PRECIPITAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBATÃO DO SUL/SC: ESTUDO DA VARIABILIDADE COM OS DADOS OBSERVADOS E A REANÁLISE MERRA-2

PRECIPITATION IN THE CUBATÃO SOUTH RIVER WATERSHED/SC: VARIABILITY STUDY WITH OBSERVED DATA AND MERRA-2 REANALYSIS

PRECIPITACION EN LA CUENCA DEL RIO CUBATÃO DO SUL/SC: ESTUDIO DE VARIABILIDAD CON LOS DATOS OBSERVADOS Y EL REANALISIS MERRA-2

Karen Andressa Ramos
Mestranda em Geografia - UFSC
Email: kandressa17@gmail.com

Manuela Luiza de Andrade Camisão
Mestranda em Clima e Ambiente - IFSC
Email: manuelacamisao@gmail.com

Karla Viviane de Carvalho
Mestranda em Clima e Ambiente - IFSC
Email: kavicarvalho@gmail.com

Thiago Pereira Alves
Dr. Sistemas Costeiros e Oceânicos - UFPR
Docente e pesquisador - IFSC
Email: thiago.alves@ifsc.edu.br

Resumo:
A precipitação é quem condiciona e regula diretamente a variabilidade de grande parte do volume hídrico dos rios, desta forma o objetivo do trabalho é identificar a variabilidade das chuvas anuais e interpretar o comportamento mensal e sazonal da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul/SC. A série temporal analisada é entre os anos de 1946 a 2020. Para o estudo utilizou-se dados observados e reanálise MERRA-2. As técnicas aplicadas para a análise dos dados foram estatísticas descritivas, análise da variância unifatorial e multifatorial, Anos-padrão e o modelo de interpolação Inverso da Distância Ponderado, com a Fórmula de Sturges. Como resultado, a bacia hidrográfica e seu entorno registrou mais anos secos do que chuvosos, porém apresentou volumes elevados em curto período, indicando uma leve tendência de incremento nas últimas décadas, evidenciou um verão chuvoso, o inverno mais seco, a primavera e outono bastante variáveis. A porção leste da bacia e o setor sul da região apresentaram-se como a mais chuvosa.

Palavras-chave: Recurso hídrico, anos-padrão, chuvoso, seco, interpolação.

Abstract:
Precipitation is what directly conditions and regulates the variability of a large part of the water volume of rivers, so in this work we propose to identify the annual variability of rainfall and determine the monthly and seasonal precipitation behavior of the Cubatão South River watershed - Santa Catarina/SC. The time series analyzed is from 1946 to 2020. Observed data and MERRA-2 reanalysis were used. Descriptive statistics, unifactorial and multifactorial analysis of variance, Standard-Years, Inverse Distance Interpolation model weighted with Sturges Formula were methods used in this work. As a result, the watershed and its surroundings recorded more dry than rainy years, but the region has had high rainfall in a short period of time, indicating a slight tendency to increase in the last two decades, showing a rainy summer, drier winter, with very variable spring and autumn. The eastern portion of the watershed and the southern sector of the region were the rainiest.

Keywords: Water resource, standard years, rainy, dry, interpolation.

Resumen:
Las precipitaciones son las que condicionan y regulan directamente la variabilidad de gran parte del caudal de agua de los ríos, por lo que el objetivo del trabajo es identificar la variabilidad de la precipitación anual e interpretar el comportamiento mensual y estacional de la precipitación de la cuenca del río Cubatão do Sul/SC. La serie temporal analizada está comprendida entre 1946 y 2020. Se utilizaron datos observados y el reanálisis MERRA-2. Las técnicas aplicadas para el análisis de los datos fueron la estadística descriptiva, el análisis de varianza unifactorial y multifactorial, los años estándar y el modelo de interpolación de distancia ponderada inversa con la fórmula de Sturges.Como resultado, la cuenca y sus alrededores registró más años secos que lluviosos, a pesar de que la región presenta una alta pluviosidad en un corto período de tiempo, indicando una ligera tendencia al aumento en las últimas dos década, evidenciando un verano lluvioso, un invierno más seco, con una primavera y un otoño bastante variables. La porción este de la cuenca y el sector sur de la región fueron los más lluviosos.

Palabras-clave: Recursos hídricos, años estándar, lluvioso, seco, interpolación.

Introdução

Bacias hidrográficas são áreas de captação natural da água de precipitação que compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

A concepção da bacia hidrográfica como uma ferramenta para a gestão com adequado foco na integração provém do *International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century* (WMO, 1992). Segundo a legislação brasileira, uma bacia hidrográfica constitui a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

O recorte territorial das bacias hidrográficas para gestão da água ganhou espaço com a consolidação do princípio nº 1 (Princípios de Dublin), que diz que a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos (PORTO, M.; PORTO, R., 2008).

Integrar todos os aspectos que afetam e são influenciadas por estas áreas tem sido um grande desafio (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002). Entre eles, a análise e compreensão dos componentes hidrológicos, como a precipitação, que possuem destaque devido a sua relevância (BALBINOT *et al.*, 2008).

A precipitação condiciona e regula diretamente a variabilidade de grande parte do volume hídrico dos rios. Além disso, é o elemento meteorológico que melhor representa a diversidade climática brasileira, devido à sua grande variabilidade temporal e espacial (ZAVATTINI; BOIN, 2013).

