



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Karen Andressa Ramos

A distribuição das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e seu entorno: reflexos
na captação de água para o abastecimento da Grande Florianópolis.

Florianópolis

2023

Karen Andressa Ramos

A distribuição das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e seu entorno: reflexos na captação de água para o abastecimento da Grande Florianópolis.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. João Afonso Zavattini

Florianópolis
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ramos, Karen Andressa

A distribuição das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e seu entorno : reflexos na captação de água para o abastecimento da Grande Florianópolis / Karen Andressa Ramos ; orientador, João Afonso Zavattini, 2023.

184 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Estiagem. 3. Análise Rítmica em Climatologia. 4. Frente Polar Atlântica. I. Zavattini, João Afonso. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

Karen Andressa Ramos

A distribuição das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e seu entorno: reflexos
na captação de água para o abastecimento da Grande Florianópolis.

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 15 de dezembro de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. João Afonso Zavattini
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Lindberg Nascimento Júnior
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Pedro Augusto Breda Fontão
Universidade Federal do Paraná

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestra em Geografia.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. João Afonso Zavattini
Orientador

Florianópolis, 2023.

Com muito amor, dedico este trabalho
à Maggie (*in memoriam*), que me acompanhou até o fim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gratidão à vida! Por todas as experiências que ela me proporcionou, toda alegria, tristeza, esperança, luto, entusiasmo, frustração, amor, raiva, fé, realização e uma infinidade de emoções que me tornou a mulher que sou hoje.

Aos meus pais, Leoni Teresinha e Cláudio Roberto, pelo amor e dedicação que têm por mim! Vocês sempre acreditaram em mim, me deixaram a explorar o mundo afora, me incentivaram e apoiaram as minhas escolhas de vida. Graças a vocês pude crescer!

Ao meu noivo e amor da minha vida, Gabriel Luan Rodrigues. Obrigada por caminhar ao meu lado por quase uma década, por todo seu amor, apoio, ajuda e paciência! Com você, a jornada pela vida é mais linda!

Aos meus irmãos, Karla e Gustavo, ao padrasto, Alex, à minha avó e meu avô, Joana e Carlos pelo imenso carinho por mim!

Aos demais familiares (a família é grande) pela torcida!

Ao meu orientador, prof. João Zavattini, por ser meu guia nesta jornada acadêmica! Por todos seus ensinamentos, não só acadêmicos, mas sobre a vida! Pelas risadas, pela amizade, força, coragem, paciência... com você nunca é uma batalha perdida!

À minha mais nova amiga e irmã acadêmica, Eduarda Brandalise. Você deixou a minha vida mais leve e feliz! Obrigada por me escutar, pela sua paciência e ajuda, pelo seu incentivo e carinho!

Aos amigos e amigas que me alegram e desejam sucesso!

À Universidade Federal de Santa Catarina, pelo ensino gratuito e de qualidade!

À CAPES pela bolsa de pesquisa, que foi fundamental para a minha consolidação acadêmica.

RESUMO

Trata-se de um estudo que visou compreender o regime das chuvas e a gênese das variações rítmicas da pluviosidade, e seus reflexos na vazão hídrica na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul e seu entorno. A área de estudo está localizada na região Grande Florianópolis, que está inserida na porção leste do estado de Santa Catarina. Nesta área, foram coletados, analisados e selecionados dados pluviométricos, fluviométricos e referentes ao relatório operacional mensal de água da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) dos municípios abastecidos pela bacia. Os dados de chuva permitiram eleger três séries históricas homogêneas, uma longuíssima (1946 – 2020), uma longa (1976 – 2020) e uma curta (2013 – 2020), que melhor contemplaram a distribuição espacial na bacia, aproveitando o período mais longo possível. Após este procedimento, foram aplicadas técnicas estatísticas para a elaboração de cartas de isoietas anuais e sazonais, assim como foram produzidos pluviogramas baseados em Schroder para apresentar as chuvas mensais, de modo que permitiu descrever o comportamento cronológico e espacial das chuvas, e atribuir os “anos-padrão” (chuvoso, seco e habitual). Os resultados de vazão e cotas, também, do consumo *per capita* de cada município foram descritos mediante gráficos. Com base nos resultados pluviiais, fluviais e consumo hídrico, foi possível eleger o período de junho de 2019 a maio de 2020 como um período seco e de estiagem digno para detalhar ao nível diário, através da Análise Rítmica em Climatologia, os sistemas atmosféricos que atuaram na região. Por fim, para analisar os impactos que a estiagem causou para a população foram averiguadas notícias publicadas pela CASAN e pelos jornais locais e nacionais. Resultados indicam que a bacia do Rio Cubatão do Sul e arredores esteve mais sujeita aos eventos excepcionalmente chuvosos, porém foram identificados importantes eventos secos. A bacia se apresentou bastante submetida à escassez de chuvas, ocorrendo estiagem em diversos momentos. No período seco analisado houve o predomínio das massas de ar Polar e Atlântica e da Frente Polar Atlântica, responsável pela maior parte das chuvas, em todos os meses. No entanto, no inverno de 2019 e outono de 2020 houve uma redução significativa, ou ausência, dos volumes pluviométricos provenientes das perturbações frontais e da massa polar, as quais foram a gênese da estiagem. Os reflexos da falta de chuva na população foram sentidos através das intermitências do abastecimento de água, principalmente nos bairros que se localizam em pontas de redes ou nas cotas mais altas.

Palavras-chave: Estiagem; Análise Rítmica em Climatologia; Frente Polar Atlântica.

ABSTRACT

This study aimed to understand the rainfall regime and the genesis of pluviosity rhythmic variation as well as its reflexes on the hydric outflow in the basin of Rio Cubatão do Sul and its surrounding areas. The study area comprises Grande Florianópolis, which belongs to the eastern portion of the state of Santa Catarina. For this area, data concerning pluviosity, fluviosity and the monthly operational water reports from Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) were collected, selected, and analyzed. Rainfall data allowed for a separation of three homogenous historical series, one very long (1946 – 2020), one long (1976 – 2020), and one short (2013 – 2020), which concerned the spatial distribution in the basin, taking advantage of the longest possible period. After this procedure, statistical technics were applied towards creating annual and seasonal isohyetal maps, as well as hyetographs based on Schroder, in order to present the monthly rainfall, which allowed for describing the chronological and spatial behavior of rainfall, then separated into “standard-years” (rainy, dry, and habitual). Results for outflow and quotas, as well as consumption per capita, for each municipality were transformed into graphs. Considering the pluvial, fluvial, and hydric consumption results, it was possible to select the period from June 2019 to May 2020 as dry and droughty, with enough data concerning atmospheric systems in the region, as to be analyzed daily through the Climatological Rhythmic Analysis. Lastly, in order to understand the impacts caused by drought, news articles from CASAN and local and national newspapers were investigated. Results from this study suggest that the basin of Rio Cubatão do Sul and its surround were subjected to more exceptionally rainy events, although important dry events were also identified. This basin was also subjected to a lack of rainfall, suffering drought various times. For the dry period analyzed, the predominant air masses were Polar and Atlantic, with the Atlantic Polar Front responsible for the most occurrences of rainfall, throughout the months. However, for the winter of 2019 and fall of 2020, there was a significant reduction, or even absence, of pluviometric volumes from frontal disturbances and the polar mass, which was the genesis of drought. The consequences of a lack of rainfall, for the population, were felt in the intermittent water distribution, especially in neighborhoods at the end part of the supply system, or in higher quotas.

Keywords: Drought; Climatological Rhythmic Analysis; Atlantic Polar Front.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da bacia hidrográfica Rio Cubatão do Sul (SC) e dos municípios.....	25
Figura 2	Hipsometria e rede de drenagem da bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e entorno.....	26
Figura 3	População dos municípios da bacia do Rio Cubatão do Sul e entorno.....	28
Figura 4	Áreas abastecidas pelos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço graças ao SIAGF/CASAN.....	30
Figura 5	Postos pluviométricos e fluviométricos disponíveis na bacia do Rio Cubatão do Sul e seu entorno.....	38
Figura 6	Disponibilidade dos dados de um posto da ANA.....	39
Figura 7	Disponibilidade dos dados de um posto do INMET.....	41
Figura 8	Disponibilidade dos dados de um posto da Epagri.....	42
Figura 9	Postos pluviométricos selecionados.....	42
Figura 10	Postos pluviométricos selecionados.....	43
Figura 11	Recorte da planilha de um posto com falhas preenchidas.....	44
Figura 12	Disponibilidade dos dados da vazão de um posto fluviométrico.....	45
Figura 13	Séries temporais após o preenchimento de falhas.....	47
Figura 14	Recorte referente ao período de 1946 - 1975.....	47
Figura 15	Recorte referente ao período de 1976 - 2002.....	47
Figura 16	Recorte referente ao período de 2003-2020.....	47
Figura 17	Postos pluviométricos utilizados.....	49
Figura 18	Intervalos de classe das cartas pluviométricas anuais.....	51
Figura 19	Intervalos de classe das cartas pluviométricas sazonais.....	53
Figura 20	Intervalos de classe dos pluviogramas das séries temporais longuíssima, longa e curta (da esquerda para a direita).....	53
Figura 21	Os intervalos das classes e as respectivas cores à esquerda e o histograma de frequência à direita.....	61
Figura 22	Carta pluviométrica do ano de 1946.....	62
Figura 23	Carta pluviométrica do ano de 1947.....	62
Figura 24	Carta pluviométrica do ano de 1948.....	67
Figura 25	Carta pluviométrica do ano de 1949.....	64
Figura 26	Carta pluviométrica do ano de 1950.....	64
Figura 27	Carta pluviométrica do ano de 1951.....	65
Figura 28	Carta pluviométrica do ano de 1952.....	65
Figura 29	Carta pluviométrica do ano de 1953.....	66
Figura 30	Carta pluviométrica do ano de 1954.....	66

Figura 31	Carta pluviométrica do ano de 1955.....	67
Figura 32	Carta pluviométrica do ano de 1956.....	67
Figura 33	Carta pluviométrica do ano de 1957.....	68
Figura 34	Carta pluviométrica do ano de 1958.....	68
Figura 35	Carta pluviométrica do ano de 1959.....	69
Figura 36	Carta pluviométrica do ano de 1960.....	69
Figura 37	Carta pluviométrica do ano de 1961.....	70
Figura 38	Carta pluviométrica do ano de 1962.....	70
Figura 39	Carta pluviométrica do ano de 1963.....	71
Figura 40	Carta pluviométrica do ano de 1964.....	71
Figura 41	Carta pluviométrica do ano de 1965.....	72
Figura 42	Carta pluviométrica do ano de 1966.....	72
Figura 43	Carta pluviométrica do ano de 1967.....	73
Figura 44	Carta pluviométrica do ano de 1968.....	73
Figura 45	Carta pluviométrica do ano de 1969.....	74
Figura 46	Carta pluviométrica do ano de 1970.....	74
Figura 47	Carta pluviométrica do ano de 1971.....	75
Figura 48	Carta pluviométrica do ano de 1972.....	75
Figura 49	Carta pluviométrica do ano de 1973.....	76
Figura 50	Carta pluviométrica do ano de 1974.....	76
Figura 51	Carta pluviométrica do ano de 1975.....	77
Figura 52	Carta pluviométrica do ano de 1976.....	79
Figura 53	Carta pluviométrica do ano de 1977.....	79
Figura 54	Carta pluviométrica do ano de 1978.....	80
Figura 55	Carta pluviométrica do ano de 1979.....	80
Figura 56	Carta pluviométrica do ano de 1980.....	81
Figura 57	Carta pluviométrica do ano de 1981.....	81
Figura 58	Carta pluviométrica do ano de 1982.....	82
Figura 59	Carta pluviométrica do ano de 1983.....	82
Figura 60	Carta pluviométrica do ano de 1984.....	83
Figura 61	Carta pluviométrica do ano de 1985.....	83
Figura 62	Carta pluviométrica do ano de 1986.....	84
Figura 63	Carta pluviométrica do ano de 1987.....	84
Figura 64	Carta pluviométrica do ano de 1988.....	85
Figura 65	Carta pluviométrica do ano de 1989.....	85
Figura 66	Carta pluviométrica do ano de 1990.....	86
Figura 67	Carta pluviométrica do ano de 1991.....	86
Figura 68	Carta pluviométrica do ano de 1992.....	87
Figura 69	Carta pluviométrica do ano de 1993.....	87
Figura 70	Carta pluviométrica do ano de 1994.....	88
Figura 71	Carta pluviométrica do ano de 1995.....	88

Figura 72	Carta pluviométrica do ano de 1996.....	89
Figura 73	Carta pluviométrica do ano de 1997.....	89
Figura 74	Carta pluviométrica do ano de 1998.....	90
Figura 75	Carta pluviométrica do ano de 1999.....	90
Figura 76	Carta pluviométrica do ano de 2000.....	91
Figura 77	Carta pluviométrica do ano de 2001.....	91
Figura 78	Carta pluviométrica do ano de 2002.....	92
Figura 79	Carta pluviométrica do ano de 2003.....	92
Figura 80	Carta pluviométrica do ano de 2004.....	93
Figura 81	Carta pluviométrica do ano de 2005.....	93
Figura 82	Carta pluviométrica do ano de 2006.....	94
Figura 83	Carta pluviométrica do ano de 2007.....	94
Figura 84	Carta pluviométrica do ano de 2008.....	95
Figura 85	Carta pluviométrica do ano de 2009.....	95
Figura 86	Carta pluviométrica do ano de 2010.....	96
Figura 87	Carta pluviométrica do ano de 2011.....	96
Figura 88	Carta pluviométrica do ano de 2012.....	97
Figura 89	Carta pluviométrica do ano de 2013.....	98
Figura 90	Carta pluviométrica do ano de 2014.....	98
Figura 91	Carta pluviométrica do ano de 2015.....	99
Figura 92	Carta pluviométrica do ano de 2016.....	99
Figura 93	Carta pluviométrica do ano de 2017.....	100
Figura 94	Carta pluviométrica do ano de 2018.....	100
Figura 95	Carta pluviométrica do ano de 2019.....	101
Figura 96	Carta pluviométrica do ano de 2020.....	101
Figura 97	Chuvas anuais do período longuíssimo (1946 - 2020), do posto n.º 15.....	102
Figura 98	Chuvas anuais do período longo (1976 - 2020), do posto n.º 18.....	102
Figura 99	Chuvas anuais do período curto (2013 - 2020), do posto n.º 17.....	103
Figura 100	Intervalos de classe das cartas pluviométricas sazonais.....	104
Figura 101	As chuvas sazonais do ano de 2008.....	106
Figura 102	As chuvas sazonais do ano de 2009.....	106
Figura 103	As chuvas sazonais do ano de 2010.....	107
Figura 104	As chuvas sazonais do ano de 2011.....	107

Figura 105	As chuvas sazonais do ano de 2012.....	108
Figura 106	As chuvas sazonais do ano de 2013.....	108
Figura 107	As chuvas sazonais do ano de 2014.....	109
Figura 108	As chuvas sazonais do ano de 2015.....	109
Figura 109	As chuvas sazonais do ano de 2016.....	110
Figura 110	As chuvas sazonais do ano de 2017.....	110
Figura 111	As chuvas sazonais do ano de 2018.....	111
Figura 112	As chuvas sazonais do ano de 2019.....	111
Figura 113	As chuvas sazonais do ano de 2020.....	112
Figura 114	Intervalos das chuvas mensais e sua frequência no período longuíssimo (1946 - 2020).....	113
Figura 115	Pluviograma do posto 2.....	115
Figura 116	Pluviograma do posto 15.....	118
Figura 117	Pluviograma do posto 26.....	120
Figura 118	Anos-padrão de 1946 a 2020, por posto pluviométrico.....	122
Figura 119	Vazão (m ³ /s) e cota (cm), com volume pluviométrico mensal do posto 18.....	124
Figura 120	Registro de chuva do posto 10 e o consumo per capita e médio diário do município de Florianópolis, no ano de 2008.....	125
Figura 121	Registro de chuva do posto 10 e o consumo per capita e médio diário do município de São José, no ano de 2008.....	125
Figura 122	Registro de chuva do posto 3 e o consumo per capita e médio diário do município de Biguaçu, no ano de 2008.....	126
Figura 123	Registro de chuva do posto 18 e o consumo per capita e médio diário do município de Santo Amaro da Imperatriz, no ano de 2008.....	126
Figura 124	Registro de chuva do posto 10 e o consumo per capita e médio diário do município de Florianópolis, no ano de 2019.....	127
Figura 125	Registro de chuva do posto 10 e o consumo per capita e médio diário do município de São José, no ano de 2019.....	127

Figura 126	Registro de chuva do posto 3 e o consumo per capita e médio diário do município de Biguaçu, no ano de 2019.....	128
Figura 127	Registro de chuva do posto 18 e o consumo per capita e médio diário do município de Santo Amaro da Imperatriz, no ano de 2019.....	128
Figura 128	Legenda dos gráficos da análise rítmica.....	131
Figura 129	Gráfico de análise rítmica do mês de junho de 2019.....	132
Figura 130	Gráfico de análise rítmica do mês de julho de 2019.....	133
Figura 131	Gráfico de análise rítmica do mês de agosto de 2019.	134
Figura 132	Gráfico de análise rítmica do mês de setembro de 2019.....	135
Figura 133	Gráfico de análise rítmica do mês de outubro de 2019.....	136
Figura 134	Gráfico de análise rítmica do mês de novembro de 2019.....	137
Figura 135	Gráfico de análise rítmica do mês de dezembro de 2019.....	138
Figura 136	Gráfico de análise rítmica do mês de janeiro de 2020.....	139
Figura 137	Gráfico de análise rítmica do mês de fevereiro de 2020.....	140
Figura 138	Gráfico de análise rítmica do mês de março de 2020.....	141
Figura 139	Gráfico de análise rítmica do mês de abril de 2020.....	142
Figura 140	Gráfico de análise rítmica do mês de maio de 2020.....	143
Figura 141	Gráfico de análise rítmica do mês de junho de 2019 a maio de 2020.....	144
Figura 142	Legenda dos sistemas atmosféricos atuantes.....	145
Figura 143	Atuação geral dos sistemas atmosféricos do mês de junho de 2019 a maio de 2020. Elaboração da autora (2023).....	146
Figura 144	Gênese pluvial do período de junho de 2019 a maio de 2020.....	147
Figura 145	Atuação geral dos sistemas atmosféricos no período de junho de 2019 a maio de 2020.....	149

Figura 146	Gênese pluvial no período de junho de 2019 a maio de 2020.....	150
Figura 147	Atuação geral sazonal do período de junho de 2019 a maio de 2020.....	151
Figura 148	Gênese pluvial sazonal do período de junho de 2019 a maio de 2020.....	151
Figura 149	O rio Vargem do Braço com o volume de captação 60% abaixo do normal, no mês de outubro de 2019.....	159

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres Naturais
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NOAA/NIDIS	National Integrated Drought Information System
SIAGF	Sistema Integrado de Abastecimento da Grande Florianópolis
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 OBJETIVOS.....	24
1.1.1 Objetivo Geral.....	24
1.1.2 Objetivos Específicos.....	24
1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO.....	24
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1 ASPECTOS NATURAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	25
2.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS E ECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DO ESTUDO.....	28
2.3 ABASTECIMENTO HÍDRICO DOS RIOS CUBATÃO DO SUL E VARGEM DO BRAÇO E SEUS PROBLEMAS.....	30
2.4 SECA E ESTIAGEM.....	32
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	36
3.1 OBTENÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS, FLUVIOMÉTRICOS E DE ABASTECIMENTO.....	36
3.2 TRATAMENTO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	38
3.2.1 Dados obtidos na ANA.....	39
3.2.2 Dados obtidos no INMET.....	41
3.2.3 Dados obtidos na Epagri.....	41
3.2.4 Preenchimento de falhas.....	42
3.3 TRATAMENTO DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS.....	45
3.4 ABRANGÊNCIA TEMPORAL E ESPACIAL DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS PARA A DEFINIÇÃO DO PERÍODO DE ESTUDO.....	46
3.5 ELABORAÇÃO DAS CARTAS ANUAIS DE PLUVIOSIDADE.....	50
3.6 GRÁFICOS DE CHUVAS ANUAIS.....	52
3.7 ELABORAÇÃO DAS CARTAS SAZONAIS DE PLUVIOSIDADE.....	52
3.8 PLUVIOGRAMAS DAS CHUVAS MENSAIS.....	53
3.9 ESCOLHA DOS ANOS-PADRÃO.....	54
3.10 GRÁFICO-SÍNTESE PLÚVIO E FLUVIOMÉTRICO.....	55
3.11 GRÁFICOS DO CONSUMO DE ÁGUA PER CAPITA E MÉDIO DIÁRIO.....	55
3.12 PERÍODO PARA A ANÁLISE RÍTMICA.....	55
3.13 ANÁLISE RÍTMICA EM CLIMATOLOGIA.....	56
3.14 RECURSOS COMPUTACIONAIS E SOFTWARES UTILIZADOS.....	59
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.1 ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DAS CHUVAS.....	61
4.1.1 Chuvas anuais.....	61
<i>4.1.1.1 Período longuíssimo: 1946 - 1975.....</i>	<i>62</i>

4.1.1.2 Período longo: 1976 - 2012.....	77
4.1.1.3 Período curto: 2013 - 2020.....	97
4.1.2 Chuvas sazonais.....	104
4.1.3 Chuvas mensais.....	112
4.1.3.1 Porção noroeste da área de estudo.....	114
4.1.3.2 Porção centro-leste da área de estudo (bacia do Rio Cubatão do Sul).....	117
4.1.3.3 Porção sudoeste da área de estudo.....	119
4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ANOS-PADRÃO NA ÁREA DE ESTUDO.....	121
4.3 ANÁLISE FLUVIOMÉTRICA E REFLEXOS DAS CHUVAS.....	123
4.4 ANÁLISE DO CONSUMO HÍDRICO E REFLEXOS DAS CHUVAS.....	124
4.4.1 Ano de 2008 - padrão chuvoso.....	124
4.4.2 Ano de 2019 - padrão seco.....	127
4.5 A ESCOLHA DO PERÍODO PARA ANÁLISE RÍTMICA EM CLIMATOLOGIA....	130
4.6 A DINÂMICA ATMOSFÉRICA E A GÊNESE DAS CHUVAS NO PERÍODO DE JUNHO DE 2019 A MAIO DE 2020.....	131
4.7 REFLEXOS NO ABASTECIMENTO DURANTE A ESTIAGEM DO INVERNO DE 2019 E OUTONO DE 2020.....	158
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	162
REFERÊNCIAS.....	166

1 INTRODUÇÃO

Na ciência geográfica, o clima é entendido como “ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um lugar em sua sucessão habitual” (SORRE, 1951, p. 13-14). A definição de Max Sorre abrange os tipos de tempo, incluindo os excepcionais, e não se limita ao estado médio, levando em consideração também o ritmo e sua duração (PÉDELABORDE, 1991). A partir desta definição, Monteiro (1971) descreveu que o ritmo de sucessão de tipos de tempo se manifesta no espaço geográfico em escala regional. Isso ocorre à medida que os mecanismos de circulação atmosférica, originados em centros de ação ou unidades celulares, se individualizam em “sistemas” influenciados pelos fatores geográficos continentais e repercutem sobre uma determinada região.

A compreensão dos climas regionais deve-se apoiar na busca de entender o ritmo da variação anual, sazonal e mensal dos elementos climáticos, que representam os mecanismos de atuação dos sistemas atmosféricos. Para isso, é preciso fazer um estudo criterioso dos fatores geográficos que definem o espaço. Além disso, sugere-se que os efeitos do impacto do clima regional nas paisagens naturais e na economia sejam compreendidos (RIBEIRO, 1993). Neste sentido, Monteiro (1971) descreveu que

Só a análise rítmica detalhada ao nível de “tempo”, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos. (p. 12)

A proposta da Geografia é estudar os complexos fenômenos, como o clima, que é resultado de reações combinadas da atmosfera, solo e água. Ao mesmo tempo, está intimamente conectada ao mundo biológico/humano, como a agricultura, transporte, urbanismo, etc. (PÉDELABORDE, 1991). A Climatologia é vista como

Um dos principais campos de estudo da Geografia, sendo que a principal particularidade da abordagem geográfica desse componente da biosfera está na ênfase atribuída à interação estabelecida entre a dinâmica da atmosfera/clima e a dinâmica da sociedade. (MENDONÇA, 2003, p. 7)

A chuva é o elemento meteorológico que melhor representa a diversidade climática brasileira devido à sua grande variabilidade temporal e espacial. Ela é fundamental para a produção agropecuária, a vida nas cidades, a circulação de mercadorias, pessoas e entre inúmeros outros aspectos geográficos do vasto território nacional (ZAVATTINI e BOIN,

2013). O estudo da chuva, sob uma perspectiva geográfica da necessidade humana, é importante e particularmente atraente devido à dependência que a sociedade possui das chuvas (CONTI, 1975).

Além disso, a chuva é quem condiciona e regula diretamente a variabilidade de grande parte do volume hídrico dos rios. De acordo com Monteiro (1971, p. 6), “a presença de água no solo reveste-se de um caráter eminentemente geográfico já que o ‘ciclo da água’ reflete toda a gama de interações”. A Climatologia pode e deve contribuir para o entendimento desta inter-relação (ZANDONADI, 2013).

A partir dessa concepção, a Climatologia Geográfica está constantemente em busca de padrões de variabilidade climática. Isso é essencial para analisar os problemas ambientais e socioeconômicos relacionados à dinâmica atmosférica e, por conseguinte, para encontrar soluções na realidade que se apresenta.

O clima na região da Grande Florianópolis é caracterizado pela penetração, atuação e choque das massas Tropical Marítima do Atlântico e Polar Marítima, resultando em verões quentes e invernos frescos, típicos do clima Subtropical (MENDONÇA, 2002). De acordo com Monteiro (1968), a penetração limitada do ar tropical continental na Região Sul não resulta em um verão seco, e a alternância das massas de ar Tropical (úmida) e Polar (seca) garante uma distribuição regular das chuvas ao longo do ano.

Na Grande Florianópolis, algumas vezes, notícias relataram a escassez de chuvas e seu impacto no abastecimento de água. Por exemplo, no inverno do ano de 2018, não houve chuvas significativas por 35 dias, de modo que afetou o nível dos rios utilizados para captação de água na Grande Florianópolis (PALAORO, 2018). Outro exemplo, houve uma baixa pluviosidade no ano de 2019 (CASAN, 2019), que agravou a estiagem no decorrer dos meses até o fim do outono de 2020 (MIRANDA JUNIOR, RODRIGUES, CRUZ, 2020), causando sérios problemas no abastecimento de água.

Na região da Grande Florianópolis, uma das bacias hidrográficas mais importantes é a do Rio Cubatão do Sul, que desempenha um papel fundamental no abastecimento de água. Ela atende aos municípios de Florianópolis, São José, Palhoça, Biguaçu e Santo Amaro da Imperatriz. No município de Florianópolis, por exemplo, ele abrange os distritos administrativos de Sede Ilha, Sede Continente, Cacupé, parte norte do Ribeirão da Ilha e, ainda, como alternativa de reforço de vazão nos meses de alta temporada (PMF, 2021).

As águas dos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço (Pilões) são captadas e distribuídas pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN), cuja capacidade de abastecimento era de 700 mil usuários em 2013 (CASAN, 2013). Portanto, essas fontes de água são de extrema importância estratégica para o abastecimento de uma grande parte de Florianópolis e dos municípios vizinhos (SANTA CATARINA, 2018).

Os municípios de Florianópolis, São José, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz e Biguaçu apresentaram um significativo aumento populacional nos últimos dez anos. De acordo com dados do IBGE, aproximadamente 1 milhão e 184 mil pessoas residem nesses municípios (IBGE, 2023). Além disso, destaca-se que há uma expressiva população flutuante, por conta do turismo na região, especialmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

Dada a importância da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul na região da Grande Florianópolis, que experimenta um crescimento populacional significativo, um alto consumo de água, más condições ambientais e a influência de sistemas atmosféricos estáveis que favorecem a estiagem, os municípios tornam-se vulneráveis aos riscos hídricos.

Portanto, é fundamental obter uma compreensão aprofundada da dinâmica pluvial e hídrica. Isso ocorre porque o gerenciamento, a conservação e a recuperação das bacias hidrográficas desempenham um papel crucial na economia, sociedade e usos da água. Esse conhecimento pode orientar decisões, estratégias de gestão e planejamento com o intuito de mitigar os impactos negativos decorrentes dos períodos de estiagem.

A bacia do Rio Cubatão do Sul e entorno têm sido objeto de alguns estudos relacionados às chuvas e sua influência no abastecimento hídrico (MENDONÇA, 2002; SERGIO, 2012; PEREIRA; KOBAYAMA, 2013; FRANCESCHI; OLIVEIRA, 2017; LOCH; BRENTANO, 2020). Até o momento, nenhum estudo abordou especificamente a estiagem na região. A expectativa desta pesquisa é a de compreender, de maneira significativa e profunda, o regime das chuvas e a gênese das variações rítmicas da pluviosidade. Isso é de extrema importância, uma vez que o abastecimento da Grande Florianópolis frequentemente sofre sérios impactos durante períodos de estiagem, que podem ser prolongados e/ou sequenciais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Investigar a distribuição temporal e espacial das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e arredores.

1.1.2 Objetivos Específicos

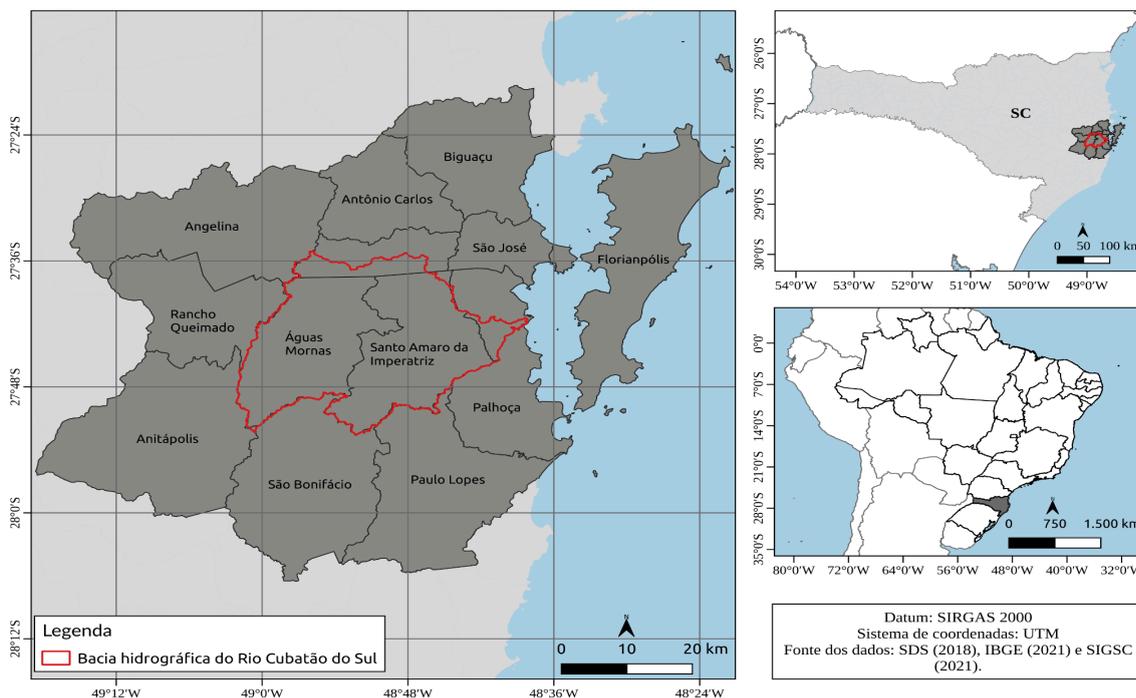
- Analisar o regime e as variações (anuais, sazonais e mensais) da pluviosidade na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e arredores.
- Identificar os anos-padrão de ritmo habitual e os de ritmo excepcional (chuvosos ou secos) na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e arredores.
- Encontrar os prováveis reflexos na captação de água para o abastecimento da Grande Florianópolis num ano excepcionalmente seco.
- Analisar, do ponto de vista rítmico, um ano excepcional com a ocorrência de estiagem mais intensa que o habitual na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e arredores.

1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

A área de estudo está inserida na porção centro-leste do estado de Santa Catarina, abrangendo a bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul e sua vizinhança, que compreende 13 municípios: Florianópolis (Ilha de Santa Catarina), São José, Palhoça, Biguaçu, Santo Amaro da Imperatriz, São Pedro de Alcântara, Águas Mornas, Antônio Carlos, Angelina, Rancho Queimado, Anitápolis, São Bonifácio e Paulo Lopes (figura 1). São municípios integrados à Região Metropolitana da Grande Florianópolis ou são Áreas de Expansão Metropolitana, eles juntos possuem 4835,159 km² de extensão territorial (FNEM, 2022; IBGE, 2022).

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul está localizada nos limites dos municípios de Águas Mornas, Santo Amaro da Imperatriz, parte de São Pedro de Alcântara e de Palhoça, nos paralelos de 27° 35' 46" e 27° 52' 50" de latitude Sul e meridianos de 48° 38' 24" e 49° 02' 24" de longitude Oeste. Possui uma área total de 738 km², sendo que 342 km² estão no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. A bacia faz parte da Região Hidrográfica Litoral Centro (RH-8) juntamente com as bacias do Rio Tijucas, Rio Madre, Rio Biguaçu e demais microbacias da região, incluindo a Ilha de Santa Catarina, e ocupa cerca de 14% da área total da RH-8 (SANTA CATARINA, 2018).

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica Rio Cubatão do Sul (SC) e dos municípios.



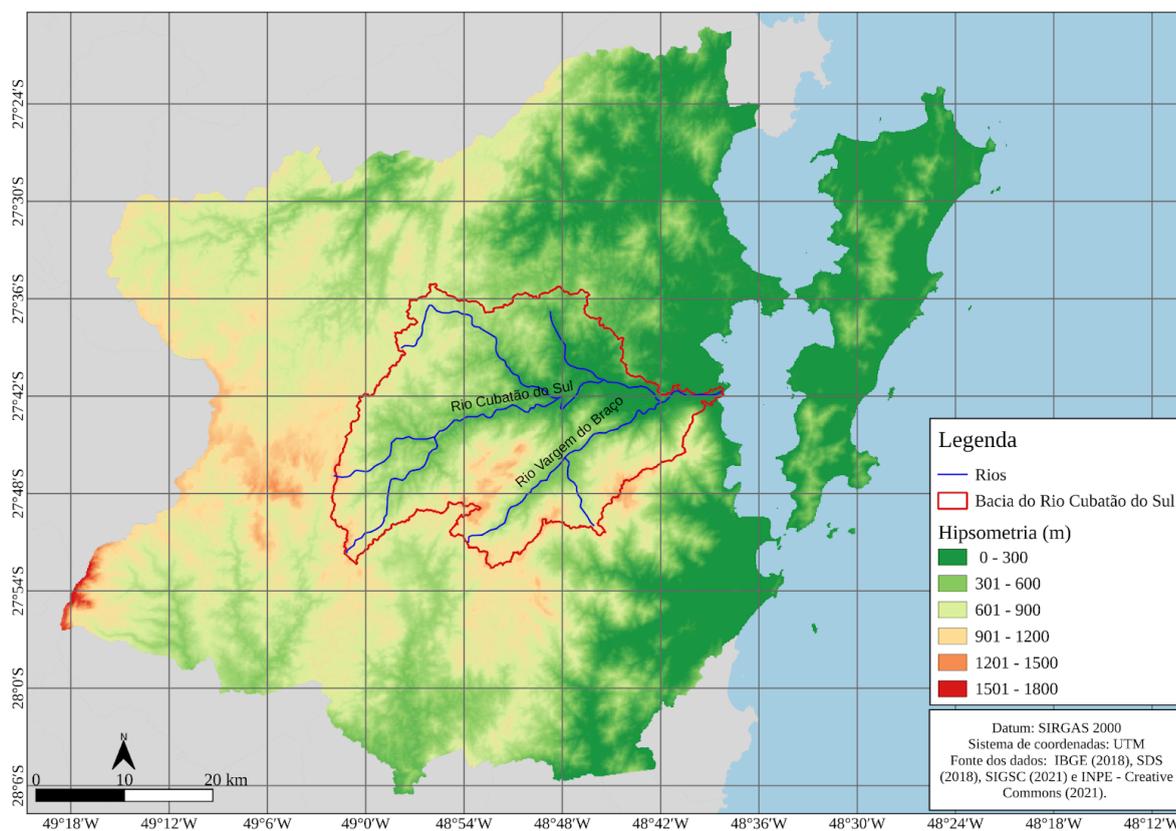
Fonte de dados: IBGE (2021), SIGSC (2022) E SDS (2018). Elaboração da autora (2022).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS NATURAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul origina-se nas vertentes orientais das serras do Rio Novo e da Garganta, no município de São Bonifácio, em altitudes superiores a 1.000 metros. Logo em seguida ocorre a junção dos rios Cedro e do Salto (Alto Cubatão) que deságuam no Cubatão Sul. Seu escoamento vai até a sua foz na Baía Sul (município da Palhoça), formando um manguezal (figura 2).

Figura 2: Hipsometria e rede de drenagem da bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e entorno.



Fonte de dados: IBGE (2018), SDS (2018), SIGSC (2022), INPE - Creative Commons (2021). Elaboração da autora (2022).

O Cubatão do Sul é o principal rio da bacia, possui curso sinuoso com comprimento de aproximadamente 65 km, que recebe o aporte dos rios das Forquilhas e Matias, localizados na margem direita, e do Rio Vargem do Braço localizado na margem esquerda, com 32 km de extensão e área de drenagem de 184,74 km², sendo o maior dos afluentes (SANTA CATARINA, 2018).

A hipsometria da área de estudo indica que ao leste predominam altitudes variando até 600 metros, porções ao sul e norte têm o predomínio de altitudes de 301 até 900 m, e na parte oeste predominam altitudes maiores, variando de 901 até 1800 m. No interior da bacia observa-se variação entre 0 e 1500 m. Já na porção sul, as maiores altitudes referem-se à Serra do Tabuleiro (1241 m), ao Morro do Massambu (1210 m) e à Serra do Cambirela (1043 m).

A área de estudo tem o domínio morfoestrutural de Depósitos Sedimentares e de Embasamentos em Estilos Complexos, faz parte da Região Geomorfológica Planícies Costeiras e Serras do Leste Catarinense, onde são encontradas as seguintes unidades

geomorfológicas: as Planícies Litorâneas, cujo litoral recortado com inúmeras saliências e reentrâncias; a Planície Colúvio-Aluvionar, uma área de transição entre depressões de origem continental e marinha, nas áreas de influência continental predominam os relevos planos ou convexos, resultantes de convergência de leques colúviais, cones de dejeção ou concentração de depósitos de enxurradas, além de formas de topo plano ou baixos tabuleiros e em áreas de influência marinha ocorrem terraços marinhos e baixos tabuleiros, cujos topos mostram marcas de remobilização eólica; por fim, a unidade Serras do Tabuleiro/Itajaí, que tem como característica a sequência de serras dispostas de forma subparalela, orientadas predominantemente no sentido NE-SO, com cotas altimétricas que vão desde 1.200 m, decrescendo gradativamente em direção ao litoral onde atingem, próximo à linha da costa, altitudes inferiores a 100 m. O relevo é bastante dissecado, os vales são profundos com encostas íngremes e sulcadas, separadas por cristas bem-marcadas, na parte leste, os vales estão dispostos em meio às planícies litorâneas que, antigamente, constituíam ilhas que posteriormente foram ligadas ao continente pela sedimentação marinha (POTTER *et al.*, 2004).

Os solos dominantes nesta área são das classes Glei Pouco Húmico, Areias Quartzosas Vermelho-Amarelas, Areias Quartzosas Marinhas, Solos Orgânicos, Cambissolo, Cambissolo gleico, Podzol, Solos Indiscriminados de Mangue, Podzólico Vermelho-Amarelo, Cambissolo Álico e Podzólico Vermelho-Amarelo Álico ambos Tb A moderado de textura argilosa (POTTER *et al.*, 2004).

A geologia da região de estudo é composta pelas principais unidades litoestratigráficas, sendo: o Complexo Tabuleiro, constituído por complexos gnáissico-graníticos e migmatíticos; as Suítes Intrusivas Graníticas, compostas por rochas graníticas; e os Sedimentos Cenozoicos, com depósitos praias de natureza quartzosa e morfologia típica de feixes de restinga, depósitos de mangue e de sambaquis, depósitos aluvionares atuais e subatuais na porção continental (POTTER *et al.*, 2004).

A vegetação da área de estudo pertence ao bioma Mata Atlântica, tendo o domínio principalmente de Floresta Ombrófila densa (Floresta Atlântica). Porém, a região também possui domínio da Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucárias), de Vegetação Litorânea (Restingas e Manguezais), Campos de Altitude (Campos Naturais) e Matinha Nebular. A bacia do Rio Cubatão do Sul abriga todas as cinco diferentes formações de vegetação citadas acima (EXTERCKOTER, 2006).

Parte da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul possui uma unidade de conservação de proteção integral que é o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST) e a Área de Proteção Ambiental (APA) Vargem do Braço, que protege diversas nascentes e rios, entre eles o Rio Cubatão e Rio Vargem do Braço (Pilões) (PERES, 2017).

2.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS E ECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DO ESTUDO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último censo de 2010, a área de estudo possuía uma população de 885.029 pessoas, no ano de 2022 havia aproximadamente 1 milhão e 182 mil pessoas vivendo nos treze municípios da área de estudo (figura 3). Com exceção do município São Bonifácio, todos os municípios tiveram aumento da população, em especial Florianópolis, a capital catarinense.

Figura 3: População dos municípios da bacia do Rio Cubatão do Sul e entorno.

Municípios	População 2010	População 2022	Diferença Populacional
Florianópolis	421.240	537.213	115.973
São José	209.804	270.295	60.491
Palhoça	137.334	222.598	85.264
Biguaçu	58.206	76.773	18.567
Sto. Amaro da Imperatriz	19.823	27.272	7.449
Antônio Carlos	7.458	11.224	3.766
Paulo Lopes	6.692	9.066	2.374
Águas Mornas	5.548	6.743	1.195
Angelina	5.250	5.358	108
São Pedro de Alcântara	4.704	5.776	1.072
Anitápolis	3.214	3.593	379
São Bonifácio	3.008	2.946	-62
Rancho Queimado	2.748	3.279	531
Total	885.029	1.182.136	297.107

Fonte de dados: IBGE (2022). Elaboração da autora (2022).

O município de Florianópolis destaca-se como polo prestador de serviços e comercial, além de centro político-administrativo do Estado de Santa Catarina. Possui dois eixos nítidos de desenvolvimento econômico: o turismo e a tecnologia. O setor turístico gera emprego e renda no município com a expansão de hotéis e pousadas, grandes supermercados, cadeias de lojas, *shoppings centers*, entre outros. No setor de tecnologias, possui mais de 750 empreendedores a cada 100 mil habitantes, só perdendo para a cidade de São Paulo. Outro

destaque é a produção da maricultura, pois no cenário nacional é o maior produtor de moluscos do país. É rara a presença de indústrias devido aos planos diretores proibirem a instalação de indústrias poluentes ou de grande porte na ilha. Desta forma, as indústrias se concentram nos municípios vizinhos (PMF, 2021).

A economia do município de São José é fundamentada no setor de serviços, com a maior quantidade de empreendimentos, embora também seja no setor de comércio. Porém, no setor de indústria, esse município exerce a liderança de empregabilidade, responsável por 56,6% dos empregos (SEBRAE/SC, 2019). Mas, algumas atividades geradoras de renda se mantêm, como a produção de cerâmica utilitária, pesca artesanal, maricultura e agropecuária (SALVADOR, *et al.*, 2020).

A economia do município de Palhoça possui importante polo prestador de serviços, comercial e industrial. Além disso, recebe atenção especial por parte do governo local, que se reflete por meio de investimentos e incentivos fiscais, principalmente voltados no setor terciário, com a participação de 80% no seu PIB. O comércio engloba a maior quantidade de empreendimentos e o setor que mais gerou emprego foi o de serviços, com 32,2% das vagas geradas (SEBRAE/SC, 2019). No setor agrícola, o município desenvolve cultivos temporários, destacando-se o arroz (CASALI *et al.*, 2015).

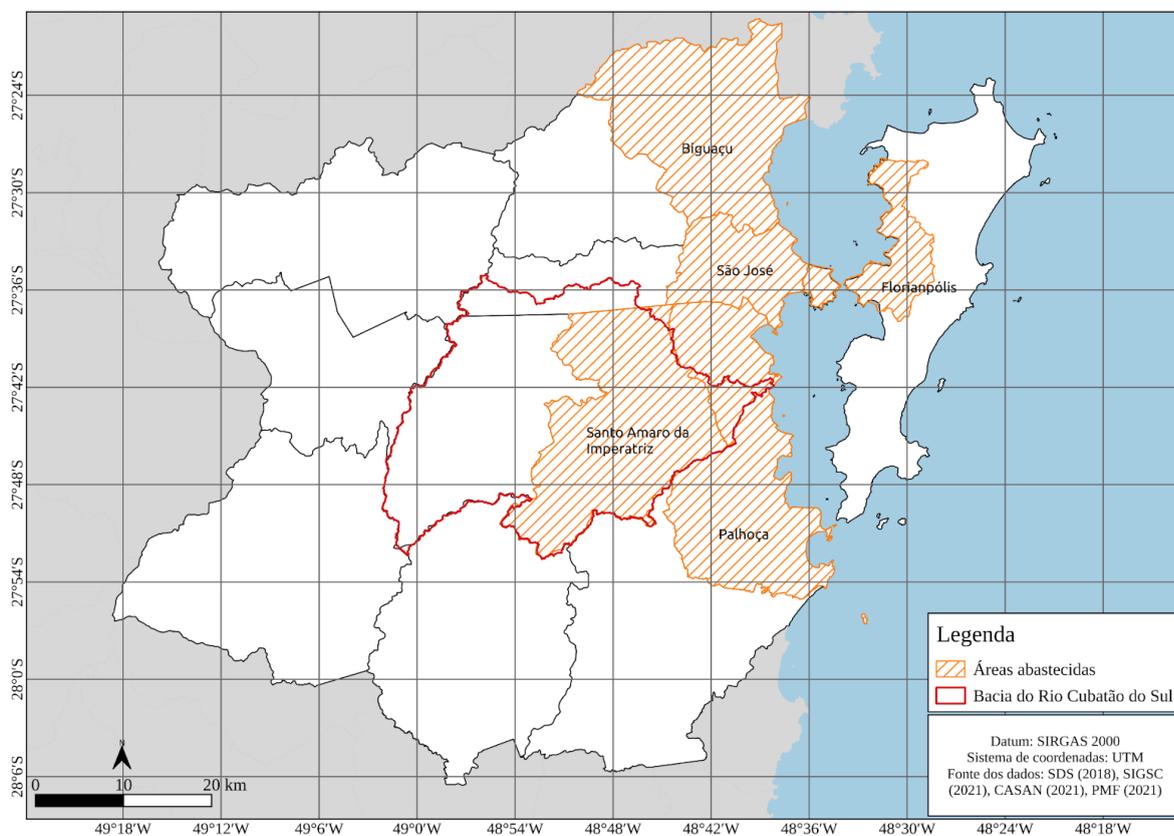
O município de Biguaçu, tem maior representatividade no setor de serviços e indústria, com participação de 73,7% no PIB municipal. O setor de comércio engloba a maior quantidade de empreendimentos, e com o segmento de serviços, oferece mais empregos que os demais setores (SEBRAE/SC, 2019).

Os setores de comércio e da indústria são significativos no município de Santo Amaro da Imperatriz, o setor de serviços tem maior destaque nos de Paulo Lopes e São Bonifácio, e o setor agropecuária tem maior participação nos municípios de Antônio Carlos, Águas Mornas, Angelina, São Pedro de Alcântara, Anitápolis e Rancho Queimado. Em relação ao número de empreendimentos, nos municípios de Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, Angelina e Paulo Lopes se destaca o setor de comércio. Entretanto, em São Pedro de Alcântara e Rancho Queimado o destaque fica a cargo do setor de serviços, seguido pela da indústria dos municípios de Anitápolis, Antônio Carlos e São Bonifácio (SEBRAE/SC, 2019).

2.3 ABASTECIMENTO HÍDRICO DOS RIOS CUBATÃO DO SUL E VARGEM DO BRAÇO E SEUS PROBLEMAS

Os rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço, através do Sistema Integrado de Abastecimento da Grande Florianópolis (SIAGF), abastecem os municípios de Florianópolis (46%), São José (31%), Palhoça (13%), Santo Amaro da Imperatriz (2%) e Biguaçu (8%) (CASAN, 2014) (figura 4). Ressalta-se que boa parte da bacia hidrográfica está localizada nos limites do município de Águas Mornas, porém ele não é abastecido pelos rios em questão.

Figura 4: Áreas abastecidas pelos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço graças ao SIAGF/CASAN.



Fonte de dados: SDS (2018), SIGSC (2021), CASAN (2021), PMF (2021). Elaboração da autora (2022).

Conforme os resultados do plano de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Cubatão, Madre e Bacias contíguas (SANTA CATARINA, 2018), no abastecimento urbano, o município de Florianópolis se destaca na demanda hídrica, com 2.232.902 m³/mês de retirada, 572.501 m³/mês de retorno e 1.660.401 m³/mês de consumo. A menor demanda de água é no município de Santo Amaro da Imperatriz, com 330.099 m³/mês de retirada,

264.079 m³/mês de retorno e 66.020 m³/mês de consumo. No abastecimento da população flutuante, é o município de Florianópolis quem possui maior demanda, principalmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

No município de Santo Amaro da Imperatriz as maiores demandas de água são para a aquicultura e criação animal. Em Palhoça, as maiores demandas hídricas vão para a irrigação, indústria e mineração.

Na maioria dos municípios é o abastecimento urbano a atividade que mais demanda água. A capital Florianópolis, sozinha, retira 26 milhões de m³/ano, ou seja, aproximadamente 46% da demanda de água de toda a bacia Rio Cubatão do Sul.

Um dos principais problemas relacionados à água captada do rio Cubatão do Sul é a elevada turbidez decorrente de inúmeros focos de processos erosivos, principalmente devido à extração de argila e areia, ao desmatamento da mata ciliar e à plantação de hortaliças (SANTA CATARINA, s/a). Segundo análises das amostras coletadas nos pontos de captação da CASAN, feitas pelas autoras Loch e Brentano (2020), detectaram aumento de 56% da turbidez entre os anos de 2007 e 2017. Por este motivo, a retirada de água bruta para o SIAGF é preferencialmente do rio Vargem do Braço, visto que a água é de melhor qualidade.

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul apresenta condições naturais favoráveis à ocorrência de processos erosivos, por possuir solos bastante suscetíveis à erosão e relevo predominante do tipo fortemente ondulado (SANTOS, 2019). Juntamente com as ações antrópicas que contribuem para a piora da qualidade da água, as análises físico-químicas e biológicas apresentaram alguns resultados em desacordo com a Resolução CONAMA n.º 357/05 (ACHCAR, 2011).

A alta turbidez do Rio Cubatão do Sul já ocasionou prejuízos ao sistema de abastecimento Cubatão/Pilões (CASAN) para distribuição aos municípios. Com a ampliação e reforma da Estação de Tratamento de Água José Pedro Horstmann (ETA), a água passou a receber novas etapas de tratamento como a floculação e a decantação (LOCH; BRENTANO, 2020).

As maiores preocupações identificadas na região da bacia do Rio Cubatão do Sul são a ausência da rede de esgoto, a retirada da mata ciliar/erosão e o uso de agrotóxico, o que é reflexo do crescimento populacional, da expansão agrícola e da falta de investimentos do poder público em saneamento (EXTERCKOTER, 2006).

2.4 SECA E ESTIAGEM

A definição do termo seca não é universal, existem diversos conceitos em diferentes perspectivas, já que é um fenômeno que ocorre em praticamente todas as regiões do globo com diferentes frequências, em todos os tipos de sistemas econômicos e em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Portanto, para definir as abordagens adotadas é necessário considerar as diferenças regionais e ideológicas (WILHITE, 1992).

Além disso, na literatura de língua inglesa o termo estiagem e seca ganham a mesma denominação (*drought*). Por esse motivo, é fundamental esclarecer que seca e estiagem não são sinônimos e a sua distinção é mais perceptível na língua portuguesa.

As definições de seca podem ser conceituais, que define os limites do conceito; ou operacionais, que buscam identificar as características e limites que definem o início, o andamento e o término dos episódios de seca, bem como sua intensidade (WILHITE E GLANTZ, 1985; WILHITE, 2000).

Entre diversos conceitos de seca existentes na literatura mundial, citamos o Tannehill (1947), que determina seca como uma deficiência de precipitação esperada ou normal que, quando estendida por um longo tempo, é insuficiente para atender às demandas das atividades humanas, resultando em problemas econômicos, sociais e impactos ambientais.

Em outro sentido, Yevjevich (1967) denomina seca como um fenômeno que depende do tipo de problema, os engenheiros veem como um conjunto de variáveis que afetam em diferentes formas a precipitação, o escoamento e armazenamento de água; já os economistas enxergam a seca como fenômeno que impacta as atividades humanas, através da agricultura, abastecimento, aquicultura, manejo de pastagem etc. O conceito semelhante foi apresentado pelo Tase (1976), que entende que a seca depende do objetivo de um estudo, além de considerar que todo usuário da água pode ter a sua própria definição de seca, podendo sofrer mudanças conforme as condições de funcionamento.

Os conceitos apresentados anteriormente são bem discutidos pelos autores Wilhite e Pulwarty (2018) que, em seu livro, definem a seca como um perigo natural resultante de uma deficiência de precipitação média ou “normal”. Quando esta é estendida por uma estação ou mais, resulta em abastecimento de água insuficiente para atender às demandas das atividades humanas e do meio ambiente. Além disso, os autores apresentam que a seca é definida pelo

ponto de vista do observador, considerando de como ela afeta a atividade ou o empreendimento. Isso significa que a seca tem um significado para um gestor de água, outro significado para um produtor de commodities, operador de usina hidrelétrica, agricultor de subsistência ou biólogo da vida selvagem, por exemplo.

A seca também é definida com diferentes perspectivas, como o conceito de Guerrero-salazar e Yevjevich (1975), que diz que a seca é quando a demanda supera a oferta, ocorrendo a escassez de água, sendo a condição geral para o início da seca. E de Vaz (1993), que conceitua a seca como um fenômeno sem delineamento e desenvolve lentamente, sendo resultado do acúmulo de efeitos ao longo do tempo, não somente do *déficit* de precipitação. Ainda Vaz (1993) explica que as secas são detectadas ao longo do tempo, pois a falta de chuvas pode não significar uma situação de seca. Da mesma forma que nem sempre a ocorrência de chuvas é o fim da seca.

As entidades utilizam o conceito de seca como um evento físico e natural. Uma delas é a Organização Meteorológica Mundial (WMO e GWP, 2016), que define como um período prolongado de seca no ciclo natural do clima que pode ocorrer em qualquer parte do mundo, podendo surgir a partir de uma série de processos hidrometeorológicos que suprimem a precipitação e/ou limitam a disponibilidade de água superficial, ou subterrânea.

A definição de seca da *United Nations Convention to Combat Desertification* (UNCCD) consiste em um fenômeno de ocorrência natural que existe quando a precipitação está significativamente abaixo dos níveis médios registrados, causando agudo desequilíbrio hídrico, que prejudica os recursos dos sistemas de produção da terra (MATALLO JÚNIOR, 2009). Para o *National Integrated Drought Information System* (NOAA/NIDIS), a seca é geralmente definida como uma deficiência de precipitação durante um longo período (geralmente uma estação ou mais), resultando em escassez de água.

No Brasil, se utiliza amplamente o conceito elaborado por Castro (2003, p. 59), que consiste em “uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes.”

O livro elaborado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), sobre secas no Brasil, define a seca como “uma ocorrência sustentada e de extensão regional em que a disponibilidade de água natural fica abaixo da média” (2016, p. 19).

Da mesma forma, pelo manual de Classificação e Codificação Brasileira de Desastres Naturais (COBRADE) a seca é uma estiagem prolongada, durante o tempo

suficiente para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico (BRASIL, 2012).

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) refere a seca como “clima excessivamente seco numa região específica. Deve ser suficientemente prolongada para que a falta de água cause sério desequilíbrio hidrológico”.

Diversos autores como Wilhite e Glantz (1985), Hisdal e Tallaksen (2000), American Meteorological Society (2019), consideram que as secas (*drought*) são divididas em quatro tipos:

- Meteorológica - é definida como ausência de precipitação sobre uma região por um tempo. Esse tipo de seca foca na sua intensidade e duração, comparando com médias e utilizando índices com bases estatísticas para classificar as secas;
- Hidrológica - está associada aos efeitos da ausência ou diminuição da precipitação no abastecimento de água superficial, ou subterrânea, sendo insuficientes para os usos de água estabelecidos de um determinado sistema de gestão de recursos hídricos. A seca hidrológica é frequentemente definida com base em sua influência nas bacias hidrográficas;
- Agrícola - consiste em deficiência hídrica para as plantas, ocorrendo um declínio da umidade do solo e conseqüente a quebra de safra. Para identificar a seca agrícola considera as condições climáticas prevaletentes, as condições de solo e a suscetibilidade variável das culturas em diferentes estágios de desenvolvimento;
- Socioeconômica - está associada à falha dos sistemas de recursos hídricos em atender às demandas de água, sendo vinculada com a oferta e demanda de algum bem econômico, que engloba a seca meteorológica, hidrológica e agrícola. A incidência de seca pode aumentar devido a uma mudança na frequência do evento físico ou uma mudança na vulnerabilidade da sociedade à escassez de água, ou ambos.

Ainda existe mais um tipo de seca: a ecológica. Ela é definida como um déficit episódico na disponibilidade de água que leva os ecossistemas para além dos limites de vulnerabilidade, impacta os serviços ecossistêmicos e desencadeia reações nos sistemas naturais e/ou humanos (CRAUSBAY *et al.*, 2017).

Já o termo estiagem se diferencia ao atribuir um tipo de seca, sendo menos intensa e de menor duração, e ocorre em certas regiões do país, como na região Sul e Sudeste, nos quais possuem boas médias anuais de chuva, rios permanentes com boa vazão média, solos mais desenvolvidos e capazes de reter água (FREITAS; KAETSU, 2015).

Conforme o Manual de Desastres Naturais da Defesa Civil Nacional, elaborado por Castro (2003), “as estiagens resultam da redução das precipitações pluviométricas, do atraso do período chuvoso ou ainda da ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada” (p. 55).

Pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), estiagem é definida como “período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição” (BRASIL, 2012).

Espíndola e Nodari (2012) denominam estiagem como um evento relativamente prolongado, porém temporário, relacionado a baixos índices de precipitação. De modo que desequilibra a reposição da umidade do solo necessária para a manutenção do sócio metabolismo costumeiro das populações atingidas, ocasionando uma séria instabilidade hidrológica. Esse é um exemplo de conceito de estiagem que pode ser facilmente confundido com o conceito de seca; por isso, é importante a clareza na distinção de seca e de estiagem.

São poucas as definições de estiagem encontradas na literatura, ao contrário do termo seca, que possui uma vasta bibliografia conceitual. No geral, a estiagem é entendida como um fenômeno menos intenso e de menor duração que a seca.

A ausência de uma definição precisa e universalmente aceita de seca e estiagem é por conta das particularidades no regime climático que cada região do mundo possui. Além disso, a seca é definida pelo próprio usuário da água, pois o fenômeno pode afetar de diferentes formas a atividade ou o empreendimento. Por isso o esforço de definir um conceito único de seca acaba sendo inútil (WILHITE; PULWARTY, 2018).

Toda seca é originada pela deficiência de precipitação, essa afirmação pressupõe que as demandas das atividades humanas estejam em equilíbrio com a disponibilidade de abastecimento de água durante períodos de precipitação normal ou média. Caso as demandas excederem à oferta de água disponível, mesmo em anos de precipitação habitual, pode resultar em seca induzida pelo homem, conhecida como escassez de água (WILHITE; PULWARTY, 2018).

A magnitude do impacto associado ao fenômeno é, na maior parte, resposta das políticas e práticas de gestão hídrica e da terra. Ou seja, os impactos que ocorrem estão menos diretamente associados ao evento físico e mais à forma de gerenciamento da água e outros recursos naturais antes e durante um episódio de seca. A má gestão pode ser agravada por conflitos em defesa de diferentes valores, que com a carência de água pode gerar um problema maior (WILHITE; PULWARTY, 2018).

A seca por si não é considerada um desastre, ela se torna um desastre quando causa algum impacto sobre a população e ao meio ambiente, dependendo do seu nível de resiliência a um longo período de pouca ou nenhuma chuva. A seca ou a estiagem, é um perigo de início lento, silencioso e invisível, pois não apresentam danos estruturais e se espalham por áreas geográficas e escalas temporais maiores do que os danos resultantes de outros desastres como inundações, terremotos, tornados, etc. Deve-se considerar que os impactos são diferenciados para diferentes grupos numa população, que depende do seu acesso ou do direito aos recursos específicos (WILHITE; PULWARTY, 2018).

Os efeitos da seca se acumulam lentamente, geralmente ao longo de vários meses ou anos. Assim, torna árdua a tarefa de determinar o início e o fim da seca ou da estiagem. Isso impede o desenvolvimento de previsões precisas, confiáveis e oportunas, e de estimativas da severidade e dos impactos. Como consequência, torna mais complicada a formulação de planos de preparação para a seca e a implementação de estratégias ou medidas apropriadas para a redução do risco (WILHITE; PULWARTY, 2018). Por isso, é importante as pesquisas operacionais, ou seja, detectar deficiências de precipitação e rastrear as mudanças na cobertura espacial, a gravidade e os potenciais impactos.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 OBTENÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS, FLUVIOMÉTRICOS E DE ABASTECIMENTO

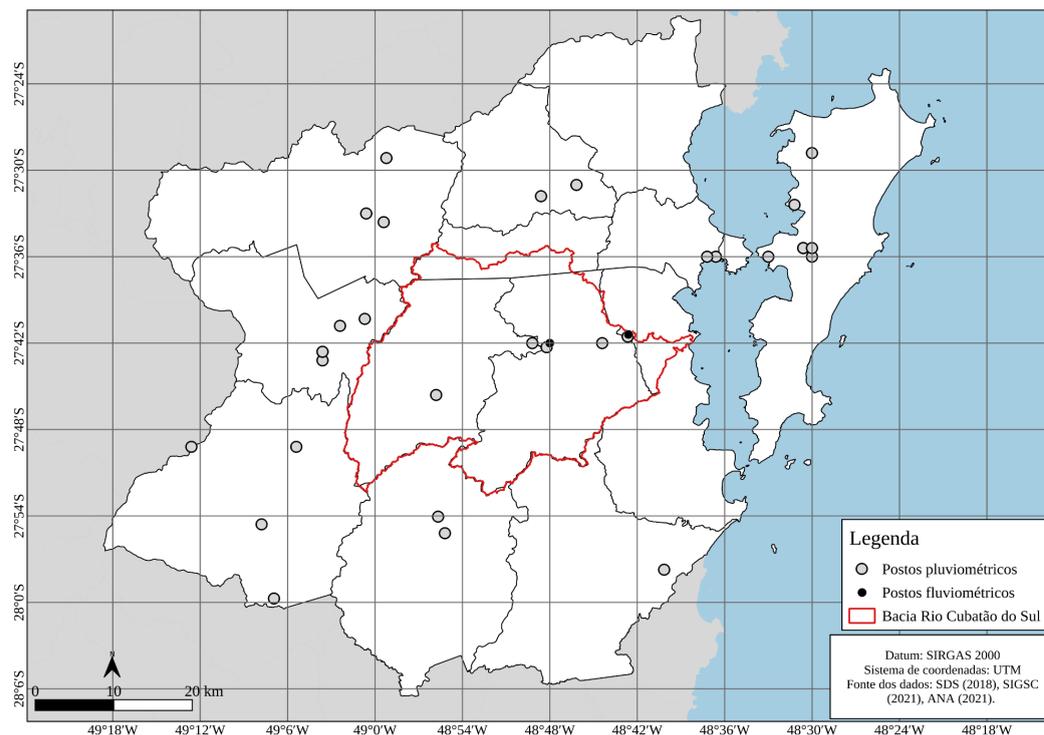
Os registros de precipitação foram obtidos através dos bancos de dados *online* disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) - *Hidroweb*, pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e por solicitação formal à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri).

