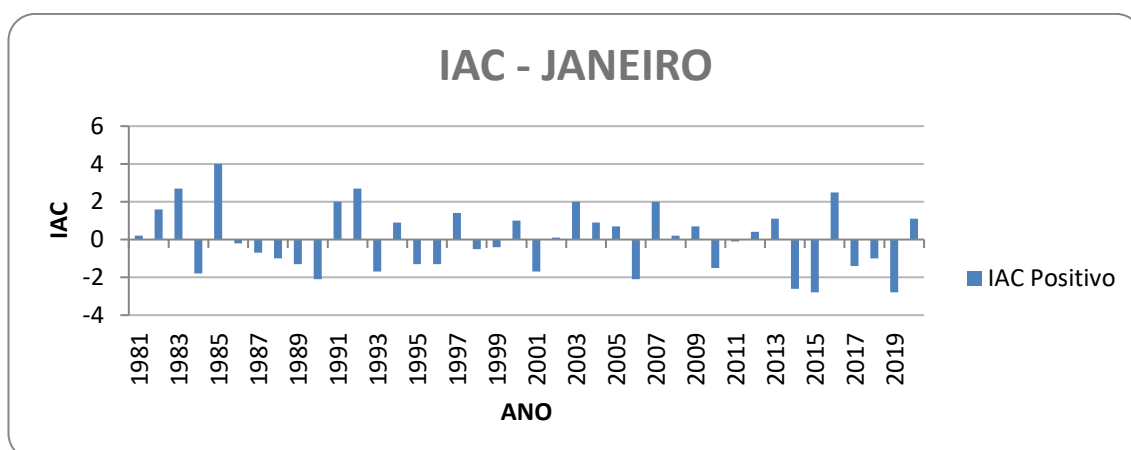
tabelas 1 e 2, foi possível elaborar os 24 gráficos da série histórica (1981 – 2020), onde 12 gráficos tratam do IACp e os outros 12 do IACn. O tratamento dos dados de chuva referente aos 37 postos foi organizado especificamente para fazer o IAC, gerando as tabelas 1 e 2, e consequentemente os gráficos de intensidade, retratando o nível de pluviosidade (Quadro 1).

4.2 Índice de Anomalia de Chuva (IAC)

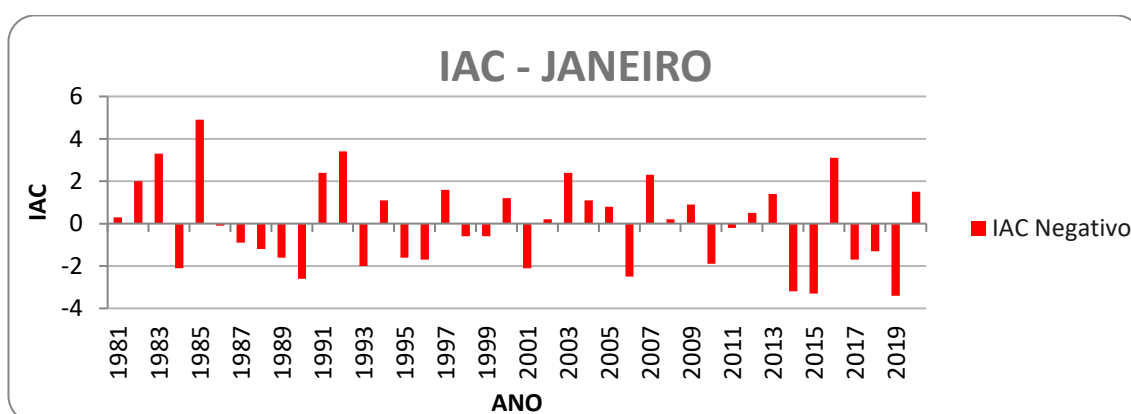
A seleção das 37 estações pluviométricas no Estado de Minas Gerais objetivou calcular o IACp e o IACn, permitindo mostrar diferentes anomalias chuvosas em cada mês da série histórica, considerando os parâmetros de sazonalidade e variabilidade de chuva no Estado. Mediante ao intervalo temporal levantado, os anos computados em cada uma das 37 estações permitiu obter os 24 gráficos sobre o Índice de Anomalia de Chuva Positivo e Negativo.

O mês de janeiro (Figuras 8 e 9) apresentou os anos de 1983, 1985, 1992 e 2016 como os anos mais chuvosos ou muito chuvosos. O ano de 1985 teve o mês de janeiro como o mais chuvoso, classificando esse ano como extremamente chuvoso. O IAC Negativo mostrou ser o mais expressivo nos resultados de chuva para os anos que mais choveram, em particular para o ano de 1985. De 1986 até 1990 foram anos considerados secos para janeiro, retomando o período chuvoso a partir de 1991 e variando ao longo do tempo.

A partir de 2010, os meses de janeiro ficam muito secos, destacando os anos de 2014, 2015 e 2019, que foram classificados como três anos muito seco. 2016 foge deste padrão do período seco, sendo um ano classificado como anomalia muito chuvoso. O mês de janeiro foi um mês que apresentou um certo equilíbrio entre as anomalias positiva e negativa, dando destaque para a anomalia negativa. O mês de janeiro apresenta um equilíbrio na relação de anos mais secos e anos mais chuvosos.

Figura 8: IAC positivo de janeiro no Estado de Minas Gerais.

Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

Figura 9: IAC negativo de janeiro no Estado de Minas Gerais.

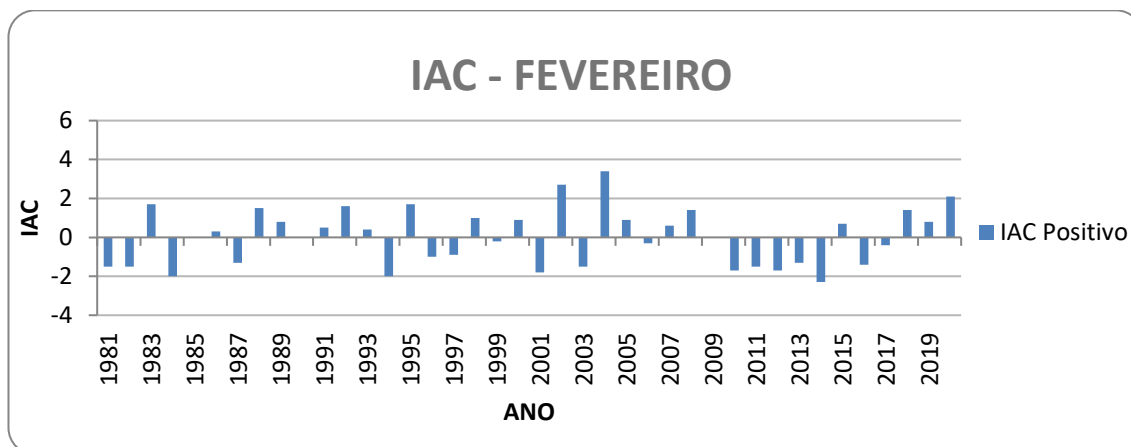
Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

O mês de fevereiro (Figuras 10 e 11) choveu mais nos anos de 2002 e 2004, em comparação com os demais anos. De 2010 a 2017, o mês de fevereiro apresentou um período que variou de seco a muito seco, retomando o período chuvoso a partir de 2018. Os anos de 2009 e 1985 foram registrados como anos sem anomalia para o IACp e o IACn. O ano de 1990 não teve anomalia no IACp.

Os anos de 1984, 1994 e 2014 foram os mais secos, entrando na categoria de muito seco. 2004 foge deste padrão, sendo um ano extremamente chuvoso, considerando que, a

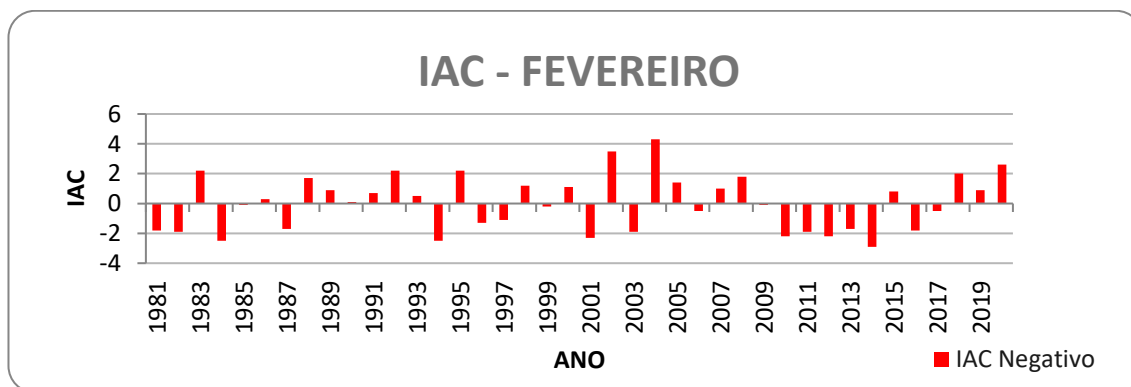
partir de 1984, a cada dez anos, o mês de fevereiro é muito seco, sem ocorrência de chuvas, mantendo o mesmo padrão para os anos de 1994 e 2014. Os anos que mais choveram para o mês de fevereiro, portanto, foram 2002 e 2004, podendo considerar também o ano de 2020 nessa categoria de muito chuvoso.

Figura 10: IAC positivo de fevereiro no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

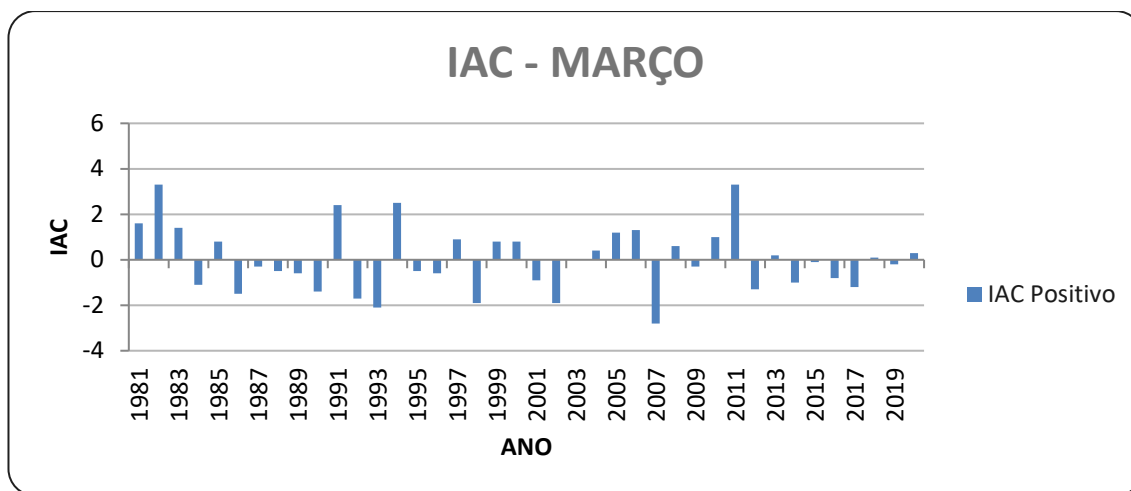
Figura 11: IAC negativo de fevereiro no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

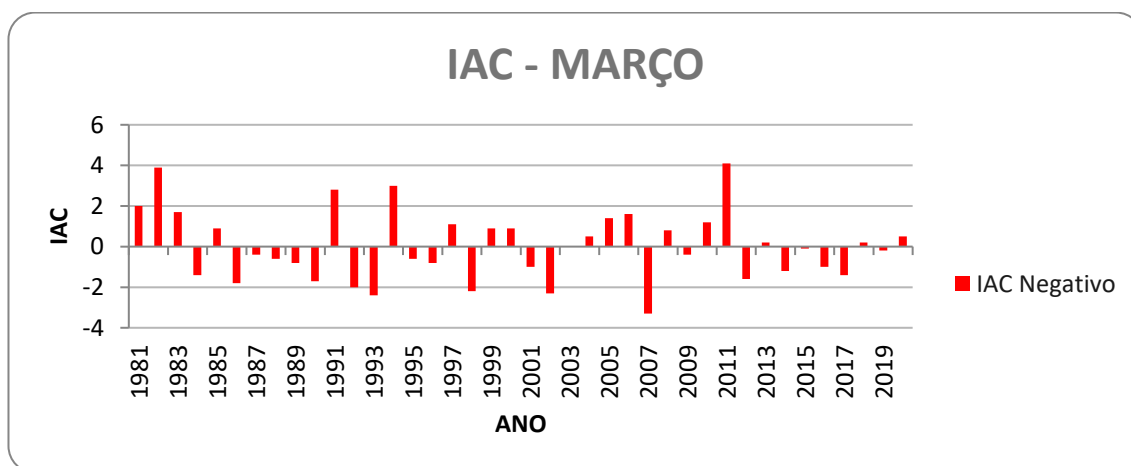
O mês de março (Figuras 12 e 13) apresenta 1982, 1991, 1994 e 2011 como anos de classificação muito chuvoso. Os anos de 1993, 1998, 2002 e 2007 foram os anos mais secos para o mês de março, classificando-os nesta categoria como seco, segundo o IACp, ou muito seco conforme o IACn, exceto pelo ano de 2007, que foi muito seco para ambos o IAC. O ano de 2003 não teve anomalia para o IACp e o IACn. O mês de março mostra que os anos que choveram tiveram uma escala menor comparado aos anos que não choveram.