As chuvas exercem grande influência sobre as condições ambientais, atividades produtivas rurais e produção de energia (COAN; BACK; BONETTI, 2015). A obtenção de dados pluviométricos é essencial para a realização de estudos hidrológicos que auxiliam no planejamento dessas e muitas outras atividades, como obras de contenção e construção de pontes (FRANCESCHI; OLIVEIRA, 2017).

O gerenciamento, a conservação e a recuperação da bacia hidrográfica depende de uma forte base de informações hidrológicas e do desenvolvimento de mecanismos de transferência de conhecimento da ciência básica para a aplicação (TUNDISI, 2006).

Desta forma, estudos em bacias hidrográficas são de extrema importância para a gestão dos recursos hídricos da mesma. O conhecimento da oferta quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica pode priorizar demandas e gerir diretrizes para o uso prioritário e sustentável deste bem (PEREIRA; KOBIYAMA, 2013).

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, localizada na região da Grande Florianópolis, possui dois principais rios, a Vargem do Braço (Pilões) e o Cubatão do Sul, as águas são captadas para o abastecimento de aproximadamente 700 mil habitantes (PMF, 2010). De acordo com Silva e Mattei (2013), a região possui uma expressiva densidade demográfica, sendo uma das maiores do Estado de Santa Catarina, com forte urbanização e alto fluxo de migração. Logo, há apreensão sobre o estado da bacia hidrográfica, já que é uma importante fornecedora de água para o abastecimento.

Dada a importância, o objetivo deste trabalho consistiu em identificar a variabilidade das chuvas anuais e interpretar o comportamento mensal e sazonal de precipitação da bacia

hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, em anos-padrão seco, habitual e chuvoso.

Materiais e Métodos

Área de estudo e seus aspectos naturais

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul está localizada no Estado de Santa Catarina e inserido nos 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 (figura 1).

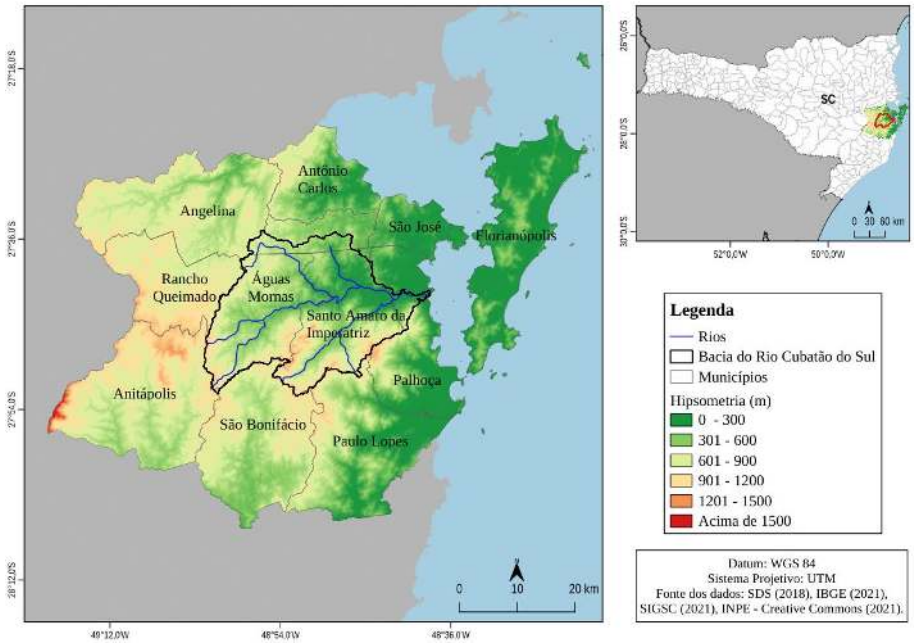
A bacia do Rio Cubatão possui uma área total de 738 km², sendo que 342 km² estão dentro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. De acordo com a classificação de bacias hidrográficas catarinenses, ela faz parte da Região Hidrográfica Litoral Centro (RH-8), ocupando cerca de 14% da área total do RH-8 (SANTA CATARINA, 2018).

A bacia origina-se nas vertentes orientais das serras do Rio Novo e da Garganta, com altitudes superiores a 1.000 metros. Logo em seguida ocorre a junção dos rios Cedro e Salto (Alto Cubatão) que desaguam no rio Cubatão do Sul e seu escoamento vai até a sua foz na Baía Sul (Município da Palhoça), formando um manguezal. O rio Cubatão do Sul é o principal rio da bacia, possui curso sinuoso com um 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.

As águas dos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço são captadas e distribuídas pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN) para a região da Grande Florianópolis, cuja capacidade de abastecimento era de 700 mil usuários (CASAN, 2013).

A hipsometria evidencia que na bacia do Rio Cubatão do Sul há variação entre 0 a 1500 m, as maiores altitudes referem-se à Serra do Tabuleiro (1241 m), ao Morro do Massiambu (1210 m) e à Serra do Cambirela (1043 m) (Figura 1).

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, contendo a hipsometria da região e os principais rios da bacia.



