

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA**

ANDRÉIA FERREIRA SOARES

**MAPEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL DO VOLUME
DE CHUVA DE MONTE CARMELO – MG**

Monte Carmelo

2022

ANDRÉIA FERREIRA SOARES

**MAPEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL DO VOLUME
DE CHUVA DE MONTE CARMELO – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo.

Orientadora: Prof^a. Mirna Karla Amorim da Silva

Monte Carmelo

2022

ANDRÉIA FERREIRA SOARES

**MAPEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL DO VOLUME
DE CHUVA DE MONTE CARMELO – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo.

Orientadora: Prof^a. Mirna Karla Amorim da Silva

Aprovado em: ___/___/_____

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Mirna Karla Amorim da Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo

Prof^a. Dra. Luziane Ribeiro Indjai
Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo

Me. Samuel Lacerda de Andrade
Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado força, ânimo, saúde, para superar as dificuldades e obstáculos, encontrados durante esta caminhada. Aos meus Orixás e minhas entidades, pois foram cruciais nessa reta final, me ajudando, guiando, auxiliando e colocando minha cabeça no lugar certo, trazendo tranquilidade e paz.

Aos meus pais Adriana Ferreira e Maury Paulo, pela educação, paciência, apoio, incentivo, amor e orações a meu favor. No qual sempre estiveram ao meu lado, viram meu progresso e nunca me abandonaram.

Agradeço a minha Prof^a. Orientadora Mirna Karla Amorim da Silva, exemplo de profissional e ser humano, principalmente pela paciência, incentivo, atenção, conselhos, companheirismo, amizade e essencialmente os ensinamentos por ter me auxiliado neste trabalho. Novamente obrigada por não ter deixado eu desistir nos momentos difíceis e sempre pelo apoio.

À Universidade Federal de Uberlândia, pela formação gratuita e de qualidade, no qual tive a oportunidade de me tornar uma pessoa mais capacitada profissionalmente. E seu corpo docente que demonstrou estar sempre comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

RESUMO

Estudos sobre variáveis climáticas vêm crescendo cada vez mais, tendo uma importância significativa, pois afeta de forma direta e indireta a vida do homem. Existem muitas variáveis climáticas, dentro delas a chuva. Estudar a espacialização do volume mensal e anual da precipitação pluviométrica, pode ajudar em vários fatores como: planejamento urbano/rural, municipal, estadual e nacional. Excessivas chuvas, são aquelas que tem características de produzir elevadas precipitações em curto intervalo de tempo, ou seja, alta intensidade de precipitação. Mostram uma distribuição irregular, tanto no tempo quanto no espaço. Em função às suas altas intensidades, são chuvas capazes de provocar escoamento superficial, gerando impactos negativos para a agricultura e áreas urbanas, por exemplo: inundações de terras plantadas, erosão do solo, poluição dos cursos hídricos, alagamento em áreas urbanas e rurais, entre outros. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo apresentar o mapeamento da distribuição espacial da média mensal e anual da precipitação pluviométrica do município de Monte Carmelo – MG. Os dados foram baixados a partir de estações pluviométricas da ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). A ferramenta de interpolação dos dados pontuais (estações) para a superfície da área de estudo foi o interpolador IDW (*Inverse Distance Weighting* - Inverso da Distância Ponderada). A partir das informações pluviométricas de sete estações utilizadas neste estudo, obteve-se os dados e mapas e verificou-se quais foram os meses mais chuvosos, considerando a série histórica de 2006 a 2020, sendo eles: janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, com destaque para janeiro (232,09 mm a 286,46 mm) e dezembro (207,95 mm a 288,56 mm). Os meses de menor precipitação foram abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, com destaque para julho (3,53 mm a 8,77 mm) e agosto (5,02 mm a 6,71 mm). A partir dos mapeamentos da média anual da precipitação para a série histórica de 2006 a 2020, pode ser notado qual o ano da série temporal de 15 anos, com maior e menor volume de precipitação pluviométrica do Município de Monte Carmelo- MG. Foi verificado que o ano de 2011 teve os maiores índices calculados, variando de 124,46 mm a 163,04 mm. O ano de 2016 demonstrou menor índice observado, da média de chuva, iniciando em 38,31 mm a 157,01 mm. Foi possível observar também uma média total dos 15 anos que apresentou o volume de precipitação variando de 103,91mm a 114,61 mm. O estudo permite auxiliar o planejamento do poder público municipal para que os gestores possam melhor definir medidas direcionadas às condições de escassez ou excesso de chuva, como forma de estratégia ou plano de emergência e contingência dos recursos hídricos municipais.

Palavras-chave: Mapeamento. Chuva. Monte Carmelo.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo hidrológico.....	12
Figura 2 – Precipitação Convectiva.....	13
Figura 3 – Precipitação Ciclônica.....	14
Figura 4 – Precipitação Orográfica.....	15
Figura 5 – Exemplo de estações pluviométricas automáticas instaladas pela ANA.....	18
Figura 6 – Mapa de Localização de Monte Carmelo-MG.....	23
Figura 7 – Fluxograma de execução dos procedimentos metodológicos.....	24
Figura 8 – Mapa de Localização das Estações Pluviométricas da área estudada.....	25
Figura 9 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de janeiro, fevereiro e março.....	28
Figura 10 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de abril, maio e junho.....	28
Figura 11 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de julho, agosto e setembro.....	29
Figura 12 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de outubro, novembro e dezembro.....	29
Figura 13 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2006, 2007 e 2008.....	32
Figura 14 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2009, 2010 e 2011.....	33
Figura 15 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2012, 2013 e 2014.....	33
Figura 16 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2015, 2016 e 2017.....	34
Figura 17 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2018, 2019 e 2020.....	34
Figura 18 – Média da Precipitação Pluviométrica da Série Histórica (15 anos).....	36
Figura 19 – Hietograma Precipitação Pluviométrica Média da Série Histórica (15 anos).....	37

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Estações pluviométricas estudadas (ANA).....	25
Tabela 2 – Média mensal das estações pluviométricas (2006-2020).....	26
Tabela 3 – Média anual das estações pluviométricas (2006-2020).....	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	JUSTIFICATIVA	9
3	OBJETIVOS	10
3.1	Objetivo geral.....	10
3.2	Objetivos específicos.....	10
4	REFERENCIAL TEÓRICO	10
4.1	Ciclo hidrológico	10
4.1.1	Precipitação pluviométrica	12
4.2	Coleta de dados pluviométricos	16
4.2.1	Estações pluviométricas.....	18
4.2.2	Disponibilidade de dados.....	19
4.3	Espacialização de dados pluviométricos	19
4.3.1	Interpolação espacial.....	20
5	MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1	Localização e caracterização da área de estudo.....	22
5.2	Material.....	23
5.3	Métodos.....	24
6	RESULTADOS	27
7	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Como recurso natural, a água existe no nosso planeta há pelo menos três bilhões de anos. Este recurso circula entre a terra, o mar e o ar e ocupa uma posição única na evolução do nosso planeta, já que nenhuma outra substância natural é capaz de ser relacionada com ela perante a sua ação no curso do mais elementar processo geológico. A maioria das substâncias na terra, sejam minerais, rochas ou organismos vivos, contém água, que é considerada suporte para a vida e essencial para o meio ambiente. A água é uma parte indispensável do ecossistema, entrelaçada com o solo, o ar, a flora e a fauna (EMÍDIO, 2008).

No uso de um recurso tão importante, a agricultura é responsável por cerca de 70% da consumação de água, as indústrias 22% e as cidades por 8%. A agricultura tem um alto consumo de uso de água em suas atividades, no qual as aquisições da maior parte de toda a água extraída são dos rios, lagos e aquíferos subterrâneos do mundo. Pode-se observar um exemplo dessa utilização na produção de grãos, que necessita aproximadamente de mil toneladas de água (1000 m³) no mínimo, para a produção de uma tonelada de grãos (SETTI et al., 2000).

O principal fenômeno de entrada do recurso água, na superfície terrestre, é a precipitação. A precipitação não é apenas um fator importante nas características climáticas de uma região, mas também a informação básica para qualquer pesquisa hidrológica ou ambiental. Tendo em vista a complexidade desse fenômeno natural, análises mais precisas são necessárias para maximizar o uso das características de mudança temporal e espacial da chuva. O estudo e o conhecimento da variável meteorológica precipitação, auxilia em diversos setores como no planejamento urbano, comércio, turismo, agropecuária, entre outros, pois estes setores giram o planejamento de suas atividades em razão das variações da precipitação (CHIERICE, 2013).

A relevância do estudo da precipitação permite prevenir diversos prejuízos que podem ser causados por seu excesso ou escassez, os quais prejudicam totalmente as tarefas humanas (SOUSA et al., 2006). Além de servir de guia para o agricultor na determinação do calendário agrícola, também possibilita o planejamento e desenvolvimento de atividades agrícolas regionais com base no comportamento das chuvas (MARTIN et al., 2008).

O estudo da distribuição das precipitações, entre longos e curtos períodos, mostra-se de suma importância, pois se pode observar qual o mês teve grande quantidade de água ou meses de severa estiagem. Esta distribuição é analisada sob aspectos quantitativos (diferentes volumes de precipitação) e qualitativos (padrões de distribuição pluviométrica), sendo de grande esclarecimento para atividades humanas (ZAVATTINI, 2009).

No Brasil, existem várias instituições que colhem dados de precipitação pluviométricas, como a Agência Nacional das águas (ANA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instituições municipais, estaduais e institutos de pesquisas. Em geral, a aquisição destes dados ocorre através da utilização de pluviômetros e pluviógrafos distribuídos pelos espaços geográficos (MORAIS; FERREIRA, 2015).

Neste contexto, a hipótese deste trabalho infere que, devido as mudanças climáticas que vem ocorrendo ao longo do tempo, é necessário e possível realizar o mapeamento de informações hidroclimáticas, através de coleta de dados e ferramentas de interpolação, para diferentes localidades e diversos fins.

2 JUSTIFICATIVA

O município de Monte Carmelo – MG está inserido no bioma Cerrado e na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais. Essa região que, em outros tempos, teve como principal atividade produtiva o ramo das cerâmicas, também se inseriu no promissor ramo de atividades agropecuárias, tendo o café como o principal produto agrícola e a criação de bovinos, suínos e galináceos (MONTE CARMELO, 2021).

No entanto, visto que as atividades agrícolas estão diretamente relacionadas com as condições hidroclimáticas da região, notou-se que, no ano de 1999, houve uma seca prolongada que quase provocou uma perda de 50% na safra de café (RAMOS, 1999).

Outro uso diretamente relacionado com as condições pluviométricas da região é o abastecimento urbano. Especialmente em meses de escassez de chuvas, torna-se necessário estimular a conscientização sobre o uso adequado de água, para que esta não falte para a população, em seu abastecimento doméstico, além dos setores produtivos, de saneamento básico e de serviços. Em outubro de 2014, os reservatórios que abasteciam a cidade estavam operando abaixo da média, e as bombas que ficavam ligadas 24 horas, estavam funcionando com apenas 12 horas diárias (G1-TRIÂNGULO MINEIRO, 2014). O Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), de Monte Carmelo, informou que, neste ano de 2021, atravessaram a pior estiagem nos últimos 90 anos (DMAE, 2021).

Neste contexto é relevante o estudo e avaliação da distribuição de chuvas no sentido de gerenciar o planejamento do uso desse recurso vital para todos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa consiste em mapear e analisar a distribuição média mensal e anual do volume de chuva em Monte Carmelo – MG, para o segmento de tempo compreendido entre os anos 2006 a 2020.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar mapas pluviométricos da distribuição média mensal e anual da chuva em Monte Carmelo-MG, do período de 2006 a 2020;
- Avaliar as condições pluviométricas a partir dos mapas elaborados;
- Identificar os períodos com déficit ou excedente hídrico da área estudada.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Para melhor compreensão sobre o tema abordado na pesquisa, é fundamental um conhecimento do conteúdo teórico básico, de acordo com a literatura existente. Desta forma, alguns conceitos relevantes são indicados e apresentados, a seguir.

4.1 Ciclo Hidrológico

Segundo Karmann (2000, p. 114),

a água distribui-se na atmosfera e na parte superficial da crosta até uma profundidade de aproximadamente 10km abaixo da interface atmosfera/crosta, compondo a hidrosfera, que consiste em uma série de reservatórios como os oceanos, geleiras, rios, lagos, vapor de água atmosférica, água subterrânea e água retida nos seres vivos. O constante intercâmbio entre estes reservatórios compreende o ciclo hidrológico.

Interessante lembrar que a água está sempre em movimento, o que se pode chamar de ciclo hidrológico. No ciclo hidrológico, o Sol é a principal fonte de energia, por meio de sua radiação e o campo gravitacional terrestre, como a principal força atuante (PAZ, 2004).

O ciclo hidrológico pode ser estabelecido como “as relações entre as várias formas do comportamento das águas em um ciclo fechado”, apresentado pela seguinte equação: “precipitação = escoamento + infiltração + evapotranspiração” (SUGUIO; BIGARDIA, 1990,

p. 3), porém “não constitui uma simples sequência de processos, mas sim em um conjunto de fases que representam os diversos caminhos através dos quais a água circula na natureza” (LOPES, 2007). Segundo Silva (2006, p. 133) “O ciclo hidrológico é uma sequência de fenômenos naturais que pode ser dividida em duas partes: o ramo aéreo, normalmente estudado no âmbito da Meteorologia e o ramo terrestre, objeto da Hidrologia”.

Silveira (1997, p. 35) conceituou o ciclo hidrológico como: “o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre”.

A água executa um movimento fechado na hidrosfera mediante acessos complexos, passando assim pelos seus três estados físicos: sólido, líquido e gasoso, criando assim o ciclo hidrológico, considerado como o início elementar da Hidrologia (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Lima (2008), “o ciclo da água envolve vários e complicados processos hidrológicos: evaporação, precipitação, interceptação, transpiração, infiltração, percolação, escoamento superficial, etc.”.