Figura 12: IAC positivo de março no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

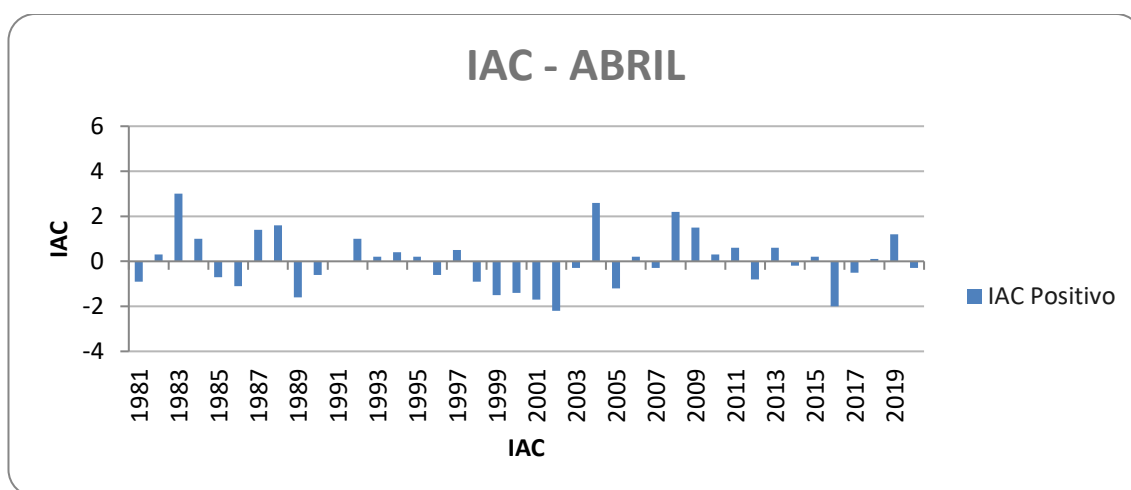
Figura 13: IAC negativo de março no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

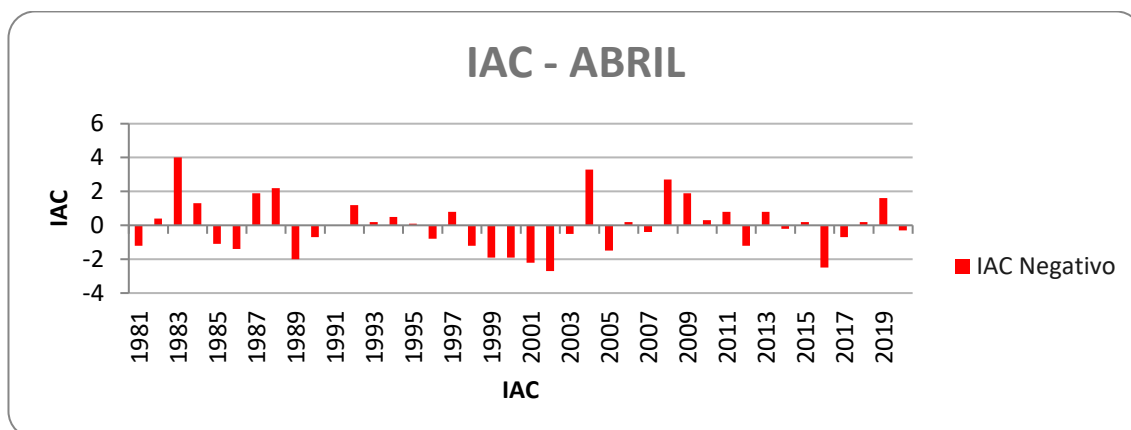
O mês de abril (Figuras 14 e 15) apresentou os anos de 1983, 2004 e 2008 como os mais chuvosos ou muito chuvoso. Os anos mais secos registrados para este mês foram os anos de 2002 e 2016. Os outros anos secos mais evidentes para o mês de abril foram: 1989, 1999, 2000, 2001 e 2005. O ano de 1991 não teve anomalia para ambos os IAC. O ano de 1995 não teve anomalia para o IACn, assim como o ano de 2018 não teve anomalia para o IACp. Este mês apresentou anomalias bem divididas, tendenciando mais a anomalias negativas do que positivas.

Figura 14: IAC positivo de abril no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

Figura 15: IAC negativo de abril no Estado de Minas Gerais.

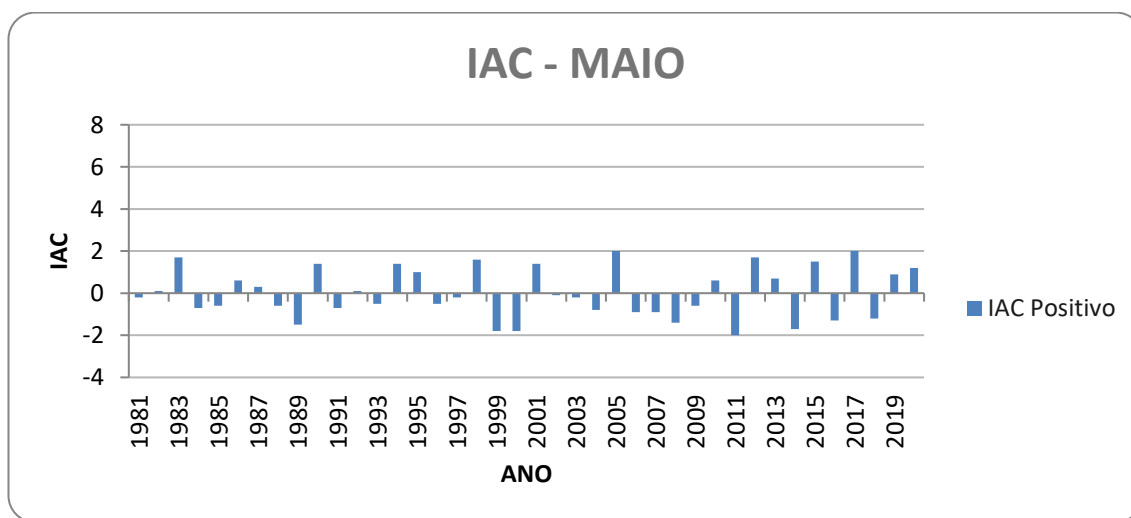


Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

O mês de maio (Figuras 16 e 17) se apresenta como o mês mais equilibrado em termo de anomalias positiva e negativa, com os anos de 1999, 2000, 2011 e 2014 como anos muito seco, segundo o IACn. Já de acordo com o IACp, os mesmos anos são classificados como seco. 1983, 1990, 2005, 2012, 2015 e 2017 foram os anos que mais choveram para o mês de maio, classificados como muito chuvosos, conforme mostrado no IACn. Para os mesmos anos no IACp, estes foram classificados como apenas chuvoso.

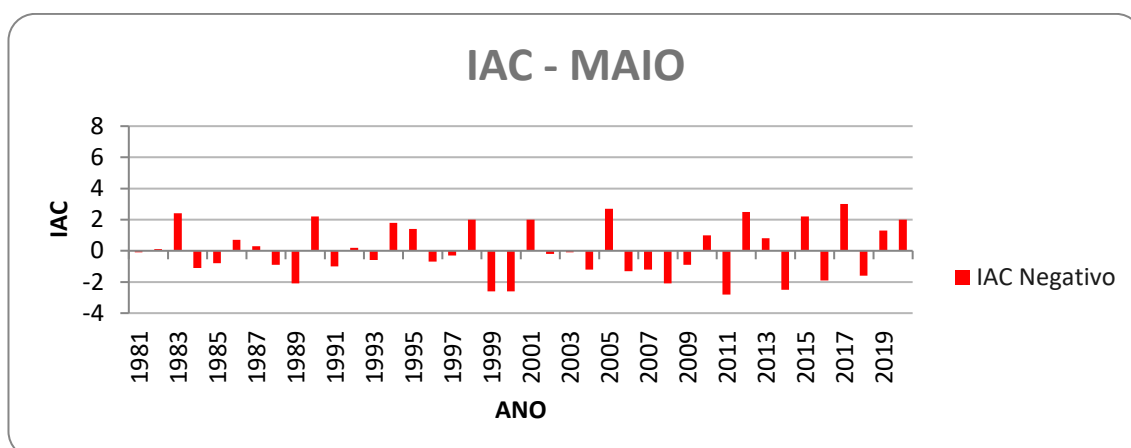
O ano de 2002 não apresentou anomalia no IACp, assim como 2003 não apresentou anomalia para o IACn. 1981 não apresentou anomalia para o IACn. Portanto, se percebe que o mês de maio é bem dividido entre anomalias positiva e negativa, sendo um mês nem tão seco e nem tão chuvoso, comparado aos outros meses, tendenciando a um mês mais seco e menos chuvoso.

Figura 16: IAC positivo de maio no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

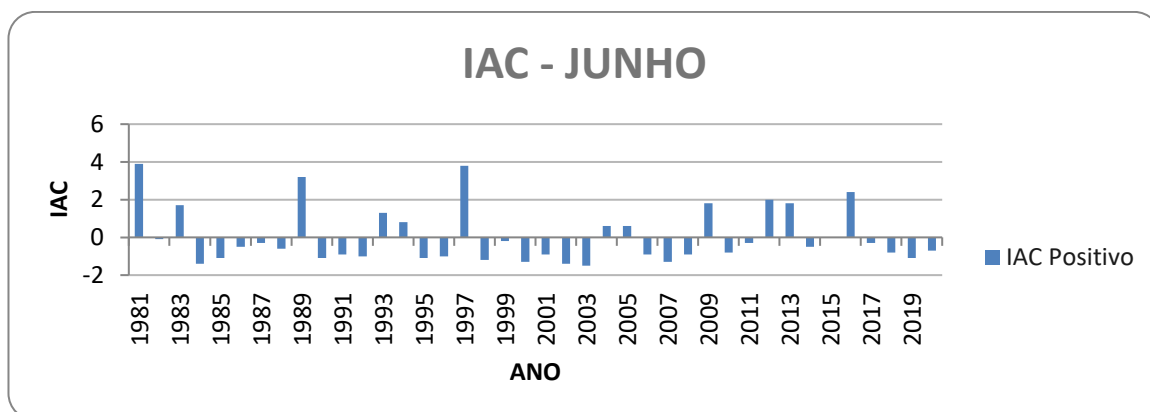
Figura 17: IAC negativo de maio no Estado de Minas Gerais.



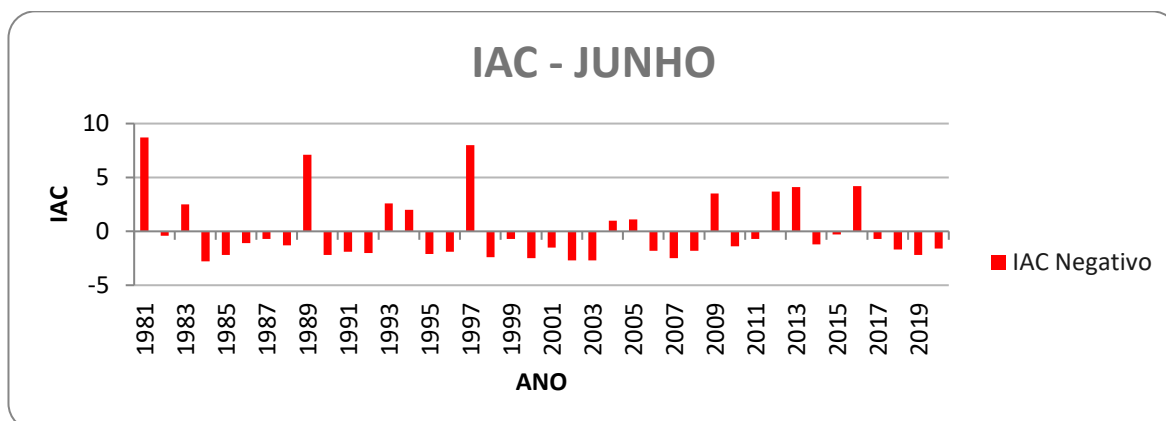
Dados: ANA (2021). **Elaboração:** Gouveia (2023).

O mês de junho (Figuras 18 e 19) apresenta a maior parte da série histórica como período seco, chovendo pouquíssimo na maior parte dos anos, exceto para os anos de 1981, 1989 e 1997, que foram os anos que mais choveram, e conforme o IACn, estes foram anos extremamente chuvosos para o mês de junho. Para o cálculo do IACp, os mesmos anos foram classificados como muito chuvosos, saindo do padrão em relação aos demais anos secos.

Em relação aos anos de 1983, 2009, 2012, 2013 e 2016, estes podem ser considerados também como anos muito chuvosos para o mês de junho, segundo o IACn. No IACp, os mesmos anos podem ser classificados como apenas chuvosos. 2015 não teve anomalia para o IACp. O mês de junho se configura como o segundo mês mais seco da série histórica levantada das 37 estações, atrás apenas do mês de julho (Figuras 20 e 21).

Figura 18: IAC positivo de junho no Estado de Minas Gerais.

Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

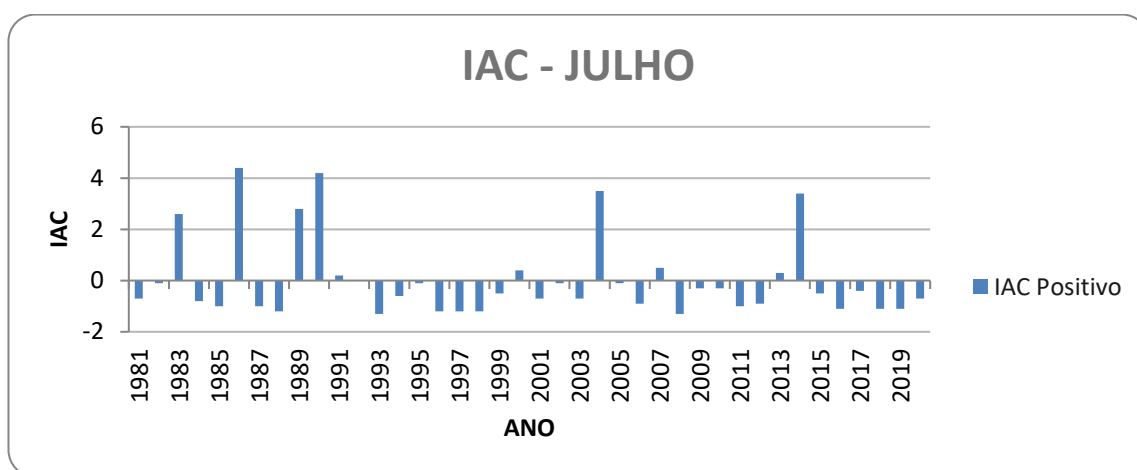
Figura 19: IAC negativo de junho no Estado de Minas Gerais.

Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

O mês de julho (Figuras 20 e 21) é o mês mais seco da série histórica levantada, porém, os anos de 1983, 1986, 1989, 1990, 2004 e 2014 foram os anos mais chuvosos para este mês, dando destaque para 1986 e 1990. Os anos citados já entram na categoria de extremamente chuvoso conforme classificado no IACn. Os anos de 1986 e 1990 são os anos que fogem do padrão normal, com uma anomalia de chuva realmente expressiva, considerando o IACn. Para o IACp, 1986 e 1990 continuam na categoria de extremamente chuvoso no mês de julho.

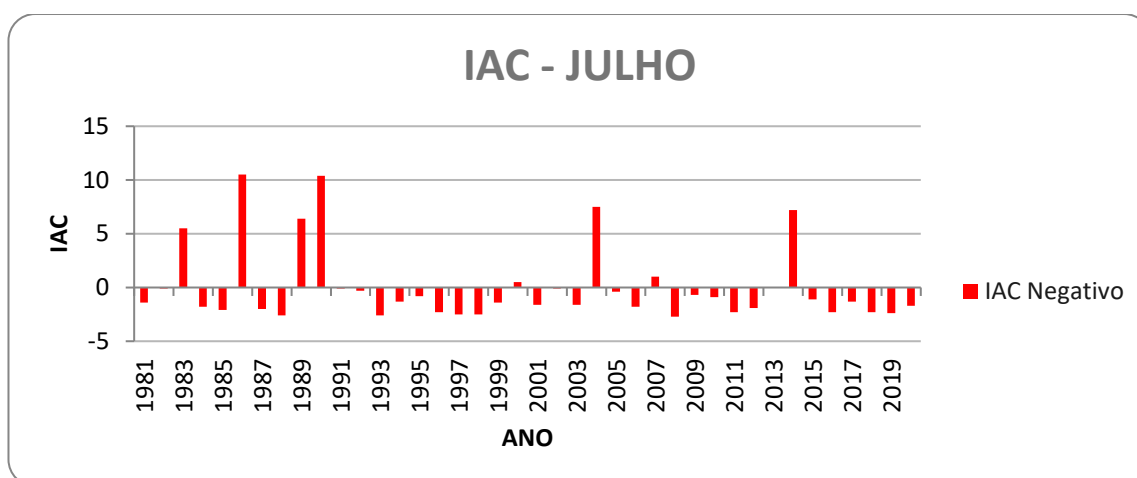
Apesar do mês de julho apresentar tais anos como extremamente chuvosos, a quantidade de anos chuvosos foram de apenas 8, sendo o restante dos anos marcados por um período predominantemente seco, e, portanto, configurando o mês de julho como o mês mais seco da série histórica. O ano de 1992 não apresentou anomalia para o IACp, assim como os anos de 1982 e 1991 não apresentaram anomalia para o IACn.