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

O relevo do interior da bacia se caracteriza por três grandes unidades topográficas. No relevo cristalino, com altitudes que variam de 400 a 900 m, destacam-se algumas serras como a Serra do Tabuleiro, formada por uma vasta massa granítica na fachada atlântica, com níveis entre 800 e 1.000 metros. A segunda unidade

são formações tabulares, destacando a chapada da Boa Vista, que é formadora do grande centro dispersor das águas, com altitudes que se elevam até 1.200 metros. Por último a unidade planícies costeiras, próxima a sua foz e ao longo de toda a parte baixa e média do Rio Cubatão, são áreas com solos ricos em matéria orgânica, bastante sujeitos a inundações (PEREIRA *et al.*, 2002).

Pela classificação de Koppen a região se encontra sob domínio do Clima subtropical, com verão quente (Cfa) e do Clima temperado, com verão ameno (Cfb), ou seja, nas planícies e regiões mais baixas é atribuído o tipo Cfa, e nas altas o Cfb (JORGE; MENDONÇA, 2009).

A vegetação da bacia do Rio Cubatão do Sul pertence ao bioma Mata Atlântica, tendo o domínio de Vegetação Litorânea (manguezais e restingas), Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), Campos de Altitude (Campos Naturais) e Matinha Nebular (EXTERCKOTER, 2006).

Obtenção dos dados e séries temporais

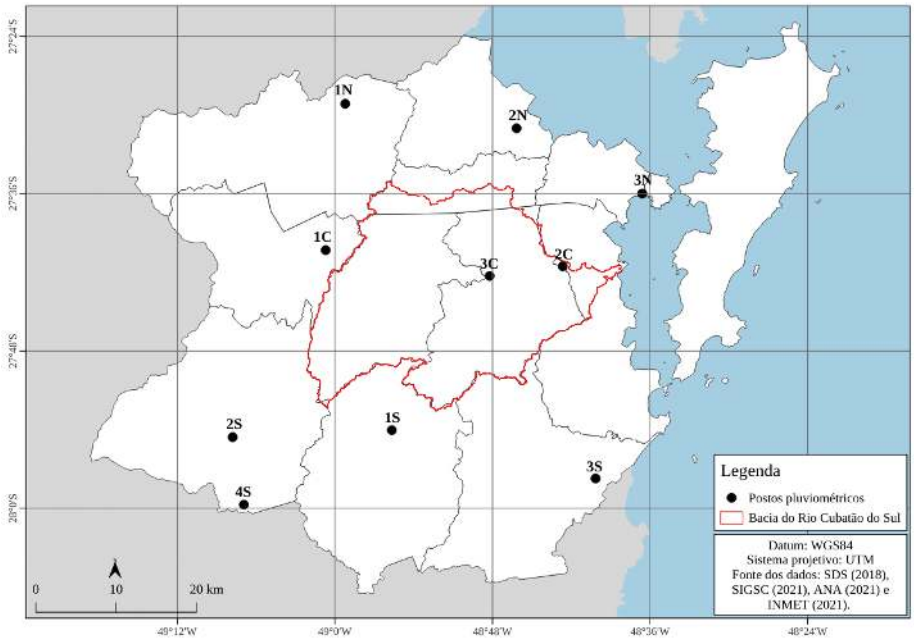
Os registros de precipitação foram obtidos através dos bancos de dados *on-line* disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), nos postos dispostos na área da bacia do Rio Cubatão do Sul como no entorno.

Vale a observação de que dentro dos limites da bacia só existem apenas 2 postos pluviométricos com os dados disponíveis para o *download*, que são insuficientes para o estudo, portanto foram

considerados os demais postos adjacentes da bacia, pois poderá haver semelhanças no comportamento meteorológico.

Na bacia hidrográfica e entorno existem treze postos pluviométricos com os dados disponíveis, mas foram selecionados dez postos para este estudo: três localizados no norte, três no centro, com duas dentro da bacia, e quatro no sul. Conforme a figura 2, contendo os códigos dos postos.

Figura 2: Localização dos postos pluviométricos.



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Dos 13 postos disponíveis, dois foram excluídos por apresentarem elevada inconsistência de registros, não sendo temporalmente representativo para o presente estudo. O registro mais longo encontrado entre os dados de todos os postos é do ano de 1944 e se estende até 2021.

Também, foram utilizados dados de precipitação oriundo da reanálise MERRA-2, produzida pelo *Global Modeling and Assimilation Office* (GMAO) e adquiridos do Projeto POWER do

Centro de Pesquisa Langley da NASA (LaRC) financiado pelo Programa de Ciências da Terra/Ciências Aplicadas da NASA. A reanálise possui registros mensais completos, que se enquadram na recomendação da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) em utilizar uma série com mais de 30 anos, sem falhas mensais, para análise do clima de um local (WMO, 2019), por isso pode ser utilizada como apoio na escolha de um ano seco, um habitual e um chuvoso para o estudo das chuvas sazonais e mensais.

A série temporal na estatística descritiva e na análise da variância unifatorial (*one-way ANOVA*) foi delimitada entre o ano de 1945 a 2020, pois esse arco temporal permite o aproveitamento de todos os dados disponíveis dos nove postos pluviométricos (ANA).

Para a técnica Anos-padrão foram utilizados os dados de todos os dez postos e da reanálise MERRA-2. Para que seja possível a execução, a série temporal foi reduzida para o ano de 1981 a 2017, pois os registros do MERRA-2 iniciam-se no ano de 1981 e foram encontradas inconsistências nos registros dos anos de 2018 e 2019, por isso, tiveram que ser excluídos do estudo.