Para Dias (2013),

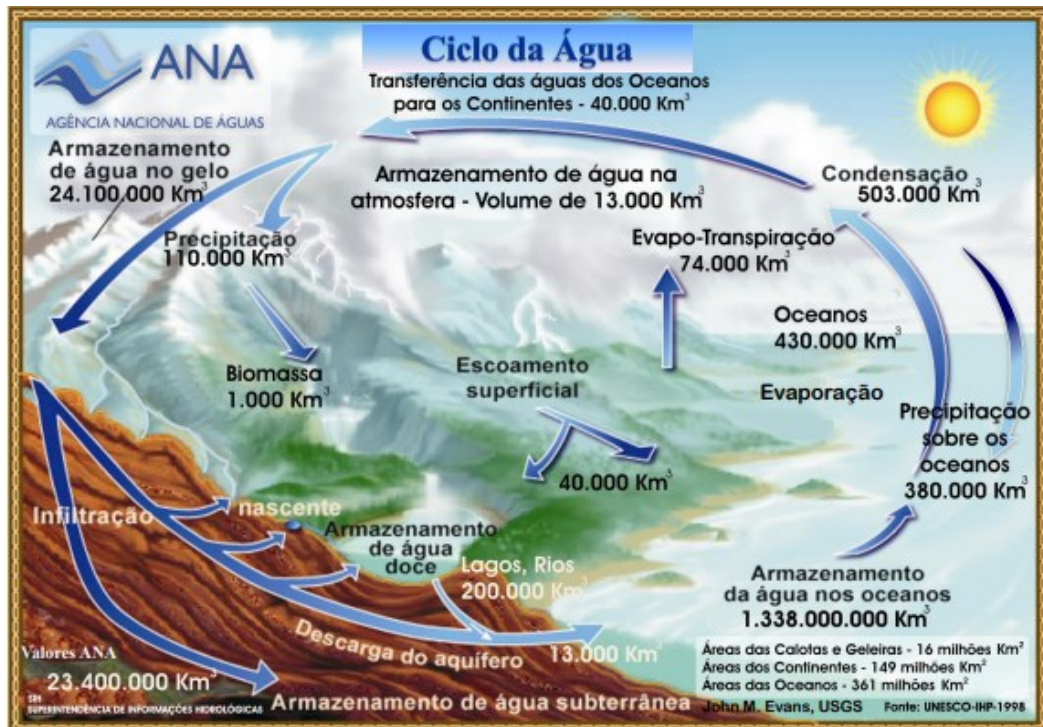
O ciclo da água inicia-se com o vapor d’água que sofre transporte por meio do movimento de massas de ar; sob determinadas condições, o mesmo é condensado e forma nuvens que podem resultar na transferência da água da atmosfera para a superfície terrestre, a precipitação.

Segundo Nerilo (1999, p. 6), o ciclo hidrológico apresenta-se em quatro etapas:

1. Precipitação atmosférica (chuva, granizo, neve, orvalho), destacando-se o possível fenômenos de interceptação, nas folhas e caules de vegetais, onde a precipitação não chega ao solo por evaporar-se na própria queda;
2. Escoamentos subterrâneos (infiltração, águas subterrâneas). No caso de terem sua capacidade de absorção excedida devido a grandes chuvas, ocasionam o escoamento superficial. A infiltração da água no solo, movimentada pela percolação nos vazios, chega a uma zona de saturação formando o lençol freático. Quando intercepta as vertentes, as águas retornam à superfície, alimentando rios e oceanos ou permanece em camadas impermeáveis em lençóis artesianos;
3. Escoamentos superficiais (torrentes, rios, lagos) inicialmente preenchem as depressões em terrenos e em seguida procuram naturalmente os canais naturais. Quando concentram em vales e formam cursos dos rios, são direcionados grandes volumes de água a lagos, mares e oceanos;
4. Evaporação (na superfície das águas e no solo) e a transpiração (dos vegetais e animais). Estes dois fenômenos juntos dependem da radiação solar, tensões de vapor do ar ventos, altitude, etc.

A **Figural** mostra o esquema do ciclo hidrológico com suas principais fases e componentes.

Figura 1 – Ciclo hidrológico



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2014).

4.1.1 Precipitação pluviométrica

Importante fase do ciclo hidrológico, a precipitação é compreendida, em hidrologia, como toda a água derivada do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Chuva, neblina, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são diferentes tipos de precipitações. O estado em que a água se encontra é a diferença entre as precipitações (BERTONI; TUCCI, 2013, p. 177).

No ciclo hidrológico, a precipitação apresenta o regresso de vapor de água da atmosfera para a superfície, por exemplo, na forma líquida. Neste processo o vapor é condensado pela saturação do ar provocado pelo resfriamento (OMETTO, 1981, p. 181).

A precipitação atmosférica é formada por ar quente e úmido, que sobe por expansão adiabática e esfria até o ponto de saturação. Parte desse vapor se condensa em um aerossol de gotículas de água, formando nuvens, e essas gotículas de água permanecem suspensas sob a ação da turbulência ou corrente ascendente. Quando atingem o tamanho (gota) necessário para superar a resistência do ar, eles se movem em direção ao solo e formam a precipitação (VILLELA; MATTOS, 1975, p. 40). As nuvens são um conjunto de gotículas de água, cristais de gelo e um conglomerado de partículas sólidas (litometeoros) em suspensão na atmosfera (SILVA, 2006, p. 317).

As precipitações pluviométricas são importantes, pois apresentam uma distribuição espacial e temporal, na qual tem ação direta com inúmeras atividades humanas, como: turismo, comércio, indústria, práticas agrícolas, defesa civil e planejamento urbano (DERECZYNSKI; OLIVEIRA; MACHADO, 2009).

Segundo Villela e Mattos (1975, p. 41), o movimento das massas de ar é um quesito significativo para a geração das precipitações, e são classificadas, de acordo com essa movimentação, em três tipos como: convectivas, ciclônicas e orográficas.

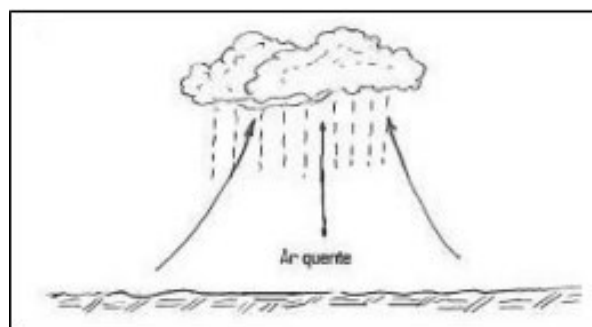
a) Precipitações Convectivas

São específicas de superfícies tropicais. O calor distinto da superfície terrestre causa o surgimento de camadas de ar com densidades desiguais, o que ocasiona uma estratificação térmica da atmosfera com equilíbrio estável. Caso essa harmonia, for quebrada, provoca uma ascensão brusca e violenta do ar menos denso, atingindo grandes altitudes. São de grande intensidade e curta duração, são concentradas em pequenas áreas, conhecida como chuvas de verão (CARVALHO; SILVA, 2006).

Segundo Bertoni e Tucci (2013, p.180) as chuvas convectivas têm “características das regiões equatoriais, onde os ventos são fracos e os movimentos de ar são essencialmente verticais, podendo ocorrer nas regiões temperadas por ocasião do verão (tempestades violentas)”.

A **Figura2** mostra o esquema de Precipitação Convectiva.

Figura 2 – Precipitação Convectiva



Fonte: Rodrigues (2017).

b) Precipitação Ciclônicas

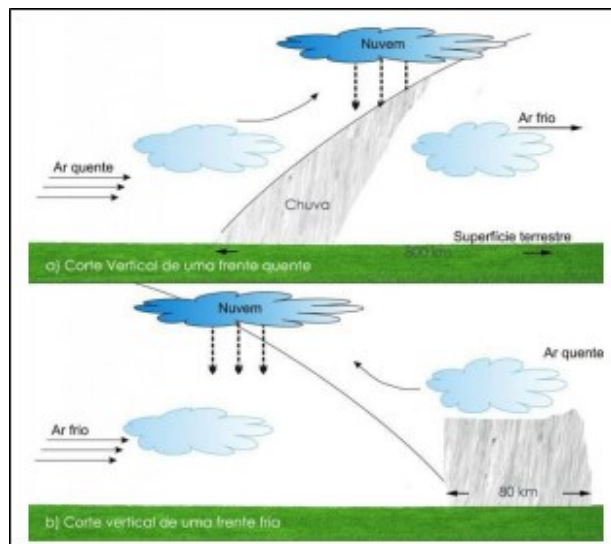
Precipitações ciclônicas estão relacionadas com a mudança de massas de ar das superfícies de alta pressão para de baixa pressão, sendo que as desigualdades destas pressões

são provocadas pelo aquecimento diferente da superfície terrestre. Podem ser classificadas como frontal, que é o resultado da ascensão do ar quente sobre o ar frio, no que o contato dessas massas de ar que tem características diferentes; e não frontal, sendo produzidas por baixa barométrica, devido ao ar elevado da convergência horizontal nas áreas de baixa pressão. (VILLELA; MATTOS, 1975, p. 42).

Consistem de um extenso tempo e exibem intensidade baixa e moderada, por grandes áreas. Por este motivo, são consideradas de suma importância, para o progresso e manejo de projetos nas grandes bacias hidrográficas (CARVALHO; SILVA, 2006).

A **Figura 3** mostra o esquema de Precipitação Ciclônica.

Figura 3 – Precipitação Ciclônica



Fonte: Rodrigues (2017).

c) Precipitação Orográficas

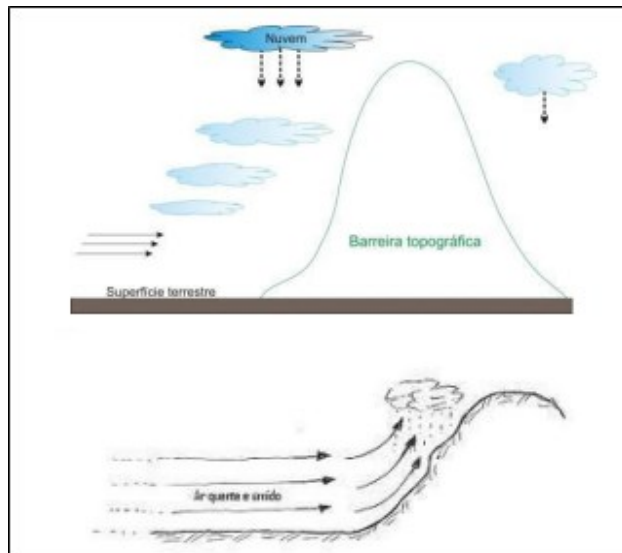
Segundo Varela (2007) precipitações orográficas “são aquelas que resultam da subida forçada do ar à existência de um relevo”, que geram chuvas “intermitentes e possuem intensidade variável e de grande duração, abrangendo áreas relativamente pequenas”.

Quando a massa de ar quente e úmida em movimento advectivo encontra-se com uma montanha é obrigada a se elevar, esta ascensão se chama adiabática, no qual resulta em nuvens cumulus e neste caso o processo convectivo é forçado. Este tipo de precipitação é mais comum no meio-sul do país, regiões litorâneas, no qual se encontra a serra do mar (OMETTO, 1981, p. 192). Villela e Mattos (1975), apontam que são definidas como chuvas de baixa intensidade e

um duradouro tempo, “resultam de ascensão mecânica de correntes de ar úmido horizontal e sobre barreiras naturais, tais como as montanhas”.

A **Figura 4** mostra o esquema de Precipitação Orográfica.

Figura 4 – Precipitação Orográfica



Fonte: Rodrigues (2017).

Bertoni e Tucci (2013, p. 181) indicam que o que caracteriza uma precipitação são:

- **Altura Pluviométrica (p ou r):** é a espessura média da camada de água sedimentar que cobre a área afetada pela precipitação, pressupõe-se que essa água não permeie, evapore ou escorra da poeira da área. A unidade de medida usual é a chuva em milímetros, que é definida como a quantidade de chuva correspondente a 1 litro de volume por metro quadrado de superfície;
- **Duração (t):** é o período da chuva, as unidades comumente usadas são minutos ou horas;
- **Intensidade (i):** é a quantidade de precipitação por unidade de tempo, obtida na razão de $i = P / t$. Geralmente é expresso em mm/hora ou mm/minuto. A intensidade da precipitação possui variabilidade no tempo, mas para a análise dos processos hidrológicos, o intervalo de tempo geralmente é definido, onde é considerado constante;
- **Probabilidade de ocorrência e frequência de tempo (Tr):** A precipitação é um fenômeno aleatório. Na análise da precipitação máxima (ou intensidade), Tr é interpretado como o número médio de anos que se espera que a precipitação analisada

atinga ou ultrapasse. Sua recíproca é que a probabilidade de um fenômeno ocorrer em um determinado ano é igual ou maior que o fenômeno analisado (probabilidade anual).

4.2 Coleta de dados pluviométricos

Os dados pluviométricos permitem a análise da ocorrência e intensidade das precipitações e representam um componente poderoso para o planejamento estratégico e a gestão de recursos hídricos (CARVALHO, 2007).

O homem vem dando cada vez mais uma atenção especial à busca de dados e aos estudos do clima, não só por está ligado diretamente ao seu cotidiano, mas também devido ser um dos fatores que afetam suas atividades produtivas, dentre elas, a produção agrícola. Entender a condição pluviométrica de uma bacia hidrológica é decisivo para avaliação dos impactos ambientais, projetos referentes ao uso da água, gerenciamento de recursos hídricos, avaliar acidentes referentes a episódios extremos de precipitação, como: inundações, enxurradas, diminuição das vazões mínimas (OLIVEIRA et al., 2005).

Segundo Collischonn (2006), os dados pluviométricos podem ser obtidos por:

- Método tradicional: Uso do aparelho chamado pluviômetro (leitura em intervalos fixos maiores) e pluviógrafos que registram dados automaticamente. A vantagem desses dispositivos é que podem medir a precipitação com mais precisão, a desvantagem é que exigem uma representação espacial de alta densidade. Ainda é o método mais preciso;
- Radar Meteorológico: Medem a precipitação com base na frequência e tem uma melhor distribuição espacial da chuva, embora seja caro e precise ser permanentemente ajustado com base em dados medidos por equipamentos tradicionais;
- Uso de Satélite: Medições baseadas em satélite estabelecem relações com variáveis meteorológicas estimadas por equipamentos de satélite existentes. Para certas áreas, geralmente não é muito preciso;
- Reanálise: Utiliza-se modelos climáticos que se adaptam aos dados do campo e interpolam campos de precipitação.

Para Chevallier (2013, p. 490) a aquisição de dados de precipitação se dá pontualmente, com pluviômetros ou pluviógrafos que “são aparelhos que permitem medir as precipitações”. A diferença entre os dois é que “pluviógrafo registra automaticamente, num suporte, os dados, ao contrário do pluviômetro, que precisa de leituras manuais a intervalos de tempo fixos” e

especialmente, com satélite e radar meteorológico, no qual “através do satélite, é possível observar o deslocamento das grandes massas na atmosfera”. Com o radar pode-se fazer registros dos eventos de precipitação com escalas bem menores do que com os satélites, outra vantagem “é a possibilidade de quantificar a precipitação de forma quase contínua, tanto no tempo, quanto no espaço” (PESSOA, 2001, p. 877).

Garcez (1988, p. 64) apontou que, para a medição da precipitação, são utilizados os equipamentos: Pluviômetros, que são simples coletores de água, armazenam a precipitação para medições volumétricas, desde que a água acumulada não evapore. São observados normalmente uma ou duas vezes por dia, em horas certas e definidas, não apresentam a intensidade das chuvas e sim a altura pluviométrica; Pluviógrafos, que são aparelhos registradores automáticos, que geram gráficos dos dados obtidos, sendo que este equipamento consegue identificar a intensidade da precipitação ao longo do tempo.

Em outras palavras, pluviômetros são aparelhos que medem a porção da precipitação em uma determinada área. Geralmente consistem em um reservatório e uma área de coleta, que é a “boca” do pluviômetro, permitindo que os valores sejam agregados em diferentes intervalos de tempos, os manuais pedem de coleta de dados pessoalmente, já os automáticos registram a informação dos dados em *hard drives* ou *flash memories* (MILANESI et al., 2017).

