

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

CAROLINA THEREZA TOMAZI BICEV

**Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica na Unidade de
Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 – Turvo/Grande**

São Paulo

2020

CAROLINA THEREZA TOMAZI BICEV

**Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica na Unidade de
Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 – Turvo/Grande**

Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

B583v Bicev, Carolina Thereza Tomazi
Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 - Turvo/Grande / Carolina Thereza Tomazi Bicev ; orientador Emerson Galvani . - São Paulo, 2020.
55 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. precipitação pluviométrica . 2. climatologia . 3. bacia hidrográfica . I. Galvani , Emerson , orient. II. Título.

BICEV, C. T. T. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 – Turvo/Grande. Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em: 26/11/2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. Emerson Galvani

Instituição: Universidade de São Paulo - USP

Assinatura_____

Prof. Dr. Giuliano Tostes Novais

Instituição: Universidade Estadual de Goiás – UEG

Assinatura_____

Profa. Dra. Maria Elisa Siqueira Silva

Instituição: Universidade de São Paulo – USP

Assinatura_____

Dedico este trabalho aos meus pais, Aparecido e Cassia, que com muito amor e zelo me educaram e sempre me incentivaram à realização dos meus objetivos. Minha gratidão pelo carinho, compreensão e força em todos os momentos desde o desejo de ingressar à universidade até a conclusão do curso.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Emerson Galvani, que foi o principal responsável pela minha transferência à Geografia, pelos ensinamentos, por toda contribuição e ajuda para conclusão deste trabalho e curso. Pela oportunidade de conhecer melhor este excelente educador, orientador e ser humano.

Aos meus pais, meus irmãos e demais familiares pelo apoio e compreensão durante todo processo, por me incentivarem e serem minha motivação.

Aos Professores desta faculdade e amigos que aqui fiz e que contribuíram efetivamente com minha formação intelectual e, também, pessoal e ao Carlos Eduardo da Costa por todo apoio e incentivo.

À Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, pela oportunidade de realização do curso.

*“O mundo é formado não apenas pelo que já existe,
mas pelo que pode efetivamente existir.”*

(SANTOS, Milton)

RESUMO

BICEV, C. T. T. **Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 – Turvo/Grande.** 2020. 52 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Neste trabalho realizou-se a análise da variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 – Turvo/Grande baseada na teoria da análise rítmica da climatologia. O objetivo do trabalho é realizar uma classificação da pluviosidade na bacia do rio Turvo, para permitir o melhor planejamento ambiental. Para o estudo foram utilizados banco de dados disponibilizados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica de 53 postos pluviométricos no período histórico de 1973-2000. Foram analisadas as médias mensais, sazonais e anuais dos anos de estudo e definidos os anos excepcionais como seco (1999), habitual (1997) e chuvoso (1983), segundo classificação de ano-padrão, definido por Santa'Anna Neto (1995). Destes anos foram feitas análises da distribuição temporal e espacial com maior detalhamento. Foi possível caracterizar as regiões com maiores totais pluviométricos nos diferentes períodos analisados. A área de estudo possui duas estações bem definidas, características do seu tipo de clima (Clima Tropical Central), com verões chuvosos e invernos secos. Foi verificado que o volume pluviométrico na UGRHI no período 1973-2000 é predominantemente maior na direção centro-sul da unidade, contendo pontos isolados com maiores valores a sudoeste, oeste e nordeste. A noroeste são registrados os menores valores de precipitação do período.

Palavras-chave: Variabilidade climática. Precipitação pluviométrica. Bacia hidrográfica. Ciclo hidrológico.

ABSTRACT

BICEV, C. T. T. **Temporal and spatial variability of rainfall in the Water Resources Management Unit 15 - Turvo / Grande**. 2020. 52 f. Individual Undergraduate Work (TGI) - Faculty of Philosophy, Letters and Human Sciences, University of São Paulo, São Paulo, 2020.

In this work, the analysis of the temporal and spatial variability of rainfall was performed at the Water Resources Management Unit 15 - Turvo / Grande based on the theory of rhythmic analysis of climatology. The objective of this work was to classify the rainfall in the Turvo River basin, to allow the best environmental planning. For the study, a database made available by the Department of Water and Electricity of 53 pluviometric stations in the historical period 1973-2000 was used. The monthly, seasonal and annual averages of the years of study were analyzed and the exceptional years were defined as dry (1999), usual (1997) and rainy (1983), according to the standard year classification, defined by Santa'Anna Neto (1995). In these years, the analyzes of temporal and spatial distribution was realized with greater detailing. So it was possible to characterize the regions with the highest rainfall totals in the different periods analyzed. The study area has two well-defined seasons, characteristic of its type of climate (Central Tropical Climate), with rainy summers and dry winters. It was found that the rainfall volume in the UGRHI in the period 1973-2000 is predominantly greater in the center-south direction of the unit, containing isolated points with higher values in the southwest, west and northeast. To the northwest, are recorded the lowest precipitation values in the period.

Keywords: Climatic variability. Rainfall. Hydrographic basin. Hydrological cycle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ciclo hidrológico	17
Figura 2: Bacia hidrográfica.....	19
Figura 3: Mapa localização unidades de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo	20
Figura 4: Mapa hidrografia UGRHI 15 – Turvo/Grande	21
Figura 5: Mapa divisão municipal UGRHI 15 – Turvo/Grande.....	22
Figura 6: Mapa geomorfológico da UGRHI 15 – Turvo/Grande.....	23
Figura 7: Mapa hipsométrico da UGRHI 15 – Turvo/Grande	24
Figura 8: Mapa clima da UGRHI 15 – Turvo/Grande	25
Figura 9: Mapa postos pluviométricos analisados UGRHI 15 – Turvo/Grande	28
Figura 10: Mapa área de abrangência dos postos pluviométricos da UGRHI 15 - Turvo/Grande	30
Figura 11: Gráfico do total anual de chuvas para o período histórico 1973-2000.	34
Figura 12: Mapa da precipitação média anual do período histórico 1973-2000 na UGRHI 15 – Turvo/Grande	35
Figura 13: Gráfico das Precipitação média mensal do período histórico 1973-2000.....	36
Figura 14: Mapa precipitação média mensal na UGRHI 15 – Turvo/Grande no período 1973-2000 para os meses de (a) janeiro, (b) fevereiro e (c) março	37
Figura 15: Mapa precipitação média mensal na UGRHI 15 – Turvo/Grande no período 1973-2000 para os meses de (d) abril, (e) maio e (f) junho.....	38
Figura 16: Mapa precipitação média mensal para UGRHI 15 – Turvo/Grande no período 1973-2000 para os meses de (g) julho. (h) agosto e (i) setembro	39
Figura 17: Mapa precipitação média mensal na UGRHI 15 – Turvo/Grande no período 1973-2000 para os meses de (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro.....	40
Figura 18: Gráfico da precipitação média sazonal para o período histórico 1973-2000.....	41

Figura 19: Mapa média sazonal para UGRHI 15 – Turvo/Grande no período histórico 1973-2000	42
Figura 20: Gráfico da precipitação mensal do Ano Seco 1999	44
Figura 21: Mapa da precipitação total do ano seco 1999 na UGRHI 15 – Turvo/Grande	45
Figura 22: Gráfico da precipitação mensal do Ano Habitual 1997	46
Figura 23: Mapa da precipitação total do ano habitual 1997 na UGRHI 15 - Turvo/Grande	47
Figura 24: Gráfico da precipitação mensal do Ano Chuvoso 1983	48
Figura 25: Mapa da precipitação total do ano chuvoso 1983 na UGRHI 15 - Turvo/Grande	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDIA	Banco de Dados de Informações Ambientais
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CBH-TG	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Turvo e Grande
CPTI	Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGC/SP	Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
SigRH	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 A ANÁLISE RÍTMICA NA CLIMATOLOGIA	1
2.2 O CICLO HIDROLÓGICO	16
2.3 A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	18
2.4 A BACIA HIDROGRÁFICA	18
3 ÁREA DE ESTUDO	20
4 PROCEDIMENTOS E MÉTODOS	26
4.1 A ESCOLHA DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	26
4.2 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS E ELABORAÇÃO DOS MAPAS	29
4.3 CORREÇÃO DAS FALHAS	29
4.4 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	29
4.5 ESPACIALIZAÇÃO DOS POSTOS E DADOS POR INTERPOLAÇÃO	31
4.6 DEFINIÇÃO DOS ANOS-PADRÃO	31
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	33
5.1 VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA NO PERÍODO HISTÓRICO 1973-2000	33
5.1.1 <i>Análise da precipitação média anual</i>	26
5.1.2 <i>Análise da precipitação média mensal</i>	36
5.1.3 <i>Análise da precipitação média sazonal</i>	41
5.2 VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO DOS ANOS SECO, HABITUAL E CHUVOSO	42
5.2.1 <i>Variabilidade espacial e temporal do ano seco 1999</i>	43
5.2.2 <i>Variabilidade espacial e temporal do ano habitual 1997</i>	46
5.2.3 <i>Variabilidade espacial e temporal do ano chuvoso 1983</i>	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	50
7 REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da natureza, suas características e dinâmicas são fatores fundamentais para o entendimento e bom aproveitamento do nosso meio, com técnicas apropriadas, com a diminuição da exploração e aumento da produtividade. O crescimento e desenvolvimento acelerado da sociedade e, conseqüentemente, da indústria torna-se ainda maior a preocupação em entender e conseguir gerenciar os recursos que são utilizados para os devidos usos e por serem essenciais precisam ser tratados com a devida importância.

As características climáticas de uma região são muito importantes para seu planejamento social e econômico. Dessas características destaca-se a precipitação pluviométrica, que possui um papel muito importante e que traz impactos no clima e assim na organização, planejamento e gerenciamento dos recursos da região. O conhecimento da precipitação pluviométrica em determinada área, bem como as demais etapas do ciclo hidrológico, proporciona melhor articulação destes fatores que sendo analisados e caracterizados podem evitar futuros problemas socioeconômicos seja por períodos de estiagem, como por períodos de chuvas intensas. As bacias hidrográficas são as áreas onde é drenada a água, partículas do solo e demais materiais que ali percorrem.

A água é um bem de domínio público e sendo um recurso natural limitado e com valor econômico, é denominada como recurso hídrico, o que tornou o conhecimento de sua disponibilidade de suma importância.

A compreensão e interpretação desse dinamismo espacial da pluviosidade e de seus fatores são importantes, uma vez que podem contribuir para gestão dos recursos hídricos, para o entendimento do ciclo hidrológico e para o planejamento urbano e agropecuário das bacias hidrográficas (GALVANI; SOUZA, 2017, p. 111).

No que diz respeito aos recursos hídricos, para uma melhor gestão dos mesmos, no Brasil, foram definidas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) pela LEI nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994 que:

Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos (São Paulo, 1994).

Para Ross e Del Prette (1998) houve a descentralização dos problemas locais e regionais, após a formação de medidas que promovem unidades de gerenciamento dos recursos, como a da formação das Unidades, assim esses problemas locais e regionais começaram a receber amparo de instâncias mais próximas, não mais apenas com a formação de um Estado centralizador.

Para o gerenciamento, segundo o PERH, os principais objetivos das UGRHIs são: resolver ou atenuar a escassez hídrica nas bacias hidrográficas industriais; prevenir a escassez hídrica nas bacias em industrialização; solucionar os conflitos de uso ou poluição dos recursos hídricos em sub-bacias e áreas de concentração de irrigação ou de indústrias; desenvolver os recursos hídricos das bacias hidrográficas agropecuárias e dar continuidade a conservação de áreas ambientalmente protegidas com as atividades econômicas e sociais nas bacias hidrográficas.

Para caracterização da área foram realizados estudos das precipitações médias mensais, anuais e sazonais, com objetivo de identificar a variabilidade temporal e espacial da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 – Turvo/Grande.

No Brasil, diversos trabalhos dessa natureza podem ser encontrados, como: Zavatini e Canoh (1993) na bacia do rio Corumbataí (SP); Britto (2008) no Estado do Rio Grande do Sul; Andrade e Nery (2011) na bacia do Rio Ivaí (PR) e Correa e Galvani (2017) na bacia do Rio Piquiri (PR).

1.1 Objetivo Geral

Identificar e analisar a variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica nas escalas (mensal, sazonal e anual), dos maiores e menores totais pluviométricos na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 15 – Turvo/Grande no período histórico de 1973 – 2000 para caracterização da área de estudo.

1.2 Objetivos Específicos

- Verificar se há grande amplitude altimétrica na área que interfira no tipo de precipitação;
- Definir os anos tendentes a secos, secos, habituais, tendentes a chuvosos e chuvosos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A análise rítmica em Climatologia

Este estudo baseou-se na teoria da Análise Rítmica em Climatologia desenvolvida por Monteiro. O conceito de ritmo traz a ideia de “habitual” o que demonstra que é uma série que contém, em diferentes graus, variações. Sendo analisadas, utilizando este método, até que cheguem a um padrão, a uma possível caracterização do espaço e período analisados para tal são necessárias análise minuciosas do fenômeno climático estudado (MONTEIRO, 1971).

Em um apontamento sobre a teoria, Monteiro discorre:

Admitimos, pois, como válida a conclusão de que o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo (MONTEIRO, 1971, p. 9).

A classificação da precipitação pode ser feita através da climatologia e de extremos climáticos (secos e chuvosos) para cada localidade. A distribuição espacial destes mesmos parâmetros pode auxiliar a classificação e a explicação física dos processos intervenientes.

Monteiro destaca a importância da caracterização pluvial de uma região:

Um determinado impacto pluvial é capaz de desencadear um dado processo erosivo sobretudo nas paisagens em desequilíbrio ecológico. Mas em toda a variedade de aspectos de que se reveste, geograficamente, o fato pluvial há uma constante definitiva que é a predominância da noção do “modo de distribuição” sobre os valores quantitativos isolados (MONTEIRO, 1971, p. 10).

2.2 O ciclo hidrológico

Inicia-se com o fenômeno da precipitação meteórica que após condensação de gotículas, a partir do vapor de água na atmosfera, assim dando origem a chuva, esse quando transformado em cristais de gelo, por aglutinação, ao atingirem tamanho e peso suficientes, há a ocorrência da precipitação em forma de neve ou granizo (KARMANN, 2009).

Pelo processo de evaporação (vapor de água direto causado pela radiação solar e vento) e evapotranspiração (vapor de água formado sobre o solo e liberado pela atividade biológica de

organismos por meio de respiração) é devolvido à atmosfera até 70% da precipitação em áreas florestadas de clima quente e úmido, a parcela retida pode ocorrer pela retenção sobre folhas e caules, processo conhecido como interceptação que assim diminui o impacto das gotas de chuva sobre o solo, o que reduz sua ação erosiva (KARMANN, 2009).

A água após atingir o solo pode seguir dois caminhos, sendo eles:

- A infiltração: que depende do material de cobertura da superfície, preenche os vazios no subsolo abastecendo o corpo de água subterrânea;
- O escoamento superficial: quando a capacidade de absorção da água pela superfície é atingida e o excesso, impulsionado pela gravidade, segue para zonas mais baixas convergindo para os córregos e rios formando assim a rede de drenagem.

A evaporação ocorre em todo trajeto do escoamento superficial e, principalmente, nos oceanos (aproximadamente 85%), alimentando o vapor de água na atmosfera, assim completando o ciclo (KARMANN, 2009).

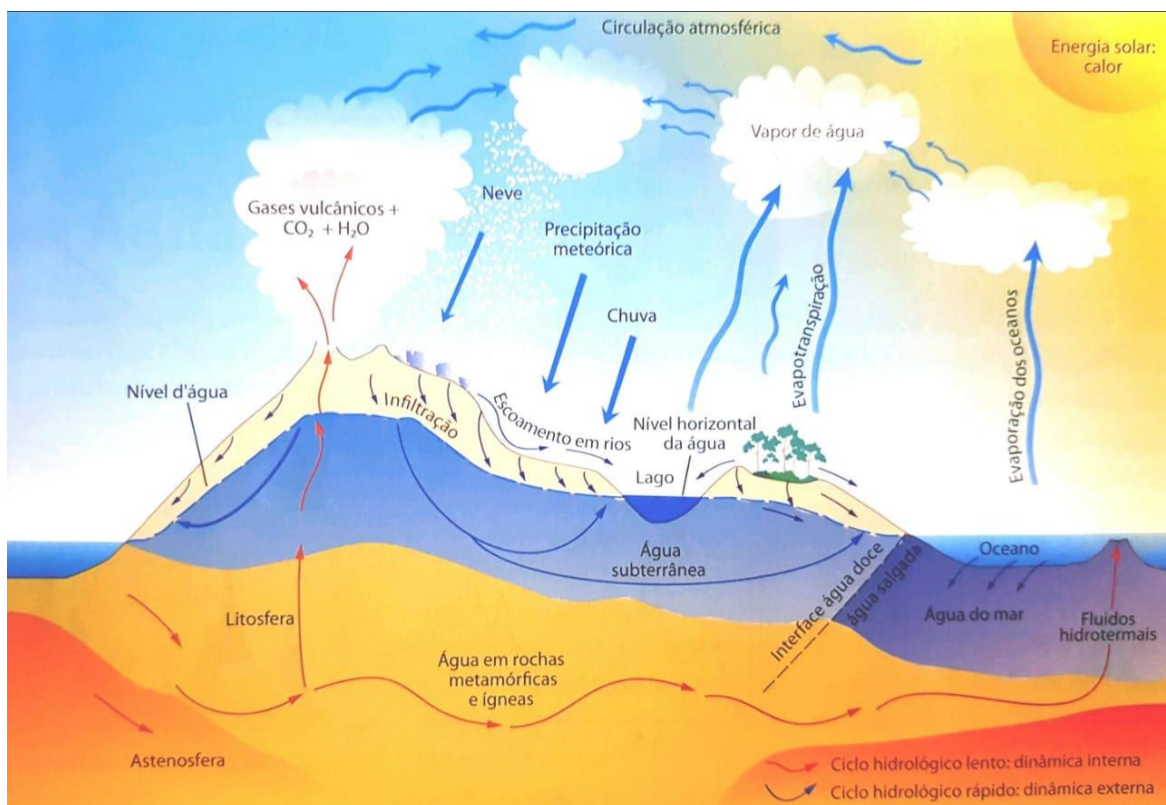


Figura 1: Ciclo Hidrológico (sem escala).