Procedimentos metodológicos

Os mapas apresentados ao longo do trabalho foram elaborados por meio do *software* de Sistema de Informação Geográfica QGIS. Os gráficos e as análises estatísticas foram realizados no software Sigmaplot v11. A respeito dos registros pluviométricos, eles foram cuidadosamente avaliados e selecionados, removendo os períodos ausentes e inconsistentes.

Os postos foram agrupados em categorias 'Norte', 'Centro' e 'Sul', conforme a figura 2, pois há a possibilidade de uma área

apresentar volumes de chuva mais altos do que em outras áreas, tendo em vista as diferenças de relevo e da orientação das frentes frias, que é um dos principais mecanismos geradores de chuva na região e normalmente se movem de sudoeste para nordeste, contribuindo para a chuva orográfica.

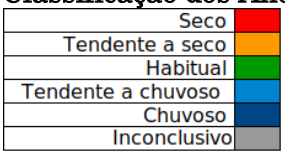
As análises estatísticas com os dados mensais, descritivas e a análise da variância unifatorial (*one-way ANOVA*), foram utilizadas para avaliar os padrões de chuva entre os meses, entre os anos, entre os postos pluviométricos e entre o agrupamento dos postos (Área Norte, Área Centro e Área Sul). Posteriormente, foram realizadas análises da variância multifatorial (*multifatorial ANOVA*), com o intuito de observar o comportamento do padrão das chuvas relacionado a dois ou mais fatores, combinando meses, anos e os postos.

Anos-padrão foi a técnica utilizada neste trabalho para identificar o padrão anual das chuvas na região da bacia do Rio Cubatão do Sul, com base do desvio-padrão em relação à média, idealizada por Sant'Anna Neto (1995), classificando os anos em: seco, tendente a seco, habitual, tendente a chuvoso e chuvoso. Essa técnica detecta consistentemente quais anos estão nos limites extremos das observações (SILVESTRE; SANT'ANNA NETO; FLORES, 2013).

Para a execução da técnica Anos-padrão, foram realizados cálculos de desvio padrão em relação à média com os valores de precipitação anuais, de todos os postos por área e da reanálise MERRA-2. Os resultados são apresentados na seguinte forma: a cor vermelha indica ano seco; a cor laranja indica ano tendente a seco; a cor verde é ano habitual; a cor azul claro aponta ano tendente a chuvoso e o azul escuro indica ano chuvoso, a cor cinza indica que é

inconclusivo (figura 3). Cabe destacar que os quadrados na cor branca indicam a ausência de informação.

Figura 3: Classificação dos Anos-padrão.



Fonte: SANT'ANNA NETO (1995). Elaboração dos autores (2021).

Os resultados foram dispostos em uma planilha, onde foram adicionadas colunas chamadas de "Consenso", que significa que a classe resultante é a maioria dos resultados dos postos. Essas colunas "Consenso", das áreas Norte/Centro/Sul, foram dispostas em um novo quadro, elaborando uma coluna também chamada de "Consenso", indicando que a classe resultante representa a maioria dos resultados de cada área. O procedimento auxilia no panorama geral da região e da bacia, apontando o quão seco, chuvoso ou habitual foi cada ano da série temporal.

Com um ano seco, um ano habitual e um ano chuvoso, foi realizada a interpolação mensal, utilizando os dados observados, com o modelo Inverso da Distância Ponderado (IDP), sendo um dos métodos mais usados (ROCHA *et al.*, 2019; FARIAS; FRANCISCO; SENNA, 2017; GARDIMAN JUNIOR *et al.*, 2012).

O modelo IDP é baseado na linearidade ponderada da combinação do conjunto de dados de precipitação coletados, assumindo que cada dado de entrada tem uma influência local que diminui com a distância, ou seja, quanto maior proximidade dos dados, maiores são os detalhes da superfície interpolada (AMORIM *et al.*, 2008). Os intervalos de classe da precipitação foram realizados

através da técnica Fórmula de Sturges (STURGES, 1926), conforme a figura 4.

Figura 4: Intervalos de classe da precipitação e suas respectivas cores.

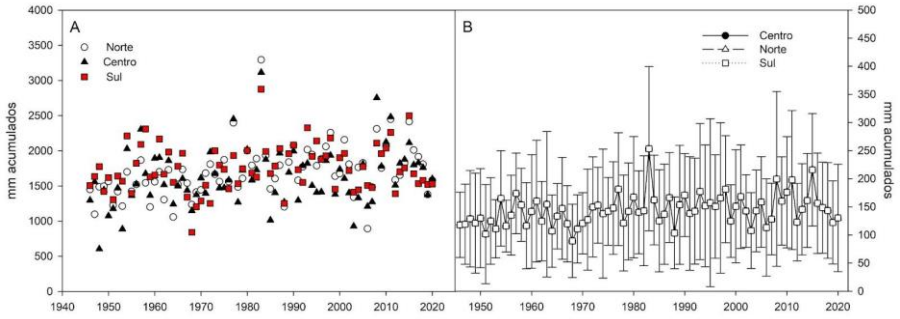
Chuva (mm)	
10 – 57	
58 – 103	
104 – 149	
150 – 195	
196 – 241	
242 – 287	
288 - 333	
334 – 379	

Fonte: STURGES (1926). Elaboração de autores (2021).

Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul e seu entorno tiveram a precipitação média de 1647,6 ±375,4 mm, com o máximo de 2959,2 mm e o mínimo de 600,3 mm. A distribuição da pluviosidade anual representada pelas figuras 5A e 5B nos permite inferir que a região possui um padrão de chuvas relativamente constantes (em torno do valor médio), com períodos curtos de elevada precipitação, além disso, apresentou uma leve tendência de incremento nas últimas duas décadas.

Figura 5: A) Valores brutos anuais para cada agrupamento de postos e B) média mensal ± o desvio padrão, de chuva acumulada por ano em cada agrupamento.



Fonte: ANA (2021). Elaboração de autores (2021).

Entre os agrupamentos dos postos, não foram observadas diferenças significativas (F= 0,55; p= 0,99) de precipitação anual, ao longo da série temporal. No entanto, todos os agrupamentos apresentaram diferenças significativas de registros de pluviosidade entre os anos (F= 6,71; p= 0,001), indicando que em determinados anos ocorrem maiores volumes de chuva.

Os registros de elevados valores de pluviosidade anuais foram nos anos de 1983 (3627,90 mm), 2008 (3070,60 mm), 2011 (2582 mm) e 2015 (2820,10 mm). Em contrapartida, os menores registros de precipitação foram nos anos de 1968 (1074,90 mm), 1988 (1244,10 mm), 2003 (1233,90 mm) e 2006 (892,6 mm).

Para compreender a variabilidade das chuvas anuais de todos os postos dos agrupamentos, pode ser observada na figura 6. Os resultados evidenciaram que a menor variabilidade pluviométrica anual ocorreu nos postos da área Norte, com a evidência de mais anos com o padrão habitual do que nas áreas Centro e Sul.

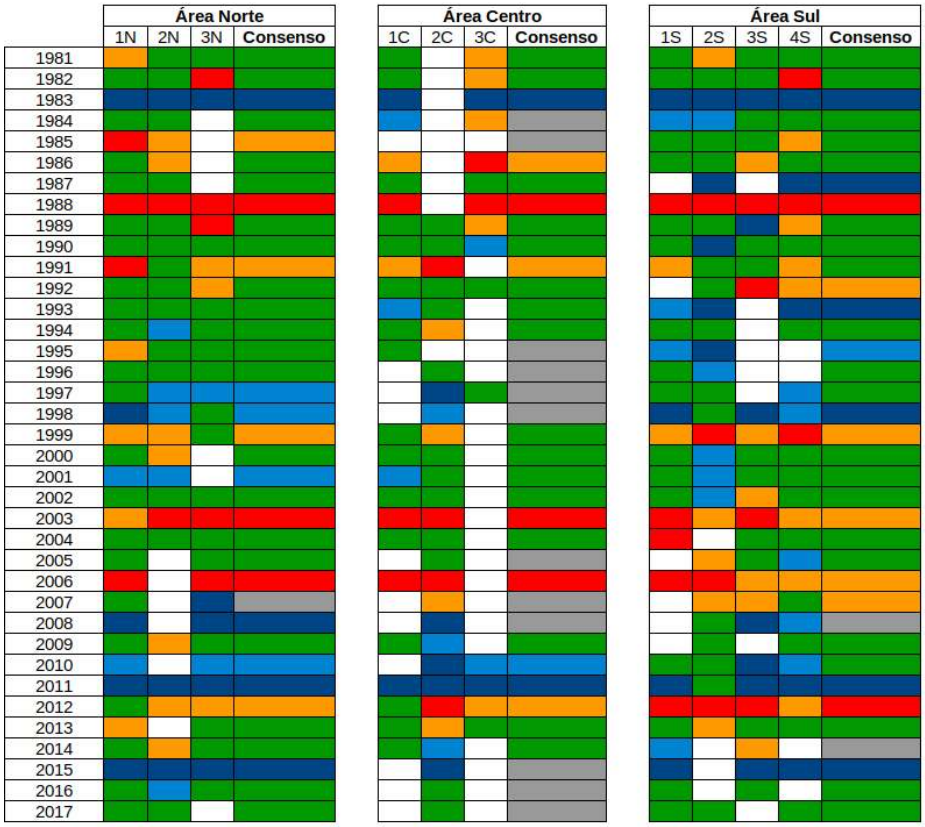
A área Sul teve a maior variabilidade de precipitação, apresentando uma menor quantidade de anos no padrão habitual do que nas áreas Norte e Centro. Destaca-se que nos anos de 1987 a 1998 diversos postos se apresentaram como chuvosos, esse padrão

não apareceu nos outros agrupamentos. Esse indício reforçou a maior variação das chuvas anuais na área Sul.

De acordo com a figura 7, que representa o padrão das chuvas anuais de cada agrupamento, o setor Sul foi identificado como o mais chuvoso, aparecendo em 6 anos de toda a série temporal. Em relação aos anos 'secos', nas áreas Centro e Norte ocorreram em 1988, 2003 e 2006, enquanto no setor Sul somente nos anos de 1988 e 2012.