Figura 20: IAC positivo de julho no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

Figura 21: IAC negativo de julho no Estado de Minas Gerais.

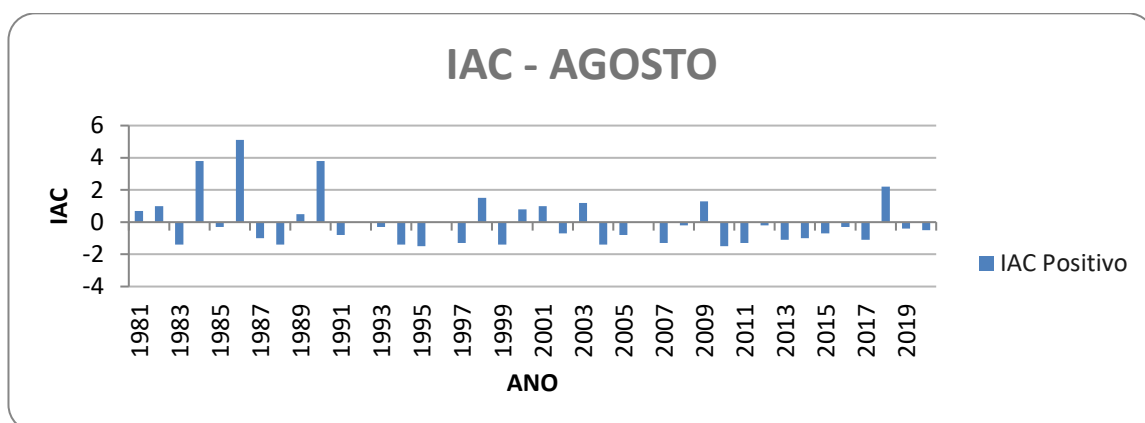


Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

O mês de agosto (Figuras 22 e 23) é o terceiro mês mais seco da série histórica depois de julho e junho. Os anos de 1984, 1986 e 1990 se mostraram anos mais chuvosos para este mês, dando destaque para o ano de 1986, que configura um ano extremamente chuvoso para o mês de agosto em ambos os IAC, assim como foi para o mês de julho. No IACp, 1984 e 1990 se enquadram como anos muito chuvosos, e já no IACn como extremamente chuvosos.

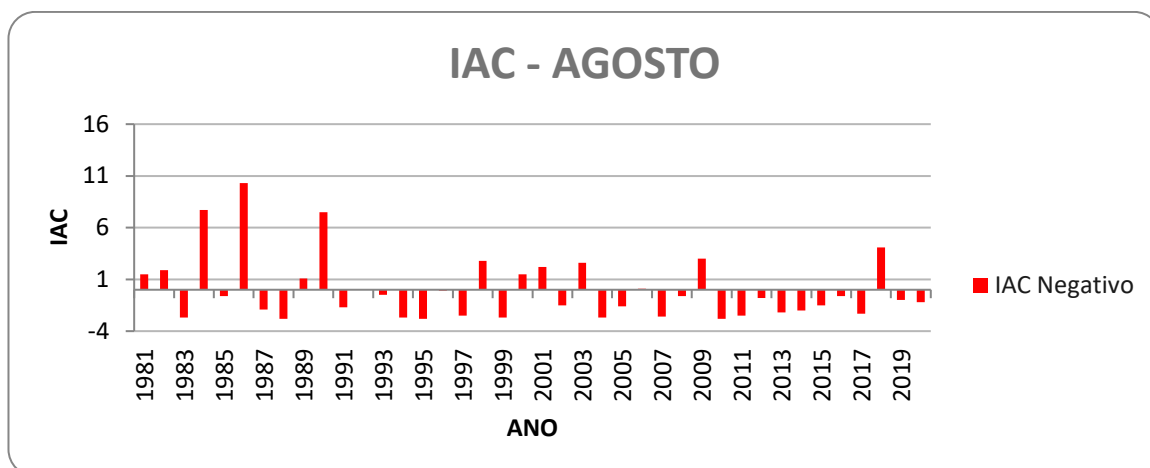
A predominância da seca se configura para a maioria dos anos neste mês, com anomalias negativas superior às anomalias positivas. O ano de 2018 se enquadra como muito chuvoso para ambos os IAC. Não houve anomalia para os anos de 1992 e 2006 em ambos os IAC. O ano de 1996 não apresentou anomalia no IACp.

Figura 22: IAC positivo de agosto no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

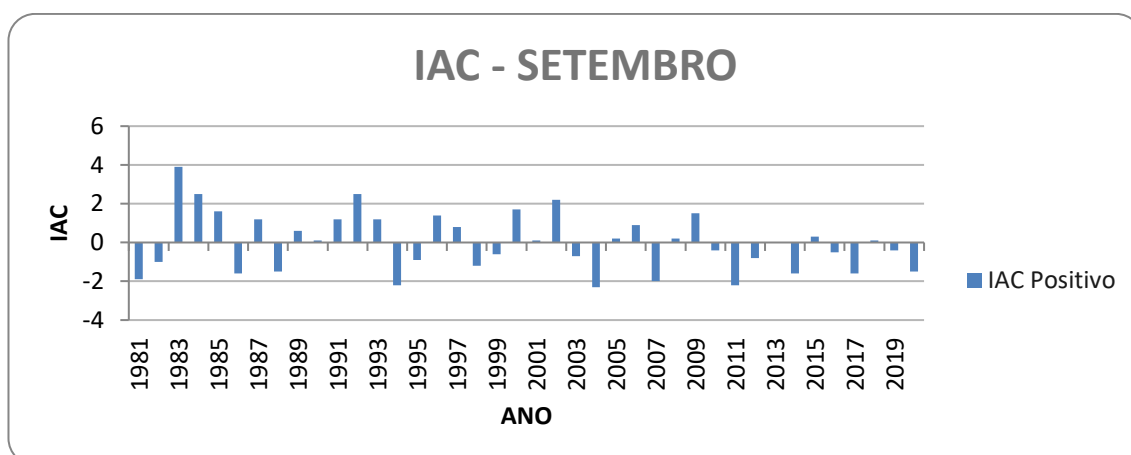
Figura 23: IAC negativo de agosto no Estado de Minas Gerais.



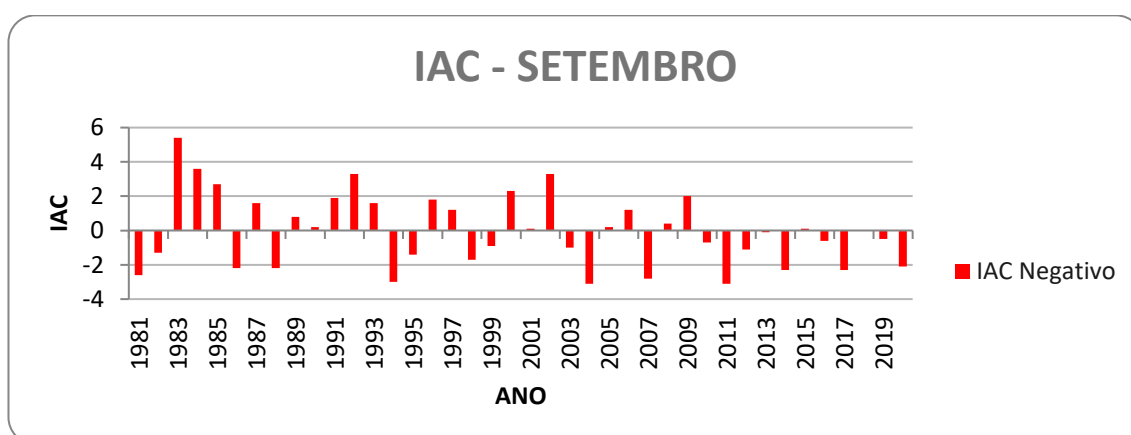
Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

No mês de setembro (Figuras 24 e 25) os anos de seca se sobressaem aos anos de chuva, havendo um padrão de anos seco e muito seco para estes anos: 1981, 1986, 1988, 1994, 2004, 2007, 2011, 2014, 2017 e 2020. Considerando os anos que choveram, o ano de 1983 foi o ano que mais choveu segundo o IACn, na classe de extremamente chuvoso, seguido pelos anos de 1984, 1992 e 2002, que entram na classificação de muito chuvoso no IACp.

Os anos de 2001, 2015 e 2018 não tiveram anomalia no IACn. No IACp, os anos de 1990, 2001, 2013 e 2018 não tiveram anomalia. Depois do mês de maio, setembro é o segundo mês com um equilíbrio observado entre anomalias positiva e negativa, havendo um número expressivo de anos sem anomalia para ambos os IAC.

Figura 24: IAC positivo de setembro no Estado de Minas Gerais.

Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

Figura 25: IAC negativo de setembro no Estado de Minas Gerais.

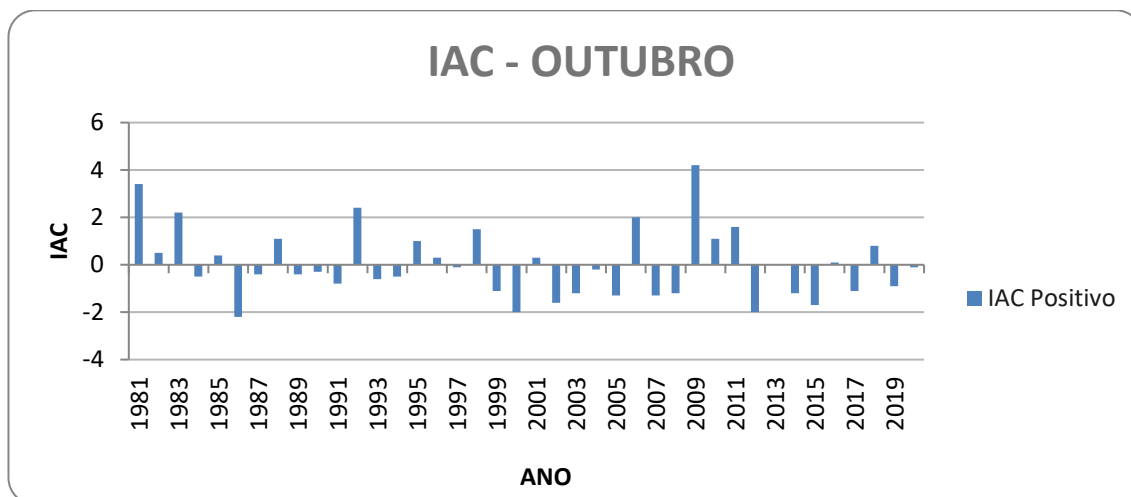
Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

O mês de outubro (Figuras 26 e 27), teve como o ano mais chuvoso 2009, seguido pelo ano de 1981, havendo uma predominância de anos secos comparado a anos chuvosos. Os anos de 1986, 2000 e 2012 foram os anos mais secos para este mês, tendo os demais anos um padrão bem estabelecido de seca. Entre 1999 a 2020 há o predomínio da anomalia negativa, de seco a muito seco.

Os anos de 2006, 2009, 2010 e 2011 foram anos que mais choveram neste intervalo de tempo, dando destaque para 2009, cujo nível de pluviosidade foi

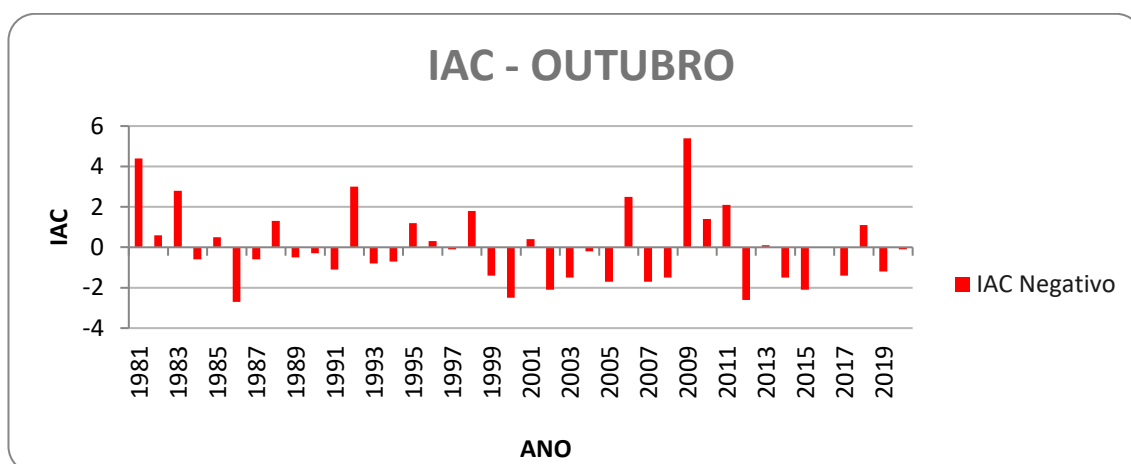
extremamente chuvoso para o mês de outubro. O ano de 1981 varia de muito chuvoso a extremamente chuvoso, segundo o IACp e o IACn. Os anos de 1983 e 1992 foram classificados como muito chuvosos. Foram registrados três anos sem anomalia para o IACp e dois anos para o IACn.

Figura 26: IAC positivo de outubro no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

Figura 27: IAC negativo de outubro no Estado de Minas Gerais.

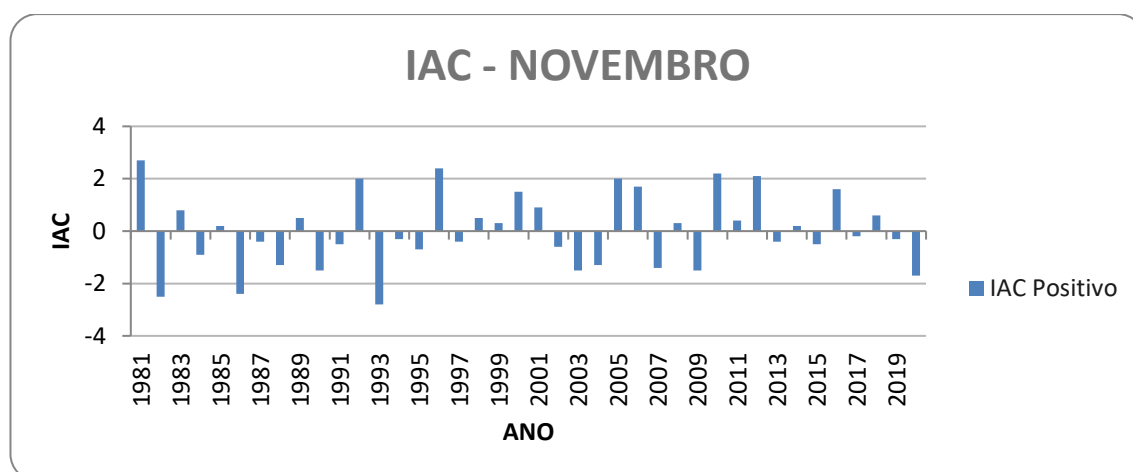


Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

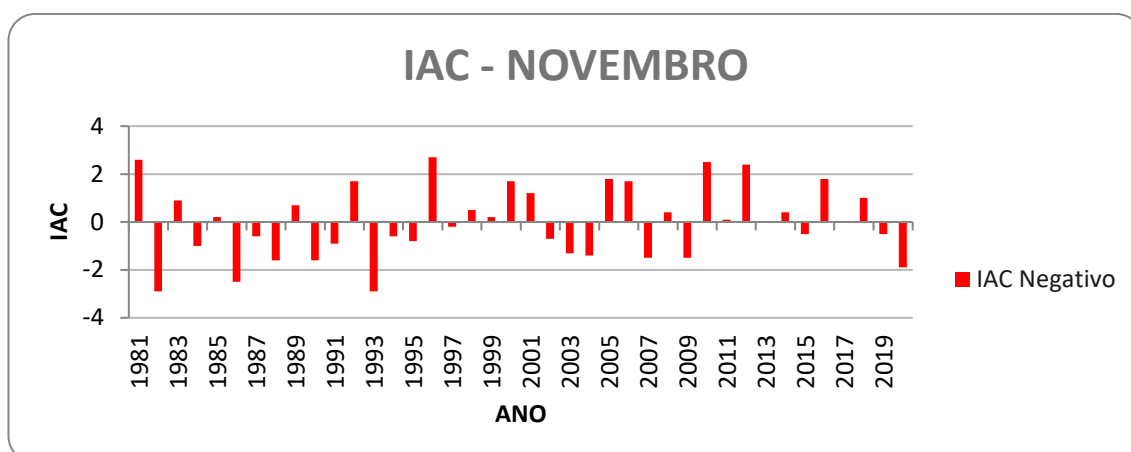
Para o mês de novembro (Figuras 28 e 29), os anos muito seco registrados foram 1982, 1986 e 1993, sendo o terceiro mês mais bem equilibrado entre anomalias positiva e negativa depois de maio e setembro. Não se teve anos expressivos de chuva, havendo um equilíbrio no padrão pluviométrico entre 1996 a 2020. Houveram mais anos chuvosos do que muito chuvosos.