Inicialmente, a proposta era coletar informações de chuva somente nos limites da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul. Entretanto, como nela existem apenas 5 postos pluviométricos disponíveis, insuficientes para o estudo, optou-se pela coleta dos registros de postos de áreas situadas ao redor da referida bacia, incluindo a Ilha de Santa Catarina. Assim, tem-se uma melhor cobertura espacial, auxiliando na compreensão do comportamento meteorológico da bacia e dos prováveis reflexos na captação de água para o abastecimento. Desta forma, obteve-se 30 postos de coleta com a informação de chuva disponível (figura 5).

Os dados das vazões e cotas foram obtidos de forma *online* pelo *site* da ANA - *Hidroweb*. Ao longo do trecho do Rio Cubatão do Sul foram encontrados dois postos que registraram os dados, com a série histórica iniciada no ano de 1988 e estendida até o mês de dezembro de 2020.

Os dados de consumo *per capita*, consumo médio diário, volume disponibilizado, volume de perdas e todas as informações relacionados ao Sistema Integrado de Abastecimento da Grande Florianópolis (SIAGF) foram fornecidos pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), por meio de pedido formal, com o ofício de solicitação de dados. Esses dados estão no formato de relatório, em PDF, com as informações de cada município que faz parte do SIAGF, ou seja, de Biguaçu, São José, Florianópolis e Santo Amaro da Imperatriz. Segundo os responsáveis pelos dados, o município de Palhoça é o único que não consta na lista devido a uma descontinuidade da forma de concepção e coleta. Desta maneira, não foi possível encaminhar os relatórios. Os registros contemplam os anos de 2008 a 2020. A figura 5 demonstra a localização dos postos pluviométricos e fluviométricos com as informações disponíveis.

Figura 5: Postos pluviométricos e fluviométricos disponíveis na bacia do Rio Cubatão do Sul e seu entorno.



Fonte de dados: SDS (2018), SIGSC (2021), ANA (2021), INMET (2021) e Epagri (2021). Elaboração da autora (2021).

3.2 TRATAMENTO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Nesta etapa, a preocupação era investigar a disponibilidade dos dados dos postos pluviométricos, ou seja, realizar uma análise temporal da qualidade dos dados existentes, respectivamente, nos 30 postos previamente coletados (dados completos, com poucas ou muitas falhas). O processo foi inspirado nos trabalhos de Zandonadi (2009; 2013) e Fontão (2014; 2018).

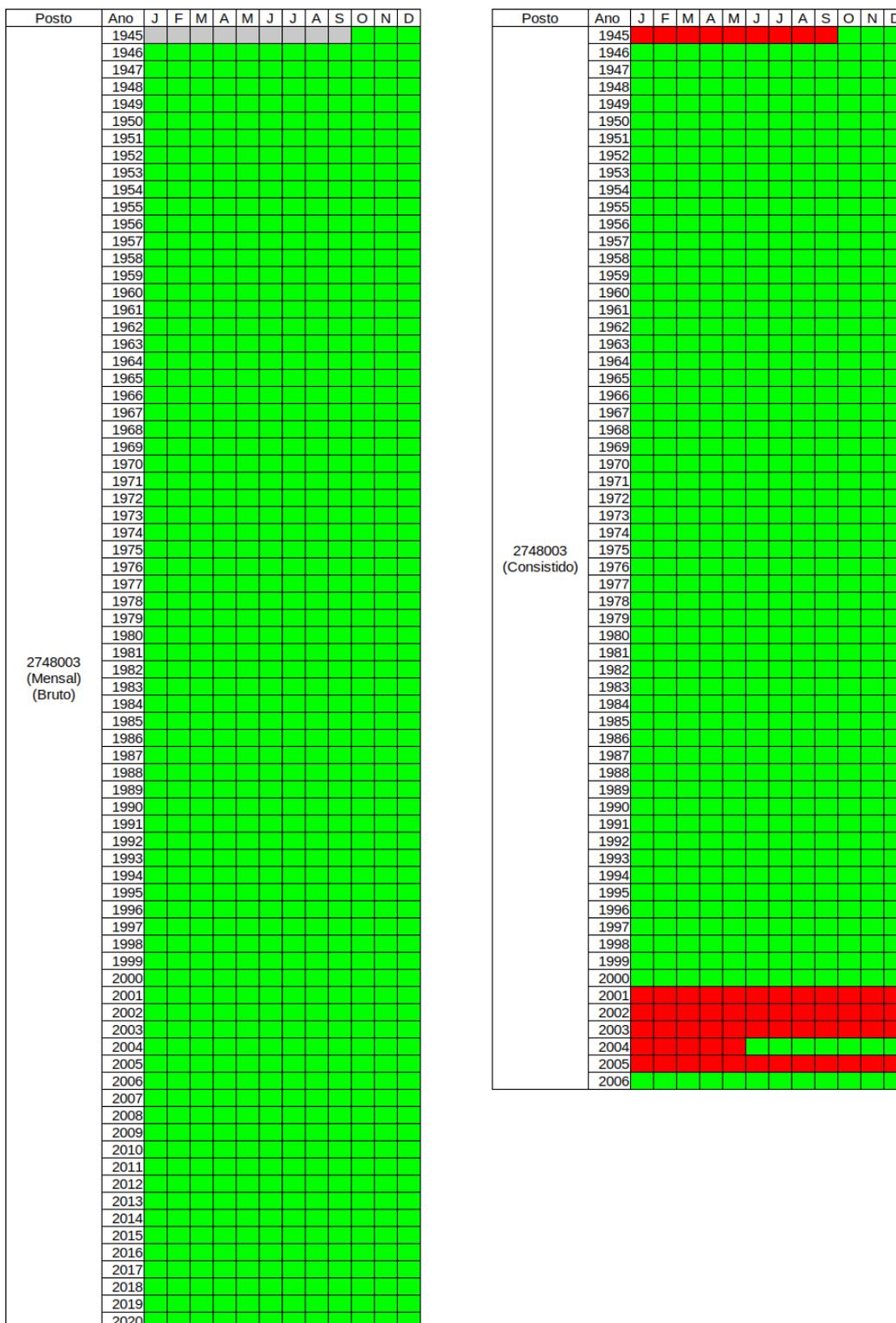
Para isso, foi criado um quadro a fim de analisar os registros, no *Planilhas Google*, contendo o número de identificação dos postos, os anos dos registros de precipitação e os meses do ano, com o intuito de realizar a marcação da disponibilidade dos registros. Desta forma, cada fonte de dados da ANA, INMET e Epagri passou por tratamento devido aos níveis de registros diferentes, os quais são explicados a seguir.

3.2.1 Dados obtidos na ANA

Os dados de chuva fornecidos pela ANA são de nível mensal e diário. Cada posto é representado por um código de oito dígitos, e nele contém os registros brutos e consistidos. Para a análise da disponibilidade dos registros foram considerados os dados de precipitação total mensal, tanto os brutos quanto os consistidos.

Em uma planilha foram dispostos os tais registros, de cada posto, e feitas as marcações nas cores: **vermelho**, indicando a ausência do registro naquele determinado mês; e **verde**, demonstrando o registro do mês como disponível. Os resultados foram organizados no quadro (*Planilhas Google*), conforme o exemplo a seguir (figura 6).

Figura 6: Disponibilidade dos dados de um posto da ANA.



Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

3.2.2 Dados obtidos no INMET

Os dois postos automáticos do INMET possuem registros de precipitações diárias, já o posto convencional é de nível mensal. Os dados diários passaram por processamento com *script* em *Python* para realizar a contagem dos dias do mês com registro. Os resultados foram dispostos em uma planilha com as seguintes condicionais: dados ausentes (0 dias de registro) = cor **vermelha**; dados incompletos (menos de 10 dias de registros) = cor **laranja**; dados incompletos (mais de 10 dias de registros) = cor **amarela**; dados completos (com 30 ou 31 dias de registro) = cor **verde**. A figura 7 é um exemplo do resultado.

Figura 7: Disponibilidade dos dados de um posto do INMET.

Posto	Ano	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A806 (Diário)	2003	0	0	15	30	31	30	31	31	30	22	30	31
	2004	31	29	31	14	11	30	31	10	0	0	0	0
	2005	0	0	0	0	15	30	31	31	30	31	27	31
	2006	31	28	31	28	27	30	26	20	30	31	30	31
	2007	31	28	31	30	21	16	31	31	30	31	27	31
	2008	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2009	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2010	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2011	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2012	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2013	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2014	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2015	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2016	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2017	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	2018	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2019	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	1	31	
2020	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	

Fonte de dados: INMET (2021). Elaboração da autora (2021).

3.2.3 Dados obtidos na Epagri

Os dados recebidos da Epagri são de nível horário, com exceção de dois postos que possuem dados diários. Com o auxílio dos *scripts* em *Python*, os registros horários, de cada posto, passaram por processamento para realizar a contagem das horas de precipitação registrada em um dia. Na sequência, foi feita a soma de quantos dias do mês teve registros por 24h completos. Os resultados foram dispostos no quadro, exemplificado pela figura 8, com as seguintes cores: **vermelha**, para os meses que continham registros incompletos, e **verde** para os dados completos (30 ou 31 dias com 24h de registro).

Figura 8: Disponibilidade dos dados de um posto da Epagri.

Posto	Ano	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1006 (24h)	2001												
	2002												
	2003												
	2004												
	2005												
	2006												
	2007												
	2008												
	2009												
	2010												
	2011												
	2012												
	2013												
	2014												
	2015												
	2016												
	2017												
	2018												
	2019												
	2020												

Fonte de dados: Epagri (2021). Elaboração da autora (2021).

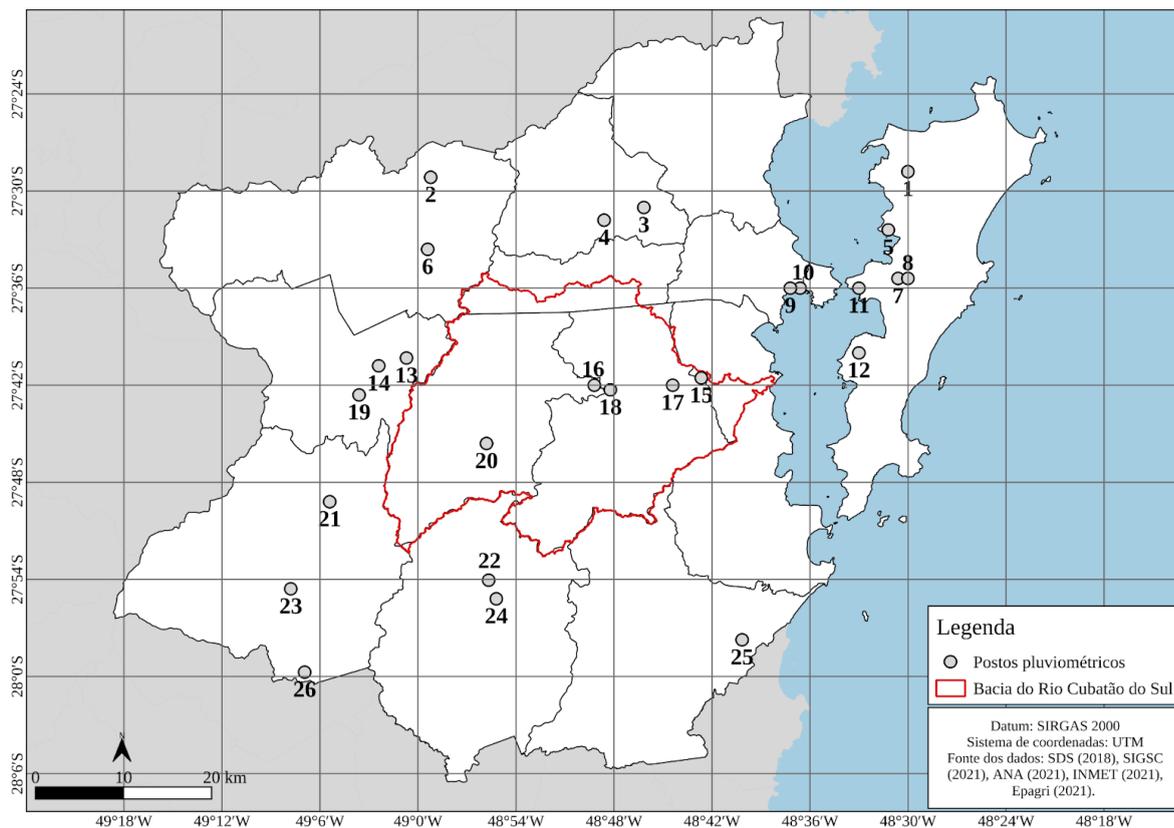
A partir dos resultados adquiridos foram descartados os postos pluviométricos que possuíam menos de três anos consecutivos de dados e muitas falhas, pois não oferecem a possibilidade de formar um arco temporal representativo para o estudo.

3.2.4 Preenchimento de falhas

Com os resultados da qualidade dos registros, dos 30 postos inicialmente coletados, sobraram 26 para a etapa de preenchimento das falhas existentes. Para facilitar a compreensão, os postos selecionados são numerados no seguinte sentido: da esquerda para a direita e de cima para baixo, respeitadas as respectivas latitudes e longitudes, conforme a figura 9. Todas as informações acerca dos postos estão apresentadas na figura 10.

A respeito dos postos sob a responsabilidade da ANA, é observado a existência dos dados brutos e consistidos. Após a análise dos registros de ambos os níveis de consistência, foram utilizados para o preenchimento das falhas aqueles registros originais (brutos), já que apresentam uma série mais longa e de melhor qualidade.

Figura 9: Postos pluviométricos selecionados.



Fonte de dados: SDS (2018), SIGSC (2021), ANA (2021), INMET (2021) e Epagri (2021).
Elaboração da autora (2021).

Figura 10: Postos pluviométricos selecionados.

Posto	nº Identificação	Rede/Entidade	Lat. S	Lon. W
1	2424	EPAGRI	-27.48	-48,5
2	2748003	ANA	-27.48	-48.98
3	2748016	ANA	-27.51	-48.76
4	2383	EPAGRI	-27.53	-48.81
5	2397	EPAGRI	-27.53	-48.52
6	1013	FUNDAGRO	-27.55	-48.99
7	1006	EPAGRI	-27.59	-48,5
8	125	EPAGRI	-27.59	-48,5
9	A806	INMET - Automática	-27,6	-48,6
10	83897	INMET - Convencional	-27,6	-48,6
11	540	FUNDAGRO	-27,6	-48,54
12	2748013	ANA/DEPV	-27,66	-48,54
13	2749020	ANA	-27,67	-49,01
14	A870	INMET	-27,68	-49,03
15	2748004	ANA	-27,69	-48,71
16	2242	EPAGRI	-27,69	-48,82
17	2384	EPAGRI	-27,69	-48,74
18	2748005	ANA	-27,7	-48,8
19	1050	EPAGRI	-27,71	-49,06
20	2129	FUNDAGRO	-27,76	-48,93
21	1030	EPAGRI	-27,82	-49,09
22	2748018	ANA	-27,9	-48,92
23	2749027	ANA	-27,9	-49,12
24	1054	EPAGRI	-27,92	-48,92
25	2748017	ANA	-27,96	-48,66
26	2749012	ANA	-27,99	-49,11

Fonte de dados: ANA, INMET e EPAGRI (2021). Elaboração da autora (2021).

Para que fosse possível organizar os dados mensais em planilhas, foram previamente somados os valores de precipitação dos dados horários para os diários com o *script* em *Python*, e todos os dados diários foram transformados em mensais com o programa *Climate Data Operators* (CDO).

Dessa maneira, os dados mensais de precipitação de cada um dos 26 postos selecionados foram organizados e dispostos em planilhas para que se pudesse iniciar o preenchimento das falhas existentes. O processo foi inspirado na dissertação de Zandonadi (2013), em que se utilizou dados de mais de um posto na complementação daquele primeiro por apresentarem muitas falhas. A técnica se mostrou satisfatória por demonstrar características de distribuição de chuva bastante próximas à realidade da área de estudo.

A escolha de técnica foi em razão de todos os postos da área do estudo apresentarem falhas, a maioria deles com muitos dados faltantes. Assim, foi possível evitar o uso da média dos registros dos próprios postos, o que pode distorcer a realidade. Além disso, considerando o tamanho da área do estudo, a qual é relativamente pequena com caráter regional e local, a maioria dos postos está situado em altitudes semelhantes. Portanto, a técnica oferece o correto preenchimento sem distorcer os dados.

Desta forma, os dados faltantes foram substituídos por aqueles registrados no(s) posto(s) vizinho(s) mais próximo(s). Nesse processo foram utilizados dados de até cinco postos, quando necessários, respeitando a semelhança de altitude em que se encontram os postos pluviométricos para o correto preenchimento. Apenas quando o processo não foi possível de ser realizado é que a média histórica do próprio posto com falhas serviu para a referida substituição. Neste sentido, a figura 11 demonstra um recorte da planilha com os dados preenchidos.

Figura 11: Recorte da planilha de um posto com falhas preenchidas.

nº Identificação	Posto	Ano	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Legenda
1	2424 (24h)	2013	92,6	197,2	324,90	117,6	27,2	107,09	101,27	117,5	206,21	81,2	85,6	83,8	Dado original
		2014	184,6	124,7	140,8	96	83	210,6	54,4	83,4	131	84	54,2	148,4	Preenchido com posto mais próximo
		2015	120,8	366,4	197,6	96,4	210,4	97,2	159,6	64,8	224,8	300,6	142,8	226,2	Segundo posto mais próximo
		2016	221,8	101	298,8	126,2	42,9	71,2	77,6	42,7	159,8	168,6	47,4	161,2	Terceiro posto
		2017	238,4	133,4	226,4	110,4	235	122,38	7	109,8	79	127,6	124,2	192	Quarto posto
		2018	652,4	164,6	322,6	119,2	96	58	136,6	65,2	184	101,2	99,6	154	Quinto posto
		2019	278,8	234,4	134,2	115,6	196	96	54,2	20,8	73	119	116	73,8	Média
		2020	115	233,2	74,4	15,2	16,8	118,6	104	94	130,6	99	95,6	309	Dado indisponível

Fonte de dados: Epagri (2021). Elaboração da autora (2021).

Observando a distribuição dos postos (figura 9), é necessário informar que os de números 7 e 8 e os de 9 e 10, os quais são muito próximos entre si, foram considerados um só

posto. Assim permitiu aproveitar as séries temporais de ambos que, uma vez reunidas, aumentaram a abrangência temporal e diminuíram as falhas existentes.

3.3 TRATAMENTO DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS

Na etapa do tratamento dos dados, a finalidade era analisar a qualidade dos registros dos postos fluviométricos. Portanto, os registros diários e das médias mensais das vazões e das cotas, nos dois postos disponíveis, foram dispostos em planilhas do *Google Drive*.

Vale a observação de que os dados das cotas possuem registros, no nível diário, de três horários diferentes, às 07h, 17h e 00h - horário de Brasília. Neste caso, primeiramente, foram realizadas as médias diárias dos três horários e, posteriormente, as médias mensais com elas.

Por meio das devidas observações feitas a partir das planilhas dos dados tabulados, foram elaborados quadros para a análise. Nele inclui o número de identificação dos postos, os anos dos registros, os meses do ano para realizar a marcação da disponibilidade dos registros e uma coluna nomeada de “Condição”, que certifica se contém dados de todos os meses do ano ou não.

Para a análise foram utilizadas as médias mensais das vazões e das cotas. A disponibilidade mensal dos registros pode ser percebida pelas cores: **vermelha**, para os meses que dispunham de registros diários incompletos para a média mensal; e **verde**, para os dados completos que possuem registros todos os dias do mês, sendo possível realizar a média mensal. Já na coluna “Condição”, a cor **azul** indica que possuem dados completos, de todos os meses do ano, enquanto a cor **branca** indica ausência(s) de registro(s) em um determinado mês ou meses. Conforme o exemplo a seguir (figura 12).

Figura 12: Disponibilidade dos dados da vazão de um posto fluviométrico.

Nº	Posto	Ano	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Condição	
1	84150100	1988														
		1989														
		1990														
		1991														
		1992														
		1993														
		1994														
		1995														
		1996														
		1997														
		1998														
		1999														
		2000														
		2001														
		2002														
		2003														
		2004														
		2005														
		2006														
		2007														
		2008														
		2009														
		2010														
		2011														
		2012														
		2013														
2014																
2015																
2016																
2017																
2018																
2019																
2020																

Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

3.4 ABRANGÊNCIA TEMPORAL E ESPACIAL DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS PARA A DEFINIÇÃO DO PERÍODO DE ESTUDO

Com as falhas preenchidas para cada um dos 26 postos, foi elaborada uma planilha indicando a condição dos dados, com o intuito de entender se contém, ou não, registros em todos os meses do ano. A cor **verde** utilizada indica os anos com dados completos, isto é, sem falhas, enquanto a cor **branca** aponta para os anos com dados incompletos, ou seja, anos em que os postos apresentam meses com falhas, impossíveis de serem preenchidas. A figura 13 apresenta a visão geral da planilha com os 26 postos. Porém, para a melhor visualização foram feitos três recortes dessa planilha geral que podem ser observadas nas figuras 14, 15 e 16.

Figura 16: Recorte referente ao período de 2003-2020.

Posto	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		

Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2021).

A análise das quatro últimas figuras fornece uma boa ideia das séries temporais pluviométricas disponíveis para o estudo da bacia do Rio Cubatão do Sul e entorno. Observa-se que o posto 10, sob a responsabilidade do INMET, contém o registro mais antigo, cuja série se inicia no ano de 1944, sendo interrompida no ano de 1948 pela impossibilidade de preenchimento das falhas nos dados. Fato este que alcança o ano de 1961 e, desde então, a partir do ano de 1962 até 2020, não há mais interrupção nos dados desse posto.

Observa-se, também, que há quatro postos, sob responsabilidade da ANA, com registros mais antigos e completos até o ano de 2020: um inicia no ano de 1945, dois iniciam no ano de 1946 e o último deles, no ano de 1951. A partir da década de 1970 são instalados 6 novos postos na área de estudo, com a maioria deles iniciando os seus registros em 1976. Mais 14 novos postos passaram a operar na área a partir do ano de 2000, todos eles sob a responsabilidade da Epagri.

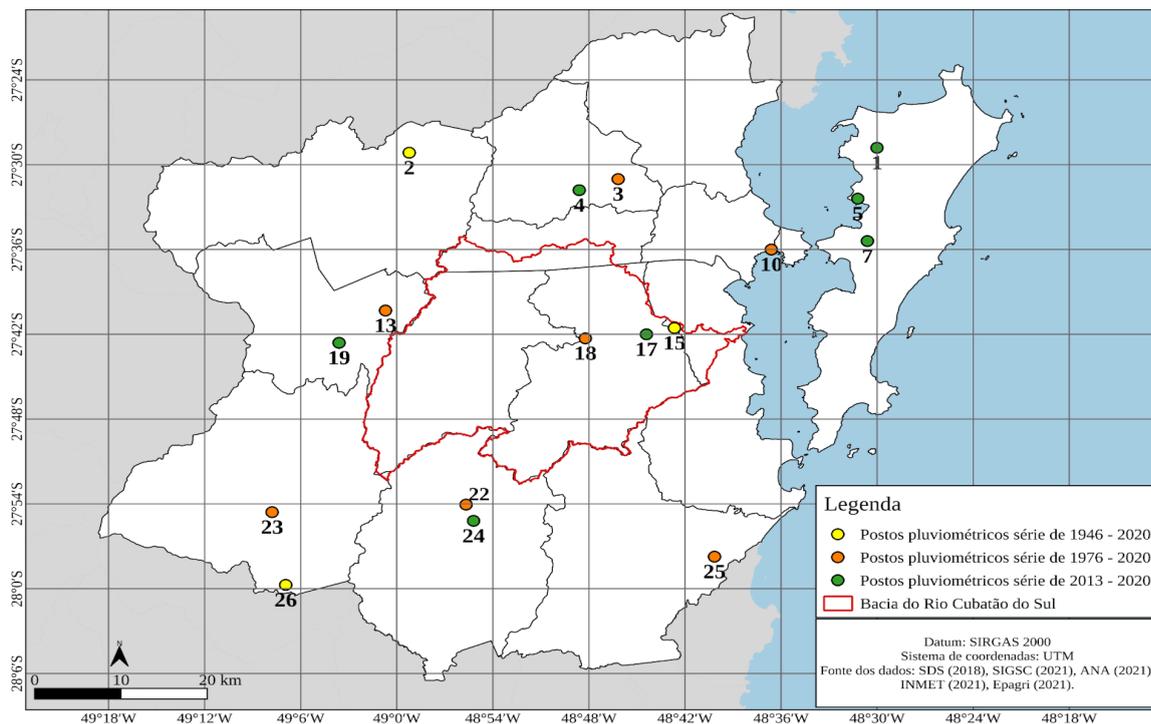
Para a seleção do período de estudo adotou-se como critério o arco temporal que fosse coincidente em todos os 26 postos. Esta é uma tentativa de obter o período mais longo possível, com dados completos que alcançasse o ano de 2020. É um critério que considera tanto a quantidade quanto a qualidade dos dados pluviométricos obtidos.

A respeito do período comum a todos os postos selecionados, sabe-se que não é correto tratar e analisar estatisticamente e em conjunto, fenômenos meteorológicos e eventos climáticos pertencentes a diferentes arcos temporais. Isso ocorre porque as respostas obtidas não corresponderão às suas verdadeiras causas, cuja gênese reside na dinâmica das massas de ar e dos tipos de tempo (ZAVATTINI; BOIN, 2013).

Desta forma, pode-se dizer que existem três séries temporais distintas para a área de estudo: uma longuíssima (1946-2020), outra longa (1976-2020) e, ainda, uma bastante curta (2013-2020).

Conforme a figura 17, a série longuíssima conta com 3 postos pluviométricos, representados pela cor amarela, e estão localizados a leste, ao norte e a sudoeste da bacia do rio Cubatão do Sul. A série longa apresenta uma melhor distribuição geográfica dos postos pluviométricos (cor laranja) pela área de estudo, pois já são em número de 10, embora ainda seja possível notar a ausência deles por toda a ilha de Santa Catarina. A série curta, que cobre apenas 8 anos de dados pluviométricos ininterruptos, possui 17 postos reunidos (cor verde), fornece uma melhor cobertura espacial do que as oferecidas pelas séries anteriores, já que a Ilha de Santa Catarina possui 3 postos pluviométricos disponíveis, mesmo que geograficamente mal distribuídos. Isso acontece pois estão concentrados na fachada norte-ocidental da ilha ou, mais precisamente, voltados apenas para a baía norte.

Figura 17: Postos pluviométricos utilizados.



Fonte de dados: SDS (2018), SIGSC (2021), ANA (2021), INMET (2021), Epagri (2021). Elaboração própria (2021).

3.5 ELABORAÇÃO DAS CARTAS ANUAIS DE PLUVIOSIDADE

O procedimento de interpolação tem o objetivo de demonstrar o comportamento espacial dos fenômenos. Neste trabalho, a preocupação é observar a distribuição geográfica das chuvas. As cartas pluviométricas foram elaboradas pelos *softwares* SAGA e QGIS, utilizando-se dados de precipitação anuais e sazonais, representados pelas isoietas.

Para a construção das cartas pluviométricas anuais foram utilizados dois métodos: o Inverso da Distância Ponderada (IDP) e a Krigagem Ordinária. O primeiro é baseado na linearidade ponderada da combinação do conjunto de dados de precipitação coletados em cada um dos postos, assumindo que cada dado de entrada tem uma influência local que diminui com a distância. Em outras palavras, quanto maior a proximidade dos dados, maiores são os detalhes da superfície interpolada (AMORIM *et al.*, 2008). O segundo utiliza as informações a partir do semivariograma para encontrar os pesos ótimos a serem associados às amostras que irão estimar um ponto (LANDIM, 2006).

O método Inverso da Distância Ponderado (IDP) foi utilizado para a interpolação dos dados de chuva com os três postos pluviométricos, que representam os anos de 1946 a 1975 (período longuíssimo). Essa escolha foi necessária, pois o método Krigagem Ordinária não permitiu o processamento em função do baixo número de postos distribuídos na área do estudo. Assim, foi possível o aproveitamento dos dados bastante antigos, e os resultados obtidos forneceram uma ideia de como foi o comportamento das chuvas neste período, apesar do baixo grau de confiabilidade.

A interpolação pelo método Krigagem Ordinária, no modelo linear, foi aplicada para as séries longa (1976 - 2020) e curta (2013 - 2020), períodos que contém mais postos pluviométricos. A série longa conta com dez postos pluviométricos para estimar os valores de precipitação por toda a área do estudo, o que já permite uma maior confiabilidade na representação do comportamento das chuvas. Já a série curta é representada por dezessete postos, exibindo a distribuição espacial das chuvas mais próxima da realidade.

A definição dos intervalos de classe das cartas pluviométricas foi baseada na fórmula de Sturges (1926) (1):

$$\kappa = 1 + 3,3 \log n \quad (1)$$

Onde: κ = número de classes; n = número total de observações; \log = logaritmo para a base 10.

Para encontrar a amplitude:

$$a = \frac{(sup. - inf.)}{(\kappa)}$$

Uma vez aplicada essa fórmula, a sugestão foi de 7 classes para as cartas anuais, em que foram usadas as cores: **laranja**: 800 - 1100 mm, e **amarela**: 1100 - 1400 mm, pois essas indicam as **menores pluviosidades**; **verde-claro**: 1400 - 1700 mm, e **verde**: 1700 - 2000 mm, já que mostram volumes de chuva **habituais**; e, por fim, **azul**: 2000 - 2500 mm, e **roxo**: 2500 - 3000 mm e a partir de 3000 mm, porque essas cores apontam as **maiores pluviosidades** (figura 18).

Figura 18: Intervalos de classe das cartas pluviométricas anuais.

Min	Máx	Freq.	Cor
800	1100	10	Orange
1100	1400	66	Yellow
1400	1700	189	Light Green
1700	2000	184	Green
2000	2500	120	Blue
2500	3000	22	Purple
>3000		5	Dark Purple

Elaboração da autora (2021).

3.6 GRÁFICOS DE CHUVAS ANUAIS

Os gráficos pluviométricos anuais foram elaborados com os dados dos postos que se situam no interior da bacia do Rio Cubatão do Sul, pois as chuvas podem ter refletido no aporte hídrico para o abastecimento do SIA Grande Florianópolis. Por isso, é importante o detalhamento da variação temporal das chuvas. Para a confecção dos gráficos foi utilizada a linguagem de programação *Python* com as bibliotecas *Pandas* e *Matplotlib*, executados pelo terminal do *Linux*.

3.7 ELABORAÇÃO DAS CARTAS SAZONAIS DE PLUVIOSIDADE

Para a elaboração das cartas pluviométricas sazonais foi necessário, primeiramente, recorrer aos cálculos de soma trimestral das chuvas utilizando o programa CDO executado no terminal do Linux. Ocasão em que foi estabelecida a divisão sazonal: o verão, composto pelos meses de janeiro, fevereiro e março; o outono, pelos de abril, maio e junho; o inverno, pelos de julho, agosto e setembro, e a primavera, pelos de outubro, novembro e dezembro.

Na interpolação foi utilizado o método Krigagem Ordinária e aplicado para os dados do ano de 2008 a 2020. A escolha da série foi baseada nos anos em que os dados de abastecimento, fornecidos pela CASAN, estavam disponíveis. Nesta ocasião, a série histórica escolhida possibilita a análise da variação do consumo de água pela população através das respostas da variação das chuvas sazonais, é por esse motivo que esta série não foi alinhada com a série curta (2013 – 2020) proposta para a elaboração deste trabalho.

Nas cartas sazonais, a fórmula de Sturges sugeriu 8 classes, mas não houve necessidade de manter todas elas, adaptando-as para 6 classes, que já representam muito bem

a distribuição das chuvas na área. Foram utilizadas as cores: **amarela**: 0 – 50 mm, indicando as **menores pluviosidades**; **verde**: 50 – 350 mm, sendo valores de chuva **habituais**; **azul-claro** e **escuro**: 350 – 650 mm e **roxo**: 1250 – 1550 mm e acima de 1550 mm, que apresentam as **maiores pluviosidades** (figura 19).

Figura 19: Intervalos de classe das cartas pluviométricas sazonais.

Mín	Máx	Cor
0	50	Amarelo
50	350	Verde
350	650	Azul-claro
650	950	Azul-escuro
1250	1550	Roxo
>1550		Roxo

Elaboração da autora (2023).

3.8 PLUVIOGRAMAS DAS CHUVAS MENSAIS

O pluviograma baseado em Schroder (1956), é uma técnica de representação que serve para aferir o “peso” (em %) das chuvas mensais caídas, comparando-as com o total da pluviosidade do seu próprio ano. Utiliza-se, então, a regra de três simples para o cálculo de porcentagem (ZAVATTINI; BOIN, 2013).

Para se obter os intervalos de classe a fim de verificar a variabilidade mensal e identificar o mês mais seco ou o mais chuvoso de cada ano, ao longo do período, utilizou-se a fórmula de Sturges para os períodos longuíssimo, longo e curto, o que resultou em diferentes intervalos de classe. Isto é, as séries temporais longuíssima e curta resultaram em 12 classes, enquanto a longa resultou em 13 classes.

A definição das cores dos intervalos de classe foi baseada na paleta de cores clássica, muito utilizada em mapas de chuvas, conforme a figura 20. O **amarelo** significa que houve **pouca chuva**, os tons de **verde** representam chuvas **habituais** (no padrão esperado), os tons de **azuis** expressam **tendente a chuvoso** e a cor **roxa** significa que houve **chuvas excessivas**.

Figura 20: Intervalos de classe dos pluviogramas das séries temporais longuíssima, longa e curta (da esquerda para a direita).

Intervalo	Freq	%		Intervalo	Freq	%		Intervalo	Freq	%	
0 - 2,7	261	9,7		0 - 2,6	541	10,0		0 - 2,6	141	8,6	
2,8 - 5,5	592	21,9		2,7 - 5,3	1119	20,7		2,7 - 5,3	354	21,7	
5,6 - 8,3	667	24,7		5,4 - 8,0	1267	23,5		5,4 - 8,0	408	25,0	
8,4 - 11,1	508	18,8		8,1 - 10,7	1013	18,8		8,1 - 10,7	297	18,2	
11,2 - 13,9	327	12,1		10,8 - 13,4	656	12,1		10,8 - 13,4	201	12,3	
14,0 - 16,7	189	7,0		13,5 - 16,1	410	7,6		13,5 - 16,1	120	7,4	
16,8 - 19,5	91	3,4		16,2 - 18,8	205	3,8		16,2 - 18,8	54	3,3	
19,6 - 22,3	45	1,7		18,9 - 21,5	114	2,1		18,9 - 21,5	32	2,0	
22,4 - 25,1	6	0,2		21,6 - 24,2	40	0,7		21,6 - 24,2	15	0,9	
25,2 - 27,9	9	0,3		24,3 - 26,9	18	0,3		24,3 - 26,9	7	0,4	
28,0 - 30,7	3	0,1		27,0 - 29,6	12	0,2		27,0 - 29,6	2	0,1	
30,8 - 33,5	2	0,1		29,7 - 32,3	4	0,1		29,7 - 32,3	1	0,1	
				32,4 - 35,0	1	0,0					

Elaboração da autora (2021).

Os resultados foram descritos apenas com os pluviogramas elaborados do período longuíssimo (1946 - 2020), pois o intuito é a de otimizar a apresentação dos dados. Os postos estão situados no noroeste, centro-leste e sudoeste. Desta forma, possui uma boa distribuição espacial, de modo que proporciona uma representação significativa do regime pluvial da área de estudo. Os demais pluviogramas desenvolvidos na área do estudo estão nos apêndices.

3.9 ESCOLHA DOS ANOS-PADRÃO

A classificação dos anos-padrão foi realizada por meio de observações das cartas pluviométricas anuais, construídas com base na fórmula de Sturges (1951) em se sugere o número de classes, atribuindo categorias em seco, habitual, chuvoso e extremamente chuvoso. Esta classificação considerou a abrangência espacial, ou seja, aqueles anos secos, chuvosos ou habituais tenham ocorrido por toda a área estudada ou em boa parte dela. Além disso, a análise foi aprimorada com as observações dos dados de chuva anuais totais, que estão dispostos junto ao pluviograma mensal e dos dados de vazão e cota do rio Cubatão do Sul. Desta maneira, permitiu uma melhor identificação de quais anos apresentaram reflexos das chuvas ou da falta dela.

Os postos pluviométricos foram cronologicamente dispostos em um quadro, inspirado no livro de Zavattini e Boin (2013), e atribuídos às classes com as seguintes cores: **vermelho**, como ano-padrão **seco**; **verde**, como **habitual**; e **azul**, como **chuvoso** (segue o item 4.2 para visualizar o quadro).

3.10 GRÁFICO-SÍNTESE PLÚVIO E FLUVIOMÉTRICO

Para a elaboração do gráfico-síntese de vazão e cotas foram utilizados os dados do posto fluviométrico mais próximo da Estação de Tratamento de Água (ETA), pois o segundo posto disponível apresentava muitas falhas nos dados mensais. Do posto escolhido, os registros da vazão e cota iniciam-se no ano de 1988 e se estendem até o ano de 2020.

Para acompanhar a variabilidade da vazão e da cota relacionadas às chuvas, foi escolhido o posto pluviométrico melhor localizado na bacia hidrográfica Rio Cubatão do Sul, utilizando o arco temporal mais curto, do ano de 2013 a 2020. Para a construção do gráfico foi utilizada a linguagem de programação *Python*.

3.11 GRÁFICOS DO CONSUMO DE ÁGUA *PER CAPITA* E MÉDIO DIÁRIO

Para analisar a resposta do consumo hídrico de cada município que pertence ao Sistema Integrado de Abastecimento da Grande Florianópolis (SIAGF), abastecido pela bacia hidrográfica Rio Cubatão do Sul, foram utilizados dados de consumo *per capita* e consumo médio diário, elaborados e fornecidos pela CASAN. Com base nos anos-padrão das chuvas, optou-se por selecionar o ano de 2008, que foi muito chuvoso, e o ano de 2019, que foi bastante seco, para as análises dos dados de consumo hídrico dos municípios do SIAGF. Os gráficos foram confeccionados utilizando a linguagem de programação *Python*.

3.12 PERÍODO PARA A ANÁLISE RÍTMICA

Um dos interesses desta pesquisa é compreender as causas da seca com ocorrência de estiagem mais intensa que o habitual na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e arredores. Com esse intuito, houve a necessidade de delimitar um período de seca meteorológica para realizar a análise rítmica em climatologia. Sendo o objetivo, portanto, compreender as variações do ritmo pluvial de maneira dinâmica, a partir da interpretação da atuação dos sistemas atmosféricos numa escala de tempo diária.

Ao escolher um período de seca para a análise rítmica, optou-se por uma ocorrência recente da série histórica. Para que essa escolha fosse possível, foram necessárias análises das variações das chuvas anuais e dos “anos-padrão” para selecionar o ano seco mais recente da

série. A partir deste ano seco, foram analisadas as chuvas sazonais e mensais para obter uma investigação mais aprofundada das suas flutuações ao longo do ano. Ao mesmo passo, foram analisadas as respostas da vazão e cotas do Rio Cubatão do Sul conforme a variação das chuvas mensais e seu respectivo consumo de água pelos municípios abastecidos por esse rio. Com esses indicadores foi possível investigar a disponibilidade e a demanda de água, fornecendo uma base mais sólida na escolha do período de seca. Desta maneira, descobriu-se que houve dois momentos com chuvas e vazão do rio bastante reduzidas: no inverno de 2019 e no outono de 2020. Por conta disso, é oportuno escolher o período de junho de 2019 a maio de 2020, que foi seco com ocorrência de estiagem severa, para análise rítmica.

3.13 ANÁLISE RÍTMICA EM CLIMATOLOGIA

O fundamento da análise rítmica é a relação entre observações locais e elementos da análise espacial da circulação atmosférica, criada e apresentada por Monteiro (1971). Conforme o autor, caracterizar o ritmo climático exige decomposição cronológica, pois os estados atmosféricos, em contínua sucessão, se produzem em unidades bem menores. Desta forma, somente “a partir da escala diária é possível associar à variação dos elementos do clima os tipos de tempo que se sucedem segundo os mecanismos da circulação regional” (p. 9). Tal técnica de análise é qualitativa. Monteiro (1971) ainda descreve que

[...] a análise rítmica possibilita a evolução de um simples tratamento quantitativo, em totais mensais, desvinculado da gênese dos fenômenos. Nesta abordagem será possível tratar estatisticamente “tipos de tempo”, unidades reais de observação meteorológica, as quais cumpre prever, e às quais será possível associar a análise quantitativa dos diferentes elementos, assegurando-lhes a compreensão genética. (p. 10)

A combinação dos elementos do tempo caracteriza as condições atmosféricas em um dado local e momento, então, para realizar a abordagem foi necessária à coleta dos dados meteorológicos (horários e diários) dos elementos pressão atmosférica, temperatura, precipitação, umidade, radiação, direção e velocidade do vento.

A estação meteorológica automática com tais dados disponíveis, para o período de maio de 2019 a junho de 2020, está sob a responsabilidade do INMET, localizado no município de São José/SC. Porém, houve uma falha de registros de precipitação durante todo

o mês de novembro de 2019. Neste caso, foi necessário recorrer aos dados da Epagri, utilizando a estação meteorológica mais próxima do INMET.

Com todos os dados devidamente organizados, foi utilizado os horários 12 UTC e 18 UTC (9h e 15h - horário oficial de Brasília) para consolidar as informações em todos os elementos meteorológicos, exceto a precipitação, que é apresentada como um acumulado de 24 horas ajustado para o horário local, e as temperaturas mínima, máxima e às 9h da manhã. Essas variáveis foram reunidas em um único gráfico, que compõe uma representação contínua e simultânea dos elementos meteorológicos, através da elaboração de um código em *Python*.

Para análise e identificação da sucessão dos tipos de tempo a partir da circulação atmosférica, os gráficos de análise rítmica foram relacionados às cartas sinóticas obtidas na Marinha do Brasil. O processo foi feito de forma diária para os horários da manhã e da tarde, às 9h e 15h no horário de Brasília, observando os movimentos dos sistemas de pressão atmosférica, que juntamente com os gráficos de análise rítmica fornecem respostas das repercussões ao nível local.

Para tomar conhecimento sobre a circulação dos sistemas atmosféricos, que influenciam sobre a América do Sul e Brasil, foram realizadas leituras de Serra e Ratisbona (1959; 1960), Monteiro (1968) e Nimer (1989). Neste trabalho a identificação dos sistemas atmosféricos se baseou na obra de Zavattini e Boin (2013) e na descrição detalhada de Fontão (2018, p. 75/76), conforme características e critérios abaixo descritos.

- **Sistemas tropicais:**
 - **Massa Tropical Atlântica (MTA)** - origina-se no Anticiclone (semifixo) do Atlântico Sul, apresenta presença de isóbaras do setor de alta pressão provenientes dos ventos de leste e nordeste sobre a área de estudo, observa aumento de temperaturas e umidade;
 - **Massa Tropical Atlântica Continentalizada (MTAC)** - forma-se a partir da MTA, que permanece no interior do continente por vários dias, perdendo suas características originais. Apresenta uma diminuição significativa da umidade, aumento da temperatura máxima e céu aberto;
 - **Massa Tropical Continental (MTC)** - origina-se a partir do sistema de baixa pressão do Chaco, na região leste dos Andes. Apresenta presença de isóbaras do setor de baixa pressão no centro da América do Sul, influenciando a área de

estudo, proveniente dos ventos de oeste. Nos dados meteorológicos observa-se baixa umidade, elevação da temperatura máxima e céu aberto.

- Sistemas polares:
 - **Massa Polar Atlântica (MPA)** - origina-se no Oceano Atlântico ao sul da América do Sul, associada ao Anticiclone Polar migratório. A atuação dela ocorre sempre após a passagem da Frente Polar Atlântica. Observa-se alta pressão sobre a área do estudo, temperaturas baixas e conservação das suas características originais;
 - **Massa Polar Velha (MPV)** - forma-se a partir da MPA, que permanece por alguns dias fora da região de origem e perde suas características originais (tropicalização). Observa-se uma diminuição da pressão atmosférica original e aumento de temperatura.

- Sistemas Frontais e individualizados:
 - **Frente Polar Atlântica (FPA)** - nas cartas sinóticas, o sistema pode ser visto por um símbolo específico nos limites do avanço da MPA em direção à área do estudo. Nos dados meteorológicos apresentam queda de temperatura e pressão atmosférica, aumento da umidade e nebulosidade e uma possível precipitação;
 - **Frente Polar Atlântica em Dissipação (FPA Dis.)** - nas cartas sinóticas, é apresentada como uma frontólise sobre a região. Nos dados, observa-se uma diminuição da nebulosidade e umidade ao longo do dia;
 - **Repercussão de Frente Polar Atlântica (Rep. FPA)** - é observada uma aproximação da FPA na área do estudo, porém não chega a atuar diretamente sobre ela. Quando ocorre, há presença de nebulosidade, aumento da umidade, diminuição da amplitude térmica e, às vezes, pouca chuva;
 - **Frente Polar Atlântica Oclusa (FPA Ocl.)** - ocorre quando o setor frio de uma frente alcança o setor quente. Apresenta aumento da nebulosidade e ocorre precipitação, na medida que a oclusão evolui, elas diminuem de intensidade;

- **Frente Polar Atlântica Estacionária (FPA Est.)** - ocorre quando o sistema frontal se move muito devagar ou fica estacionado por alguns dias num determinado espaço. Os episódios levam à ocorrência de precipitação;
- **Frente Polar Atlântica com Setor Quente de Retorno (FPA csqr)** - tem a ocorrência de setor quente de retorno do sistema frontal no continente, que pode ser identificado como frente quente na carta sinótica. Na maioria das vezes acontece um aumento de nebulosidade e precipitação;
- **Linhas de Instabilidades (LI)** - são identificadas nas massas de ar como um cavado ou calha, que intensificam o movimento convectivo, gerando instabilidades na massa de ar. Observa-se aumento da umidade e precipitação.

Finalizada a identificação dos sistemas atmosféricos diários, nos horários 9h e 15h (horário oficial de Brasília), do período de junho de 2019 a maio de 2020, o próximo passo foi tratar os dados quantitativamente. Para isso, foram contabilizados os dias da atuação geral dos sistemas atmosféricos dentro de cada mês. Assim, é possível analisar o maior ou menor domínio de um determinado sistema atmosférico no período de estiagem, auxiliando na identificação das causas da falta de chuvas.

A seguir, os resultados da gênese pluvial foram dispostos numa tabela, começando pela análise diária da ocorrência de chuva e seus respectivos sistemas atmosféricos atuantes nos dois horários distintos. A gênese pluvial foi obtida por meio da síntese dos dados de precipitação, somando o total de chuvas e contabilizando os dias com precipitação para cada sistema atmosférico, durante todos os meses do período de junho de 2019 a maio de 2020.

3.14 RECURSOS COMPUTACIONAIS E *SOFTWARES* UTILIZADOS

Para compilação, análise, seleção e tratamento dos dados foram utilizados os programas *Planilhas Google (online)*, *LibreOffice Calc*, a linguagem de programação *Python*, executada diretamente no terminal do Linux, e o *Climate Data Operators (CDO)*, um *software* que representa um conjunto de comandos estatísticos e aritméticos úteis para processar dados meteorológicos no formato GRIB e NetCDF, também processados pelo terminal do Linux. Os materiais visuais e cartográficos foram processados e gerados pelo

software de Sistema de Informação Geográfica QGIS versão 3.16 (*Hannover*), como também pelo *Python* e SAGA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo, composto por 5 itens, apresenta os resultados da pesquisa realizada. No item 4.1 são analisadas as variações espaciais e temporais das chuvas na bacia Rio Cubatão do Sul e arredores. Foram as cartas pluviométricas das chuvas anuais e sazonais que possibilitaram a identificação da variação espacial. Os gráficos de precipitação anual viabilizaram o detalhamento da variação temporal das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul. Por fim, com base nos pluviogramas de Schroder (1956) foi possível caracterizar o regime mensal das chuvas na área do estudo.

Posteriormente, no item 4.2, são identificados os anos-padrão de ritmo habitual e os de ritmo excepcional (chuvosos ou secos) na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e arredores. O processo de identificação foi baseado na elaboração de um quadro-síntese, conforme Zavattini e Boin (2013), que facilita a definição dos anos-padrão seco, habitual e chuvoso.

No item 4.3 é feita a análise da variação fluvial levando também em consideração as chuvas precipitadas na bacia. Para isso, são utilizadas as informações de vazão e cota, juntamente com a precipitação mensal. No 4.4 são analisados os resultados da variação do consumo de água *per capita* e consumo médio diário, de cada um dos municípios abastecidos pela bacia Rio Cubatão do Sul, tanto no ano de 2008, que foi chuvoso, quanto no ano de 2019, que foi seco. Os resultados demonstram o reflexo dos períodos secos ou chuvosos na captação da água para o abastecimento da Grande Florianópolis.

No item 4.5 são apresentadas as razões que levaram à escolha de um período excepcionalmente seco para a análise rítmica em climatologia. O intuito desta análise é o de compreender quais sistemas atmosféricos atuam e qual é o ritmo pluvial na região que favorece a ocorrência da estiagem, abordada no item 4.6.

Por último, no capítulo 5, são feitas as considerações finais, a título de conclusão, com a exposição dos principais fatos relacionados às chuvas e à escassez hídrica.

4.1 ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DAS CHUVAS

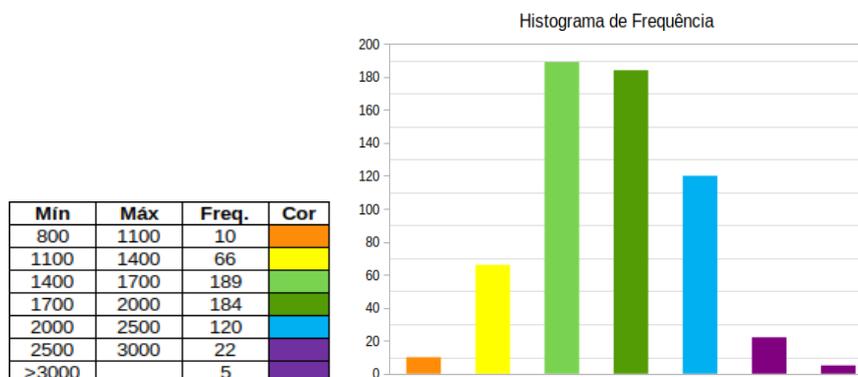
Conforme Monteiro (1971), o ritmo pluvial é uma expressão da sucessão dos estados atmosféricos e pode ser verificado, inicialmente, através do regime das chuvas no espaço geográfico regional, ou seja, das variações anuais percebidas por meio das variações mensais em vários e sucessivos anos. No ritmo existem variações e desvios que geram diferentes graus de distorções até atingir padrões extremos.

Neste sentido, para analisar o ritmo da distribuição das chuvas por toda a bacia do Rio Cubatão do Sul e da sua vizinhança é necessária a representação da variabilidade temporal e das variações espaciais. Desta forma, iniciamos a investigação, partindo da visão geral da distribuição das chuvas, com os dados anuais das chuvas, e encaminhando para as análises mais detalhadas, isto é, dos dados sazonais e mensais.

4.1.1 Chuvas anuais

Para a investigação mais detalhada da distribuição espacial da pluviosidade anual de toda a área no período 1946 - 2020, foram construídas cartas pluviométricas, por meio da interpolação, com os intervalos de classe sugeridos pela fórmula de Sturges (figura 21) e com as isoietas respeitando o intervalo de 25 mm entre elas. As cores atribuídas para representar a pluviosidade são as seguintes: **laranja** e **amarelo**, que significam **baixa pluviosidade**, os **tons de verde** representam uma **pluviosidade habitual**, o **azul** indica **pluviosidade alta** e o **roxo** significa uma **pluviosidade excessiva**.

Figura 21: Os intervalos das classes e as respectivas cores à esquerda e o histograma de frequência à direita.



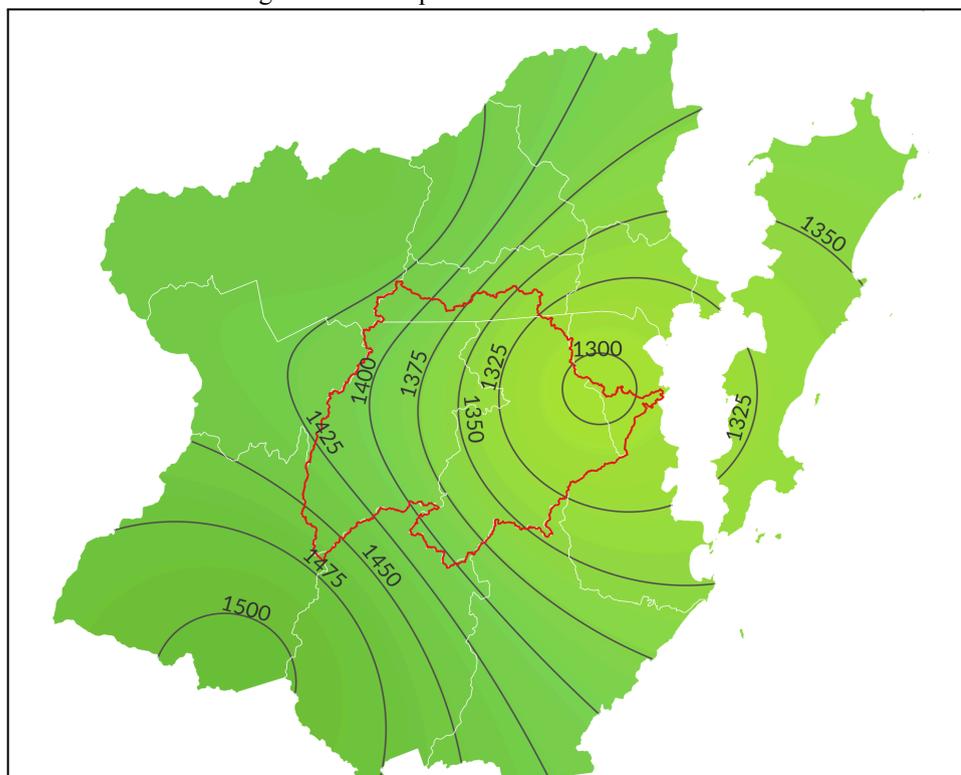
Elaboração da autora (2021).

4.1.1.1 Período longuíssimo: 1946 - 1975

Extraíndo as informações das cartas pluviométricas anuais (figuras 22 a 51), a distribuição espacial das chuvas do ano de 1946 até o de 1975, representada por dados de apenas três postos, interpolados pelo método Inverso da potência das distâncias, evidenciou que:

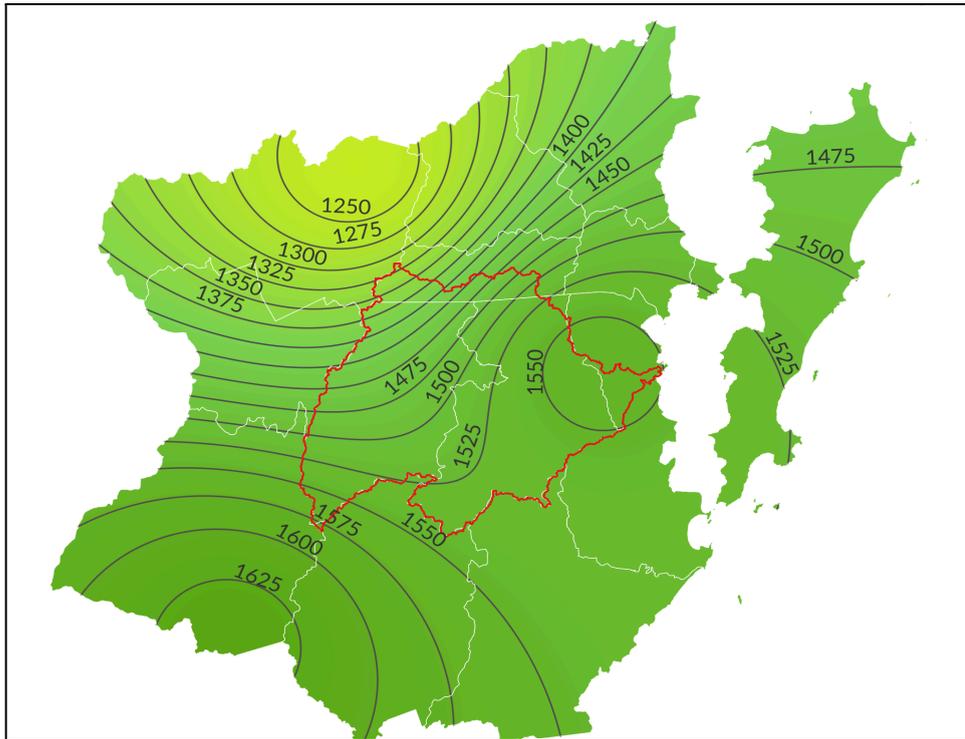
- Os menores volumes de chuvas anuais ocorreram na porção leste e noroeste;
- Os maiores volumes de precipitação se concentraram na porção sudoeste da área do estudo;
- Boa parte dos anos desse período apresentaram pluviosidades reduzidas por toda a área ou parte dela, mas os anos mais secos foram: 1947, 1951, 1953, 1959, 1964 e 1968;
- As pluviosidades mais elevadas ocorreram nos anos de: 1954, 1957, 1958 e 1961;
- As chuvas habituais, bem distribuídas pela área de estudo, foram registradas nos anos de 1950 e 1965.

Figura 22: Carta pluviométrica do ano de 1946.



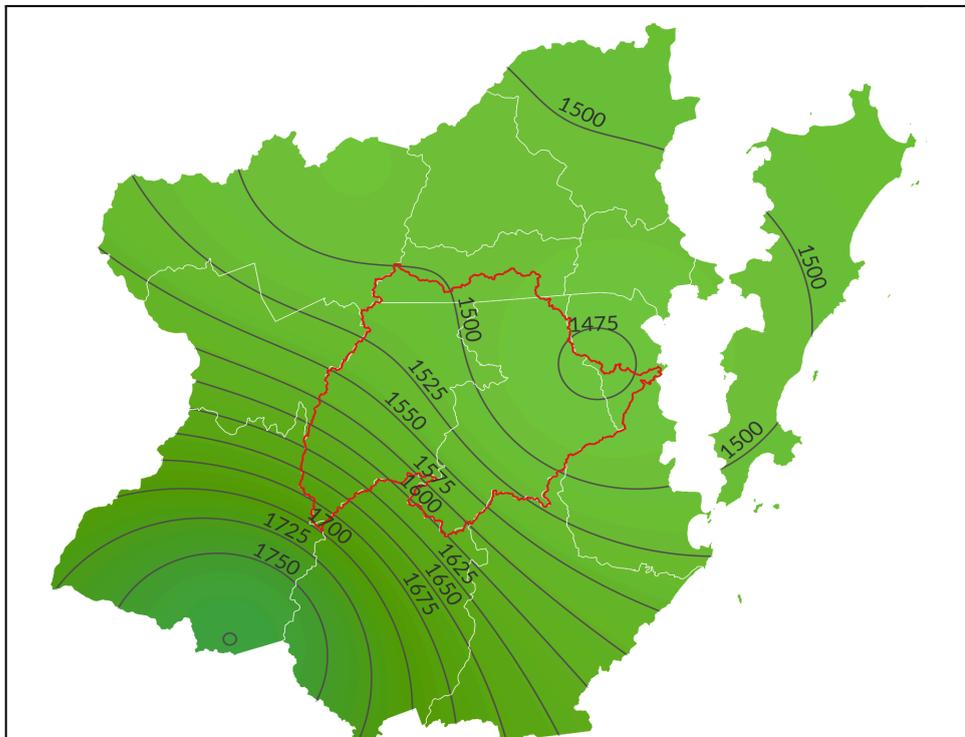
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 23: Carta pluviométrica do ano de 1947.



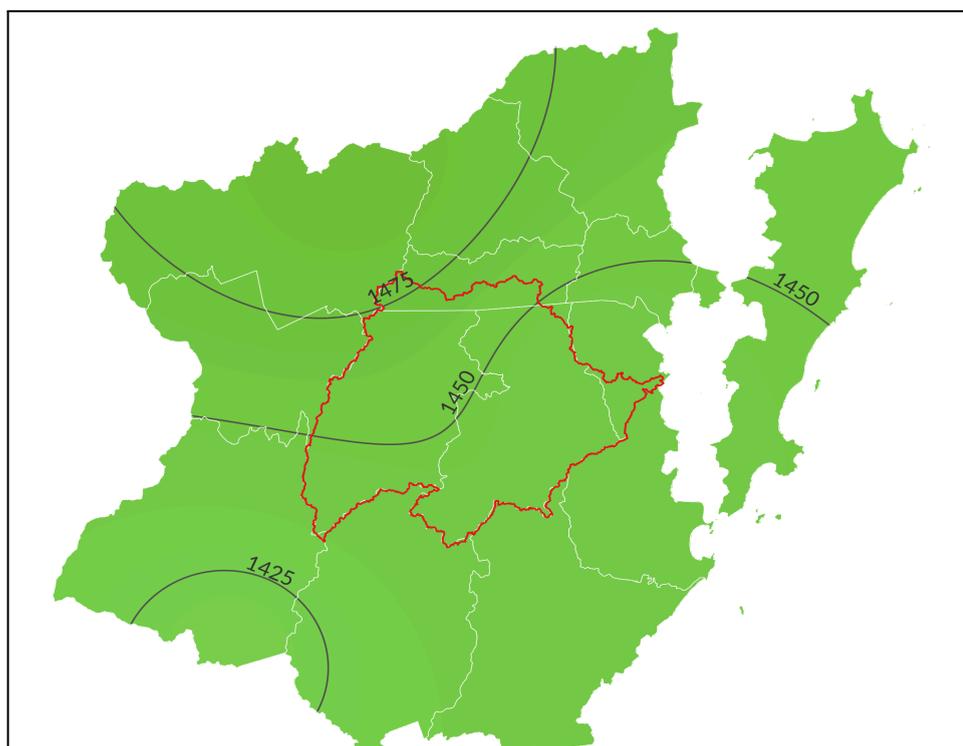
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 24: Carta pluviométrica do ano de 1948.