Para Chevallier (2013, p.491), o pluviômetro fornece a quantidade de precipitação total ao final do intervalo de tempo definido para a frequência de observação, geralmente 24 horas. São dispositivos quantitativamente precisos, mas muito pontuais, e precisam ser amplamente distribuídos na área de estudo para garantir que o valor correto seja encontrado para a área entre os pluviômetros. Caso seja necessário obter informações de precipitação em um intervalo de tempo inferior a 24 horas, serão instalados pluviômetros, que podem medir continuamente a quantidade de precipitação em um determinado local de forma analógica ou digital (SANTOS et al., 2001, p.37).

Segundo CEMADEN (2013) existem vários tipos de pluviômetros, alguns mais básicos do que os outros, mas sempre com os mesmos objetivos. Os principais são:

- Convencionais: mede e armazena a quantidade de precipitação, suas medições são feitas e registradas manualmente;
- Semiautomáticos: mede, armazena e as leituras feitas através de um painel digital;
- Automáticos: mede, armazena e transmite automaticamente informações sobre a precipitações.

No decorrer dos anos, diferentes modelos de pluviômetros automáticos vêm se aperfeiçoando, especialmente do modelo de balança (*Tipping Bucket Rain gauge – TBR*). Nesses equipamentos automáticos, a precipitação é aprisionada em um funil, sendo transportada para um mecanismo basculante. Ao aglomerar algum volume de água, o mecanismo oscila, basculando lateralmente, derramando a água acumulada e emitindo um pulso eletrônico no qual fica registrado no “*datalogger*” (BRAGA; FERNANDES, 2007).

4.2.1 Estações pluviométricas

Segundo Collischonn e Dornelles (2015), a principal forma de entrada de água em uma bacia hidrográfica é através da precipitação, ajudando no abastecimento de água, irrigação, controle de inundações e erosão do solo, entre outros. Logo, o monitoramento correto da precipitação com estações pluviométricas é de suma importância para a rede hidrometeorológica.

Estações pluviométricas (ou postos) são controladas por observadores em tempo parcial, que lêem as medidas de precipitação por dia (AYOADE, 2013). Segundo CAESB (2021), sua principal função é gerar informações úteis para o planejamento e gestão do uso dos recursos hídricos.

A ANA (2009) reconhece por estações pluviométricas ou “estação fora do curso d’ água ao elemento de controle, localizado em qualquer ponto de uma área, cuja finalidade é a coleta de dados não relativos diretamente aos cursos d’ água, como, por exemplo, dados referentes à pluviometria, evaporimetria, águas subterrâneas, dentre outros”.

No presente estudo, serão utilizados dados da Agência Nacional de Águas (ANA), que uso de estações pluviométricas automáticas, com o uso de pluviômetros de balança. A **Figura 5** mostra o esquema de pluviômetro de balança utilizado pela ANA.

Figura 5 – Exemplo de estações pluviométricas automáticas instaladas pela ANA



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2011).

4.2.2 Disponibilidade de dados

Segundo LCB/USP (2021) a disponibilidade dos dados das estações pluviométricas são encontradas em alguns sites entre eles estão : Agência Nacional de Águas (ANA), que trabalha com dados de vazões, cota e precipitação proveniente de estações meteorológicas de todo o Brasil; Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), onde encontra-se precipitação, temperatura e outros parâmetros meteorológicos de estações automáticas, analógicas e de radiossonda; *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) utiliza dados de satélites; Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), que dispõem de diversos formatos de dados de precipitação, entre outros parâmetros meteorológicos.

A Agência Nacional de Águas (ANA) tem como objetivo executar e organizar a gestão dividida dos recursos hídricos, promovendo seu uso sustentável em privilégio das atuais e futuras gerações. De autonomia administrativa e financeira, com vínculo ao Ministério do Desenvolvimento regional, cabe a ANA regularizar a execução, a preparação, comando e a verificação dos instrumentos de gestão criados pela Política Nacional de Recursos Hídricos (ANA, 2021).

A plataforma específica que será utilizada do site da ANA para adquirir os dados pluviométricos, será através do Portal HidroWeb, que representa a coleta convencional de dados hidrometeorológicos, ou seja, registros diários feitos pelos observadores e medições feitas em campo pelos técnicos em hidrologia e engenheiros hidrólogos (ANA, 2005).

4.3 Espacialização de dados pluviométricos

Mello e Silva (2009), Viola et al (2010), Silva et al (2011), Carvalho et al (2012), Gardiman Júnior et al. (2012), Cunha et al (2013), Franco e Uda (2015), enfatizam a importância do uso de interpoladores para espacializar os dados de precipitação, pois as informações coletadas são pontuais e, em última instância, não permitem a visualização das tendências de distribuição espacial dessas variáveis em áreas sem monitoramento estações. Destacam ainda que existem diversos métodos de interpolação, a maioria dos quais podem ser processados por ferramentas automáticas em softwares de geoprocessamento, dependendo das características físicas da área de estudo, da densidade de cobertura da estação de monitoramento e da qualidade dos dados coletados.

Volumosas quantidades de chuvas equivalentes acarretam repostas muito desiguais no escoamento dos rios, o que pode estar relacionado à sua distribuição irregular no espaço e no tempo (MARCUIZZO, 2017). Druck et al. (2004) indicaram que os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) proporcionam a espacialização de dados adquiridos pontualmente sobre a superfície terrestre, como a execução de análises espaciais de dados, e consiste em uma considerável ferramenta no campo das Geociências.

A espacialização de dados de precipitação pluviométrica é de imensa importância para inúmeras tarefas, visto que a variável chuva é uma razão que acarreta exatamente em diversos tipos de planejamento e estudos, tornando-se deste modo um componente a paisagem geográfica como ser definitivo para se decidir épocas de plantio ou de começo de obras. No entanto, há várias formas de se espacializar dados de estações pluviométricas, dentre elas a interpolação dos dados espaciais para fim de espacializá-los em definida área (MARCUIZZO; CARDOSO; MELLO, 2010).

Dados numéricos podem ser representados por modelos que conseguem espacializar determinadas áreas de pesquisa específica, seja uma estrutura urbana, país, mapas temáticos, bacias hidrográficas, etc. Portanto, a tecnologia de geoprocessamento é imprescindível, pois além de proporcionar a visualização espacial dos dados gerados pelo modelo ambiental, também fornece uma série de análises estatísticas geoespaciais para auxiliar em determinados estudos, como precipitação pluviométrica, temperatura, evaporação, entre outras (CÂMARA; MEDEIROS, 2001).

4.3.1 Interpolação espacial

De acordo com Jakob e Young (2006, p. 7),

os avanços computacionais e o aprimoramento nas técnicas de mapeamento que temos vivenciado têm nos permitido uma avaliação cada vez mais precisa da qualidade dos atributos mapeados, assim como detectar os erros a eles associados, causados ao se determinar o modelo de representação espacial a ser utilizado, por exemplo, nas interpolações de dados. Com isto, surgiu a necessidade de se implantar, nos atuais Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), formas mais sofisticadas de análise das informações espaciais, assim como a incorporação de procedimentos que permitam uma avaliação da confiabilidade e segurança dos resultados obtidos. No caso dos métodos de interpolação, a avaliação dos erros associados aos atributos mapeados seria um exemplo disto.

Para Miranda (2010), o conceito mais claro de interpolação implica no método de se definir valores desconhecidos, ou “não amostrados, de um atributo contínuo usando valores

conhecidos ou amostrados”. Esse procedimento é dividido em duas partes: a primeira parte indica “a definição de um relacionamento de vizinhança – saber quais são os vizinhos apropriados” e a segunda parte, “a definição de métodos que calcularão os valores desconhecidos. O balanço entre essas duas partes pode variar. A interpolação assume que o fenômeno sendo predito é aproximado de perto pela função matemática usada. Os valores desconhecidos são então calculados de acordo com essa função”.

Segundo Marcuzzo et al. (2010) “o uso de interpoladores para se espacializar os dados de chuvas no Brasil se faz extremamente necessário pelo fato de se haver uma enorme escassez de estações pluviométricas no país, deficiência cada vez mais notável conforme se distancia do litoral e dos grandes centros populacionais”, pois “diversos estudos sobre interpolação de dados vêm sendo feitos no país acompanhando o crescimento de estudos climáticos nas diversas regiões”

Variações espaciais das precipitações podem ser definidas em ambiente de geoprocessamento por execução de modelos de interpolação de dados das estações pluviométricas espacialmente repartidas sobre a área de estudo, possibilitando representar resultados para preenchimento de lacunas onde não se tem acompanhamento (BERTONI; TUCCI, p. 182, 2013)

A Interpolação é uma técnica na qual é usada para estimar o valor de atributos de localização não local, com base em pontos amostrados na mesma região ou área. Transforma dados de observações pontuais em campo contínuo, gerando modelos espaciais, no qual pode ser semelhante com outras entidades espaciais contínuas. A razão por trás da interpolação é que, em média, os valores dos atributos tendem a ser semelhantes (CÂMARA; MEDEIROS, 1998, p.8).

O Método de Ponderação do Inverso das Distâncias,

implementa explicitamente o pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes. Para predizer um valor para algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados à sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta (JAKOB; YOUNG, 2006).

Segundo Landim, (2000) o *IDW* é um dos métodos de interpolação mais utilizados, no qual “o peso dado durante a interpolação é tal que a influência de um ponto amostrado em relação a outro diminui conforme aumenta a distância ao nó da grade a ser estimado, pontos amostrados de localização próxima ao nó a ser estimado, recebem peso maior que os pontos amostrados de localização mais distante” (Equação 1).

$$Z^* = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}} \quad (1)$$

onde:

Z^* = valor interpolado para o nó do reticulado (grid);

Z_i = valor (resíduo) do ponto amostrado vizinho ao nó;

h_{ij} = distância entre o nó da grade e Z_i ;

β = expoente de ponderação (peso);

n = número de pontos amostrados utilizados para interpolar cada nó.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Neste item são abordados alguns aspectos metodológicos utilizados na realização desta pesquisa.

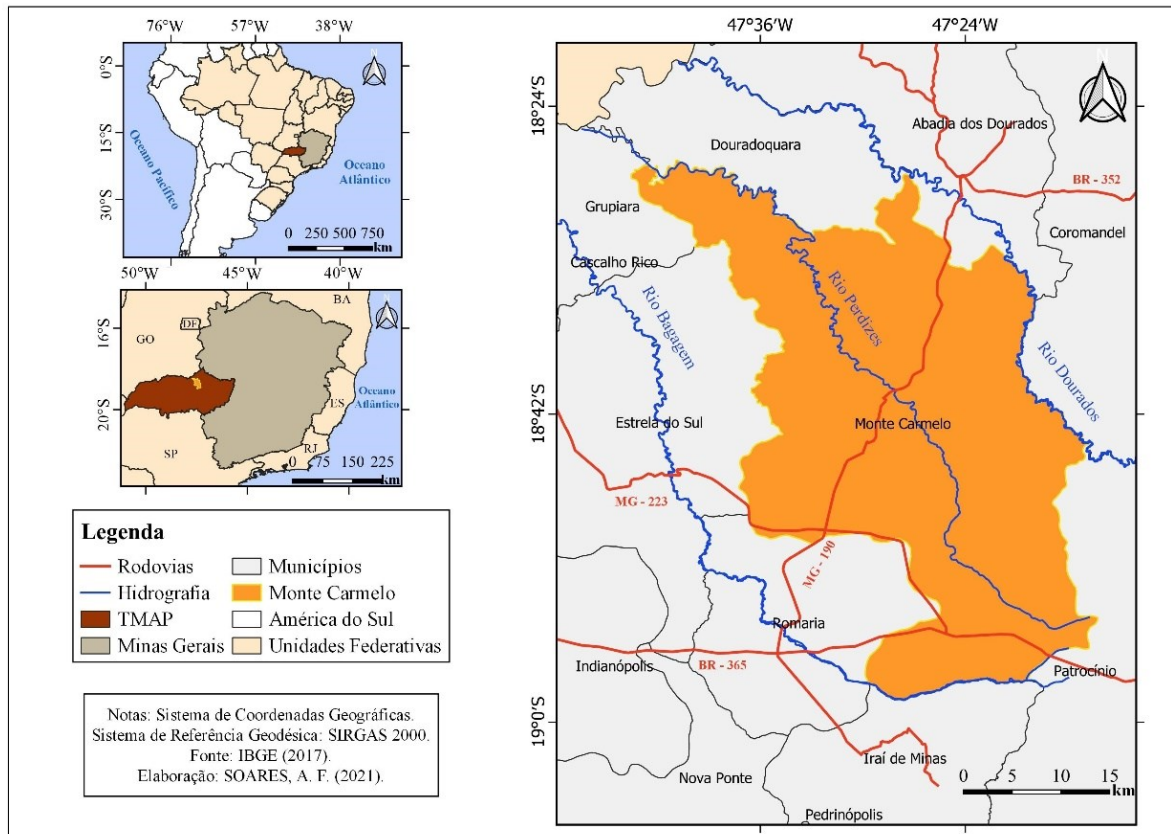
5.1 Localização e caracterização da área de estudo

Como já mencionado anteriormente, o município de Monte Carmelo se localiza no estado de Minas Gerais, na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP), Microrregião de Patrocínio. Sua sede se encontra na Latitude 18°43'29" S, Longitude 47°29'55" W, com altitude de 890 m. A área da unidade territorial de Monte Carmelo é de 1.343,035 km². Conta com uma população estimada, em 2021, de 48.049 habitantes, densidade demográfica de 34,08 hab/km², Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,728. Encontra-se no bioma Cerrado e possui como principal hidrografia o Rio Perdizes, com o clima predominante tropical (IBGE, 2021) e pode ser classificado Aw, que corresponde a invernos secos e verões chuvosos (KÖEPPEN, 1948).

Como também já comentado, a principal atividade econômica de Monte Carmelo é o café, além da produção de arroz, milho, mandioca, soja, tomate, trigo, entre outros. Também se destaca na pecuária, com a criação de bovinos, suínos e galináceos; no ramo industrial na fabricação de laticínios, com a produção de queijos de alta qualidade (MONTE CARMELO, 2021). O município tem um comércio bastante variado e era considerado a Capital da Telha, pois tinha um grande número de cerâmicas certificadas pela qualidade dos produtos, mas atualmente só algumas estão em funcionamento.

O município de Monte Carmelo faz divisa com os municípios de Abadia dos Dourados, Douradoquara, Coromandel, Estrela do Sul, Romaria, Irai de Minas, Patrocínio e Grupiara (**Figura 6**). As rodovias de acesso são MG-223 e MG-190 (MONTE CARMELO, 2021).

Figura 6 - Mapa de Localização de Monte Carmelo-MG



Elaboração: A autora (2021).