Em 36 anos, as classes 'seco' e 'tendente a seco' representaram em 6 anos no total (16%), o 'habitual' se configurou por 23 anos (64%); as classes 'tendente a chuvoso' e 'chuvoso' se apresentaram por 5 anos no total (14%), e houve 3 anos inconclusivos (8%). Na reanálise, apresentaram-se 13 anos ao total de 'secos' e 'tendentes a seco' (36%); 14 anos 'habitual' (38%) e somaram 10 anos 'tendente a chuvoso' e 'chuvoso' (28%).

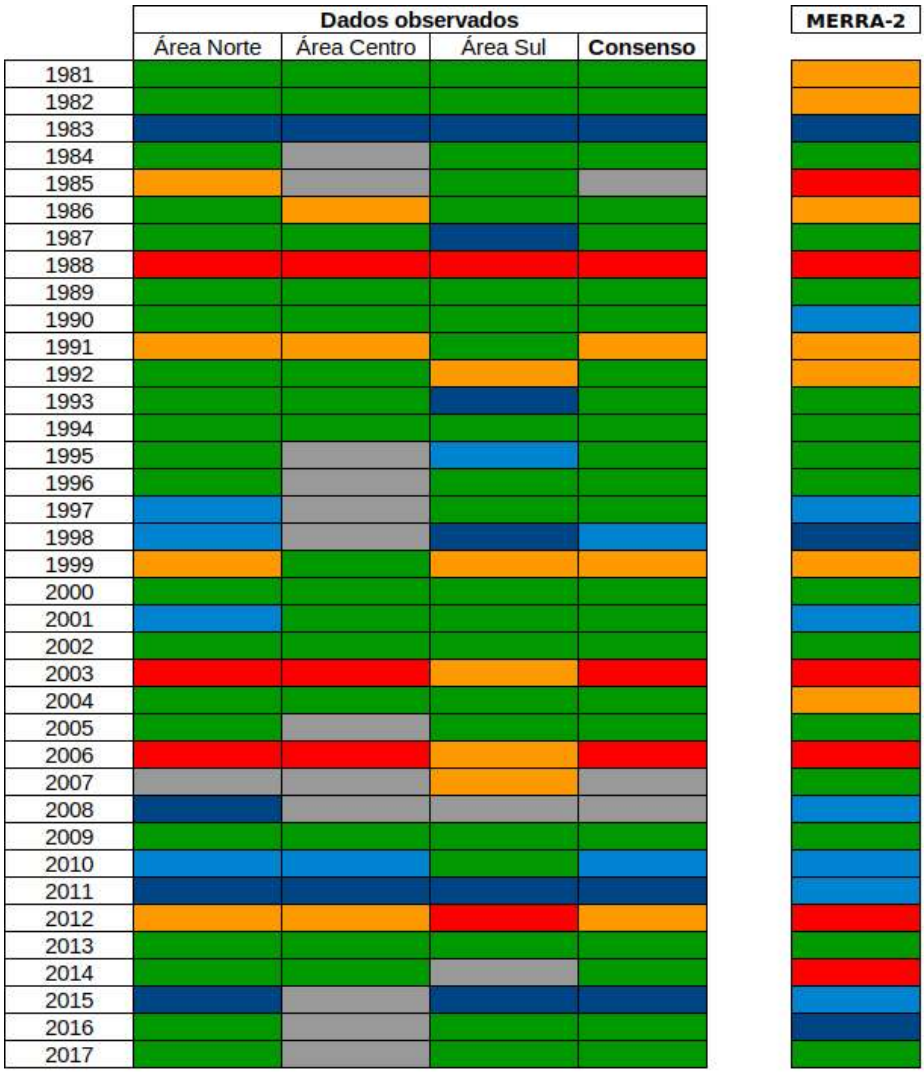
Figura 6: Variabilidade das chuvas anuais da bacia do Rio Cubatão e seu entorno, com todos os postos pluviométricos.



Fonte: ANA (2021) e INMET (2021). Elaboração de autores (2021).

Os resultados dos dados observados e da MERRA-2 apresentaram discordâncias na classificação em diversos anos, portanto, ao utilizar a reanálise como apoio nos resultados dos anos-padrão foi necessária a cautela.

Figura 7: Variabilidade das chuvas na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, com os dados observados e MERRA-2.



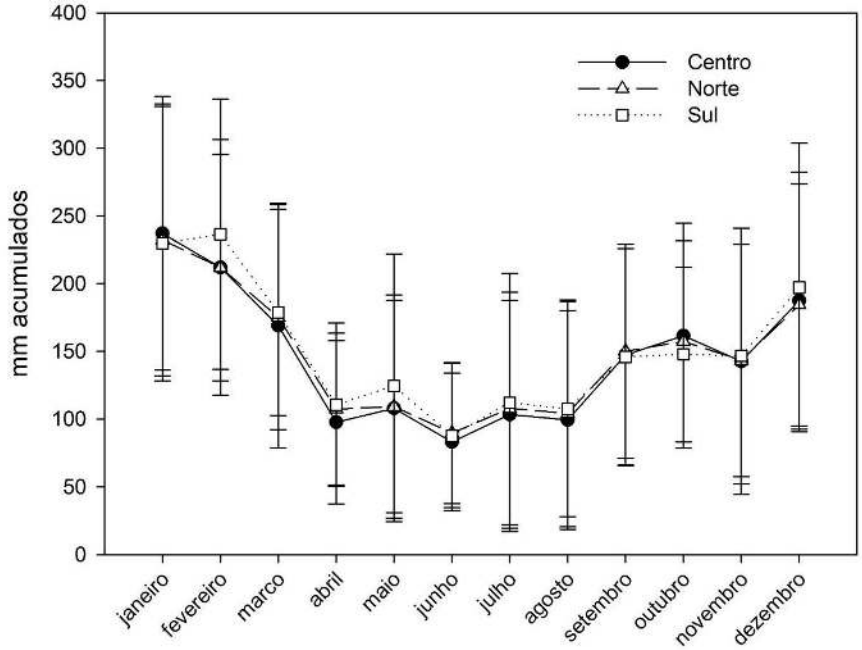
Fonte: ANA (2021), INMET (2021) e POWER (2021) . Elaboração de autores (2021).