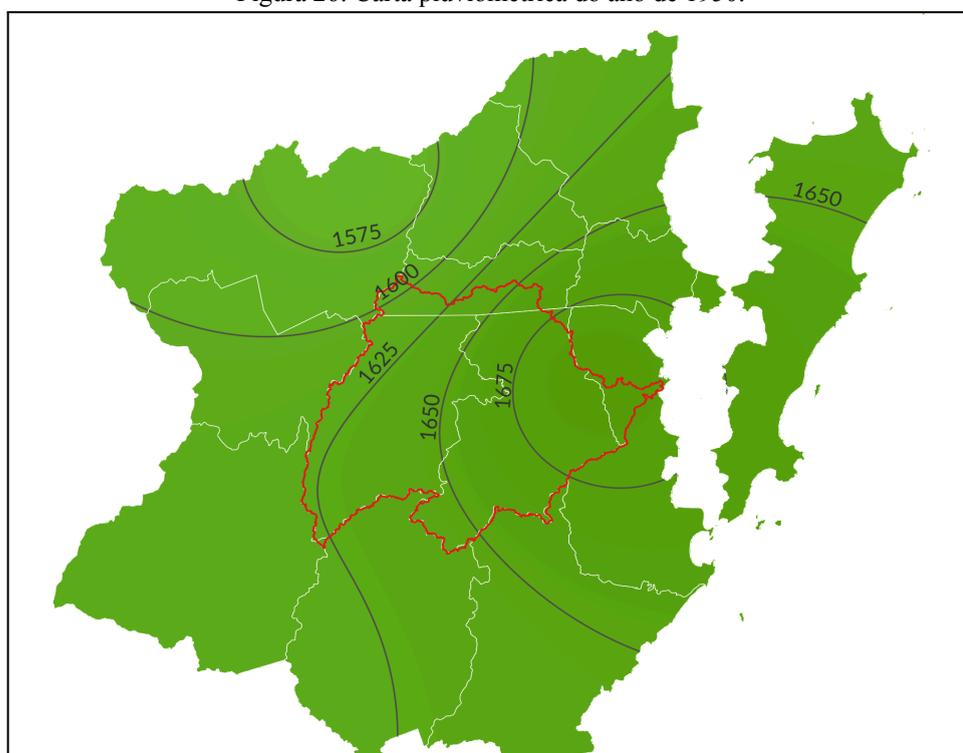
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 25: Carta pluviométrica do ano de 1949.



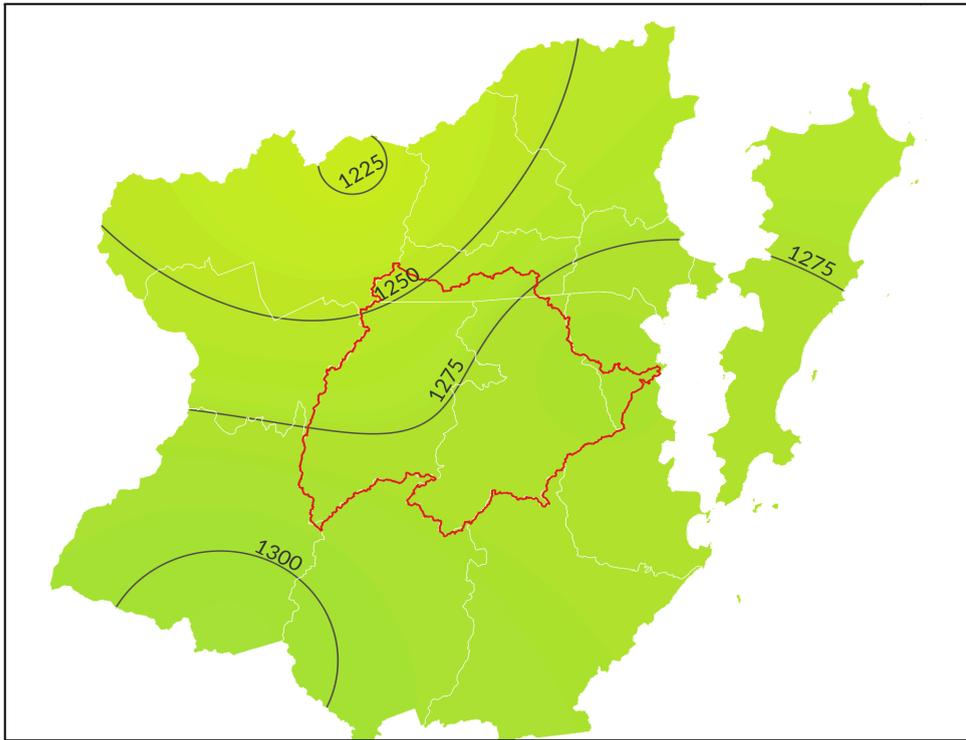
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 26: Carta pluviométrica do ano de 1950.



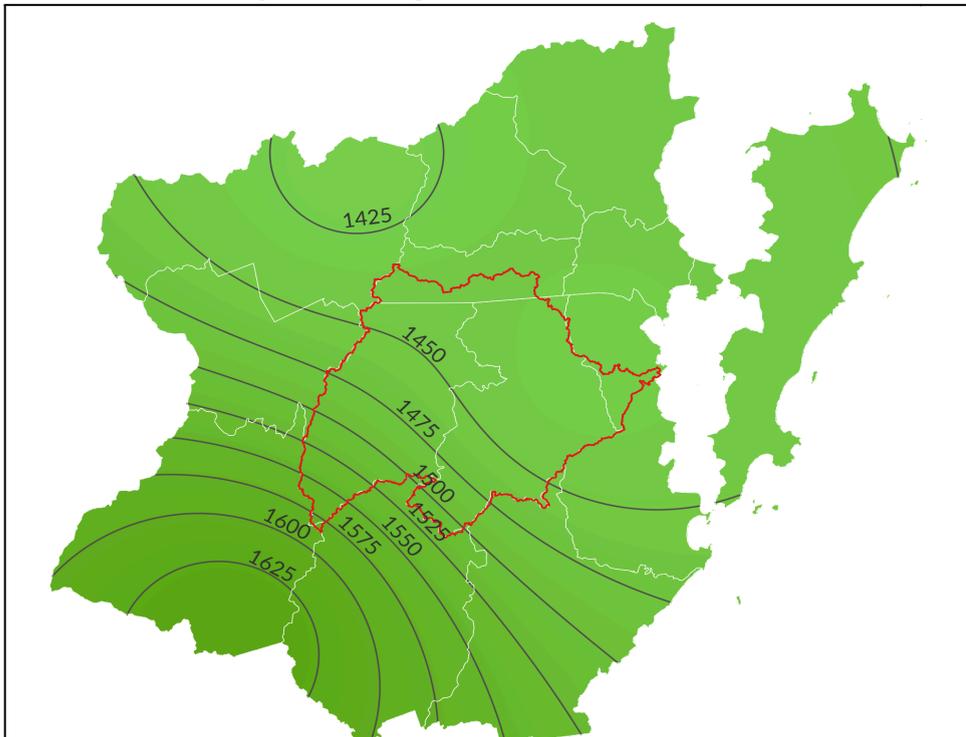
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 27: Carta pluviométrica do ano de 1951.



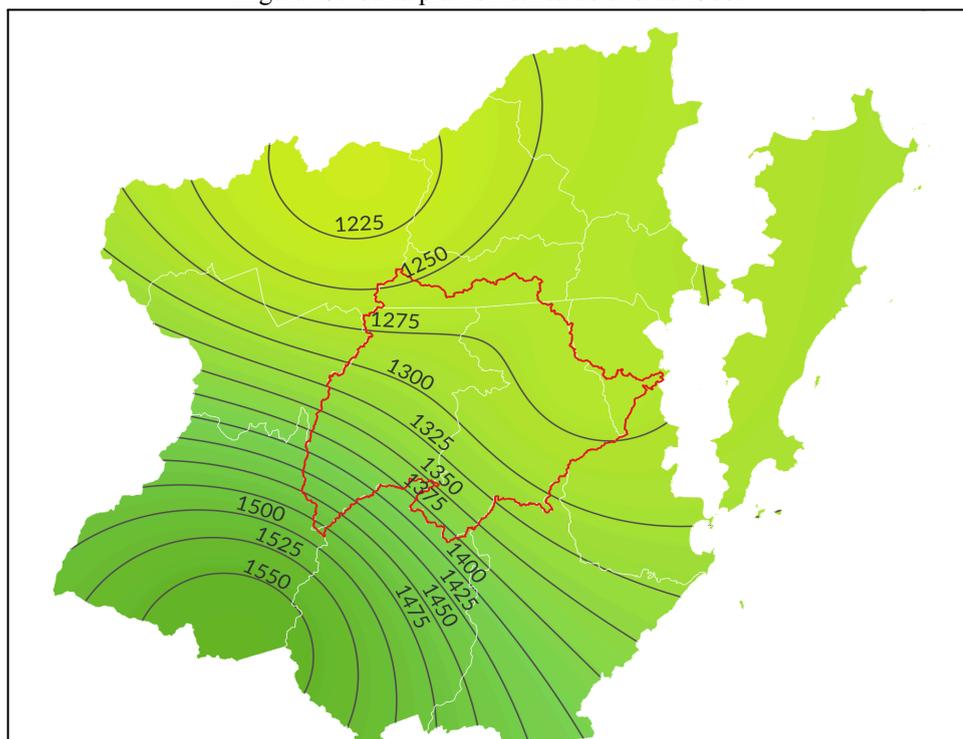
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 28: Carta pluviométrica do ano de 1952.



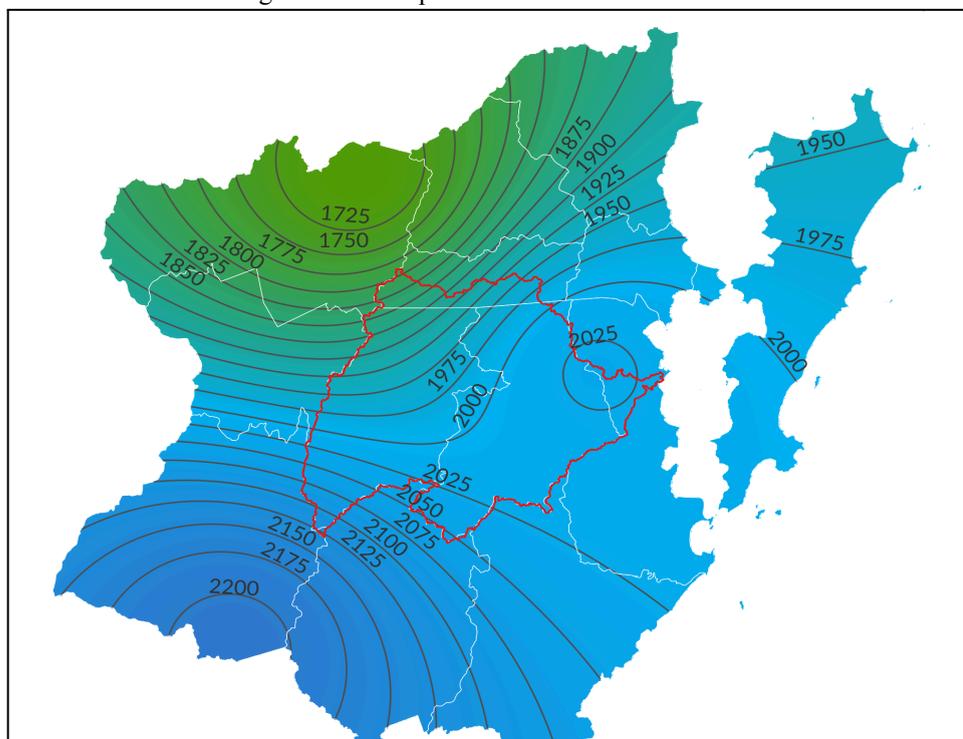
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 29: Carta pluviométrica do ano de 1953.



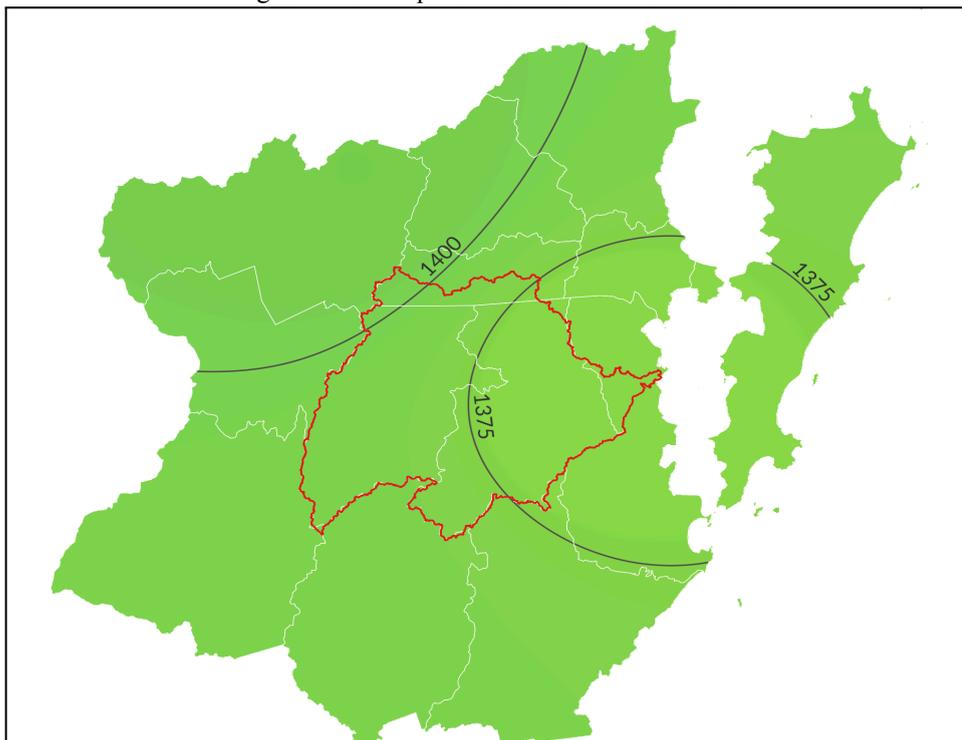
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 30: Carta pluviométrica do ano de 1954.



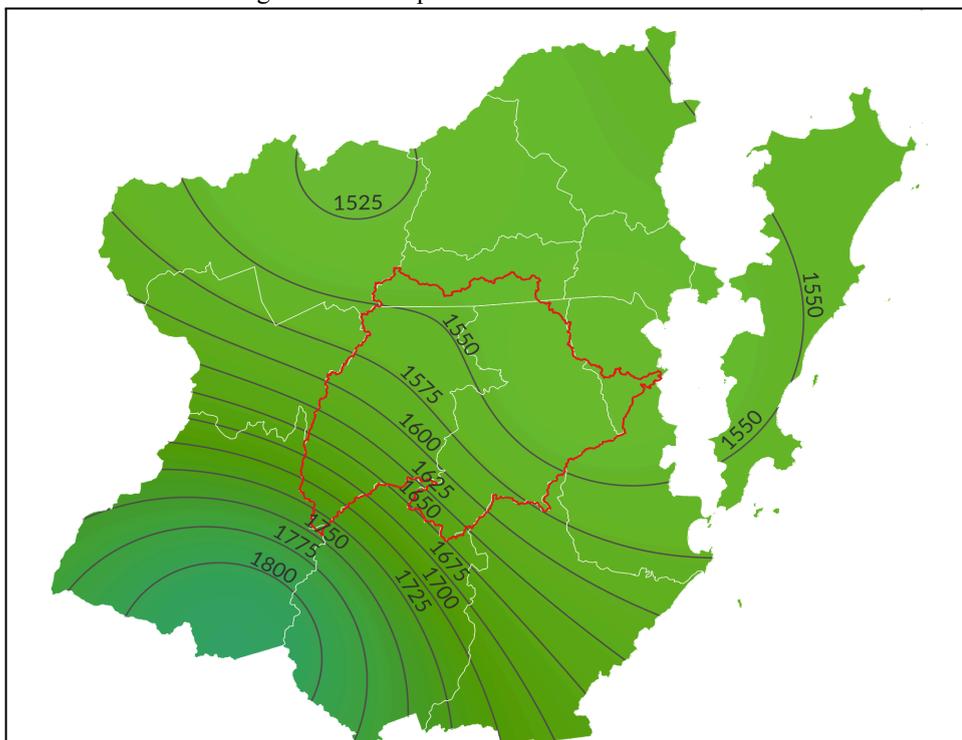
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 31: Carta pluviométrica do ano de 1955.



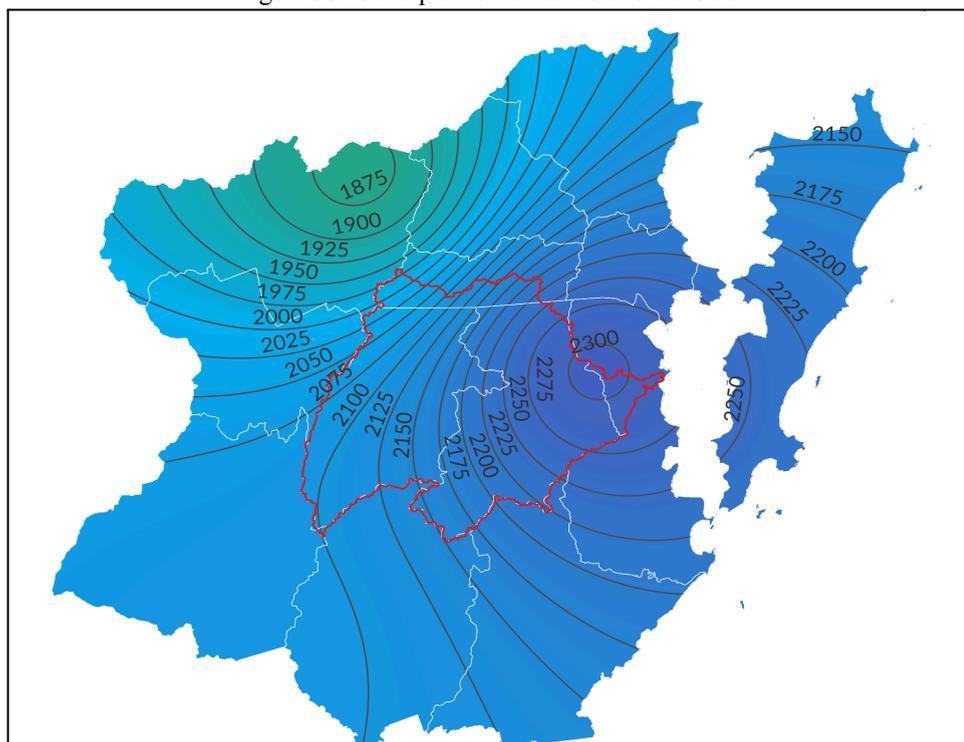
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 32: Carta pluviométrica do ano de 1956.



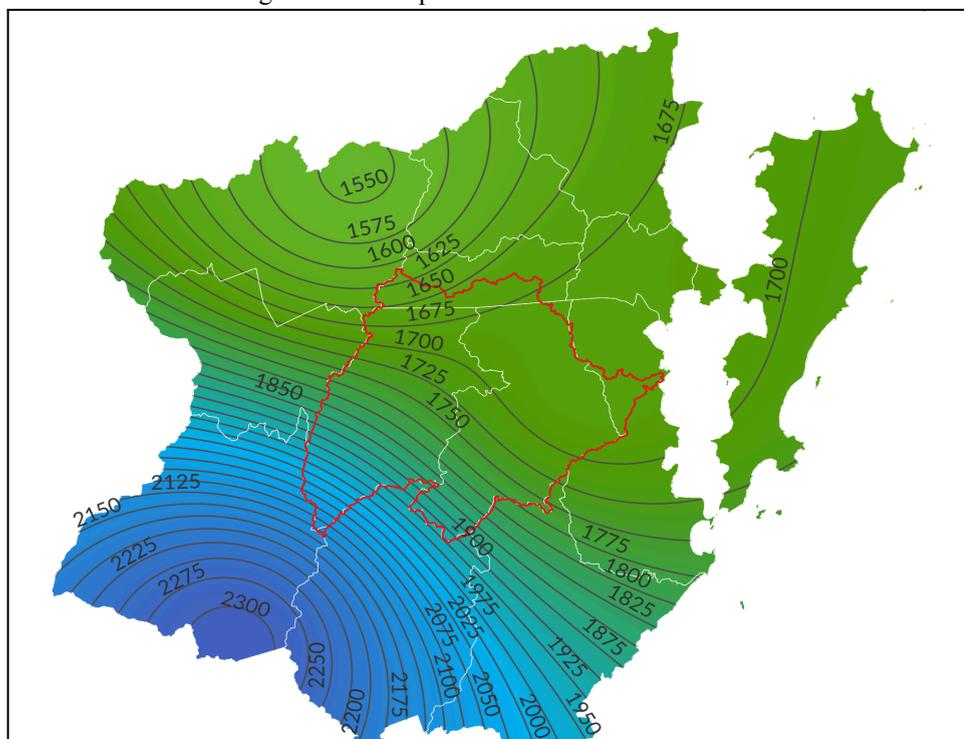
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 33: Carta pluviométrica do ano de 1957.



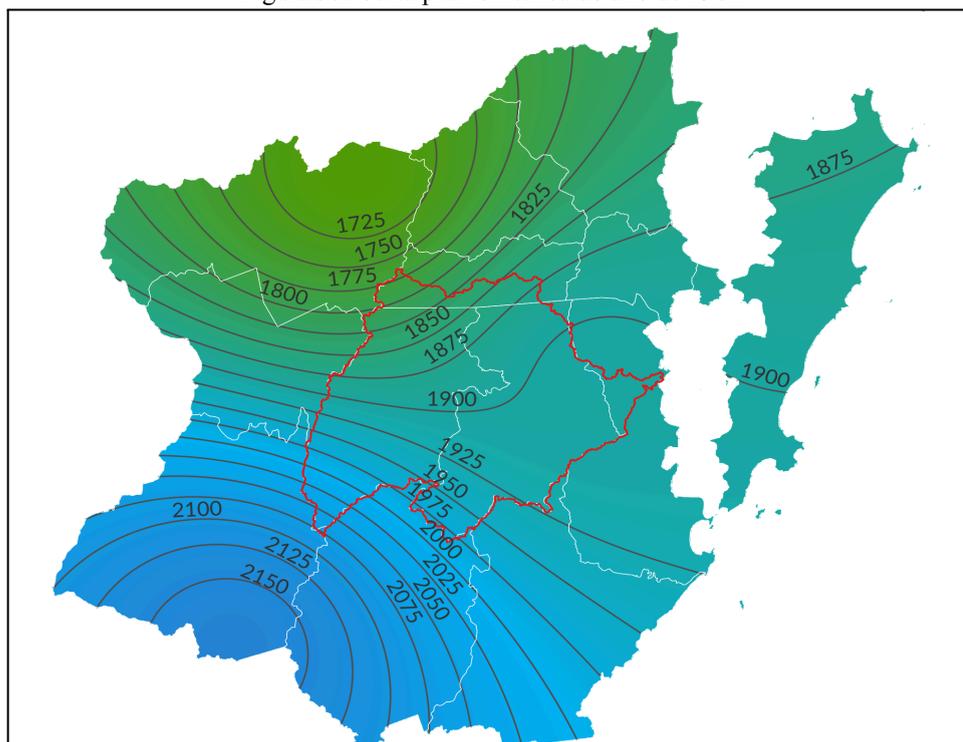
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 34: Carta pluviométrica do ano de 1958.



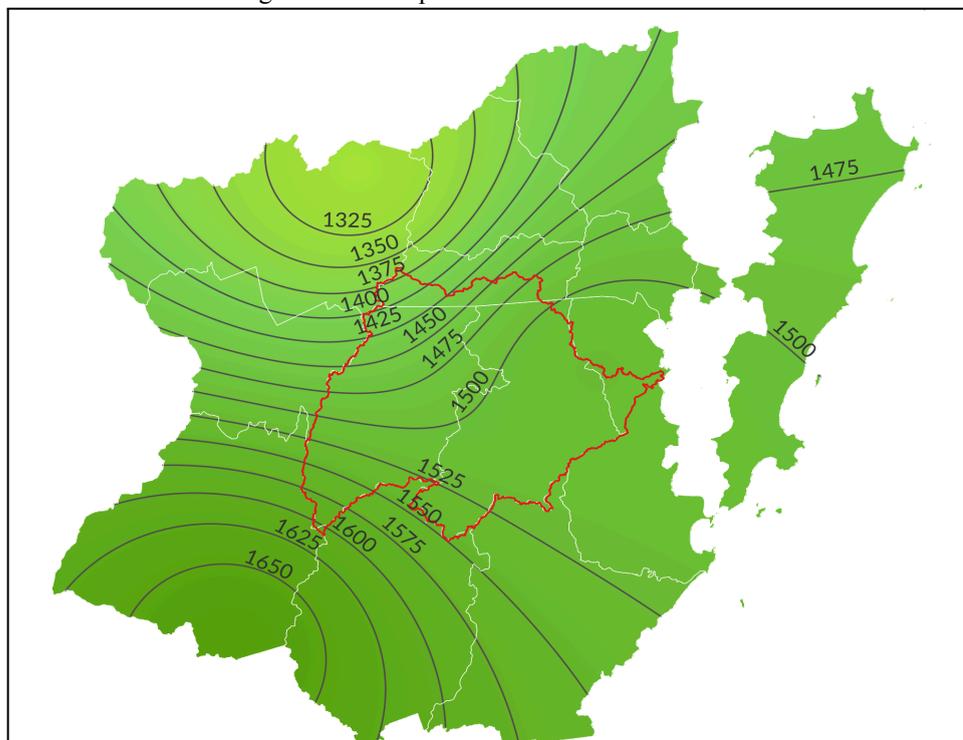
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 37: Carta pluviométrica do ano de 1961



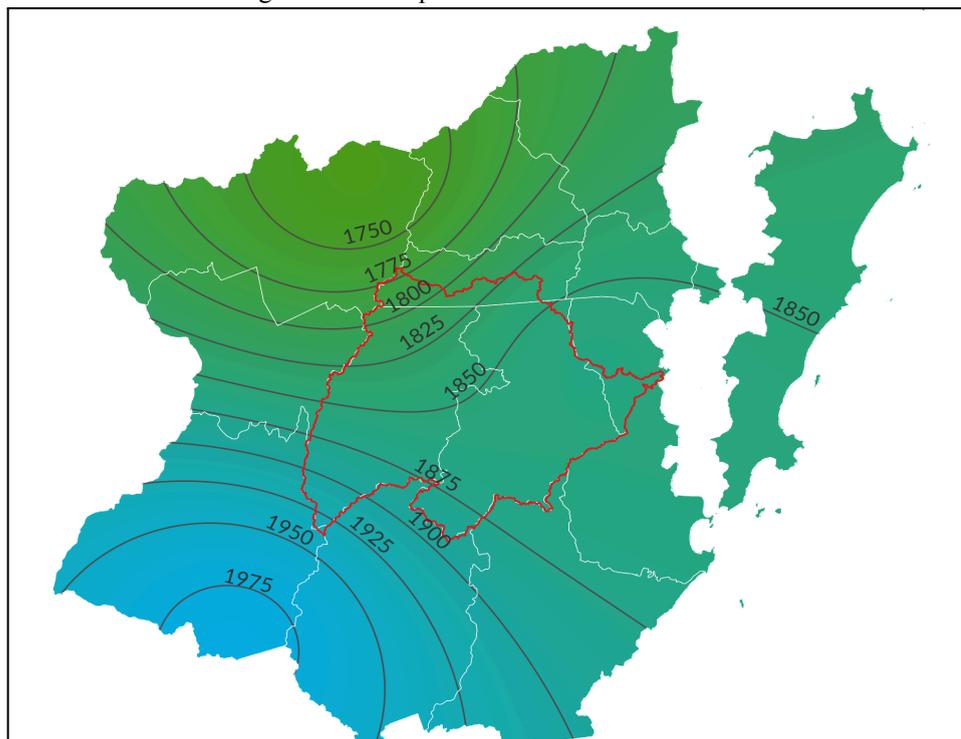
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 38: Carta pluviométrica do ano de 1962.



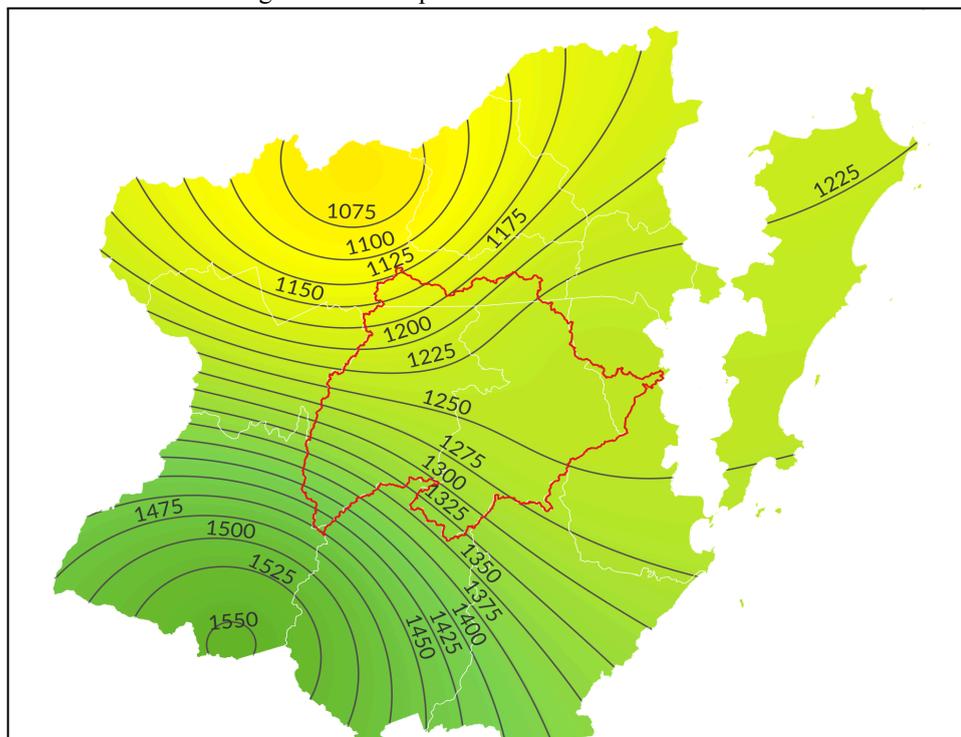
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 39: Carta pluviométrica do ano de 1963.



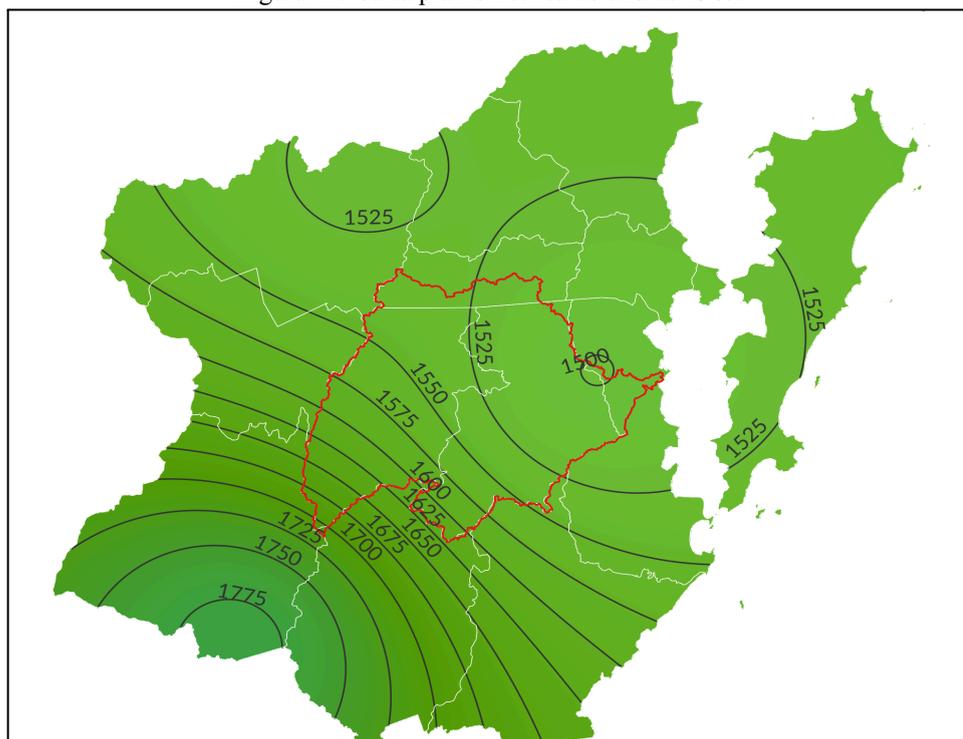
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 40: Carta pluviométrica do ano de 1964.



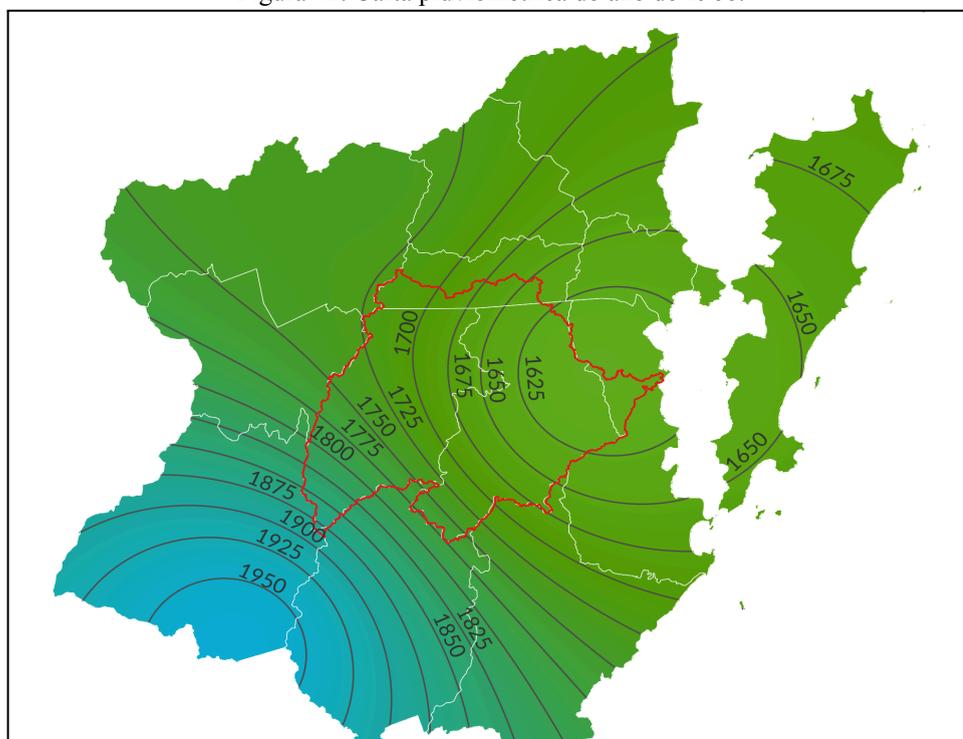
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 41: Carta pluviométrica do ano de 1965.



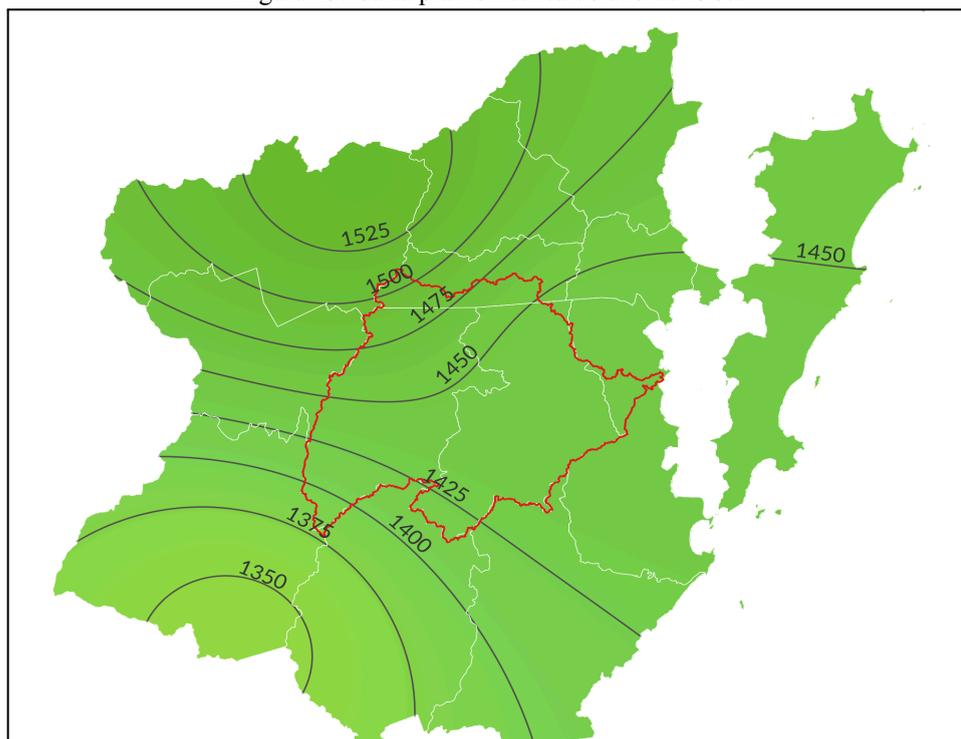
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 42: Carta pluviométrica do ano de 1966.



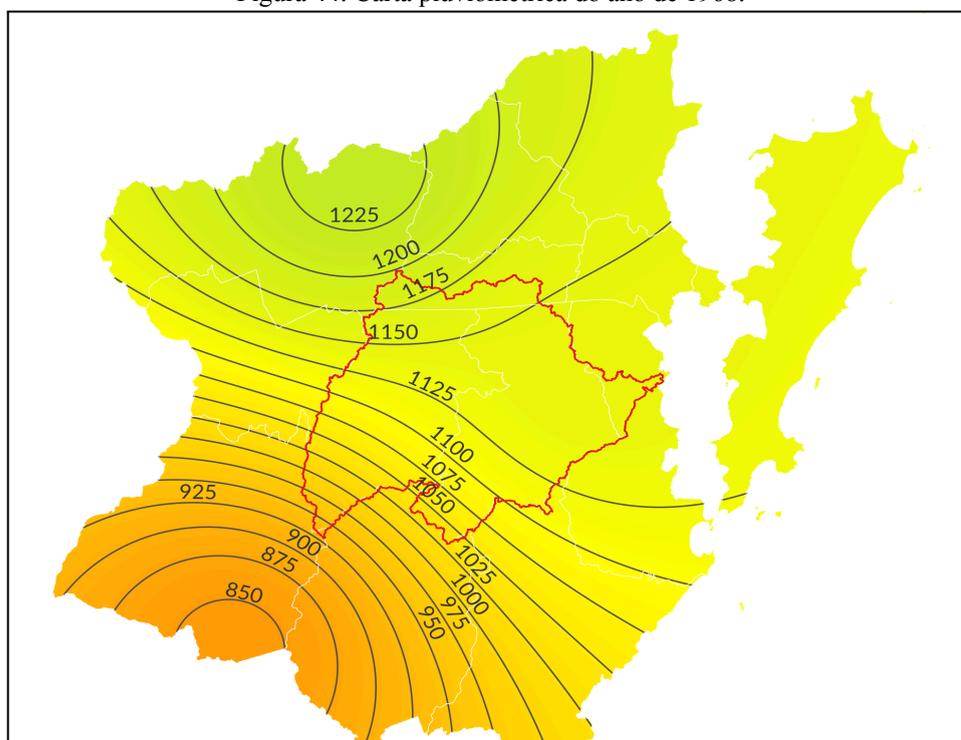
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 43: Carta pluviométrica do ano de 1967.



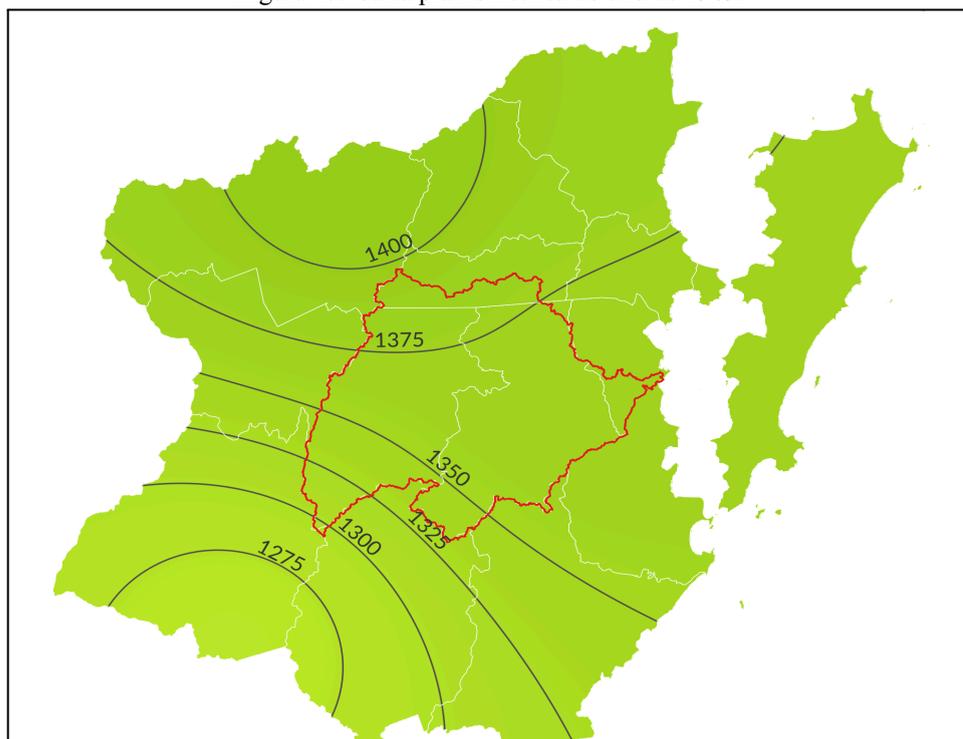
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 44: Carta pluviométrica do ano de 1968.



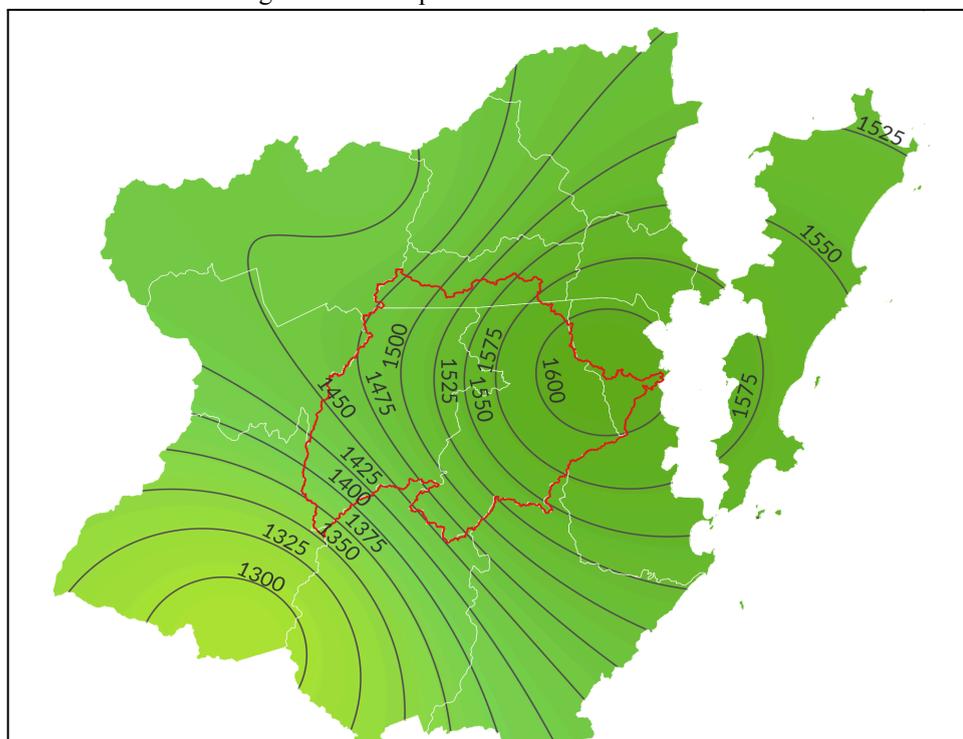
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 45: Carta pluviométrica do ano de 1969.



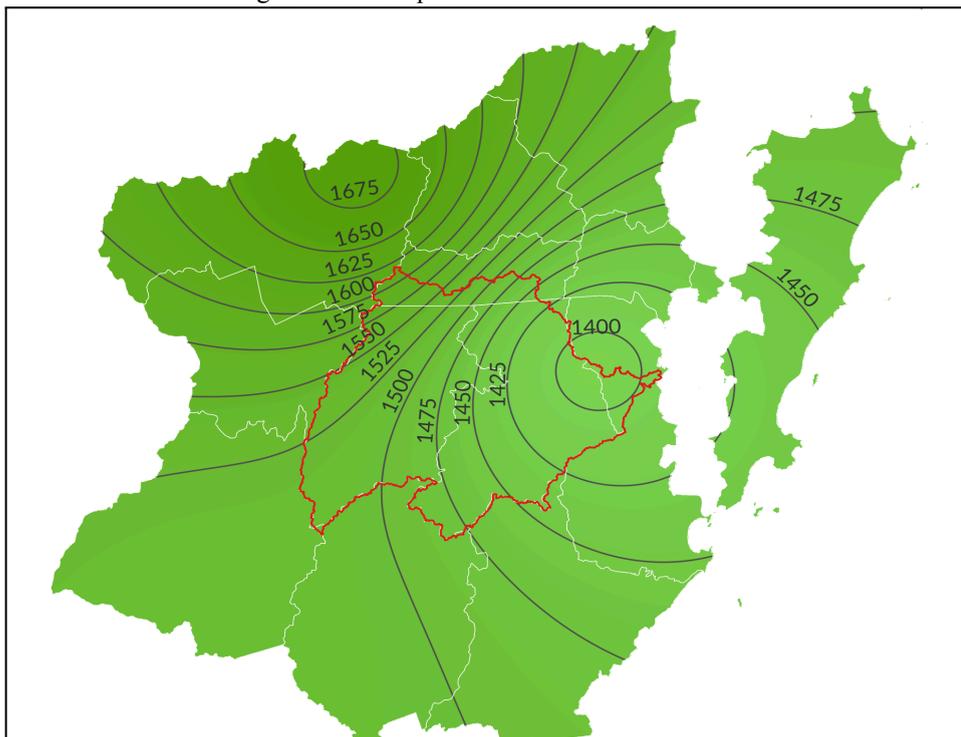
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 46: Carta pluviométrica do ano de 1970.



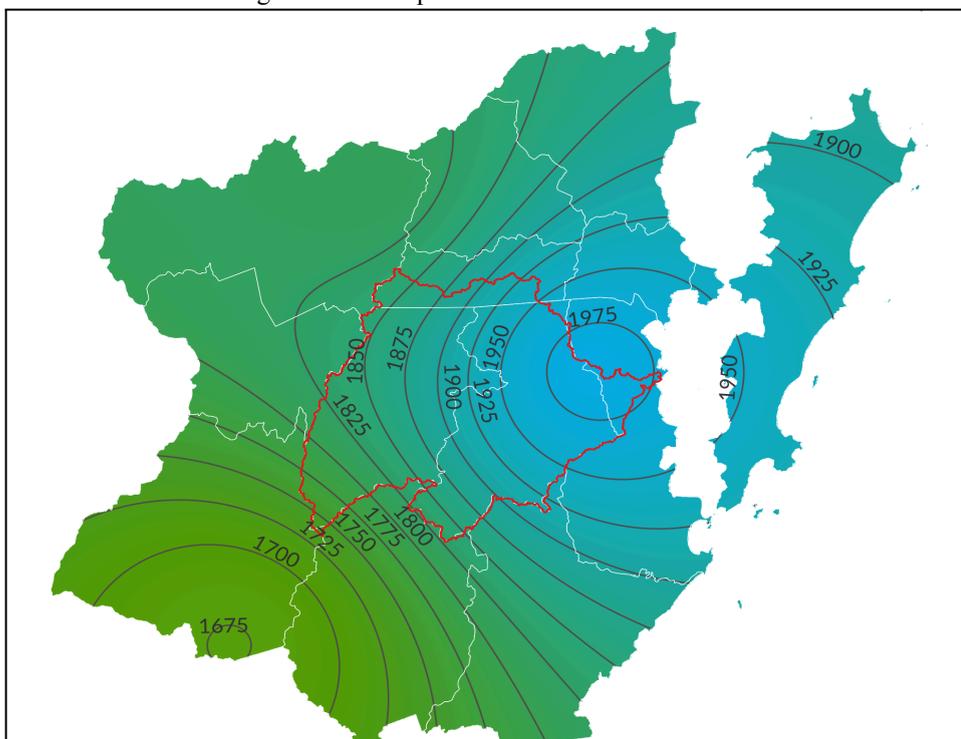
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 47: Carta pluviométrica do ano de 1971.



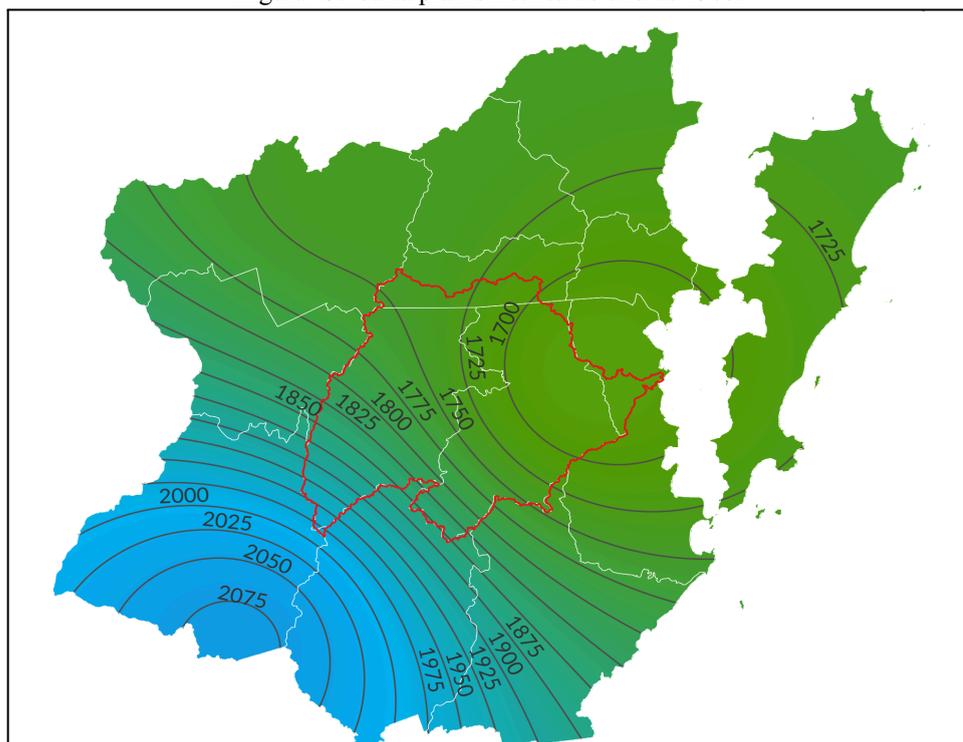
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 48: Carta pluviométrica do ano de 1972.



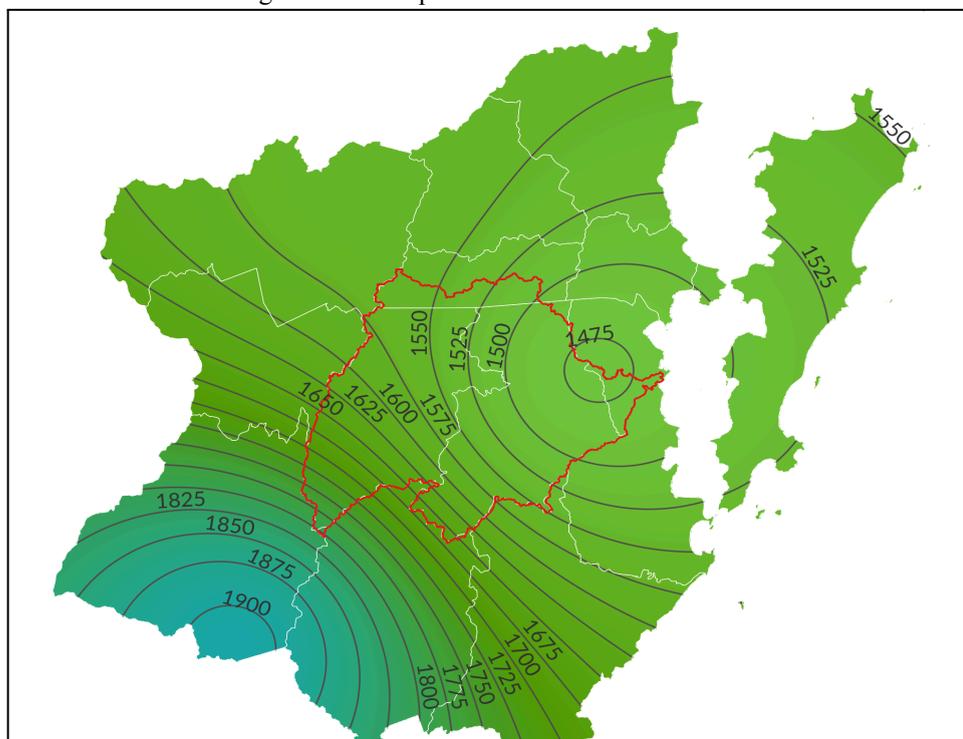
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 49: Carta pluviométrica do ano de 1973.



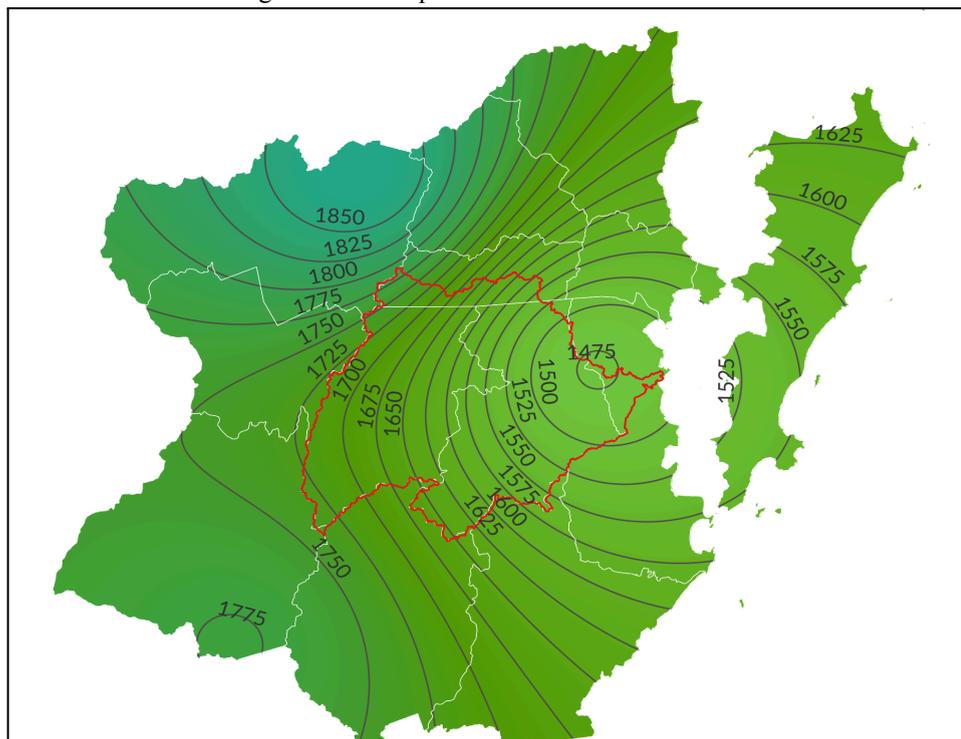
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 50: Carta pluviométrica do ano de 1974.



Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 51: Carta pluviométrica do ano de 1975.



Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

O ano de 1968 foi excepcionalmente seco, pois registrou valores inferiores a 1225 mm em toda a área do estudo, com ênfase para o extremo sudoeste, que acumulou meros 850 mm de chuva. Particularmente, esta porção da área de estudo sofreu uma redução drástica das chuvas por quatro anos consecutivos, do ano de 1967 até o de 1970, período em que os volumes não superaram os 1300 mm anuais.

No período de 1946 a 1975 foi possível constatar que vários anos, desde o final da década de 1940 até 1971, muitos setores se apresentaram secos. E não foram registrados volumes pluviométricos acima de 2500 mm, o que significou a inexistência de anos excepcionalmente chuvosos. O ano de 1957 foi o único em que ocorreram, por quase toda a área do estudo, chuvas acima dos 2000 mm.

4.1.1.2 Período longo: 1976 - 2012

A distribuição espacial das chuvas dos anos de 1976 até 2012 (figuras 52 a 88), período que contou com dados de dez postos, cuja distribuição foi significativamente melhor do que a do período longuíssimo (1946-1975), o que ofereceu um bom grau de confiança para

a representação da pluviosidade anual na área de estudo. As principais constatações que podem ser feitas sobre as chuvas nesse período são:

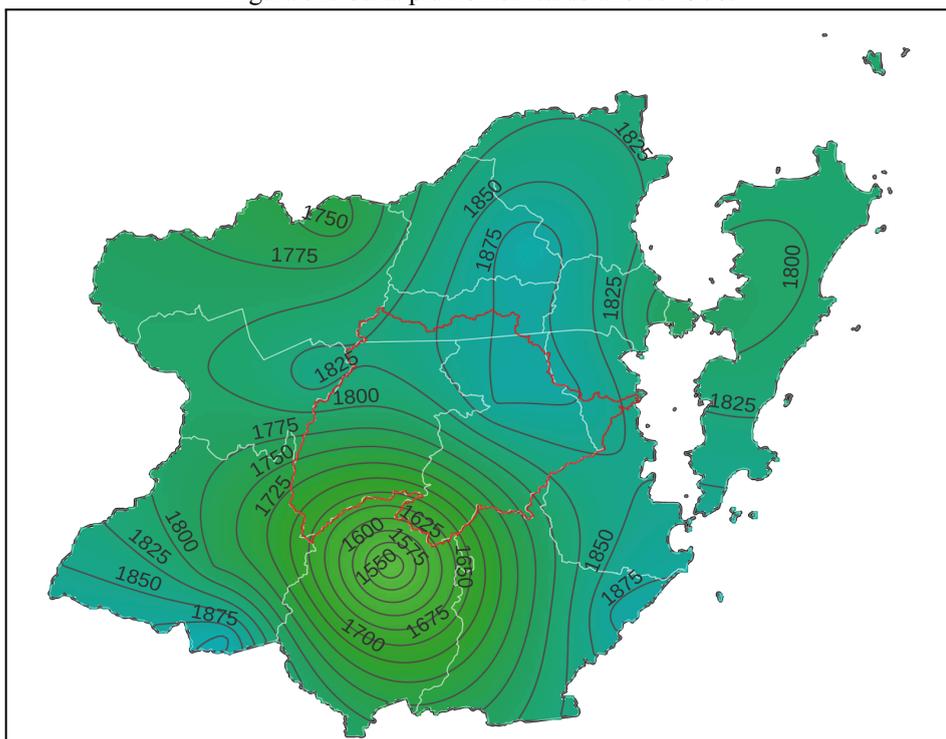
- Os menores volumes de chuvas anuais ocorreram na porção leste, principalmente no interior da bacia do Rio Cubatão do Sul;
- As maiores pluviosidades se concentraram, na maior parte dos anos, no setor sudoeste;
- Visto que em nenhum ano desse período houve pluviosidade reduzida por toda a área de estudo, os destaques ficam por conta dos anos de 1988, 2003 e 2006. Por serem menos chuvosos que os demais;
- Os anos em que ocorreram chuvas elevadas por toda a área do estudo foram os de 1983, 2008 e 2011;
- O padrão habitual das chuvas, foi bem representado pelos anos de 1976, 1992 e 2007.

Nesse período o ano mais seco registrado foi o de 1988, com valores de precipitação inferiores a 1300 mm por toda a área do estudo, sendo a porção leste a que registrou menos chuvas durante esse ano. Porém, o menor volume de chuva acumulado durante um ano ocorreu em 2003, na bacia do Rio Cubatão do Sul, que registrou apenas 900 mm, o que pode ter causado sérios reflexos na vazão dos rios. Conseqüentemente, no abastecimento hídrico, já que a bacia é a principal fornecedora de água para os maiores municípios da região.

Para esse mesmo período, o ano mais chuvoso registrado foi o de 1983, já que houve registros de aproximadamente 3000 mm por toda a área do estudo. Também verificou-se que na década de 1990 diversas localidades registraram volumes de precipitação elevados por vários anos sequenciais, com exceção da área da bacia do Rio Cubatão do Sul. Altos volumes de chuva também foram registrados no quadriênio de 2008 a 2011, embora o setor sudoeste tenha apresentado a menor concentração de chuvas ao longo desses anos.

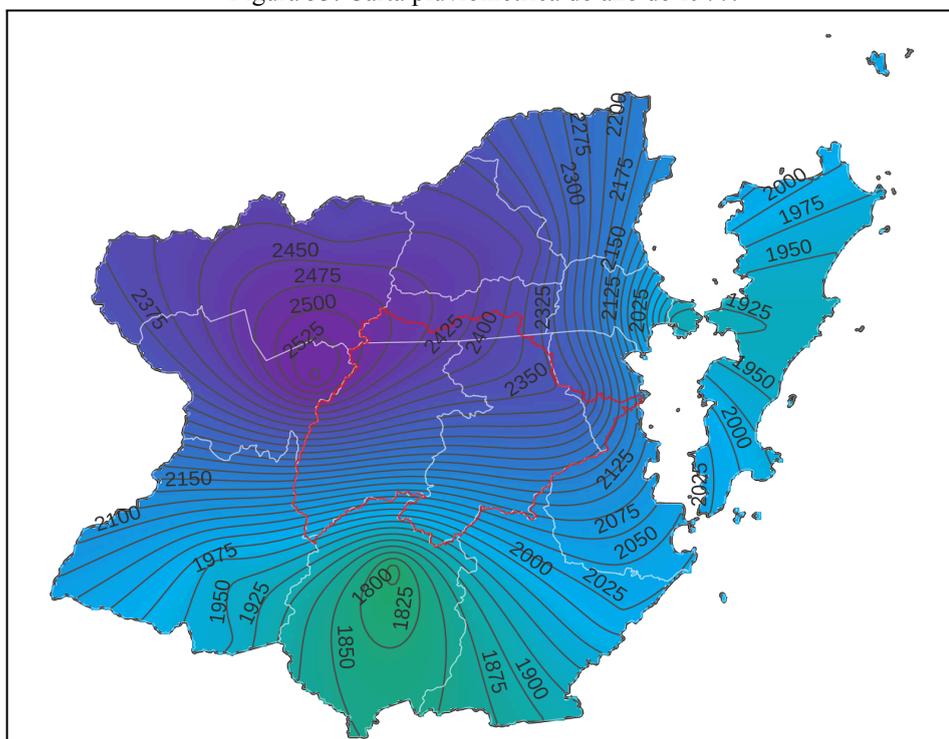
Uma grande variabilidade na distribuição espacial das chuvas, de um setor para outro da área de estudo, foi encontrada no ano de 1995. Isso ocorreu, pois na bacia do Rio Cubatão do Sul houve um baixo volume de chuvas, com cerca de 1300 mm, enquanto o setor sudoeste registrou aproximadamente de 2375 mm. Em outras palavras, quase 1000 mm de diferença de uma área para outra.