5.2 Material

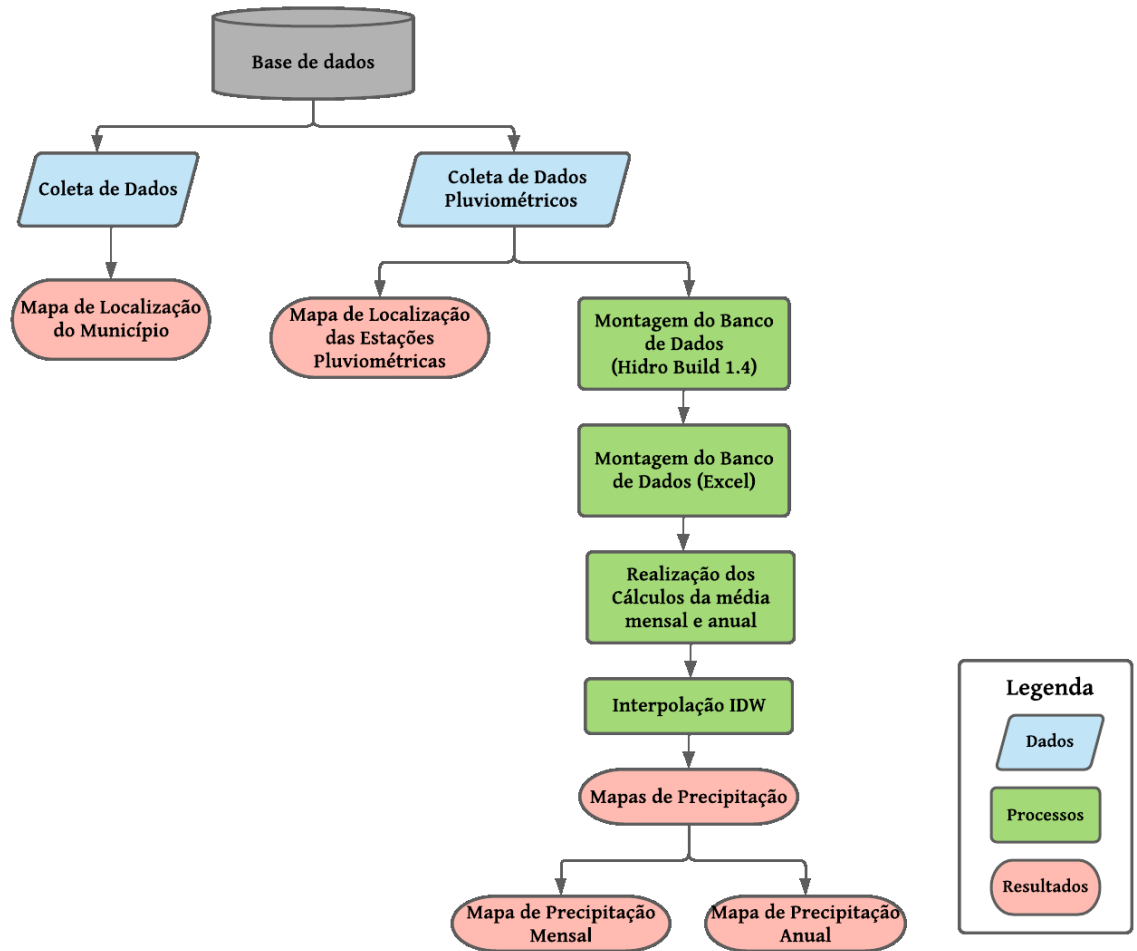
Para a realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Dados vetoriais (limite municipal, hidrografia, rodovias), obtidos a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE;
- Dados vetoriais (estações pluviométricas) da Agência Nacional de Águas (ANA);
- Dados Pluviométricos obtidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), através da plataforma *HidroWeb*. Como forma de complementar os dados faltosos relativos aos anos de 2017 e 2018, foi utilizado o *site* da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé LTDA (Cooxupé), por meio do ícone METEOROLOGIA, que leva ao Sismet Cooxupé;
- *Softwares: Hidro Build 1.4, Excel 2016 e Qgis Desktop 3.16.*

5.3 Métodos

A elaboração da pesquisa foi realizada de acordo com o fluxograma, apontando as etapas dos procedimentos da metodologia conforme a **Figura 7**.

Figura 7 - Fluxograma de execução dos procedimentos metodológicos



Elaboração: A autora (2022).

Os dados para a elaboração do mapa de localização foram obtidos a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Foi feito, inicialmente, o *download* dos vetores das unidades federativas, América do sul, municípios, hidrografia, rodovias.

O mapa de localização das estações pluviométricas foi gerado com base nos dados abertos, do *website* da ANA. Para a elaboração do shape correspondente às estações de estudo, utilizou-se o *software QGIS*. O procedimento realizado foi editar a tabela de atributos, selecionar as estações de interesse, exportar e salvar as feições selecionadas.

Para a elaboração dos mapas de precipitação foi realizada uma coleta de dados hidroclimáticos das estações pluviométricas da ANA. Os *downloads* foram realizados a partir das informações de chuvas que ocorreram entre o período de 2006 a 2020, relativo a uma série histórica de 15 anos, na qual foi preciso ser feito um complemento utilizando o *website* da COOXUPÉ, referente aos anos de 2017 e 2018, pois os anos citados não apresentaram nenhum dado coletado pela ANA.

A **Tabela 1** mostra as informações das estações pluviométricas estudadas e a **Figura 8** sua distribuição geográfica.

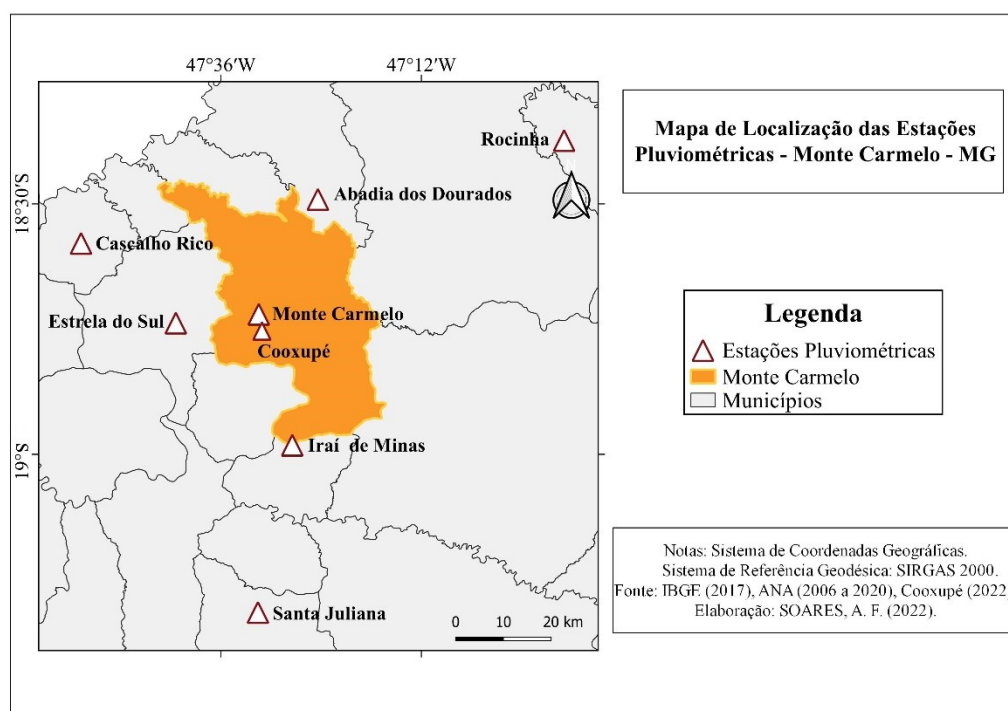
Tabela 1 – Estações pluviométricas estudadas

Código (ANA)	Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1847003	Abadia dos Dourados	- 18°29'28"	- 47°24'23"	784
1847007	Cascalho Rico	- 18°34'44"	- 47°52'45"	810
-	Cooxupé	- 18°45'14"	- 47°31'05"	909
1847001	Estrela do Sul	- 18°44'17"	- 47°41'24"	461
1847010	Iraí de Minas	- 18°58'55"	- 47°27'27"	946
1847000	Monte Carmelo	- 18°43'14"	- 47°31' 28"	880
1846019	Rocinha	- 18°22'25"	- 46°54'54"	898
1947001	Santa Juliana	- 19°18'57"	- 47°31'34"	950

Obs.: - não se aplica

Elaboração: A autora (2022).

Figura 8 - Mapa de Localização das Estações Pluviométricas da área estudada



Elaboração: A autora (2022).

Os dados pluviométricos coletados a partir das estações indicadas, na **Tabela 1 e Figura 8**, foram utilizados para a elaboração dos mapas de precipitação média mensal e anual, com o uso da ferramenta de interpolação de dados *IDW* (*Inverse Distance Weighting* - Inverso da Distância Ponderada), do *QGIS*.

A partir do *website* da ANA, através da plataforma *HIDROWEB/Séries Históricas*, fez-se *download* dos dados das estações pluviométricas, com o tipo de arquivo Access (MDB), que é um gerenciador de banco de dados da *Microsoft*, que contém várias tabelas. Feito isso utilizou-se o *software Hidro Build 1.4*, para abrir os arquivos MDB, por meio do menu ‘Sistema/Importar/Funções/Estatísticas/ChuvasDiárias/Consultar/Dados Brutos’. Desse modo abriu-se um gráfico com os dados Totais Mensais, pois o mesmo já utiliza os dados diários das chuvas e calcula automaticamente a média mensal chovida referente aos meses dos anos, disponibilizados por cada estação estudada.

Em seguida, com o auxílio da planilha eletrônica *EXCEL*, reorganizou-se esses dados obtidos do *software Hidro Build 1.4*, executando os cálculos dos valores da média mensal e anual, média dos 15 anos estudados, de cada estação pluviométrica, de acordo com o período estudado de 2006 a 2020, conforme **Tabelas 2 e 3**.

Tabela 2 - Média mensal das estações pluviométricas (2006-2020)

Estações Pluviométricas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Monte Carmelo	232,11	147,90	153,70	58,17	37,90	20,41	3,53	5,08	33,29	98,27	192,44	264,01
Cascalho Rico	254,56	178,80	195,05	65,44	33,76	13,08	5,92	4,07	28,92	97,85	168,90	276,47
Estrela do Sul	228,22	177,77	188,82	90,36	37,15	13,59	5,09	6,02	33,64	112,91	185,74	282,02
Iraí de Minas	240,75	185,00	187,08	85,76	34,48	16,54	7,66	6,01	42,25	129,48	205,86	207,88
Abadia dos Dourados	277,91	150,56	161,01	69,38	30,95	12,04	7,86	5,22	30,82	99,14	208,87	246,64
Rocinha	243,73	185,13	195,07	79,71	25,96	9,03	4,56	4,94	31,07	104,40	224,28	268,98
Santa Juliana	221,78	190,98	192,82	96,18	34,06	23,44	5,78	10,49	42,62	104,53	174,17	259,29

Elaboração: A autora (2022).

Tabela 3 - Média anual das estações pluviométricas (2006-2020)

Estações Pluviométricas	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Média 15 anos
Monte Carmelo	126,27	102,02	124,10	116,73	110,92	131,04	89,25	140,59	66,63	117,20	38,30	126,33	102,52	93,43	73,03	103,91
Cascalho Rico	135,23	87,75	132,98	98,10	103,51	150,93	102,90	112,65	85,65	112,93	110,00	89,63	100,03	102,23	103,18	110,33
Estrela do Sul	122,07	99,42	139,30	110,31	111,29	115,09	105,07	135,08	92,02	119,15	127,03	104,88	94,49	89,24	136,36	113,46
Iraí de Minas	128,63	92,03	97,95	125,50	92,32	155,35	102,53	130,74	81,12	115,17	133,39	88,28	117,18	111,25	106,13	112,48
Abadia dos Dourados	126,06	101,81	129,94	129,49	92,85	149,48	114,29	113,64	97,96	102,29	97,20	89,71	75,33	101,17	103,81	108,37
Rocinha	160,06	115,71	125,15	130,13	71,56	160,52	113,10	126,06	98,06	94,04	107,91	88,67	124,31	96,62	109,12	114,76
Santa Juliana	130,75	115,09	118,07	130,82	106,94	135,04	96,55	97,54	89,65	98,94	153,90	100,07	89,25	111,10	119,00	113,01

Elaboração: A autora (2022).

Posteriormente, utilizou-se o *shapefile* (vetor de pontos) inseridos através da tabela do *EXCEL*, para a inserção dos valores calculados das médias mensais e anuais pluviométricas, para cada estação, a fim de se fazer a interpolação de toda a área do município estudada. Os dados da planilha foram copiados para um bloco de notas, fez-se a substituição da tabulação com espaços por ponto e vírgula (lembrando que o separado decimal é uma virgula) e, posteriormente, o arquivo foi salvo na extensão *CSV*. A fim de adicionar essa camada de pontos, foi selecionado no Qgis, o menu ‘Painel/Camadas/Adicionar Camada/Adicionar Camada de Texto Delimitado’, após feito isso, com o objetivo que estes pontos fossem utilizados para interpolação, os mesmos foram selecionados, depois foi acessada a opção ‘Exportar/ Salvar Feições Selecionadas Como’, em formato *shapefile*.

Por fim, os mapas de precipitação, para toda a superfície da área de estudo, foram gerados utilizando-se os comandos da ‘Caixa de Ferramentas de Processamento’, por meio da ferramenta ‘Interpolar/IDW’. Foram geradas também as Isoietas (linhas de iguais precipitação), através da Ferramenta ‘Raster/Extrair/Contorno’.