Fonte: KARMANN (2009).

2.3 A Precipitação Pluviométrica

Um dos fenômenos importantes que compõem o ciclo hidrológico, a precipitação pluviométrica, ocorre pela condensação do vapor de água que ao atingir tamanho e forma específicos, por força gravitacional, caem em direção a superfície.

As chuvas sofrem variações em intensidade, duração e frequência. São três os tipos de chuvas, classificadas como:

- Chuva convectiva (origem térmica): formadas com convecção do ar quente e úmido, através da expansão sobe para níveis elevados da Troposfera passando por resfriamento adiabático, retornando à superfície. A este tipo de chuva são associadas chuvas intensas, com comum presença de granizo, caracterizadas por ocorrerem após um dia de aquecimento intenso (CORREA, 2013);
- Chuva orográfica (associada ao relevo): resultante da convecção forçada pelo relevo, quando a parcela de ar é levada a ascender e resfria-se em níveis mais elevados da troposfera (CORREA, 2013);
- Chuva frontal: associada a ascensão de ar úmido ao longo da rampa das frentes, sua característica (quente ou fria) irá depender da intensidade e diferenças térmicas das massas de ar em questão (CORREA, 2013).

2.4 A bacia hidrográfica

É a área de captação da água proveniente da precipitação, é demarcada por divisores topográficos onde toda água converge pra um único ponto de saída, o exutório (Figura 2). É a unidade geográfica determinada para os estudos de monitoramento de quantidade de água disponível na superfície, tendo relevância para o estudo de recursos hídricos. Com esse sistema físico é possível quantificar o ciclo da água, obtendo o balanço hídrico da área (Figura 2) (KARMANN, 2009).

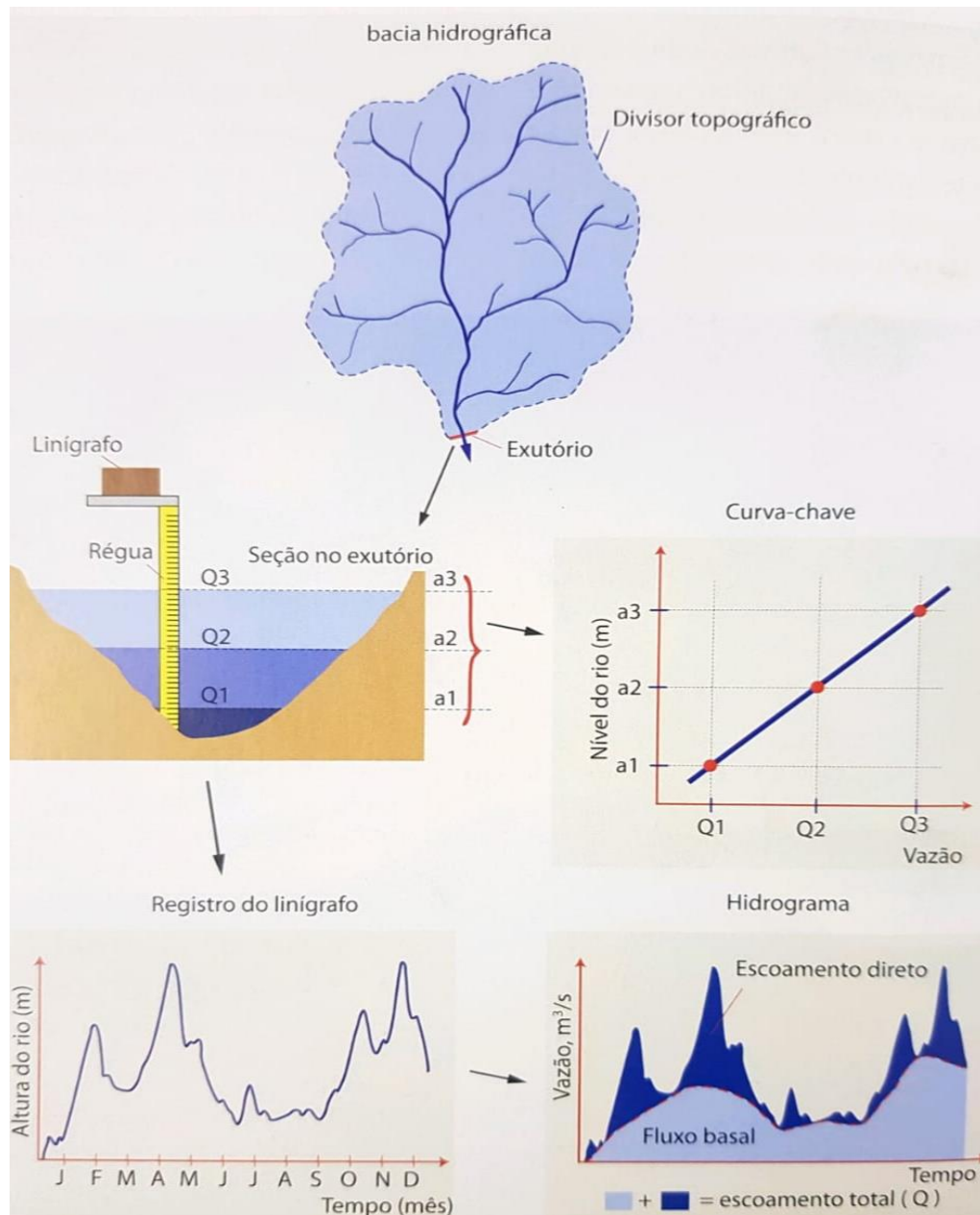


Figura 2: Bacia Hidrográfica (O fluxo basal no hidrograma representa a água do rio proveniente da água subterrânea, enquanto o escoamento direto corresponde à água superficial em resposta a eventos de chuva).

Fonte: KARMANN (2009).

3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho é a correspondente a da UGRHI 15 – Turvo/Grande (FIGURA 3), que conta com as seguintes características: área de drenagem: 15.925 km² (FIGURA 4); população: 1.220.474 habitantes e principais rios: Rio Turvo, Rio Grande, Rio São Domingos, Ribeirão da Onça, Rio Preto e Rio da Cachoeirinha (CBH-TG, 2019).

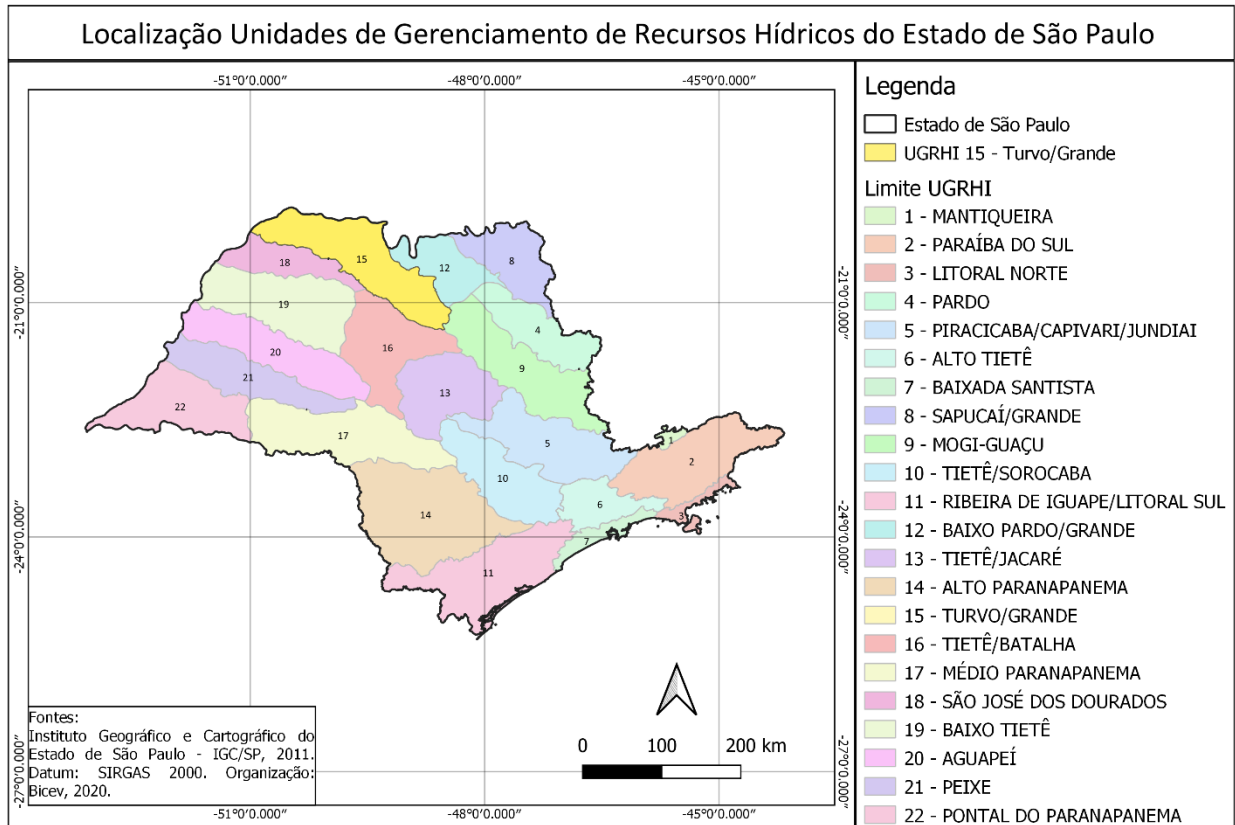


Figura 3: Localização Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.
Fontes: IGC/SP (2011). **Organização:** Bicev, 2020.

As principais atividades econômicas da região são: no setor primário destaca-se a cana-de-açúcar, havendo também, o cultivo de culturas como laranja, café, banana, uva e seringueira e pastagem para criação de bovinos; no setor secundário segmentos industriais e construção civil e no setor terciário o comércio, serviços e administração pública (Relatório de Situação de Recursos Hídricos de Bacias, 2010).

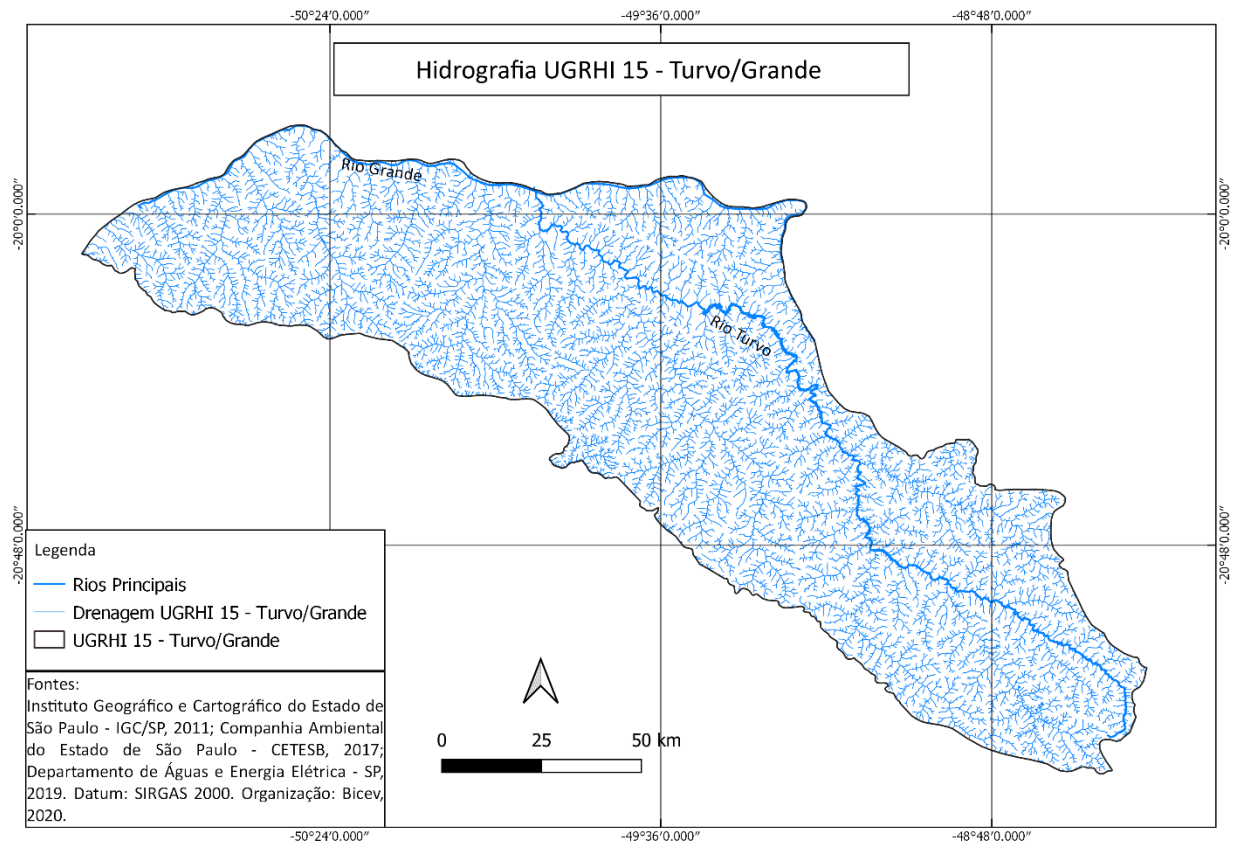


Figura 4: Hidrografia UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Fontes: IGC/SP (2011); CETESB (2017); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

A UGRHI 15 é constituída por 66 municípios, sendo eles: Álvares Florence, Américo de Campos, Ariranha, Aspásia, Bálsamo, Bebedouro, Cajobi, Cândido Rodrigues, Cardoso, Catanduva, Catiguá, Cedral, Cosmorama, Dolcinópolis, Embaúba, Estrela D'Oeste, Fernando Prestes, Fernandópolis, Guapiaçu, Guarani D'Oeste, Indiaporã, Ipiguá, Jales, Macedônia, Meridiano, Mesópolis, Mira Estrela, Mirassol, Mirassolândia, Monte Alto, Monte Azul Paulista, Nova Granada, Novais, Olímpia, Onda Verde, Orindiúva, Ouroeste, Palestina, Palmares Paulista, Paraíso, Paranapuã, Parisi, Paulo de Faria, Pedranópolis, Pindorama, Pirangi, Pontes Gestal, Populina, Riolândia, Santa Adélia, Santa Albertina, Santa Clara D'Oeste, Santa Rita D'Oeste, São José do Rio Preto, Severínia, Tabapuã, Taiaçu, Taiuva, Tanabi, Turmalina, Uchoa, Urânia, Valentim Gentil, Vista Alegre do Alto, Vitória Brasil, Votuporanga (SiGRH, 2019) (FIGURA 5).