Figura 52: Carta pluviométrica do ano de 1976.



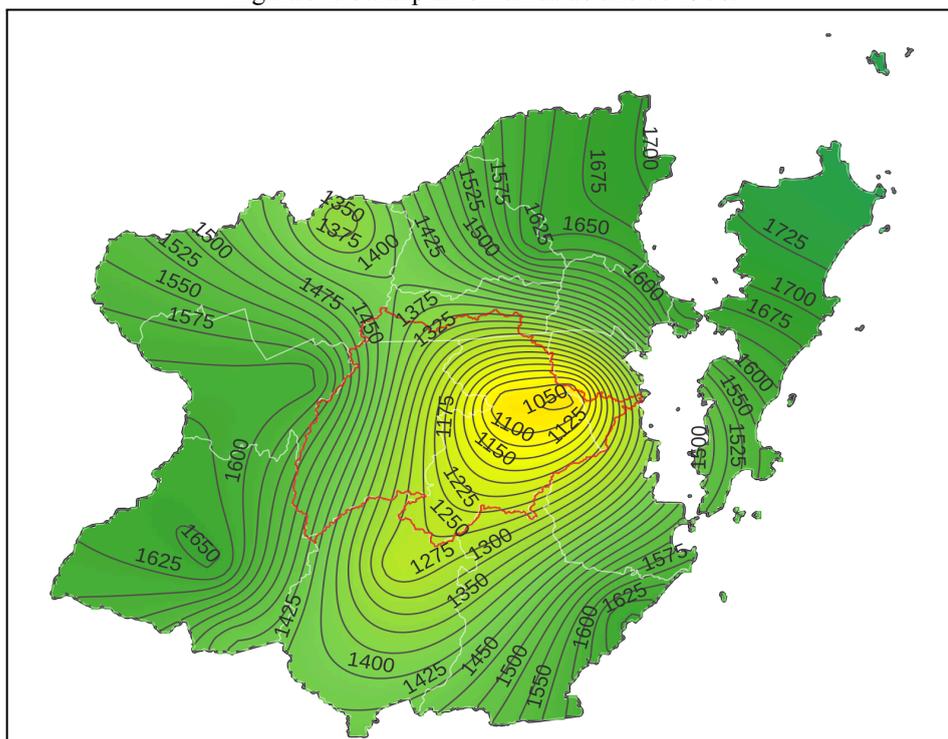
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 53: Carta pluviométrica do ano de 1977.



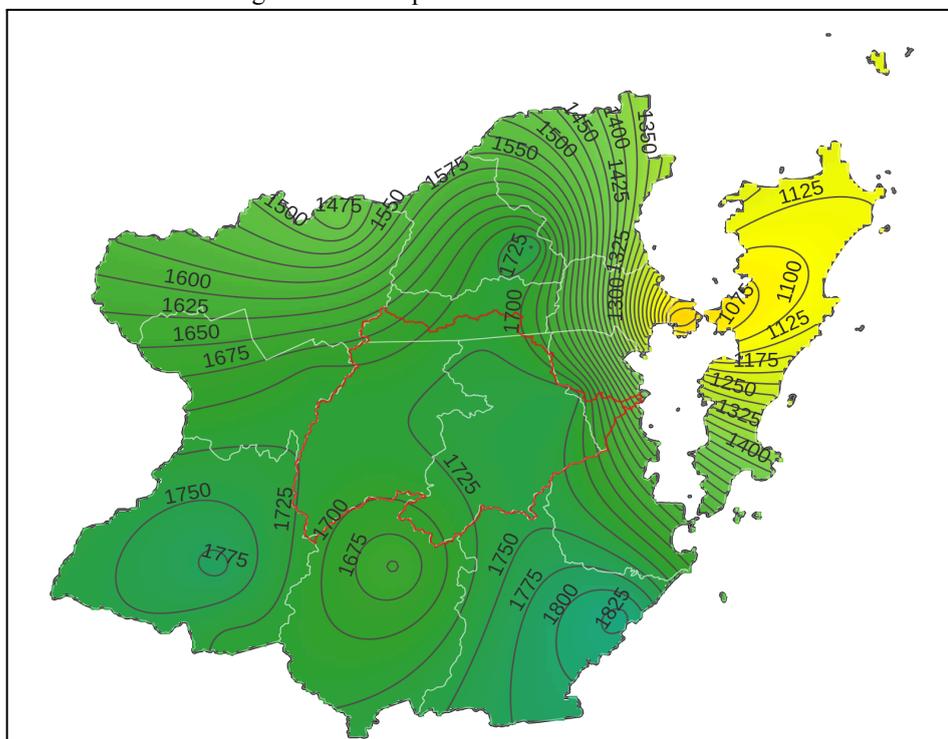
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 54: Carta pluviométrica do ano de 1978.



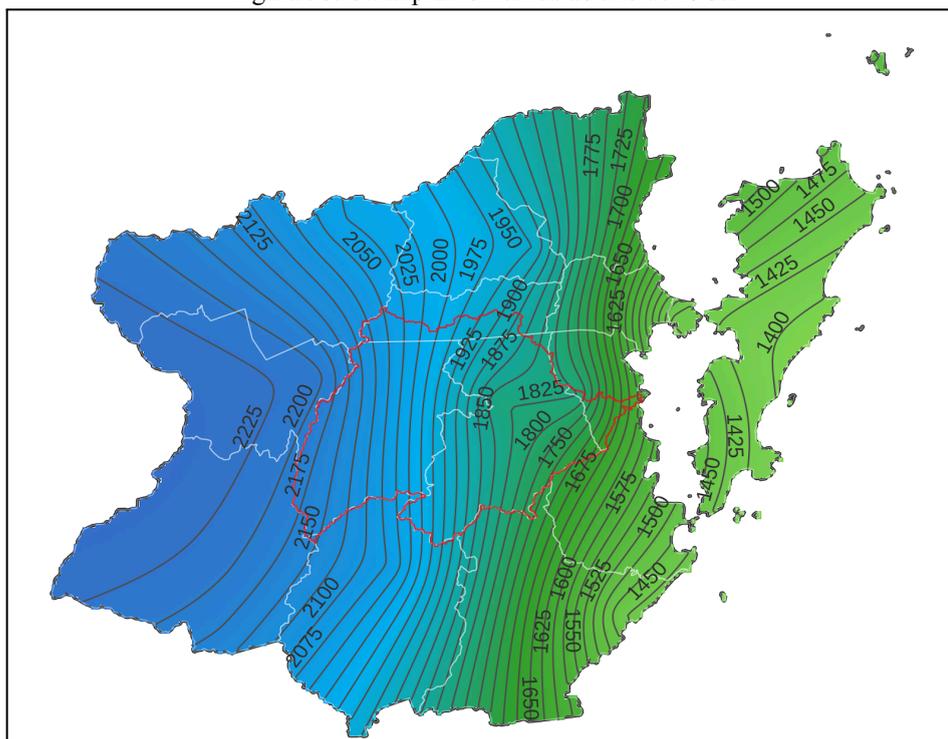
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 55: Carta pluviométrica do ano de 1979.



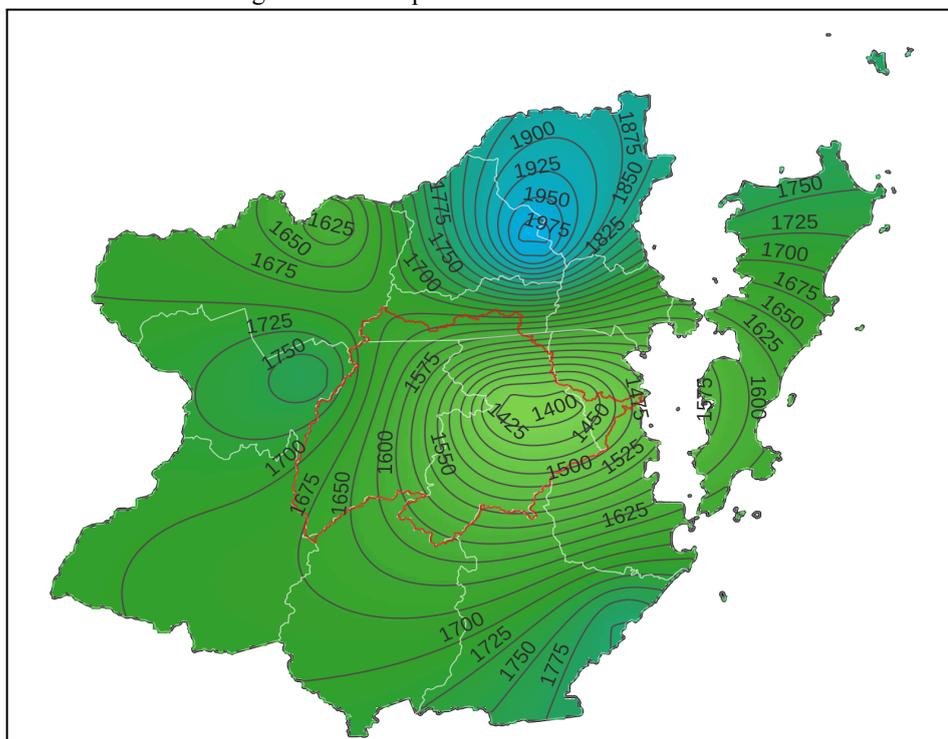
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 56: Carta pluviométrica do ano de 1980.



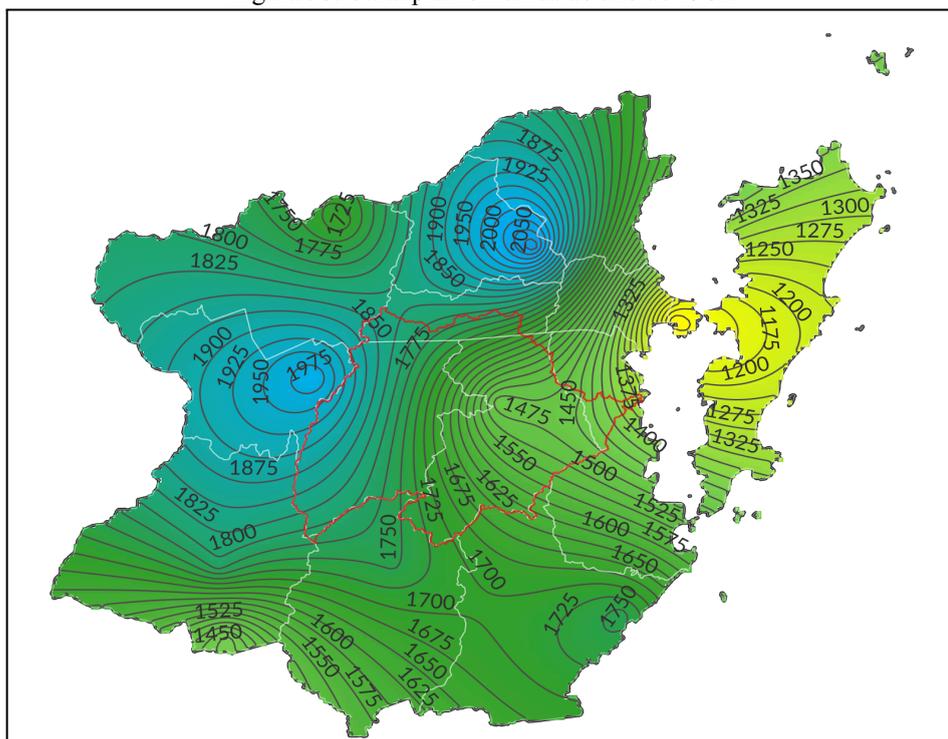
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 57: Carta pluviométrica do ano de 1981.



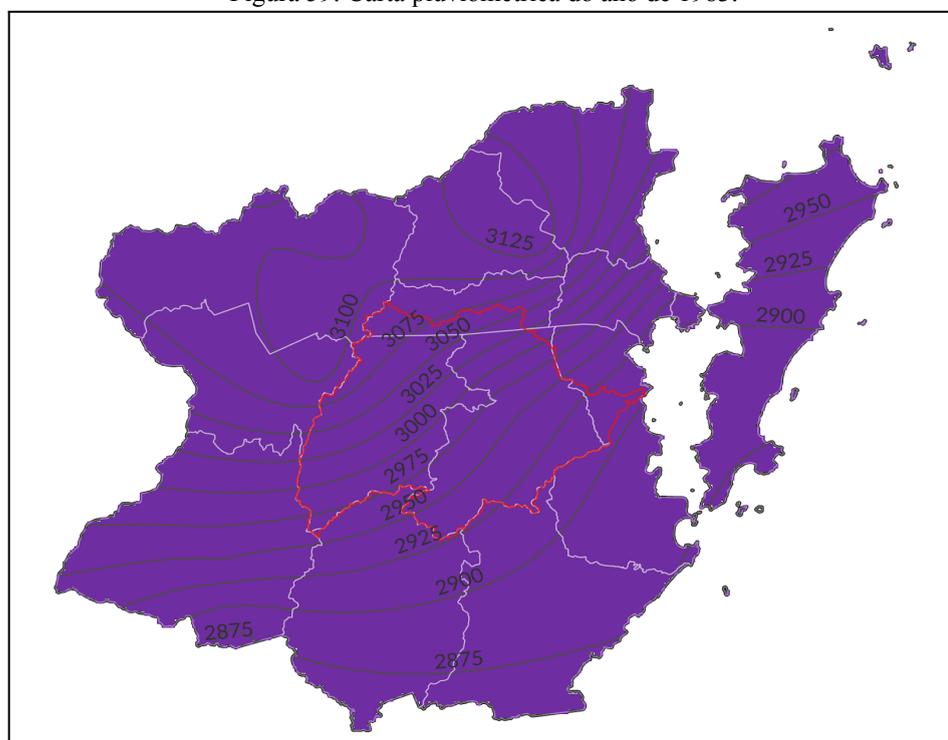
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 58: Carta pluviométrica do ano de 1982.



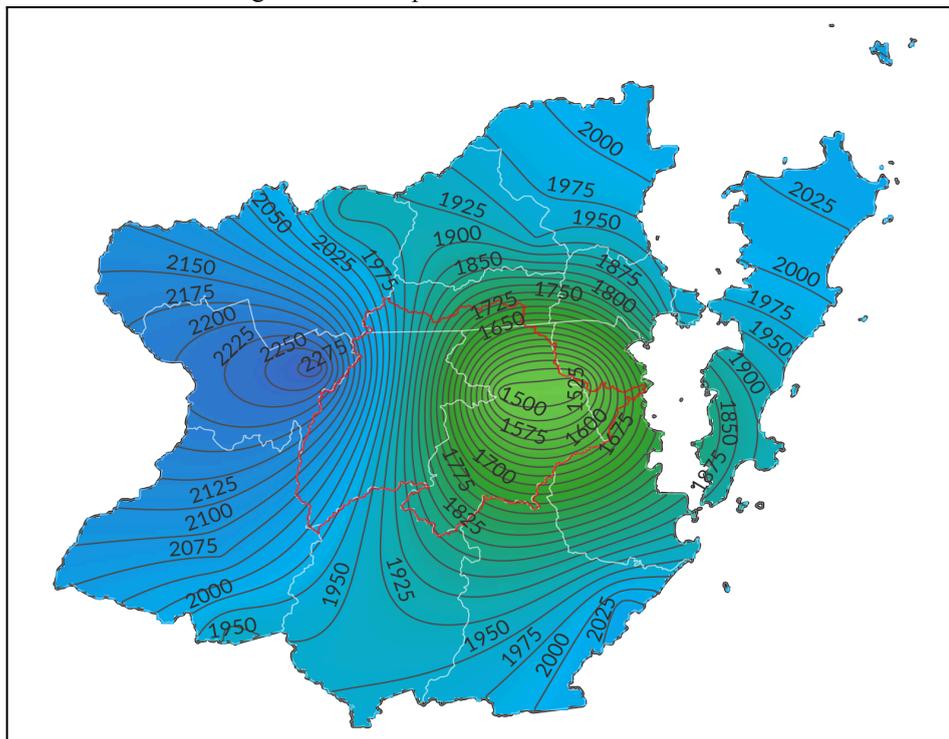
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 59: Carta pluviométrica do ano de 1983.



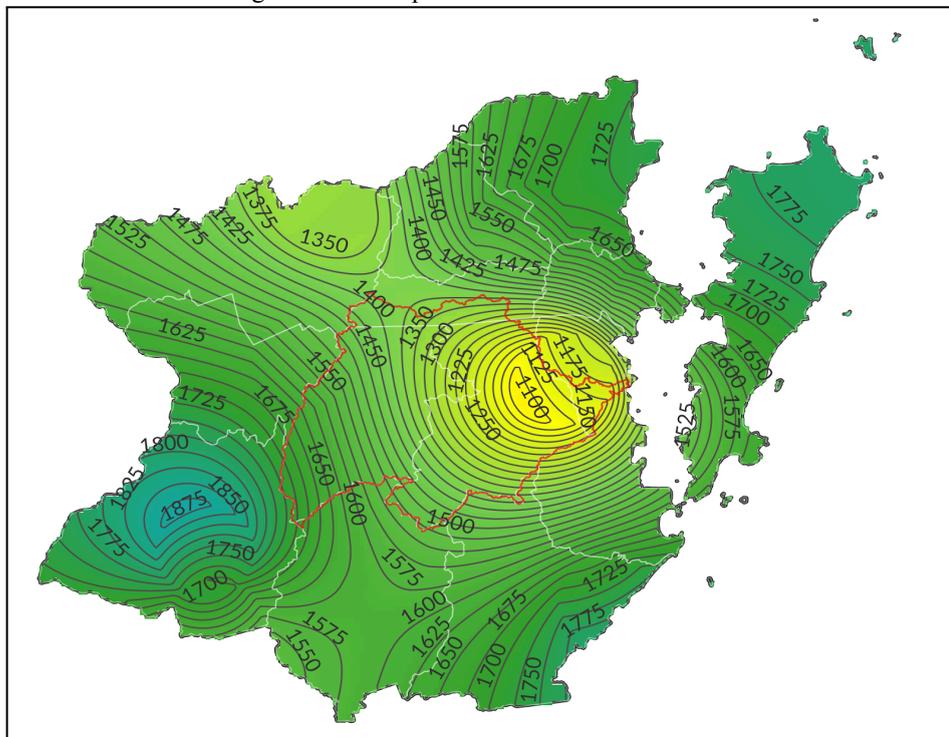
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 60: Carta pluviométrica do ano de 1984.



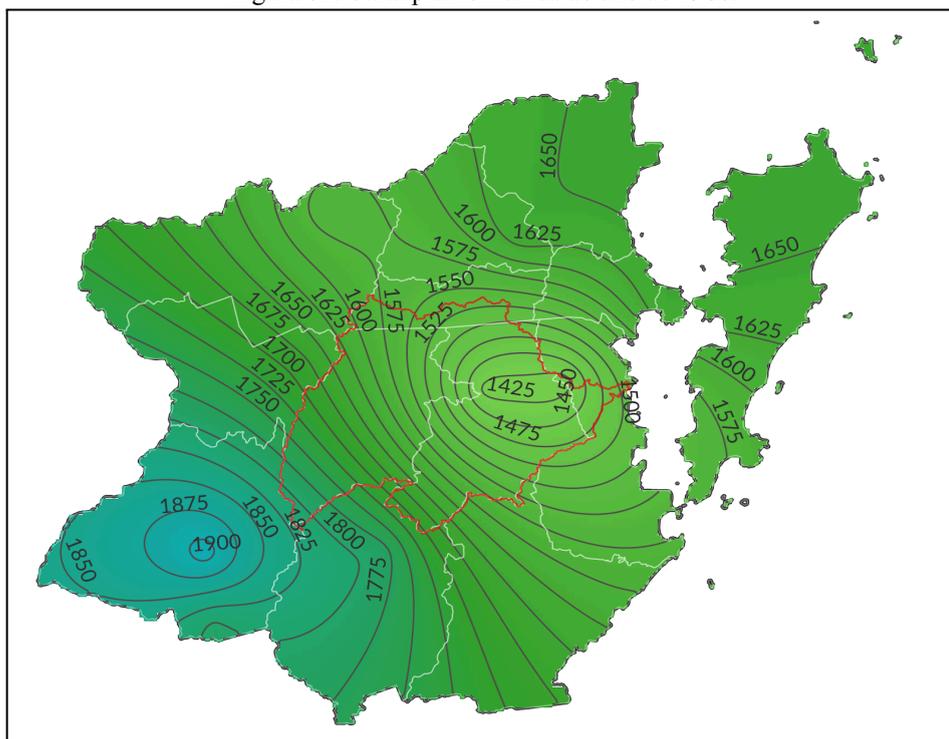
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 61: Carta pluviométrica do ano de 1985.



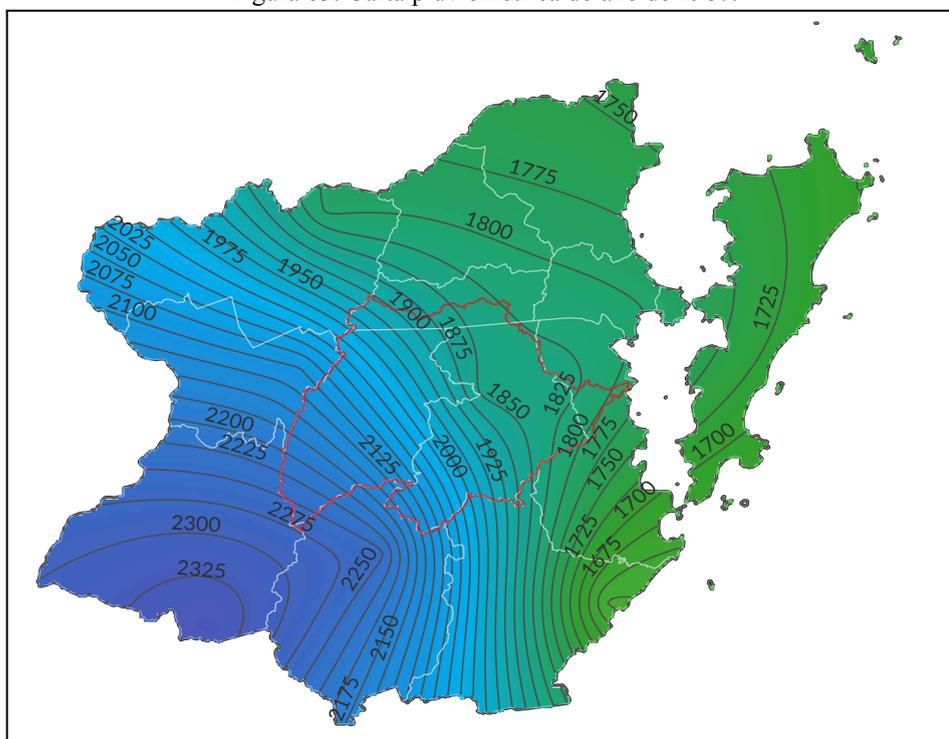
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 62: Carta pluviométrica do ano de 1986.



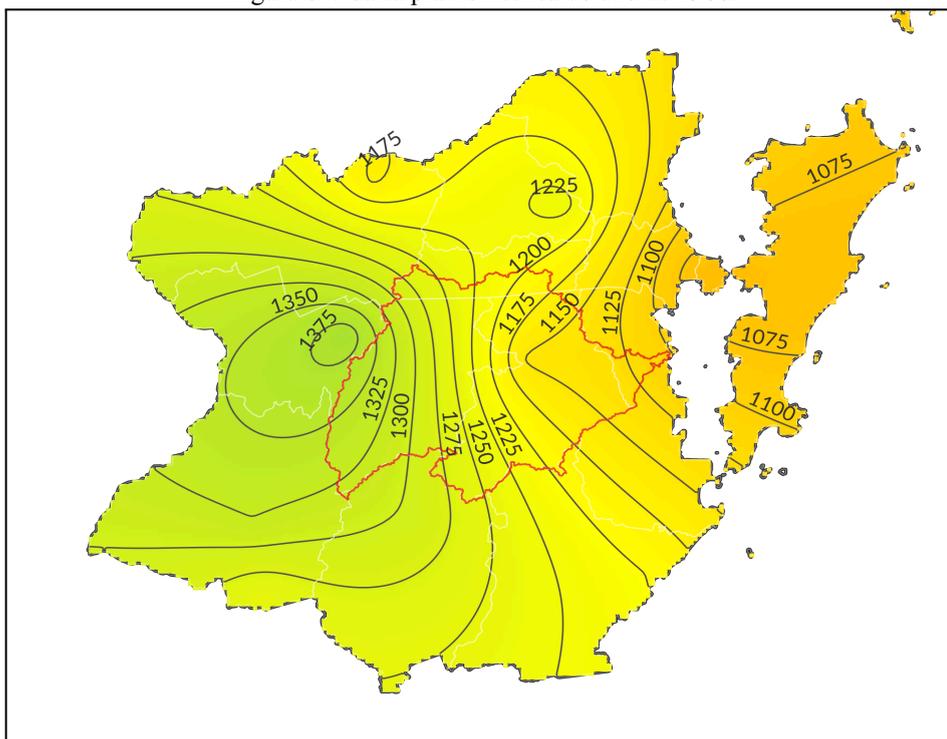
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 63: Carta pluviométrica do ano de 1987.



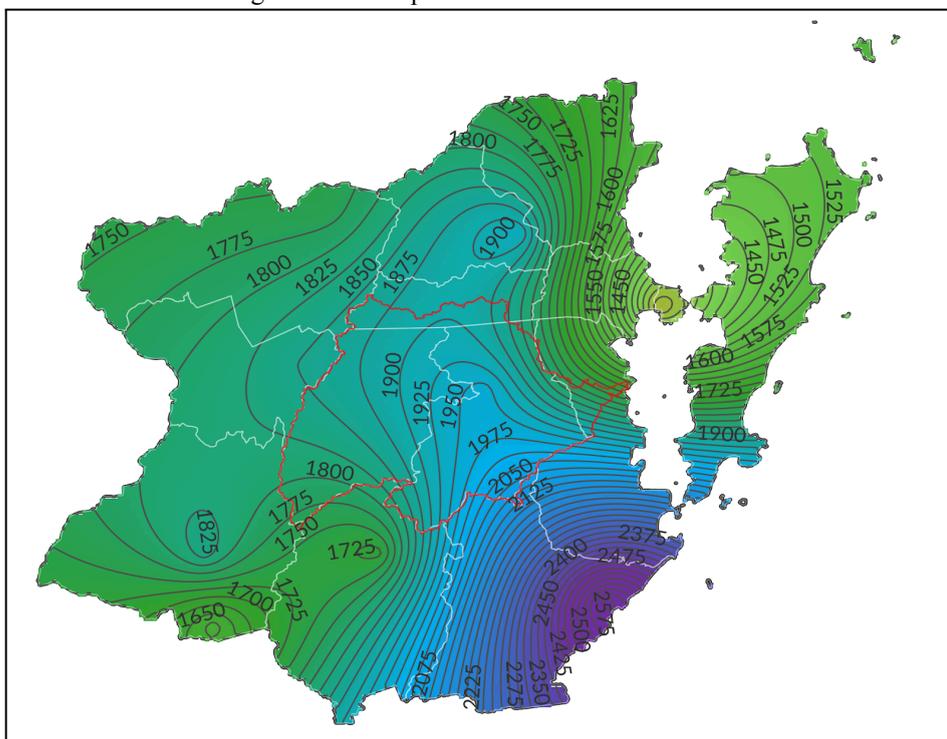
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 64: Carta pluviométrica do ano de 1988.



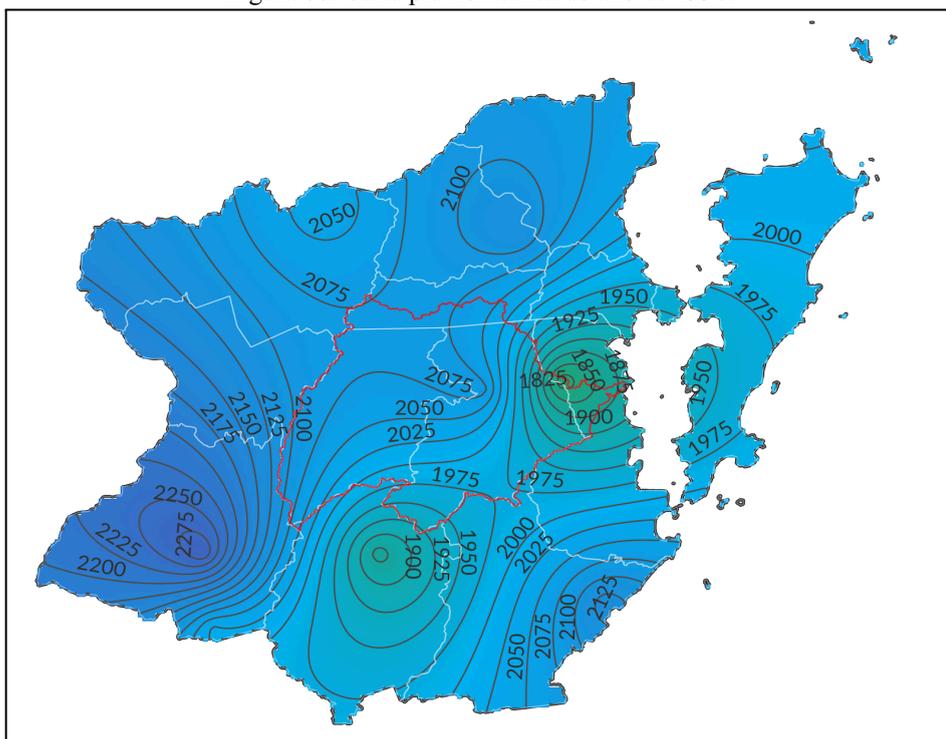
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 65: Carta pluviométrica do ano de 1989.



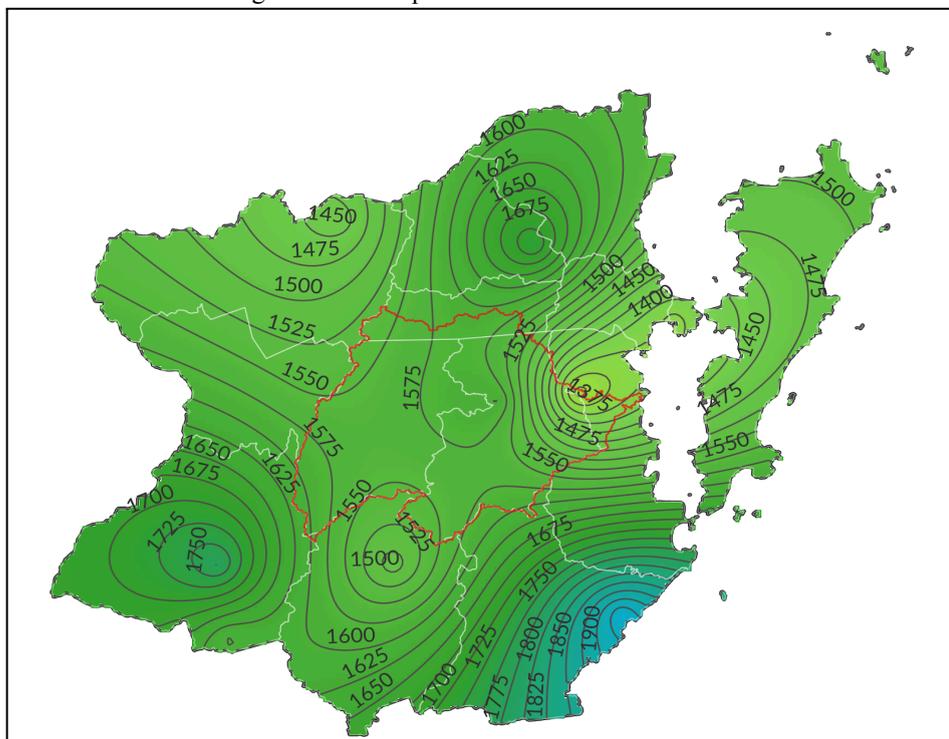
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 66: Carta pluviométrica do ano de 1990.



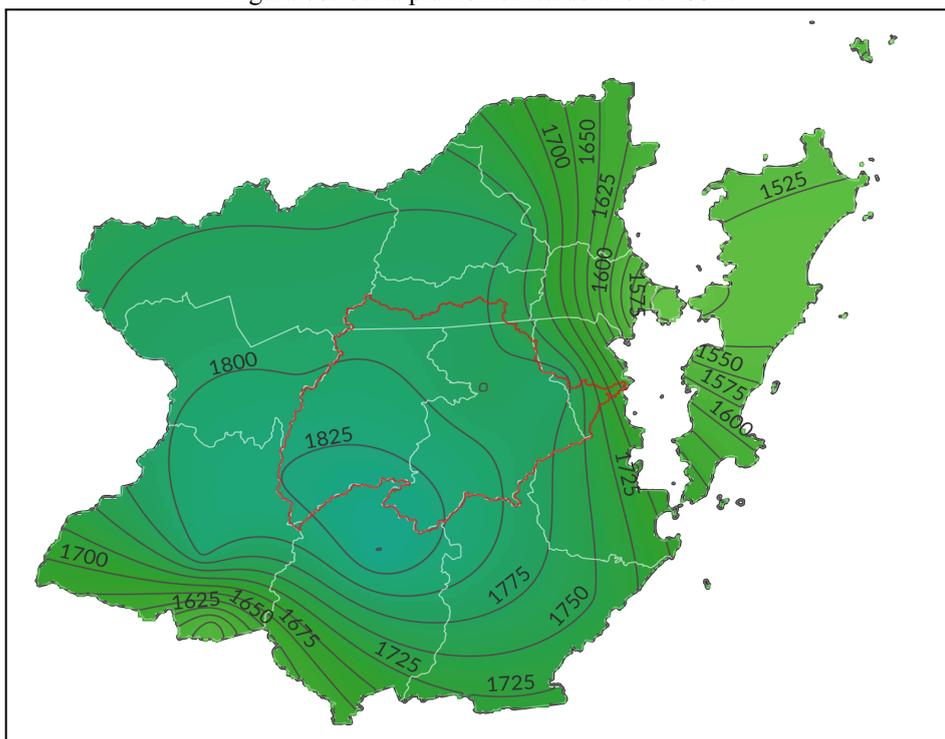
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 67: Carta pluviométrica do ano de 1991.



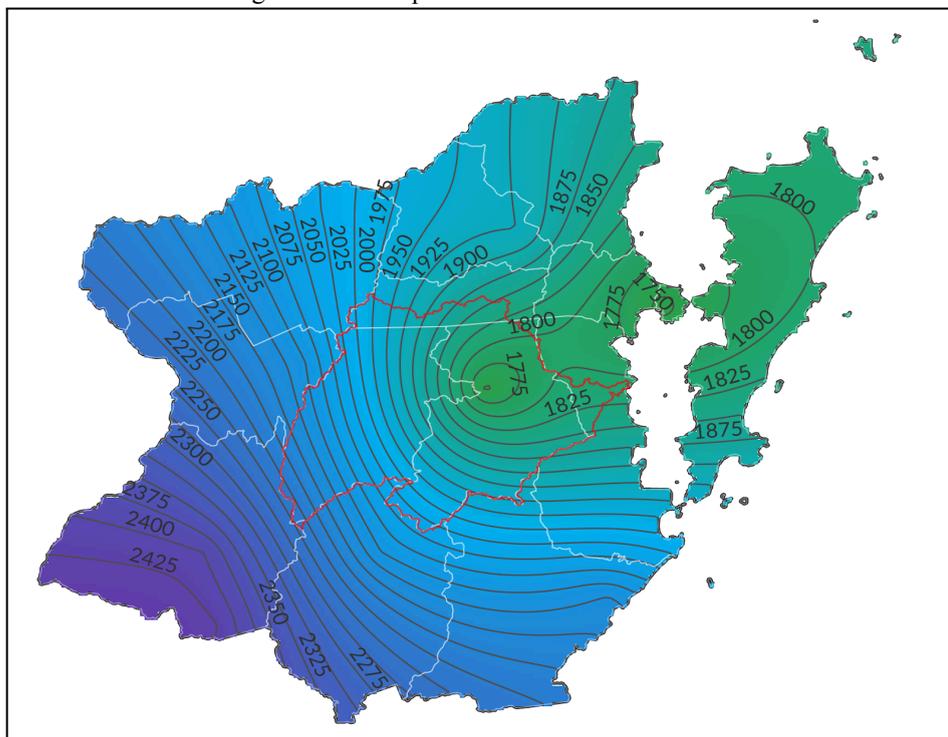
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 68: Carta pluviométrica do ano de 1992.



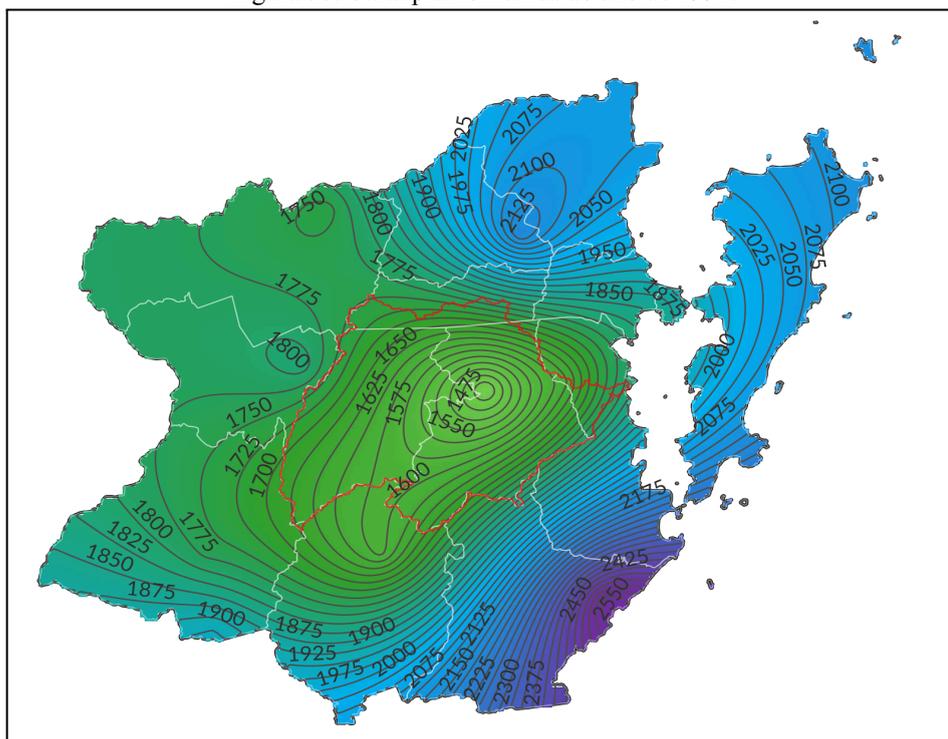
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 69: Carta pluviométrica do ano de 1993.



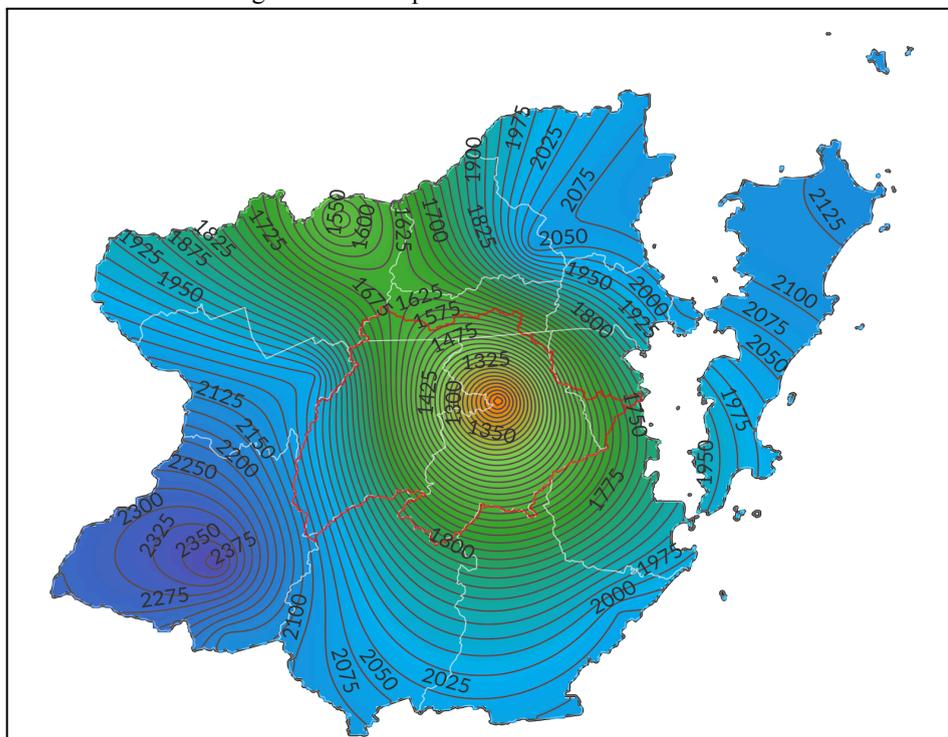
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 70: Carta pluviométrica do ano de 1994.



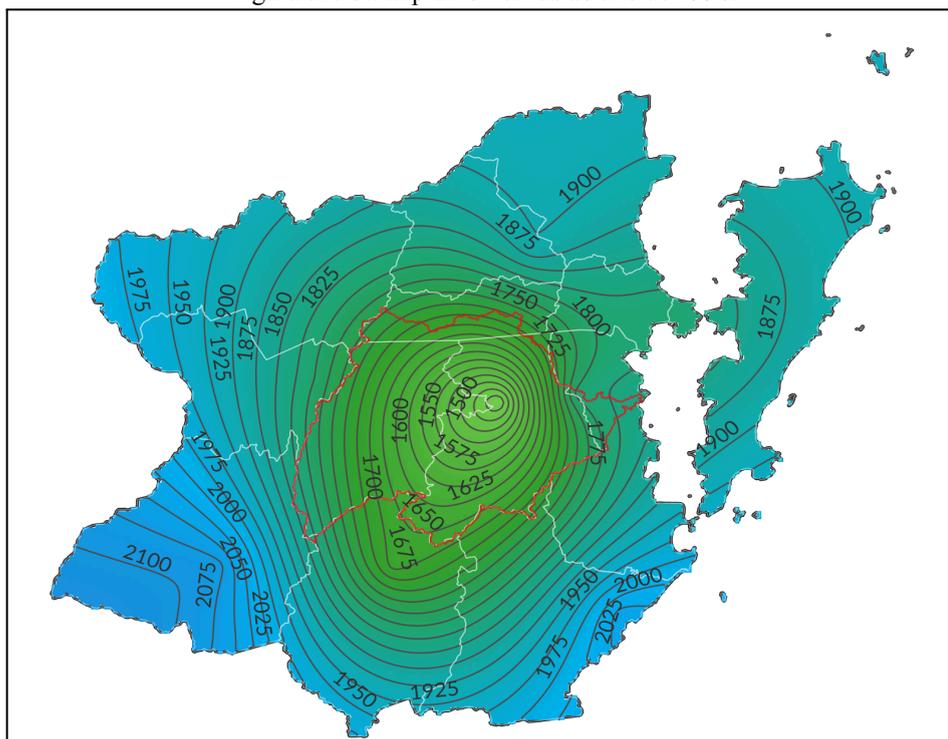
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 71: Carta pluviométrica do ano de 1995.



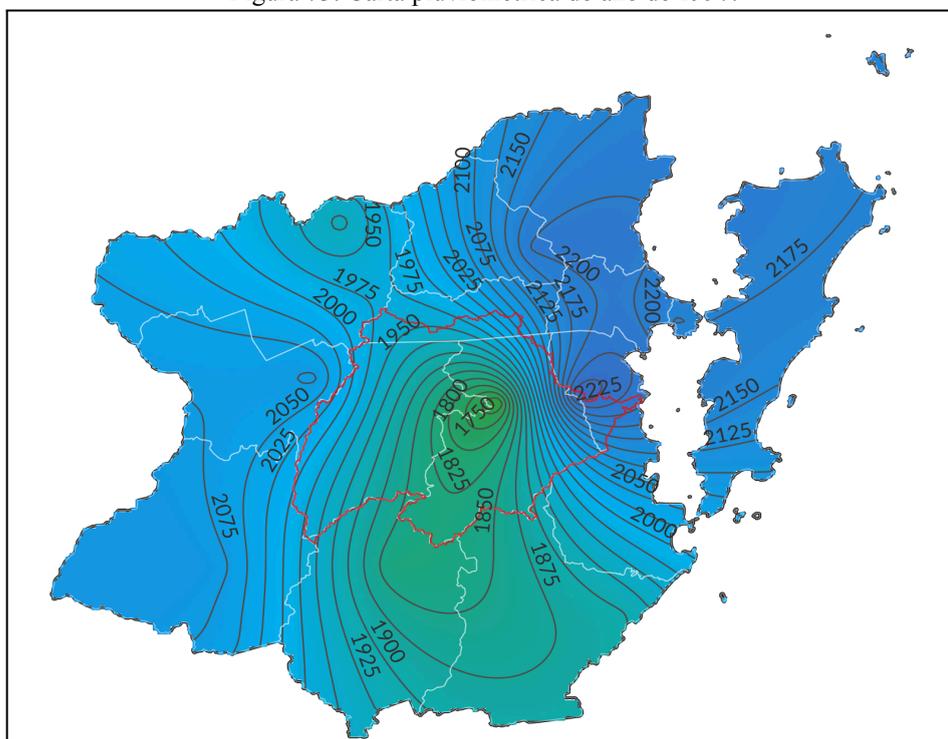
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 72: Carta pluviométrica do ano de 1996.



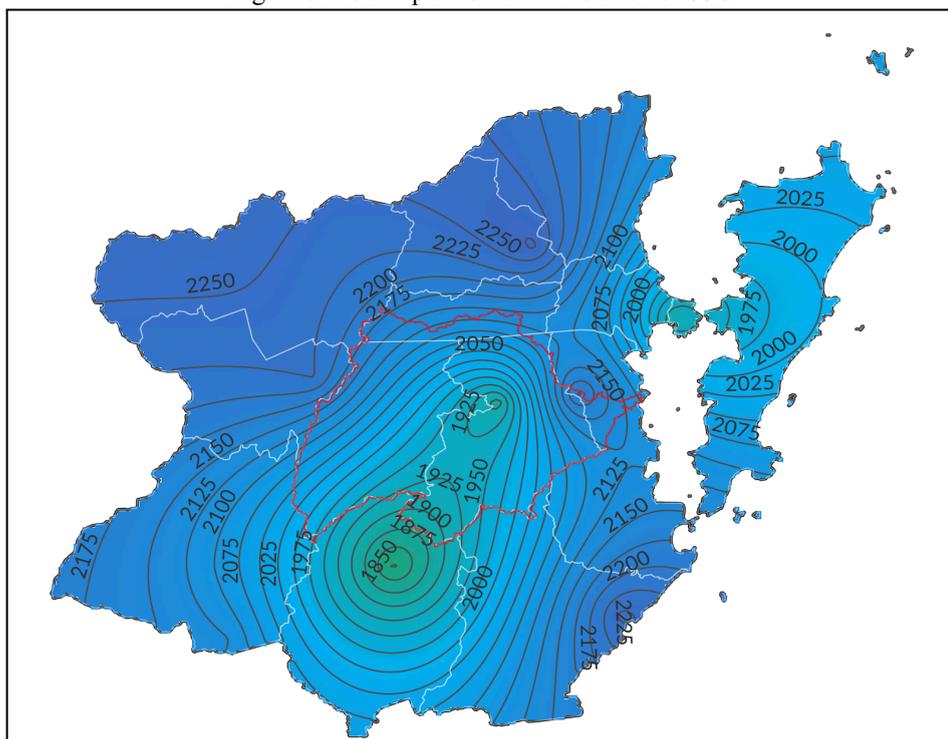
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 73: Carta pluviométrica do ano de 1997.



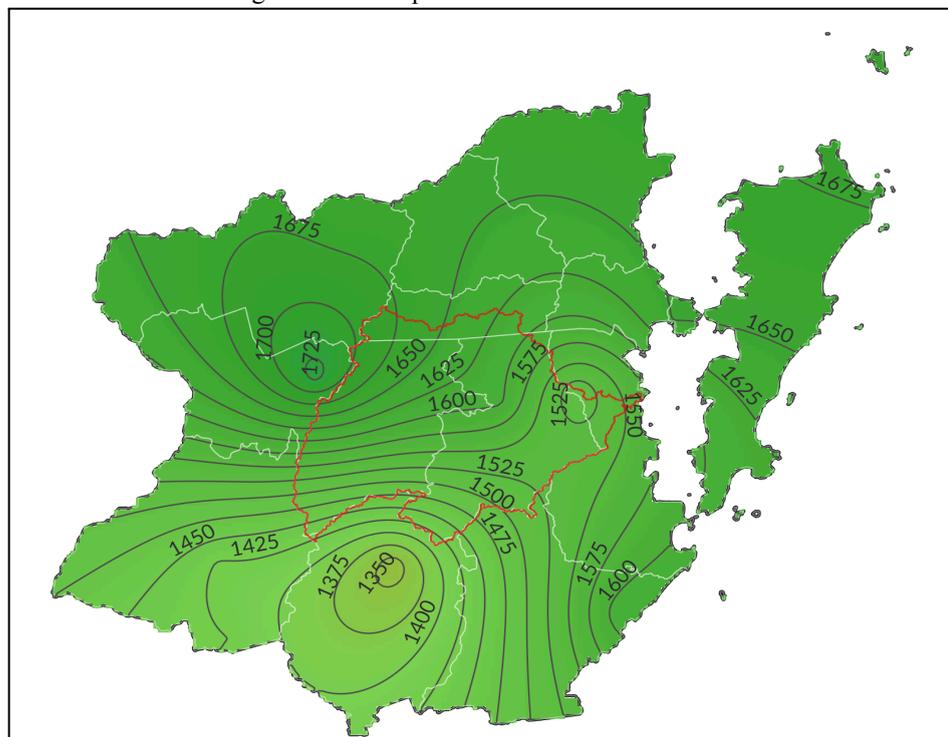
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 74: Carta pluviométrica do ano de 1998.



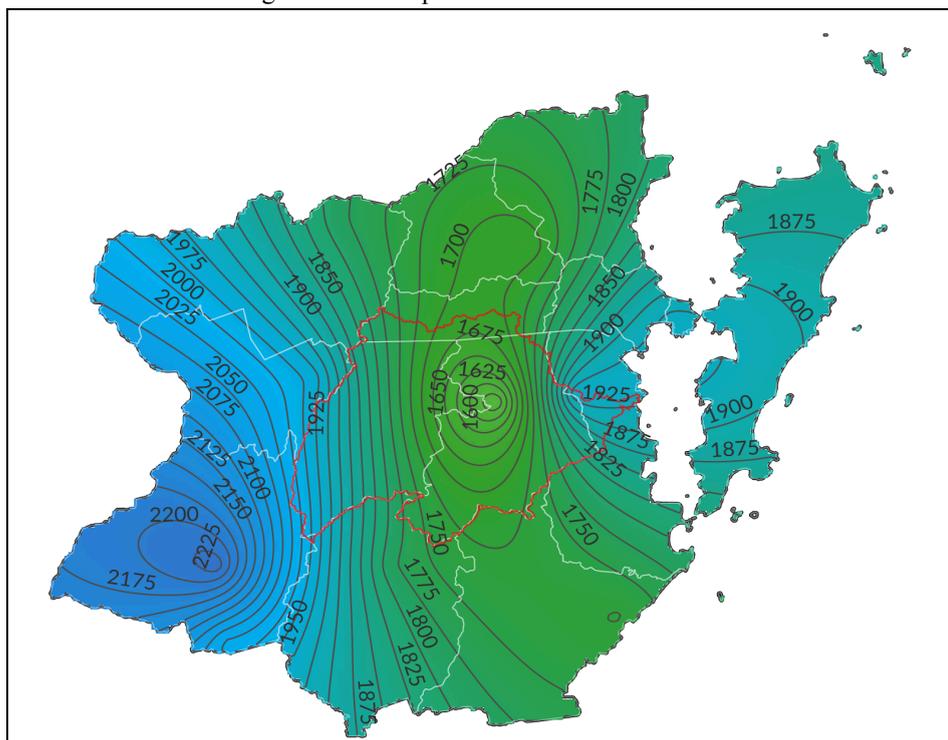
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 75: Carta pluviométrica do ano de 1999.



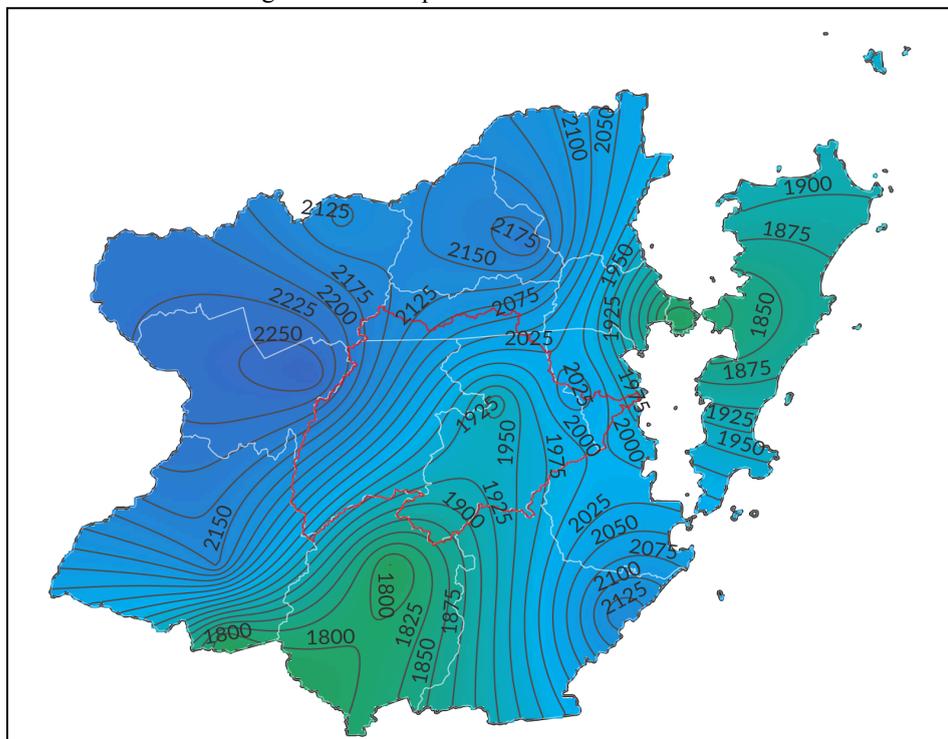
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 76: Carta pluviométrica do ano de 2000.



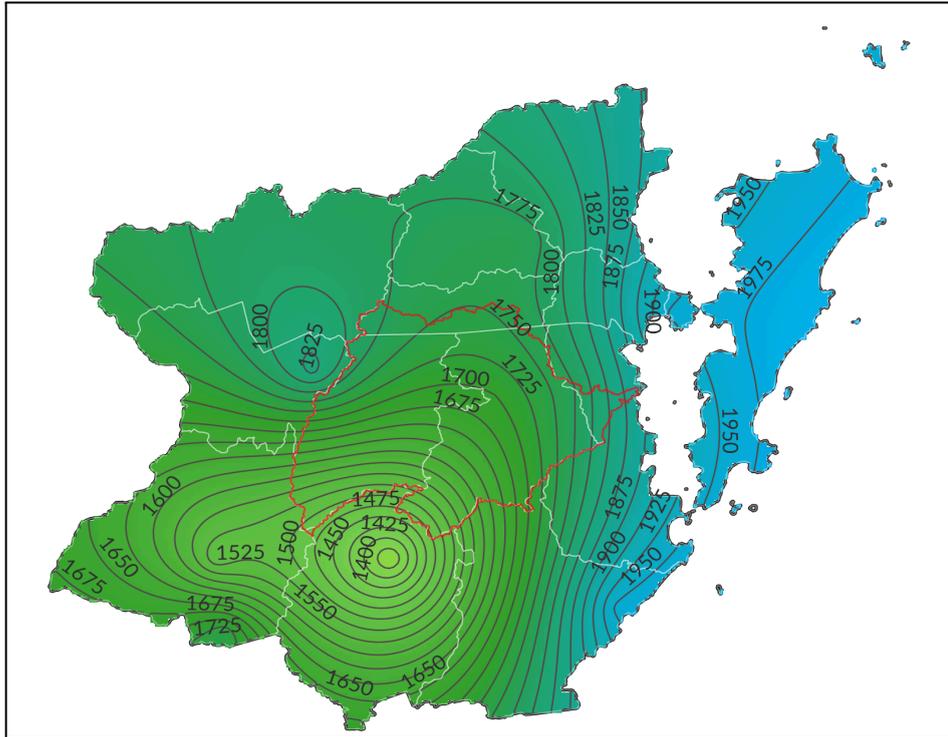
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 77: Carta pluviométrica do ano de 2001.



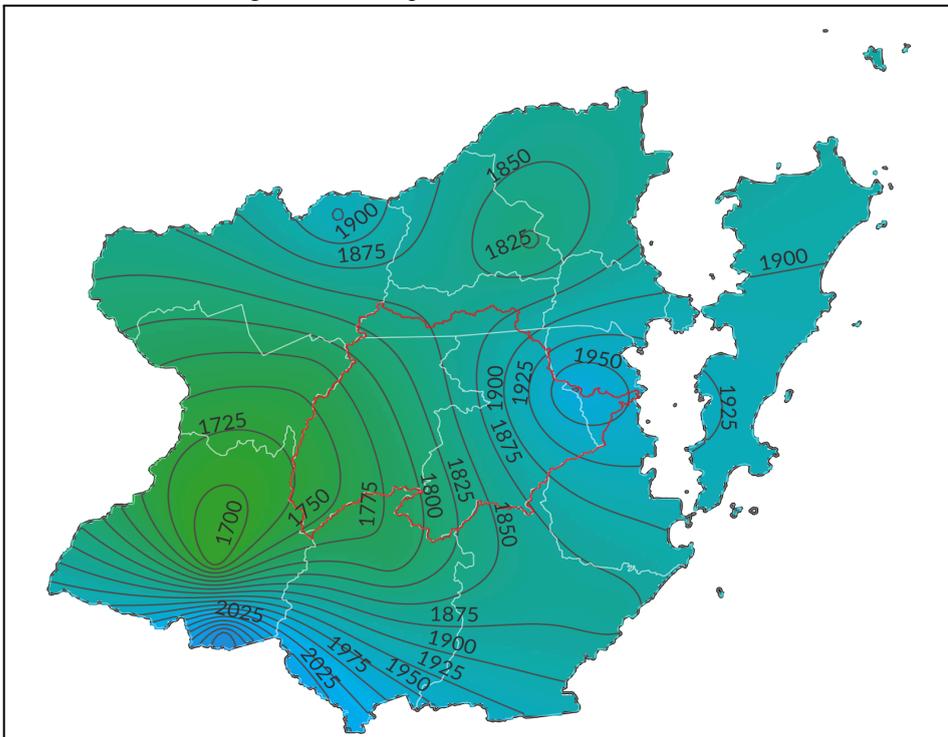
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 80: Carta pluviométrica do ano de 2004.



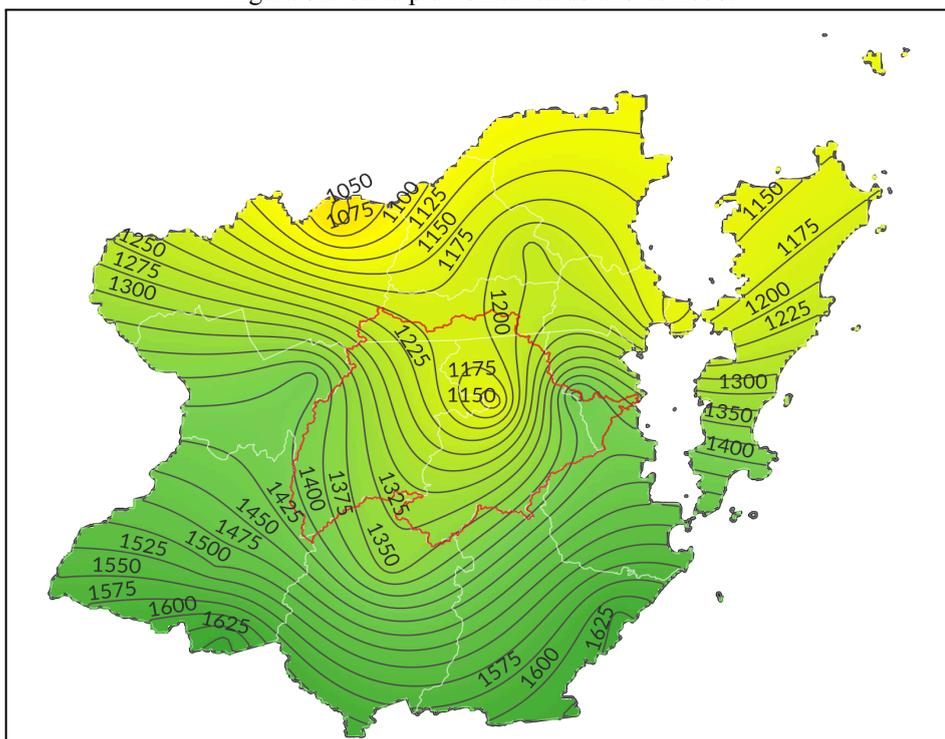
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 81: Carta pluviométrica do ano de 2005.



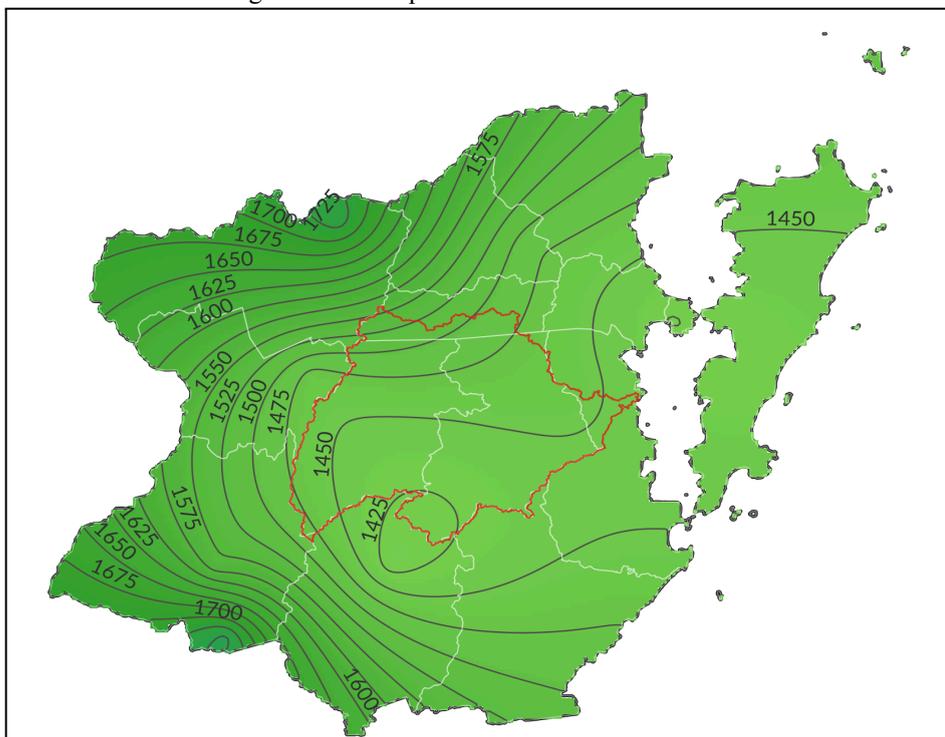
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 82: Carta pluviométrica do ano de 2006.