Os anos de 1981 e 1996 podem ser considerados como os anos mais chuvosos para o mês de novembro comparados aos demais anos, caracterizados como muito chuvosos. 2010 e 2012 também podem ser destacados como anos muito chuvosos para ambos os IAC. Dois anos não tiveram anomalia registrada para o IACn.

Figura 28: IAC positivo de novembro no Estado de Minas Gerais.



Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

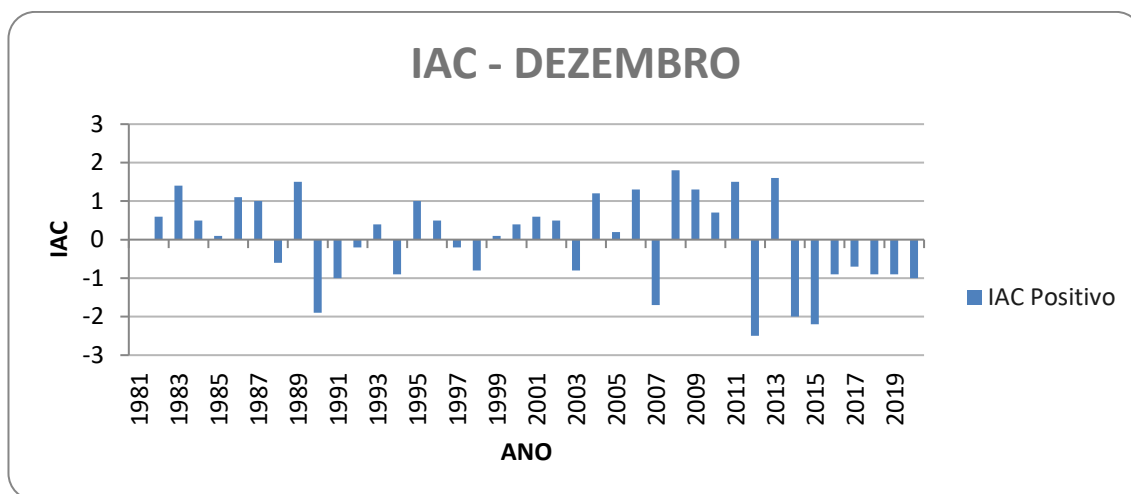
Figura 29: IAC negativo de novembro no Estado de Minas Gerais.

Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

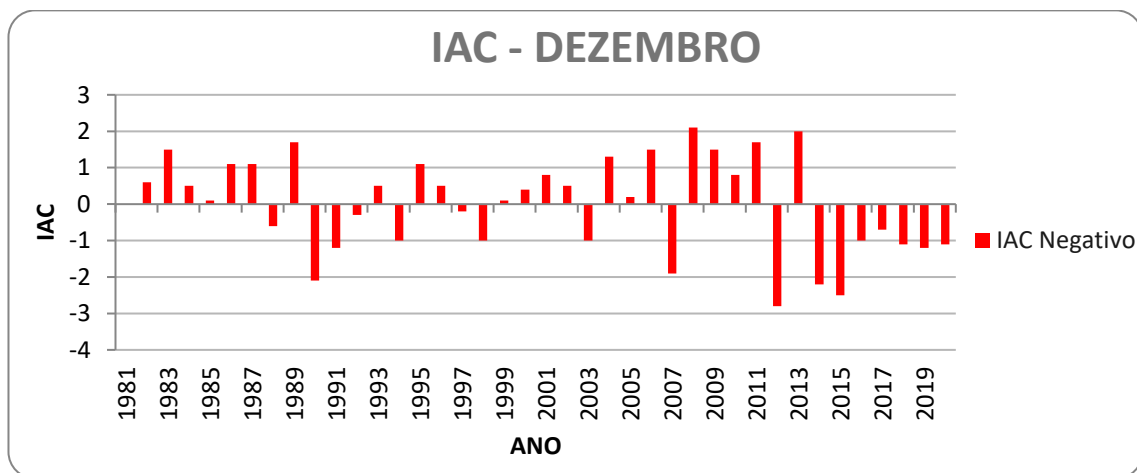
Em dezembro (Figuras 30 e 31), o período de anomalia positiva se sobressai a anomalia negativa, isto é, se impera o período chuvoso em relação ao período seco, porém, os anos de anomalia negativa são bem expressivos, sendo 2012 o ano mais seco para o mês de dezembro, seguido pelos anos de 2015 e 2014, cujos anos se enquadram como muito seco no IACn, e apenas 2014 como seco para o IACp.

O ano de 1990 também foi muito seco conforme mostrado no IACn, e seco no IACp, mas em menor escala comparado aos principais anos de maior seca (2012, 2014 e 2015). O ano de 2007 também teve sua expressividade na anomalia negativa, configurando como um ano mais seco comparado aos demais. De 2014 até 2020 prevaleceu um nível de pluviosidade fortemente seco para o mês de dezembro.

Anterior a 2014, houve um certo equilíbrio entre as anomalias positiva e negativa, considerando o mês mais chuvoso da série histórica, porém, sem muita intensidade de chuva. Os anos de 2008 e 2013 foram os mais chuvosos para o mês de dezembro comparado aos demais, destacando também os anos de 2011, 2009, 2006, 2004, 1989 e 1983, com menor intensidade de chuva comparado aos anos de seca intenso.

Figura 30: IAC positivo de dezembro no Estado de Minas Gerais.

Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

Figura 31: IAC negativo de dezembro no Estado de Minas Gerais.

Dados: ANA (2021). Elaboração: Gouveia (2023).

Se sobressai, portanto, para o mês de dezembro, maior intervalo de tempo de anomalia positiva, porém, com ocorrência de chuvas menos intensas nos anos registrados. O intervalo de tempo das anomalias negativas indica menor espaço de tempo, porém, com maior intensidade de seca para dezembro. O ano de 1981 não teve anomalia para ambos os IACp.

4.3 Discussões sobre o IAC

A análise da série histórica de 1981 a 2020 para as 37 estações pluviométricas mostra que o maior valor de IAC encontrado foi 10,5, correspondente ao mês de julho no ano de 1986, valor gerado pelo cálculo do IACn (Índice de Anomalia de Chuva Negativo). O mês de julho apresentou dois anos com o maior IAC, nos valores de 10,5 e 10,4, correspondentes aos anos de 1986 e 1990, significando que em tais períodos o nível de pluviosidade foi extremamente chuvoso comparado aos outros anos.

O mês de agosto no ano de 1986 também se enquadra na classificação de extremamente chuvoso, mesmo ano com o maior IACn para o mês de julho, registrando um valor de 10,3. O menor IAC encontrado na série histórica foi de -3,4 no mês de janeiro do ano de 2019, considerando o cálculo do IACn. O segundo menor valor de IAC encontrado foi de -3,3 no mês de março em 2007, significando que o mês de janeiro em 2019 e o mês de março em 2007 apresentaram um nível de pluviosidade muito seco (Quadro 1).

Quadro 1: Nível de Pluviosidade segundo o IAC

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classificação da Pluviosidade
$X \geq 4$	Extremamente Chuvoso
$X \geq 2$ e $X < 4$	Muito Chuvoso
$X > 0$ e $X < 2$	Chuvoso
$X = 0$	Sem Anomalia
$X < 0$ e $X > -2$	Seco
$X \leq -2$ e $X > -4$	Muito Seco
$X \leq -4$	Extremamente Seco

Fonte: MARCUZZO, 2012.

O mês de julho foi identificado como o mês mais seco, por mais que houveram anos que apresentaram índice de pluviosidade expressivo, mas poucos anos comparados com a maioria de anomalia negativa. O mês de dezembro foi o mês mais chuvoso da série histórica, por mais que houveram anos que apresentaram níveis de seca expressivos, como nos últimos anos da série histórica (2014 – 2020), apresentando uma classificação de pluviosidade muito seco, porém, com uma quantidade maior de anos de anomalia positiva.

Portanto, considerando o cálculo do IACp e IACn, os meses que tiveram mais anos de chuva, segundo a série histórica adotada, foram: dezembro em primeiro, janeiro em segundo e fevereiro em terceiro, seguidos por outubro, março e abril. Os meses que tiveram menos anos de chuva e mais anos de seca foram: junho, julho e agosto. Os meses que tiveram anos na média: nem tanto chuvoso e nem tanto seco foram maio, setembro e novembro.

Os meses que apresentaram o maior nível de pluviosidade chuvosa na série histórica, considerando a classificação de extremamente chuvoso para ambos os IAC calculados foram julho, nos anos de 1986 e 1990; agosto no ano de 1986 e outubro no ano de 2009. Junho e outubro de 1981, abril e setembro de 1983, janeiro de 1985, março de 2011 e fevereiro de 2004 podem ser considerados como extremamente chuvosos se considerado o cálculo do IACn.

Os meses que apresentaram menor nível de pluviosidade, isto é, muito seco, foram os meses: janeiro de 2019, março de 2007, fevereiro de 2014, novembro de 1993 e dezembro de 2012. Os demais meses apresentaram um equilíbrio no padrão de seca, cuja máximo valor de anomalia negativa girou em torno de -2 e -3, na categoria muito seco. O mês de julho foi identificado como o mês mais seco e dezembro como o mês mais chuvoso, analisando toda a série histórica.

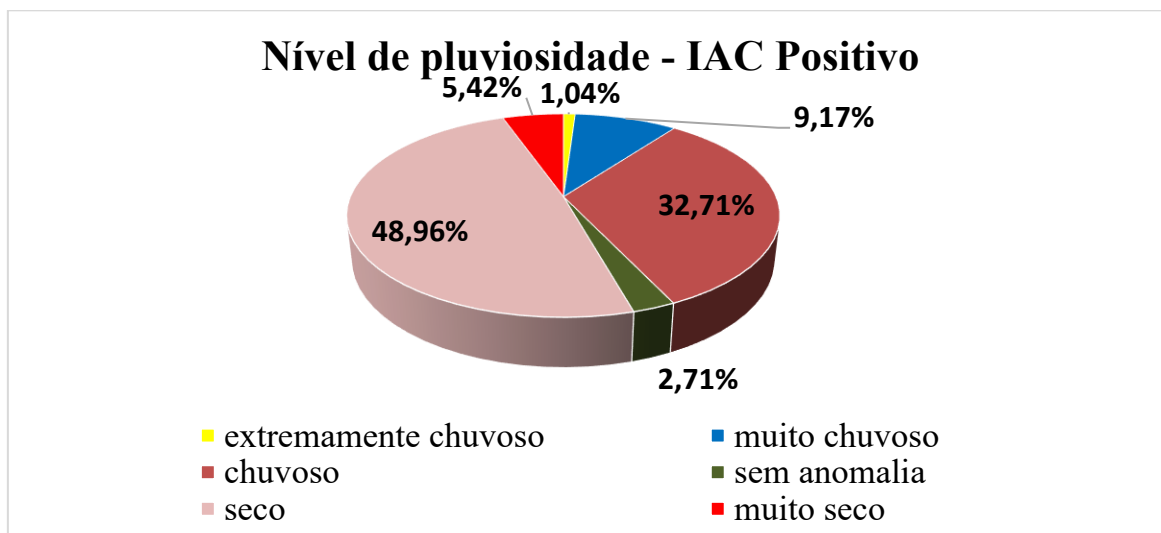
É possível concluir que houveram anos mais secos do que anos chuvosos na série histórica, segundo as figuras 32 e 33, que tratam sobre o nível de pluviosidade do IACp e do IACn, gerados a partir do processamento de dados das médias mensais totais, utilizados para construir os gráficos de chuva que expressam o IAC. Quase metade da série histórica foi classificada como seca, considerando o que foi analisado no IACp (figura 32), que mostra um equilíbrio entre anos secos e anos chuvosos.

No IACn (Figura 33), a quantidade de anos secos ainda se sobressai aos anos chuvosos, só que em menor escala comparado ao que foi mostrado no IACp, somando 37,3% da série histórica de anos secos e 26,8% de anos chuvosos. Tiveram mais anos como muito seco na anomalia negativa do que na positiva, havendo quase o mesmo percentual de anos como muito chuvosos para ambas as anomalias.

Anos como extremamente chuvosos tiveram mais no IACn do que no IACp, com uma diferença de aproximadamente 4%. Anos sem anomalia foi quase o mesmo para

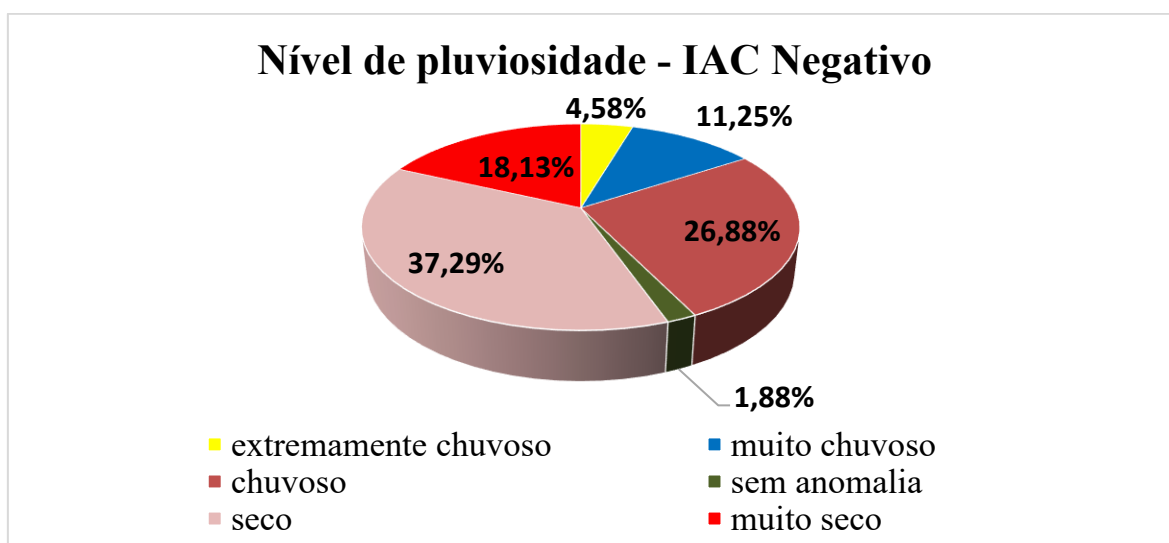
ambos os IAC, com uma diferença ainda maior para o IACp. Portanto, o IACp teve mais anos secos e mais anos chuvosos comparado ao IACn. O IACn, por sua vez, se sobressai com uma maior quantidade de anos muito chuvosos, muito secos e extremamente chuvosos em relação ao IACp.