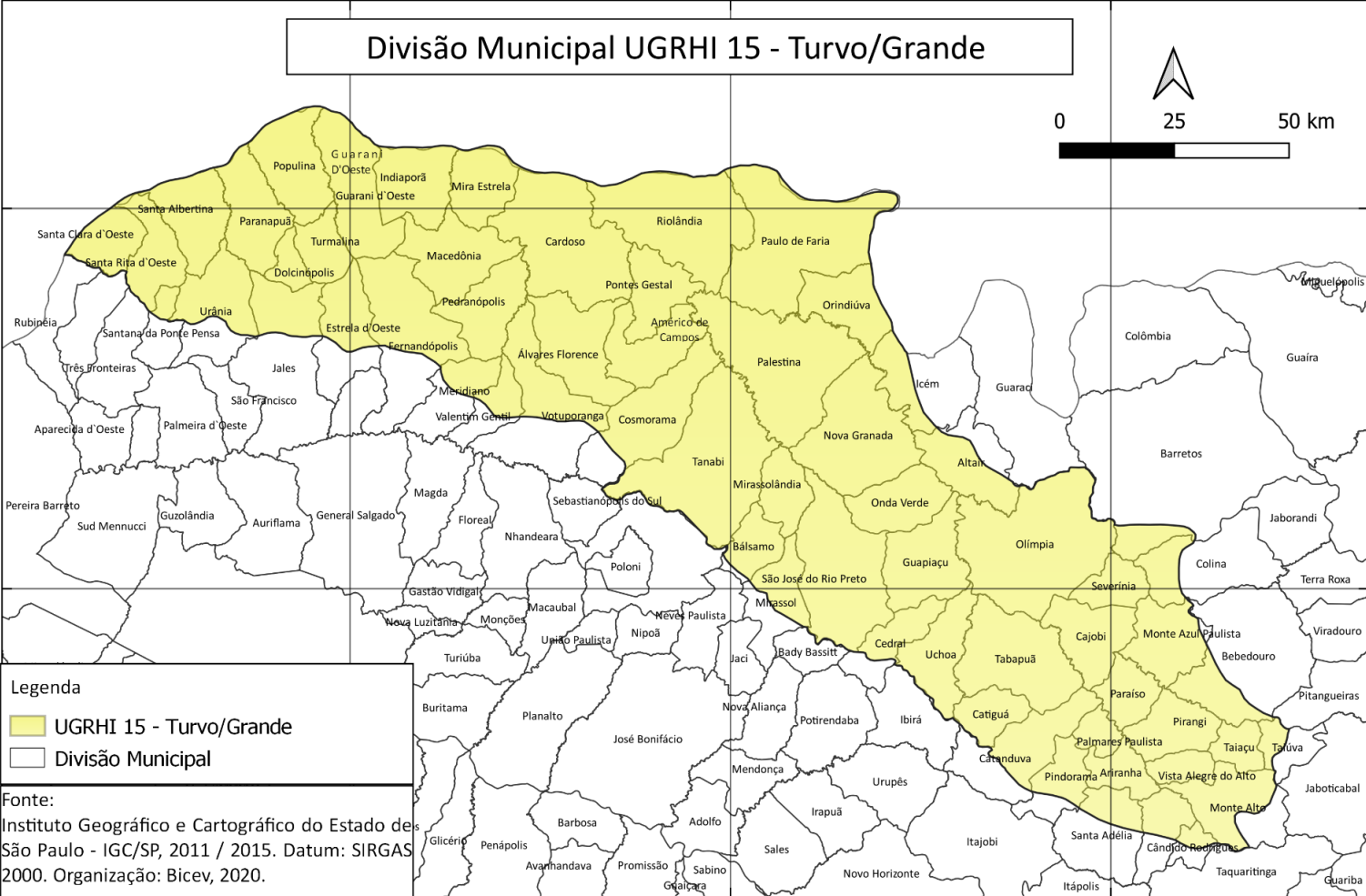


Figura 5: Mapa divisão municipal UGRHI 15 – Turvo/Grande.
Fontes: IGC/SP (2011); IGC/SP (2015). **Organização:** Bicev, 2020.

A região apresenta problemas ambientais, dentre eles, a suscetibilidade do solo à erosão associada à atividade agrícola sem fundamentação técnica, crescimento desordenado dos municípios e assim problemas com a falta de tratamento adequado de esgoto e disponibilidade de recursos hídricos a toda população (CPTI, 2012).

A geomorfologia da região é constituída predominantemente pelo planalto do Rio Grande, a norte e noroeste superfície interdenudacional central e ao extremo norte e noroeste, regiões próximas ao limite da área de estudo, vales e pedimentos dos baixos cursos das sub-bacias do Paranaíba – Grande (FIGURA 6).

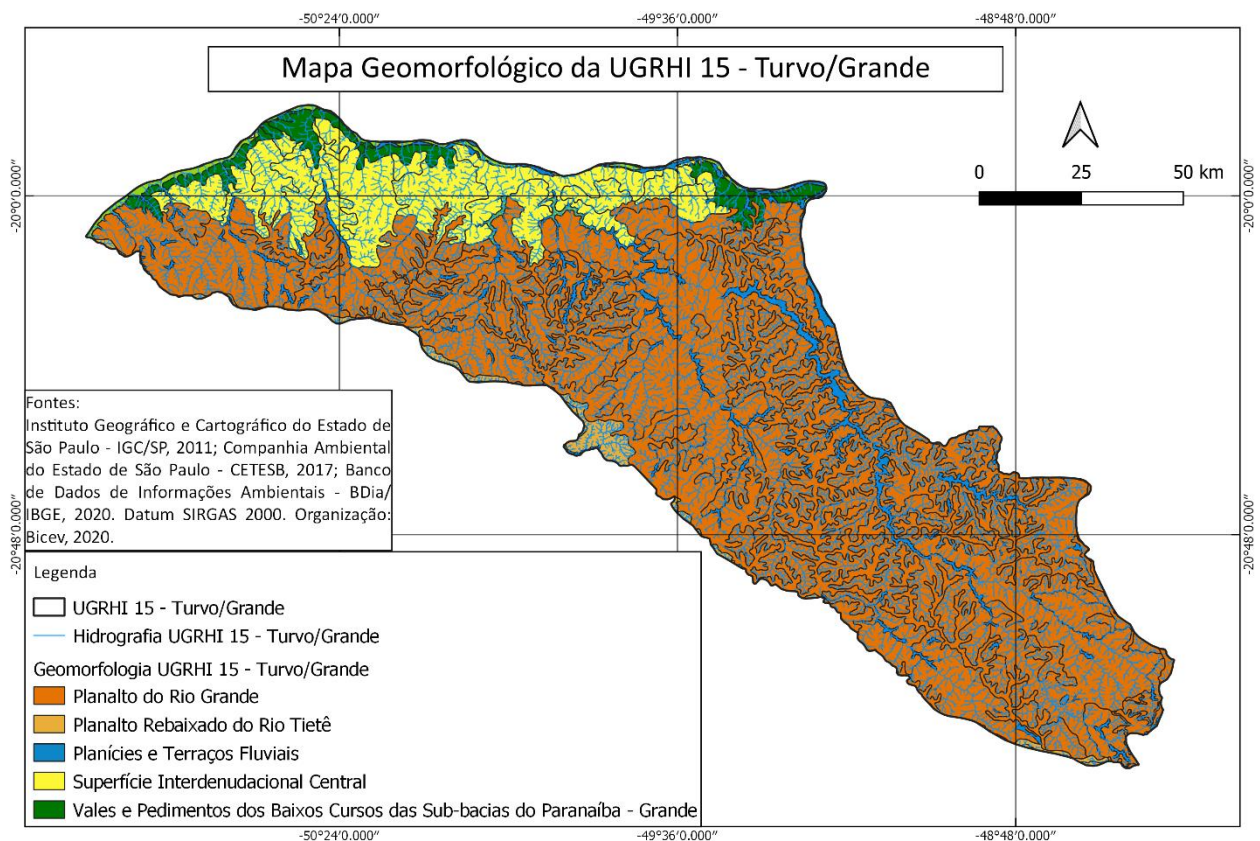


Figura 6: Mapa Geomorfológico da UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Fontes: IGC/SP (2011); CETESB (2017); BDia/IBGE (2020). **Organização:** Bicev, 2020.

Não há expressiva amplitude altimétrica na área da UGRHI 15 – Turvo/Grande. (FIGURA 7). Dos postos pluviométricos analisados, o que se encontra em local de menor altimetria é o classificado como ponto 44 com 380m de altitude (posto pluviométrico B7-052) localizado no município de Santa Clara D'Oeste, a noroeste da área de estudo, e o ponto com maior altimetria é o 48 com 730m (posto pluviométrico C5-070) localizado no município de Monte Alto, a sudeste da área de estudo (Figura 7).

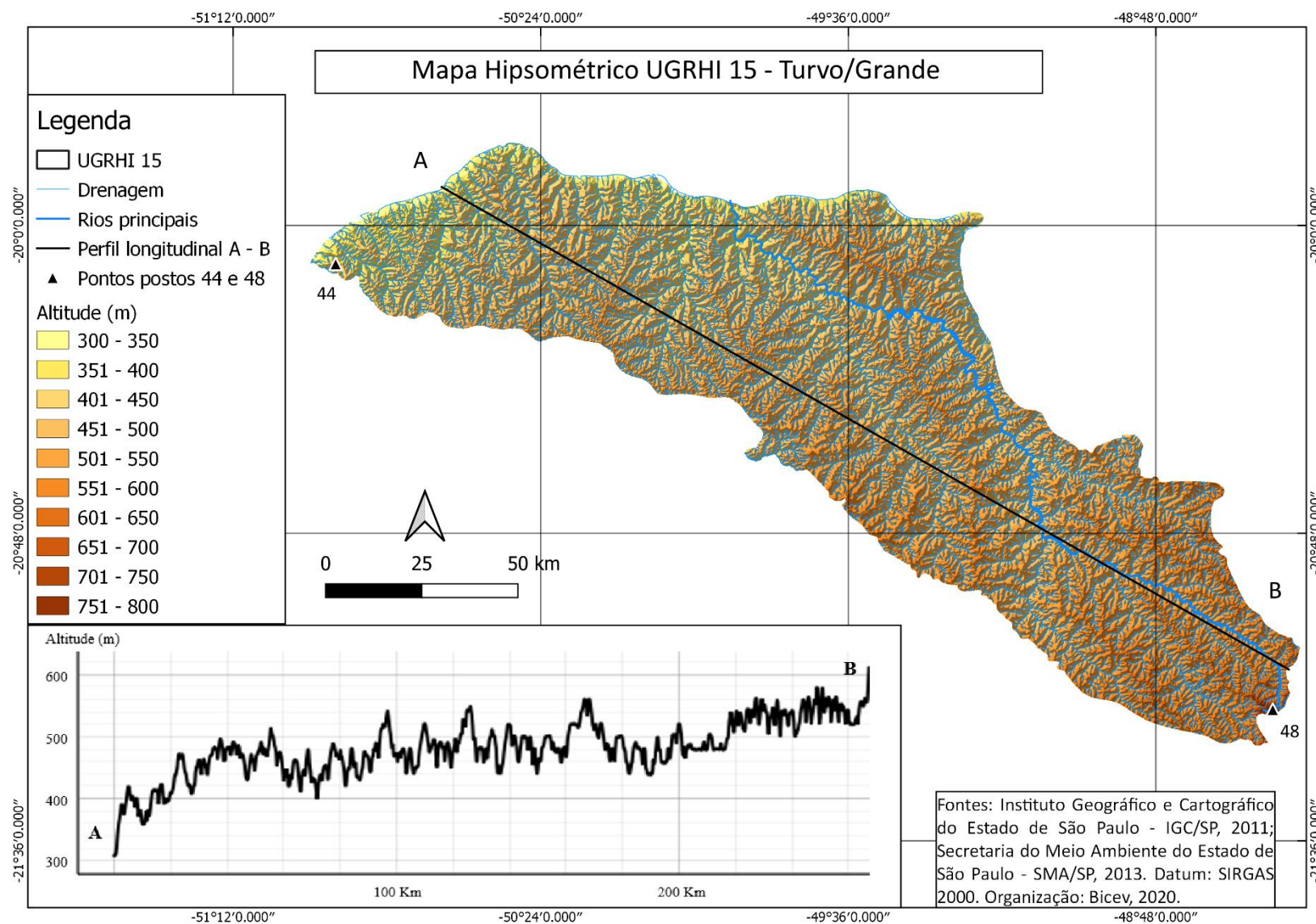


Figura 7: Mapa Hipsométrico da UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Fontes: IGC/SP (2011); SMA (2013); CETESB (2017). **Organização:** Bicev, 2020.

A UGRHI 15 – Turvo/Grande está localizada em área de clima Tropical Brasil Central caracterizado por ter duas estações bem características com o verão chuvoso e inverno seco. Segundo classificação do IBGE variando entre:

- Tropical Brasil Central quente: com média acima de 18°C em todos os meses úmidos, 3 meses secos;
- Tropical Brasil Central subquente: média entre 15°C e 18°C em pelo menos 1 mês semi-úmido, 4 a 5 meses secos;
- Tropical Brasil Central subquente: média entre 15°C e 18°C em pelo menos um mês úmido, 3 meses secos.

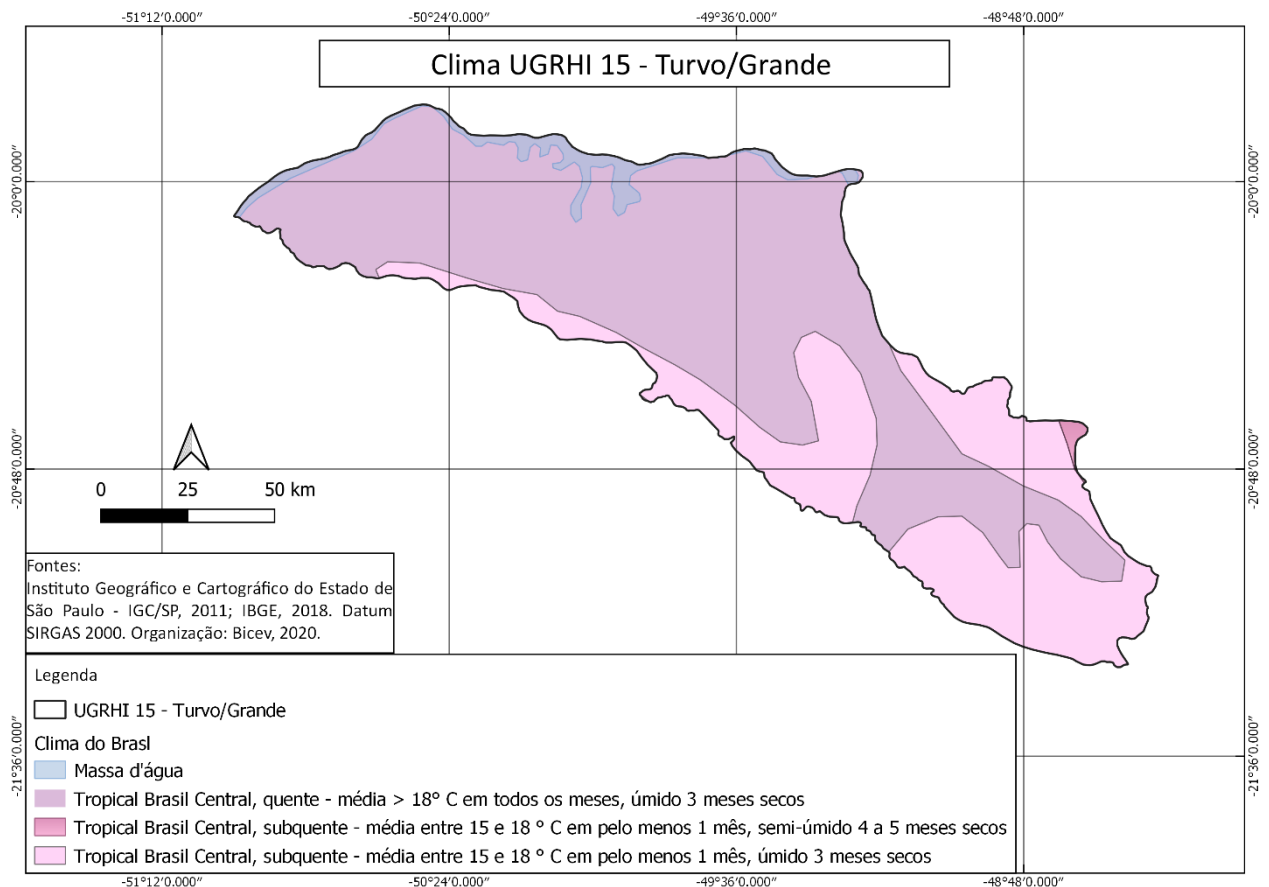


Figura 8: Mapa Clima da UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Fontes: IGC/SP (2011); IBGE (2018). **Organização:** Bicev, 2020.

4 PROCEDIMENTOS E MÉTODOS

De acordo com Galvani e Souza (2017, p. 111):

Normalmente, a determinação da distribuição espacial da precipitação pluvial ocorre por meio de coleta e análise estatística descritiva de séries temporais de dados obtidos em diferentes postos pluviométricos na bacia hidrográfica e, eventualmente, também em seu entorno. Na sequência, através da aplicação de algoritmos geoestatísticos em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) faz-se a interpolação dos dados e o fatiamento de intervalos de interesse para a representação espacial.