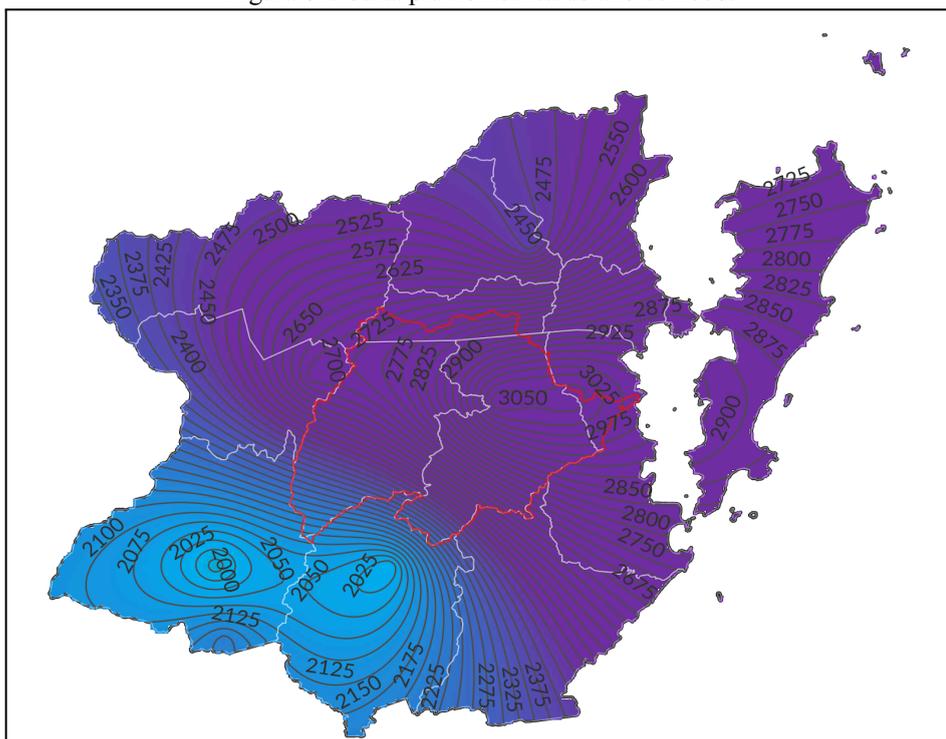
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 83: Carta pluviométrica do ano de 2007.



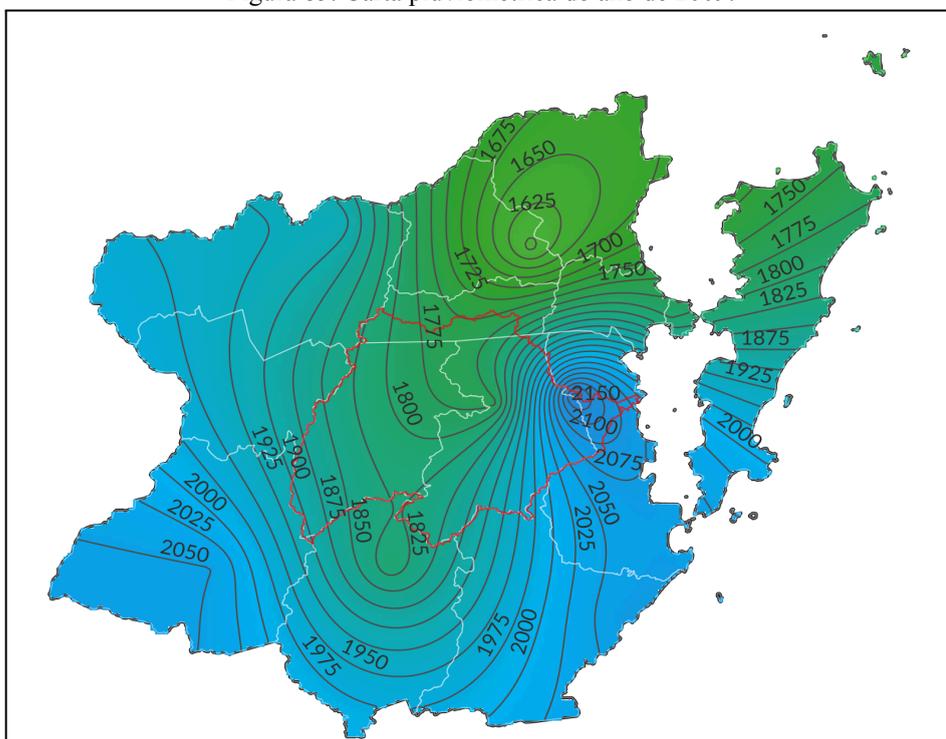
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 84: Carta pluviométrica do ano de 2008.



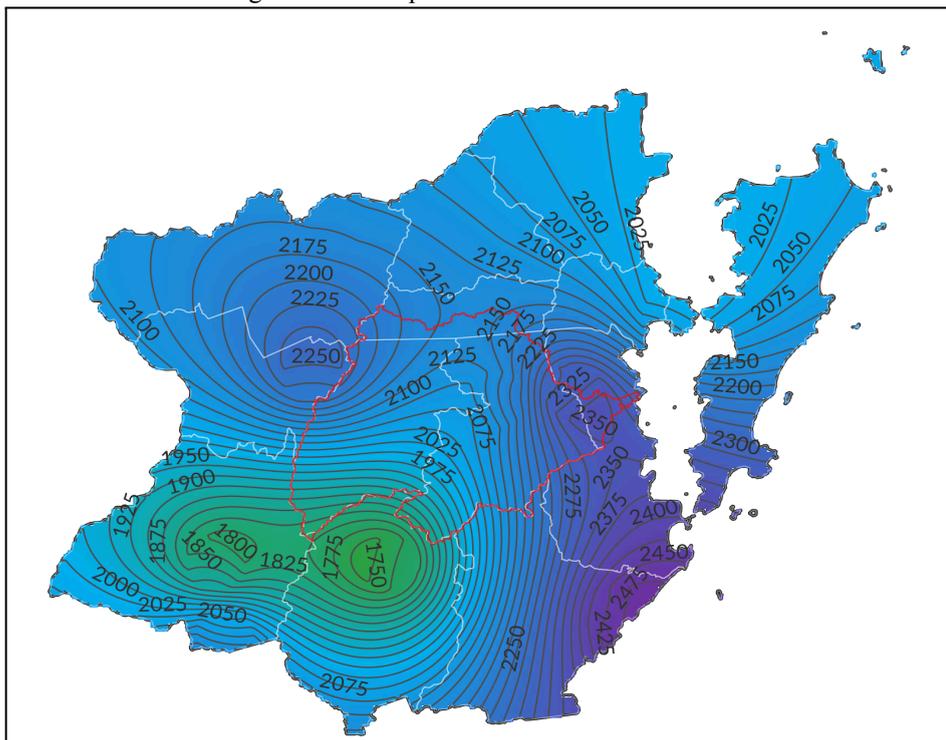
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 85: Carta pluviométrica do ano de 2009.



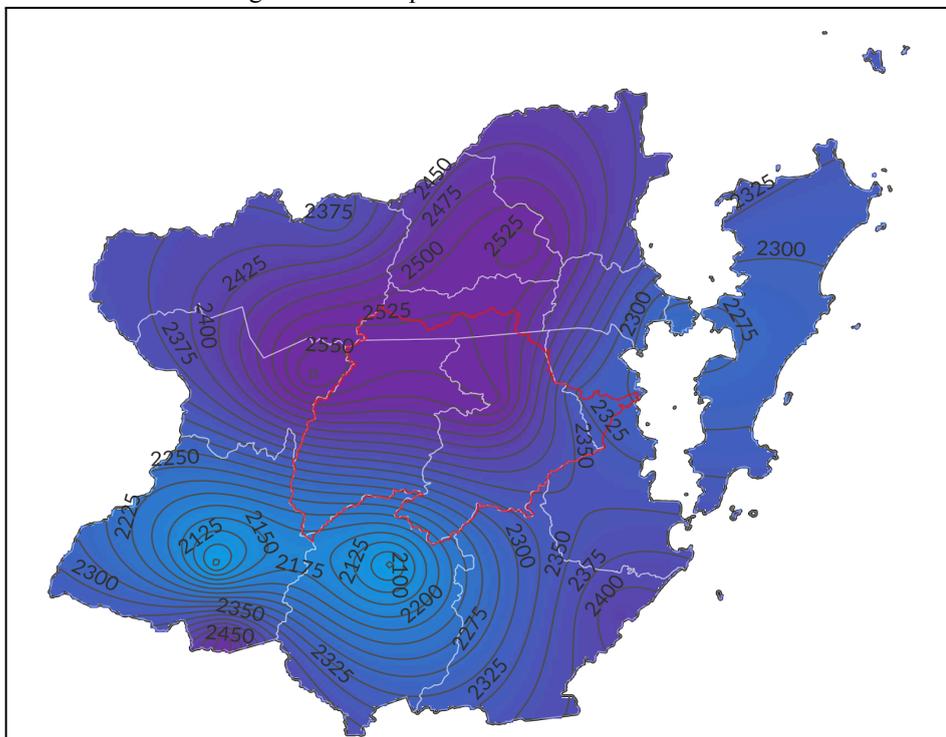
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 86: Carta pluviométrica do ano de 2010.



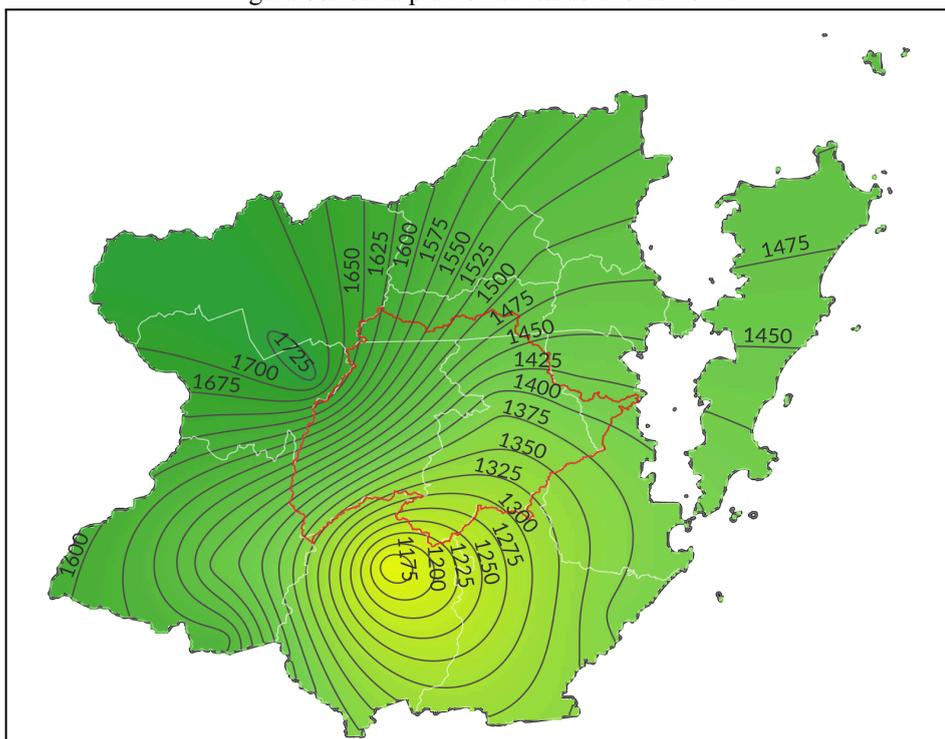
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 87: Carta pluviométrica do ano de 2011.



Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 88: Carta pluviométrica do ano de 2012.



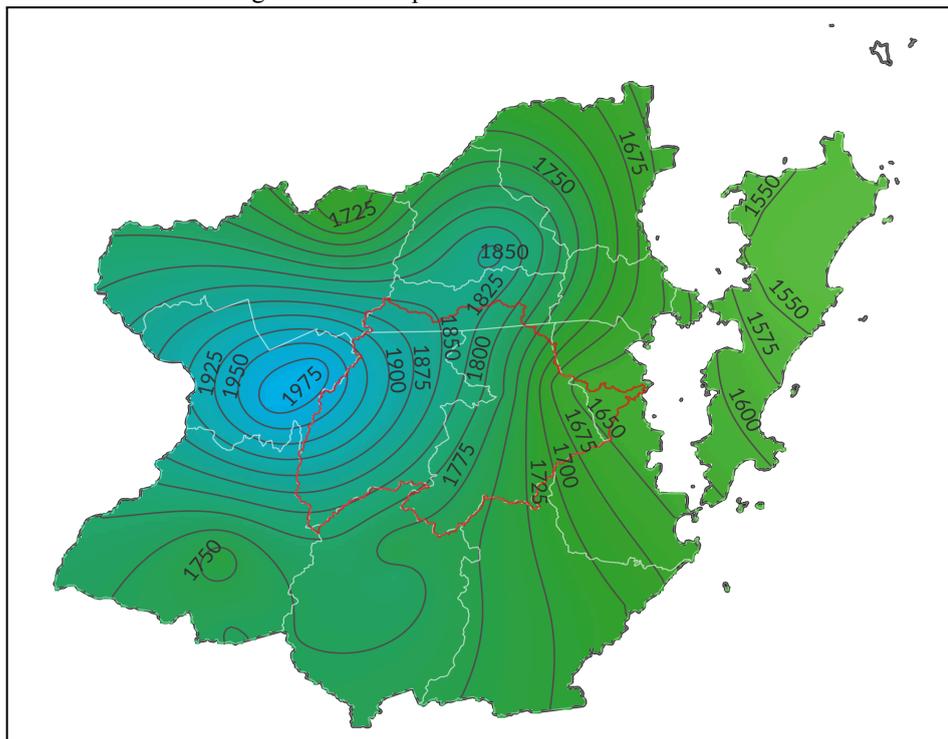
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2022).

4.1.1.3 Período curto: 2013 - 2020

A representação da distribuição espacial das chuvas dos anos de 2013 a 2020 pode contar com os dados de 17 postos, bem distribuídos pela área de estudo, o que contribuiu para o alto grau de confiança das cartas de isoietas obtidas para esse período. A análise das figuras 89 a 96 permitiu constatar que:

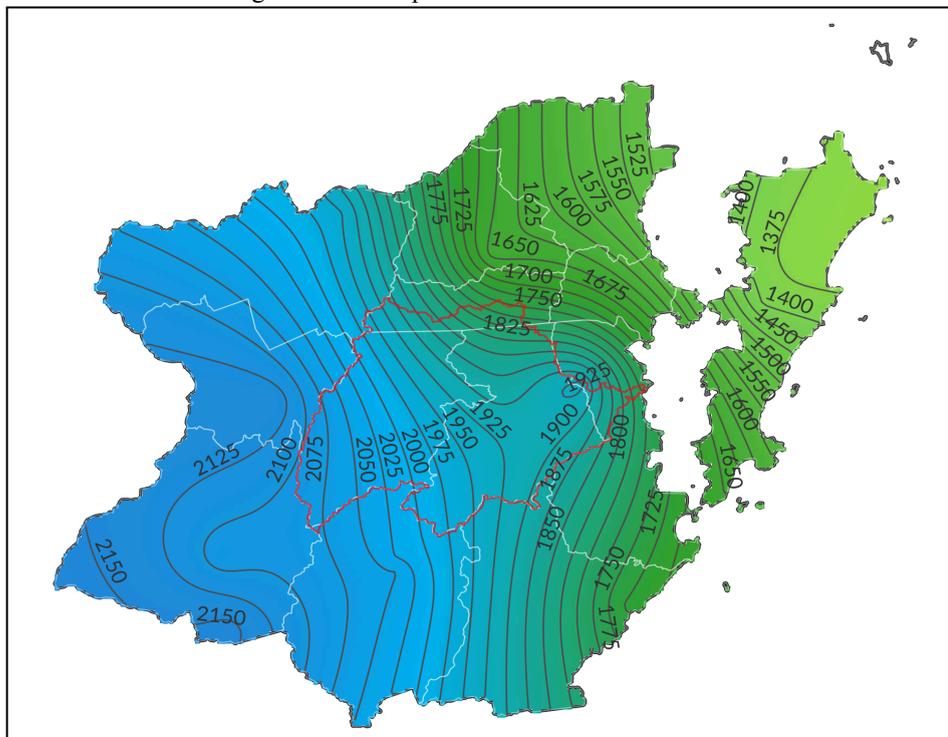
- O setor leste da área do estudo, principalmente a Ilha de Santa Catarina, registrou volumes de chuva mais baixos do que os das demais áreas;
- Até o ano de 2015, as maiores pluviosidades se concentraram nos setores oeste e sul. A partir do ano de 2016, as chuvas foram mais volumosas, principalmente no setor nordeste;
- O ano de 2019 evidenciou ser o mais seco, pois na porção leste, inclusive na bacia do Rio Cubatão do Sul, foram registrados apenas 1300 mm durante o ano todo;
- O ano de 2015 foi o mais chuvoso, e o setor sul registrou os maiores volumes, enquanto o setor nordeste, os menores;
- Os anos de 2018 e 2020 apresentaram chuvas de padrão habitual bem distribuídas por toda a área de estudo.

Figura 89: Carta pluviométrica do ano de 2013.



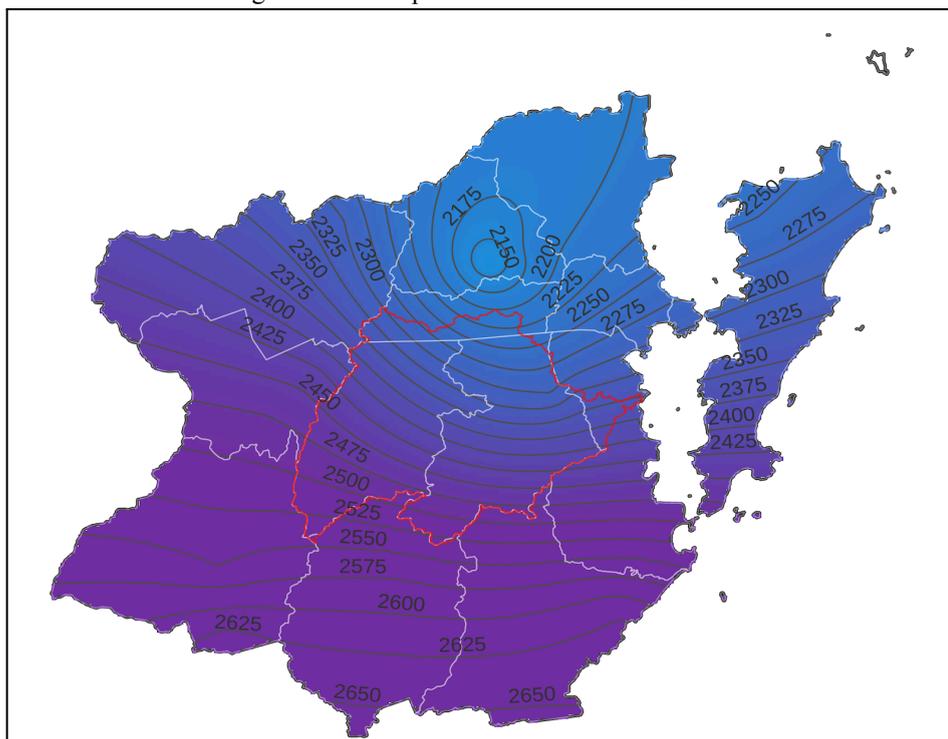
Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 90: Carta pluviométrica do ano de 2014.



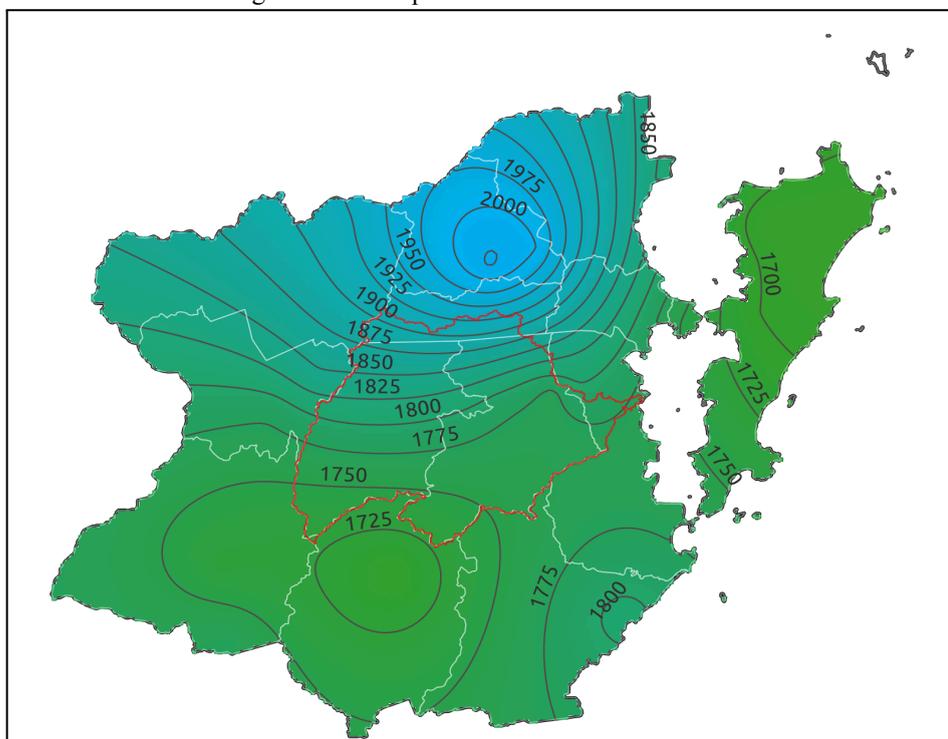
Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 91: Carta pluviométrica do ano de 2015.



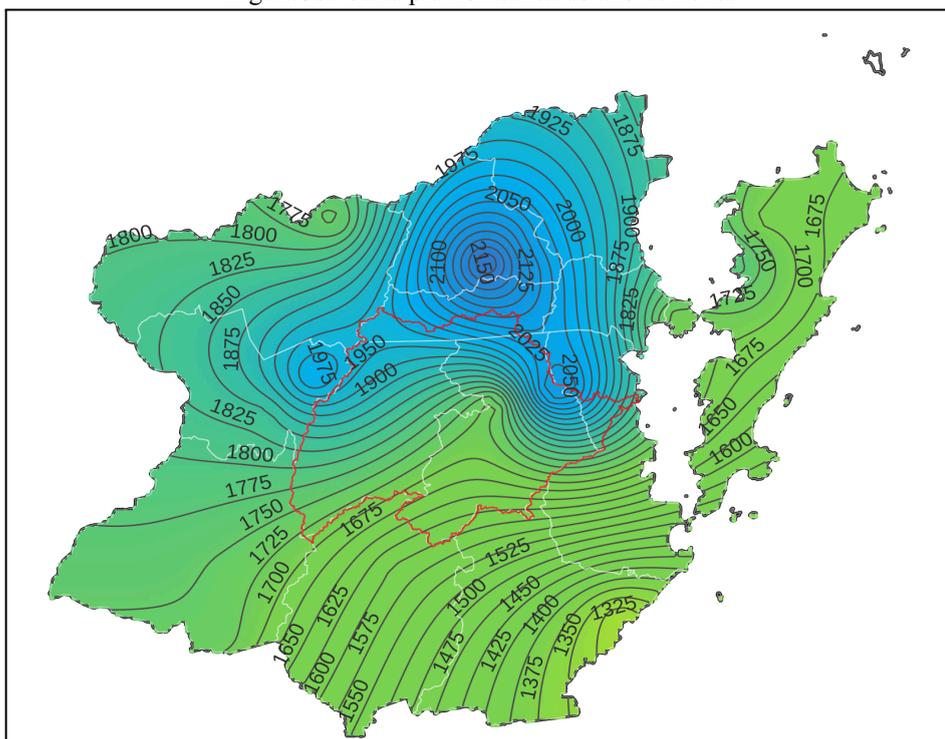
Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 92: Carta pluviométrica do ano de 2016.



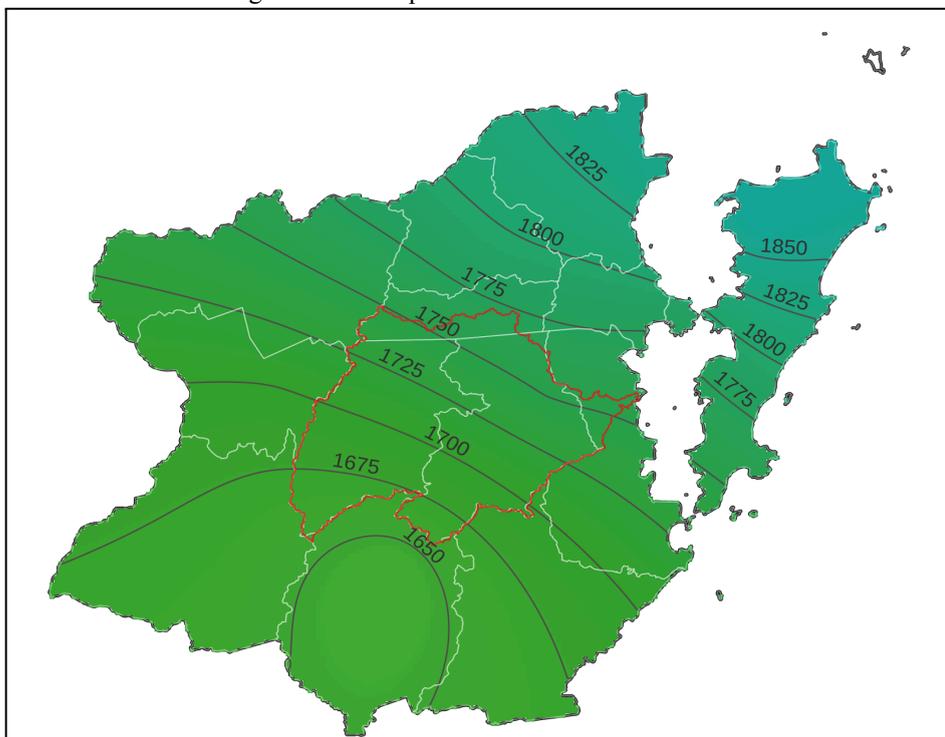
Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 93: Carta pluviométrica do ano de 2017.



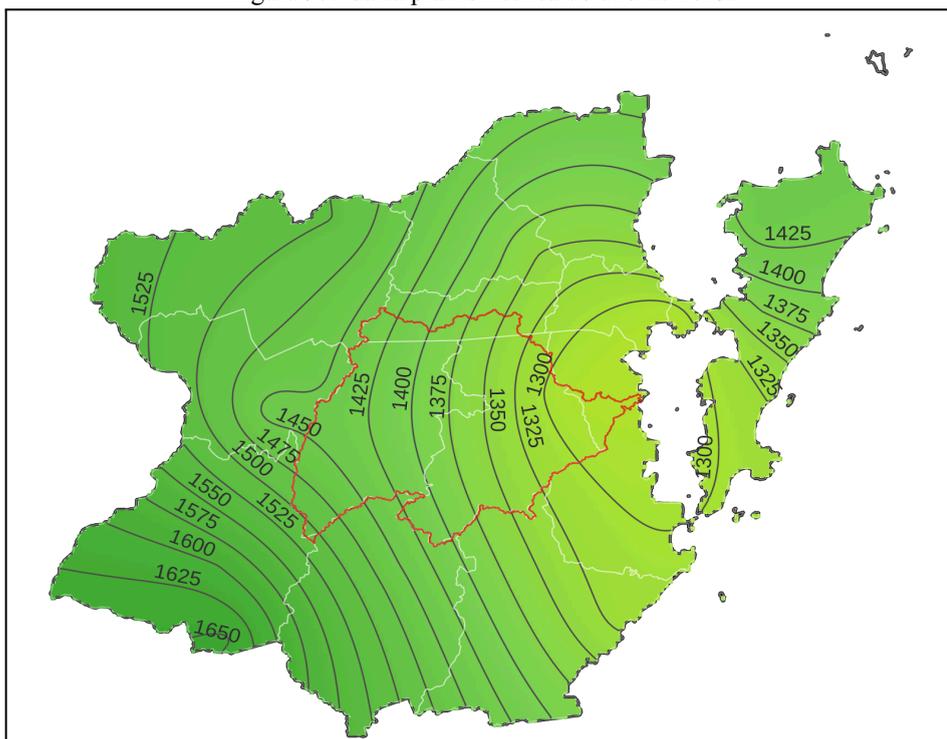
Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 94: Carta pluviométrica do ano de 2018.



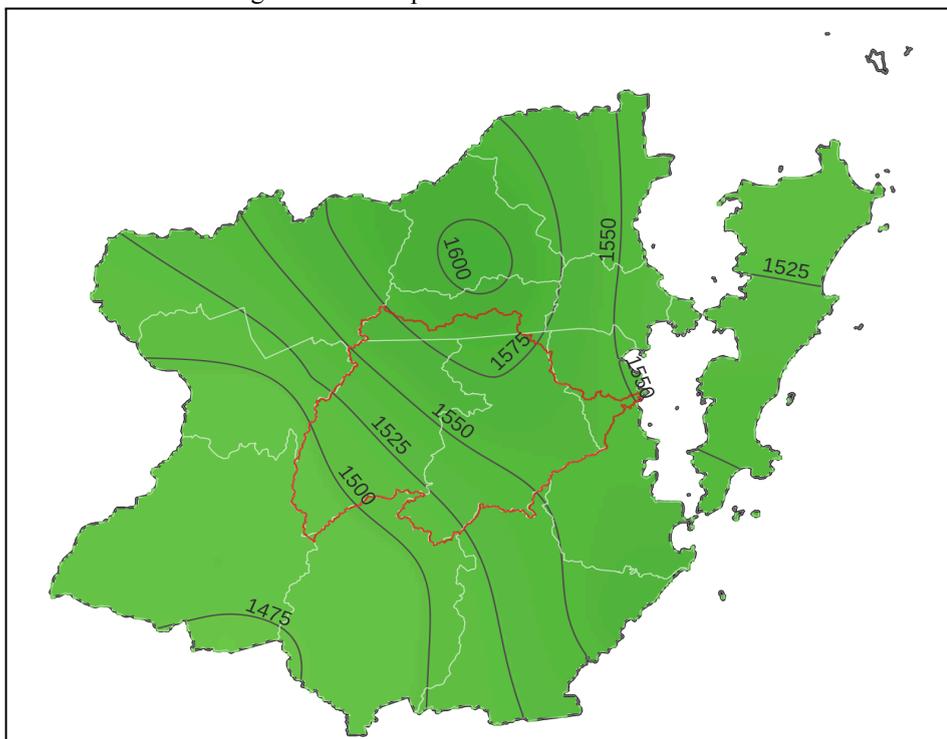
Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 95: Carta pluviométrica do ano de 2019.



Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2022).

Figura 96: Carta pluviométrica do ano de 2020.



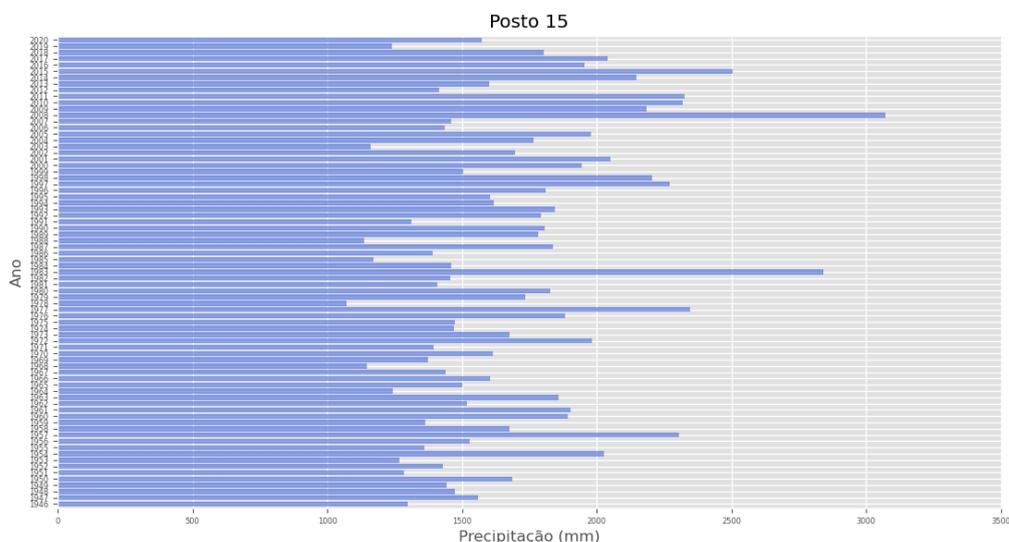
Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2022).

Por conta da importância da bacia do Rio Cubatão do Sul para o abastecimento de alguns municípios da Grande Florianópolis, foram elaborados gráficos apresentando o total da precipitação registrada ao longo do ano. Os resultados foram demonstrados com dados dos postos n.º 15 (período longuíssimo), n.º 17 (período curto) e n.º 18 (período longo), os quais estão nos limites da bacia do Rio Cubatão do Sul. As principais constatações que podem ser feitas sobre as chuvas nesse período são:

- Frequentemente apresentaram volumes pluviométricos inferiores a 1500 mm;
- Incomumente registraram volumes superiores a 2000 mm;
- Nos anos de 1983, 2008 e 2011 registraram elevadas chuvas (acima de 2500 mm);
- Nos anos de 1968, 1978, 1985, 1988, 2003 e 2019 registraram volumes pluviométricos mais baixos, próximos de 1000 mm.

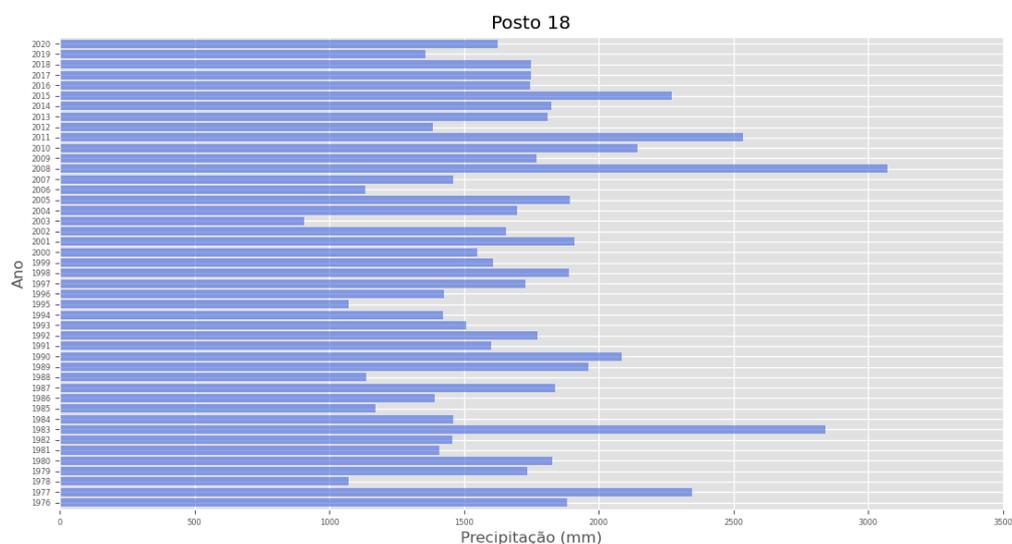
Pode-se concluir que a bacia do Rio Cubatão do Sul não é muito chuvosa e apresentou uma grande variabilidade anual, já que houve anos com chuvas bastante elevadas e outros com volumes de chuva muito reduzidos.

Figura 97: Chuvas anuais do período longuíssimo (1946 - 2020), do posto n.º 15.



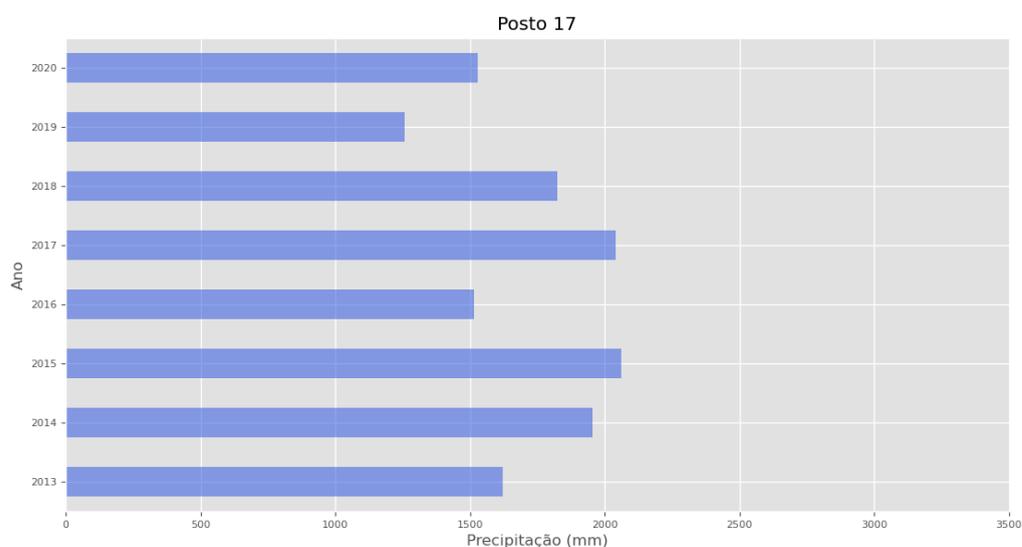
Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 98: Chuvas anuais do período longo (1976 - 2020), do posto n.º 18.



Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

Figura 99: Chuvas anuais do período curto (2013 - 2020), do posto n.º 17.



Fonte de dados: EPAGRI (2021). Elaboração da autora (2021).

Por fim, sintetizando todas as constatações sobre a variação espacial da pluviosidade anual na área de estudo e ao longo de todo o período estudado (1946 - 2020), foi possível constatar que os volumes habituais de chuva se situam entre 1500 e 2000 mm. Também foi possível constatar que quando ocorre a escassez de chuvas, as áreas mais afetadas são, quase sempre, aquelas da bacia do Rio Cubatão do Sul e as do setor leste, que incluem a Ilha de

Santa Catarina. Em contrapartida, as chuvas em abundância podem ocorrer em qualquer setor da área de estudo, com destaque para o setor sudoeste, onde, frequentemente, costumam ser registrados os maiores volumes de precipitação.

Para a maior parte da área de estudo, os anos que podem ser considerados como excepcionalmente chuvosos são os de 1983, 2008, 2011 e 2015. Ao passo que os de 1988, 2003 e 2019 podem ser considerados excepcionalmente secos, revelando um cômputo final ligeiramente favorável à ocorrência de anos chuvosos do que de anos secos.

4.1.2 Chuvas sazonais

Com o intuito de abordar a distribuição sazonal das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul e arredores, foram elaboradas as cartas pluviométricas para o período de 2008 - 2020. Esse período, diferente dos anteriormente descritos (longuíssimo, longo e curto), foi escolhido devido à disponibilidade dos dados de consumo *per capita* e médio de cada município, que faz parte do Sistema Integrado de Abastecimento da Grande Florianópolis, fornecidos pela CASAN. Desta forma, é possível acompanhar a distribuição geográfica das chuvas em relação à água disponível da bacia do Rio Cubatão do Sul para o consumo.

A estação do verão corresponde aos meses de janeiro, fevereiro e março; a estação do outono aos meses de abril, maio e junho; a do inverno corresponde aos meses de julho, agosto e setembro; e a estação da primavera aos meses de outubro, novembro e dezembro. As cores atribuídas à pluviosidade sazonal são as seguintes: **amarelo**, que significa baixa pluviosidade, o **verde** representa uma pluviosidade habitual, os **tons azuis** indicam pluviosidade alta e o **roxo** significa uma pluviosidade excessiva (figura 100).

Figura 100: Intervalos de classe das cartas pluviométricas sazonais.

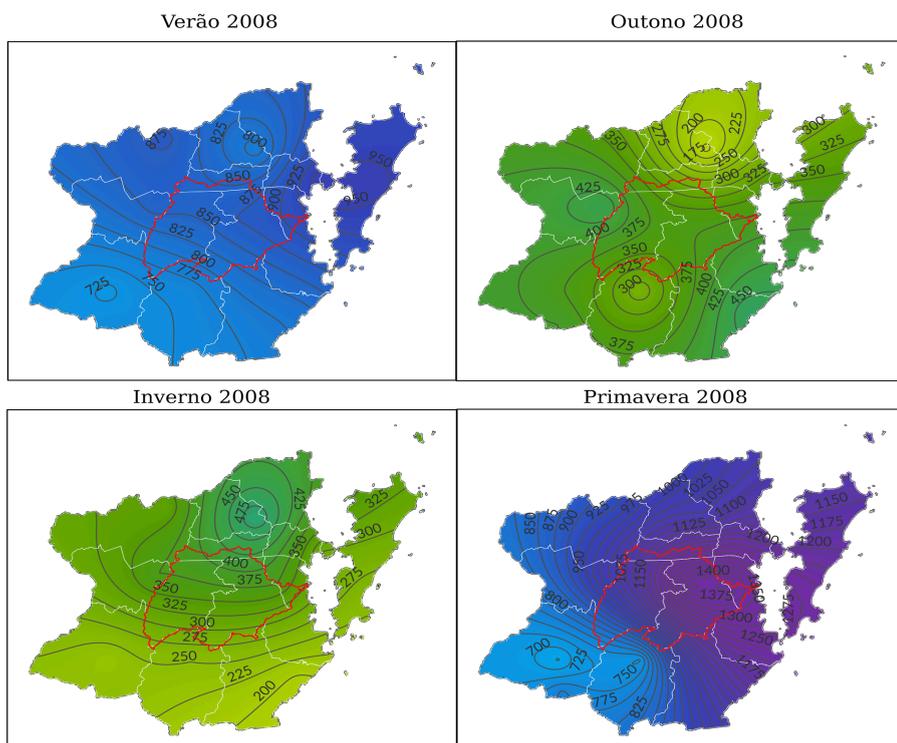
Mín	Máx	Cor
0	50	Amarelo
50	350	Verde
350	650	Azul claro
650	950	Azul escuro
1250	1550	Roxo claro
>1550		Roxo escuro

Elaboração da autora (2023).

Analisando a distribuição sazonal das chuvas no período 2008 - 2020, constata-se que:

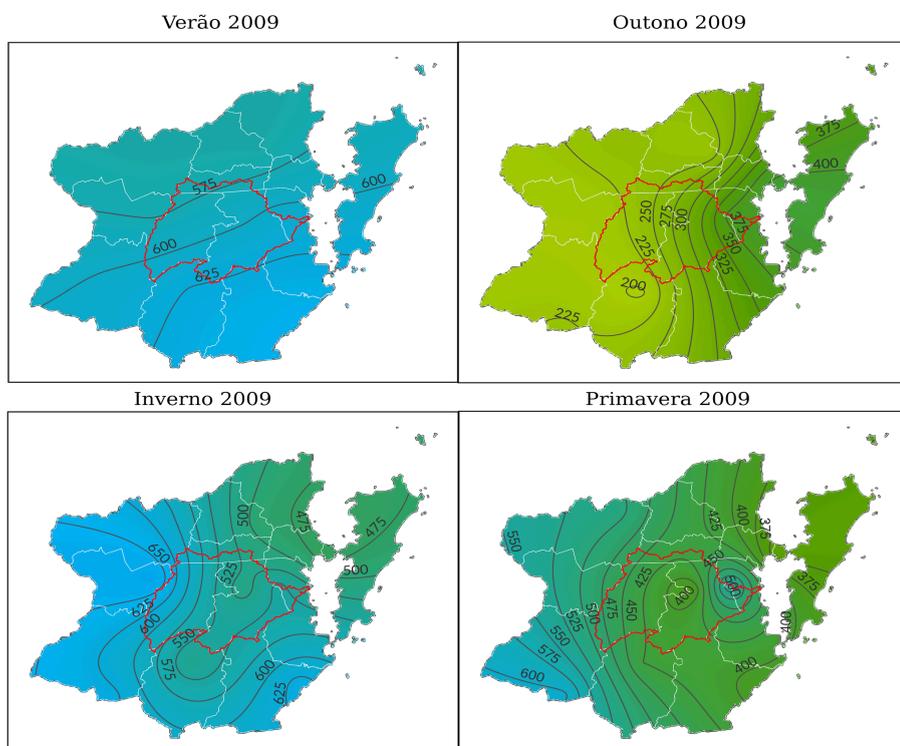
- O verão foi a estação mais chuvosa, representada pelas cores azuis e roxas, por toda a área do estudo. Com exceção do verão de 2020, pois ocorreram menores pluviosidades, predominando as cores verdes;
- No outono e inverno, a maioria dos anos apresentou pluviosidade nos limites habituais, representados pela cor verde. Porém, em alguns anos, as chuvas de outono e inverno foram mais elevadas, como no inverno de 2011. Houve também baixa pluviosidade sazonal ao longo do período mencionado, como no inverno do ano de 2019 e do outono do ano de 2020;
- Na primavera, a maioria das vezes se apresentou como a segunda estação mais chuvosa. Com a ressalva nos anos de 2009, 2011 e 2013, pois ocorreram pluviosidades inferiores em relação ao inverno e no ano de 2008, que a pluviosidade foi maior do que a do verão;
- No ano de 2015, houve uma longa sequência sazonal de altas pluviosidades, que se estendeu até o verão de 2016. Assim, o ano de 2015 confirma-se como um ano extremamente chuvoso, conforme demonstra a figura 108;
- Do outono do ano de 2019 até a primavera do ano de 2020 a pluviosidade esteve abaixo dos volumes habitualmente esperados, o que se configurou num longo período de estiagem pela área de estudo.

Figura 101: As chuvas sazonais do ano de 2008.



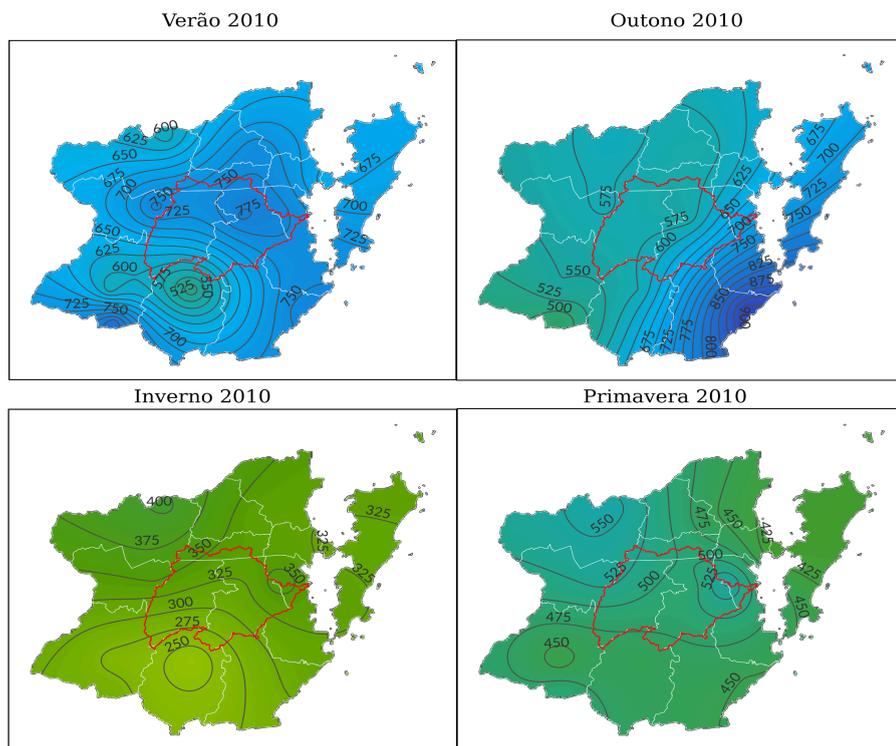
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 102: As chuvas sazonais do ano de 2009.



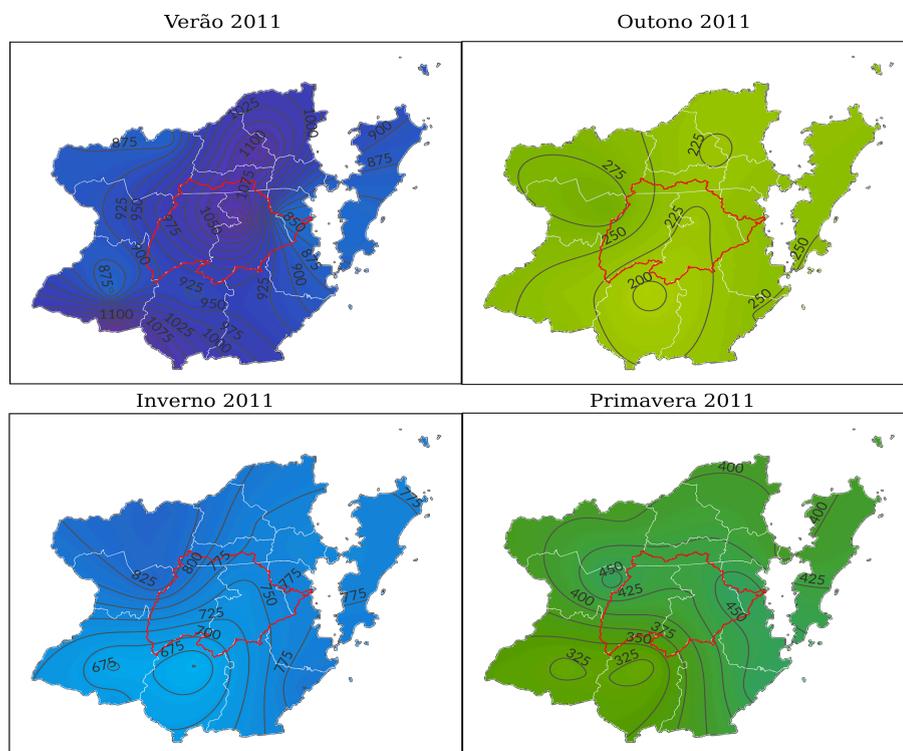
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 103: As chuvas sazonais do ano de 2010.



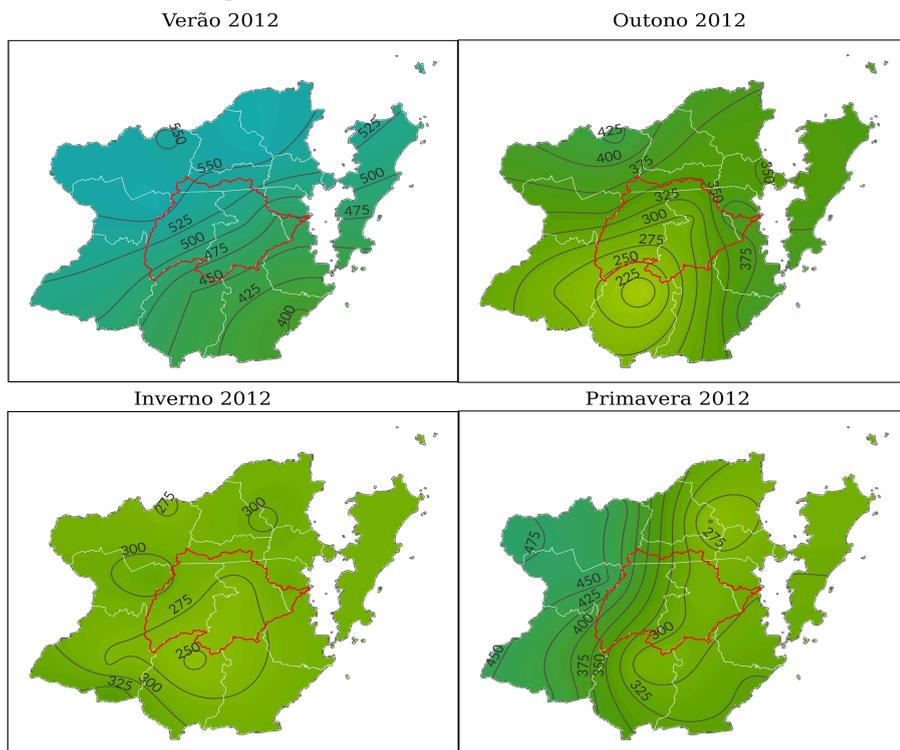
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 104: As chuvas sazonais do ano de 2011.



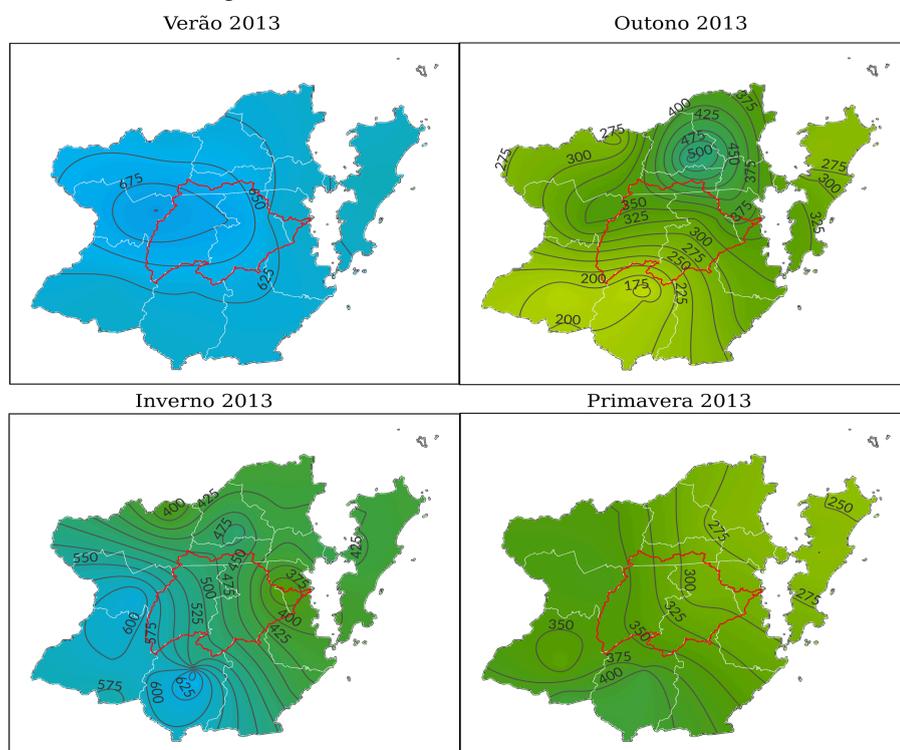
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 105: As chuvas sazonais do ano de 2012.



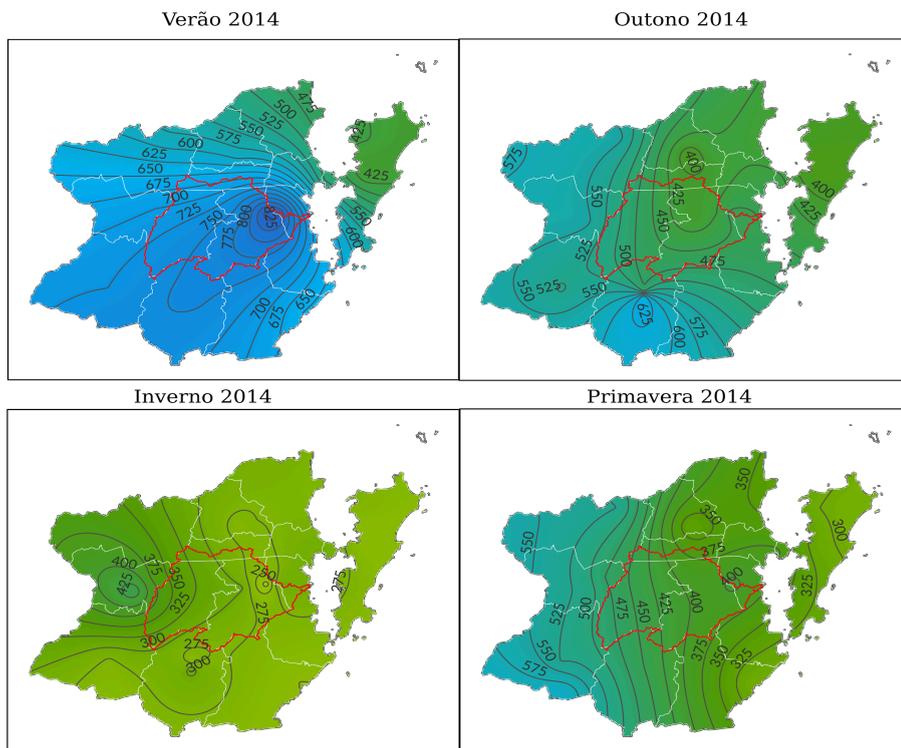
Fonte de dados: ANA e INMET (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 106: As chuvas sazonais do ano de 2013.



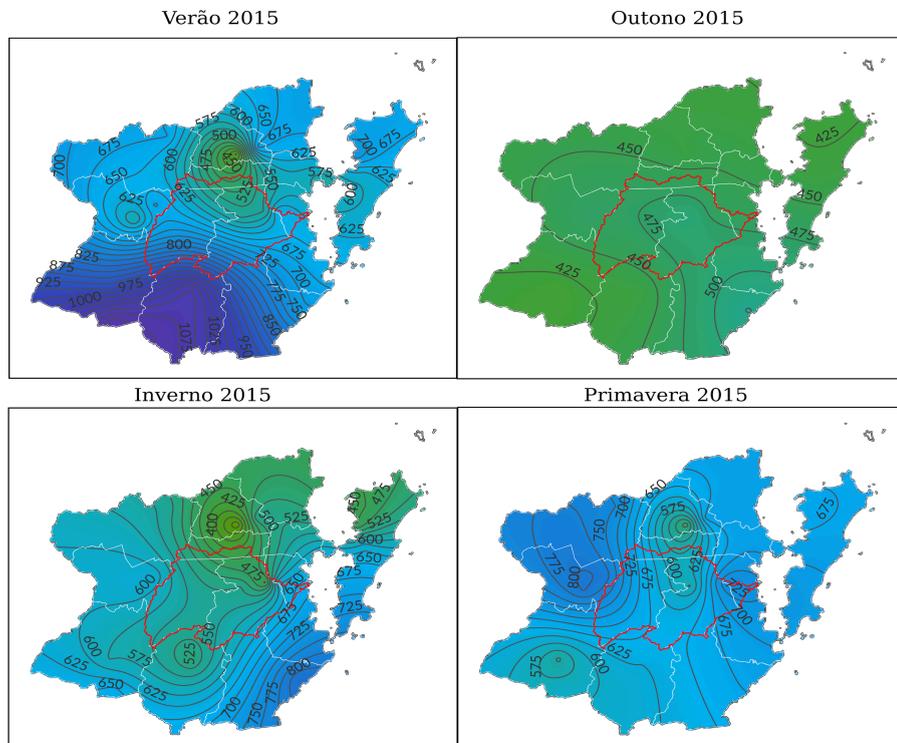
Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 107: As chuvas sazonais do ano de 2014.



Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 108: As chuvas sazonais do ano de 2015.



Fonte de dados: ANA, INMET e Epagri (2021). Elaboração da autora (2023).

a mês, através da comparação das mesmas com o total da pluviosidade do próprio ano. Além disso, esses pluviogramas auxiliam a identificação dos meses com precipitação excepcional, tanto os muito chuvosos quanto os muito secos, facilitando a delimitação das estiagens dentro de cada ano de um dado período estudado.

Para o período longuíssimo (1946 - 2020), os meses com chuvas **escassas** estão identificados pela cor **amarela**, que representa valores até 2,7 mm. Os meses com chuvas **habituais** estão identificados pelas cores que vão desde o **verde-claro** até o **verde-escuro**, representando valores entre 2,8 a 11,1 mm. Os meses mais **chuvosos** estão identificados pelas cores que vão desde o **azul-claro** até o **roxo**, que representa valores entre 11,2 a 33,5 mm. Conforme a figura 114.

As chuvas mensais entre os anos de 1946 a 2020, indicadas nos tons de verde, são os mais frequentes (entre 24,7% e 18,8%). Em seguida, as chuvas com maior frequência podem ser vistas no tom de azul-claro, indicando que ocorreram 12,1% do período longuíssimo. Sequencialmente, a chuva mensal na cor amarela foi o mais frequente, apresentando por 9,7% do período.

Figura 114: Intervalos das chuvas mensais e sua frequência no período longuíssimo (1946 - 2020).

Intervalo	Freq	%	
0 - 2,7	261	9,7	
2,8 - 5,5	592	21,9	
5,6 - 8,3	667	24,7	
8,4 - 11,1	508	18,8	
11,2 - 13,9	327	12,1	
14,0 - 16,7	189	7,0	
16,8 - 19,5	91	3,4	
19,6 - 22,3	45	1,7	
22,4 - 25,1	6	0,2	
25,2 - 27,9	9	0,3	
28,0 - 30,7	3	0,1	
30,8 - 33,5	2	0,1	

Elaboração da autora (2020)

Ao longo dos meses do período de 1946 a 2020, o regime pluvial apresentou as seguintes características gerais: menores volumes entre abril e agosto e maiores volumes de setembro até março.

É importante destacar que, por uma questão de praticidade e para evitar uma sobrecarga de informações, não serão apresentados todos os pluviogramas desenvolvidos para a área de estudo. Pois a inclusão de uma quantidade significativa de pluviogramas ocuparia um espaço considerável na dissertação.

Portanto, com o intuito de otimizar a apresentação dos dados e ainda assim proporcionar uma representação significativa do regime pluvial da área de estudo, optamos por incluir apenas três pluviogramas do período longuíssimo (1946 – 2020). Estes foram escolhidos porque estão estrategicamente posicionados de modo que envolva as porções noroeste, centro-leste e sudoeste da área de estudo. Os três pluviogramas escolhidos são exemplares e suficientes para uma visão abrangente das variações pluviométricas na área de estudo.

4.1.3.1 Porção noroeste da área de estudo

As características das chuvas na porção noroeste da área do estudo podem ser constatadas através dos dados do posto 2. Conforme o pluviograma desse posto (figura 115), em anos chuvosos como os de 1977, 2008 e 2011, a distribuição das chuvas ocorreu de maneira que houve uma redução parcial das chuvas no outono, entre os meses de abril a junho, seguida de uma abundância de chuvas no inverno ou início da primavera, nos meses de julho a outubro.