Figura 32: Nível de Pluviosidade segundo o IACp (Positivo).



Dados: ANA (2018). **Elaboração:** Guida (2023).

Figura 33: Nível de Pluviosidade segundo o IACn (Negativo).



Dados: ANA (2018). **Elaboração:** Guida (2023).

Analisando os dois gráficos (Figuras 33 e 34), é possível concluir que houveram mais anos secos ao longo da série histórica comparado à quantidade de anos chuvosos, estes que tiveram um percentual significativo e apresentaram um número expressivo de anos, só que por um menor período comparado a proporção de anos secos, que se sobressaem. Somando os anos secos e muito secos para ambos os IAC, totaliza-se 54,38% no IACp e 55,42% no IACn.

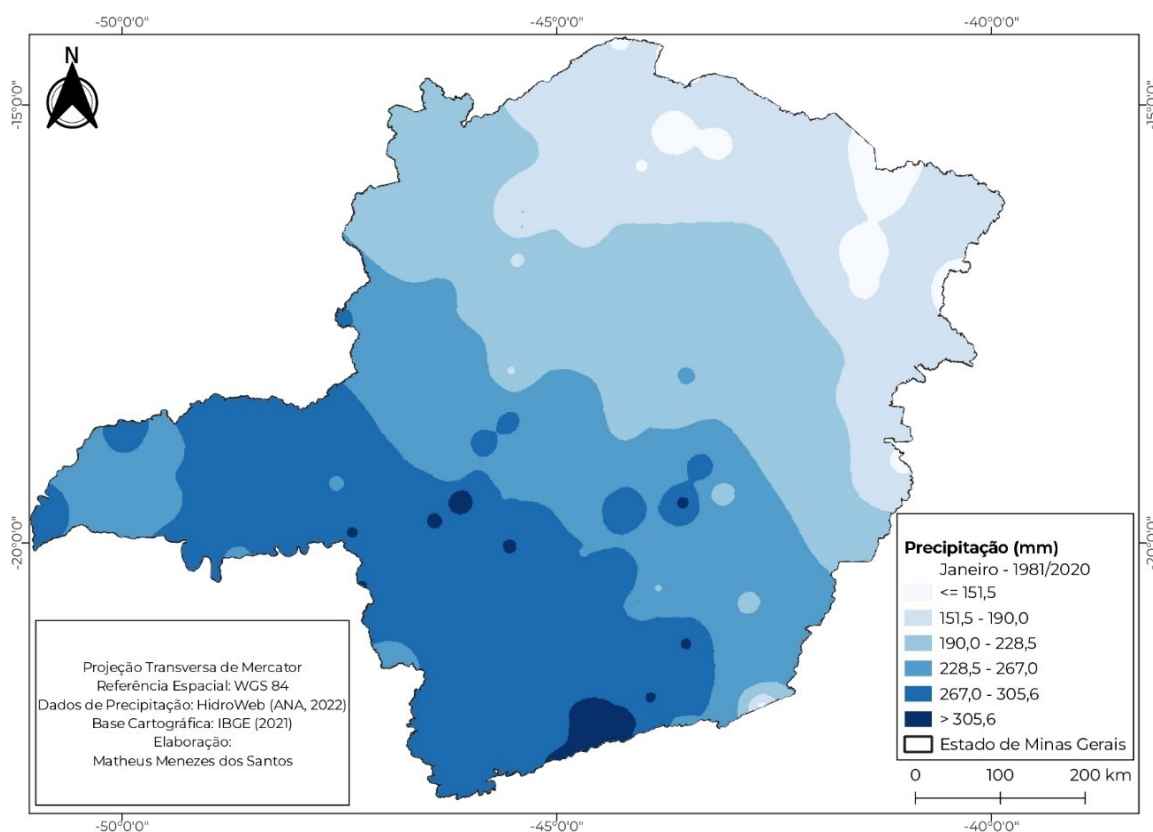
Em relação aos anos chuvosos, muito chuvosos e extremamente chuvosos para ambos os IAC, juntos somados, totaliza-se 42,92% para o IACp e 42,71% para o IACn, mostrando que há valores muito próximos uns dos outros, e que por uma diferença de 11 a 13% a mais, o período seco se sobressai ao período chuvoso por pouca diferença, considerando a totalidade dos anos analisados (1981 – 2020).

4.4 Distribuição Espacial da Pluviosidade em Minas Gerais

O Estado de Minas Gerais apresenta duas estações bem definidas, com uma seca e uma chuvosa. O período seco compreende os meses de abril a setembro, cujas estações são o outono e o inverno. O período chuvoso ocorre entre outubro a março, compreendendo as estações da primavera e o verão. Os mapas de chuva foram elaborados de acordo com o levantamento das médias mensais totais de cada uma das estações, retratando a variabilidade espacial de chuva em cada mês ao longo da série histórica.

A figura 34 mostra o mapa de chuva do mês de janeiro, onde é possível observar que a maior concentração de chuva se localiza na região sudoeste do Estado, observando mais visivelmente ao sul de Minas, na divisa entre os Estados de SP e RJ, cuja região compreende a Serra da Mantiqueira. A concentração de chuva no Estado vai reduzindo a medida em que vai se abrangendo todo o território mineiro. A porção norte foi a região onde menos choveu, comparado com as demais regiões, cujas classes de pluviosidade vão reduzindo de sudoeste a nordeste.

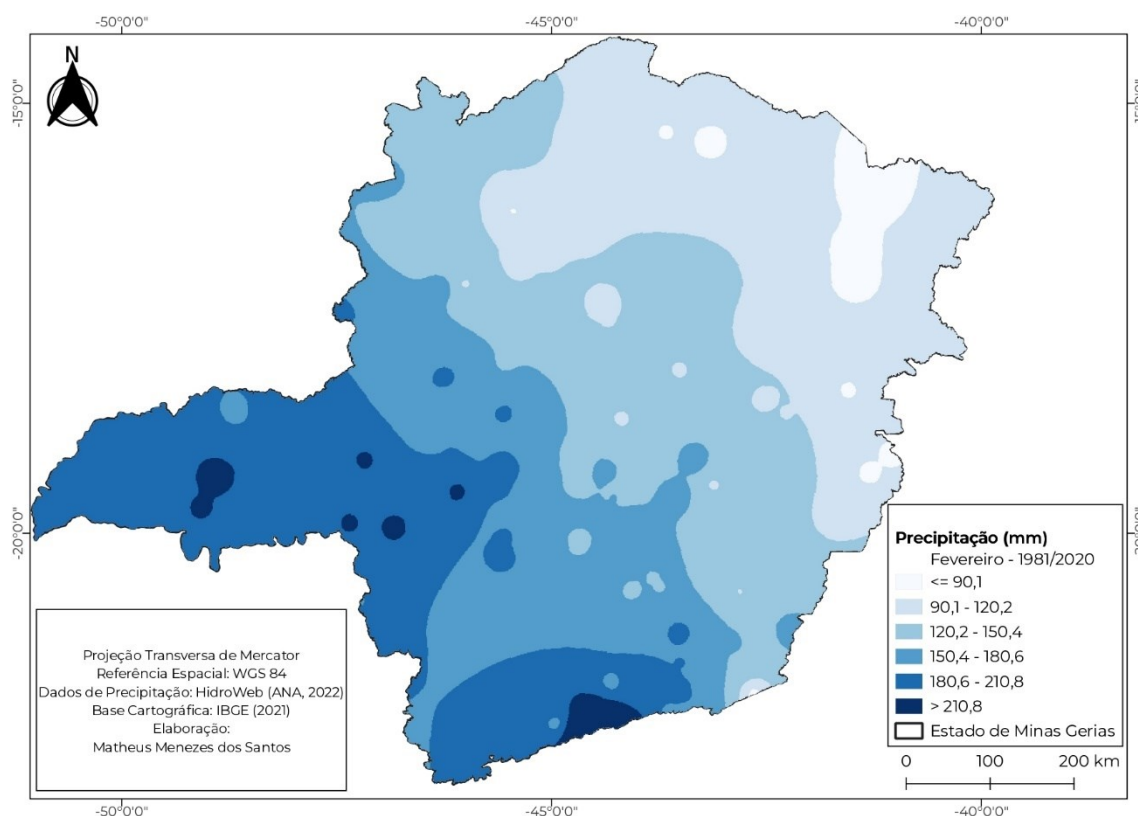
No extremo oeste, compreendendo uma parte da região do triângulo mineiro, a quantidade de chuva se deu da mesma forma que a região central. O mês de janeiro se insere na estação chuvosa, e foi o segundo mês mais chuvoso da série histórica depois de dezembro, com a segunda maior concentração espacial de chuva na região.

Figura 34: Precipitação em janeiro no Estado de Minas Gerais

Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023)

A figura 35 mostra o mapa de precipitação no mês de fevereiro, mostrando que a concentração de chuva em Minas está mais espaçada para a região do Triângulo Mineiro e Sul de Minas, com alguns pontos de maior precipitação distribuídos no Alto Paranaíba, Centro e Sul. As chuvas em fevereiro, assim como janeiro, se concentraram mais a sudoeste do Estado do que nas regiões centrais e norte, chovendo mais em janeiro do que em fevereiro.

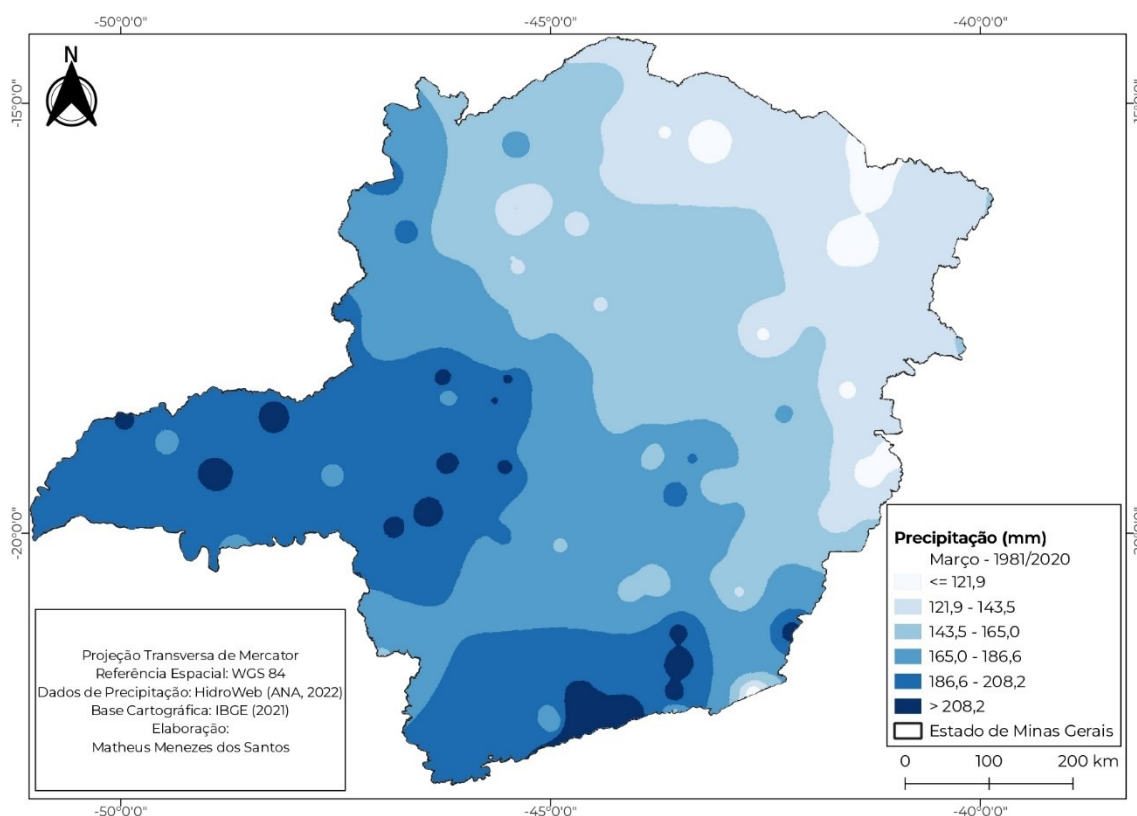
No sul do Estado, compreendendo a divisa de Minas Gerais com os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, choveu com a mesma intensidade ao que foi registrado no mês de janeiro, dando atenção para o centro do Triângulo Mineiro, área que compreende a região do município de Prata (MG), onde choveu significativamente em fevereiro.

Figura 35: Precipitação em fevereiro no Estado de Minas Gerais

Fonte: ANA (2022). Elaboração: Menezes dos Santos (2023)

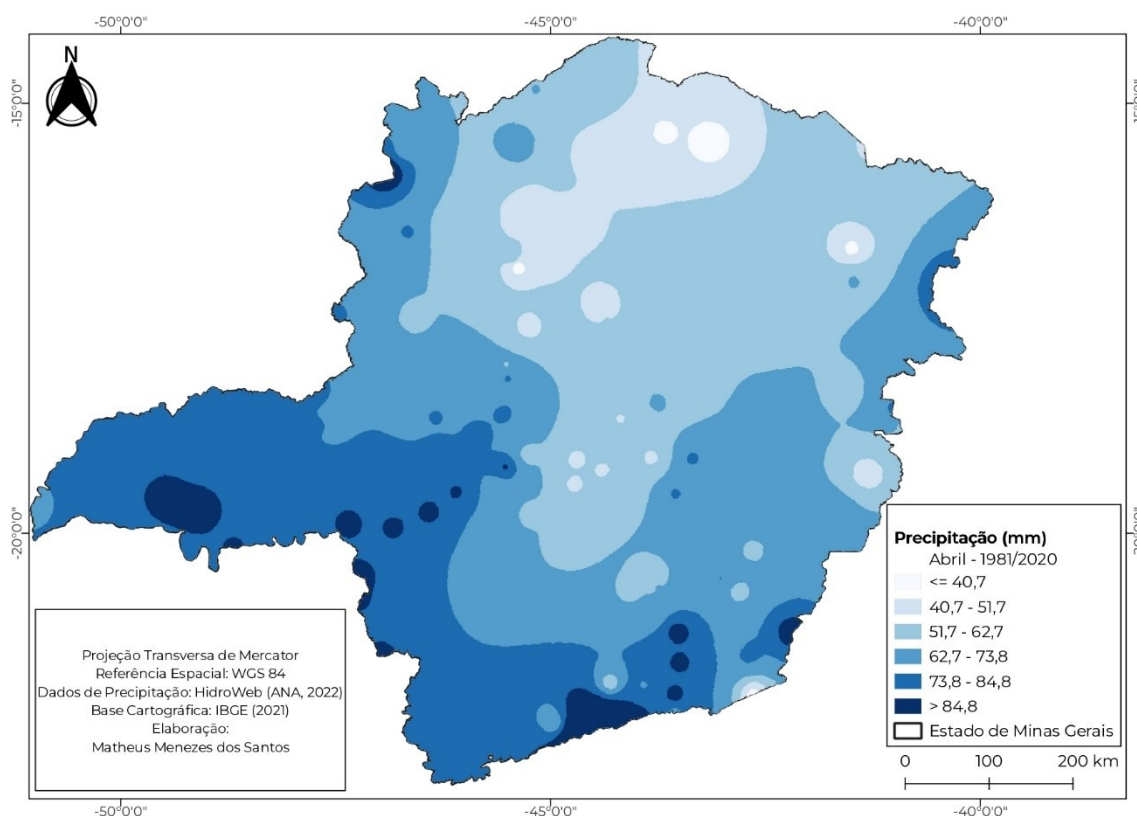
O mapa de precipitação no mês de março (figura 36) mostra que o referido mês choveu mais que fevereiro, mostrando que a concentração de chuva na região sul se expandiu um pouco mais, ocorrendo uma mudança na distribuição espacial, onde as maiores concentrações se dispersam para o sul, Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e uma parte do sudoeste, tendo a região central uma intensidade menor de chuva comparada com as demais regiões mencionadas. O restante do Estado continua prevalecendo o menor nível de pluviosidade, comparado as regiões oeste, sudoeste e sul.