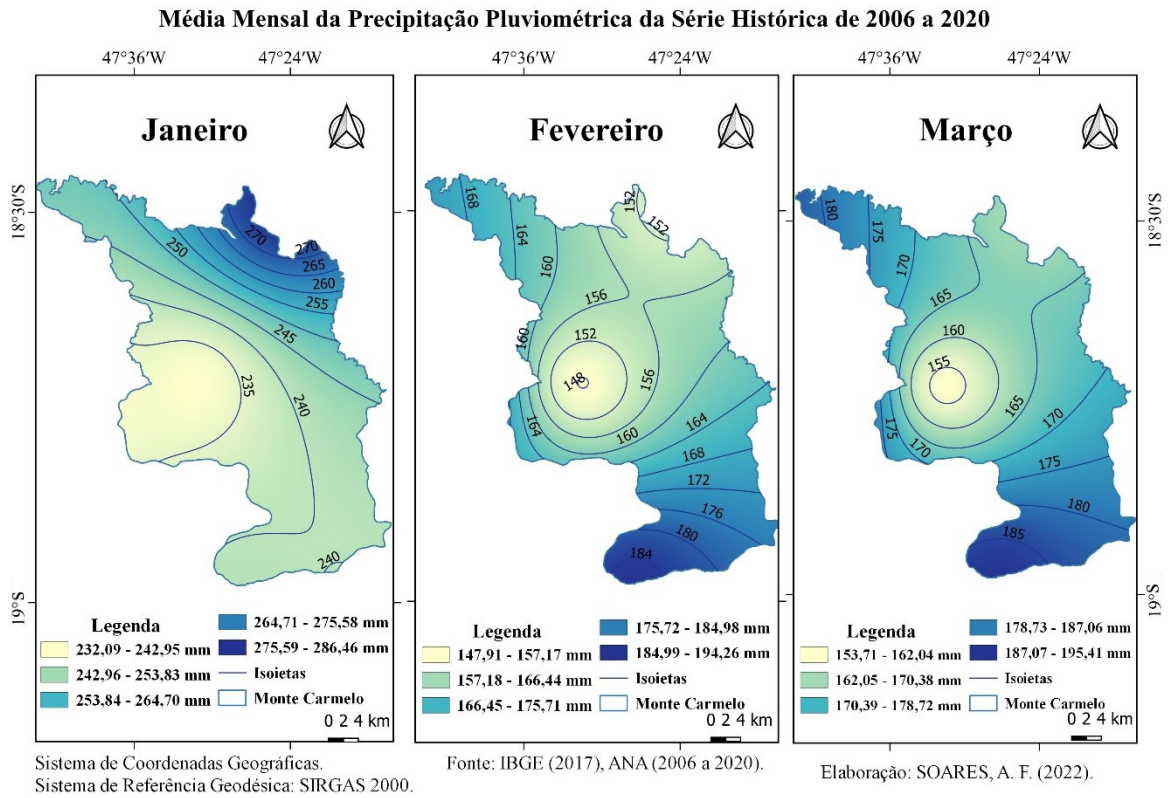
A partir dos dados calculados e mapeados efetuou-se a análise da distribuição espacial mensal e anual do volume de chuva de Monte Carmelo – MG.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a avaliação da distribuição espacial e temporal da precipitação, em Monte Carmelo-MG, foram elaborados os mapas temáticos para cada mês da série histórica de 2006 a 2020.

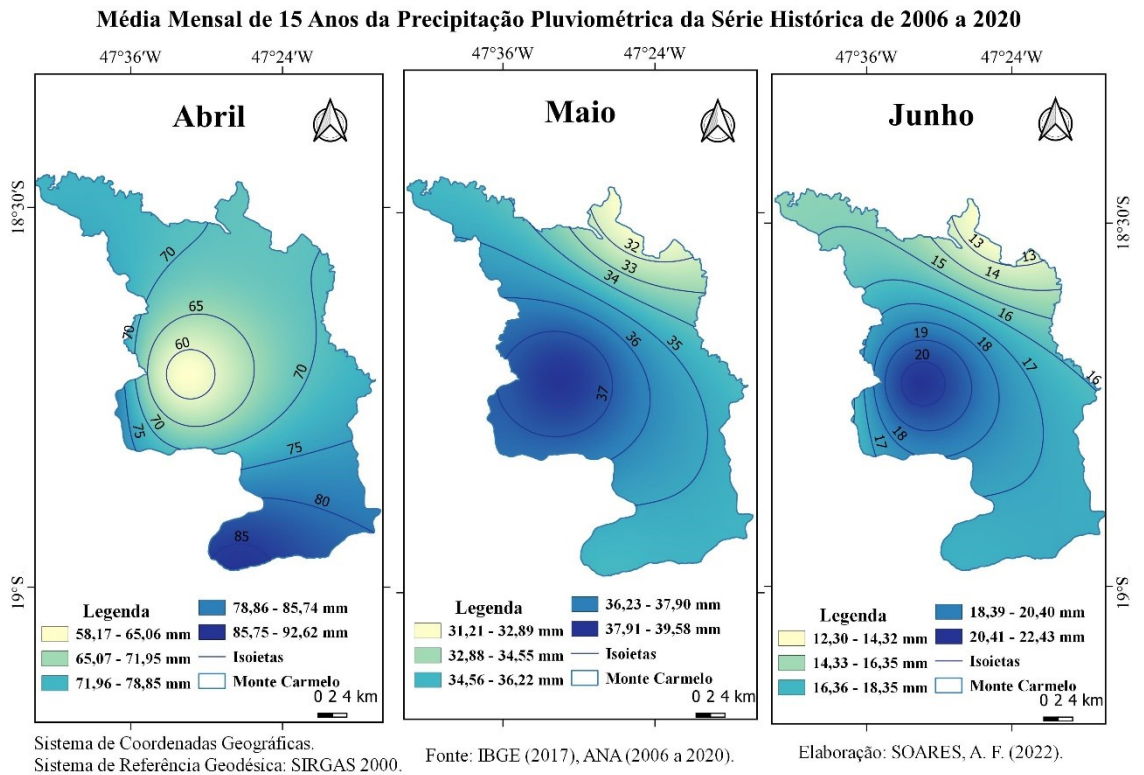
A **Figura 9**, **Figura 10**, **Figura 11** e **Figura 12** representam os mapas da média mensal da precipitação pluviométrica, de 15 anos, do município de Monte Carmelo – MG.

Figura 9 – Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de janeiro, fevereiro e março



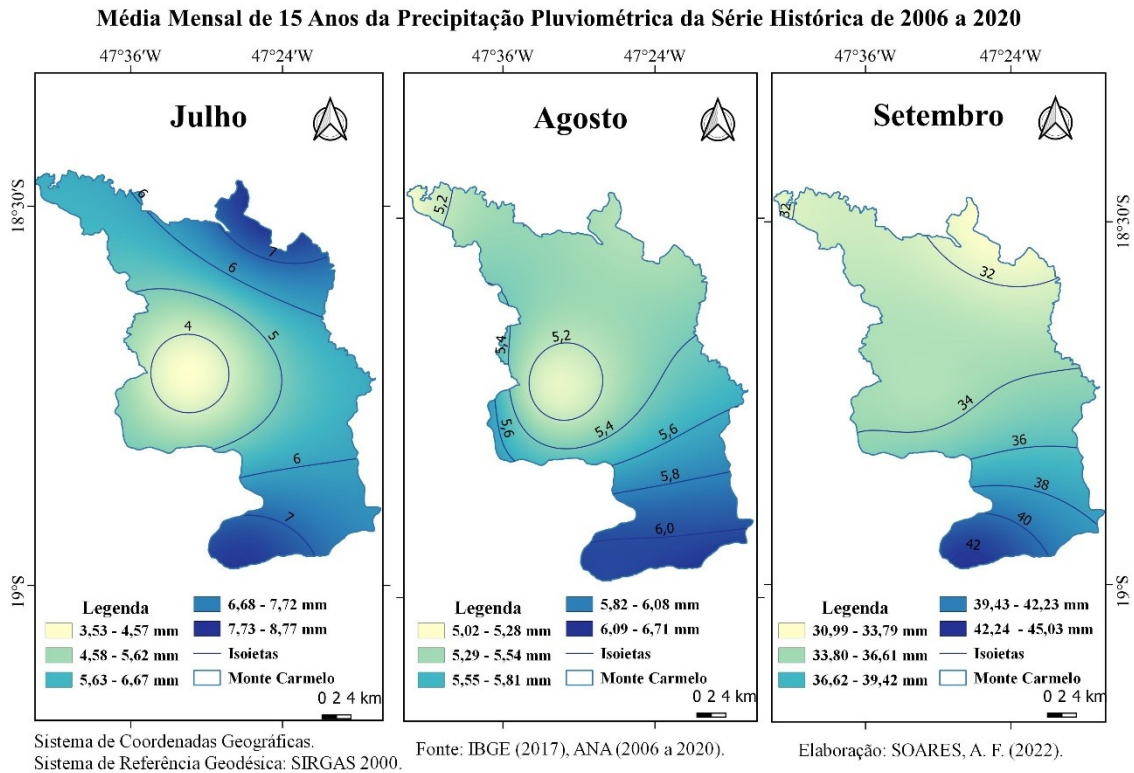
Elaboração: A autora (2022).

Figura 10 - Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de abril, maio e junho



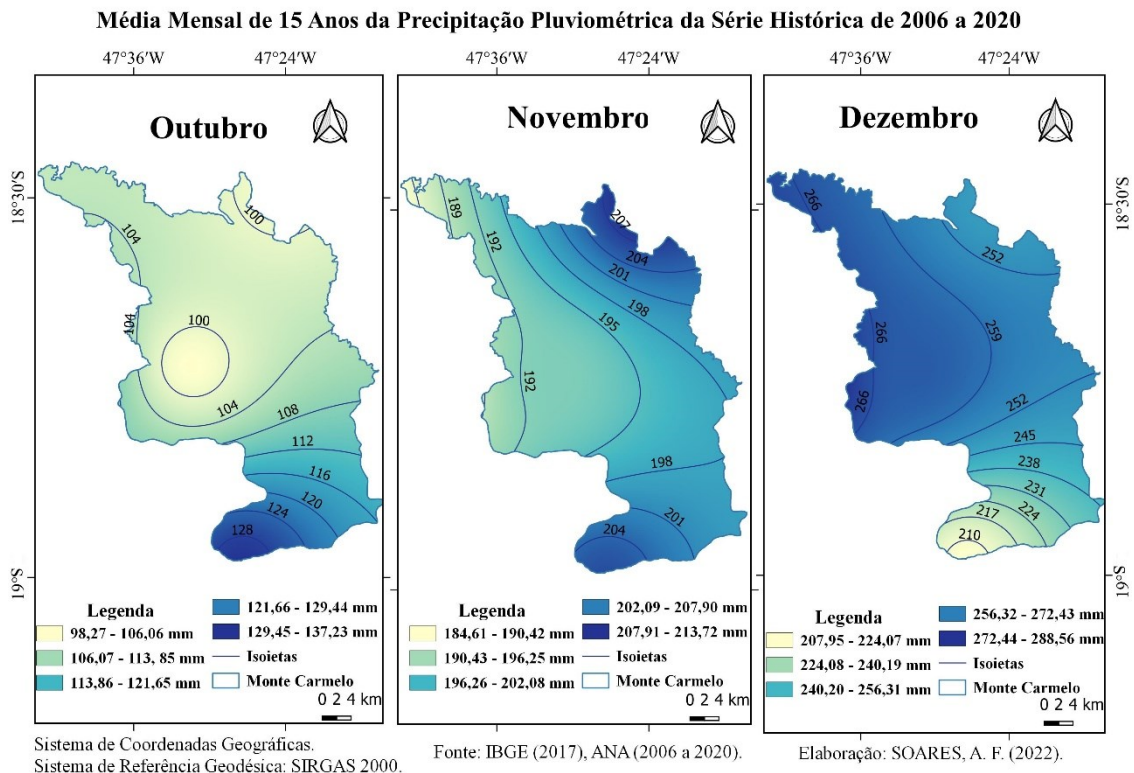
Elaboração: A autora (2022).

Figura 11 - Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de julho, agosto e setembro



Elaboração: A autora (2022).

Figura 12 - Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Mensal de outubro, novembro e dezembro



Elaboração: A autora (2022).

As **Figuras 9 a 12** mostram a espacialização da média mensal de 15 anos da precipitação pluviométrica da série histórica, do município de Monte Carmelo – MG. Conforme já destacado na caracterização da área de estudo, o clima predominante do município é o tropical, que tem característica de verões chuvosos e invernos secos.

De acordo com a espacialização dos dados analisados, pode-se observar que os meses com maior índice de precipitação média mensal, da série histórica estudada, foram os meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, com destaque para janeiro e dezembro. A maioria destes se refere ao período de verão chuvoso, com exceção de outubro, que é caracterizado como mês pertencente à estação de inverno seco.

As altas temperaturas e índices de pluviosidade, do período correspondente ao verão chuvoso, são influenciados pela Massa de Ar Tropical Atlântica, em sua maior intensidade, na região do município de Monte Carmelo. Conforme já apresentado anteriormente, no item de referencial teórico desta pesquisa, a influência das massas de ar atuantes e os movimentos do processo de convecção atmosférica formam diferentes tipos de precipitação frontais e convectivas, na região. Estas últimas, características de climas tropicais, são popularmente conhecidas como chuvas de verão, pois estão relacionadas a subida do ar quente e descida do ar frio, isso ocorre devido a variação de temperatura na superfície e camadas mais próximas a atmosfera (CARVALHO; SILVA, 2006). As chuvas orográficas não são comuns na região devido a configuração do relevo, elas ocorrem com mais frequência em regiões com relevo mais montanhoso.

Nos meses de janeiro, fevereiro, março e outubro, alguns dos meses mais chuvosos, pode ser observada uma concentração mínima de chuva na parte oeste, com tendência de precipitação concentrada quase ao centro do município, próximo à área urbana.

Os meses de menor precipitação foram abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, com destaque para julho e agosto. Estes, também em sua maioria, se encontram no período de inverno seco, exceto abril que é categorizado como verão chuvoso. Abril apresentou média da série histórica indicando valores com mais baixa precipitação em relação aos outros meses do período de verão chuvoso.

Em janeiro o menor índice da média da série histórica de chuva foi de 232,09 mm (porção oeste do município) e os maiores índices chegando a 286,46 mm, na porção nordeste.

Fevereiro apresentou valores mínimos de 147,91 mm (oeste) e máximos chegando a 194,26 mm, na porção sul.

Março apresentou menor índice de 153,71 mm (oeste) e maiores valores atingindo 195,41 mm, na porção sul do município.

O mês de abril seguiu a tendência de padrão de distribuição pluviométrica do mês de março, porém com baixa precipitação, com valores partindo de 58,17 mm, na região oeste ao centro do município e mais altos índices chegando a 92,62 mm, na porção sul.

Em maio já ocorreu uma mudança do padrão de distribuição pluviométrica, indicando valores menores da média de chuva a partir de 31,21 mm, na porção nordeste, e maiores valores, chegando a 39,58 mm, na porção oeste do município. A média mensal da série histórica para o mês de junho apresentou índices mínimos de 12,30 mm (nordeste) e máximos de 22,43 mm (oeste).

O mês de julho (normalmente considerado o mês mais seco do clima tropical Aw) demonstrou baixo nível de chuva com valores mínimos de 3,53 mm (oeste) e máximas de 8,77 mm, nas porções sul e nordeste.

Períodos com baixos índices de precipitação, geram problemas em relação ao consumo de água no município. É nesse período que deve haver a maior conscientização e o conhecimento da população sobre o uso da água. O mau uso e desperdício direcionam os órgãos governamentais a adotar medidas de racionamento, o que pode gerar desconforto e estresse para a população. Os produtores rurais também ficam prejudicados, pois sem a chuva as atividades no campo ficam comprometidas.

Em agosto já foi possível ser verificada uma melhoria nos índices da série histórica. Houve um pequeno aumento da média precipitada em relação ao mês anterior, com valores mínimos de 5,02 mm (oeste) e máximos de 6,71 mm (sul).

Em setembro (com melhores índices pluviométricos) observou-se um mais expressivo aumento da média da série histórica de precipitação (em relação aos últimos meses) variando de 30,99 mm (nordeste) a 45,03 mm (sul).

Outubro, por sua vez, apresentou a média da série histórica com mínima 98,27 mm (oeste) e máxima 129,45 mm, ao sul da área de estudo.