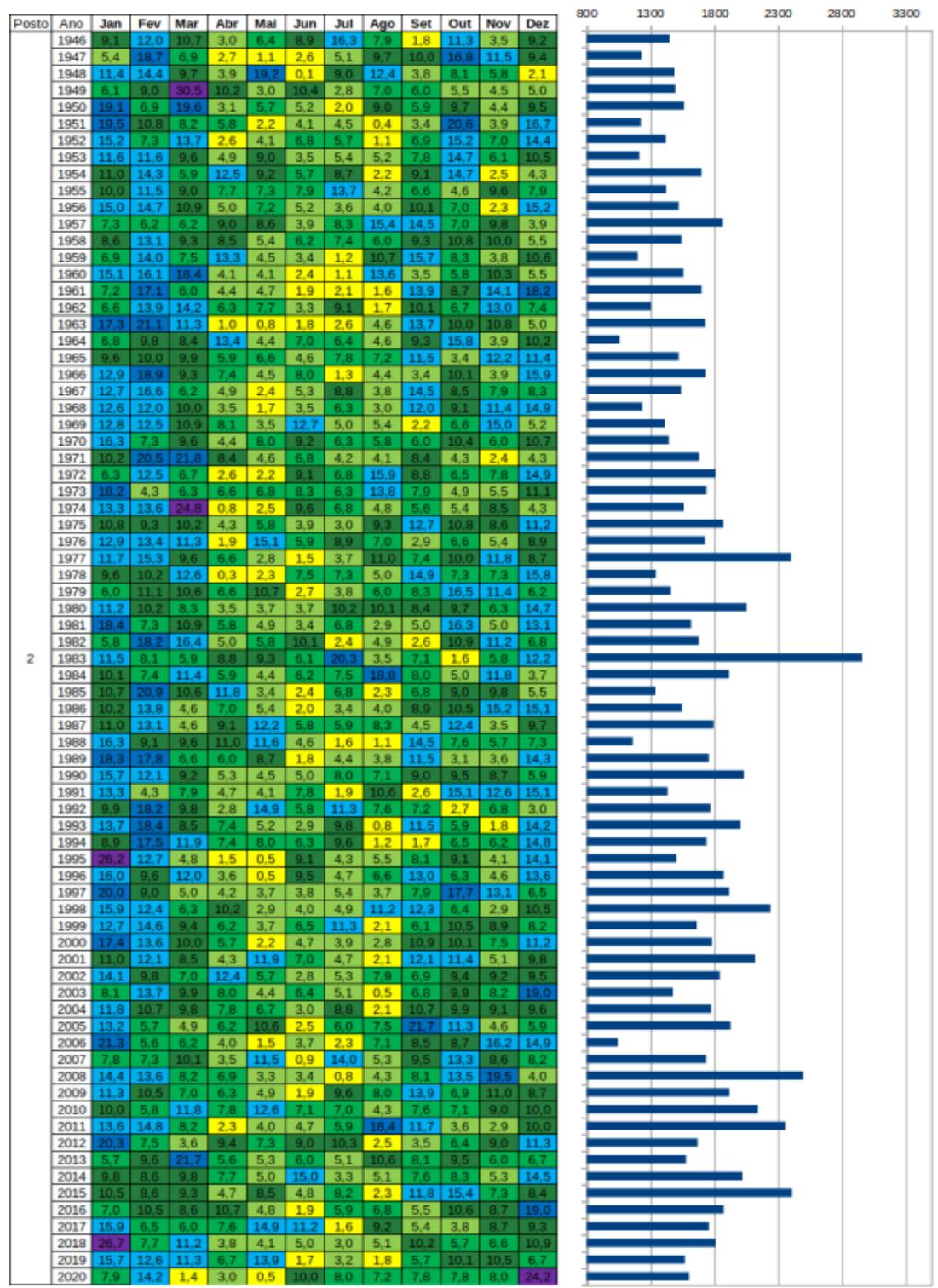
No ano de 1983, registrou-se o maior volume de chuva de toda a série histórica. Ao longo desse ano, as chuvas foram abundantes e não seguiram o padrão típico de redução durante os meses de outono e inverno. No mês de julho, em particular, houve uma contribuição significativa para o total anual de chuvas, representando 20,3% do volume total. Em contrapartida, a escassez de chuva só ocorreu em outubro, um mês que normalmente não apresenta essa condição. Este comportamento foi semelhante ao do ano de 2015.

Nos anos mais secos, como em 1964, 1988 e 2006, um padrão que ocorreu foi a ausência de chuvas abundantes no verão ou na primavera, além de uma redução significativa no outono e inverno, tendo como consequência a escassez de chuva no decorrer desse ano. No entanto, o mesmo comportamento não se repetiu nos anos que apresentaram meses consecutivos de chuvas escassas, com uma contribuição em torno de 2% para o total anual. Isso ocorreu, pois, nesses casos, a quantidade anual de chuva ficou dentro do esperado. Esse

foi o caso do ano de 1963, quando houve pouca chuva entre maio e julho, mas a quantidade anual de precipitação esteve no habitual.

Com base no comportamento das chuvas entre os anos de 1963 e 1964, é possível considerar que ocorreu uma estiagem severa. Isso se deve à ausência de chuvas significativas durante o outono de 1963, seguida de uma redução na precipitação durante a primavera e o verão do ano seguinte, isto é, 1964. Este comportamento foi semelhante ao ocorrido nos anos de 2019 e 2020, porque não houve chuvas significativas desde junho de 2019 até maio de 2020.

Figura 115: Pluviograma do posto 2.



Elaboração da autora (2021).

4.1.3.2 *Porção centro-leste da área de estudo (bacia do Rio Cubatão do Sul)*

No setor centro-leste, representado pelo pluviograma do posto n.º 15 (figura 115), situado na bacia do Rio Cubatão do Sul, percebe-se uma menor pluviosidade e uma maior frequência de meses com a contribuição abaixo do esperado, em comparação com os outros setores da área do estudo, como aquele situado a sudoeste. De modo geral, nessa porção centro leste, os meses mais secos de toda a série histórica foram junho e agosto, e os meses mais chuvosos foram janeiro e dezembro.

Com base no pluviograma do posto n.º 15 (figura 116), pode-se observar que nos anos com os maiores volumes de precipitação, como os de 1983, 2008 e 2015, as chuvas foram muito concentradas em apenas um ou dois meses do ano. Somados, resultaram em uma contribuição acima de 25%, que às vezes, quase alcançaram os 40% do total anual.

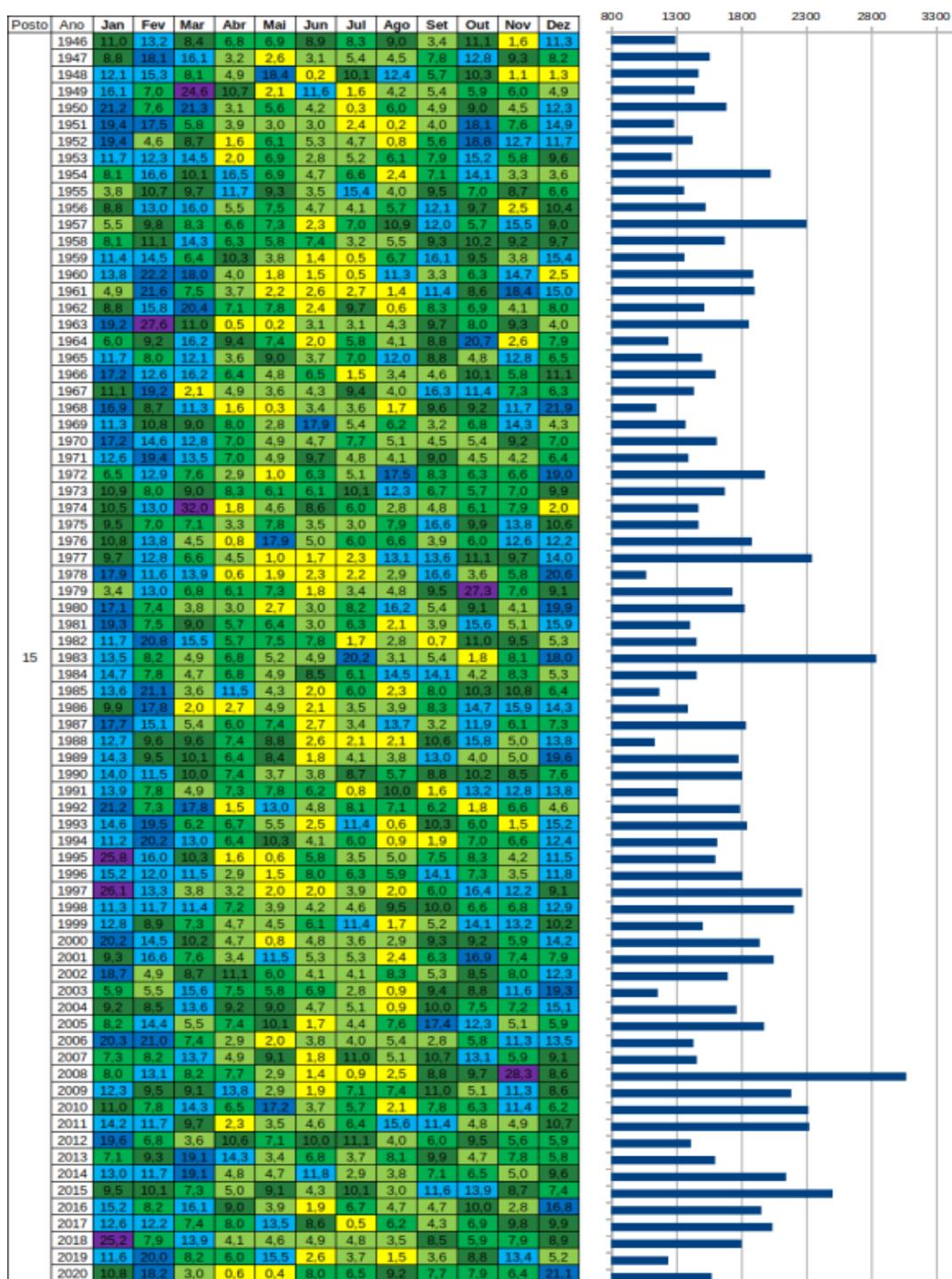
No caso do ano de 2008, o mais chuvoso dos últimos 75 anos, nessa porção da área de estudo, houve uma concentração significativa de chuvas no mês de novembro, que contribuíram com quase 30% do total anual. No entanto, nos meses de junho a agosto desse mesmo ano, a contribuição de cada um deles não alcançou nem 5% do total anual, caracterizando uma longa estiagem. Esse fato revela que, mesmo em anos tidos chuvosos, desde que considerados apenas o volume total de chuvas e não a sua distribuição ao longo dos meses, é possível ocorrer períodos de escassez de chuvas. Portanto, no transcurso do ano de 2008, houve uma distribuição de chuvas bastante irregular, já que após vários meses de chuvas fracas ocorreu um único mês em que elas foram muito concentradas.

Nos anos mais secos, como em 1978, 2003 e 2019, é possível notar uma redução excepcional das chuvas no período que vai de setembro até março, que são meses habitualmente chuvosos. Quando ocorre esse tipo de redução, o resultado é uma menor quantidade de precipitação acumulada ao longo do ano. Pois com a diminuição natural das chuvas no outono e inverno, principalmente quando há ocorrência de meses consecutivos com a participação das chuvas abaixo de 3%, contribui para os volumes pluviométricos sejam menores.

Com base nessas informações, observa-se que a porção centro leste, onde está situada a bacia do Rio Cubatão do Sul, é uma área bastante suscetível às estiagens, mas que nem sempre resultará em um ano seco. Essa constatação pode ser observada em anos que as

chuvas anuais se enquadraram nos valores habitualmente esperados ou até mesmo acima deles, como nos anos de 1977 e 2008.

Figura 116: Pluviograma do posto 15.



Elaboração da autora (2021).

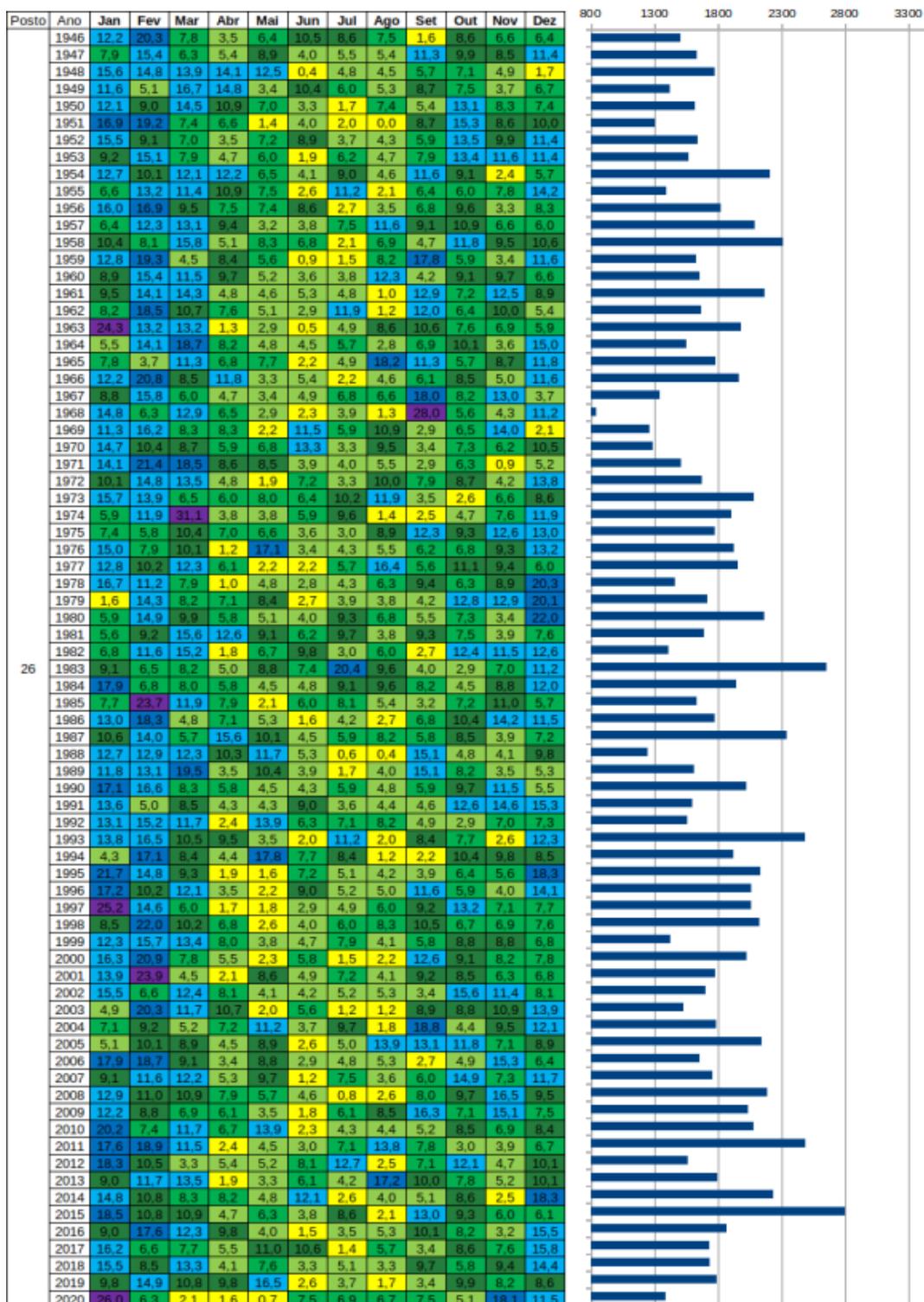
4.1.3.3 *Porção sudoeste da área de estudo*

O setor sudoeste é representado pelo pluviograma do posto n.º 26 (figura 117), cujos dados, uma vez analisados, permitem constatar a existência de uma maior pluviosidade anual em comparação com os outros setores da área de estudo. Com base nesse pluviograma, observa-se que o período menos chuvoso ocorre com maior frequência no mês de agosto e de junho. E o período mais chuvoso acontece, frequentemente, nos meses de janeiro e fevereiro.

Os maiores volumes de chuva anual registrados ocorreram nos anos de 1983, 1993, 2011 e 2015. Em cada um desses anos houve, pelo menos, um mês durante o outono ou inverno que contribuiu significativamente para o volume total de chuvas. E os menores volumes de chuva ocorreram nos anos de 1951, 1968, 1969, 1970 e 1988.

Os registros pluviométricos do ano de 1968 revelaram características excepcionais, uma vez que o volume de chuva acumulado ao longo do ano foi em torno de 900 mm, classificando-o como ano muito seco. Isso ocorreu devido às chuvas reduzidas partir do mês de maio, que se estendeu até o mês de novembro, e à rara concentração das chuvas em único mês, em setembro, com 28% de contribuição do total anual. Nos dois anos seguintes, 1969 e 1970, houve baixos volumes anuais de precipitação devido à ausência de chuvas mais volumosas na primavera. O mesmo padrão é visto no ano de 1988.

Figura 117: Pluviograma do posto 26.



Elaboração da autora (2021).

Com base nos resultados apresentados, é possível concluir que a ausência de chuvas significativas por meses consecutivos durante um ano seco não é uma regra geral que sirva para toda a área de estudo. Para caracterizar um ano como seco, não basta apenas a ausência de chuvas num mês, é necessário ocorrer redução ao longo de vários meses ou de todo o ano, incluindo os períodos de verão e primavera, épocas em que normalmente há maior incidência de chuvas. Adicionalmente, é importante ressaltar que a ocorrência de meses com chuvas habituais ou até mesmo abundantes em um determinado ano não garante a ausência de estiagem. Um exemplo disso é o ano de 2008, pois mesmo tendo sido um ano excepcionalmente chuvoso, ele apresentou estiagem entre os meses de junho e agosto.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ANOS-PADRÃO NA ÁREA DE ESTUDO

A partir da investigação qualitativa das cartas pluviométricas anuais (figuras 22 a 96) e sazonais (figuras 101 a 113), e dos pluviogramas (figuras 115 a 117), foi realizada a identificação e a classificação dos anos-padrão, baseada na distribuição espacial e temporal das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul e arredores, conforme demonstra a figura 118, que sintetiza o período 1946 - 2020. Os resultados colocam em evidência a maior frequência de anos que podem ser considerados como de chuvas habituais, ou seja, anos em que os volumes das chuvas estiveram nos valores esperados. Já os anos considerados excepcionais, que também tiveram ocorrência em grandes porções da área de estudo, foram os de: 1988, 2003, 2006 e 2019, exemplificadores do padrão seco, e os anos de: 1983, 2008, 2011 e 2015, que são anos representativos do padrão chuvoso.

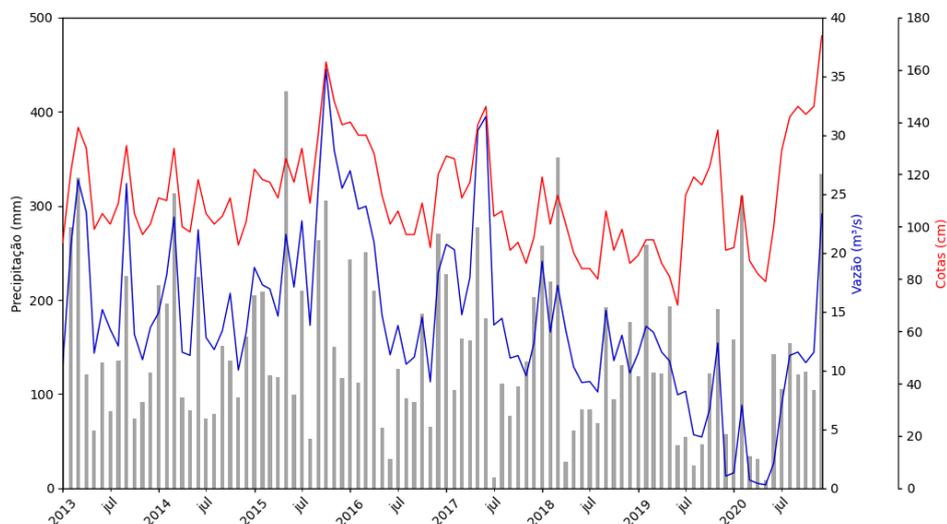
4.3 ANÁLISE FLUVIOMÉTRICA E REFLEXOS DAS CHUVAS

Até o momento foram tratadas as variações espaciais e temporais das chuvas anuais, sazonais e mensais, que refletem os diferentes ritmos pluviais dos anos aqui analisados. Por consequência, impactam - direta e indiretamente - na vazão e nas cotas do rio Cubatão do Sul e de seus afluentes. Assim como na captação e produção de água para o consumo dos habitantes da Grande Florianópolis.

Para tentar avaliar a provável correspondência entre variáveis pluviométricas e fluviométricas na bacia do rio Cubatão do Sul, foi selecionado um posto (n.º 18) que se encontra muito próximo da área de captação da Estação de Tratamento de Água (ETA). De posse dos dados mensais de chuva, vazão e cotas deste posto, referentes ao período curto (2013 - 2020), foi confeccionado um “gráfico-síntese” (figura 118), cuja análise permite constatar que:

- Há sempre uma correspondência dos meses chuvosos e secos com a variação da vazão e da cota, embora, em alguns momentos, haja um ligeiro atraso na resposta destes últimos em relação aos primeiros;
- As variáveis hídricas respondem conforme a pluviosidade sazonal, sendo o verão mais chuvoso, com maior vazão e nível do rio mais elevado; já o inverno, menos chuvoso, é o período com menores vazões e cotas;
- No final do ano de 2015 e no início do ano de 2017 foram registradas as maiores vazões de toda a série temporal, superando os 30 m³/s;
- O período compreendido entre o meio do ano de 2019 e o início do ano de 2020 foi marcado por grande escassez de chuvas, o que se refletiu na vazão, pois no decorrer dos meses do inverno/outono de 2019/2020, ela quase nunca ultrapassou os 10 m³/s, principalmente durante os meses de março, abril e maio de 2020, quando a vazão quase baixou a zero m³/s.

Figura 119: Vazão (m^3/s) e cota (cm), com volume pluviométrico mensal do posto 18.



Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2021).

4.4 ANÁLISE DO CONSUMO HÍDRICO E REFLEXOS DAS CHUVAS

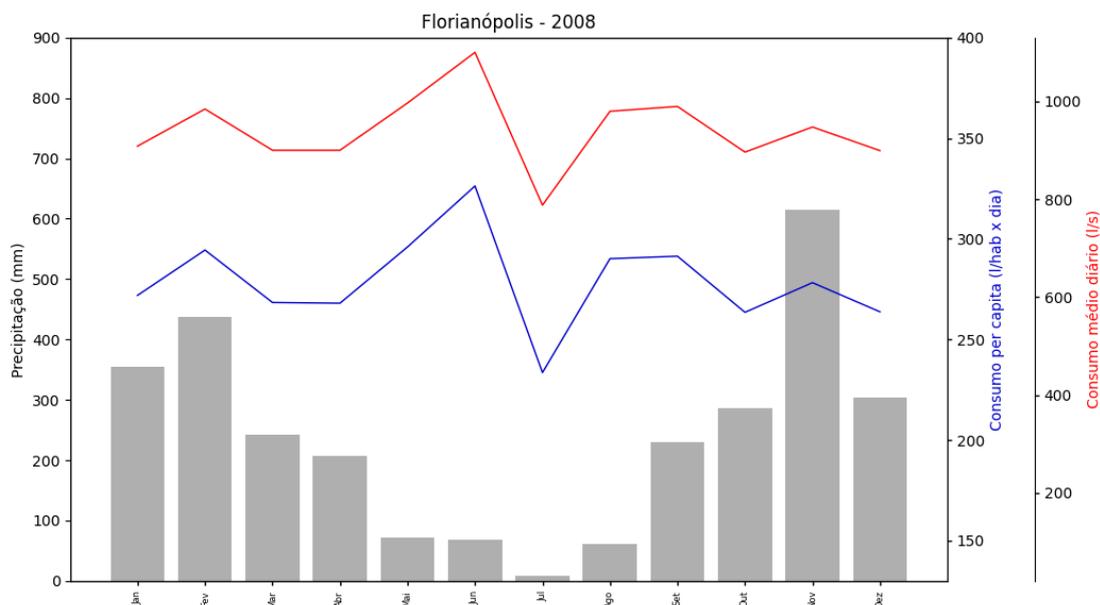
Para analisar o consumo *per capita* e consumo médio diário da população abastecida pela bacia do Rio Cubatão foram selecionados dois anos excepcionais: 2008, que foi muito chuvoso, e 2019, que foi bastante seco. Seus reflexos poderiam ter sido sentidos nos municípios de Florianópolis, de Biguaçu, de Santo Amaro da Imperatriz e de São José, todos eles abastecidos pelas águas captadas na bacia do Rio Cubatão do Sul.

4.4.1 Ano de 2008 - padrão chuvoso

No ano de 2008 (conforme as figuras 120 a 123), que foi muito chuvoso, a oscilação do consumo *per capita* e do consumo médio diário de água, no decorrer do período, indica que os meses de outubro e novembro, os mais chuvosos, não apresentaram um aumento no consumo, pelo contrário, houve uma leve queda. Os municípios de Florianópolis e de São José, sendo os mais populosos da área do estudo, apresentaram queda no consumo no mês de

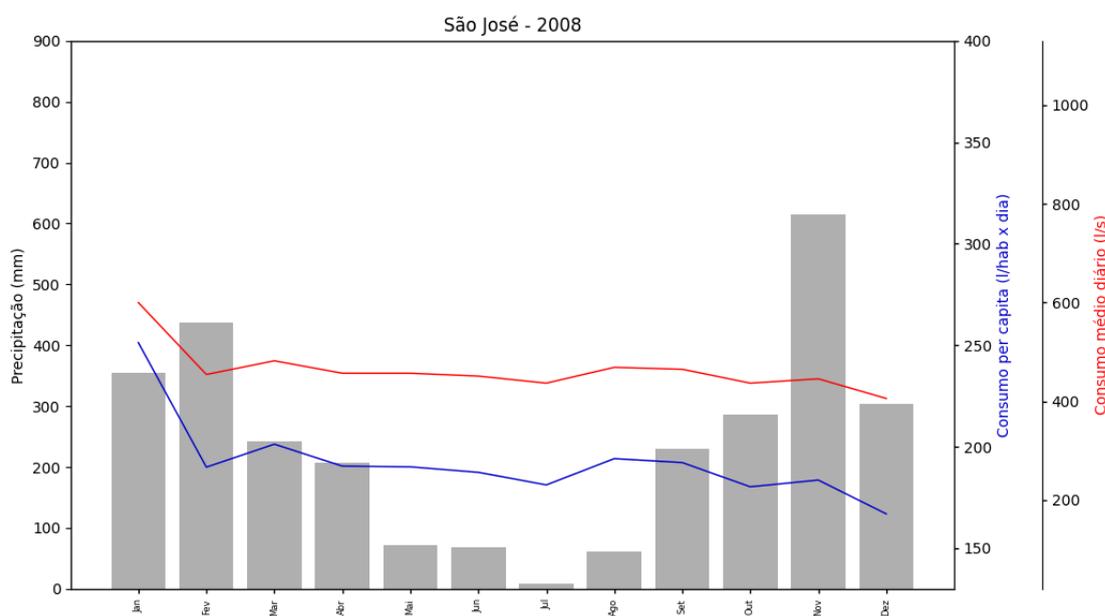
julho, o menos chuvoso do ano; enquanto os municípios de Biguaçu e Santo Amaro da Imperatriz, sendo os menos populosos, não apresentaram esta característica.

Figura 120: Registro de chuva do posto 10 e o consumo per capita e médio diário do município de Florianópolis, no ano de 2008.



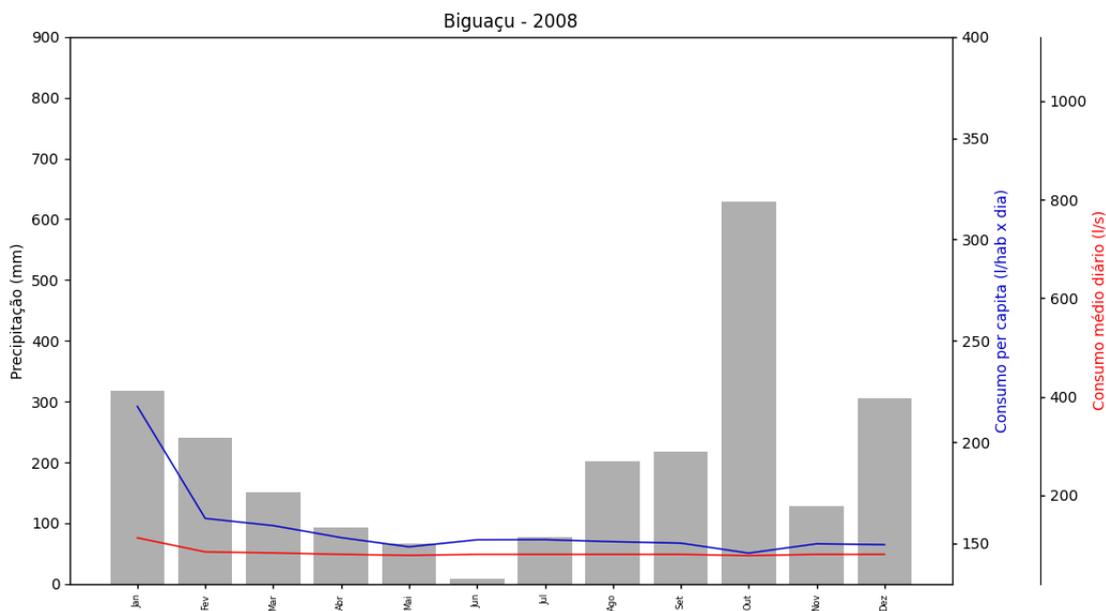
Fonte de dados: INMET (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 121: Registro de chuva do posto 10 e o consumo per capita e médio diário do município de São José, no ano de 2008.



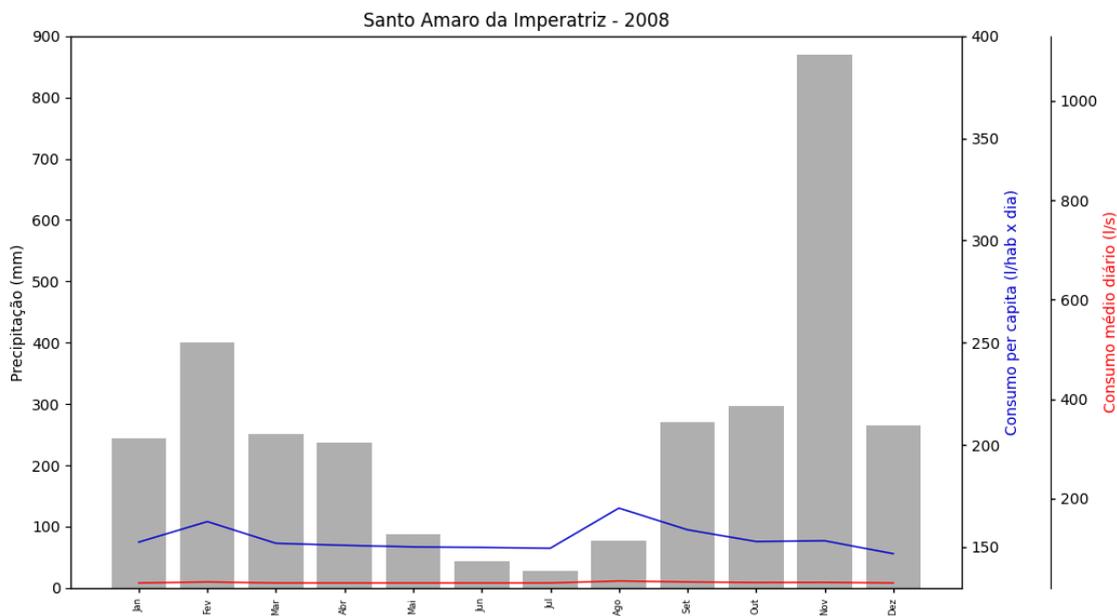
Fonte de dados: INMET (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 122: Registro de chuva do posto 3 e o consumo per capita e médio diário do município de Biguaçu, no ano de 2008.



Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 123: Registro de chuva do posto 18 e o consumo per capita e médio diário do município de Santo Amaro da Imperatriz, no ano de 2008.

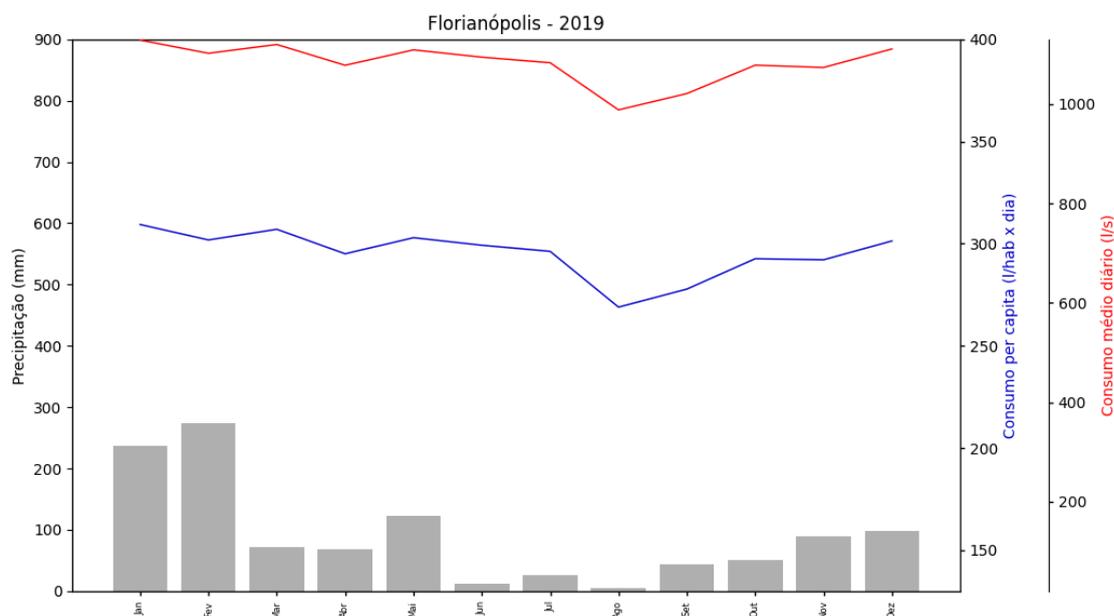


Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2023).

4.4.2 Ano de 2019 - padrão seco

No ano de 2019, que foi bastante seco, a variação do consumo *per capita* e médio diário hídrico demonstra que a partir do mês de junho, em todos os municípios, houve queda do consumo, sendo mais pronunciada no mês de agosto, correspondendo aos reflexos da pouca chuva na área do estudo. Nos meses seguintes ocorreu o aumento de consumo, devido a alguma elevação da chuva (conforme as figuras 124 a 127).

Figura 124: Registro de chuva do posto 10 e o consumo per capita e médio diário do município de Florianópolis, no ano de 2019.



Fonte de dados: INMET (2021). Elaboração da autora (2023).

Figura 125: Registro de chuva do posto 10 e o consumo per capita e médio diário do município de São José, no ano de 2019.

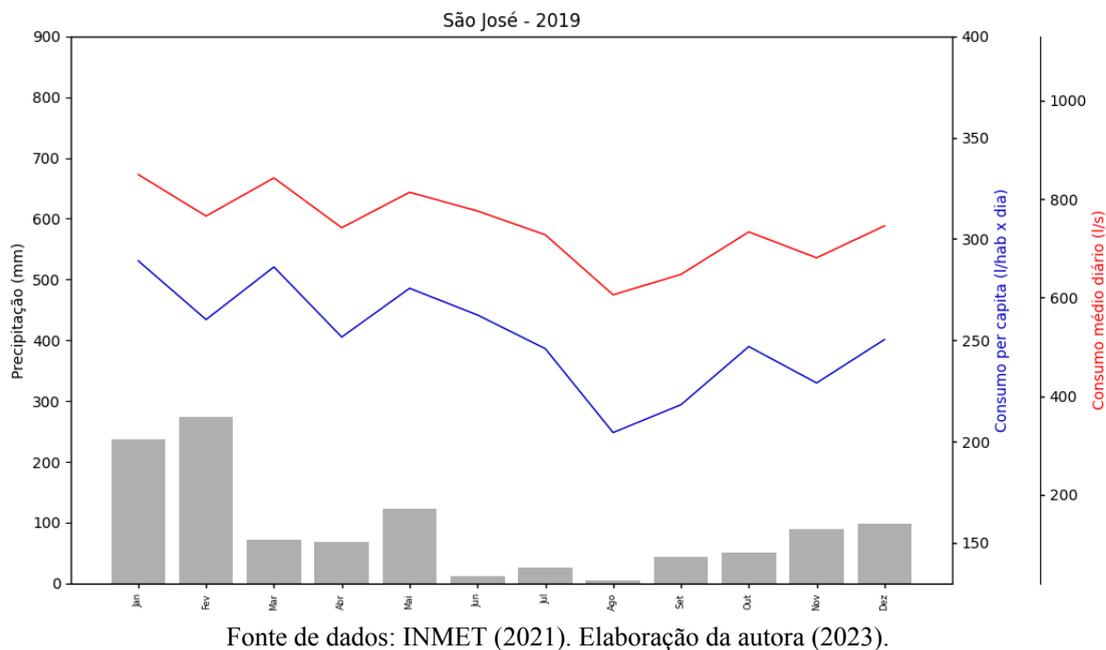


Figura 126: Registro de chuva do posto 3 e o consumo per capita e médio diário do município de Biguaçu, no ano de 2019.

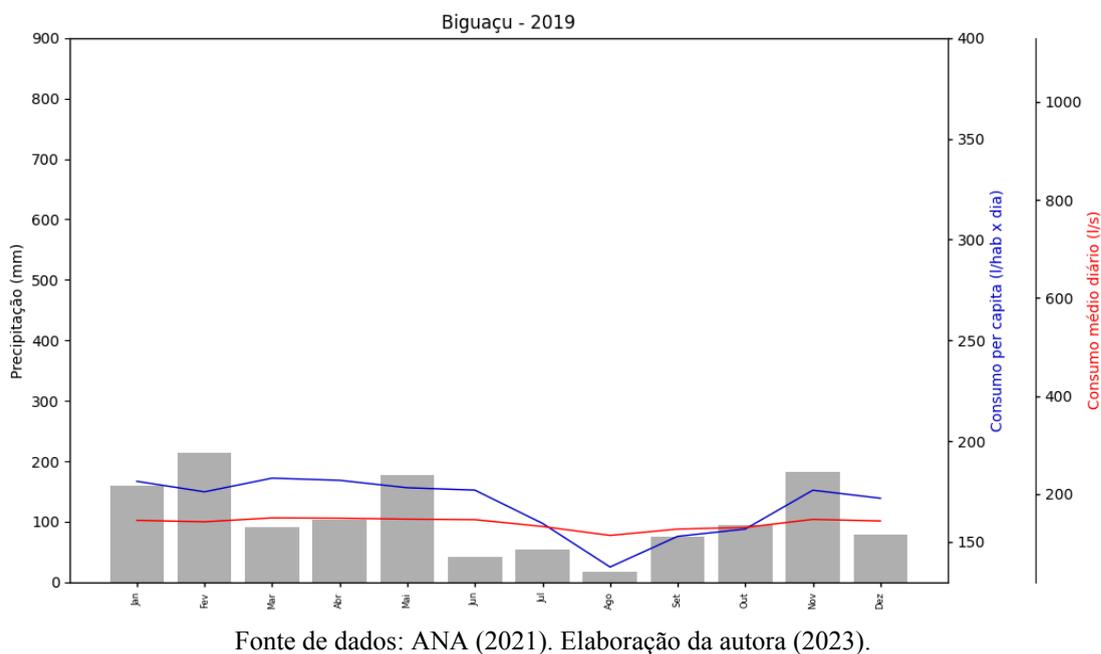
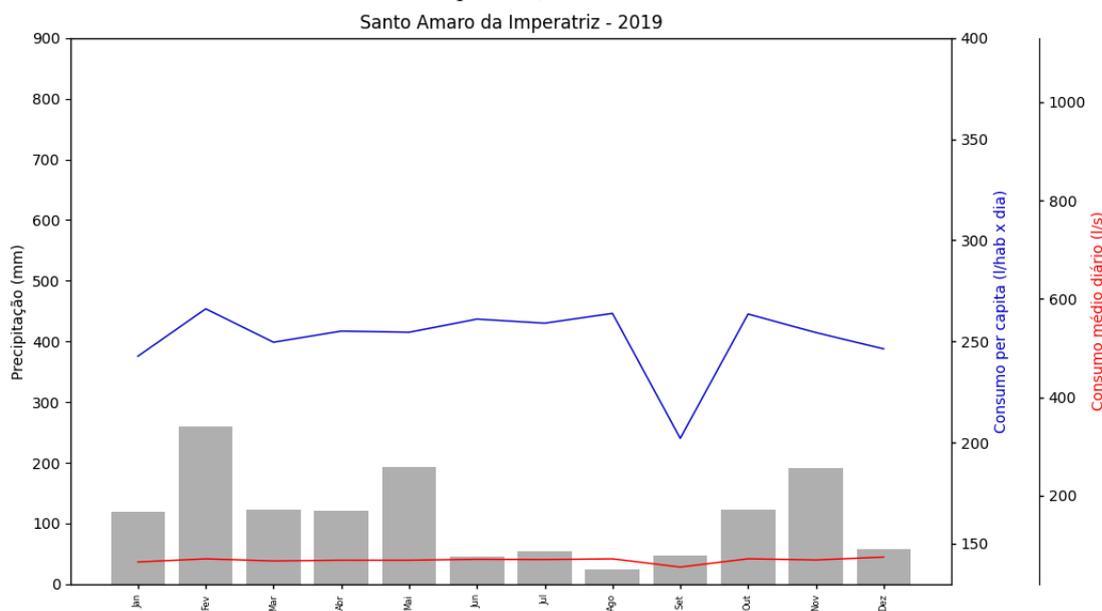


Figura 127: Registro de chuva do posto 18 e o consumo per capita e médio diário do município de Santo Amaro da Imperatriz, no ano de 2019.



Fonte de dados: ANA (2021). Elaboração da autora (2023).

Acredita-se que o consumo de água tende a aumentar significativamente nos meses mais chuvosos, já que há mais água disponível e, portanto, podem usá-la de forma mais abundante. Mas, segundo os resultados demonstrados do ano de 2008, que foi um dos mais chuvosos da série histórica, durante os meses com os volumes de precipitação elevados não houve aumento no consumo *per capita* e no consumo médio diário de água dos municípios abastecidos pelo rio Cubatão do Sul. Existem possíveis motivos para ocorrer este perfil de consumo hídrico pela população, entre eles: a diminuição da necessidade de irrigação para as lavouras e gramados/plantas domésticas; redução da demanda industrial; redução de desperdícios, ou seja, as pessoas adotam práticas mais econômicas, com maior consciência ambiental.

Durante todo o inverno do ano de 2019 houve escassez de chuvas, o que refletiu significativamente no consumo de água dos municípios abastecidos pelo Rio Cubatão do Sul. Quando há uma redução expressiva na oferta de água, é comum ocorrer uma diminuição no consumo médio diário, uma vez que as pessoas passam a adotar medidas para economizar o recurso. Já em relação ao consumo *per capita*, a falta de chuva pode ter reflexos diretos na disponibilidade de água para cada indivíduo, pois quando a oferta hídrica é reduzida, às vezes, pode ser que seja necessário limitar o consumo de cada pessoa, a fim de garantir que haja água para todos.

4.5 A ESCOLHA DO PERÍODO PARA ANÁLISE RÍTMICA EM CLIMATOLOGIA

A análise rítmica de um período de estiagem, ou seja, de um período que foi excepcionalmente seco, na bacia do Rio Cubatão do Sul e arredores, teve como objetivo analisar as variações do ritmo pluvial de maneira dinâmica, a partir da interpretação da atuação dos sistemas atmosféricos numa escala de tempo diária. A estiagem foi definida, neste estudo, pelos critérios:

- A pluviosidade anual e sazonal, que foram classificadas pela fórmula de Sturges;
- O percentual de chuvas caídas mês a mês, pelos pluviogramas de Schroeder (1956);
- A vazão hídrica do rio Cubatão do Sul.

No presente trabalho, a intenção foi a de selecionar um ano seco recente para as análises do ritmo atmosférico e pluvial. Nesse sentido, as cartas de isoietas anuais e sazonais construídas para a bacia do Rio Cubatão do Sul e entorno foram extremamente úteis.

Elas mostraram que o ano de 2019, o penúltimo da série analisada, apresentou chuvas reduzidas. Mostraram, também, que houve redução das chuvas desde o inverno do ano de 2019 até o outono do ano de 2020. Revelaram, ainda, que a estiagem foi mais intensa durante os meses de junho a agosto do ano de 2019 e, também, do mês de março até o mês de maio do ano de 2020. Este último período foi muito crítico, pois a participação das chuvas, no total anual correspondente, ficou em torno de 1%, o que significa uma participação praticamente nula.

A escassez de chuvas, no decorrer dos meses acima mencionados, refletiu na vazão hídrica do Rio Cubatão do Sul, que é um dos principais rios utilizados para o abastecimento dos municípios da Grande Florianópolis, pois ela praticamente não ultrapassou de 10 m³/s. Principalmente durante os meses de março, abril e maio de 2020, período em que quase atingiu o valor mínimo de zero m³/s. Diante deste reflexo ocorreu impacto no abastecimento dos municípios que fazem parte do SIA Grande Florianópolis, pois ficou evidente que o consumo *per capita* e o consumo médio diário diminuíram a partir do mês de junho de 2019 e, de uma forma bem pronunciada, durante o mês de agosto desse mesmo ano.

Com base nos resultados apresentados, pode-se afirmar que a região da Grande Florianópolis enfrentou um período de estiagem severa em dois momentos: entre os meses de junho e agosto de 2019 e entre os meses de março e maio de 2020.

Para compreender as variações do ritmo pluvial no período que vai de junho de 2019 até maio de 2020 é importante identificar os sistemas atmosféricos que agiram sobre a área de estudo e quais deles foram os responsáveis.

4.6 A DINÂMICA ATMOSFÉRICA E A GÊNESE DAS CHUVAS NO PERÍODO DE JUNHO DE 2019 A MAIO DE 2020

O ritmo climático somente pode 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 atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo” (MONTEIRO, 1971, p. 9). Portanto, graças à elaboração da análise rítmica do período entre o mês de junho de 2019 e maio de 2020 foi possível identificar os tipos de tempo em sequência contínua (massas de ar e passagens frontais) atuantes na bacia do Rio Cubatão do Sul e seu entorno e alcançar a gênese das chuvas durante esse período.

Para que fosse possível esta análise, foram elaborados gráficos com todas as informações necessárias à identificação dos tipos de tempo: pressão, temperatura, umidade, precipitação, radiação, direção e velocidade dos ventos, conforme ilustrações abaixo (figuras 129 a 140). Em seguida, de posse desses gráficos de análise rítmica, foi feita a interpretação geográfica de sequências de cartas sinóticas, cujos resultados estão sintetizados na figura 141, que informa quais foram os sistemas atmosféricos atuantes, dia a dia, em dois horários sinóticos (12 e 18 GMT).

A partir dessa análise rítmica contínua foi possível a elaboração de um quadro da atuação geral dos sistemas atmosféricos (figura 143) e, também, um quadro a respeito da gênese das chuvas nesse mesmo período, que está representado na figura 144.

Figura 128: Legenda dos gráficos da análise rítmica.

— Pressão atmosférica às 9h (mb)
— Pressão atmosférica às 15h (mb)

— Temperatura máxima (°C)
— Temperatura mínima (°C)
— Temperatura às 9h (°C)

• Umidade 12
• Umidade 18

■ Precipitação (mm)

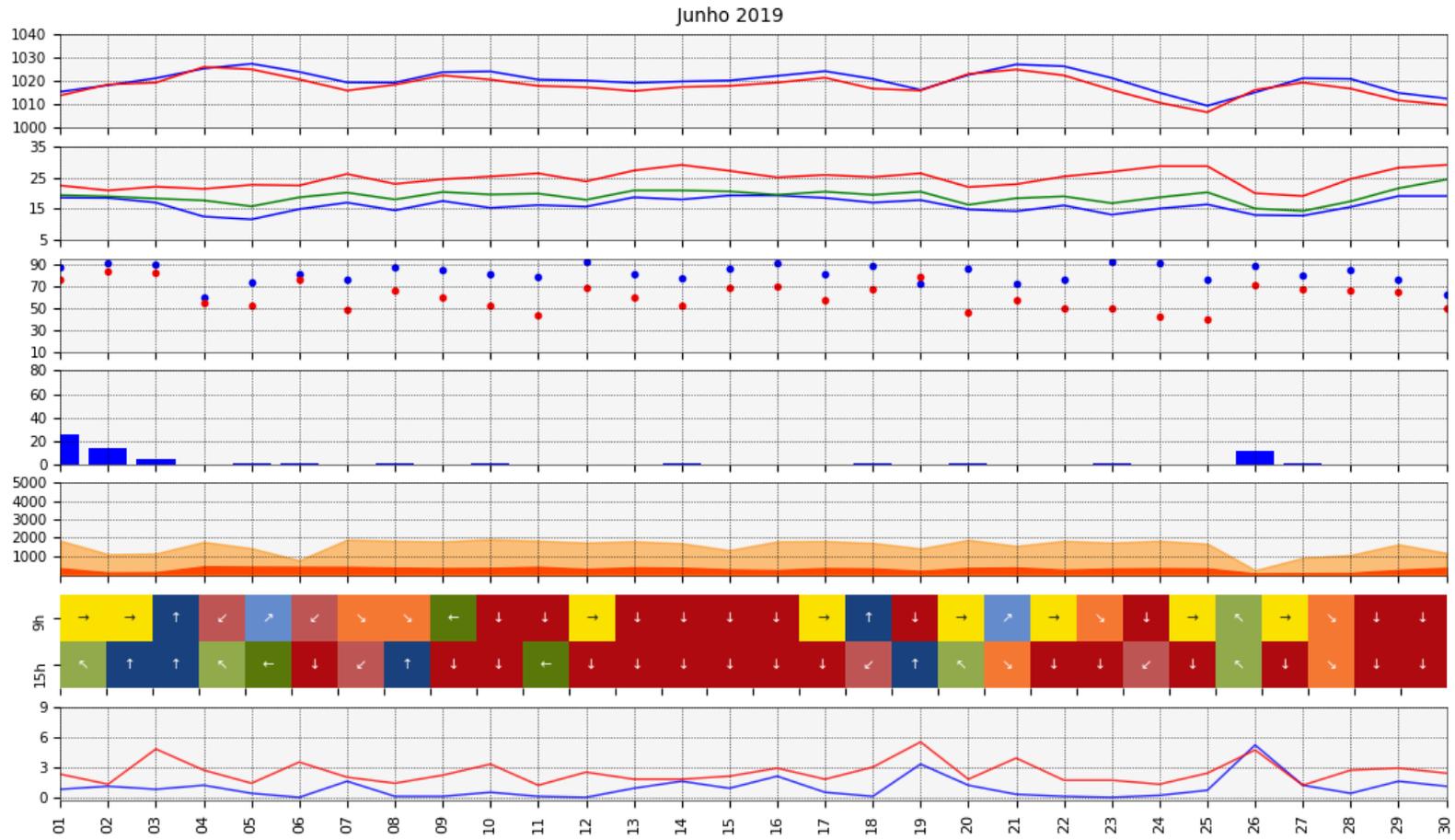
■ Radiação Global às 9h (Kj/m²)
■ Radiação Global às 15h (Kj/m²)

MW
W
SW
S
SE
E
NE
N

Direção do vento

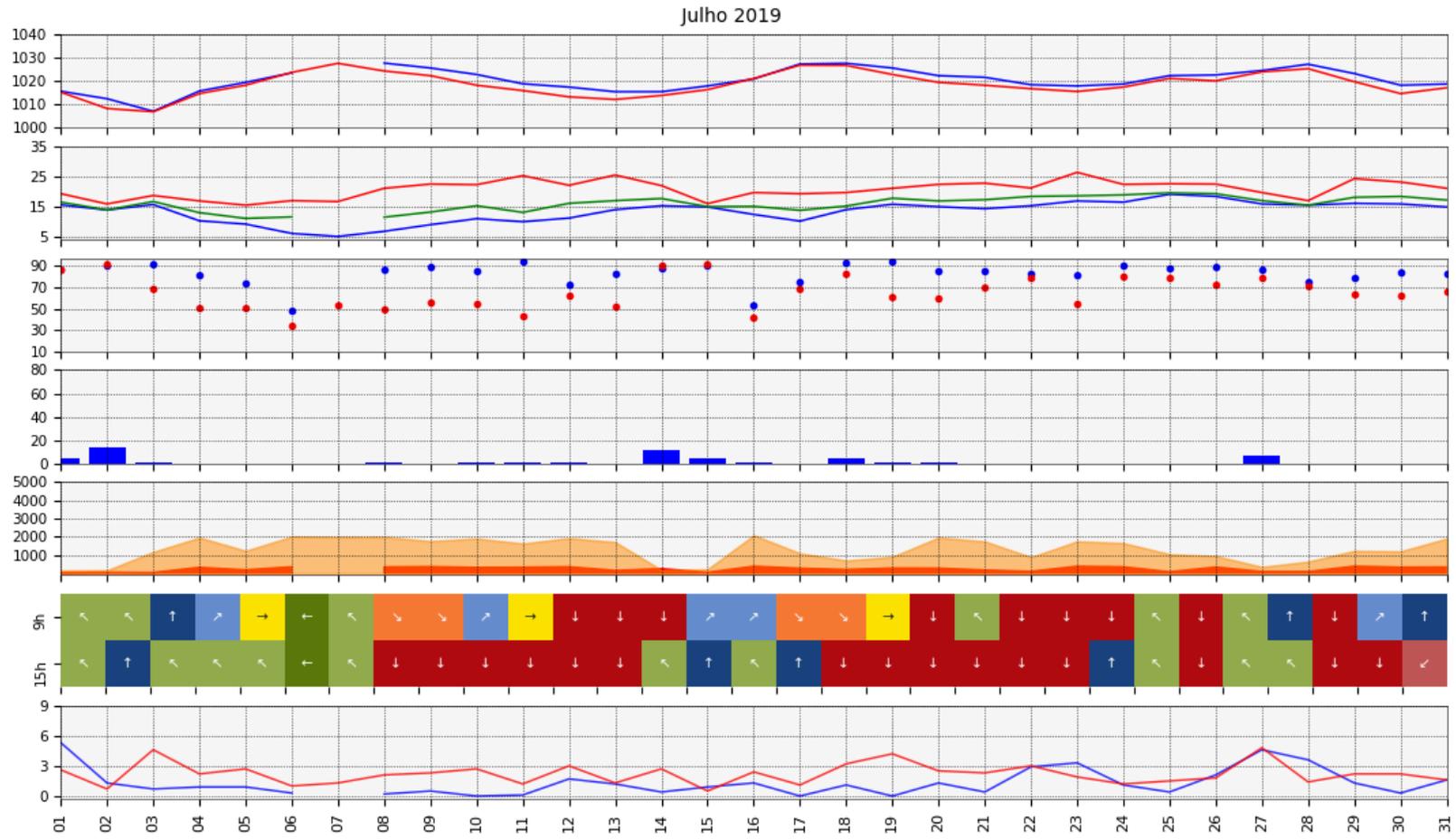
— Velocidade do vento às 9h (m/s)
— Velocidade do vento às 15h (m/s)

Figura 129: Gráfico de análise rítmica do mês de junho de 2019.



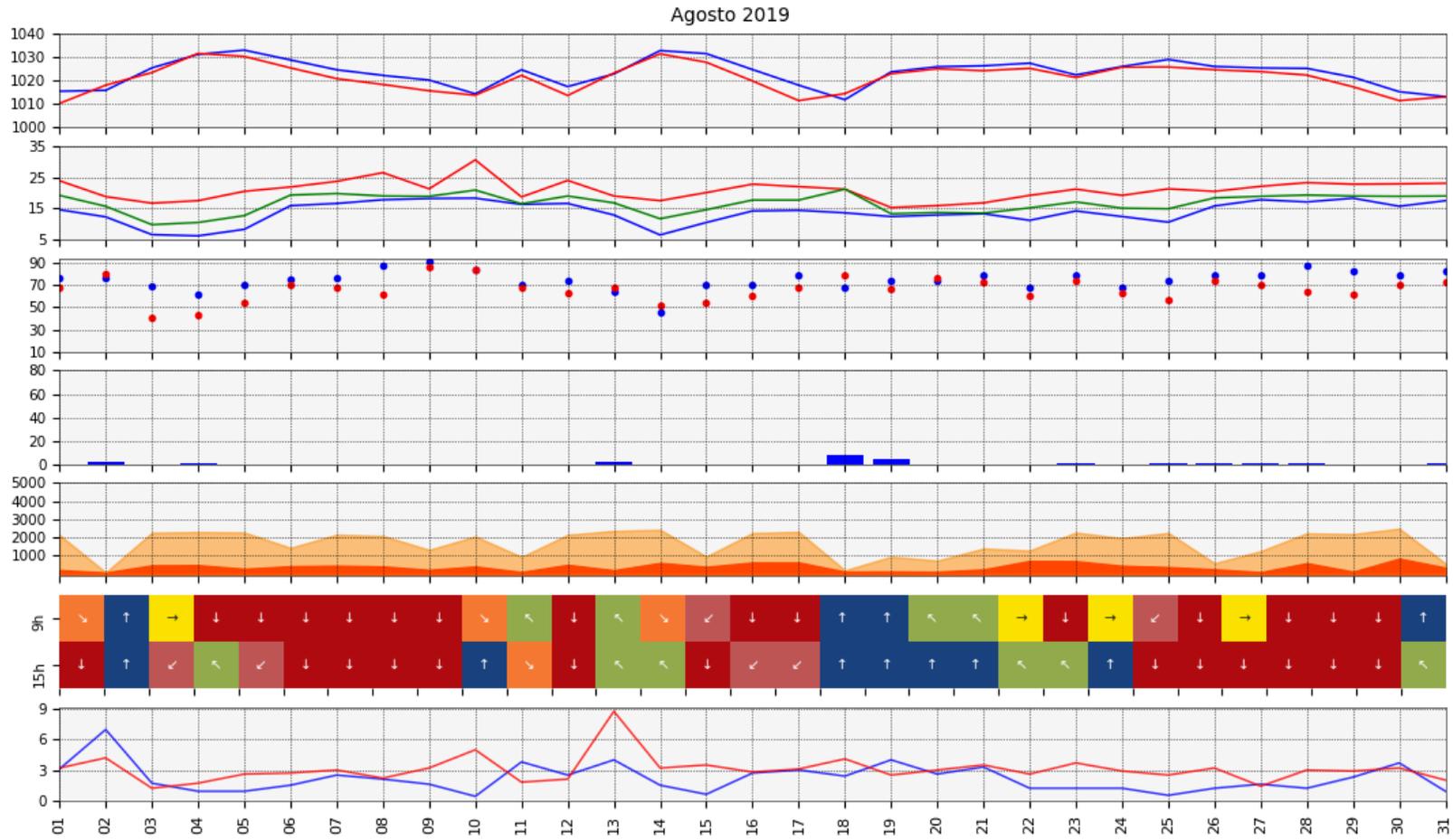
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 130: Gráfico de análise rítmica do mês de julho de 2019.



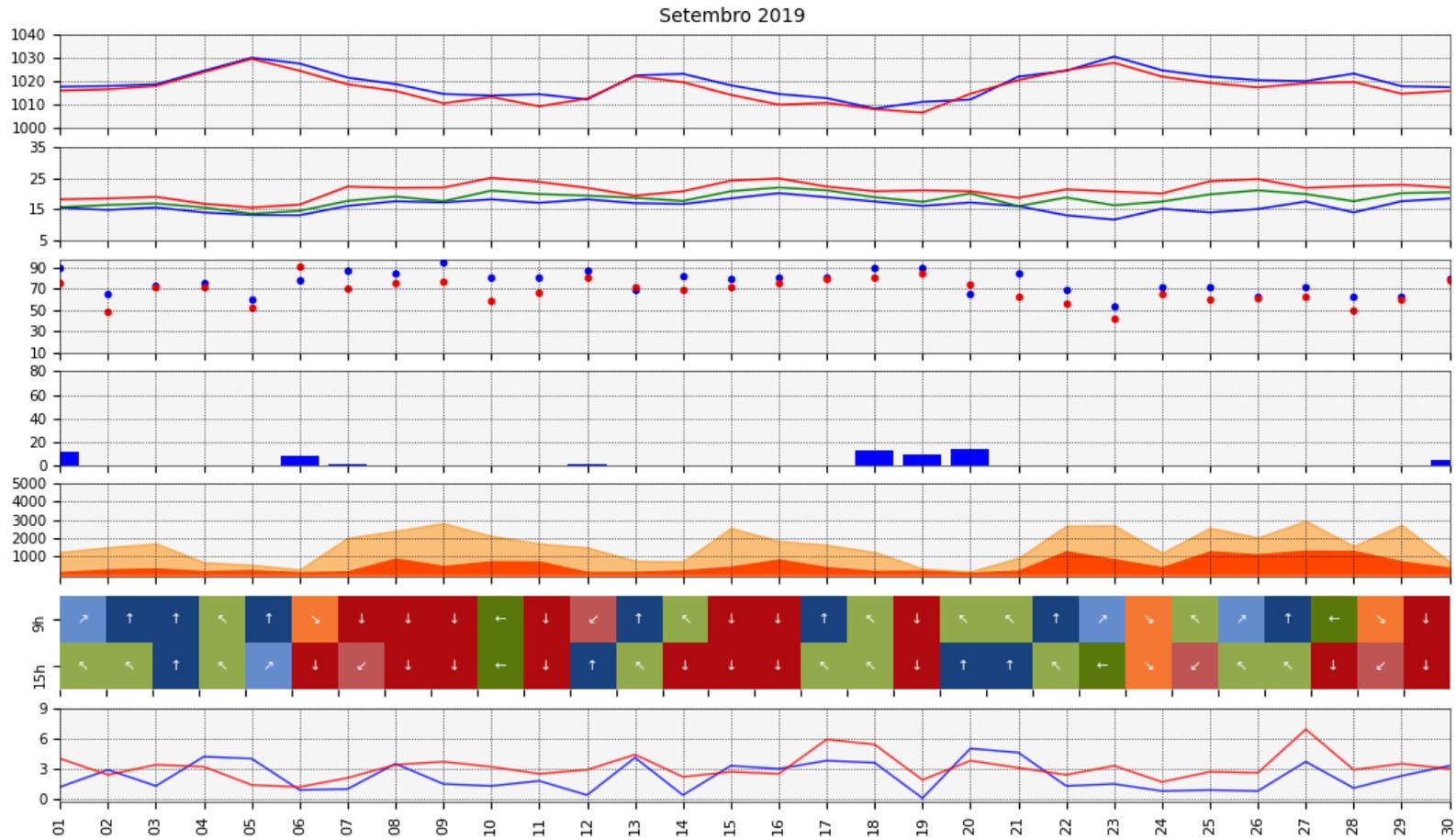
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 131: Gráfico de análise rítmica do mês de agosto de 2019.