Figura 36: Precipitação em março no Estado de Minas Gerais



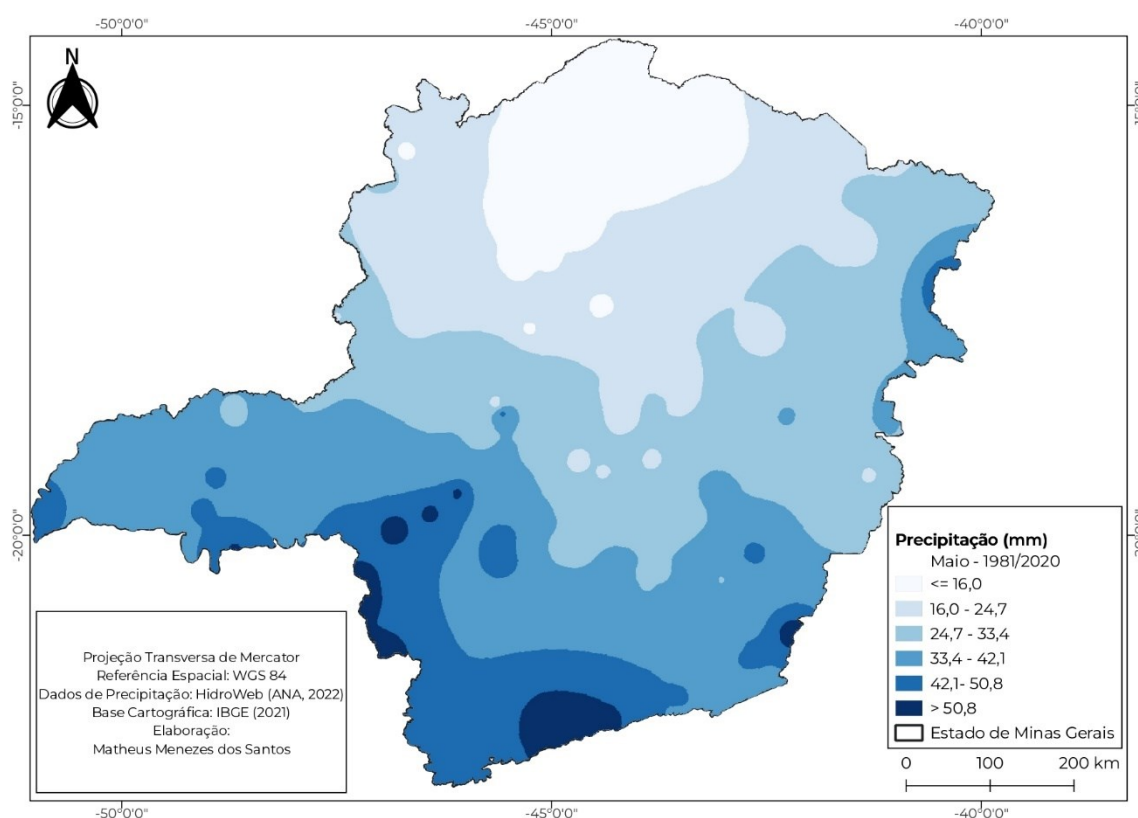
Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023)

O mês de abril (figura 37) é marcado pela entrada da estação seca, chovendo muito menos comparado a estação chuvosa (outubro – março), havendo uma redução da pluviosidade em relação a março. Mesmo chovendo pouco em abril, comparado aos meses anteriores, a mesma porção que compreende a divisa entre MG, SP e RJ, continuou com a maior concentração chuvosa, assim como a porção sudoeste do Estado, compreendendo a bacia do Rio Grande e alguns pontos do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro.

Figura 37: Precipitação em abril no Estado de Minas Gerais

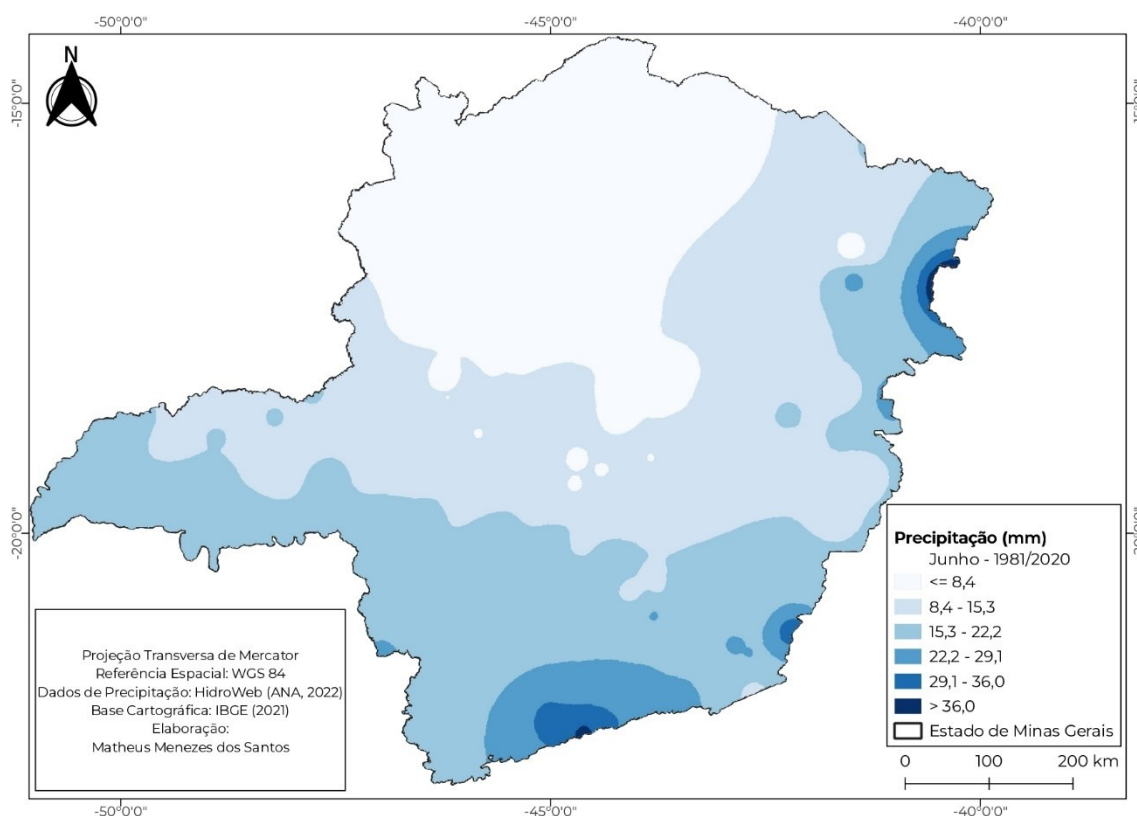
Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023)

O mês de maio (Figura 38), por sua vez, choveu menos comparado ao mês de abril, apresentando uma queda significativa de chuva para as demais regiões do Estado. A redução no nível de pluviosidade se intensifica ainda mais no norte de Minas, cuja mínima de precipitação é menor ou se iguala a 16 mm, e já a máxima chega à margem dos 50,8 mm, compreendendo as divisas do sudoeste, sul e sudeste de Minas, com pontos específicos.

Figura 38: Precipitação em maio no Estado de Minas Gerais

Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023)

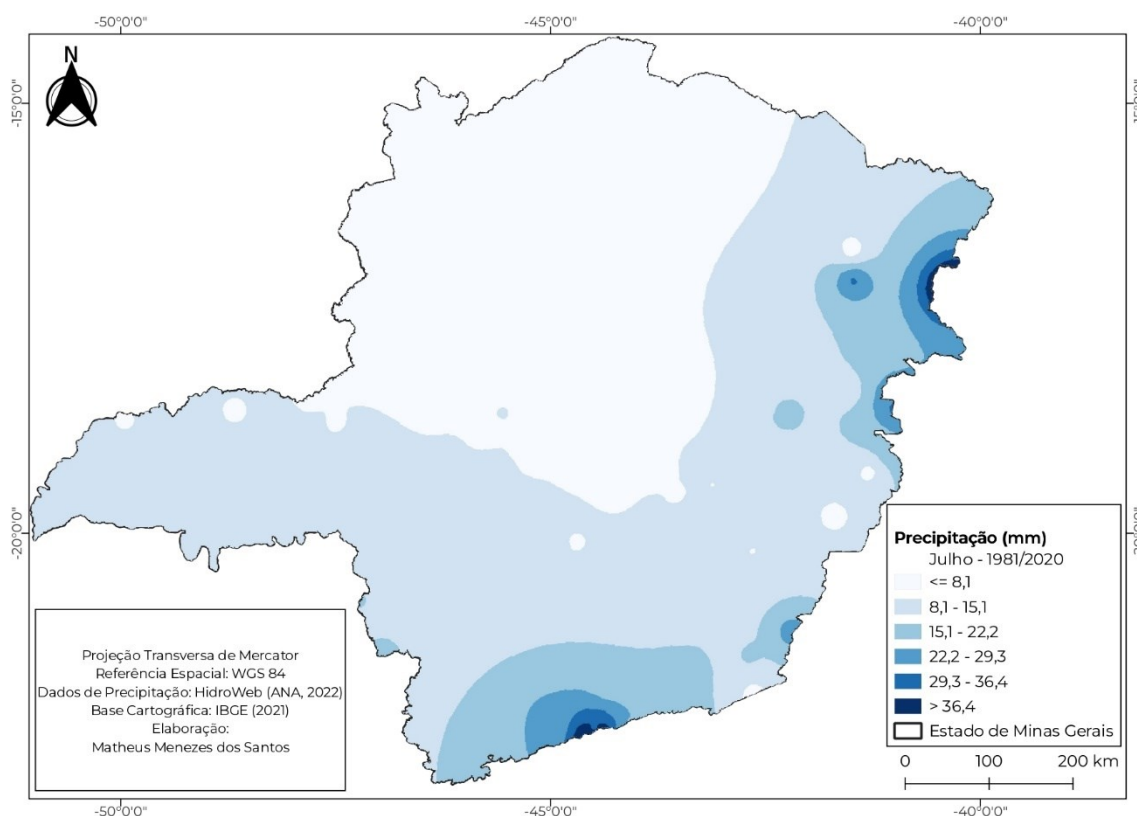
É possível observar que no mês de junho (Figura 39) a ocorrência de pluviosidade é ainda menor, variando de 8,4 a 15,3 mm de precipitação em boa parte da região norte e noroeste, diferenciando-se das demais regiões por pouca diferença em quantidade de precipitação. Os meses de junho, julho e agosto tendem à um valor de precipitação mínimo ou próximo de zero, ocorrendo uma redução abrupta no regime de chuvas dos meses de abril a setembro. O mês de junho se configura aqui como um dos meses mais secos da série histórica, juntamente com julho e agosto.

Figura 39: Precipitação em junho no Estado de Minas Gerais

Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023)

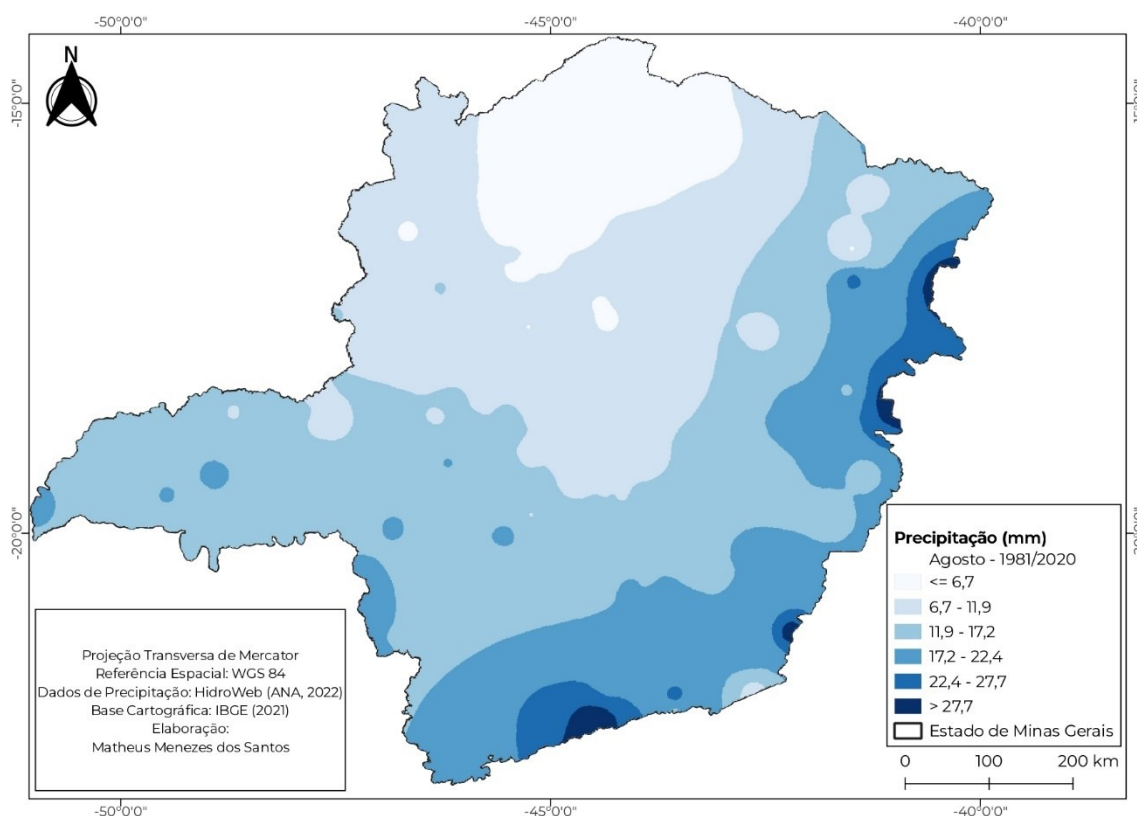
O mês de julho (Figura 40) é o mês mais seco da série histórica, e assim como os meses de junho e agosto, se configura como o mês que mais teve anos secos registrados, caracterizado pela estação de inverno seco e clima tropical sazonal (Aw). O respectivo mês mostra que o nível de pluviosidade decaiu expressivamente em boa parte do Estado, principalmente nas regiões norte, noroeste, oeste (triângulo mineiro), região central e leste, considerando toda a série histórica.