No mês de novembro (início do período mais chuvoso) a precipitação de menor índice variou de 184,61 mm (porção noroeste do município) chegando a aproximadamente 213 mm nas porções nordeste e sul.

Por fim, a média pluviométrica da série histórica de dezembro teve índices variando de 207,95 mm, na parte mais ao sul do município e valores entre 272,44 mm e 288,56 mm, no noroeste e oeste do município.

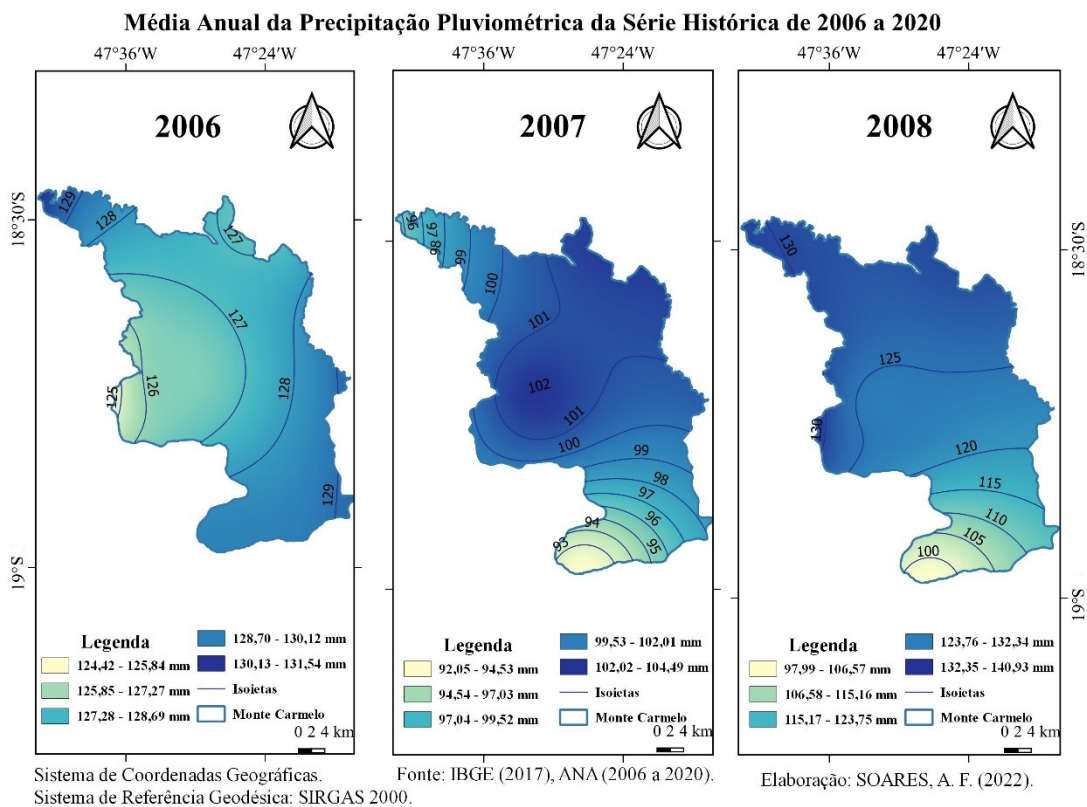
Grandes concentrações de precipitações acabam acarretando sérios problemas para o município, por exemplo, gerando alagamentos, visto que a cidade não tem infraestrutura adequada para comportar altos índices de chuva. Estes eventos geram grandes concentrações

de enxurrada, entupimento de bueiros, dado que a água não tem para onde infiltrar, devido a impermeabilidade do solo, e escoam em maior intensidade e velocidade destruindo casas, lojas, prejudicando, muitas vezes, o comércio local. Longos períodos de chuva, também podem atrapalhar o plantio/colheita dos produtores rurais na região e em seu entorno.

Em linhas gerais, foi possível identificar o mês de janeiro com maior índice da média de chuva, dentro da série histórica estudada de 15 anos, com variação de 232,09 mm a 286,46 mm e julho com os menores valores, variando de 3,53mm até 8,77 mm.

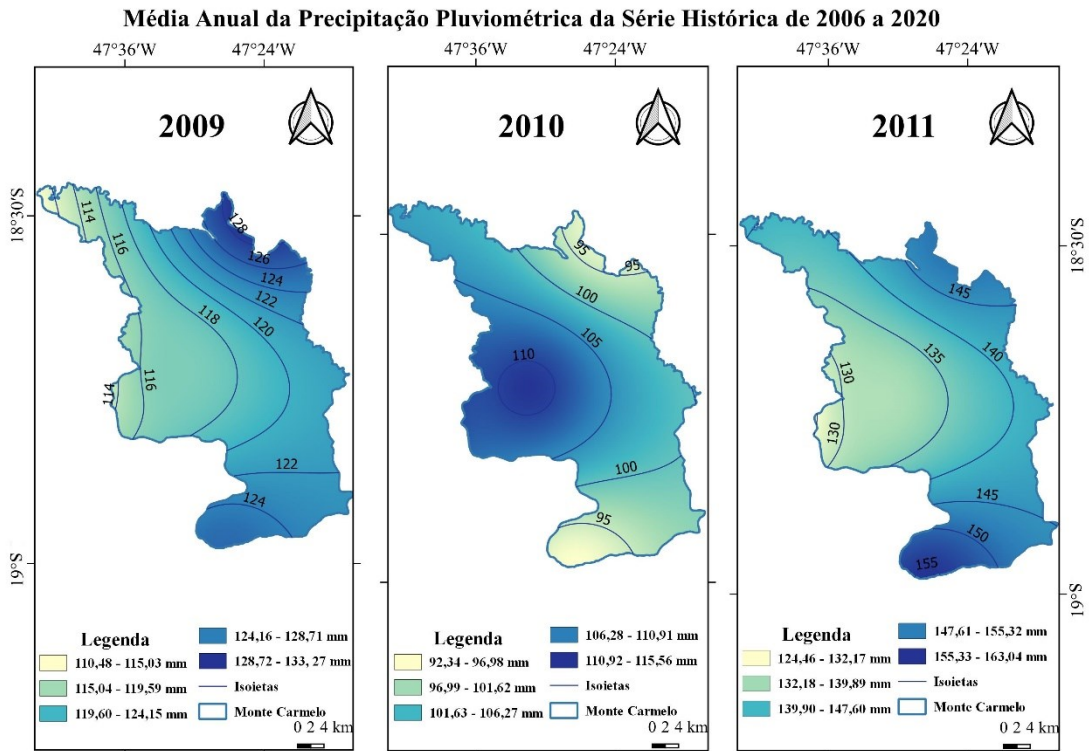
Na sequência do mapeamento e avaliação da distribuição média da chuva, em Monte Carmelo, uma outra abordagem é demonstrada pelas **Figuras 13 a 17**, que mostram a média anual da precipitação para a série histórica de 2006 a 2020.

Figura 13 - Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2006, 2007 e 2008



Elaboração: A autora (2022).

Figura 14 - Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2009, 2010 e 2011



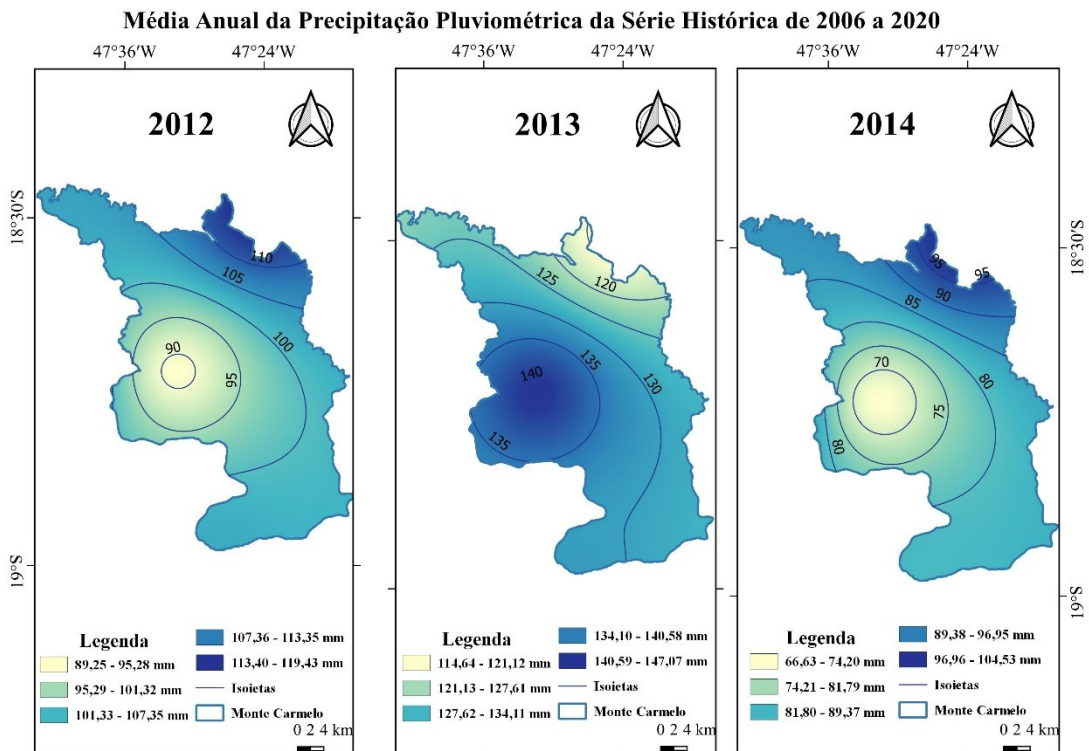
Sistema de Coordenadas Geográficas.
Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE (2017), ANA (2006 a 2020).

Elaboração: SOARES, A. F. (2022).

Elaboração: A autora (2022).

Figura 15- Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2012, 2013 e 2014



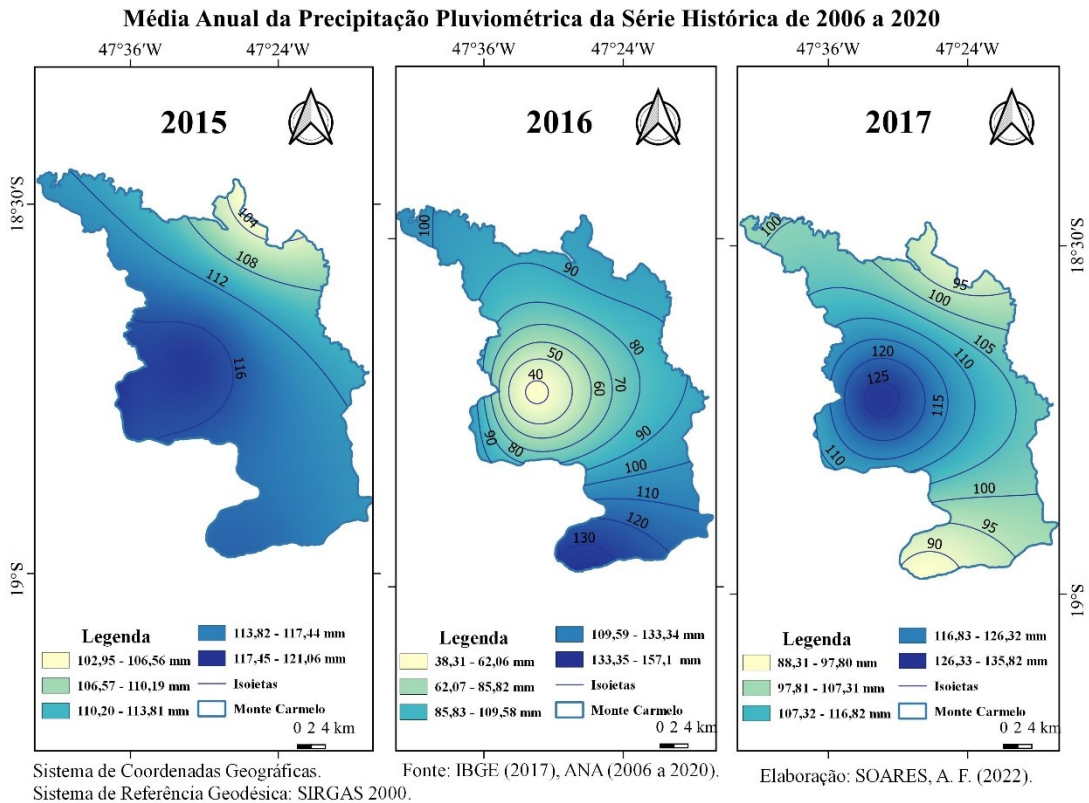
Sistema de Coordenadas Geográficas.
Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE (2017), ANA (2006 a 2020).

Elaboração: SOARES, A. F. (2022).

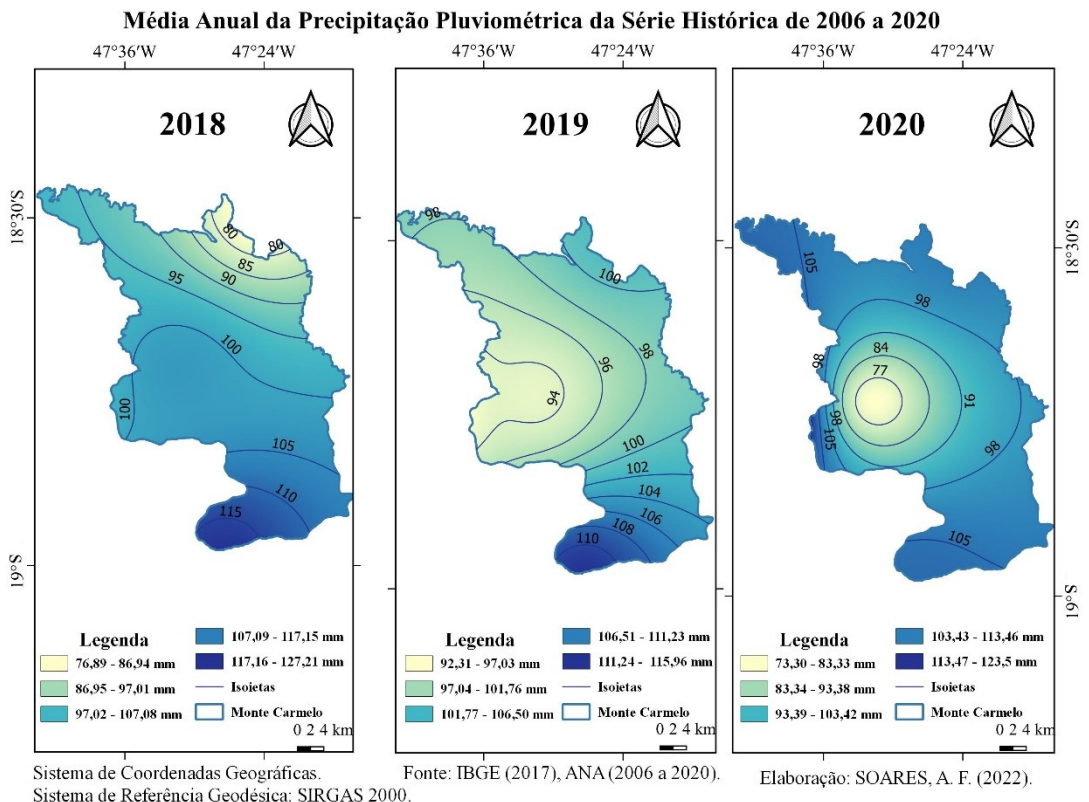
Elaboração: A autora (2022).