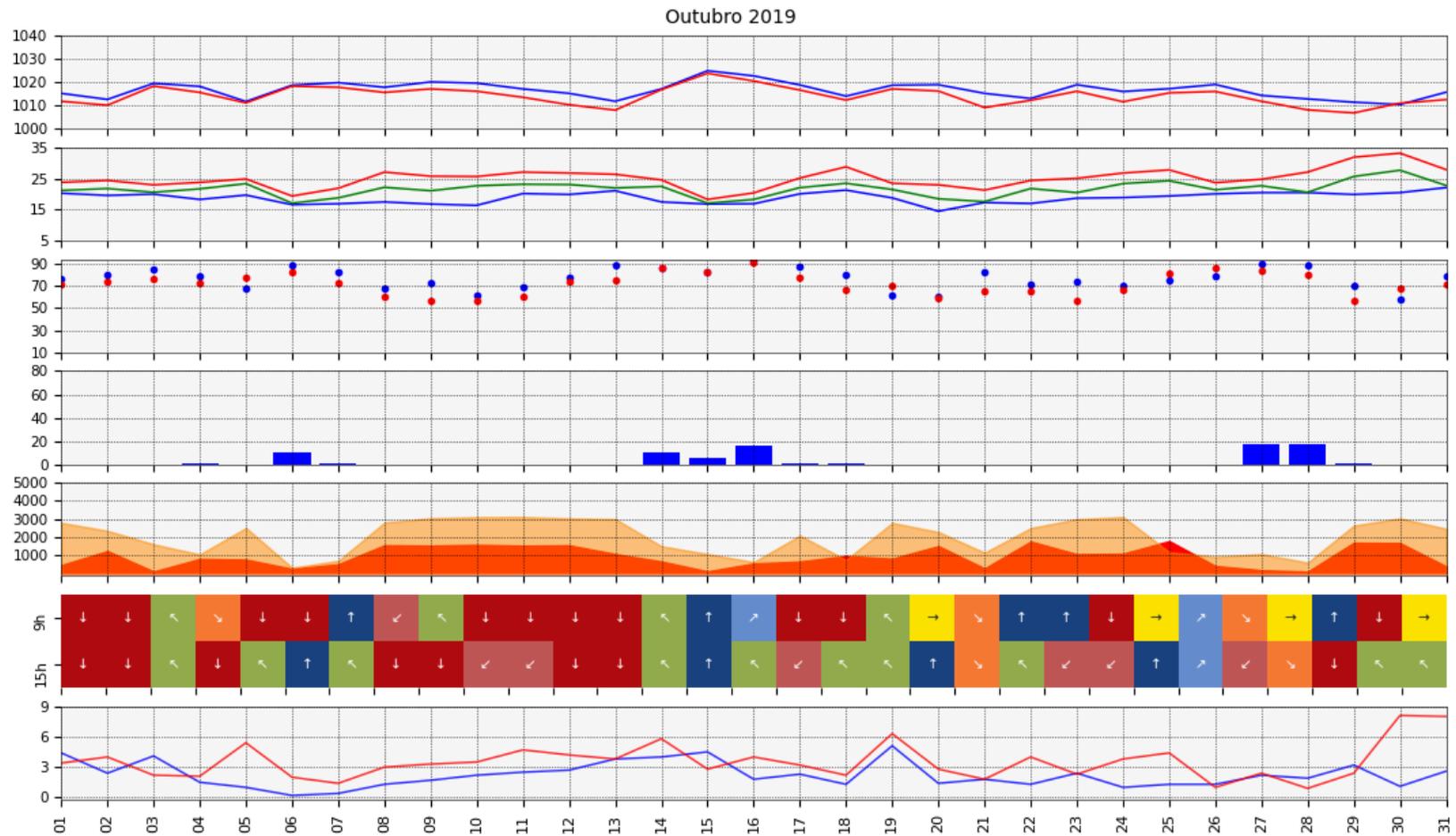
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 132: Gráfico de análise rítmica do mês de setembro de 2019.



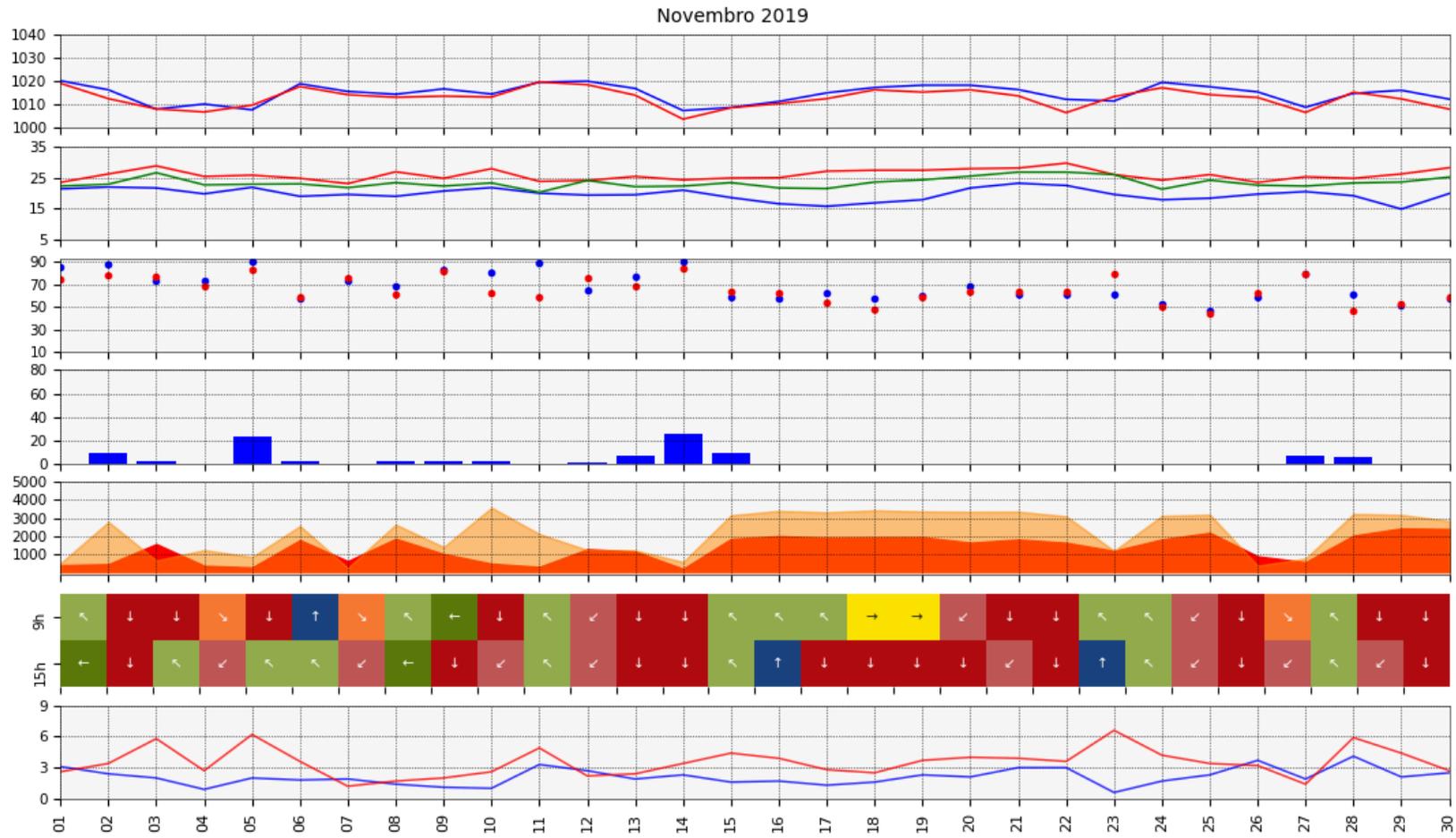
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 133: Gráfico de análise rítmica do mês de outubro de 2019.



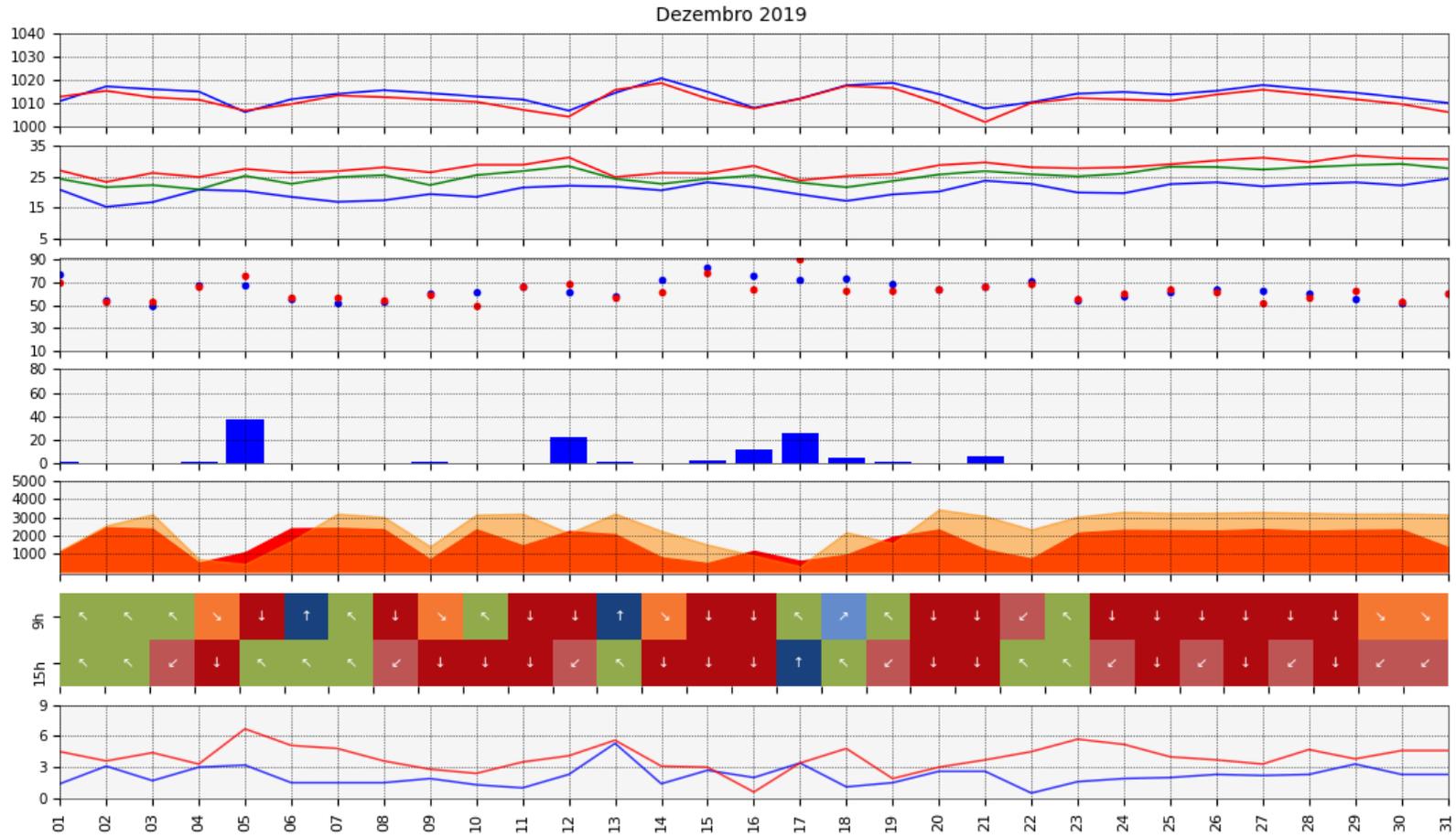
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 134: Gráfico de análise rítmica do mês de novembro de 2019.



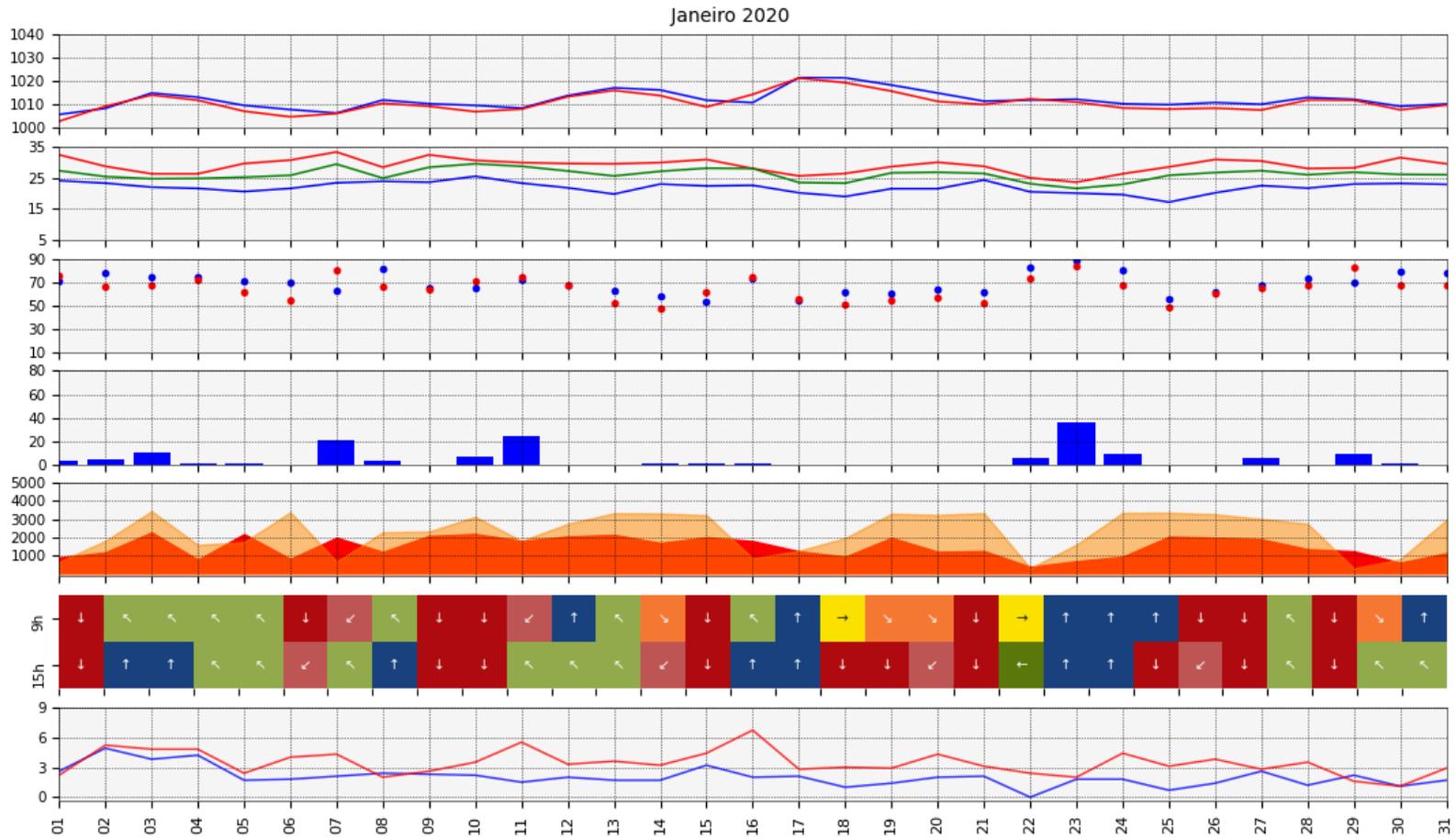
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 135: Gráfico de análise rítmica do mês de dezembro de 2019.



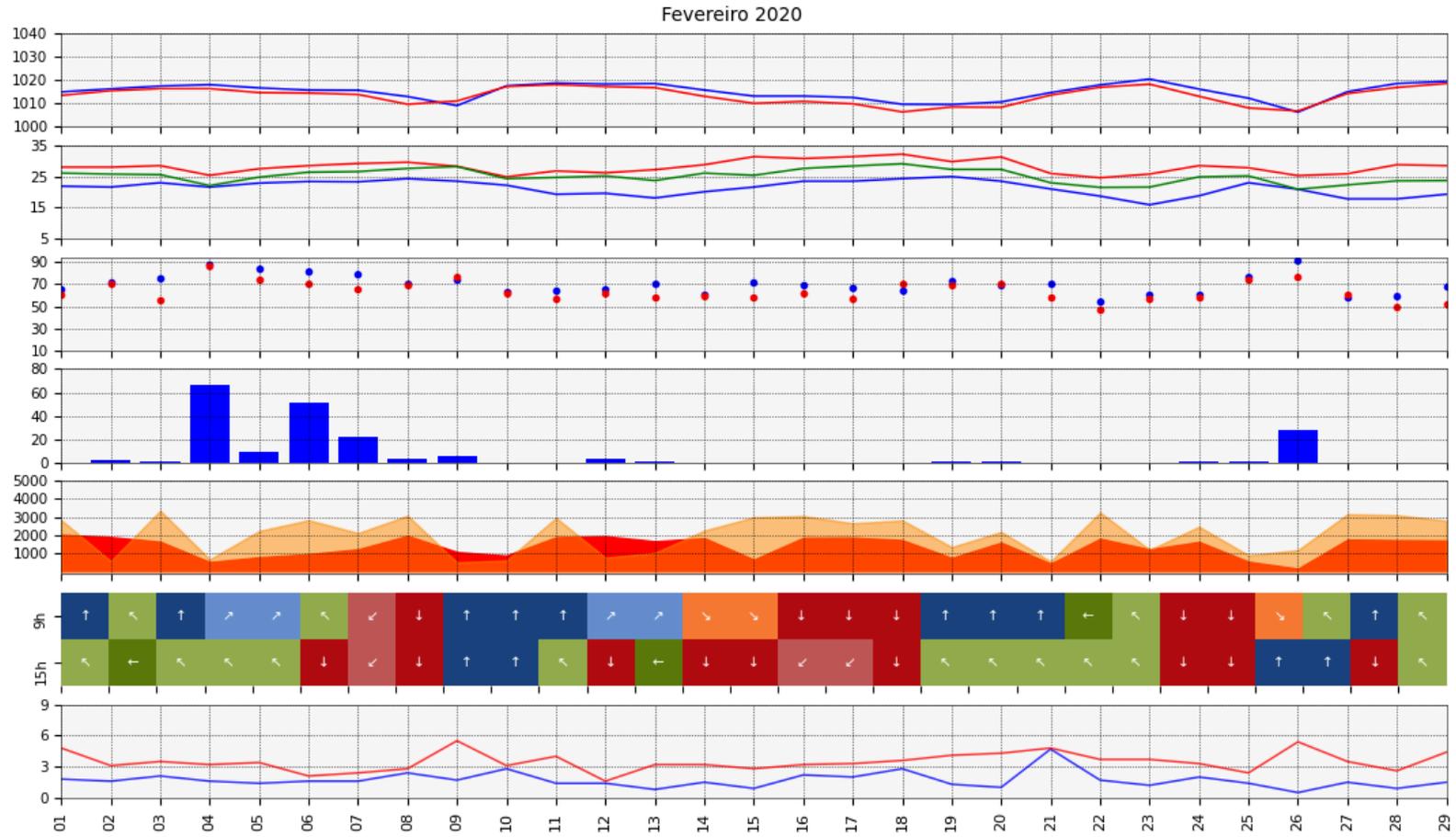
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 136: Gráfico de análise rítmica do mês de janeiro de 2020.



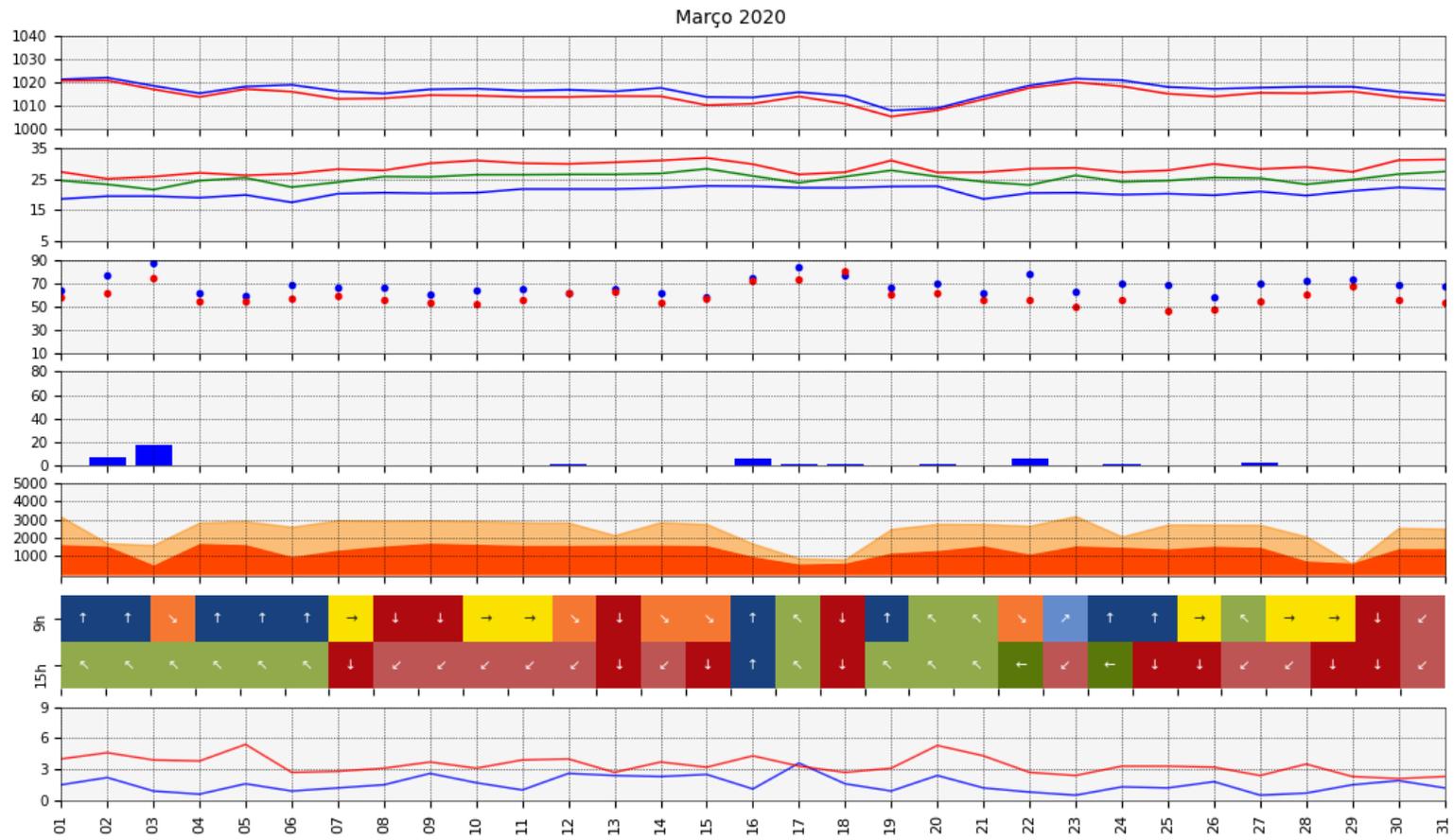
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 137: Gráfico de análise rítmica do mês de fevereiro de 2020.



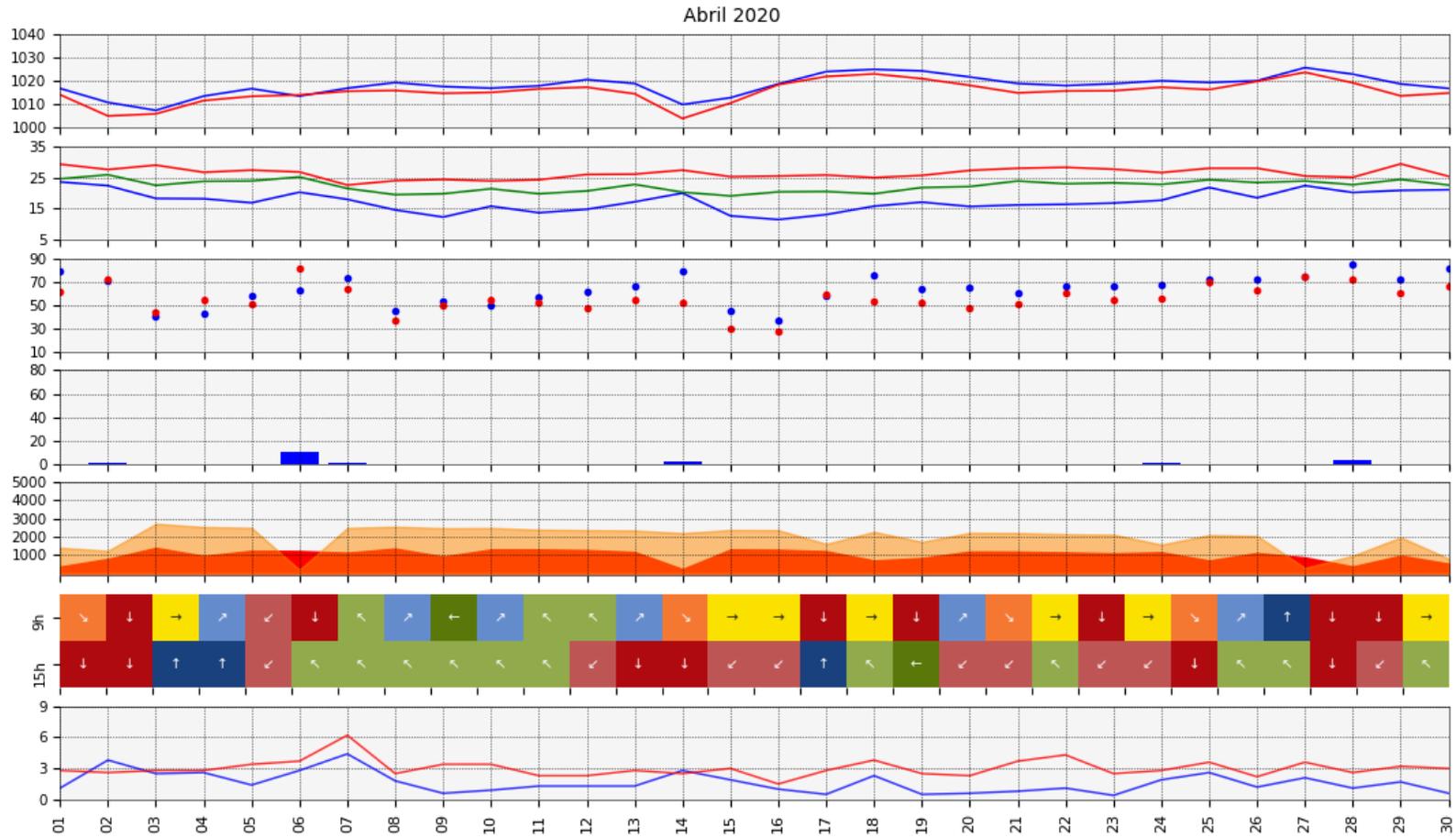
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 138: Gráfico de análise rítmica do mês de março de 2020.



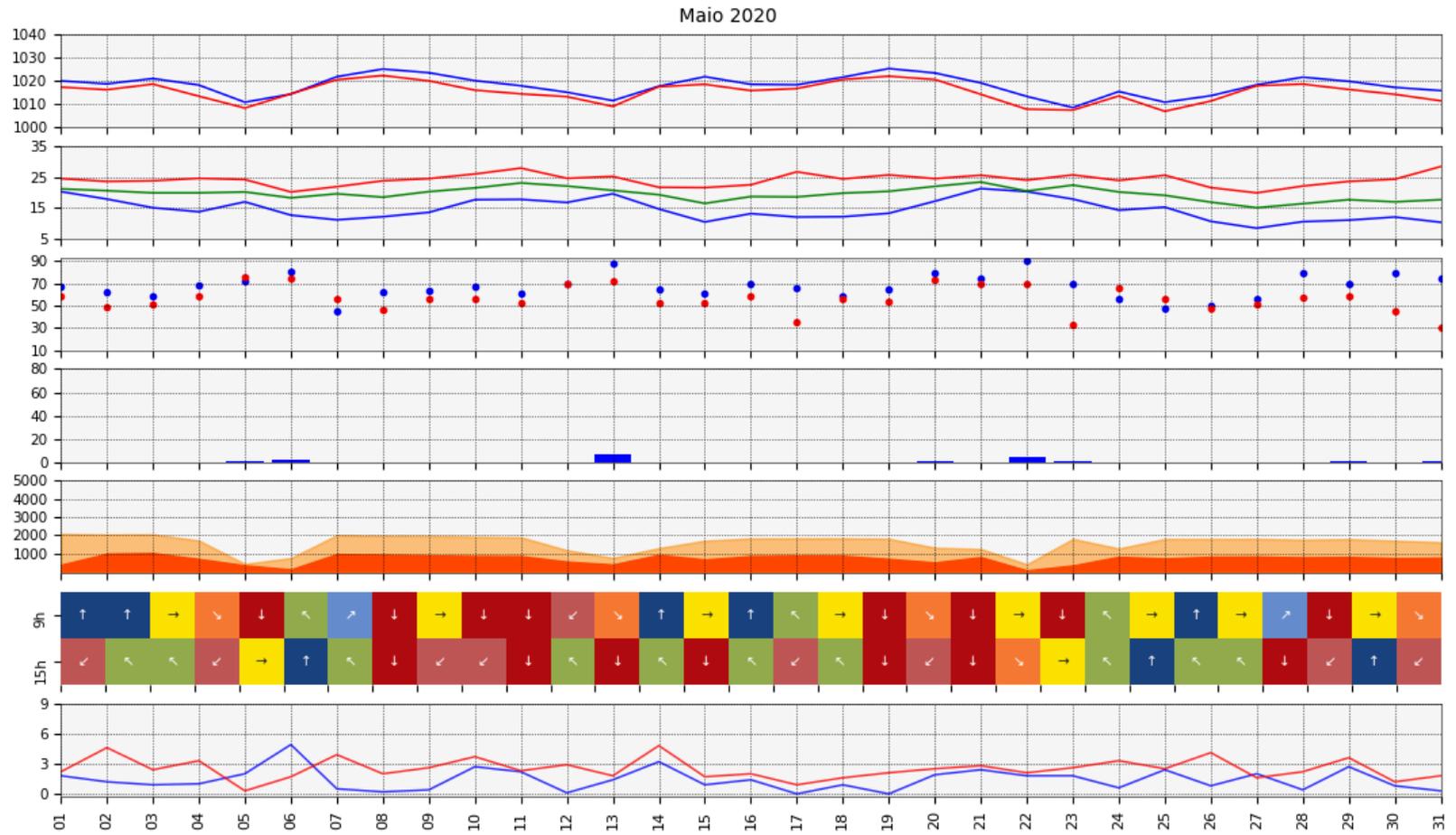
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 139: Gráfico de análise rítmica do mês de abril de 2020.



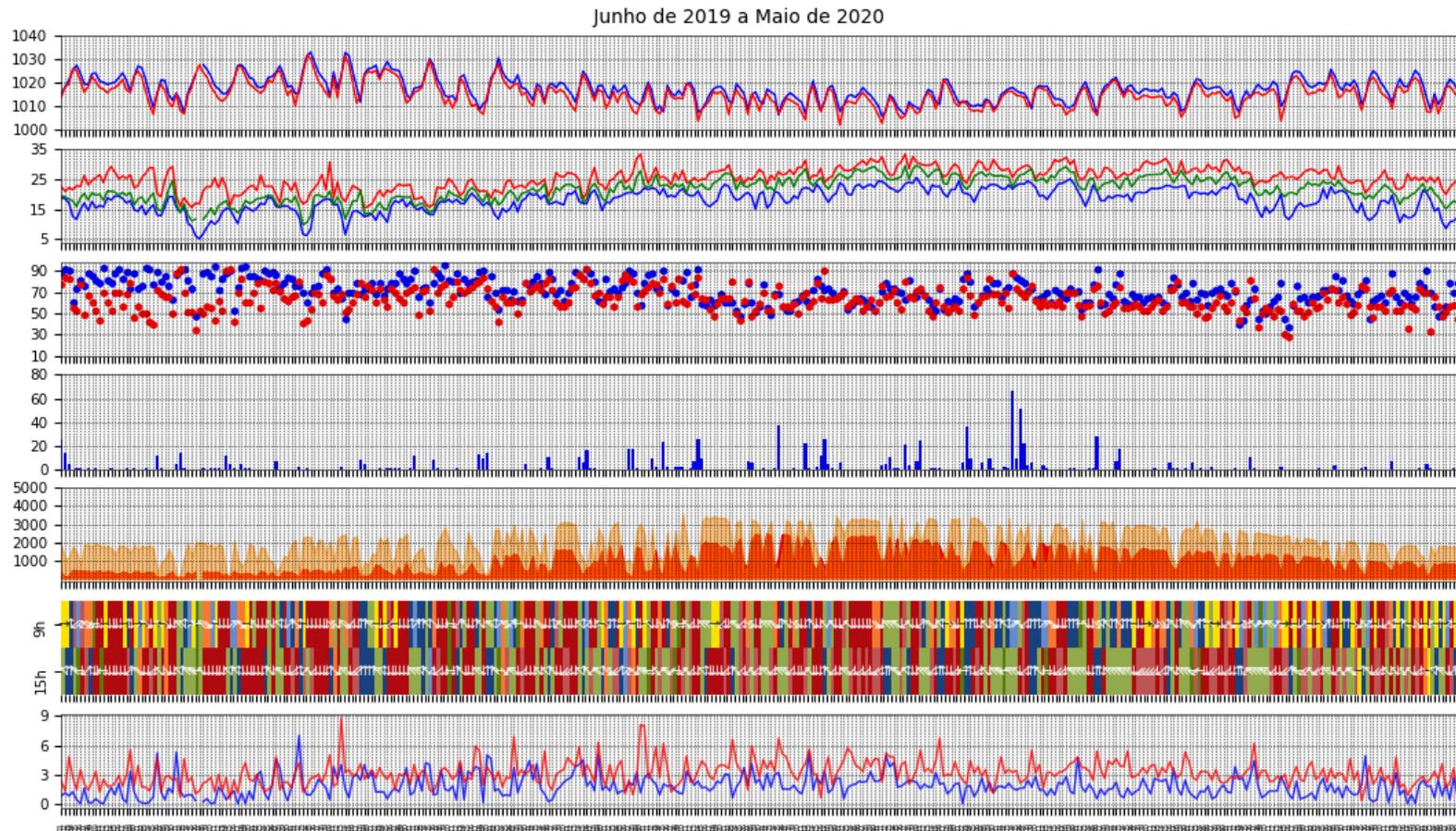
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 140: Gráfico de análise rítmica do mês de maio de 2020.



Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 141: Gráfico de análise rítmica do mês de junho de 2019 a maio de 2020.



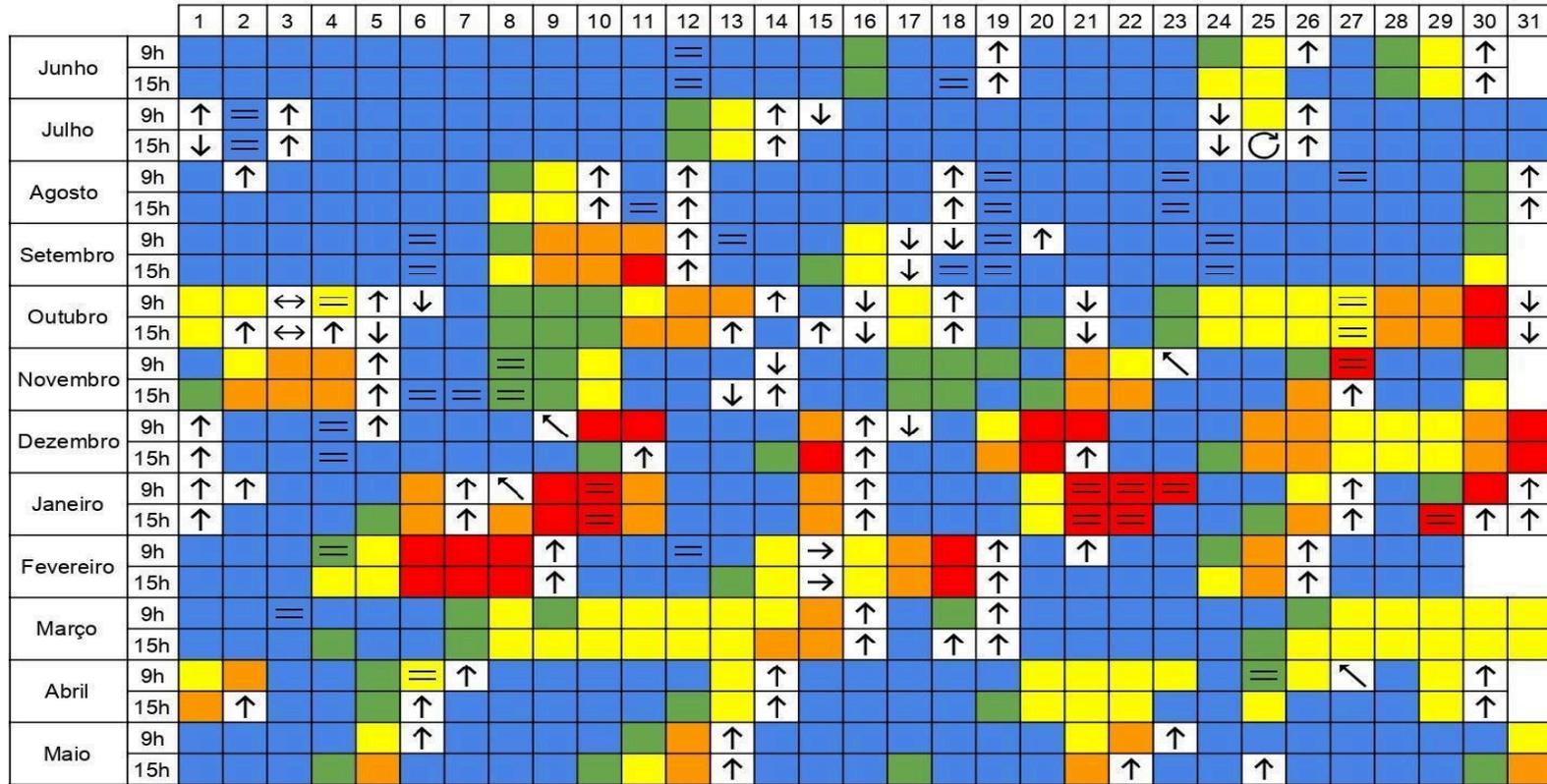
Fonte de dados: INMET (2023). Elaboração da autora (2023).

Figura 142: Legenda dos sistemas atmosféricos atuantes.

↑	Frente Polar Atlântica (FPA)
↓	FPA com setor quente de retorno (FPA csqr)
↔	FPA Estacionária (FPA Est.)
⦿	FPA Oclusa (FPA Ocl.)
→	FPA em Dissipação (FPA Dis.)
↖	Repercussão de FPA (Rep. FPA)
=	Linha de Instabilidade
	Massa Polar Atlântica (MPA)
	Massa Polar Velha (MPV)
	Massa Tropical Atlântica (MTA)
	MTA Continentalizada (MTAC)
	Massa Tropical Continental (MTC)

Elaboração da autora (2023).

Figura 143: Atuação geral dos sistemas atmosféricos do mês de junho de 2019 a maio de 2020.



Elaboração da autora (2023).

Figura 144: Gênese pluvial do período de junho de 2019 a maio de 2020.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL		
Junho	Sistema	↑																	=								↑							13 dias	
	Chuva (mm)	25	13,6	4,2		0,2	0,4		0,2		0,2				0,2				0,2		0,2			0,2				10,8	0,8					56,20	
Julho	Sistema	↑	↓	↑											↑	↓												↑						14 dias	
	Chuva (mm)	4,8	14	1					0,2		0,2	0,2	0,2		10,8	4	0,2		3,8	0,8	0,2							6,6						47	
Agosto	Sistema		↑											↑					↑	=				=									↑	11 dias	
	Chuva (mm)		2,2		0,2									1,4					7,3	4,2				1		0,2	0,8	0,4	0,2				1	19	
Setembro	Sistema	↑					=							↑					↓	=	↑													8 dias	
	Chuva (mm)	11,2					8,2	0,2					0,8						12,8	8,8	13,6											4,4		60	
Outubro	Sistema				↑		↓								↑	↑	↓	↓	↑										=	=			↓	12 dias	
	Chuva (mm)				0,2		9,6	0,6							10,2	5	15,6	1	0,2										16,8	17,4	0,2		1,6		78
Novembro	Sistema	↓						↑							↓	↑																			15 dias
	Chuva (mm)	4	1,4	6	6,8	21		1,7		16	2,4	16	7,2	11,2	15													1,4			6,8	4,2			121,10
Dezembro	Sistema	↑													↑																				12 dias
	Chuva (mm)	0,8			0,2	37,2				1				21,6	0,2		1,4	10,8	25,8	4,2	1		5											109,20	
Janeiro	Sistema	↑	↑					↑																											18 dias
	Chuva (mm)	3,4	3,8	10,4	1,2	0,2		21,2	3		6,6	24,2		0,2	0,2	1																			141
Fevereiro	Sistema																																		15 dias
	Chuva (mm)		2	0,2	66,8	8,6	51,4	21,4	3,2	5,8				3,6	0,2							↑	1,2	0,6			0,2	1	27,8					194	
Março	Sistema																																		10 dias
	Chuva (mm)		6,4	17,6										0,4				6	0,2	0,6		0,2		5,6	0,8			1,8						39,6	
Abril	Sistema	↑					↑	↑							↑																				6 dias
	Chuva (mm)		0,4				9,6	0,2							2												0,2			2,8					15,20
Mai	Sistema														↑																				8 dias
	Chuva (mm)					0,6	2,2								6,2								0,2										0,2	0,2	14,4

Elaboração da autora (2023).

Antes de iniciar as análises da atuação dos sistemas atmosféricos, é importante destacar que, nesta seção, as estações do ano foram delimitadas na seguinte maneira: o inverno compreende os meses de junho, julho e agosto; a primavera, os meses de setembro, outubro e novembro; o verão, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro; e o outono, os meses de março, abril e maio.

Os tipos de tempo identificados nesta análise estão representados na figura 140, a partir da qual foram confeccionados os quadros da atuação geral dos sistemas atmosféricos (figura 142) e da gênese das chuvas (figura 143), na área de estudo. Adverte-se que Linha de Instabilidade é um termo usado como sinônimo de Cavado, entendida como área de baixa pressão e com linhas de pressão abertas, que apresentam uma ondulação para o lado das altas pressões, e nas cartas sinóticas elas são observadas na forma semelhante de um “V” (TEIXEIRA, 2018). Na Climatologia Geográfica, diversos trabalhos utilizam o termo “linha de instabilidade”, que pode ser encontrado, por exemplo, em Zavattini (1990) e Fontão (2018).

No decorrer de junho de 2019 a maio de 2020 observa-se uma marcante predominância dos sistemas polares sobre a bacia do Rio Cubatão do Sul e entorno, representando 61,48% do total de dias, conforme a figura 145. Ao longo de todos os meses, as massas de ar Polar Atlântica (MPA) e Polar Velha (MPV) exercem sua influência. Em contraste, os sistemas tropicais têm uma participação menor, com apenas 24,18% do período, sendo a Massa Tropical Atlântica (MTA) presente em todos os meses. Por fim, os sistemas frontais são os que têm a menor presença, abrangendo 14,34% do total de dias, mas há nítida liderança da Frente Polar Atlântica (FPA), pois se apresenta em diferentes ocasiões ao longo de todos os meses do período analisado.

Analisando a gênese das chuvas (conforme representado na figura 146), de todo o período, revela que a maior contribuição para o volume pluviométrico advém das perturbações frontais, sendo a FPA a mais significativa, já que houve registro de precipitação durante todos os meses do período. Os sistemas atmosféricos de origem tropical também desempenharam um papel importante ao contribuir com níveis substanciais de precipitação, mas a sua maior influência ocorreu nos meses mais quentes do ano. Os menores volumes de chuva foram registrados quando ocorreu a atuação dos sistemas polares. E mesmo assim, a MPA promoveu chuvas consistentes mês a mês, possivelmente devido à umidade remanescente das passagens da FPA associado ao efeito orográfico da área do estudo.

Figura 145: Atuação geral dos sistemas atmosféricos no período de junho de 2019 a maio de 2020.

		Sistemas Frontais						Sistemas Polares				Sistemas Tropicais					
		FPA	EST	QTE	OCL	DIS	REP	mPa	mPa L.I	mPv	mPv L.I	mTa	mTa L.I	mTac	mTac L.I	mTc	mTc L.I
Junho	Dias	2,5	0	0	0	0	0	21	1,5	2,5	0	2,5	0	0	0	0	0
	%	8,33	0	0	0	0	0	70	5	8,33	0	8,33	0	0	0	0	0
Julho	Dias	3,5	0	2	0,5	0	0	21,5	1	1	0	1,5	0	0	0	0	0
	%	11,29	0	6,45	1,61	0	0	69,35	3,22	3,22	0	4,83	0	0	0	0	0
Agosto	Dias	4,5	0	0	0	0	0	20,5	3	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0
	%	14,51	0	0	0	0	0	66,12	9,67	4,83	0	4,83	0	0	0	0	0
Setembro	Dias	1,5	0	1,5	0	0	0	17	3,5	1,5	0	2	0	2,5	0	0,5	0
	%	5	0	5	0	0	0	56,67	11,67	5	0	6,67	0	8,33	0	1,67	0
Outubro	Dias	4	1	4	0	0	0	5	0	4,5	0	6	1,5	4	0	1	0
	%	12,9	3,23	12,9	0	0	0	16,13	0	14,52	0	19,35	4,84	12,9	0	3,23	0
Novembro	Dias	2	0	1	0	0	0,5	11,5	1	5,5	1	2,5	0	4,5	0	0	0,5
	%	6,67	0	3,33	0	0	1,67	38,33	3,33	18,33	3,33	8,33	0	15	0	0	1,67
Dezembro	Dias	3,5	0	0,5	0	0	0,5	13	1	1,5	0	3,5	0	4	0	0	3,5
	%	11,29	0	1,61	0	0	1,61	41,93	3,23	4,83	0	11,29	0	12,9	0	0	11,29
Janeiro	Dias	6	0	0	0	0	0,5	12	0	1,5	0	1,5	0	4	0	1,5	4
	%	19,35	0	0	0	0	1,61	38,71	0	4,84	0	4,84	0	12,9	0	4,84	12,9
Fevereiro	Dias	3,5	0	0	0	1	0	12,5	0,5	1	0,5	4	0	2	0	0	4
	%	12,07	0	0	0	3,45	0	43,1	1,72	3,45	1,72	13,79	0	6,9	0	0	13,79
Março	Dias	1,5	0	0	0	0	0	12,5	0,5	3,5	0	11,5	0	1,5	0	0	0
	%	4,84	0	0	0	0	0	40,32	1,61	11,29	0	37,1	0	4,84	0	0	0
Abril	Dias	3,5	0	0	0	0	0,5	15	0	2	0,5	7	0,5	1	0	0	0
	%	11,67	0	0	0	0	1,67	50	0	6,67	1,67	23,33	1,67	3,33	0	0	0
Maio	Dias	3	0	0	0	0	0	21	0	2,5	0	2	0	2,5	0	0	0
	%	9,68	0	0	0	0	0	67,74	0	8,06	0	6,45	0	8,06	0	0	0
Período	Dias	39	1	9	0,5	1	2	182,5	12	28,5	2	45,5	2	26	0	3	12
	%	10,66	0,27	2,46	0,14	0,27	0,55	49,86	3,28	7,79	0,55	12,43	0,55	7,1	0	0,82	3,28
Síntese	Dias	52,5						225				88,5					
	%	14,34%						61,48%				24,18%					

Elaboração da autora (2023).

Figura 146: Gênese pluvial no período de junho de 2019 a maio de 2020.

		Sistemas Frontais					Sistemas Polares				Sistemas Tropicais					Total			
		FPA	EST	QTE	OCL	DIS	REP	mPa	mPa L.I	mPv	mPv L.I	mTa	mTa L.I	mTac	mTac L.I		mTc	mTc L.I	
Junho	chuva (mm)	35,8						20,2	0,2									56,2	
	dias	2						10	1									13	
Julho	chuva (mm)	23,2		18				5,6		0,2								47	
	dias	4		2				7		1								14	
Agosto	chuva (mm)	11,5						1,4	5,6									18,5	
	dias	4						4	3									11	
Setembro	chuva (mm)	25,6		12,8				0,2	17			4,4						60	
	dias	3		1				1	2			1						8	
Outubro	chuva (mm)	15,6		27,4				1					34,2	0,2				78,4	
	dias	4		4				1					2	1				12	
Novembro	chuva (mm)	40,2		15,2				23,2	1,7		16	3,8		21				121,1	
	dias	3		2				2	1		1	2		4				15	
Dezembro	chuva (mm)	75,4		25,8				4,4	0,2			1		1,4				109,2	
	dias	5		1				1	1			1		1				12	
Janeiro	chuva (mm)	36,4						20,4						24,4			56,8	141	
	dias	6						1	5					2			4	18	
Fevereiro	chuva (mm)	34,8						3	3,6			75,6		1			76	194	
	dias	3						4	1			3		1			3	15	
Março	chuva (mm)	6,6						13,2	17,6			2,2						39,6	
	dias	2						5	1			2						10	
Abril	chuva (mm)	12,2						3										15,2	
	dias	4						2										6	
Maio	chuva (mm)	13,2						0,4				0,8						14,4	
	dias	4						2				2						8	
Período	chuva (mm)	330,5		99,2				4	96	45,9	0,2	16	87,8	34,2	48			132,8	894,6
	dias	44		10				2	45	10	1	1	11	2	9			7	142
Síntese	chuva (mm)	433,7					158,1					302,8							
	dias	56 (39,44%)					57 (40,14%)					29 (20,42%)							

Elaboração da autora (2023).

No decorrer do inverno houve uma predominância dos sistemas polares, por atuarem por 73,5 dias, ou seja, quase 80% do tempo (figura 147). Em diversos momentos a massa de ar polar perdurou por vários dias ou semanas consecutivas, como ocorreram nos dias 1 a 18 de junho (18 dias), 16 a 23 de junho (8 dias), 4 a 12 de julho (9 dias) e 19 a 30 de agosto (12 dias). Com a forte presença dos sistemas polares houve pouquíssima atuação e uma rápida permanência da MTA. Desta maneira, a atmosfera foi fortemente estabilizada pela influência dos poderosos anticiclones polares.

Figura 147: Atuação geral sazonal do período de junho de 2019 a maio de 2020.

		Frontais	Polares	Tropicais
Inverno (jun, jul e ago)	Dias	13	73,5	5,5
	%	14,13	79,9	5,97
Primavera (set, out e nov)	Dias	15,5	50,50	25,00
	%	17,03	55,5	27,47
Verão (dez, jan e fev)	Dias	15,5	43,5	32
	%	17,03	47,8	35,17
Outono (mar, abr e mai)	Dias	8,5	57,5	26
	%	9,24	62,5	28,26

Elaboração da autora (2023).

Ao observarmos a gênese pluvial (figura 144) e sua síntese sazonal (figura 148), as chuvas se apresentaram reduzidas ao longo dos meses do inverno. Uma possibilidade para a escassez é a atividade poderosa da MPA, que marcaram presença diversas vezes na área do estudo no decorrer da estação. Desta maneira, a falta de oposição da MTA favoreceu diversas passagens de FPA com chuvas de fraca intensidade ou até mesmo ausentes, nos quais os índices diários foram entre 10 a 15 mm, mesmo com três ou quatro passagens frontais de cada mês.

Figura 148: Gênese pluvial sazonal do período de junho de 2019 a maio de 2020.

		Frontais	Polares	Tropicais	Total
Inverno (jun, jul e ago)	chuva (mm)	88,5	33,2	0	121,7
	dias	12	26	0	38
Primavera (set, out e nov)	chuva (mm)	136,8	59,10	63,60	259,5
	dias	17	8	10	35
Verão (dez, jan e fev)	chuva (mm)	176,4	31,6	236,2	444,2
	dias	17	13	15	45
Outono (mar, abr e mai)	chuva (mm)	32	34,2	3	69,2
	dias	10	10	4	24

Elaboração da autora (2023).

No início do mês de junho houve uma atuação significativa da MPA, que manteve a sua influência até o dia 18. Somente no final do mês que configurou uma alternância das massas polares e MTA, em que as transições foram curtas e rápidas. Ao analisarmos a gênese pluvial deste mês fica claro que o maior volume de chuva total se originou da FPA, que registrou 35,8 mm, chovendo nos dias 1 e 26 de junho. Contudo, a MPA contribuiu com 20,2 mm de chuva ao longo dos dez dias durante o mês, assim esse sistema adquiriu algum grau de importância nas chuvas para a bacia do Rio Cubatão do Sul.

Durante o mês de julho, a MPA ainda teve uma presença e atuação frequentes, ocupando quase 70% do tempo. Apesar de sua permanência prolongada na área de estudo, não ocorreram mudanças nas características originais da massa de ar nas diversas ocasiões, permanecendo bastante fria e seca. Desta forma, foi difícil a transição para a MTA.

Ao longo do mês de julho, a FPA também desempenhou um papel importante, ocupando aproximadamente 11% do tempo. Isso contribuiu para a ocorrência de chuva, totalizando 23,2 mm ao longo de 4 dias diferentes. No entanto, foi a presença da Frente Polar Atlântica com setor quente de retorno (FPA csqr) que resultou no maior volume de chuva diária, com 14 mm registrados no dia 2 de julho. Além disso, os registros indicam que a MPA foi responsável por pequenos volumes diários de chuva em 7 dias diferentes.

No mês de agosto, os estados atmosféricos foram semelhantes aos do mês de julho, com a forte presença da MPA. Porém, houve uma redução significativa na pluviosidade em relação aos meses anteriores, pois se registrou apenas 19 mm de chuva. Os sistemas responsáveis pelos maiores volumes de chuvas foram a FPA e a Massa Polar Atlântica com Linha de Instabilidade, respectivamente.

No percurso da primavera, entre os meses de setembro a novembro, os sistemas polares mantêm forte presença apenas no mês de setembro. Essa influência vai gradualmente

enfraquecendo à medida que nos aproximamos do período de verão. Assim, a massa Tropical Atlântica Continentalizada (MTAC) e a massa Tropical Continental (MTC) passam a predominar a área do estudo, as quais não eram observadas nos meses de inverno.

Na primavera, o destaque foi a atuação dos sistemas tropicais, que ocuparam cerca de 28% do tempo, um salto significativo em relação ao inverno, que era de apenas 6% do tempo. Desta maneira, houve uma diminuição da atuação dos sistemas polares, ocupando cerca de 56% do tempo (figura 147).

Nesta estação do ano ocorreu um “retorno” das chuvas, ao registrarem quase 300 mm de precipitação no total e a maior parte dela foi originada dos sistemas frontais. Porém, o destaque é a participação dos sistemas tropicais nas chuvas, registrando 63,6 mm, já que não ocorriam no inverno.

No mês de setembro as ondas de frio ainda se desenvolveram com nitidez, pois a MPA ocupou quase 57% do tempo. Mas as condições de tempo se apresentaram diferentes em relação ao inverno, visto que houve uma expressiva tropicalização nos dias 8 a 11 devido à progressão da MTC sobre o país, que acabou atingindo a bacia do Rio Cubatão e o entorno. Esta condição não ocorria nos meses de inverno. Em relação à pluviosidade neste mês, os maiores volumes de chuva foram provenientes, respectivamente, da Frente Polar Atlântica, da Linha de Instabilidade associada à Massa Polar Atlântica e da FPA com setor quente de retorno. Os volumes de chuva diários entre os três sistemas atmosféricos variaram cerca de 8 a 13 mm.

Nos meses seguintes, em outubro e novembro, houve um importante enfraquecimento da MPA, que pode ser observado pela rápida perda das características originais e a permanência da MPV por dias consecutivos, ocorrendo uma transição mais frequente para massas de ar tropicais que, em alguns momentos, tem uma estadia mais longa, como aconteceu no final de outubro e no início de novembro.

O mês de outubro foi marcado pela rápida e pouca penetração da MPA, que ocupou aproximadamente 16% do tempo, que foi uma redução relevante comparada aos meses anteriores. Na sequência, houve quase uma igual participação da Massa Polar “Velha”, que ocupou 15% do mês. Esta configuração é um indício mais forte da mudança das condições atmosféricas com a transição para os meses mais quentes do ano. Assim, os sistemas tropicais e frontais se apoderaram neste mês.

Logo no início do mês de outubro houve uma incursão da FPA que se estacionou sobre a bacia do Rio Cubatão do Sul e arredores. Por conta disso, ocorreu uma lenta movimentação deste sistema no decorrer dos dias até a entrada de uma nova massa de ar polar. Apesar da muita atividade atmosférica, não se registrou precipitação.

Portanto, as chuvas mais significativas ocorreram no meio do mês de outubro pela nova e grande movimentação dos sistemas frontais, pois registraram 32 mm no total por 5 dias consecutivos provenientes da FPA com setor quente de retorno e da FPA com o eixo principal. Encaminhando para o final do mês, nos dias 27 e 28 registraram os maiores volumes de chuva de todo o mês devido à presença da LI associada à MTA. Por fim, com a intensificação das atividades das massas de ar tropicais, as chuvas provenientes da MPA foram suprimidas.

O mês de novembro apresentou uma redução significativa da atuação da MTA quando comparado ao mês anterior, por atuar cerca de 8% do tempo durante o mês. Porém, em compensação, aumentou a atuação da MTAC, ou seja, a massa de ar Atlântica sofreu rápida tropicalização ao longo do mês. Com uma menor influência das massas tropicais, as massas polares adquiriram potência, já que a MPA e MPV atuaram, respectivamente, cerca de 38% e 18% do tempo durante o mês.

Os primeiros quinze dias do mês de novembro foram bastante chuvosos, assim registrou uma pluviosidade mais elevada do que a do mês de outubro. Os maiores volumes de chuva foram provenientes da FPA, que totalizou 40,2 mm. Mas as chuvas foram distribuídas ao longo do mês por conta da MTAC. Volumes significativos de chuva vieram também da Massa Polar Atlântica envelhecida acompanhada da Linha de Instabilidade, que provocou chuva de 16 mm em um único dia. Além destes sistemas atmosféricos, a MPA acompanhada ou não de Linha de Instabilidade e da FPA com setor quente de retorno também contribuíram para as chuvas deste mês.

Na época do verão, que inicia no mês de dezembro e vai até o mês de março, o hemisfério sul já se encontra mais aquecido, assim produz condições de tempo diferentes. Os sistemas polares continuam dominando a bacia do Rio Cubatão do Sul e seu entorno, participando cerca de 48% do tempo por todo o verão, porém, as temperaturas não ficam tão baixas como ocorria no inverno e na primavera. No decorrer da estação do verão as massas de ar tropicais ganham espaço rapidamente, mas com uma participação um pouco menor em relação aos polares, predominando 35% do tempo (figura 147).

Durante o verão, a Massa Polar Atlântica sofreu um rápido envelhecimento, permanecendo por um curto período. Desta forma, as massas de ar quentes predominam fortemente o espaço, principalmente a Massa Tropical Continental, que proporcionou as condições de tempo características do verão, como temperaturas elevadas, baixa umidade e, na maior parte do tempo, ausência de precipitações.

Conforme a ilustração da gênese pluvial, as chuvas no verão superaram os 100 mm de cada mês. As importantes chuvas durante a estação mais quente foram originárias das massas de ar tropicais e dos sistemas frontais. É digno de destaque que as chuvas por convecção, ou seja, as tempestades, exerceram um importante papel na composição dos totais de precipitação, especialmente no mês de fevereiro.

No início do mês de dezembro houve uma presença significativa da MPA, no entanto, ao longo do mês, observa-se uma maior alternância entre as massas de ar polares e tropicais. E ocorre uma estabilização da atmosfera no final do mês, marcada por vários dias de predominância das massas de ar quentes.

Em dezembro, os agentes indutores de chuvas na área sob análise mais importantes foram a FPA de eixo principal e a FPA com o setor quente de retorno, pois juntas registraram 101,2 mm ao longo do mês. As massas de ar polares e tropicais eram bastante estáveis quando estavam atuando sobre a bacia e seu entorno, visto que pouco choveu durante o mês quando ocorria o predomínio delas.

No mês de janeiro percebe-se uma significativa alternância das massas de ar polares, das massas tropicais e dos sistemas frontais. Entretanto, ocorreu o predomínio da MPA (38,71%) e uma boa participação da FPA, por atuar por quase 19% do mês, o qual é o maior percentual de todo o período da análise.

A gênese pluvial de janeiro demonstra que os maiores volumes de chuva registrados do mês se originaram da Linha de Instabilidade associada à MTC, em seguida, da Frente Polar Atlântica. Mas chuvas importantes também resultaram da MTAC, em que 24,2 mm se concentrou num único dia de janeiro, e da MPA, que contribuiu quase 20 mm ao longo do mês.

Durante o mês de fevereiro, os tipos de tempo de origem polar continuaram a predominar a área do estudo, alternando-se ocasionalmente com os tipos de tempo de origem

tropical, principalmente com a MTA e MTC, e também com os sistemas frontais. Desta maneira, ainda não apresenta mudanças significativas em relação ao mês anterior.

No mês de fevereiro foi registrado 194 mm de chuva, representando o maior volume pluviométrico dentre todos os meses do período em análise. As chuvas ficaram bem concentradas entre os dias 2 a 8 de fevereiro, os maiores volumes de precipitação nestes dias foram resultados da atividade convectiva, caracterizada por tempestades, as quais estiveram associadas ao aquecimento provocado pela influência das massas de ar quentes. Uma chuva mais significativa retornou somente no dia 26 com a passagem da Frente Polar.

Com a entrada do outono, que corresponde entre março e maio, tem a diminuição gradativa das massas de ar tropicais e o desaparecimento da MTC, assim as massas polares foram ganhando espaço gradativamente até o próximo inverno. Em contrapartida, o que chama atenção é a diminuição da participação dos sistemas frontais, registrando 9,24% da atuação durante todo o outono, que corresponde a 8 dias e meio, o que significa que reduziu quase à metade em relação às estações anteriores.

As chuvas se apresentaram bastante reduzidas durante o outono, assim houve o retorno da estiagem, pois as pluviosidades em decorrência às perturbações frontais foram muito baixas, registrando apenas 32 mm em três meses. Além disso, os índices diários de pluviosidade resultantes dos choques frontais foram inferiores a 10 mm. Portanto, se observa uma diminuição sensível dos volumes pluviométricos em comparação aos meses da primavera e do verão, que registraram, muitas vezes, superiores a 20 mm. São as perturbações frontais as responsáveis pelos maiores índices pluviométricos nos meses mais frios, o que indica que a redução significativa da participação delas sobre a bacia do Rio Cubatão do Sul e seu entorno contribuiu para a forte estiagem que assolou a região.

O mês de março foi caracterizado pela forte estabilidade da atmosfera, ao haver quase uma ausência de perturbações frontais ao longo do mês. Como consequência, a MPA e a MTA se alternavam e permaneciam por vários dias sobre a área do estudo. Essa configuração atmosférica refletiu nas chuvas, pois nas duas passagens da Frente Polar Atlântica choveu apenas 6,6 mm. A precipitação mais relevante foi proveniente da Linha de Instabilidade associada à MPA, que fez chover 17,6 mm em um dia. Mas a manutenção das chuvas, mesmo que poucas, ao longo do mês foi realizada graças à MPA.

Já em abril, as massas de ar (polares e tropicais) e os sistemas frontais se alternam com uma maior frequência que o mês anterior. Porém, neste mês a MPA começou a

predominar um pouco mais em relação aos meses anteriores, chegando a atuar 50% do tempo ao longo do mês. Ao mesmo passo que a MTA reduziu a sua prevalência na área do estudo para 23% do tempo ao longo do mês.

As chuvas no mês de abril foram quase ausentes, pois a pluviosidade presente da MPA foi de apenas 3 mm, que, em geral, é ela a responsável pela distribuição de chuvas ao longo do mês. Só foi graças à Frente Polar, com 12 mm distribuídos por 4 dias ao longo de abril, que não tornou o mês completamente escasso de chuva.