Juntamente com os meses de maio, junho, agosto e setembro, julho faz parte de um clima caracterizado por inverno seco, de baixa precipitação, cuja sazonalidade é representada por épocas de intenso frio, que marcam períodos de secas extensas, fator característico do clima tropical sazonal (Aw).

Figura 40: Precipitação em julho no Estado de Minas Gerais

Fonte: ANA (2022). Elaboração: Menezes dos Santos (2023)

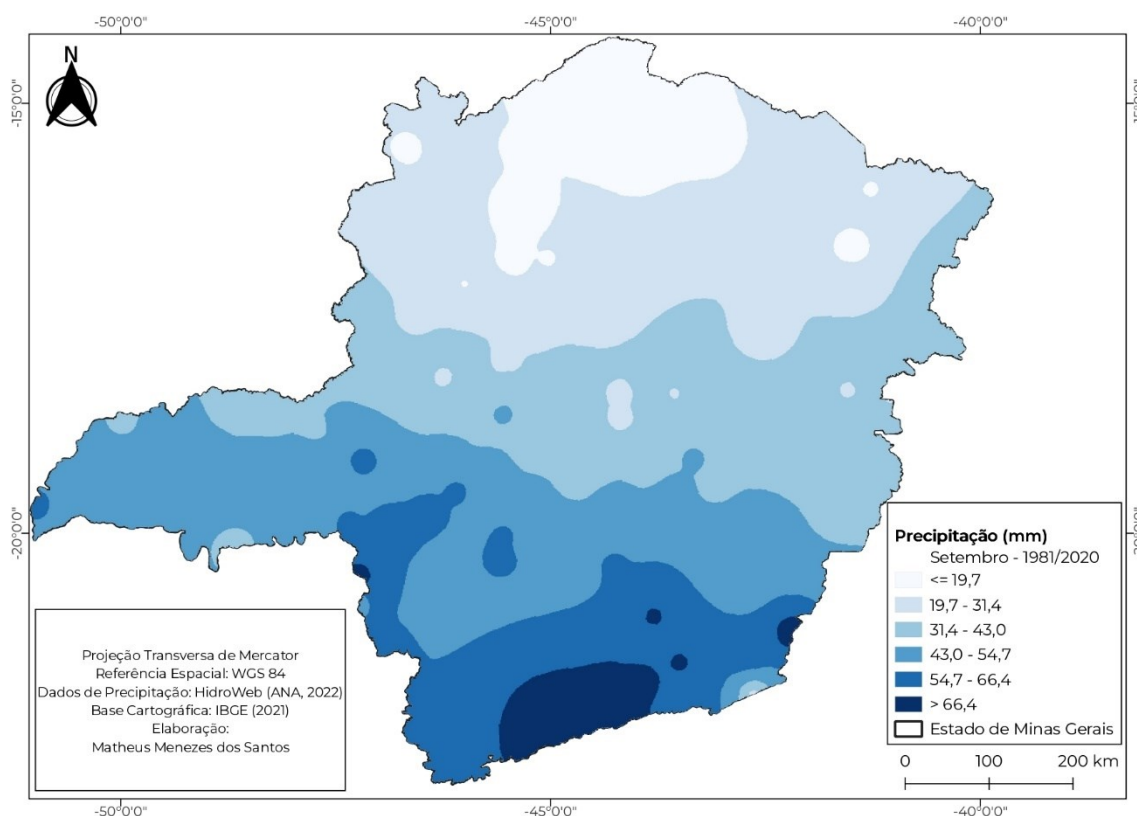
O mês agosto (Figura 41), assim como o mês de julho, foi identificado como um dos meses mais secos da série histórica, registrando a máxima de chuva na casa dos 27,7 mm de precipitação, e a mínima na margem de 6,7, significando que ainda impera o período de inverno seco para todo o Estado de Minas Gerais neste mês, onde as máximas registradas compreenderam as regiões de divisa do Estado: sul, zona da mata e leste, porém, ainda com menor pluviosidade comparado ao período chuvoso.

Figura 41: Precipitação em agosto no Estado de Minas Gerais

Fonte: ANA (2022). Elaboração: Menezes dos Santos (2023)

O mês de setembro (Figura 42) se caracteriza como um período de término da estação seca, marcando a passagem da estação seca para a estação chuvosa, retomando um leve crescimento da precipitação. É possível observar o aumento na concentração de chuva na porção sul do Estado de Minas Gerais, com a máxima igual ou maior a 66,4 mm de precipitação, compreendendo o bioma Mata Atlântica, onde situa-se a Serra da Mantiqueira. Nas porções norte e central de Minas, se contrastam o clima do cerrado com o da Mata Atlântica, diferenciando pelas vegetações e topografias, cuja pluviosidade ainda é menor.

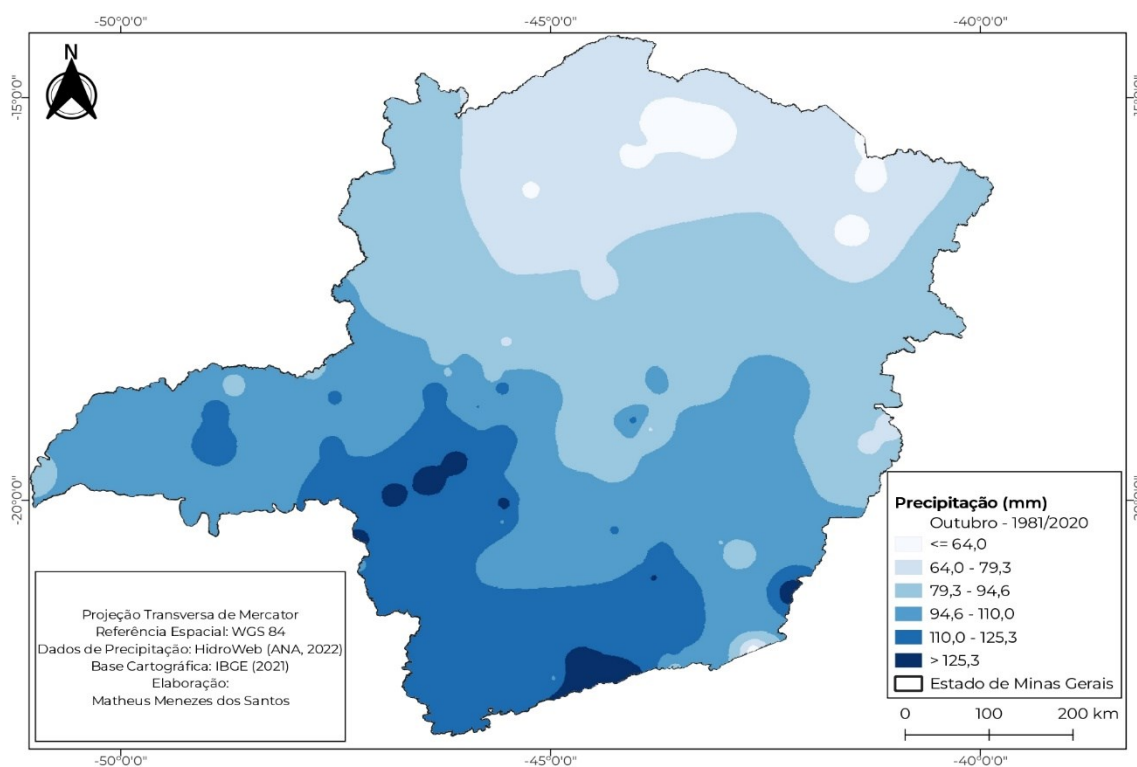
Figura 42: Precipitação em setembro no Estado de Minas Gerais



Fonte: ANA (2022). Elaboração: Menezes dos Santos (2023)

O mês de outubro (Figura 43) marca a entrada da primavera e a transição da estação seca para chuvosa, notando um aumento no crescimento de precipitação para o Estado de Minas Gerais ao longo da série histórica, com concentrações de chuva no Alto Paranaíba, Mantiqueira, Zona da Mata e alguns pontos isolados no sudoeste mineiro. No norte de Minas, a concentração de pluviosidade continua menor, mas superior comparada ao mês de setembro.

Figura 43: Precipitação em outubro no Estado de Minas Gerais

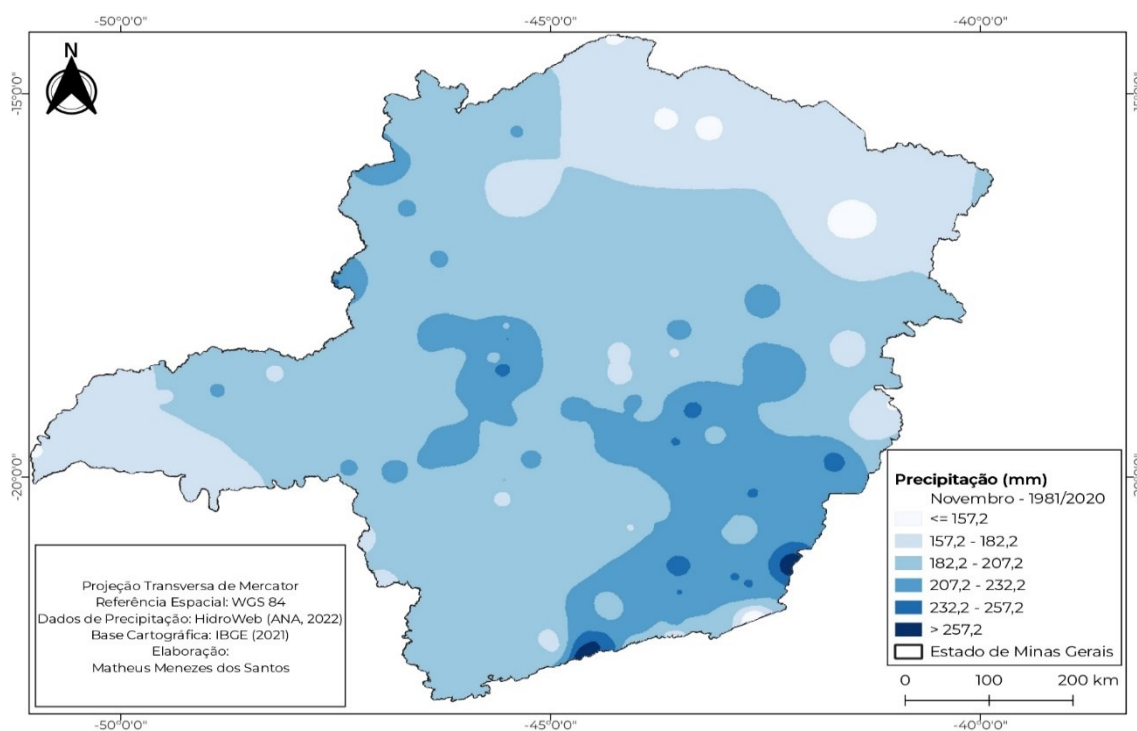


Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023)

A figura 44 demonstra o mapa de precipitação no mês de novembro, que já se diferencia significativamente dos demais meses anteriores, deslocando a concentração de chuva para a região da Zona da Mata Mineira, bem como para toda porção sudeste do Estado, cuja pluviosidade variou entre 207,2 e 232,2 mm, de acordo com o que foi registrado em cada estação pluviométrica.

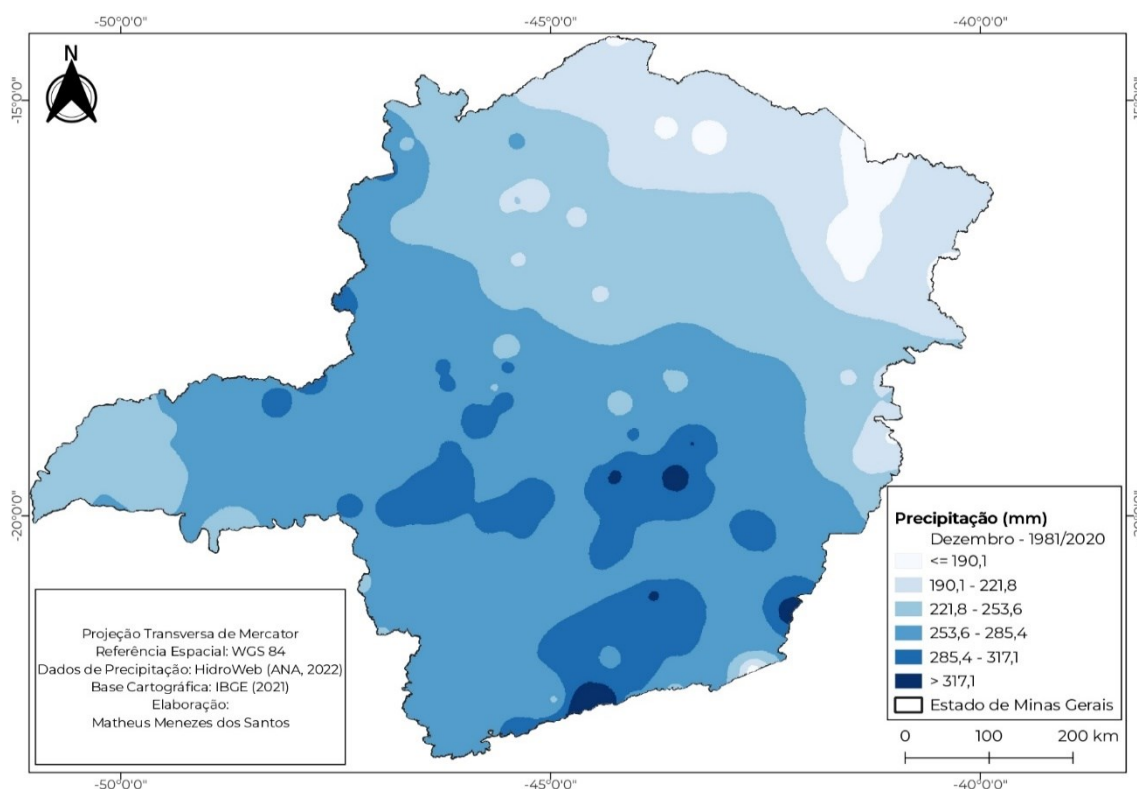
As regiões do Triângulo Mineiro e sudoeste passam a chover menos comparado às regiões central, sudeste e leste, que precipitam mais. O Norte de Minas passa a chover mais comparado aos meses anteriores, entre 157,2 e 182,2 mm, porém, em menor proporção comparado às demais regiões do Estado. Choveu 100 mm a mais em novembro comparado ao que choveu no mês de outubro durante a referida série histórica.