Figura 16- Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2015, 2016 e 2017



Elaboração: A autora (2022).

Figura 17- Mapas da Precipitação Pluviométrica Média Anual de 2018, 2019 e 2020



Elaboração: A autora (2022).

A partir destes mapeamentos realizados, pode ser notado qual o ano da série temporal de 15 anos, com maior e menor volume de precipitação pluviométrica do Município de Monte Carmelo- MG. Foi verificado que o ano de 2011 teve os maiores índices calculados, variando de 124,46 mm a 163,04 mm. O ano de 2016 demonstrou o menor índice observado, da média de chuva, iniciando em 38,31 mm a 157,01 mm.

Pode ser observado nos mapas que, o ano inicial da série histórica (2006) apresentou o índice médio anual de precipitação com variação de 124,42 mm a 131,54 mm, calculados. Em 2007 houve uma redução do volume da média de chuvas (92,05 mm a 104,49 mm), que voltou a subir em 2008, chegando a 140,93 mm, na área de estudo.

Em 2009 os menores índices continuaram aumentando (partindo de 110,48 mm), porém o maior índice atingido foi de 133,27 mm (menor que o ano anterior). Em 2010, nova redução dos valores obtidos, variando de 92,34 mm a 115,56 mm. O ano de 2011, como já informado, foi o ano com melhor média pluviométrica, variando de 124,46 mm a 163,04 mm de chuva.

Em 2012 nova redução (89,25 mm a 119,43 mm) e, em 2013, novo aumento (114,64 mm a 147,07 mm) dos índices calculados.

Em, 2014 ocorreu a redução mais significativa do volume de chuva para Monte Carmelo, com valores de 66,63 mm e 104, 53 mm. Neste ano, conforme apresentado na justificativa da pesquisa, os reservatórios funcionaram abaixo da média e infelizmente o leito do rio pedizes chegou a secar. Este evento gerou conscientização na população, pois o diretor do DMAE na época ficou preocupado com o desperdício e o desabastecimento das residências, orientando a população (G1-TRIÂNGULO MINEIRO, 2014).

Em 2015, a média de chuvas voltou a subir, demonstrando os valores de 102,95 mm a 121,06 mm. Em 2016, nova redução apontando o menor índice calculado (apenas 38,31 mm), porém com os dados chegando a 157,10 mm de média pluviométrica.

Em 2006/07 e 2009/10 houve eventos moderados de El niño e, em 2015/16, houve um forte evento, resultando em um aumento das temperaturas médias da Região Sudeste e, influenciando o regime de chuvas da região. Em sentido oposto, em 2007/08, 2010/11 e 2017/18 houve moderados eventos de La niña, porém sem relevante influência nas temperaturas médias e regime de chuvas da Região Sudeste (INPE, 2022).

Em 2017, foi verificado novo aumento do menor índice (88,31 mm) e redução do maior índice calculado (135,82 mm) em relação ao ano anterior.

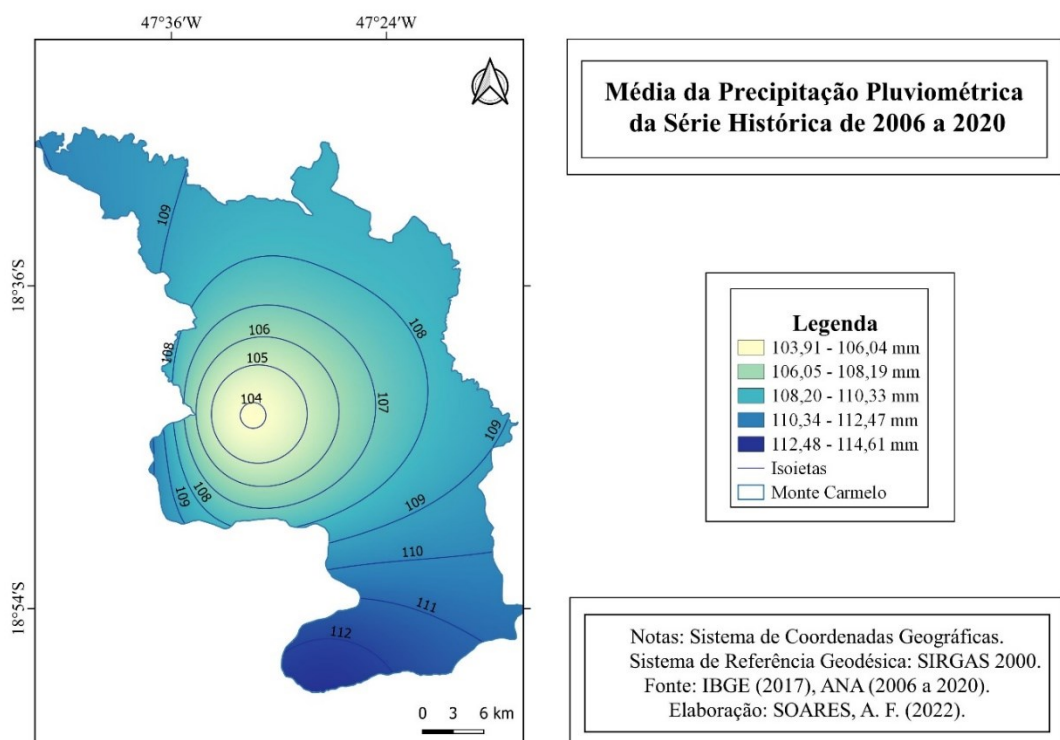
Para 2018 os índices variaram de 76,89 mm a 127,21 mm, em 2019, de 92,31 mm a 115,96 mm e, por fim, em 2020, variaram de 73,30 mm a 123,50 mm de média pluviométrica para a área estudada.

A variação dos níveis de chuva pode ser ocasionada devido as condições climáticas que vem ocorrendo no mundo como a concentração dos gases do efeito estufa, atividades antrópicas, como o agronegócio na região de estudo, pois acaba ocorrendo desmatamento, conseqüentemente degradando a fauna e flora, acelerando as mudanças climáticas de curto prazo. Pode-se perceber a tendência de diminuição de chuva depois dos anos 2013 e 2015, quanto maior a interferência antrópica ao longo do tempo, mais quente/úmido/abafado o ambiente e quando ocorre as precipitações, as mesmas podem estar associadas a ventos muito fortes e um elevado nível, causando estragos por onde passa.

Nos anos 2012, 2014, 2016, 2019 e 2020, foi possível verificar nos mapas que os índices de menor precipitação ocorreram próximos a malha urbana (oeste), com variação ao sul e nordeste. Em contrapartida, nos anos de 2007, 2008, 2013, 2015 e 2017, foram os anos que mais ocorreram precipitação próximos a malha urbana (oeste), com ocorrência de mudanças também na região sul e nordeste, com isso prejudicando e castigando a população com grandes volumes de chuva, gerando enxurradas, alagamentos, devido também a falta de infraestrutura urbana que, muitas vezes, o município deixa a desejar.

Por fim, o último mapa da **Figura 18**, mostra a média da precipitação pluviométrica da série histórica de 15 anos completos.

Figura 18 – Mapa Precipitação Pluviométrica Média da Série Histórica (15 anos)

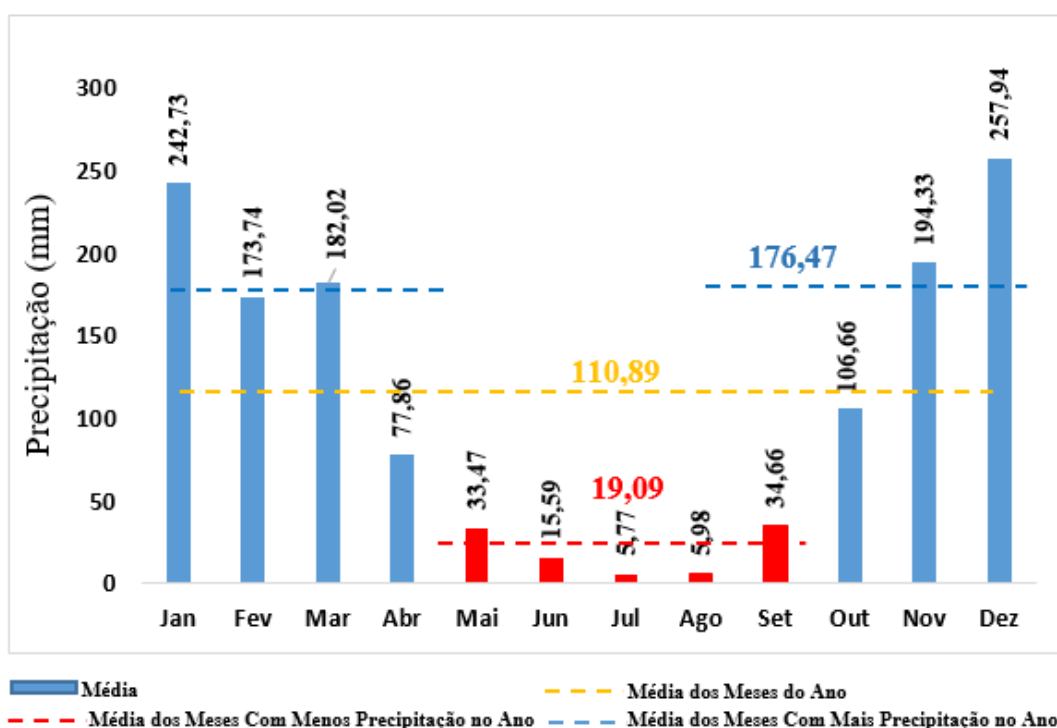


Elaboração: A autora (2022).

Pode-se observar na **Figura 18**, que a média de durante esses 15 anos a precipitação teve uma variação de 103,91 mm a 114,61 mm de chuva no município estudado. Os valores mínimos ocorreram próximo a malha urbana (oeste) e a máximos, na porção sul do município. De forma geral, no período estudado, a precipitação tendeu a diminuir com os anos passados, isso deve ter ocorrido por inúmeros variáveis como humana ou só mesmo o fator climático, que cada dia vem se modificando.

A **Figura 19** representa o hietograma, que permite visualizar os valores médios da precipitação pluviométrica, da série de 15 anos estudada.

Figura 19- Hietograma Precipitação Pluviométrica Média da Série Histórica (15 anos)



Elaboração: A autora (2022).

Foi possível observar que a média do período chuvoso (com o acréscimo do mês de outubro, junto aos meses com mais precipitação) ficou em 176,47 mm (variando entre 77,86 mm para o mês de abril a 257,94 mm para o mês de dezembro. Para os meses mais secos (exceto o mês de outubro) verificou-se a média de 19,09 mm de precipitação, caracterizando tipicamente o clima do município Aw, com verões chuvosos e invernos secos.

7 CONCLUSÃO

Com a realização do estudo da distribuição espacial da média mensal e anual do volume da precipitação pluviométrica no município de Monte Carmelo-MG, foi possível observar o padrão de distribuição das chuvas, quais os meses/anos mais e menos chuvosos, que são informações de fundamental relevância para medidas de qualidade ambiental, gerenciamento dos recursos hídricos, conservação do meio ambiente e agronegócio ao redor da área de estudo.

Com base nas informações pluviométricas das estações utilizadas neste estudo, obteve-se os dados e mapas e verificou-se quais foram os meses mais chuvosos, considerando a série histórica de 2006 a 2020, sendo eles: janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, com destaque para janeiro (232,09 mm a 286,46 mm) e dezembro (207,95 mm a 288,56 mm). Os meses de menor precipitação foram abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, com destaque para julho (3,53 mm a 8,77 mm) e agosto (5,02 mm a 6,71 mm).

A partir dos mapeamentos da média anual da precipitação para a série histórica de 2006 a 2020, pode ser notado qual o ano da série temporal de 15 anos, com maior e menor volume de precipitação pluviométrica do Município de Monte Carmelo- MG. Foi verificado que o ano de 2011 teve os maiores índices calculados, variando de 124,46 mm a 163,04 mm. O ano de 2016, apontou o menor índice calculado (apenas 38,31 mm), porém com os dados chegando a 157,10 mm de média pluviométrica.

Foi possível observar também uma média total dos 15 anos que apresentou o volume de precipitação variando de 103,91mm a 114,61 mm, no município estudado.

Com estas informações e resultados pode-se tentar conscientizar a população quanto ao uso de água, especialmente, nos meses em que o racionamento de chuva se mostrou mais intenso como abril, maio, junho, julho, agosto e setembro para que não falte água para a população da cidade. Assim como as informações geradas podem auxiliar os produtores rurais quanto a distribuição e espacialização dos dados pluviométricos da área estudada, de forma a organizarem seus calendários agrícolas.

O estudo permite ainda, auxiliar o planejamento do poder público municipal para que os gestores possam melhor definir medidas direcionadas às condições de escassez ou excesso de chuva, como forma de estratégia ou plano de emergência e contingência dos recursos hídricos municipais.

Mudanças climáticas sempre vêm ocorrendo e o homem tem muito a ver com isso, causando desmatamento, promovendo o crescimento desorganizado de cidades, efeito estufa, entre outros fatores. Nesse contexto de transformações, não se pode controlar o clima, mas é preciso realizar ações que produzam menos impactos negativos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ANA. **Agência Nacional de Águas**. 2021. Disponível em: <https://dados.gov.br/organization/about/agencia-nacional-de-aguas-ana>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- ANA. **Dados Abertos**. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/8014bf6e92144a9b871bb4136390f732_0/explore?location=-14.553600%2C-53.040550%2C4.41. Acesso em: 5 fev. 2022.
- ANA. **Inventário das estações pluviométricas**. Agência Nacional de Águas. 2 ed. Brasília: ANA; SGH, 2009. Disponível: <https://arquivos.ana.gov.br/inf hidrologicas/InventariodasEstacoesPluviometricas.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- ANA. **Orientações para elaboração do relatório de instalação de estações hidrométricas / Agência Nacional de Águas; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica**. - - Brasília: ANA, SGH, 2011. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/inf hidrologicas/cadastro/OrientacoesparaElaboracaodoRelat%C3%B3riodeInstalacaodeEstacoesHidrometricas-VersaoDez11.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- ANA. **Ciclo Hidrológico e Águas Subterrâneas**. 2014. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2014/CicloHidrologicoeAguasSubterraneas2014.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofolletti. 17 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 350p.
- BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: Tucci, C. E. M.. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4 ed. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2013. Cap. 5.
- BRAGA, S. M.; FERNANDES, C. V. S. Performance de sensores de precipitação do tipo 'tippingbucket' (báscula): um alerta para a ocorrência de erros. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 12, n. 1, p. 197-204, 2007. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/hevila/RBRHRevistabrasileiraderecursoshidricos/2007/vol12/no1/17.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- CAESB. **Companhia de Água e Esgotos de Brasília**. Disponível em: <https://atlas.caesb.df.gov.br/hidrometeorologia/>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- CÂMARA, J.C.; MEDEIROS, J.S. Geoprocessamento para projetos ambientais. 2ed. rev. e amp. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/. Acesso em: 20 ago. 2021.
- CÂMARA, G., MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. (Ed.). **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. ver. ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI, Embrapa-CPAC, 1998. Disponível em:

m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.20.56/doc/INPE%207106.pdf. 20 ago. 2021.