4.1 Escolha dos postos pluviométricos

Para o estudo da variabilidade temporal e espacial da UGRHI 15 foram analisados os dados colhidos por pluviômetros localizados em 53 postos pluviométricos, sendo 46 postos localizados dentro do perímetro da área analisada e 7 localizados no entorno da UGRHI 15, esses foram selecionados pela consistência dos dados no período histórico escolhido para análise (1973-2000) e por abrangerem área de influência em grande parte da área de estudo, proporcionando melhor representatividade da unidade.

Os dados estão disponibilizados pelo Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica. (DAEE) (<http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/Default.aspx>).

Nº	Cód. Posto	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	A6-001	RIOLÂNDIA	-19°58'00"	-49°41'00"	400
2	A7-001	POPULINA	-19°56'00"	-50°32'00"	440
3	A7-002	INDIAPORÃ	-19°59'00"	-50°15'00"	450
4	A7-003	GUARANI D'OESTE	-19°52'48"	-50°25'14"	440
5	A7-004	MIRA ESTRELA	-19°54'00"	-50°11'00"	400
6	B5-003	NOVAIS	-20°59'00"	-48°55'00"	540
7	B5-005	SEVERÍNIA	-20°49'00"	-48°47'00"	560
8	B5-009	OLÍMPIA	-20°36'32"	-48°57'32"	530
9	B5-012	BARRETOS	-20°37'40"	-48°48'39"	485
10	B5-020	OLÍMPIA	-20°45'06"	-48°54'50"	530
11	B5-036	BEBEDOURO	-21°00'11"	-48°32'56"	600
12	B6-001	ICEM	-20°20'26"	-49°12'07"	430
13	B6-002	MIRASSOL	-20°47'44"	-49°31'20"	570
14	B6-007	MIRASSOLÂNDIA	-20°37'03"	-49°28'04"	532
15	B6-008	TANABI	-20°37'00"	-49°39'00"	500
16	B6-009	TABAPUÃ	-20°59'16"	-49°00'35"	530
17	B6-010	TANABI	-20°28'39"	-49°34'38"	510

18	B6-013	PAULO DE FARIA	-20°02'00"	-49°24'00"	410
19	B6-020	S. JOSÉ DO RIO PRETO	-20°48'28"	-49°22'27"	484
20	B6-022	BÁLSAMO	-20°44'00"	-49°35'00"	530
21	B6-023	COSMORAMA	-20°28'44"	-49°46'27"	520
22	B6-025	ALTAIR	-20°31'31"	-49°03'34"	500
23	B6-026	ONDA VERDE	-20°37'00"	-49°18'00"	520
24	B6-029	ORINDIÚVA	-20°10'50"	-49°22'03"	500
25	B6-030	PALESTINA	-20°23'27"	-49°26'26"	545
26	B6-033	AMÉRICO DE CAMPOS	-20°18'00"	-49°46'00"	450
27	B6-037	CEDRAL	-20°54'18"	-49°16'00"	580
28	B6-047	UCHOA	-20°58'00"	-49°11'00"	510
29	B6-049	PALESTINA	-20°15'00"	-49°33'00"	480
30	B6-050	CARDOSO	-20°09'04"	-49°58'01"	420
31	B6-053	OLÍMPIA	-20°46'00"	-49°04'00"	470
32	B6-055	PAULO DA FARIA	-20°09'00"	-49°35'00"	470
33	B7-005	FERNANDÓPOLIS	-20°17'35"	-50°14'32"	545
34	B7-006	URÂNIA	-20°16'13"	-50°39'07"	450
35	B7-008	JALES	-20°18'23"	-50°32'46"	440
36	B7-011	VALENTIM GENTIL	-20°26'27"	-50°04'59"	480
37	B7-012	MACEDÔNIA	-20°11'42"	-50°11'50"	510
38	B7-013	SANTA ALBERTINA	-20°02'10"	-50°43'50"	410
39	B7-014	GUARANI D'OESTE	-20°04'41"	-50°20'31"	500
40	B7-016	SANTANA DA PONTE PENSA	-20°15'00"	-50°48'00"	430
41	B7-019	FERNANDÓPOLIS	-20°13'49"	-50°19'25"	470
42	B7-036	PARISI	-20°18'17"	-50°00'26"	480
43	B7-041	DOLCINÓPOLIS	-20°07'14"	-50°30'43"	450
44	B7-052	SANTA CLARA D'OESTE	-20°06'00"	-50°56'00"	380
45	C5-018	PINDORAMA	-21°13'08"	-48°53'52"	530
46	C5-027	SANTA ADÉLIA	-21°16'27"	-48°45'59"	575
47	C5-043	PARAÍSO	-21°01'00"	-48°46'00"	590
48	C5-070	MONTE ALTO	-21°15'31"	-48°29'44"	730
49	C5-073	CÂNDIDO RODRIGUES	-21°19'32"	-48°37'53"	617
50	C5-084	PALMARES PAULISTA	-21°04'40"	-48°48'00"	520
51	C5-092	VISTA ALEGRE DO ALTO	-21°09'24"	-48°37'44"	590
52	C5-113	TAIÚVA	-21°07'08"	-48°24'49"	620
53	C6-053	CATIGUÁ	-21°03'23"	-49°03'43"	496

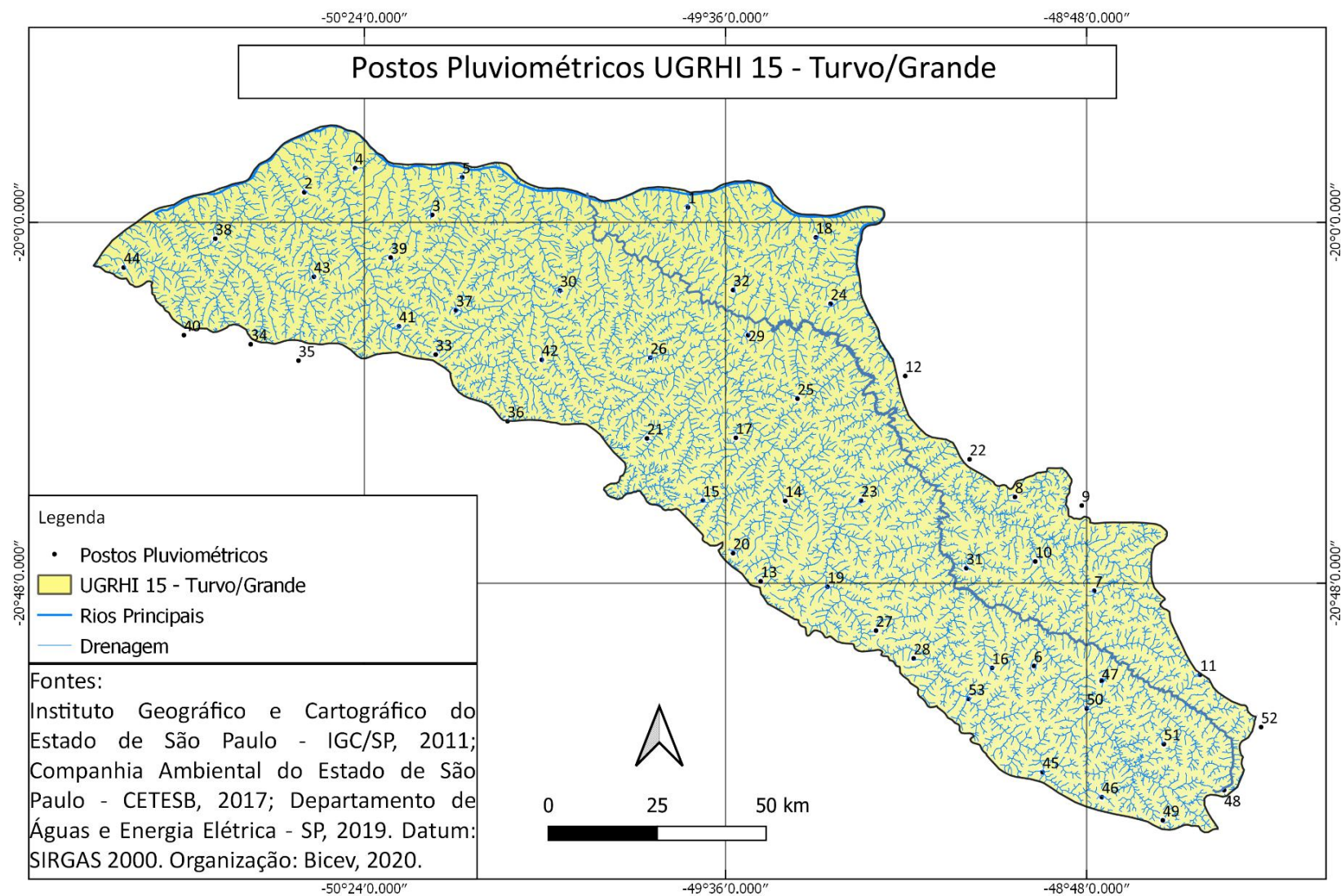


Figura 9: Mapa Postos Pluviométricos analisados UGRHI 15 – Turvo/Grande.
Fontes: IGC/SP (2011); CETESB (2017); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

4.2 Organização dos dados pluviométricos e elaboração dos mapas

Os dados pluviométricos foram organizados em planilhas eletrônicas (EXCEL), sendo divididos em totais anuais, mensais, sazonais (verão, outono, inverno e primavera) e dos anos excepcionais (ano seco, habitual e chuvoso). Os mapas foram elaborados pelo software de Sistemas de Informações Geográficas QGIS 3.10.5 A Coruña.

4.3 Correção das falhas

Para as falhas dos dados existem diversos métodos para preenchimento, segundo Bertoni e Tucci (2001) os três métodos principais são: método da média aritmética, método de Thiessen e método das isoietas. Para o preenchimento das falhas, neste trabalho, será utilizado o método da média aritmética, onde:

$$Pm = 1/n \cdot \sum Pi$$

Pm = precipitação média na área em mm;

Pi = precipitação média do i -ésimo pluviômetro;

n = número total de pluviômetros.

4.4 Área de abrangência dos postos pluviométricos

Foi verificada a área de influência de cada posto pluviométrico, o que possibilita a cobertura associada aos postos usados na área total da bacia. Para tal foi utilizada a metodologia proposta pela Organização Meteorológica Mundial, que estimou que a abrangência de um posto pluviométrico varia entre 600-900 km². Em uma versão revisada (WMO, 1994), determinou que a abrangência de cada posto pluviométrico para áreas planas no interior do continente é de 575 km² (CORREA, 2013).

Sendo assim para determinação do raio de abrangência para cada posto pluviométrico, é possível calcular através da área do círculo:

$$A = \pi r^2$$

$$575 = 3,1415 \cdot r^2$$

$$\sqrt{575/3,1415} = r$$

$$r = 13,5 \text{ km}$$

A = área da circunferência

π = valor aproximado 3,1415

r^2 = quadrado do raio da circunferência.

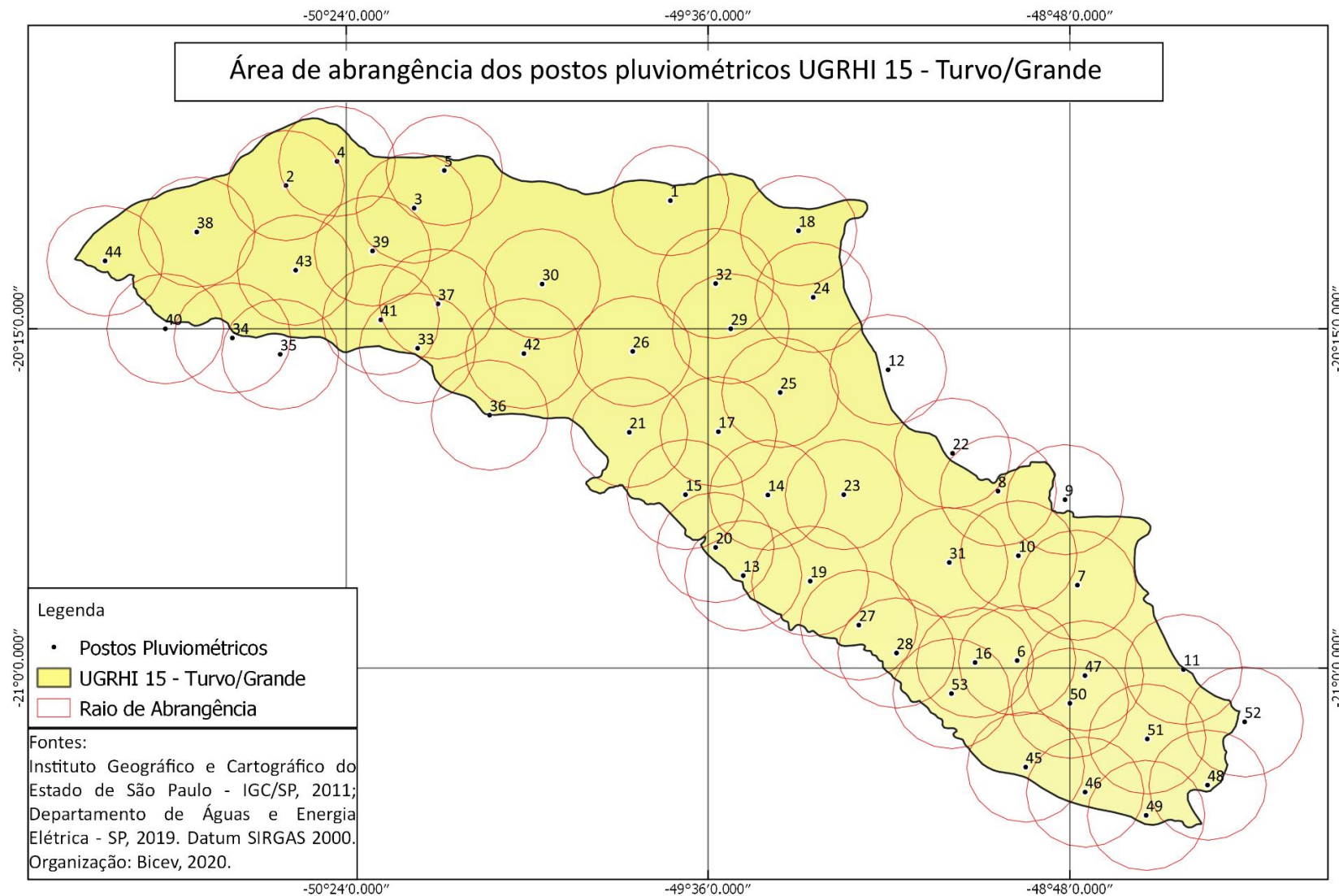


Figura 10: Mapa área de abrangência dos postos pluviométricos da UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

Com a análise da área e da abrangência dos postos foram determinados os seguintes dados: a UGRHI 15 – Turvo/Grande tem o total de 16.228,83 km² e a área de cobertura dos postos é de 14.995,67 km². Portanto a área de abrangência dos postos selecionados para coleta de dados e estudo corresponde a 92,40% da área total da UGRHI 15.

4.5 Espacialização dos postos e dados por interpolação

Para o estudo da distribuição da precipitação pluviométrica foi utilizado o método de interpolação geoestatístico pela metodologia IDW através do software QGis 3.10.5 A Coruña.

Sobre a metodologia IDW:

A interpolação por meio do IDW (Inverse of Distance Weighted) determina valores utilizando uma combinação linear ponderada de um conjunto de dados da amostra. Dessa forma, o peso atribuído a esse dado “criado” é uma função da distância inversa. A superfície a ser interpolada deve ser aquela de uma variável locacional dependente, logo, o IDW parte do pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes (MURARA, 2019, p. 115).

4.6 Definição dos anos-padrão

Para definição dos anos-padrão foi utilizada a metodologia de Sant’Anna Neto (1995), onde são classificados os anos a partir da obtenção do desvio-padrão de cada série temporal, definindo assim os anos seco, tendente a seco, habitual, tendente a chuvoso e chuvoso. A tabela seguinte mostra, com base na precipitação média e no desvio padrão, as classes de precipitação usadas:

Ano chuvoso	$P > P_m + \sigma$	
Ano tendente a chuvoso	$P_m + \sigma/2$	
Ano habitual	$P_m - \sigma/2 < P < P_m + \sigma/2$	
Ano tendente a seco	$P_m - \sigma/2$	
Ano seco	$P < P_m - \sigma$	

P = precipitação

P_m = precipitação média

σ = desvio-padrão.

A técnica de definir os anos do período de estudo em anos padrão é comumente empregada em Climatologia Geográfica. O principal objetivo da técnica é separar anos que apresentem características semelhantes quanto a uma determinada variável, de forma que esses possam ser considerados como um grupo com características semelhantes; e posteriormente eleger um ano padrão para representar cada grupo (SILVESTRE; SANT'ANNA NETO; FLORES, 2013, p. 24)

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Variabilidade da precipitação média no período histórico 1973-2000

5.1.1 Análise da precipitação média anual

Analisando os dados de precipitação de cada ano, foi definida a precipitação média anual para o período histórico 1973-2000 que é de 1411,9 mm. No gráfico abaixo (Figura 11) a comparação da média anual para o período histórico com os totais de cada ano do período analisado.