Figura 44: Precipitação em novembro no Estado de Minas Gerais



Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023)

O mês de dezembro (Figura 45) é o mais chuvoso da série histórica (1981 – 2020) em Minas Gerais, cuja pluviosidade média mínima se encontra na casa dos 190,1 mm de chuva, e a máxima num valor igual ou maior a 317,1 mm, superior ao que choveu nos meses de janeiro e novembro. Dezembro foi o mês mais chuvoso ao longo dos anos computados. As chuvas se mostram bem distribuídas para todo o Estado, principalmente nas porções central, sul, oeste (Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba) e sudeste (Zona da Mata), onde a concentração chuvosa ocorreu mais periodicamente.

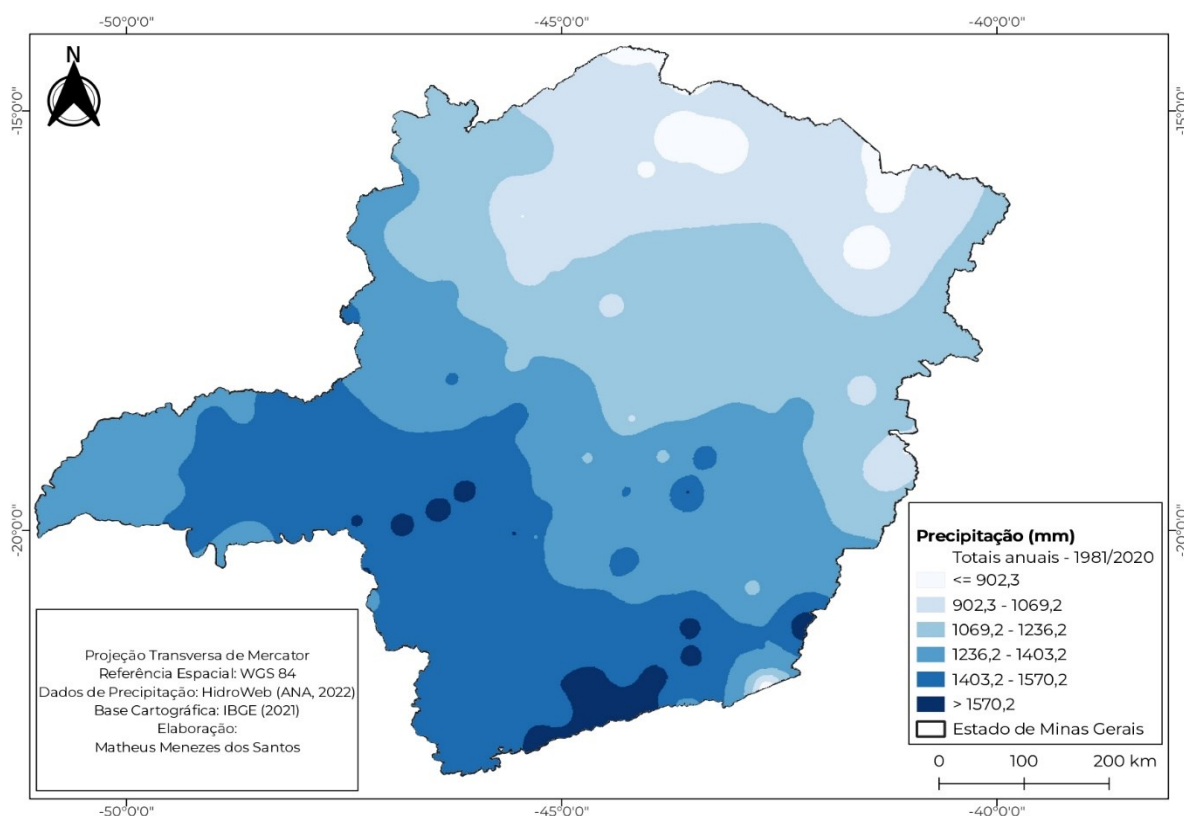
Figura 45: Precipitação em dezembro no Estado de Minas Gerais

Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023)

O mapa de precipitação da série histórica (Figura 46) demonstra que neste intervalo de tempo (1981-2020) as regiões mais chuvosas no Estado de Minas Gerais foram o Sul de Minas, sudoeste, oeste (Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba), centro-sul (campo das vertentes) e sudeste (Zona da Mata), dispersando essa concentração a medida em que a pluviosidade vai se deslocando sentido nordeste (Jequitinhonha e norte de Minas), cuja extensão geográfica compreende as regiões que menos choveram do Estado.

A ponta do Triângulo Mineiro, no extremo oeste do Estado, apresentou a mesma intensidade de chuva comparada a região central, bem como as porções leste, centro-sul e noroeste. As regiões que apresentaram o menor nível de pluviosidade estão distribuídas mais ao norte, próximas à divisa com o Estado da Bahia, enquanto que as mais concentradas se distribuem mais ao sul, fazendo fronteira com os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

Figura 46: Precipitação dos Totais Anuais da Série Histórica em Minas Gerais



Fonte: ANA (2022). **Elaboração:** Menezes dos Santos (2023).

4.5 Discussões sobre a espacialização das chuvas em Minas Gerais

Avaliando os doze meses da série histórica, nos meses de setembro e outubro as chuvas se concentraram mais ao sul e sudoeste do Estado. Em novembro ocorre um processo de migração da chuva para a região da Zona da Mata, compreendendo a porção leste e sudeste de Minas Gerais, assim como na porção central, intensificando a ocorrência de chuvas entre a primavera e o verão.

No mês de dezembro ocorreram as máximas de precipitação na série histórica, distribuindo as chuvas nas porções sul, centro e sudeste do Estado. Posteriormente, no mês de janeiro, a pluviosidade se desloca mais para o sudoeste, de forma mais espaçada, se estendendo para o oeste (triângulo mineiro) e alto Paranaíba. A partir de fevereiro, a concentração de precipitação distribui-se entre as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Rio Grande e sul de Minas, se concentrando nestas regiões de forma isolada e bem distribuída nos meses de fevereiro e março.

Março choveu um pouco mais que fevereiro, reduzindo a concentração de precipitação à medida em que chega o outono e o período seco em abril, registrando uma queda abrupta nos valores de precipitação. As chuvas retomam sua intensidade a partir do mês de outubro. Setembro é o mês que marca a transição do período seco para o período chuvoso. O mês de abril, por sua vez, marca a transição do período chuvoso para o período seco.

É possível observar nos mapas mensais de precipitação que as regiões sul, sudoeste, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba são as regiões mais bem distribuídas de chuva. As porções regionais mais concentradas de precipitação ao longo da série histórica foram identificadas no extremo sul, sudeste, leste e centro, compreendendo as regiões da zona da mata mineira e o denominado campo das vertentes, situado na região centro-sul do Estado.

As regiões de menor precipitação situam-se na porção norte do Estado, compreendendo o Norte de Minas, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Noroeste, onde predominam os biomas do cerrado e caatinga. Tais biomas apresentam relevos mais dissecados e aplainados. As áreas mais ao sul de Minas Gerais compreendem um relevo mais acidentado, serrano e preenchido por mares de morros, com elevações de até mais de 2.000 metros de altitude.

A ocorrência de precipitação em Minas Gerais, considerando as últimas quatro décadas, é analisada, portanto, através dos fatores de intensidade, sazonalidade e variabilidade da chuva entre 1981 a 2020. Busca-se compreender a distribuição sazonal e a intensidade de precipitação em Minas Gerais, avaliados por meio do índice de Anomalia de Chuva (IAC), proposto por Rooy (1965).

O clima regional do Estado é marcado tipicamente por um verão chuvoso e um inverno seco, onde a tendência do comportamento chuvoso é ocorrer irregularmente, considerando que a região como um todo faz parte de um clima tropical sazonal, apresentando importantes bacias hidrográficas que preenchem grandes extensões, como as bacias do São Francisco, Rio Doce, Rio Grande, Paranaíba e Rio Araguaari.

O software QGIS permitiu mapear áreas de maior e menor pluviosidade, determinando que, durante a estação chuvosa, houveram maiores concentrações nas porções sul, central, zona da mata, campo das vertentes e leste do Estado, compreendendo

os meses de outubro, novembro e dezembro. Em janeiro e fevereiro se teve mais chuva nas porções sudoeste e oeste (Rio Grande, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba). Março choveu mais que o mês de fevereiro, distribuindo as chuvas entre as porções sul, sudoeste, triângulo mineiro e alto Paranaíba.

Durante a estação seca, as poucas chuvas se distribuíram mais por todo o Estado, havendo menos concentração e maior dispersão, notando maior distribuição de chuva no mês de abril. Junho, julho e agosto apresentaram os meses mais secos da série histórica para todo o Estado Mineiro. Maio e setembro foram os meses mais equilibrados de chuva, não chovendo muito e nem estando muito seco. Julho foi o mês que teve o maior número de anomalias negativas, sendo o mês mais seco da série histórica, e dezembro o mês que teve o maior número de anomalias positivas, sendo o mês que mais choveu.

A análise do IAC compreendeu uma totalidade de 480 meses avaliados mediante a série histórica adotada, totalizando os 40 anos. No mesmo período houve 48,96% de meses secos e 32,71% de meses chuvosos no IAC positivo. Na série histórica do IAC negativo foi encontrado 18,13% de meses muito secos e 11,25% de meses muito chuvosos. É fato revelar que durante a série histórica não foi registrado nenhum mês com um IAC extremamente seco, somente como extremamente chuvoso ou sem anomalia.

A pluviosidade média anual de cada posto coletado permitiu obter os mapas de pluviosidade de cada mês na série histórica, gerando um balanço capaz de retratar o comportamento incidente de chuva em Minas Gerais no referido espaço de tempo (1981 – 2020). A elaboração do Índice de Anomalia de Chuva foi determinante para levantar a intensidade de chuva no período analisado, e os mapas a sazonalidade de chuva, destacando sua dinâmica, ocorrência e distribuição entre os períodos seco e chuvoso.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A função fundamental para a elaboração da presente monografia foi identificar os postos e locais com informações relevantes sobre as análises pluviais no Estado de Minas Gerais, entre o período de 1981 a 2020. Partindo destes dados, foi possível realizar diferentes observações da qual se tiveram informações mais refinadas. Percebe-se a necessidade de ampliar redes de monitoramento do clima regional, no que tange o território mineiro, buscando estabelecer mais postos de medição pluviométrica no Estado, de modo a obter uma visão mais abrangente sobre os dados de precipitação no mesmo.

A importância do planejamento regional em relação ao estudo climático em Minas Gerais se torna necessária, uma vez que a ocorrência de chuvas altera a dinâmica das paisagens, em âmbito urbano e rural, e portanto, demanda-se compreender o fator meteorológico, a fim de auxiliar a organização do espaço agrário e econômico do Estado, monitorando áreas de risco suscetíveis a erosão e a desnudação do relevo, considerando a intensidade de precipitação em épocas de cheia.

A gestão de bacias hidrográficas também se torna crucial, uma vez que são receptores naturais de entrada do sistema pluvial, dependendo da dinâmica das chuvas para garantir a disponibilidade hídrica suficiente para o abastecimento de populações, bem como para a fauna, flora e os principais biomas do Estado, onde a chuva é um agente fundamental para o abastecimento hídrico e para a regulação dos ecossistemas aquáticos.

O abastecimento público de grandes cidades e áreas rurais dependem da chuva para encher os reservatórios, principalmente em regiões onde a seca e a estiagem predominam pelo clima semiárido típico, como é no norte de Minas. O fator da previsibilidade meteorológica se torna peça chave para o monitoramento do clima regional em Minas Gerais, considerando o que foi avaliado e obtido nos últimos 40 anos de chuva no Estado.

Portanto, se dá a justificativa teórico-conceitual da presente monografia sobre a dinâmica espaço-temporal de chuvas em Minas Gerais, avaliando sua importância e significância, e no que deve ser monitorado e planejado no tempo pretérito (caso do presente estudo) e também de estimativas tendenciais (para outras iniciativas de pesquisa).

6. REFERÊNCIAS

ABREU, Magda Luzimar de. **Climatologia da Estação Chuvosa de Minas Gerais: De Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul**. Geonomos – UFMG 6(2): p.17-22. Disponível em: [https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11466]. Acesso em: 04 de julho de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2014). **Hidroweb** – Sistema de Informações Hidrológicas: Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em junho de 2018.

ALVES, Fabrício Teixeira. **ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA, SAZONALIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE NO ESTADO DO TOCANTINS**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28386]. Acesso em: 23 julho de 2023.

ARAÚJO, Lincoln Eloi; MORAES NETO, João Miguel; SOUSA, Francisco de Assis Salviano. **Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC)**. Ambiente & Água, v. 4, n. 3, p. 93-110, 2009.

CASTRO, L. H. R. de; MOREIRA, A. M.; ASSAD, E. D. **Definição e regionalização dos padrões pluviométricos dos Cerrados brasileiros**. In: ASSAD, E. D. (Coordenador). **Chuvos nos Cerrados**. Planaltina: BRASIL/EMBRAPA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. p.13-23. Cap. I. 423 p. Brasília: 1994.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) - Serviço Geológico do Brasil. Geodiversidade do Estado de Minas Gerais - Programa Geologia do Brasil, 2010. Disponível em: [https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/geodiversidade-do-estado-de-minas-gerais.pdf]. Acesso em: 04 de julho de 2023.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Embrapa Florestas - Clima. Disponível em: [<https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>]. Acesso em: 04 de julho de 2023.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). Cobertura Vegetal de Minas Gerais. Disponível em: [<http://www.ief.mg.gov.br/florestas>]. Acesso em: 04 de julho de 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Mapa das Bacias Hidrográficas de Minas Gerais. Disponível em: [<http://www.igam.mg.gov.br/component/content/article/1257>]. Acesso em: 04 de julho de 2023.

INSTITUTO PRÍSTINO: ATLAS DIGITAL GEOAMBIENTAL. Sistema WebGis de livre acesso ao banco de dados ambiental. Disponível em: [<https://institutopristico.org.br/atlas/>]. Acesso em: 04 de julho de 2023.

JAKOB, Alberto Augusto Eichman. **A krigagem como método de análise de dados demográficos.** *Anais*, p. 1-21, 2016. Disponível em: <http://www.abep.org.br/~abeporgb/publicacoes/index.php/anais/article/viewFile/1179/1143>. Acesso em setembro de 2021.

MACHADO, Marcely Ferreira, SILVA, Sandra Fernandes da. Aspectos Gerais do meio físico de Minas Gerais. **Geodiversidade do Estado de Minas Gerais**, p. 17-34, 2016. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) - Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/309351371_Aspectos_gerais_do_meio_fisico_do_Estado_de_Minas_Gerais]. Acesso em: 04 de julho de 2023.

MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; MELO, Denise Christina de Rezende; COSTA, Helen de Camargos. **Sazonalidade e distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma do Cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul.** 2012.

NIMER, E. & BRANDÃO, A. M. P. M. **Balanço hídrico e clima da região dos cerrados.** BRASIL/ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. Rio de Janeiro: 166 p, 1989.

Portal Oficial dos Serviços do Governo de Minas Gerais. Geografia. Disponível em: [https://www.mg.gov.br/pagina/geografia]. Acesso em: 04 de julho de 2023.

ROOY, M.P. VAN. A rainfall anomaly index independent of time and space, **Notos**, v.14, p.1-43, 1965.

SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais.** 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VIANELLO, R. L.; MAIA, L. F. P. G. **Estudo preliminar da climatologia dinâmica do estado de Minas Gerais.** In: Informe Agropecuário. Belo Horizonte: EPAMIG. UFMG. UFV. v.12. n°138. jun. p.6-8.1986