CARVALHO, A. C. A. CARACTERIZAÇÃO DA REDE PLUVIOMÉTRICA DO ESTADO DE SERGIPE E APLICAÇÃO DAS REDES NEURAIAS PARA

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **CAPÍTULO 4. PRECIPITAÇÃO**. 2006. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap4-PPT.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2021.

CARVALHO, J.R.P. de; ASSAD, E.D.; PINTO, H.S. Interpoladores geoestatísticos na análise da distribuição espacial da precipitação anual e de sua relação com altitude. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.47, p.1235-1242, 2012 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/4GyVqccbBychqwrjM6mjtbj/?lang=pt&format=pdf>. Acesso: 22 ago.2021.

CEMADEN. **Pluviômetros**. 2013. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/o-que-sao-pluviometros/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

CHEVALLIER, P. Aquisição e processamento de dados. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed., Porto Alegre. Rio Grande do Sul (RS). Editora Universidade. 2013.

CHIERICE, R. A. F. **VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOGI GUAÇU**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2013. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102946/chierice_raf_dr_rela.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 01 set. 2021.

COLLISCHONN, B. **Uso de Precipitação Estimada por Satélite em um Modelo Hidrológico Distribuído**. 2006. 193f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. 2006. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7684/000553512.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 10 ago. 2021.

COLLISCHANN, W. DORNELLES, F. **Hidrologia para Engenharia e Ciência Ambientais**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2015. Disponível em: <https://livros.abrh.org.br/heca/?CHAVE=D38A3D6A59#p=3>. Acesso em: 07 ago. 2021.

COOXUPÉ. **Sistmet Cooxupé**. Disponível em: <https://sismet.cooxupe.com.br:9000/>. Acesso em: 19 fev. 2022.

COOXUPÉ. **Meteorologia**. Disponível em: <https://www.cooxupe.com.br/>. Acesso em: 19 fev. 2022.

CUNHA, A. de M. et al. Espacialização da precipitação pluvial por meio de krigagem e cokrigagem. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília-DF, v.48, n.09, p. 1179-1191, set.

2013. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/Br8tydpQHnGY9SQ55jpdPgK/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 ago. 2021.

DMAE. **NOTÍCIAS**: água - usando bem, não vai faltar. Disponível em:

<https://www.dmae.montecarmelo.mg.gov.br/noticia/5/agua-usando-bem,-nao-vai-faltar.html>. Acesso em: 03 set. 2021.

DERECZYNSKI, C. P. OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, C. O. CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, 24-38, 2009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/CFKyTRdyn3NHXFG3hQ9DsvR/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 31 ago. 2021.

DIAS, C. C. **AVALIAÇÃO GEOAMBIENTAL DA REGIÃO DO MÉDIO RIO**

GRANDE. 2021. 395 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de São Paulo, 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-04082014-102216/publico/DissertDiasCamilaCerdeiraVol1Corrigcompressed.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds) **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004. (ISBN: 85-7383-260-6)

Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>. Acesso em: 24 ago. 2021.

EMÍDIO, Z. P. de O. **IMPACTO DO BALANÇO HÍDRICO EM DIFERENTES TIPOS DE SOLOS: COMPARAÇÃO ENTRE DADOS DE RADAR-PLUVIÔMETRO E ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA CHUVA MÉDIA EM ÁREA AGRÍCOLA**. Tese (Doutorado em em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2008. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102913/emidio_zpo_dr_rela.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y. Acesso em: 01 set. 2021.

FRANCO, A. C. L.; UDA, P. K. Comparação de métodos de espacialização da precipitação na bacia do Alto Rio Negro. Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 17, 25 a 29 de abril de 2015, João Pessoa-PB.

Anais... João Pessoa-PB:INPE, 2015. p. 3052-3058. Disponível em:

<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0607.pdf>. Acesso em: 22 ago.2021.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ. G. A. **Hidrologia**. 2. ed. atual. – São Paulo: Blucher, 1988.

GARDIMAN JUNIOR, B. S. et al. Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES). **Revista Ambiência**, Guarapuava-PR, v. 8, n.1 p. 61- 71, 2012. Disponível em:

<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/1401/1736>. Acesso: 22 ago. 2021.

G1 - TRIÂNGULO MINEIRO **Leito do Rio Perdizes seca e gera mobilização em Monte Carmelo, MG**. 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo->

mineiro/noticia/2014/10/leito-do-rio-perdizes-seca-e-gera-mobilizacao-em-monte-carmelo-mg.html. Acesso em: 19 mar. 2022.

G1 – TRIÂNGULO MINEIRO. **Reservatórios que abastecem Monte Carmelo registram nível baixo**: nível da água dos reservatórios está quase na metade do normal. dmae e moradores adotam medidas para evitar desabastecimento. Disponível em: <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2014/10/reservatorios-que-abastecem-monte-carmelo-registram-nivel-baixo.html>. Acesso em: 05 set. 2021.

HIDROWEB. **Consultar Arquivos Disponíveis para Download**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HIDROWEB. **Séries Históricas de Estações**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 9 fev. 2022.

IBGE. **MAPA**. 2017. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa220344>. Acesso em: 22 set. 2021.

IBGE. **Monte Carmelo**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/monte-carmelo/panorama>. Acesso em: 23 set. 2021.

IBGE. **Malha Municipal**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 22 set. 2021.

IBGE. **Organização do território**. 2021. Disponível em: https://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/localidades/Shapefile_SHP/. Acesso em: 22 set. 2021.

INPE. **CONDIÇÕES ATUAIS DO ENOS: LA NIÑA**. 2022. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/#>. Acesso em: 19 mar. 2022.

JAKOB, A, A, E; YOUNG, A, F. **O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas**. 2006. Disponível em: <http://www.nepo.unicamp.br/vulnerabilidade/admin/uploads/producoes/M%C3%A9todosInterpola%C3%A7%C3%A3o.PDF>. Acesso em: 22 ago. 2021.

KARMANN, L. Ciclo da água, Água subterrânea e sua ação geológica. In: Teixeira, W. et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000, pg113. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/n5c1xx>. Acesso em: 25 jul. 2021.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948, 478p. Disponível em: https://issuu.com/lucaspestana/docs/koepfen_climatologia. Acesso em: 15 mar. 2022.

LANDIM, P. M. B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 02, 20 pp. 2000. Disponível em: <https://docplayer.com.br/115230-Introducao-aos-metodos-de-estimacao-espacial-para-confeccao-de-mapas.html>. Acesso em: 08 out. 2021.

LCB/USP. **FONTES E OBTENÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS E HIDROLÓGICOS**: Principais fontes de dados utilizadas pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Climatologia e Biogeografia USP. 2021. Disponível em: <https://lcb.fflch.usp.br/sites/lcb.fflch.usp.br/files/upload/paginas/PARTE1-DADOS-HIDROLOGIA.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

LIMA, W.P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. 2.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <http://files.engflorestal.webnode.com.br/200000001-e7c75e8c14/Apostila--hidrologia-NOVA-2008.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2021.

LOPES, L. R.; TRIGO, A. R. T. V.; FRANKEN, W. K.; FERREIRA, S. J. F.; MARQUES, F. A. O.; FAJARDO, J. D. V. Interceptação e ciclagem de nutrientes em floresta de encosta na Amazônia Central. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE, I, 2007, Cuiabá-MT. **Anais...** Cuiabá, 2007. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/23921>. Acesso em: 25 jul. 2021.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; MELLO, L. T. A. **Uso dos Métodos de Krigagem e Spline de Tensão no Mapeamento de Chuvas na Região Metropolitana de Goiânia e Seu Entorno**. 2010. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/1057/1/krigagem_goiania_entorno.pdf. Acesso em: 26 ago. 2021.

MARCUZZO, F. F. N. Espacialização mensal e anual da chuva nos municípios de santa cruz do sul, venâncio aires, vera cruz e passo do sobrado no rio grande do sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XXII, 26 de novembro a 01 de dezembro de 2017, Florianópolis – SC. **Anais...** Florianópolis, 2017. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/18481/1/2017_sbrh_espacializacao_mensual_chuva_stacruz_artigo.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

MARTIN, T. N.; DOURADO NETO, D.; VIEIRA JUNIOR, P, A.; MANFRON, P. **A. Homogeneidade espaço temporal e modelos de distribuição para a precipitação pluvial no estado de São Paulo**. 2008. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3344/1238>. Acesso em: 02 set. 2021.

MELLO, C.R. de; SILVA, A.M. da. Modelagem estatística da precipitação mensal e anual e no período seco para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.13, p.68-74, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/dcb9xn9SVzKyN4VjgNLm97z/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 21 ago.2021.

MILANESI, M. A.; ALVES, R. R.; GALVANI, E; Comparativo entre instrumentos pluviométricos experimentais e automáticos. **Climatologia em Diferentes Níveis Escalares: Mudanças e Variabilidades**. v. 1, Campinas SP, 2017. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2453> Acesso em: 18 ago. 2021.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 2 ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 425 p.

MONTE CARMELO. **Prefeitura de Monte Carmelo – Perfil municipal**. Disponível em: <https://www.montecarmelo.mg.gov.br/perfil>. Acesso em: 03 set. 2021.

MORAIS, L. B., FERREIRA, N. C. Banco de Dados Pluviométricos Integrados por Dados do Sensor TRMM e Estações Pluviométricas no Estado de Goiás. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, XVII, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0408.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021.

NERILO, N. **Pluviometria e chuvas intensas no Estado de Santa Catarina**. 1999. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/123456789/80610/1/151852.pdf> Acesso em: 31 ago.2021.

OLIVEIRA, C. P. M. **PLATAFORMA DE ANÁLISE E SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA PLASH**. 2012. 183 f. Tese (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Ambiental) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-15052014-162931/publico/Dissertacao_CristianoOliveira_unprotected.pdf. Acesso em: 25 jul. 2021.

OLIVEIRA, V.P. S. ZANETTI, S. S. PRUSKI. F. CLIMABR parte I: Modelo para a geração de séries sintéticas de precipitação. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.9, n.3, p.348-355, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/5YJMV8VqTXs5k3tXZWkfDKt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 ago. 2021.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. Editora Agronômica Ceres, 1981. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/195322224/Bioclimatologia-vegetal-Ometto-JC-pdf>. Acesso em: 07 ago. 2021.

PAZ, A. R da. **HIDROLOGIA APLICADA**: Disciplina Ministrada na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, para o curso de Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na unidade de Caxias do Sul. 2004. Disponível em: http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/apostila_HIDROLOGIA_APLICADA_UERGS.pdf. Acesso em: 25 jul. 2021.

PESSOA, L. P. Hidrometeorologia com Radar: In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 3 ed., Porto Alegre. Rio Grande do Sul (RS). Editora Universidade. 2004.

PREENCHIMENTO DE FALHAS. 2007. 117 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Sergipe, 2007. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/4085/1/ADRIANA_CAVALCANTE_AGUIAR_CARVALHO.pdf Acesso em: 01 ago. 2021.

RAMOS, L. C. **Seca prolongada pode provocar perda de 50% na safra de café. Folha de Londrina**, 6 de dezembro de 1999. Disponível em: <https://www.folhadelondrina.com.br/geral/seca-prolongada-pode-provocar-perda-de-50-na-safra-de-cafe-220797.html>. Acesso em: 05 set. 2021.

RODRIGUES, C. M. Precipitação. In: SHAHIDIAN, S. et al. **Hidrologia agrícola**. Evora: Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM) e Escola de Ciência e Tecnologia da Universidade de Évora, 2017. p. 81-118. Disponível em: https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/22180/1/Livro_Hidrologia_Agricola.pdf. Acesso em: 07 ago. 2021.

SANTOS. I. dos; FILL. H. D.; SUGAI. M. R. V. B.; BUBA. H.; KISHI. R. T ; MARONE. E.; LAUTERT. L. F de C. **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/305762715/Livro-Hidrometria-Aplicada-Irani-Dos-Santos-Luiz-Fernando-Lautert>. Acesso: 15 ago. 2021.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**. 2 ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 207 p. il. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2001_IntroducaoGerenciamentoRecursosHidricos2ed/75352f44-fa8d-ae7-8fc3-aca3ffbff972 Acesso em: 01 set. 2021.

SHAKIB, S. RITA, C. G. CARLOS, M. R. ANTÓNIO, C. CARLOS, A. A. FRANCISCO, L. S. GOTTLIEB, B. JOSÉ, A. A. RENATO, C. **Hidrologia Agrícola**. Escola de Ciência e Tecnologia da Universidade de Évora. ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas. Editora: Libéris, 2017.

SILVA, K. R. et al. Interpolação Espacial da Precipitação no Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v.18, n.04, p.417-427, 2011. Disponível em: <https://floram.org/article/10.4322/floram.2011.061/pdf/floram-18-4-417.pdf>. Acesso: 22 ago. 2021.

SILVA, M. A. V. **METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA. VERSÃO DIGITAL 2**. Recife. 2006. 449 p. Disponível em: https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf. Acesso em: 25 jul. 2021.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: Tucci, C.E.M. (ed.) **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Editora Universidade/UFRGS/ABRH, 2 ed. Porto Alegre, Brasil. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/1n8e11>. Acesso em: 31 jul.2021.

SOUSA, R. R.; ROSA, D. B.; NASCIMENTO, L. A.; LIMA, P. R. M. ESTUDO DA VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NO EXTREMO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO ENTRE OS ANOS DE 1990 A 1996. **GEOAMBIENTE ONLINE**, n. 7, jul-dez/2006. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/25918/14888>. Acesso em: 02 set. 2021.

SUGUIO, K.; BIGARDIA. J. J. **Ambientes fluviais**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990. 183 p. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/v51cxc>. Acesso em: 25 jul. 2021

VARELA, J. J. S. **CHUVAS INTENSAS NO AQUIPÉLAGO DE CABO VERDE**. 2007. 93 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124401/112.pdf?sequence=1>. Acesso em: 01 ago. 2021.

VILLELA, S. M.; MATTOS A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/villela-s-m-matos-a-hidrologia-aplicada-caps-1-2-e-3.pdf>. Acesso em: 31 ago.2021

VIOLA, M.R. et al. Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.14, p.970-978, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/MXGTqmPFvgFVt8VwrXpndqw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso: 21 ago. 2021.

ZAVATTINI, J. A. **AS CHUVAS E AS MASSAS DE AR NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL: ESTUDO GEOGRÁFICO COM VISTA À REGIONALIZAÇÃO CLIMÁTICA**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/109096/ISBN9788579830020.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 02 set. 2021.