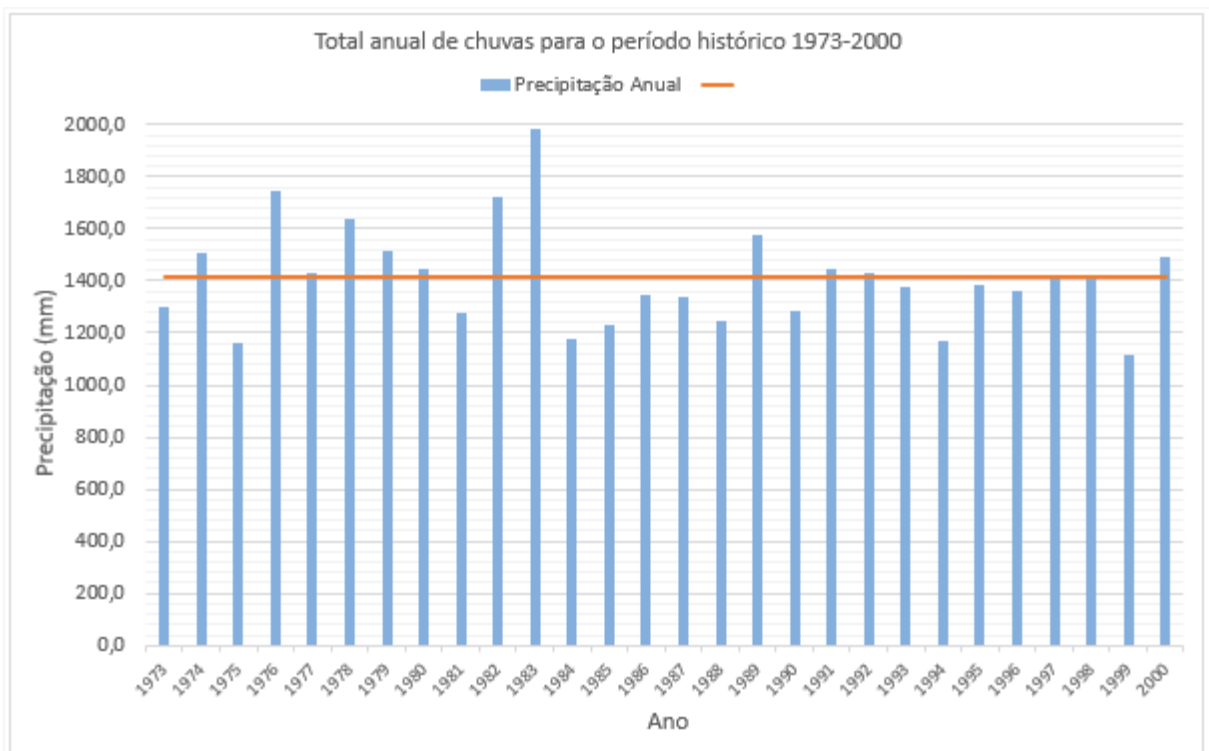


Figura 11: Gráfico do total anual de chuvas para o período histórico 1973-2000. Dados obtidos do Departamento de Águas e Energia Elétrica – SP (DAEE/SP). **Organização:** Bicev (2020).

Com a espacialização é possível inferir que a noroeste estão as áreas com menores médias pluviométricas anuais, com algumas exceções em determinados pontos em que a precipitação chega a valores médios maiores de 1450 mm e 1550 mm (Figura 12). No geral as médias pluviométricas aumentam em direção ao sul, com destaque para regiões a sudoeste que chegam a precipitações anuais médias em torno de 1600 mm.

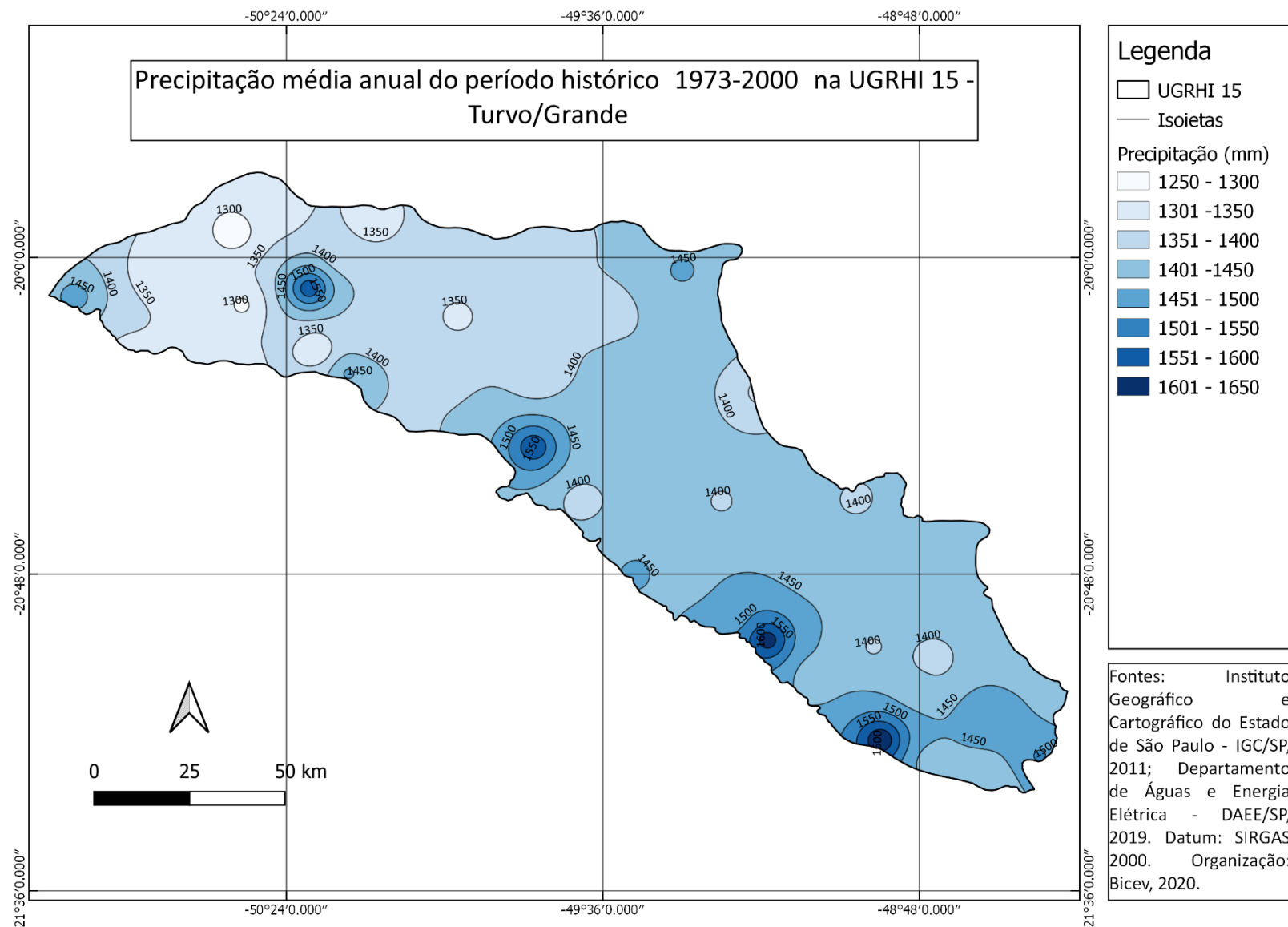


Figura 12: Mapa da precipitação média anual do período 1973-2000 na UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019) . **Organização:** Bicev (2020).

5.1.2 *Análise da precipitação média mensal*

Na análise das médias mensais no período histórico (Figura 13), como se é esperado e também comprovado pelos mapas de espacialização (Figuras 14, 15, 16 e 17), os primeiros meses (janeiro/fevereiro/março) concentram os maiores valores médios de precipitação, em ordem decrescente, sendo janeiro o mês de maiores médias. Os meses seguintes seguem esses padrões diminuindo as médias, sendo que nos meses de junho, julho e agosto (meses invernais) são os mais secos, com menores valores médios de precipitação pluviométrica. Em setembro esses valores começam a subir, mesmo com pouca elevação e em outubro, novembro e dezembro (primavera) e aumentam consideravelmente continuando altos até o final do verão, com a chegada do outono é possível verificar a queda significativa das médias novamente.

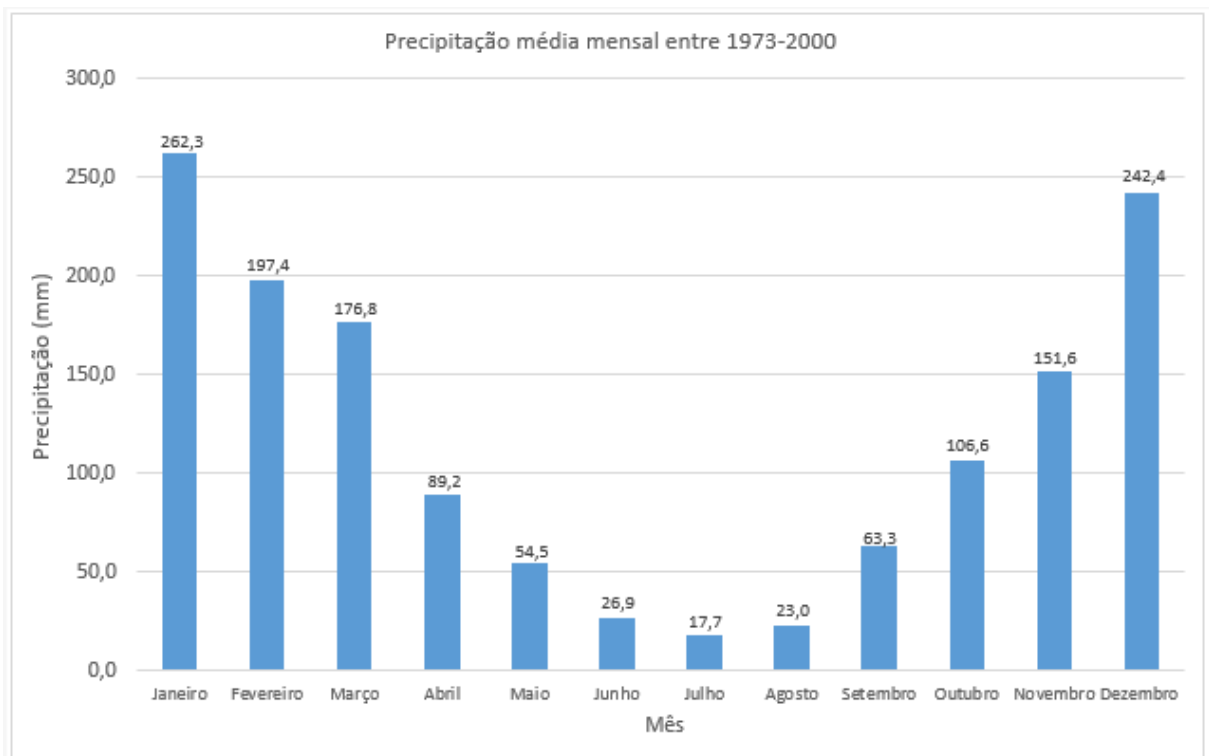


Figura 13: Gráfico da precipitação média mensal entre 1973-2000. Dados obtidos do Departamento de Águas e Energia Elétrica- SP (DAEE/SP). **Organização:** Bicev, 2020.

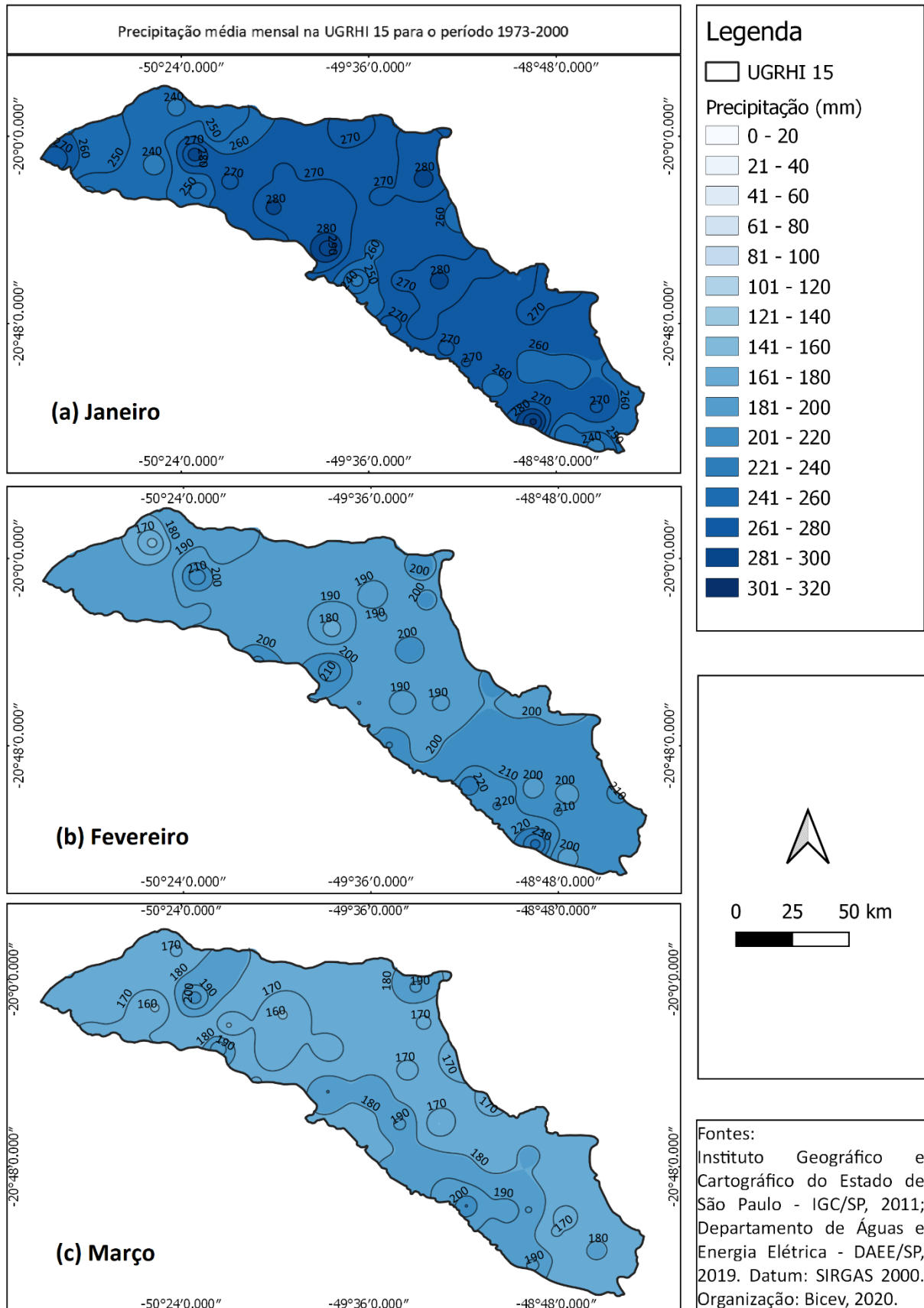


Figura 14: Mapa precipitação média mensal para UGRHI 15 – Turvo/Grande para o período 1973-2000, para os meses de (a) Janeiro, (b) Fevereiro e (c) Março.

Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

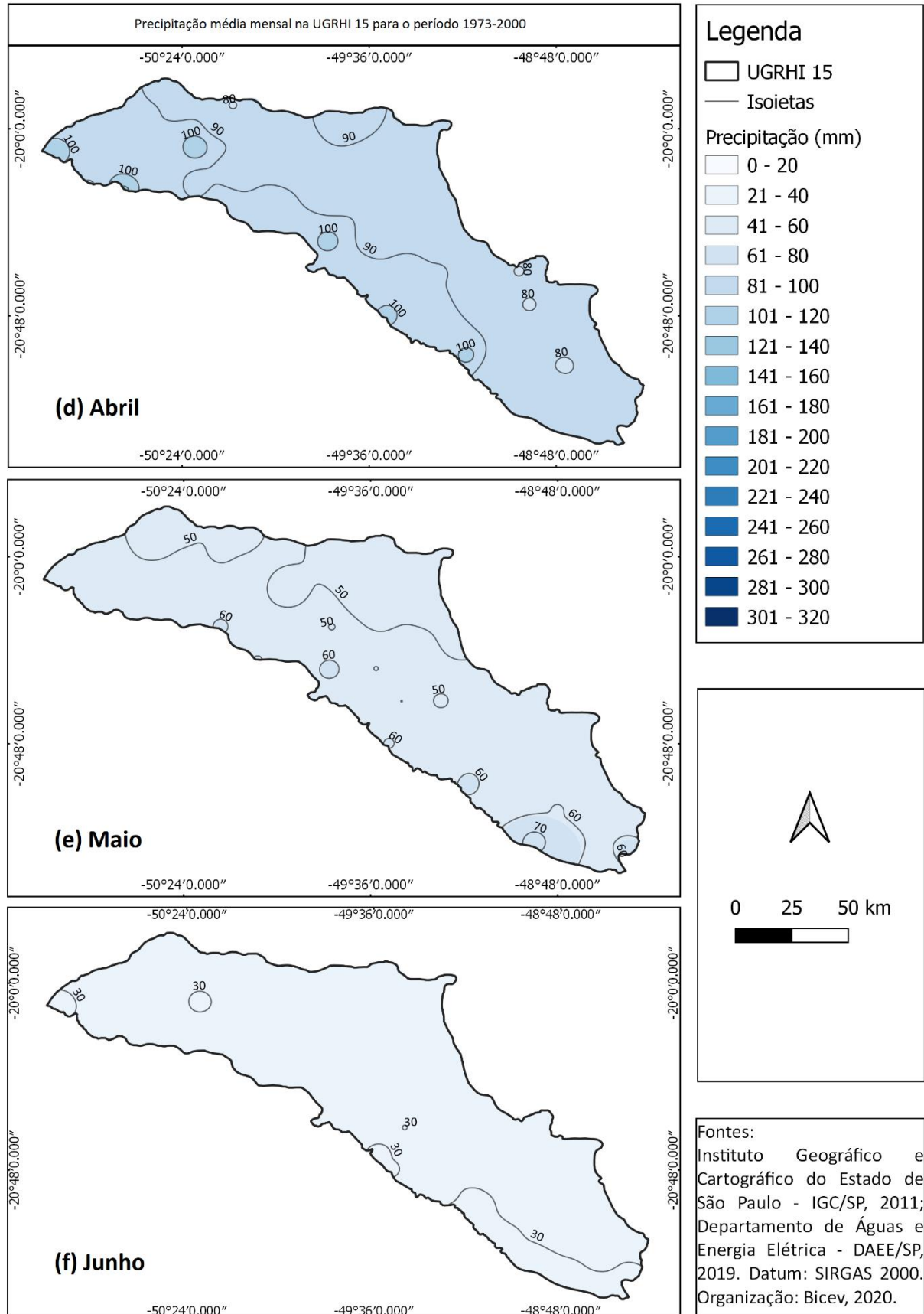


Figura 15: Mapa precipitação média mensal para UGRHI 15 – Turvo/Grande para o período 1973-2000, para os meses de (d) Abril, (e) Maio e (f) Junho.

Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

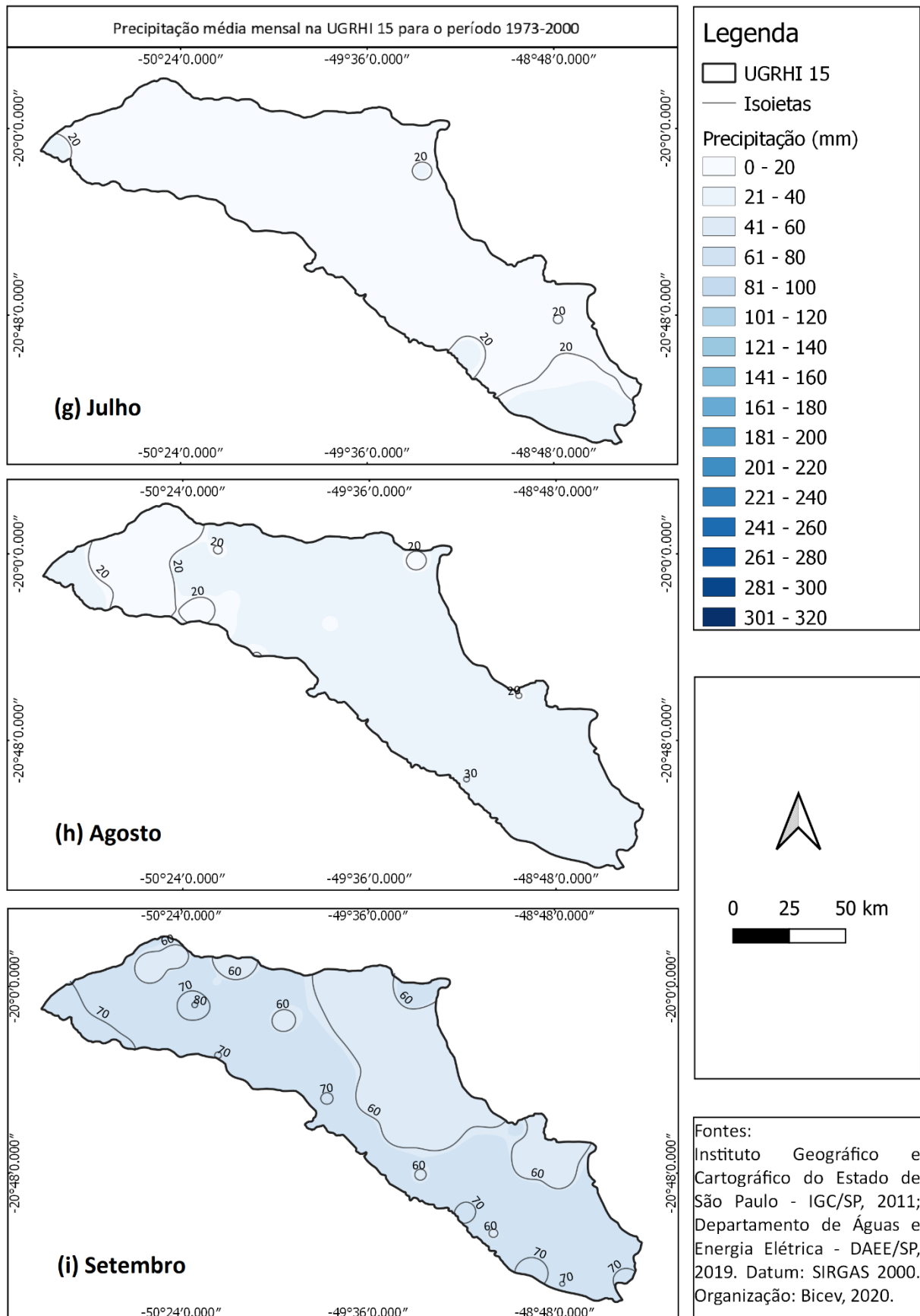


Figura 16: Mapa precipitação média mensal para UGRHI 15 – Turvo/Grande para o período 1973-2000, para os meses de (g) Julho, (h) Agosto e (i) Setembro.

Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

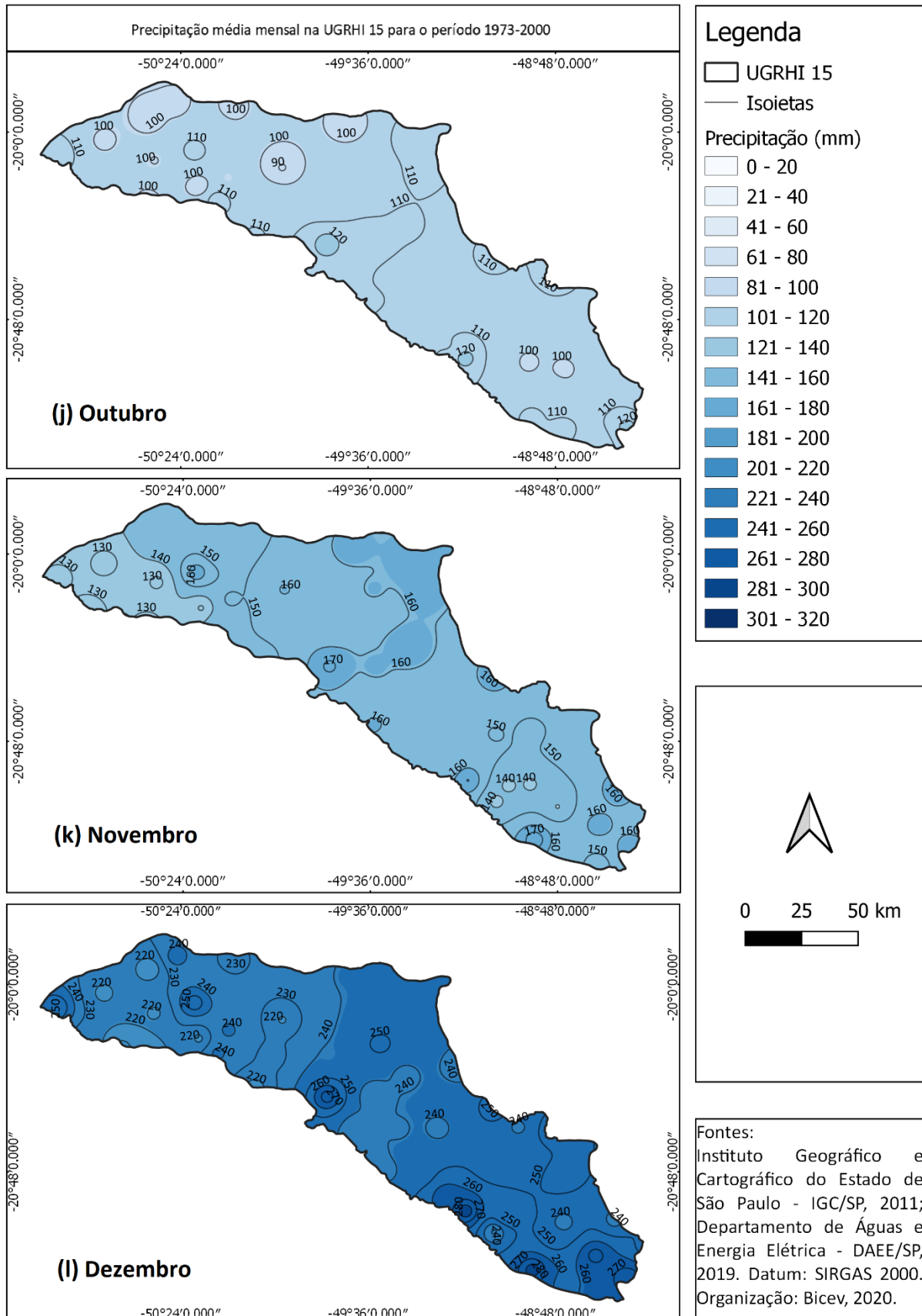


Figura 17: Mapa precipitação média mensal para UGRHI 15 – Turvo/Grande para o período 1973-2000, para os meses de (j) Outubro, (k) Novembro e (l) Dezembro.
Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

5.1.3 Análise da precipitação média sazonal

Na análise sazonal são verificadas estações bem definidas: verão (janeiro, fevereiro e março) com maiores valores médios pluviométricos, apresentando nesta estação 45,0% (636,5 mm) da precipitação da média anual no período histórico; outono (abril, maio e junho) apresentando 12,1% (170,7 mm) da precipitação média anual; inverno, (julho, agosto e setembro) 7,4% (104,0) e primavera (outubro, novembro e dezembro) tendo 35,5% (500,7 mm) da precipitação média anual (Figura 18). Verão chuvoso e Inverno seco são característicos do Clima Tropical (Figura 19).

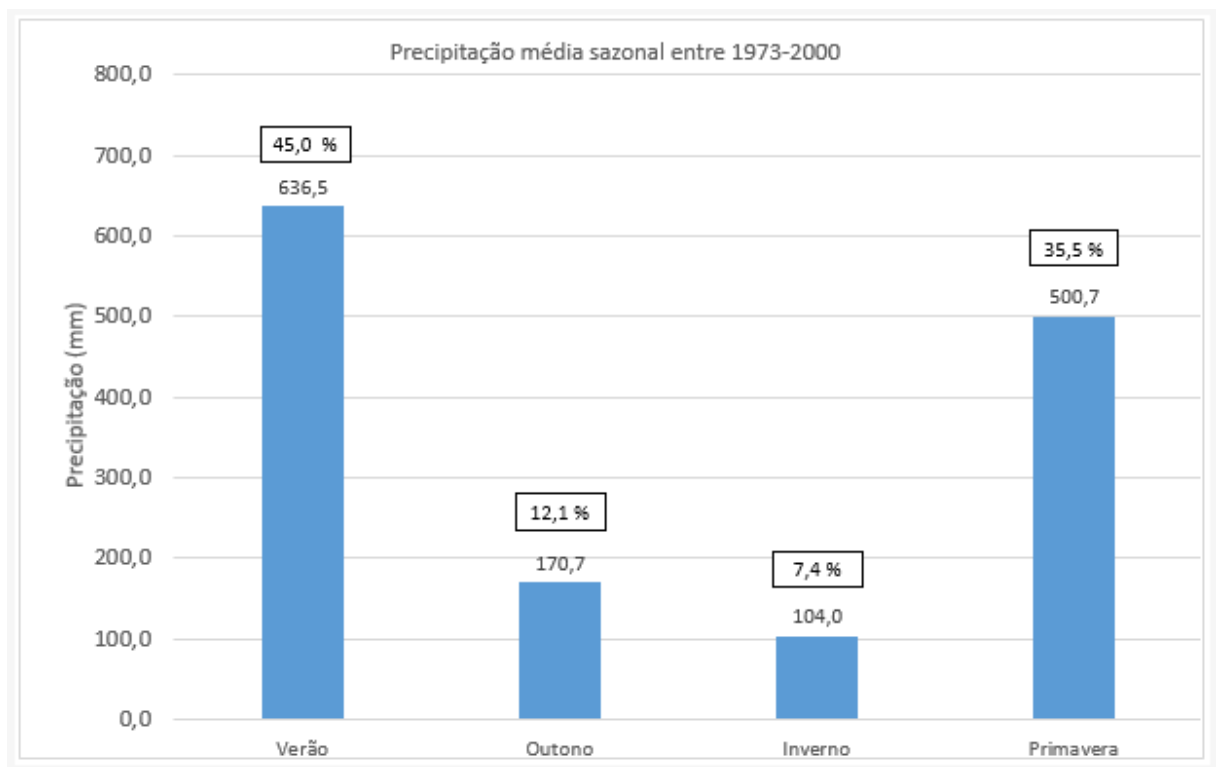


Figura 18: Gráfico da precipitação média sazonal entre 1973-2000. Dados obtidos do Departamento de Águas e Energia Elétrica- SP (DAEE/SP). **Organização:** Bicev, 2020.

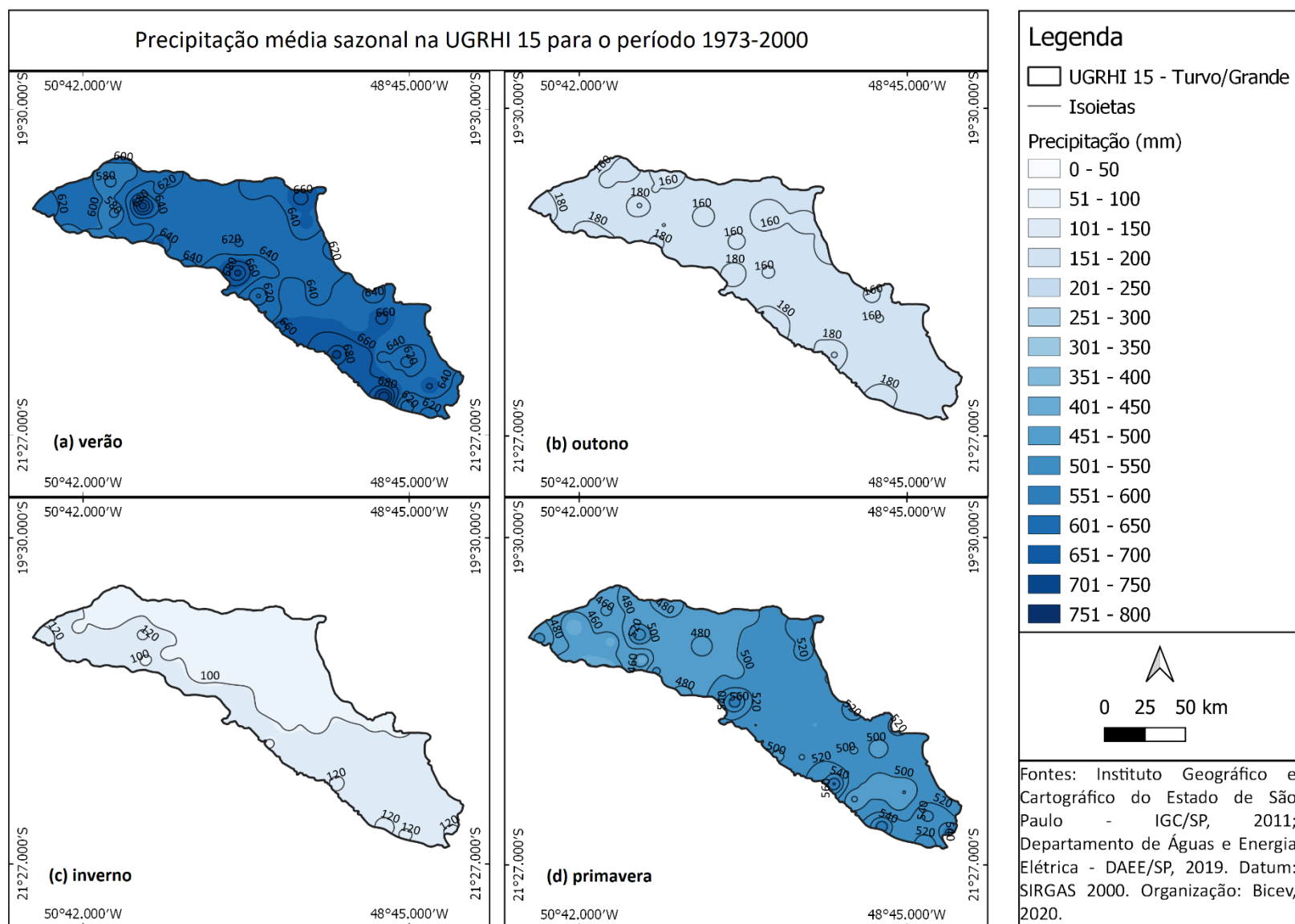


Figura 19: Mapa precipitação média sazonal na UGRHI 15 – Turvo/Grande no período 1973-2000.

Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

5.2 VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NOS ANOS SECO, HABITUAL E CHUVOSO

Segundo determinação dos anos- padrão (Página 31), o desvio-padrão da série histórica analisada nos 53 postos pluviométricos é de 195,8 mm e a média anual do período histórico é de 1411,9 mm, sendo assim, foi obtida a seguinte classificação:

Ano Chuvoso	> 1607,7	
Ano tendente a chuvoso	1509,8 – 1607,6	
Ano habitual	1314,1 – 1509,7	
Ano tendente a seco	1216,2 – 1314	
Ano seco	< 1216,1	

Foram assim classificados os anos da série histórica: quatro anos secos (1975, 1984, 1994, 1999); cinco anos tendentes a seco (1973, 1981, 1985, 1988 e 1990); doze anos habituais (1977, 1980, 1986, 1987, 1991, 1992, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998 e 2000); três anos tendentes a chuvosos (1974, 1979 e 1989) e quatro anos chuvosos (1976, 1978, 1982 e 1983).

Ano	Precipitação total
1973	1296,8
1974	1510,5
1975	1158,0
1976	1741,6
1977	1427,7
1978	1638,9
1979	1515,8
1980	1447,9
1981	1277,8
1982	1724,1
1983	1987,3
1984	1174,1
1985	1230,2
1986	1343,7
1987	1337,7
1988	1247,8
1989	1578,3
1990	1280,8

1991	1444,4
1992	1428,1
1993	1379,0
1994	1171,2
1995	1382,6
1996	1362,8
1997	1412,3
1998	1426,3
1999	1116,2
2000	1490,6
Média Histórica	1411,9
Desvio Padrão	195,8

Organização: Bicev, 2020.

Para o estudo mais detalhado da variabilidade temporal e espacial da precipitação foram selecionados os seguintes anos de cada classe para representação: Ano seco (1999), Ano habitual (1997) e Ano chuvoso (1983).

5.2.1 Variabilidade espacial e temporal do ano seco 1999

Os meses de março, abril, maio, julho, agosto, outubro, novembro e dezembro apresentaram totais abaixo da média histórica; os meses de fevereiro, junho e setembro do ano de 1999 apresentaram totais muito próximos a média histórica e apenas o mês de janeiro ultrapassou os valores médios históricos, sendo janeiro expressivo (média período histórico 262,3 mm e do ano seco de 334,7mm) (Figura 20). É observado que nas regiões noroeste (municípios de Fernandópolis, Estrela D'Oeste, Valentim Gentil, Álvares Florence e Votuporanga), sudoeste (Uchoa, Cedral, Guapiaçu, São José do Rio Preto e Mirassol) e sudeste (Monte Alto, Vista Alegre, Taiúva e Taiapu) são as áreas com maiores totais de precipitação (Figura 21).

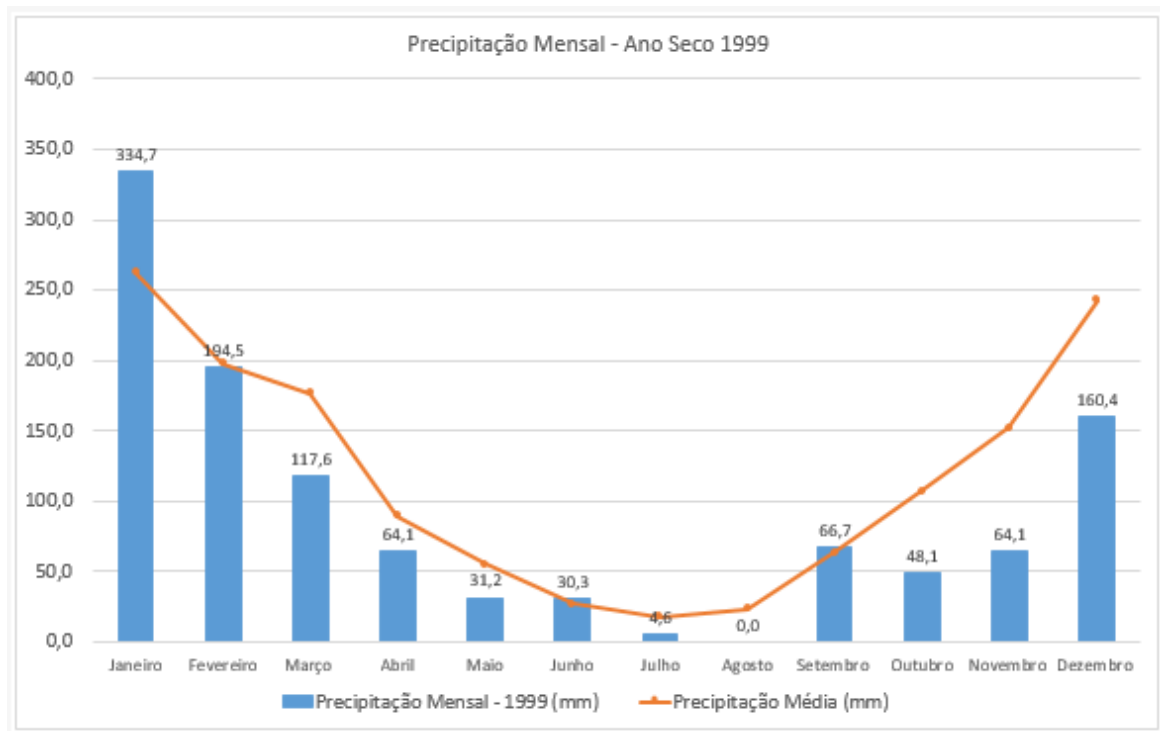


Figura 20: Gráfico da precipitação mensal do Ano Seco 1999. Dados obtidos do Departamento de Águas e Energia Elétrica - SP (DAEE/SP). **Organização:** Bicev, 2020.

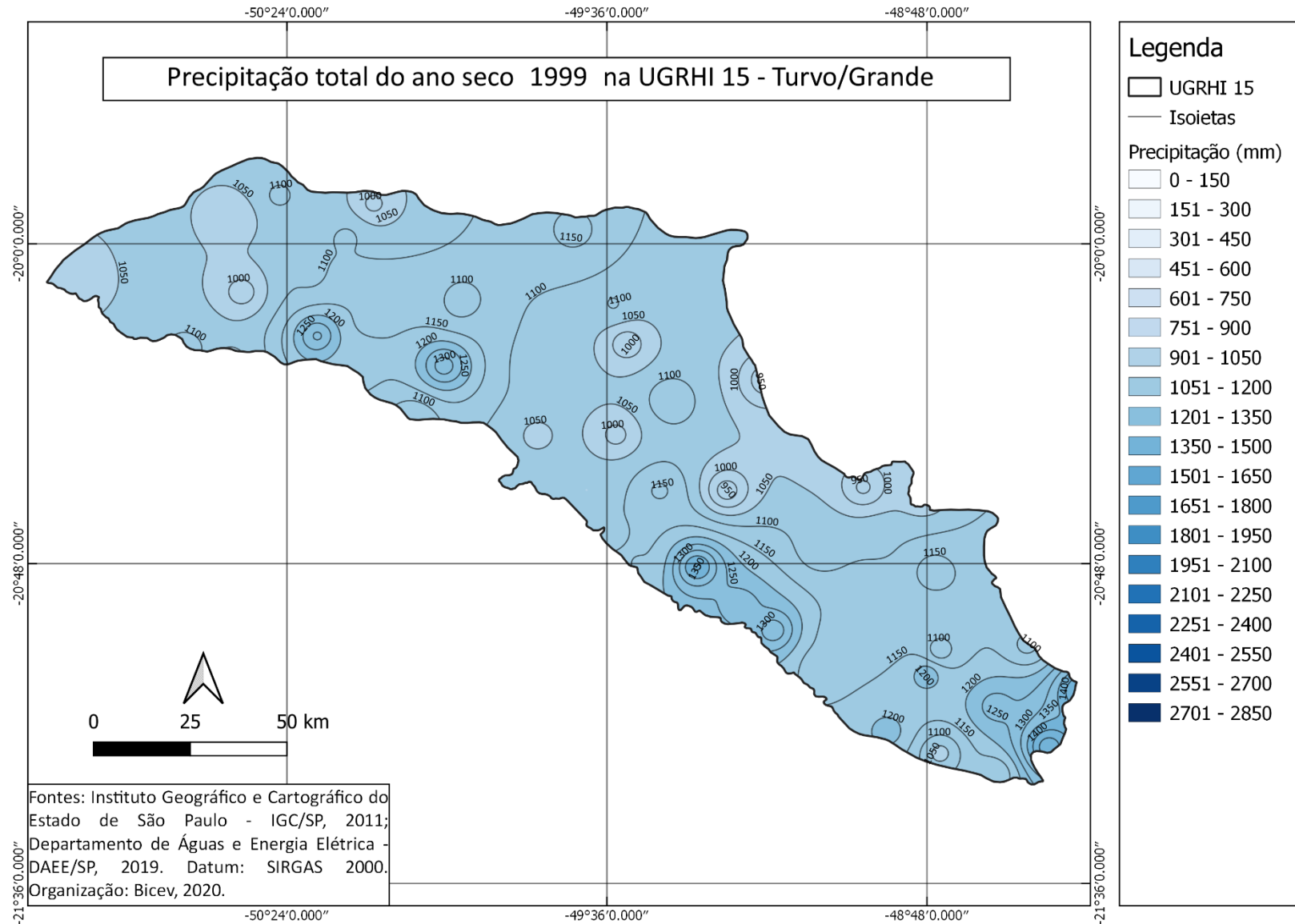


Figura 21: Mapa da precipitação total do ano seco 1999 na UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

5.2.2 Variabilidade espacial e temporal do ano habitual 1997

Mesmo o total pluviométrico sendo bem próximo ao classificado como de um ano habitual, na distribuição dos meses há diferenciações: janeiro, junho e novembro ultrapassaram significativamente a média histórica; fevereiro, março, agosto e dezembro tiveram os valores abaixo da média histórica e os meses abril, maio, julho, setembro e outubro foram os meses que mais se aproximaram às médias para os meses no período histórico (Figura 22). A distribuição da precipitação é homogênea na extensão da UGRHI, se comparada a média do período histórico, com destaque para a região noroeste (Estrela D'Oeste e Fernandópolis) que apresenta totais menores de precipitação, maiores a sudoeste (Santa Adélia, Ariranha, Pindorama, Catanduva, Catiguá. Uchoa, Cedral, São José do Rio Preto e Mirassol), algumas regiões ao norte (Paulo de Faria, Orindiúva e Ponte Gestal) e sudeste (Severínia, Cajobi, Colina e Monte Azul Paulista) (Figura 23).

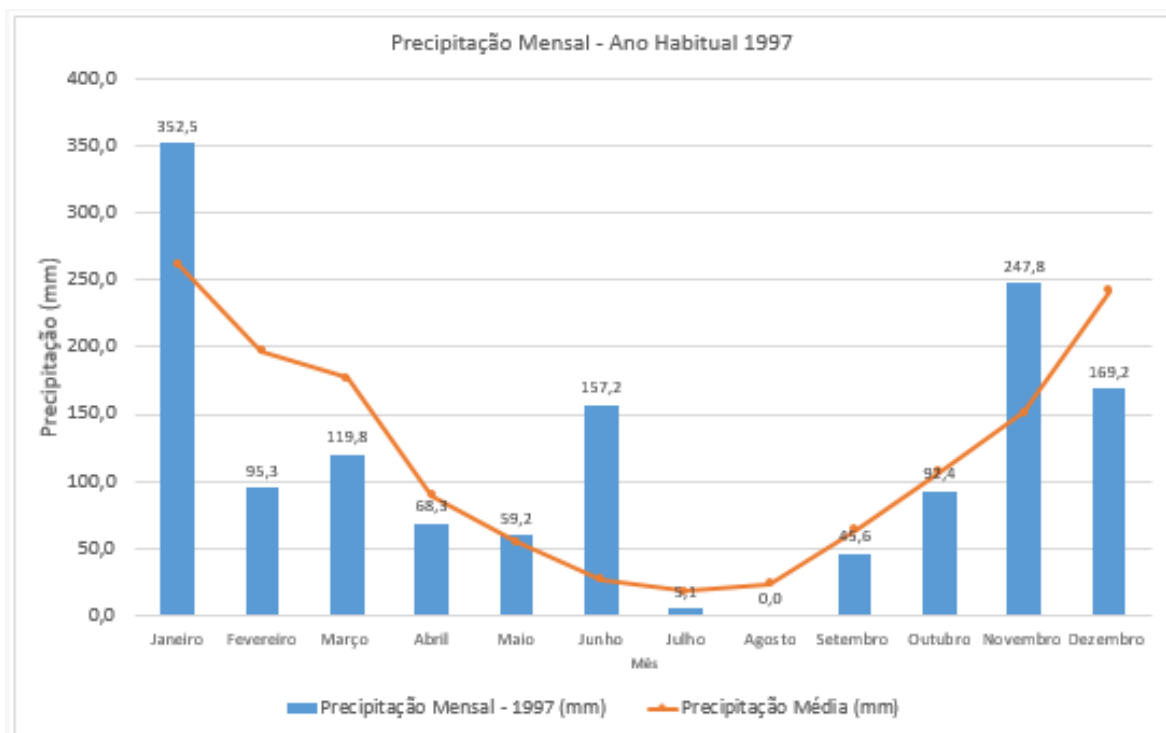


Figura 22: Gráfico da precipitação mensal do Ano Habitual 1997. Dados obtidos do Departamento de Águas e Energia Elétrica – SP (DAEE/SP). **Organização:** Bicev, 2020.