No decurso de maio houve uma forte influência da MPA, que atuou por aproximadamente 70% do tempo ao longo do mês. Desta forma, a participação das massas de ar tropicais foi ainda menor e percebe-se que a permanência da MTA (6,45%) foi bastante rápida, prevalecendo por mais tempo a MTAC (8,06%).

As características das chuvas e sua gênese que se apresentaram no mês anterior permanecem no mês de maio, assim, agravando a estiagem devido à fraqueza dos choques frontais.

4.7 REFLEXOS NO ABASTECIMENTO DURANTE A ESTIAGEM DO INVERNO DE 2019 E OUTONO DE 2020

Os reflexos no abastecimento para os municípios da Grande Florianópolis durante o inverno de 2019 e o outono de 2020 podem ser examinados por meio de notícias no portal da CASAN e nos jornais de grande circulação locais, noticiados de forma *online*.

No portal da CASAN, a primeira notícia sobre a preocupação no abastecimento que utiliza o principal manancial da Grande Florianópolis, no inverno de 2019, foi divulgada no final do mês de julho, a notícia discorre a respeito que a estiagem reduziu em 30% da captação de água bruta no Rio Vargem do Braço.

No decorrer dos dias, no fim de julho, a CASAN informou à população da Grande Florianópolis que o prolongamento da estiagem dificultou a manutenção do abastecimento e que apresentou intermitência em diferentes bairros de Florianópolis, São José, Biguaçu, Santo Amaro da Imperatriz e Palhoça. Os problemas foram maiores nas regiões de pontas de redes e em cotas mais elevadas. No município de São José, os mais bairros mais afetados foram: Areia, Forquilha, Forquilha, Potecas, Flor de Nápoles, Picadas do Sul, Sertão do Imaruí

e Colônia Santana; em Florianópolis foram: Pantanal, Trindade, Santa Mônica, Córrego Grande e João Paulo; em Biguaçu foram: Três Riachos, Fundos, Vendaval, Boa Vista.

No início do mês de agosto, a CASAN, mais uma vez, alertou sobre a baixa pressão da água e intermitências no abastecimento, e sobre os maiores transtornos ocorridos nos bairros mais altos ou pontas de redes dos municípios da Grande Florianópolis. E quase na metade do mês, a companhia informou sobre as medidas para amenizar a escassez, uma delas foi a instalação de um bombeamento sequencial para captação de água no Rio Cubatão, já que o Rio Vargem do Braço (Pilões) está mais afetado pela estiagem.

A CASAN retomou notícias sobre a estiagem apenas no mês de outubro, com a manchete “Estiagem ultrapassa quatro meses de duração”, que informava que a última precipitação consistente, capaz de recarregar o Rio Pilões, ocorreu no dia 28 de maio. Na mesma ocasião também informou que os lugares mais afetados no município de Florianópolis eram as ruas mais altas dos bairros Coqueiros, Abraão e parte do Monte Cristo e a baixa pressão de água ocorria nos bairros Córrego Grande e João Paulo. No município de São José a pressão baixa dificultava o abastecimento da Fazenda Santo Antônio, Potecas, Flor de Nápoles e Ponta de Baixo. Em Biguaçu, as dificuldades estavam concentradas em algumas ruas dos Três Riachos, Vendaval, Prado e no Jardim Janaína, todos bairros de cota mais alta.

Na publicação do dia 10 de outubro, a CASAN informa que desde a última chuva significativa passaram-se 135 dias, ou seja, quatro meses e meio. Portanto, a captação de água bruta no Rio Vargem do Braço estava 55% abaixo de seu volume habitual. A companhia garantiu a manutenção no abastecimento sob controle, mas as altas temperaturas e o alto consumo provocavam intermitências no Sistema, que afetaram 10 bairros.

Finalmente, na metade do mês de outubro, a CASAN informava que as chuvas aliviaram o sistema de abastecimento da região metropolitana, mesmo com apenas 20 milímetros de precipitação, permitiram uma recuperação momentânea do manancial que atende Florianópolis, São José, Biguaçu, Santo Amaro e Palhoça.

Outras informações mais relevantes sobre os impactos da estiagem na Grande Florianópolis em jornais, divulgadas de forma online, foram retiradas pelos sites da NSC total e G1 Jornal Nacional.

Uma das primeiras notícias pelo canal NSC total foi publicada no dia 8 de agosto, informando que a capital e os municípios Palhoça, Biguaçu e Santo Amaro da Imperatriz estavam sofrendo com problemas no abastecimento de água. A CASAN havia reduzido o

volume na captação nos Pilões e no Cubatão. Por isso o município de Palhoça estava interrompendo o fornecimento de água no período noturno, em locais pontas de rede ou mais distantes a água demorava para voltar ou não voltava, afetando cinco bairros, como o São Sebastião, assim alguns moradores tinham dificuldades na rotina, pois ficavam sem água por dois ou três dias.

Ainda no início do mês de agosto, o jornal NSC total publicou uma matéria sobre a falta de chuvas no estado de Santa Catarina, na sequência informava o impacto no fornecimento de energia, com as hidrelétricas na capacidade de produção reduzida foram acionadas as usinas termelétricas, que custam mais caro para produzir energia. Por isso o impacto no custo da energia era esperado no mês de setembro para os catarinenses.

Figura 149: O rio Vargem do Braço com o volume de captação 60% abaixo do normal, no mês de outubro de 2019.



Fonte: Gabriel Lain/Diário Catarinense (2019).

O Jornal Nacional publicou, no início do mês de outubro, uma matéria sobre a estiagem que atingiu a região da Grande Florianópolis. Nele informava ser histórica, pois desde junho enfrenta uma estiagem resistente. Os impactos eram sentidos, pois uma moradora descreveu que “Para beber a gente está pegando água na bica. Banho é de cinco minutos, eu e

o bebê juntos para não desperdiçar”. Também informava que na maior unidade de conservação de Santa Catarina, o Parque da Serra do Tabuleiro, foram três grandes incêndios em apenas um mês, que resultaram em mais de mil hectares destruídos pelo fogo. Assim, os bombeiros estavam alertas devido aos focos de incêndio, visto que com o tempo seco, as chamas se alastram com mais facilidade.

No outono de 2020, a primeira menção do problema com a estiagem na Grande Florianópolis foi no dia 26 de março, com a manchete apelando à economia de água durante a pandemia do coronavírus. Na publicação consta que o nível do Rio Vargem do Braço (Pilões) estava com nível prejudicado, porém o abastecimento se mantinha constante em Florianópolis, São José, Biguaçu e Santo Amaro, pois havia a captação do rio Cubatão como complemento.

A CASAN publicou uma notícia no final de abril sobre a autorização para as prefeituras e os demais órgãos responsáveis pelo saneamento e pela fiscalização a adotarem regras e critérios, em regime de urgência, da proibição e penalização de atividades notadamente reconhecidas como promotoras de desperdício de água. Na matéria tem o destaque a situação da Grande Florianópolis devido à estiagem. Para manter o abastecimento, a CASAN instalou uma nova bomba na captação do Rio Cubatão para reforçar o Sistema Integrado da Região Metropolitana, já que o Rio Pilões (Vargem do Braço) estava com menos de 50% de seu volume habitual.

Nos meses seguintes todo o estado de Santa Catarina enfrentava a escassez hídrica. Sendo que alguns lugares estavam com a situação mais severa e outros menos. Por esse motivo, a estiagem na Grande Florianópolis não era mais mencionada isoladamente. As notícias mais relevantes foram encontradas nos canais G1 Santa Catarina e NSC Total.

No dia 20 de maio, pela Globo de SC, foi noticiado que, devido à seca, o município de Palhoça decretou emergência no sistema de abastecimento de água. Na matéria jornalística explica que o município adquire água tratada da CASAN e a distribuição é responsabilidade da Secretaria Executiva de Saneamento (SAMAE). Por conta disso, a falta de pressão da água gerou intermitências na rede, pois a Casan estava trabalhando com um sistema de fornecimento de água 12h por 36h, ou seja, os registros permaneciam 12h fechados e 36h abertos.

No fim de maio, foi publicada notícia a respeito das cidades decretarem emergência devido à estiagem. Nela foi mencionado que na Grande Florianópolis, seis bairros localizados

na região continental de Florianópolis e outros dois em São José tiveram o abastecimento comprometido. Conforme a CASAN, o motivo foi o baixo nível de água nos reservatórios, e os níveis do Rio Pilões tiveram uma redução de 70%.

A NSC Total noticiou que os bairros Estreito, Coqueiros, Capoeiras, Jardim Atlântico, Monte Cristo e Itaguaçu, dos municípios de Florianópolis, e os bairros Campinas e Kobrasol, de São José, iriam ficar sem fornecimento de água entre 9h às 20h, no dia 26 de maio, devido à redução de 70% do volume do Rio Pilões. Segundo a CASAN, para compensar a perda hídrica, até dia 30 de maio estaria instalada a quarta bomba na Estação de Recalque de Água Bruta do Rio Cubatão.

No mês de junho de 2020 findou a estiagem que durou cerca de três meses, por isso não se encontram notícias envolvendo a respeito do abastecimento dos municípios da Grande Florianópolis. A dinâmica dos veículos jornalísticos diferiu nas duas temporadas de estiagem, ao perceber que a do ano de 2019 as notícias foram mais recorrentes e teve uma atenção direcionada para a região da Grande Florianópolis. Já a do ano de 2020, mesmo com a estiagem mais severa, teve menos alarde sobre a escassez hídrica, muito provavelmente o motivo está relacionado às prioridades da mídia, que estavam voltadas para a pandemia do coronavírus.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desenvolvidos ao longo deste trabalho demonstram que a compreensão da distribuição espacial e temporal das chuvas e dos períodos de estiagens na bacia do Rio Cubatão do Sul e vizinhança tornou-se viável graças à utilização das cartas pluviométricas anuais e sazonais, baseadas na técnica da fórmula de Sturges, bem como dos pluviogramas de Schroeder (1951). Através dessas ferramentas possibilitou a identificação das pluviosidades habitualmente esperadas ou excepcionais (secos ou chuvosos).

Assim tornou-se possível identificar as correspondências das chuvas com as variações hidrológicas do Rio Cubatão do Sul. Além disso, ao considerarmos o conjunto de informações relacionadas aos padrões de consumo de água pela população, foi possível estabelecer conexões com a disponibilidade hídrica do Rio Cubatão do Sul, em um ano extremamente chuvoso e um ano bastante seco.

Um dos intuitos deste estudo era entender o seu encadeamento dos tipos de tempo e a gênese das chuvas ou da falta delas em um período que ocorreu estiagem, e suas consequências no abastecimento na região da bacia do Rio Cubatão do Sul.

Neste estudo tomou conhecimento que a estiagem deve ser definida com base no conjunto de dados, isto é, através dos dados das chuvas anuais - que identifica anos secos, das chuvas sazonais - que reconhece quais estações do ano foram secas, e das chuvas mensais - que verifica o início e fim dos meses secos. Mas para definir estiagem não deve só olhar para a precipitação, como também para as variações hidrológicas e para o consumo de água pela população.

A partir da abordagem de Análise Rítmica em Climatologia proposta por Monteiro (1969) permitiu a investigação e a compreensão das variações do ritmo atmosférico, como também das sequências rítmicas na gênese pluvial, cuja sucessão e encadeamento dos tipos de tempo são os responsáveis pelas variações hidrológicas da bacia do Rio Cubatão do Sul.

No período seco analisado descobriu-se que há predominância da massa de ar Polar, original ou modificada (Velha) em todos os meses, inclusive no verão. A massa Tropical Atlântica também predominou em todos os meses do período, embora com uma participação menor que a MPA, com exceção do mês de outubro.

Ao verificar as chuvas e sua associação aos sistemas atmosféricos, em sequência rítmica, demonstrou haver a forte influência da gênese frontal, pois a Frente Polar Atlântica esteve presente em todos os meses do período. A liderança na origem da precipitação pluvial esteve na FPA de eixo principal e na FPA com setor quente de retorno. Também, os resultados revelaram que a gênese das chuvas em destaque é da massa Polar Atlântica, visto que ocorria uma distribuição das chuvas ao longo de um mês, até mesmo uma pluviosidade significativa em um único dia.

No inverno de 2019 e no outono de 2020 ocorreu forte estiagem na bacia do Rio Cubatão do Sul e seu entorno, pois as chuvas foram bastante escassas. Nestes períodos as perturbações frontais continuavam presentes, porém os volumes pluviométricos se demonstraram bastante reduzidos. Assim como, em alguns meses, foram reduzidas as chuvas provenientes da MPA.

Este fato solidifica que a pluviosidade não está relacionada com o número de passagens da FPA, porque Monteiro, em sua tese (1969), já havia concluído que, com base nas análises dos invernos de um ano habitual, um seco e um chuvoso, entre eles não

apresentaram diferenças no número total de passagem das massas polares e perturbações frontais a elas associadas. No estudo de Rodrigues, Franco e Sugahara (2004), chegou-se à conclusão que, no litoral de Santa Catarina, não demonstraram grandes diferenças no número de passagens das frentes por mês ou por estação do ano, apenas apresentaram um número ligeiramente maior na primavera.

A participação da FPA é fundamental para a ocorrência de chuvas na região Grande Florianópolis e uma das premissas de Monteiro (1969) é que a variação da pluviosidade da Frente Polar é influenciada pela intensidade das invasões polares, que geram alternâncias de posições entre o estuário do rio da Prata e o Trópico. Portanto, a participação dos sistemas intertropicais no contraste térmico é um fator crucial para determinar a pluviosidade.

Desta forma, baseada nas premissas de Monteiro (1969), a estiagem que ocorreu no inverno de 2019 e no outono de 2020 pode estar relacionada às fortes invasões polares e à falta de oposição das massas de ar tropicais para favorecer um maior contraste térmico. Assim, é provável que a posição mais frequente da FPA foi nas latitudes mais altas e a pluviosidade esteve mais concentrada em torno da Prata, e na medida que avançava para o trópico, a chuva era reduzida.

Por fim, a busca de reportagens validou a ocorrência de estiagem nos anos de 2019 (inverno) e 2020 (outono). Esse processo permitiu a identificação dos principais reflexos da escassez das chuvas e seus impactos na população, que são dependentes do abastecimento da bacia do Rio Cubatão do Sul. Com as leituras das notícias percebe-se a importância do Rio Vargem do Braço (Pilões), pois é o principal manancial para a Grande Florianópolis. No período de estiagem, os níveis do rio foram críticos e para contornar o problema com o abastecimento de água, a companhia responsável pela sua distribuição teve que recorrer ao rio Cubatão do Sul, o qual é um rio conhecido pela sua alta turbidez e poluição. Por isso, é usado somente em casos de emergências.

É provável que a situação de escassez de chuvas ocorra novamente, já que na longa série histórica pluviométrica deparamos diversos anos secos. Por esta razão, é preciso dar uma devida atenção aos problemas que a estiagem pode causar para a população da Grande Florianópolis, já que com a tendência populacional crescente e maior circulação de turistas, é possível que a situação seja ainda mais perigosa. Então, é necessária a gestão por parte dos

agentes públicos em adotar medidas como melhorar a qualidade da água do Rio Cubatão do Sul e amenizar as perdas hídricas.

REFERÊNCIAS

ACHCAR, Gustavo Jihad. **Avaliação da qualidade da água do rio Cubatão do Sul**. 2011. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/124536>. Acesso em: 23 jun. 2022.

American Meteorological Society (AMS). **Drought**. 2019. Disponível em: <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/about-ams/ams-statements/statements-of-the-ams-in-force/drought/>. Acesso em: 16 out. 2023.

AMORIM, Raniéri Carlos Ferreira de. *et al.* Avaliação do desempenho de dois métodos de espacialização da precipitação pluvial para o Estado de Alagoas. **Acta Scientiarum**. Technology, Maringá, v. 30, n. 1, p. 87-91, jan. 2008. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/3182>. Acesso em: 23 jun. 2022.

BICUDO, Carlos Eduardo de Mattos.; TUNDISI, José Galizia; SCHEUENSTUHL, Marcos Cortesão Barnsley (org.). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-6820.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

BRASIL. **1.4.1.1.0**: Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Rio de Janeiro: Defesa Civil do Rio de Janeiro, s/a. Disponível em: <http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/formularios/COBRADE.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

BRASIL. **Lei 9433 de 8 de janeiro de 1997**. Diário Da República, 1ª Série - Nº 116. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, etc. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 27 jul. 2021.

CASALI, Jackson *et al.* **Plano Municipal de Saneamento Básico PMSB de Palhoça - SC**. Palhoça: Cerne Ambiental Ltda – EPP, 2015.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de *et al.* **Manual de Desastres**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Casan reitera necessidade do uso consciente de água na Grande Florianópolis**. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/casan-reitera-necessidade-do-uso-consciente-de-agua-na-grande-florianopolis#0>. Acesso em: 17 out. 2023.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Casan solicita economia de água durante a pandemia do coronavírus**. Disponível em:

<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/casan-solicita-economia-de-agua-durante-a-pandemia-do-coronavirus#0>. Acesso em: 17 out. 2023.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Chuvas aliviam sistema de abastecimento da região metropolitana**. Disponível em:

<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/chuvas-aliviam-sistema-de-abastecimento-da-regiao-metropolitana#0>. Acesso em: 17 out. 2023.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN).

Superintendência Região Metropolitana da Grande Florianópolis. **Plano de emergência para o sistema de abastecimento de água de Florianópolis – SIA integrado da Grande Florianópolis**. 2013. Disponível em:

<https://aresc.sc.gov.br/index.php/documentos/plano-emergencial/plano-emergencial-agua/plano-de-emergencia-2013/529-sia-integrado-florianopolis-externo-2013/file>. Acesso em: 23 jun. 2022.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Estiagem continua gerando baixa pressão e intermitências no abastecimento na Grande Florianópolis**. Disponível em:

<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/estiagem-continua-gerando-baixa-pressao-e-intermitencias-no-abastecimento-na-grande-florianopolis#0>. Acesso em: 17 out. 2023.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Estiagem reduz em 30% captação de água no principal manancial da Grande Florianópolis**. Disponível em:

<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/estiagem-reduz-em-30-captacao-de-agua-no-principal-manancial-da-grande-florianopolis#0>. Acesso em: 17 out. 2023.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Estiagem ultrapassa quatro meses de duração**. Disponível em:

<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/estiagem-ultrapassa-quatro-meses-de-duracao#0>. Acesso em: 17 out. 2023.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Prefeituras são autorizadas a conter desperdício de água para enfrentar estiagem**. Disponível em:

<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/prefeituras-sao-autorizadas-a-conter-desperdicio-de-agua-para-enfrentar-estiagem#0>. Acesso em: 17 out. 2023.

CONTI, José Bueno. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista**. 1975. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

CRAUSBAY, Shelley D. *et al.* Defining Ecological Drought for the Twenty-First Century.

Bulletin Of The American Meteorological Society, [S.L.], v. 98, n. 12, p. 2543-2550, 1 dez. 2017. Disponível em:

<https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/98/12/bams-d-16-0292.1.xml>. Acesso em: 29 jan. 2024.

ELTZ, Morgana Ricciardi de Castilhos. **Os desafios de gestão do mosaico de unidades de conservação da Serra do Tabuleiro e Terras do Massiambú**. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1962/morgana_ricciardi_de_castilhos_eltz.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

ESPÍNDOLA, Marcos. Aurélio; NODARI, Eunice Sueli. As estiagens no oeste catarinense sob a perspectiva da história ambiental. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA AMBIENTAL E MIGRAÇÕES, 17 a 19 set. 2012, Florianópolis. Anais... Florianópolis: LABIMHA, 2012, p. 2691- 2715.

EXTERCKOTER, Rudinei Kock. **Diagnóstico da qualidade das relações ambientais estabelecidas no uso da água na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul (SC)**. 2006. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecossistemas, Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88481/228655.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 jun. 2022.

FONTÃO, Pedro Augusto Breda. **Ritmo das chuvas na bacia do Pardo (SP/MG): Reflexos na vazão dos rios Pardo e Mogi-Guaçu**. Tese (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 251 p. 2014. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_b28cf2037ae1a6eb8b0a798e3357cc6a. Acesso em: 30 out. 2023.

FONTÃO, Pedro Augusto Breda. **Variações do ritmo pluvial na Região Metropolitana de São Paulo: reflexos no armazenamento hídrico e impactos no abastecimento urbano**. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 251 p. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/6227a666-f61b-4f2b-8bf4-011a8b911ff7>. Acesso em: 16 out. 2023.

FÓRUM NACIONAL DE ENTIDADES METROPOLITANAS. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A – Emplasa (org.). **Região metropolitana da Grande Florianópolis**. Disponível em: <https://fnemrasil.org/regiao-metropolitana-de-florianopolis-sc/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

FRANCESCHI, Bruna Bison; OLIVEIRA, José Luiz Rocha. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2017, Florianópolis. **Distribuição espacial da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Cubatão Sul - SC**. Florianópolis: ABRhidro, 2017. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=2771>. Acesso em: 23 jun. 2022.

FREITAS, M.J.C.C.; KAETSU, P.T. A gestão dos recursos hídricos e da estiagem no Oeste catarinense: contribuição para uma análise sistêmica complexa. **Labor & Engenho**, Campinas, v.9, n.4, p.34-50, out./dez. 2015.

G1 SC; NSC TV. **Cidades de SC decretam situação de emergência por causa da estiagem.**

Disponível em:

<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2020/05/28/cidades-de-sc-decretam-situacao-de-emergencia-por-causa-de-estiagem.ghtml>. Acesso em: 17 out. 2023.

GUERRERO-SALAZAR, Pedro Luis Antonio; YEVJEVICH, Vujica M. **Analysis of drought characteristics by the theory of runs**. Fort Collins: Colorado State University, 1975.

HISDAL, H.; TALLAKSEN, L.M. **Drought Event Definition**. Assessment of Regional Impact of Droughts in Europe (ARIDE) Technical Report 6. Norway: University of Oslo, 2000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades**. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

Jornal Nacional. **Estiagem histórica causa preocupação na região da Grande Florianópolis**. Disponível em:

<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2019/10/14/estiagem-historica-causa-preocupacao-na-regiao-da-grande-florianopolis.ghtml>. Acesso em: 17 out. 2023.

LOCH, Juliana; BRENTANO, Débora Monteiro. Influência da precipitação na turbidez das águas dos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço/SC: uma análise para gestão de estação de tratamento de água. **Geosul**, [s/l.], v. 35, n. 76, p. 277-297, 27 out. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/65553#:~:text=Concluiu%2Dse%20que%20a%20precipita%C3%A7%C3%A3o,da%20%C3%A1gua%20bruta%20desses%20rios>. Acesso em: 23 jun. 2022.

MATALLO JUNIOR, Heitor (org.). **Glossário de termos e conceitos usados no contexto da UNCCD**. Brasília: MMA, 2009.

MENDONÇA, Francisco. Apresentação. In: **Terra Livre**: publicação semestral da Associação dos Geógrafos Brasileiros - AGB (orgs.). Ano 19, v.1, n.20, p.7-8. São Paulo: Editora Provo, 2003.

MENDONÇA, Magaly. **A dinâmica tempo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC**. 2002. 419 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MIRANDA JUNIOR, Guilherme Xavier de; RODRIGUES, Maria Laura Guimarães; CRUZ, Gilsânia. A estiagem do outono 2020 em Santa Catarina: a atuação da Epagri, da medição do dado à análise da informação. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 11-14, maio 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/1037>. Acesso em: 21 jun. 2022.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Análise rítmica em climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: Universidade de São Paulo - Instituto de Geografia, 1971.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil)**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1969. (Teses e Monografias).

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Clima. *In*: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Ed.). **Geografia do Brasil**: Grande Região Sul. Rio de Janeiro, v.4, n.18, Tomo I, p.114-166, 1968.

NATIONAL INTEGRATED DROUGHT INFORMATION SYSTEM (NOAA/NIDIS). **Drought Basics**. Disponível em: <https://www.drought.gov/what-is-drought/drought-basics>. Acesso em: 16 out. 2023.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NSC TV. **Palhoça, na Grande Florianópolis, decreta situação de emergência por causa da seca**. Disponível em:

<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2020/05/20/palhoca-na-grande-florianopolis-decreta-situacao-de-emergencia-por-cao-da-seca.ghtml>. Acesso em: 17 out. 2023.

NSC Total. **Grande Florianópolis enfrenta problemas de falta de água por conta da estiagem**. Disponível em:

<https://www.nsctotal.com.br/noticias/grande-florianopolis-enfrenta-problemas-de-falta-de-agua-por-cao-da-estiagem>. Acesso em: 17 out. 2023.

NSC Total. **Em média, julho tem chuva abaixo do esperado a cada dois anos em Santa Catarina**. Disponível em:

<https://www.nsctotal.com.br/noticias/em-media-julho-tem-chuva-abaixo-do-esperado-a-cada-dois-anos-em-santa-catarina>. Acesso em: 17 out. 2023.

PÉDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifique du climat**. Paris: Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, 1991. p. 3-31.

PEREIRA, Marco Alésio Figueiredo; KOBAYAMA, Masato. Análise de variâncias pluviométricas na região da bacia hidrográfica do Cubatão do Sul (SC). **Revista Ambiente**, [s/l.], v. 9, n. 1, p. 95-111, 1 abr. 2013. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/1709>. Acesso em: 23 jun. 2022.

PERES, Jackson Alessandro. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro**: natureza, legislação e conflitos na baixada do massiambú - palhoça (1975 - 2012). 2017. 316 f. Tese (Doutorado) -

Curso de História, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/183619>. Acesso em: 23 jun. 2022.

POTTER, Reinaldo Oscar, *et. al.* **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/964417/solos-do-estado-de-santa-catarina>. Acesso em: 23 jun. 2022.

PORTO, Mônica; PORTO, Rubem L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, jun. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/ccyh4cf7NMdbpJdhSzCRNtR/?lang=pt>. Acesso em: 23 jun. 2022.

Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF). **Plano municipal de saneamento básico - versão final**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2021. Disponível em: http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/13_07_2021_9.16.35.2243db58c4c5f89fc2b76c48e240c658.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. As escalas do clima. **Boletim da Geografia Teórica**, S/L, v. 23, n. 1, p. 288-294, jan. 1993. Disponível em: https://lcb.fflch.usp.br/sites/lcb.fflch.usp.br/files/upload/paginas/RIBEIRO_Antonio_Giacomini_As_escalas_do_clima.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

SACCO, Francine Gomes. **Configurações atmosféricas em eventos de estiagem de 2001 a 2006 na mesorregião oeste catarinense**. 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94560>. Acesso em: 21 jun. 2022.

SALVADOR, Rafael Meira, *et al.* **Revisão do plano municipal de saneamento básico de São José/SC**: relatório contendo a versão preliminar da hierarquização das áreas de intervenção prioritária. São José: Premier Engenharia e Consultoria S.S Ltda, 2020. Disponível em: https://www.saojose.sc.gov.br/images/uploads/geral/Produto_10_-_Hierarquiza%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

SANTA CATARINA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS)**, 2018. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_e/perh_sc_plano_de_acoes-2017-final.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

SANTA CATARINA. Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina. **Recursos hídricos de Santa Catarina**. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

SANTOS, Wagner Soares dos. **Avaliação do potencial a erosão na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, Santa Catarina**. 2019. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia

Sanitária e Ambiental, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/4799>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – Águas Mornas**. S/L: Sebrae, 2019.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – Angelina**. S/L: Sebrae, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Angelina%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – Anitápolis**. S/L: Sebrae, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Anitapolis%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – Antônio Carlos**. S/L: Sebrae, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Antonio%20Carlos%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – Palhoça**. S/L: Sebrae, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Sao%20Jose%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – Rancho Queimado**. S/L: Sebrae, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Rancho%20Queimado%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – São José**. S/L: Sebrae, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Sao%20Jose%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – São Pedro de Alcântara**. S/L: Sebrae, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Sao%20Pedro%20de%20Alcantara%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SEBRAE/SC. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – Santo Amaro da Imperatriz**. S/L: Sebrae, 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Santo%20Amaro%20da%20Imperatriz%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SERGIO, Djesser Zechner. **MODELAGEM HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO CUBATÃO DO SUL COM MODELO SWAT**. 2012. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/125090>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SERRA, Adalberto; RATABONNA, Leandro. As Massas de Ar da América do Sul: (PRIMEIRA PARTE). **Revista Geográfica**, [S.L], v. 25, n. 51, p. 67-129, ago. 1959. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40996533>. Acesso em: 2 out. 2023.

SERRA, Adalberto; RATABONNA, Leandro. As Massas de Ar da América do Sul: (SEGUNDA PARTE). **Revista Geográfica**, [S.L], v. 26, n. 52, p. 41-61, jan. 1960. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40996564>. Acesso em: 2 out. 2023.

SETTI, Arnaldo Augusto, *et al.* **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. Disponível em: https://lamorh.ufes.br/sites/lamorh.ufes.br/files/field/anexo/introducao_ao_gerenciamento_de_recursos_hidricos.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

SILVA, Maicon Cláudio da; MATTEI, Lauro. Breves notas sobre a demografia na região da grande Florianópolis na primeira década do século XXI. **Revista Necat**, [s.l], v. 2, n. 3, p. 89-101, jan./jun. 2013. Disponível em: <http://stat.cbsm.incubadora.ufsc.br/index.php/necat/article/view/2789>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SIMON, Guilherme. **Abastecimento de água é interrompido em bairros de Florianópolis e São José nesta terça**. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/abastecimento-de-agua-e-interrompido-em-bairros-de-florianopolis-e-sao-jose-nesta-terca>. Acesso em: 17 out. 2023.

SISTEMA integrado de abastecimento da Grande Florianópolis é recuperado. **Notícias Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**, s/l, 14 mar. 2014. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/sistema-integrado-de-abastecimento-da-grande-florianopolis-e-recuperado#0>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SORRE, M. Les fondements de la Géographie Humaine. Tome: I- Lês foundements biologiques Essai d'une écologie de l'homme. Livre I - **Le climat et l'homme**. Chp Ier Le Climat. Paris: Librairie Armand Colin, 1951. p. 13-43.

SCHRODER, Rudolf. Distribuição e curso anual das precipitações no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 15, n. 18, p. 193-29, ago. 1956.

SPINELLI, Kátia. **Estiagem e a vulnerabilidade social no oeste de Santa Catarina no período de 1999 a 2012**. 2018. 310 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em:

[https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/193369#:~:text=O%20per%C3%ADodo%20de%20an%C3%A1lise%20das,meteorol%C3%B3gica%20de%20Chapec%C3%B3%20\(SC\).](https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/193369#:~:text=O%20per%C3%ADodo%20de%20an%C3%A1lise%20das,meteorol%C3%B3gica%20de%20Chapec%C3%B3%20(SC).)
Acesso em: 21 jun. 2022.

TANNEHILL, Ivan Ray. **Drought: its causes and effects**. 1947: Princeton University Press, 1947.

TASE, Norio. **Area-deficit-intensity characteristics of droughts**. Fort Collins: Colorado State University, 1976.

TEIXEIRA, Livia. **Desenvolvimento de material de estudo dos princípios de meteorologia e meio ambiente para estudantes, professores e meios de comunicações**. Disponível em: <http://150.163.141.175/~rwww1/glossario/principios.shtml#c>. Acesso em: 16 out. 2023.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABHR, 1997.

TUNDISI, José Galizia. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, v. 70, p. 24-35, jun./ago. 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13529/15347>. Acesso em: 23 jun. 2022.

TUNDISI, José Galizia, *et al.* **Limnologia de Águas Interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos**. In: REBOUÇAS, Aldo da C; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (org.). *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e gestão*. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. Cap. 7. p. 203-240.

VAZ, A. C. **Uma Metodologia para a Caracterização e Monitorização de Secas**. Publicação Instituto Superior Técnico/Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa. 2012.

VEIGA DA CUNHA, Luis. **A gestão da água: princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.

WILHITE, Donald A. United Nations Environment Programme. **Preparing For Drought: a guidebook for developing countries**. Nairobi: UNEP, 1992. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/30153>. Acesso em: 16 out. 2023.

WILHITE, Donald A. Drought as a Natural Hazard: concepts and definitions. In: WILHITE, Donald A. **Drought: a global assessment**. London: Routledge, 2000. p. 3-18.

WILHITE, Donald A.; GLANTZ, Michael H.. Understanding the Drought Phenomenon: the role of definitions. **Water International**, S.L, v. 3, n. 10, p. 111-120, jan. 1985.

WILHITE, Donald A.; PULWARTY, Roger S. **Drought and Water Crises: integrating science, management, and policy**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2018.

World Meteorological Organization (WMO); Global Water Partnership (GWP). **Handbook of Drought Indicators and Indices**. Geneva: Integrated Drought Management Tools And Guidelines Series 2, 2016.

YASSUDA, Eduardo Riomey. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. *Rev. Adm. Púb*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 5-18, jun. 1993. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/8663>. Acesso em: 17 set. 2021.

YEVJEVICH, Vujica. **An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts**. Fort Collins: Colorado State University, 1967.

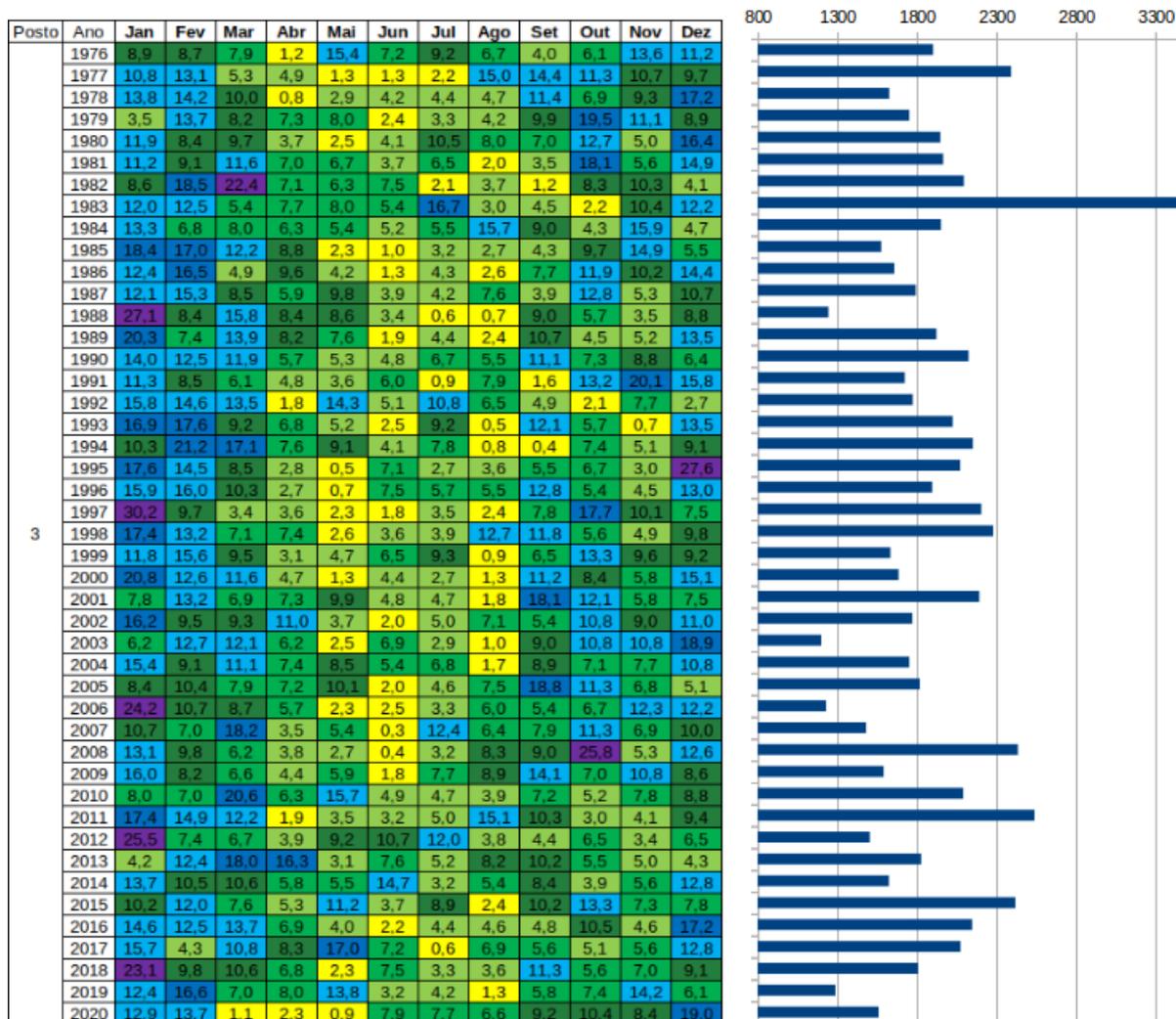
ZANDONADI, Leandro. **As chuvas na bacia do Paraná**: aspectos temporais, espaciais e rítmicos. 2009. 206 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2009.

ZANDONADI, Leandro. **As chuvas na bacia hidrográfica do Rio Paraná, Brasil**: um estudo do ritmo climático e algumas considerações sobre a vazão hídrica. 2013. 206 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104299>. Acesso em: 20 jun. 2022.

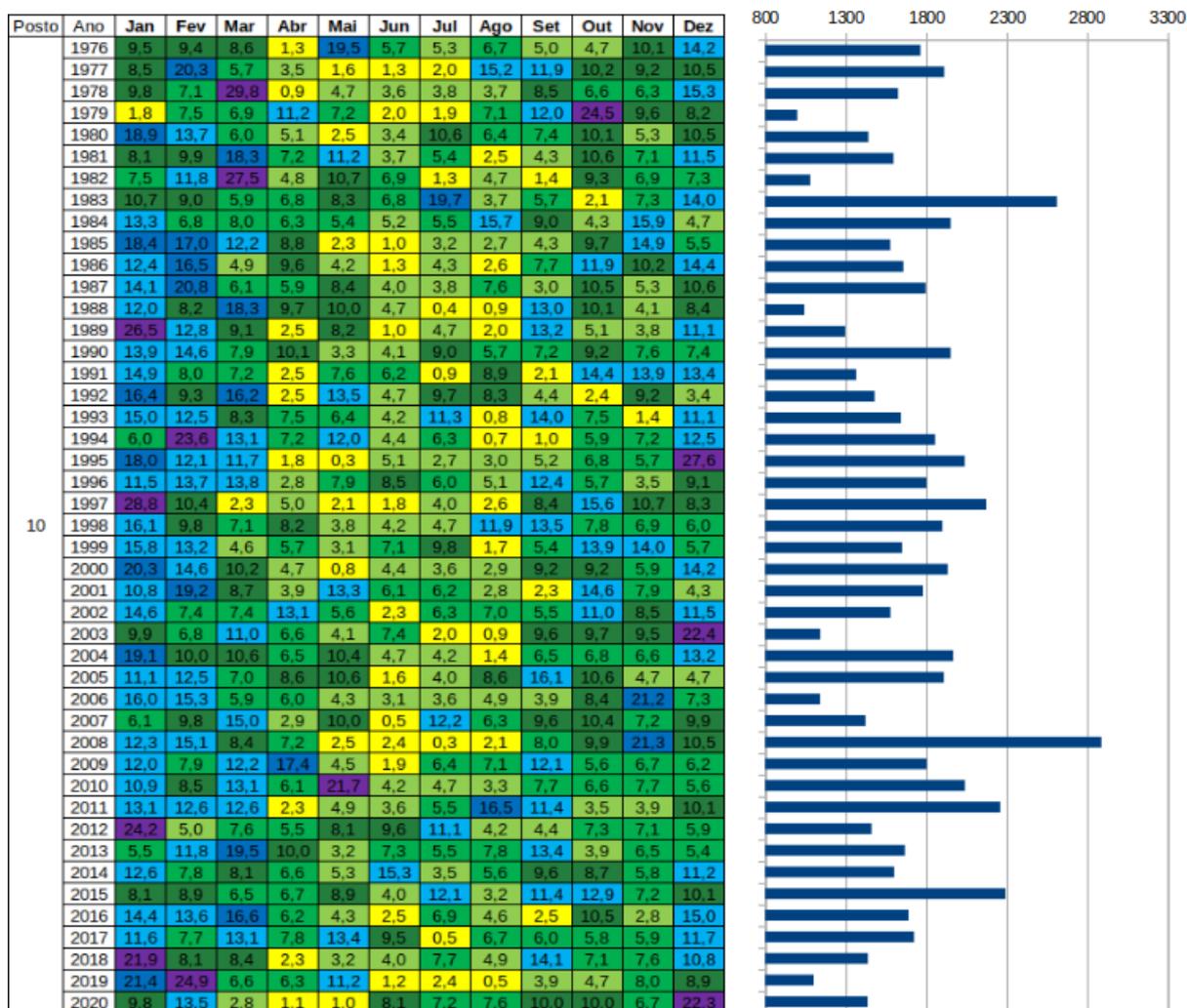
ZAVATINI, João Afonso. **Dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul**. 1990. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990. Acesso em: 16 out. 2023.

ZAVATTINI, João Afonso; BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia Geográfica**: teoria e prática de pesquisa. Campinas: Alínea, 2013.

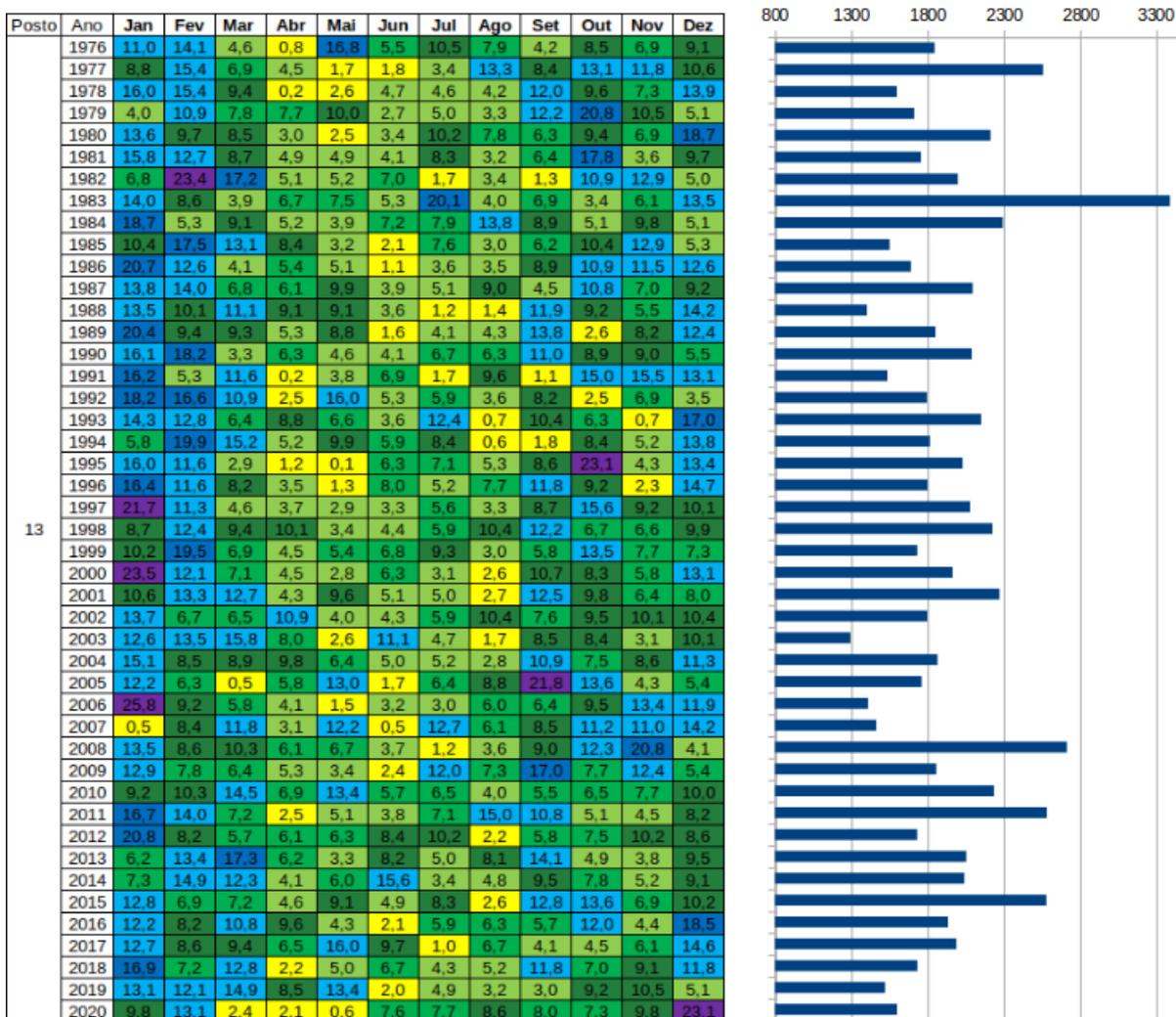
APÊNDICE A - Pluviograma do posto n.º 3.



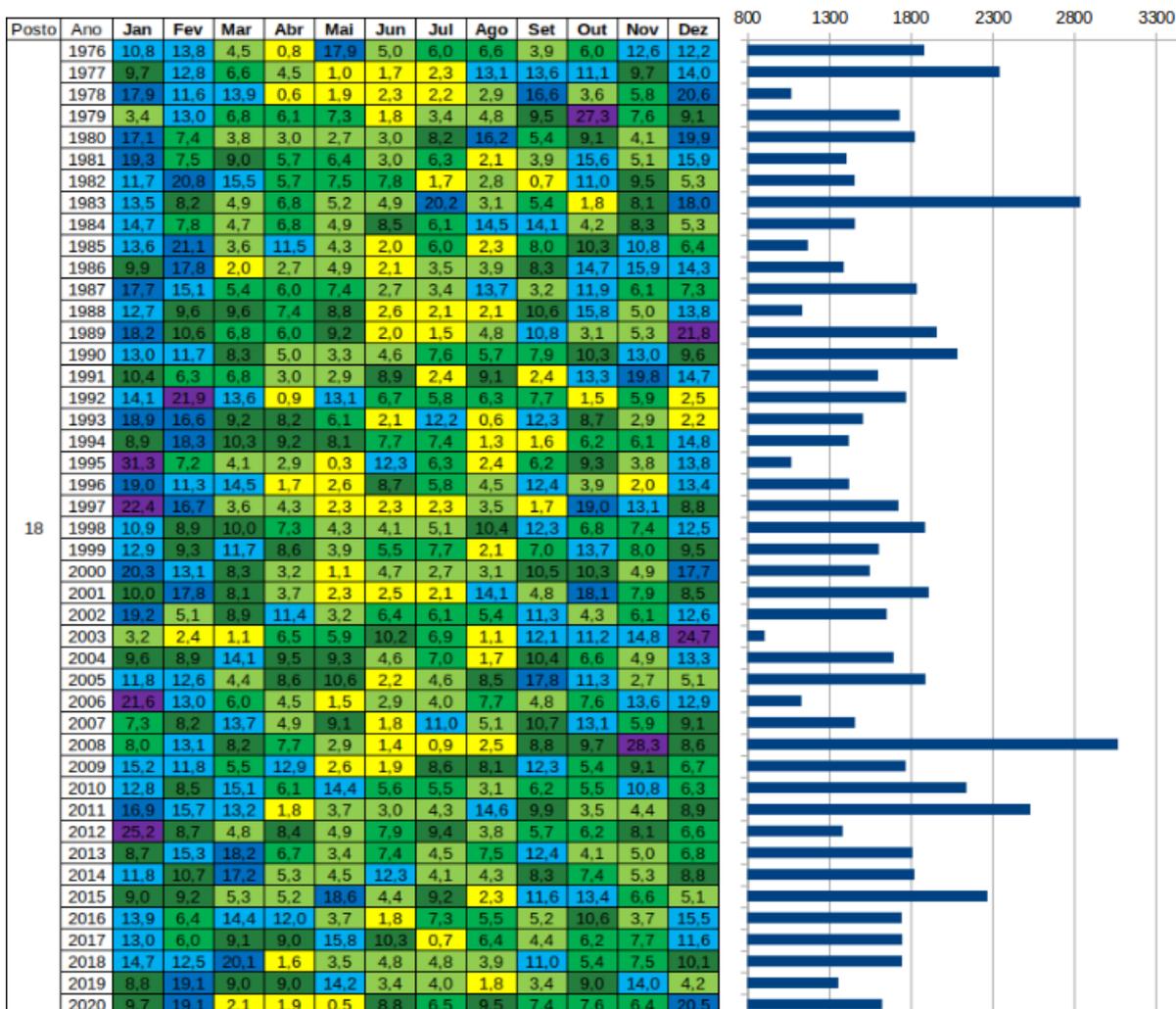
APÊNDICE B - Pluviograma do posto n.º 10.



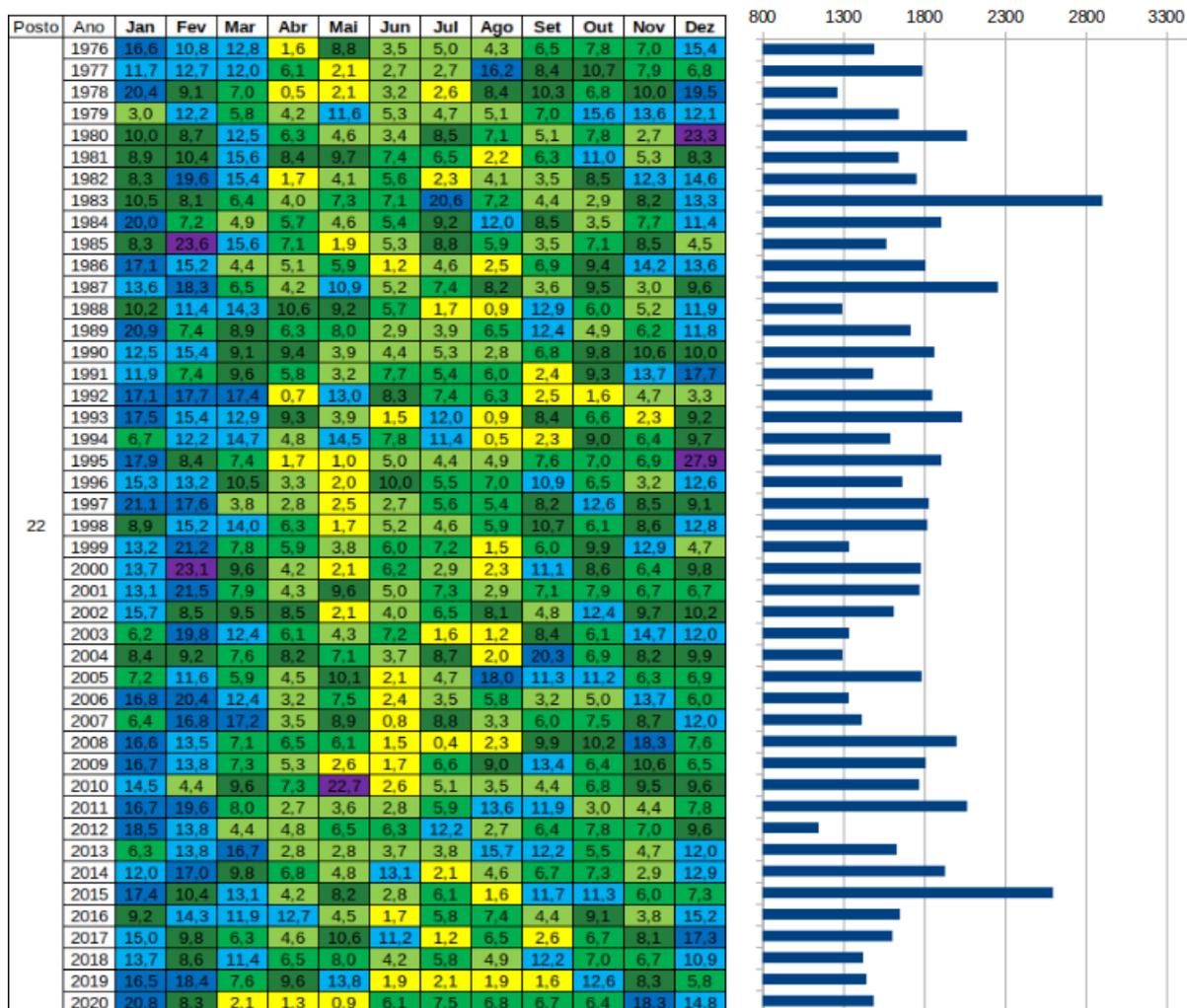
APÊNDICE C - Pluviograma do posto n.º 13.



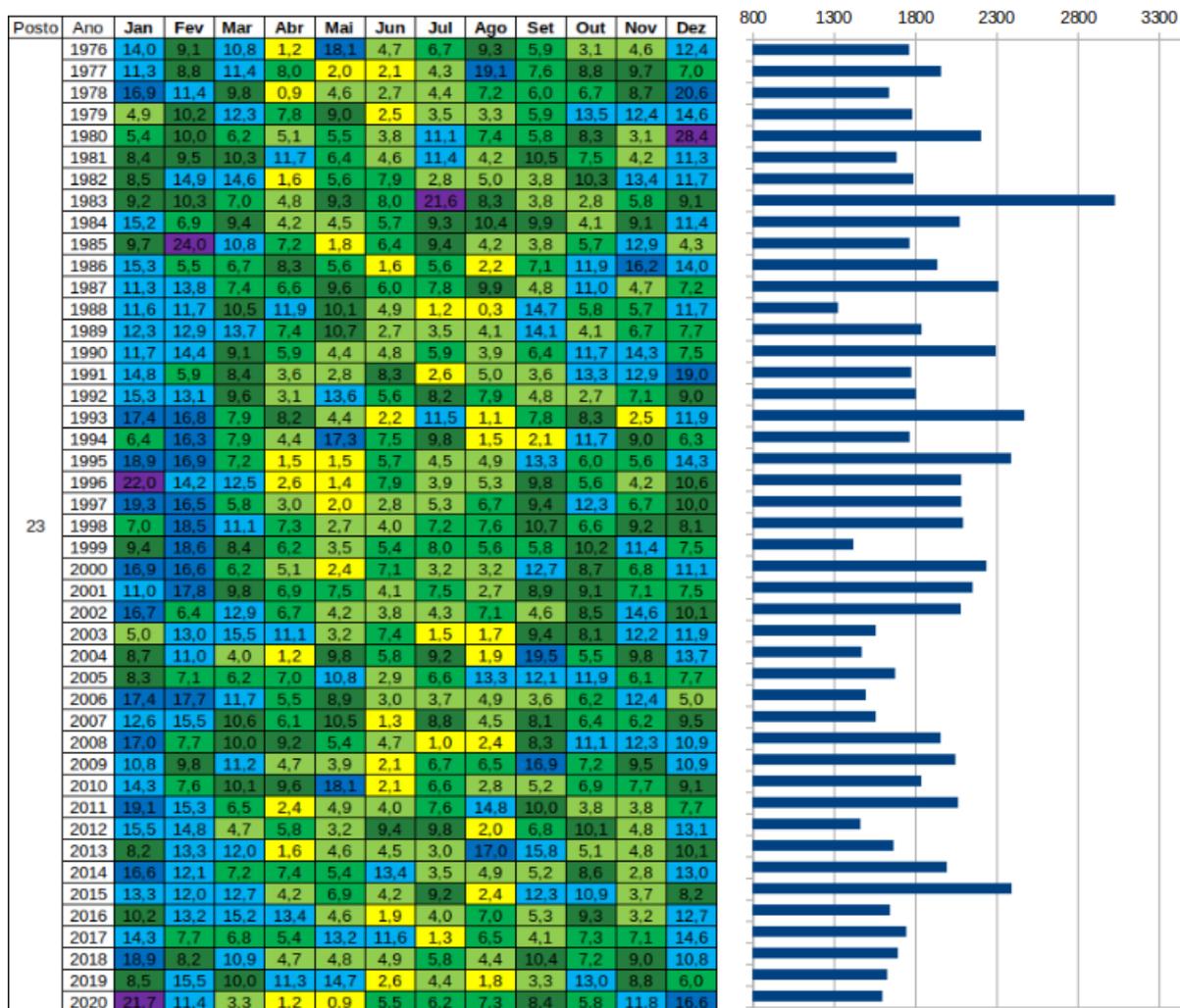
APÊNDICE D - Pluviograma do posto n.º 18.



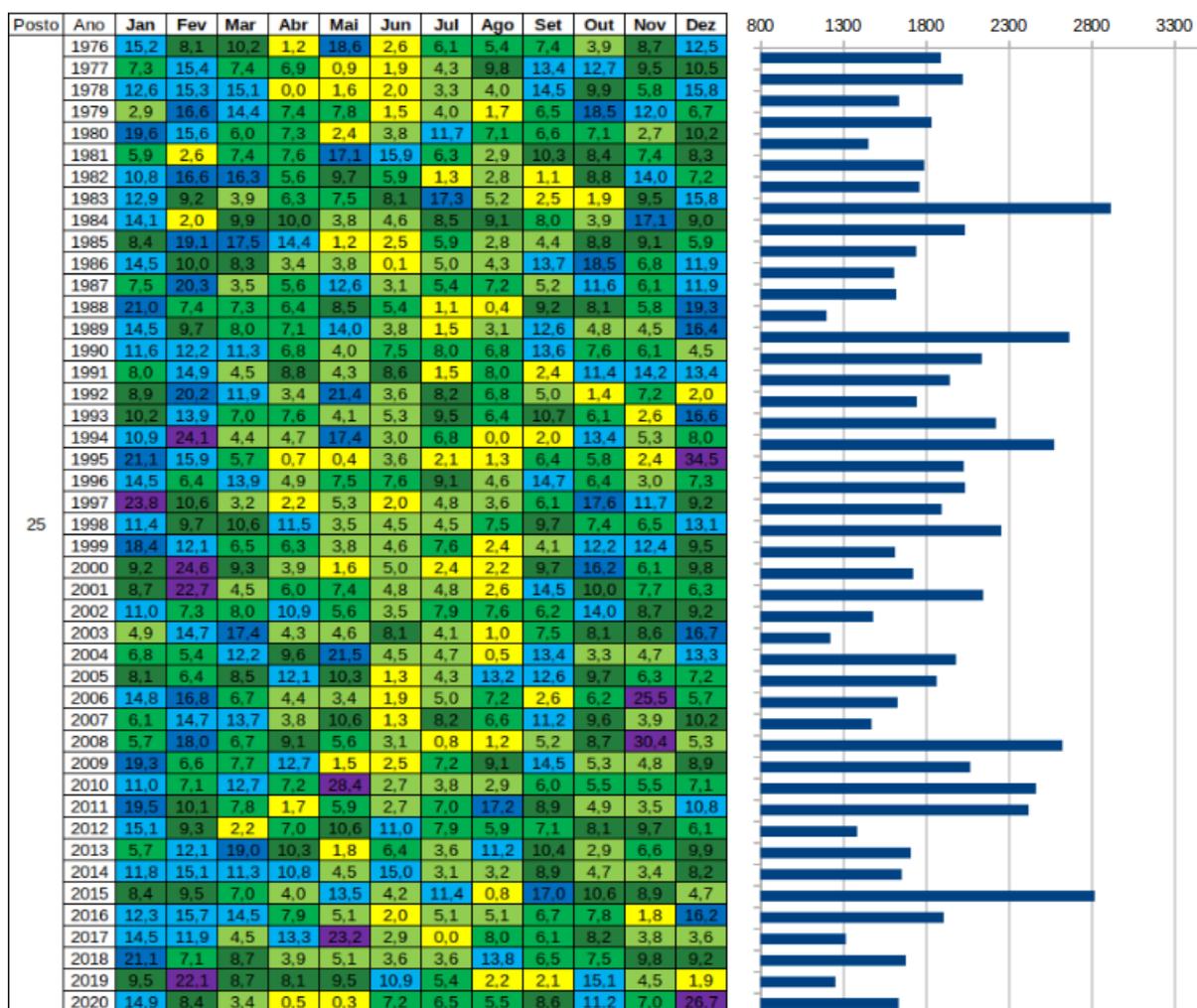
APÊNDICE E - Pluviograma do posto n.º 22.



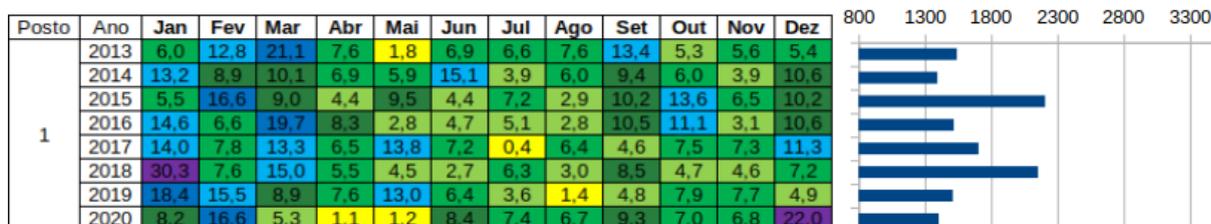
APÊNDICE F - Pluviograma do posto n.º 23.



APÊNDICE G - Pluviograma do posto n.º 25.



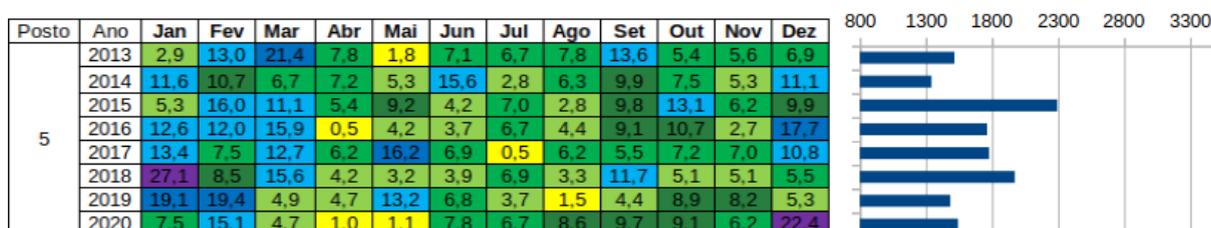
APÊNDICE H - Pluviograma do posto n.º 1



APÊNDICE I - Pluviograma do posto n.º 4



APÊNDICE J - Pluviograma do posto n.º 5



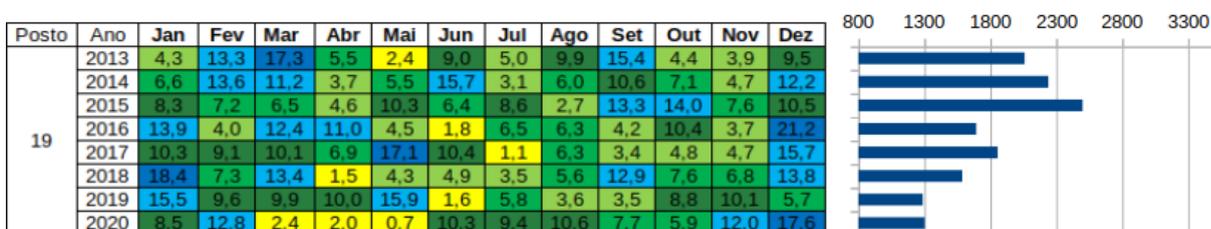
APÊNDICE K - Pluviograma do posto n.º 7



APÊNDICE L - Pluviograma do posto n.º 17



APÊNDICE M - Pluviograma do posto n.º 19



APÊNDICE N - Pluviograma do posto n.º 24