Com base nos resultados, considerando os anos mais recentes, para análises das chuvas mensais e sazonais foram escolhidos o ano de 2006 como ano-padrão 'seco', 2017 como 'habitual' e 2015 como 'chuvoso'.

Na figura 8 observa-se que no verão e no início do outono ocorreu maior pluviosidade, sendo os meses de janeiro (232,63

±100,84 mm) e fevereiro (222,87 ±94,89 mm) os mais chuvosos. O período de menor precipitação ocorreu no inverno, com os meses de junho (86,88 ±52,11 mm) e agosto (104,19 ±80,89 mm) sendo os mais secos. A média mensal ao longo do ano foi significativamente diferente (F= 145,0; p= 0,0001).

Figura 8: Média mensal ± o desvio padrão, de chuva acumulada, por mês para cada agrupamento.



Fonte: ANA (2021). Elaboração de autores, 2021.

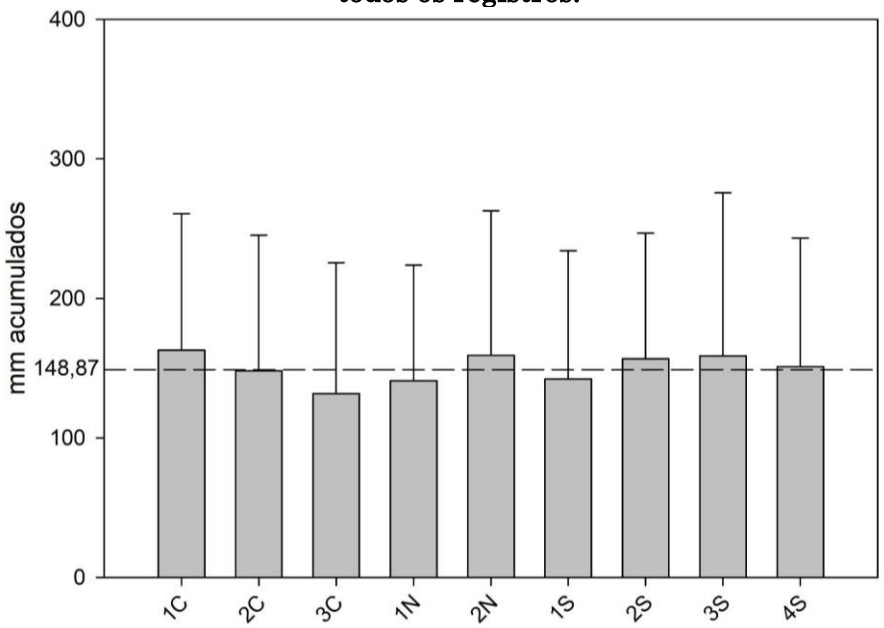
Entretanto, o comportamento dos agrupamentos Norte, Centro e Sul ao longo do ano não foram estatisticamente diferentes (F= 0,87; p= 0,64), indicando que o padrão de comportamento dos grupos são similares dentro da variação sazonal observada nesta série temporal.

Os registros pluviométricos apresentaram uma média mensal de 148,87 ±95,76 mm de chuva acumulada (figura 9). As menores médias mensais de precipitação foram registradas nos

postos 3C (131,73 ±93,69 mm), 1N (140,95 ±82,77 mm) e 1S (142,22 ±91,89). As maiores médias foram nos postos 1C (162,86 ±97,73 mm), 2N (159,11 ±103,64 mm), 3S (158,83 ±116,87 mm).

Houve diferença significativa na chuva mensal (F= 7,58; p= 0,0001) do posto 3C (131,73 ±93,69 mm), que foi menos chuvosa em relação aos postos, na ordem decrescente, 1C (162,86 ±97,73 mm), 2N (159,11 ±103,64 mm), 3S (158,83 ±116,87 mm), 2S (156,62 ±89,98 mm) e 4S (151,01 ±92,14 mm). O posto 1C (162,86 ±97,73 mm), apresentou um valor médio de precipitação mensal significativamente mais elevado em relação aos postos, na ordem crescente, 1S (137,15 ±86,17 mm), 3C (138,34 ±91,78 mm), 1N (154,29 ±85,31 mm).