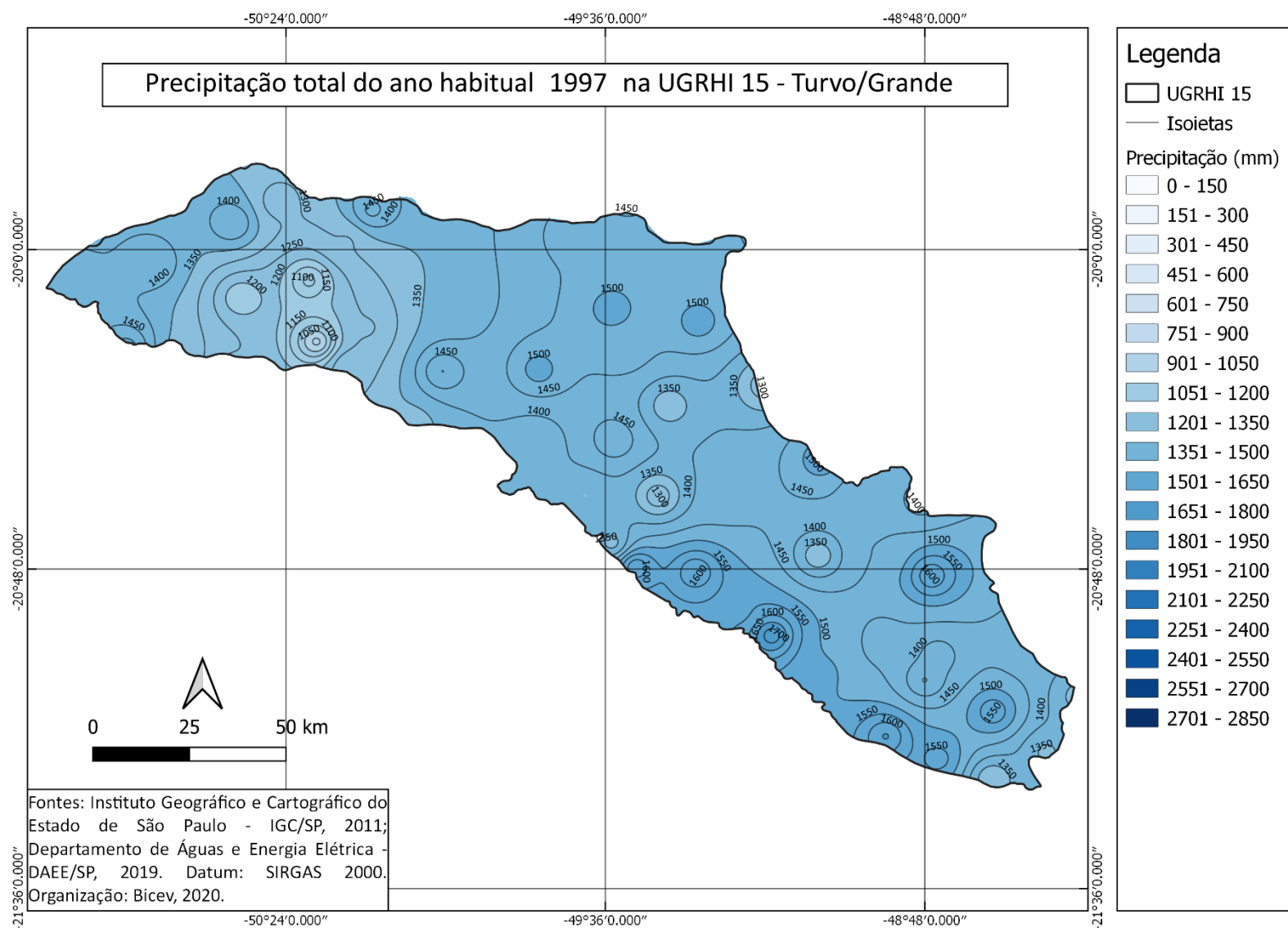


Figura 23: Mapa da precipitação total do ano habitual 1997 na UGRHI 15 – Turvo/Grande.
Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

5.2.3 Variabilidade espacial e temporal do ano chuvoso 1983

Apenas o mês de agosto esteve abaixo da média histórica, os demais meses ultrapassaram a média, com destaque para os meses de janeiro, maio, setembro e outubro que tiveram totais bem acima das médias (Figura 24). Os menores valores totais são encontrados ao norte (Indiaporã e Mira Estrela), há uma área a sudoeste (Santa Clara D'Oeste e Santa Rita D'Oeste) que esses valores são mais altos e em direção ao centro-sul (Cosmorama, Palestina a Monte Alto) os totais vão aumentando. Portanto a maior concentração das precipitações se localizam do centro ao sul, mesmo havendo também pequenas variações nessas áreas (Figura 25).

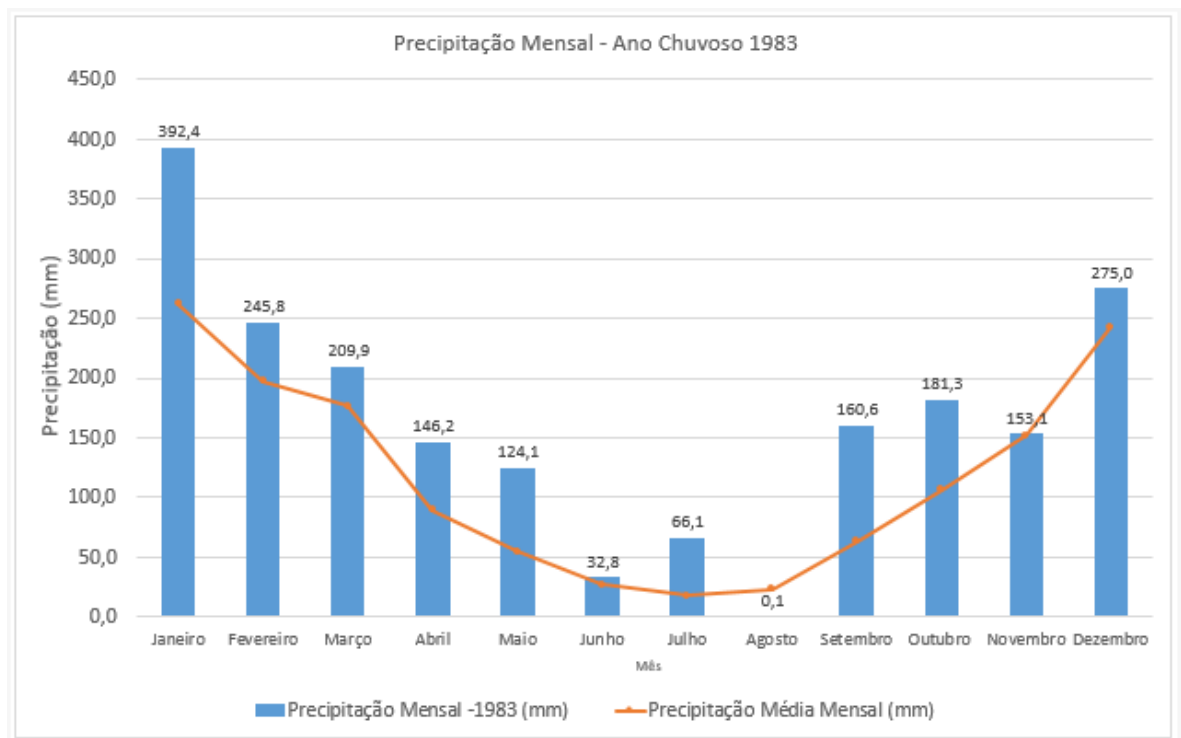


Figura 24: Gráfico da precipitação mensal do Ano Chuvoso 1983. Dados obtidos do Departamento de Águas e Energia Elétrica – SP (DAEE/SP). **Organização:** Bicev, 2020.

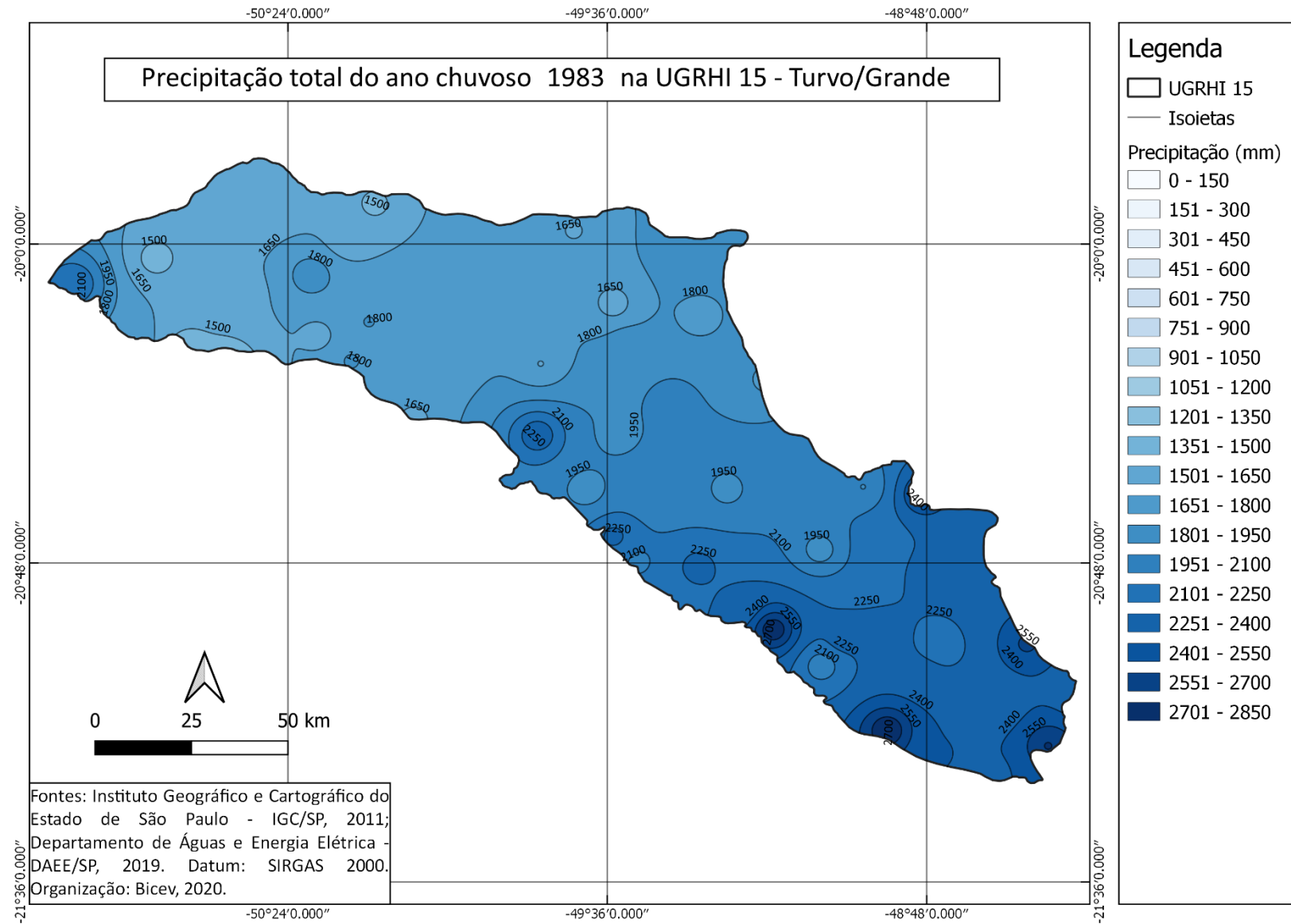


Figura 25: Mapa da precipitação total do ano chuvoso 1983 na UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Fontes: IGC/SP (2011); DAEE/SP (2019). **Organização:** Bicev, 2020.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de uma área, bem como de dados colhidos, traz a compreensão e caracterização da região, resultando em indicadores para contribuição de um planejamento mais eficaz e sustentável tanto no âmbito ambiental, quanto no socioeconômico.

Pela análise da precipitação pluviométrica na UGRHI 15 foi verificado que a área segue as características de seu clima, Tropical Central, sendo chuvoso no verão e seco no inverno.

Especialmente o volume pluviométrico no ano determinado seco 1999, é predominantemente maior no noroeste (municípios de Fernandópolis, Estrela D'Oeste, Valentim Gentil, Álvares Florence e Votuporanga), sudoeste (Uchoa, Cedral, Guapiaçu, São José do Rio Preto e Mirassol) e sudeste (Monte Alto, Vista Alegre, Taiúva e Taiacu); no ano habitual 1997 a distribuição da precipitação é predominantemente homogênea se comparada as médias do período histórico na extensão da UGRHI, havendo pequenas variações com destaque para a região noroeste (Estrela D'Oeste e Fernandópolis) que apresenta totais menores de precipitação, totais maiores a sudoeste (Santa Adélia, Ariranha, Pindorama, Catanduva, Catiguá, Uchoa, Cedral, São José do Rio Preto e Mirassol), algumas regiões a norte (Paulo de Faria, Orindiúva e Ponte Gestal) e sudeste (Severínia, Cajobi, Colina e Monte Azul Paulista) e no ano chuvoso 1983 onde os menores valores totais são encontrados ao norte (Indiaporã e Mira Estrela), há uma área a sudoeste (Santa Clara D'Oeste e Santa Rita D'Oeste) que esses valores são mais altos e em direção ao centro-sul (Cosmorama, Palestina a Monte Alto) os totais vão aumentando significativamente.

O volume pluviométrico na UGRHI no período 1973-2000 é predominantemente maior na direção centro-sul da unidade, contendo pontos isolados com maiores valores a sudoeste, oeste e nordeste como espacializado (Figura 12). A noroeste é verificado os menores valores de precipitação no período analisado.

6.1 Limitações da Pesquisa

Ao norte da UGRHI 15, uma parte da região carece de postos, e consequentemente de dados, para análise da precipitação o que dificulta analisar a total incidência da precipitação, mesmo sendo uma área pequena em comparação a área total, os estudos ficariam mais completos se houvesse a existência de postos pluviométricos em toda área. Os estudos de análise de precipitação ainda encontram grandes obstáculos pela falta de instalações de postos para obtenção de dados, é necessário que haja mais postos ativos em todo território para que estudos como este sejam realizados e utilizados para caracterização de áreas. Muitos dos postos

utilizados neste trabalho hoje já não estão mais ativos o que dificultou a análise de um maior e mais recente período histórico e assim acontece em outras tantas áreas onde é precária a instrumentalização para coleta de dados pluviométricos, o que torna cada vez mais difícil os estudos nesta área que tem tanta importância para a manutenção de melhores e maiores recursos ao ambiente e sociedade.

7 REFERÊNCIAS

ANDRADE AR, NERY JT. Análise sazonal e espacial da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do rio Ivaí – Paraná. Boletim de Geografia. 2011;29(2):107-121.

BANCO DE DADOS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS/IBGE – BDia/IBGE. Base Cartográfica: geomorfologia do estado de São Paulo. 2020. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRITTO,F.P; BARLETTA,R.; MENDONÇA,M. **Variabilidade espacial e temporal das precipitações pluvial no Rio Grande do Sul:** Influência do fenômeno El Nino oscilação sul. Revista Brasileira de Climatologia. V.3,n.1. Paraná, 2008.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS TURVO E GRANDE – CBH-TG. Apresentação. Disponível em: < <https://comitetg.sp.gov.br/site/apresentacao/>> . Acesso em: 8 nov. 2019.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS TURVO E GRANDE – CBH-TG. Relatório de situação de recursos hídricos de bacias. 2010. Disponível em: <<https://comitetg.sp.gov.br/site/wp-content/uploads/2020/05/Relat%C3%B3rio-de-Situa%C3%A7%C3%A3o-2010-CBH-TG.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Base Cartográfica: Enquadramento dos corpos hídricos – Arquivos digitais. 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos-arquivos-digitais/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

CORREA, M. G. G. **Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia do rio Piquiri-PR.** 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-28082013-122143/pt-br.php>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS – CPTI. **UGRHI 15 - Fundamentos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos dos usuários urbanos e industriais.** 2012. Disponível em:

<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7406/fundamentacao-cobranca_cbhtg_versao-final.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – DAEE/SP. Banco de dados hidrológicos. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 15 set. 2019.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – DAEE/SP. LEI nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/legislacao/arquivos/736/lei_9034.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Base cartográfica: clima do Brasil. 2018. Disponível em: <http://dados.gov.br/dataset/cren_climadobrasil_5000/resource/360f02ac-f5e9-45ee-a6d4-b7ae1ae84def?inner_span=True>. Acesso em: 12 maio 2020.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Bases Cartográficas: estado de São Paulo, limite de UGRHI, municípios do estado de São Paulo. Disponível em: <<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

KARMANN, Ivo. Água: ciclo e ação geológica. In: TEIXEIRA, Wilson; FAIRCHILD, Thomas R.; TOLEDO, Maria Cristina Motta de; TAIOLI, Fabio. **Decifrando a Terra**. 2ª Edição. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 2009. cap. 7, p. 186-209.

MONTEIRO, C. A. F. Análise ritmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**. São Paulo, n. 1, p. 1-21, 1971.

MURARA, Pedro. Técnicas de Interpolação para pesquisa em Climatologia regional e Agroclimatologia. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 15 - Edição Especial – XIII

Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p. 106-126, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/66602>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

PORTAL SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - SigRH/SP. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/planoestadualderecursoshidricos>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

ROSS, J.; DEL PRETTE, M. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista Do Departamento De Geografia**, 12, p. 89-121, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53736>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Infraestrutura e Meio Ambiente. Base Cartográfica: Modelo Digital de Elevação do estado de São Paulo. 2013. Disponível em: <<https://www.infrastrukturameioambiente.sp.gov.br/cpla/modelo-digital-de-elevacao-mde-do-estado-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SILVESTRE, Miriam; SANT'ANNA NETO, João Lima; FLORES, Edilson. Critérios estatísticos para definir anos padrão: Uma contribuição à Climatologia Geográfica. **Revista Formação**, n. 20, v. 2, p. 23-53, 2013. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/2360/2398>>. Acesso em: 28 jan. 2020.

SOUZA, Vladimir; GALVANI, Emerson. Distribuição Temporal da Precipitação Pluvial e sua Interação com o Relevo na Bacia do rio Jacaré Guaçu (SP). **Ciência e Natura**, [S.l.], v. 39, p. 110-124, nov. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/27334>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to Hydrological Practices, Data Acquisition and Processing, Analysis, forecasting and other Applications.** 5 ed. n 168, Geneva: 1994, p 259.

ZAVATINI JA, CANOH. **Variações do ritmo pluvial na bacia do rio Corumbataí (SP).** Boletim de Geografia Teórica. 1993:v.23(45):215-240.