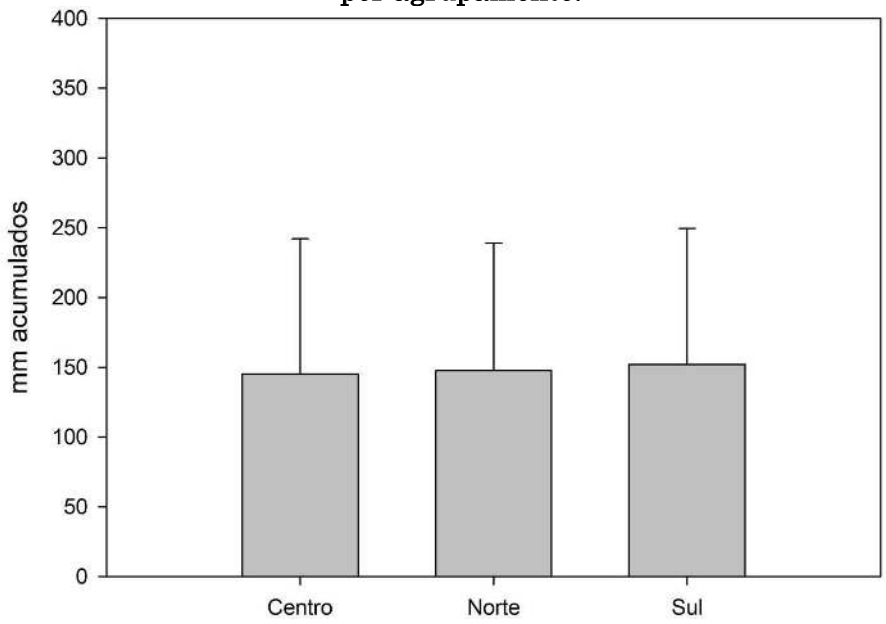
Figura 9: Média mensal ± o desvio padrão, de chuva acumulada por posto pluviométrico. A linha tracejada representa o valor médio de todos os registros.



Fonte: ANA (2021). Elaboração de autores (2021).

O valor médio da chuva mensal acumulada no agrupamento Norte foi de 147,63 ±91,40 mm, no agrupamento Centro foi de 145,29 ±96,74 mm e no Sul foi de 152,06 ±97,42 mm (figura 10). Não foram observadas diferenças significativas (F= 2,74; p= 0,065) dentro dos agrupamentos e entre os agrupamentos.

Figura 10: Média mensal ± o desvio padrão, de chuva acumulada, por agrupamento.



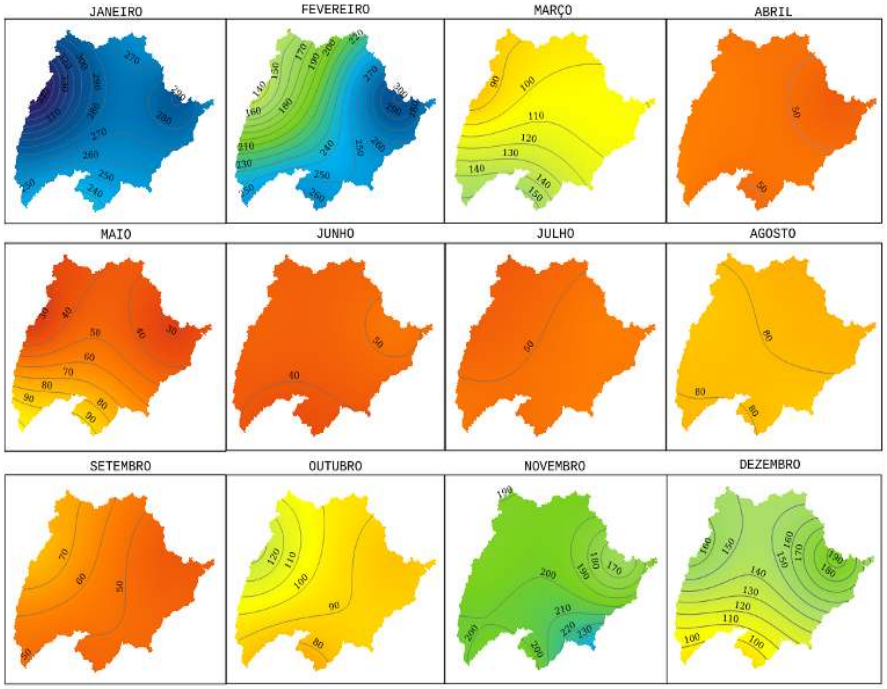
Fonte: ANA (2021). Elaboração de autores (2021).

O comportamento da pluviosidade mensal entre os anos da série histórica demonstraram diferenças significativas (F= 11,72; p= 0,001), indicando que determinados anos podem ocorrer alterações no padrão de distribuição de chuvas mensais. As diferenças de pluviosidade podem estar sendo influenciadas por padrões climáticos de maior escala (*i.e. El Niño/La Niña*) ou estar refletindo as consequências das mudanças no padrão climatológico associadas às mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global.

Com base nos anos-padrão definidos, analisamos o comportamento espacial da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, conforme as figuras 11, 12 e 13.

No ano de 2006, considerado de padrão seco, contemplamos os meses de abril a setembro, com volumes de chuva abaixo dos 90 mm por toda a bacia, ainda que nos meses de março e outubro também registraram pouca chuva. Tendo os meses de janeiro, com a maior pluviosidade no oeste da bacia, e fevereiro, na porção leste da bacia. Esse comportamento de precipitação, ao longo do ano, provavelmente refletiu no volume hídrico, diminuindo os níveis e as vazões dos rios.

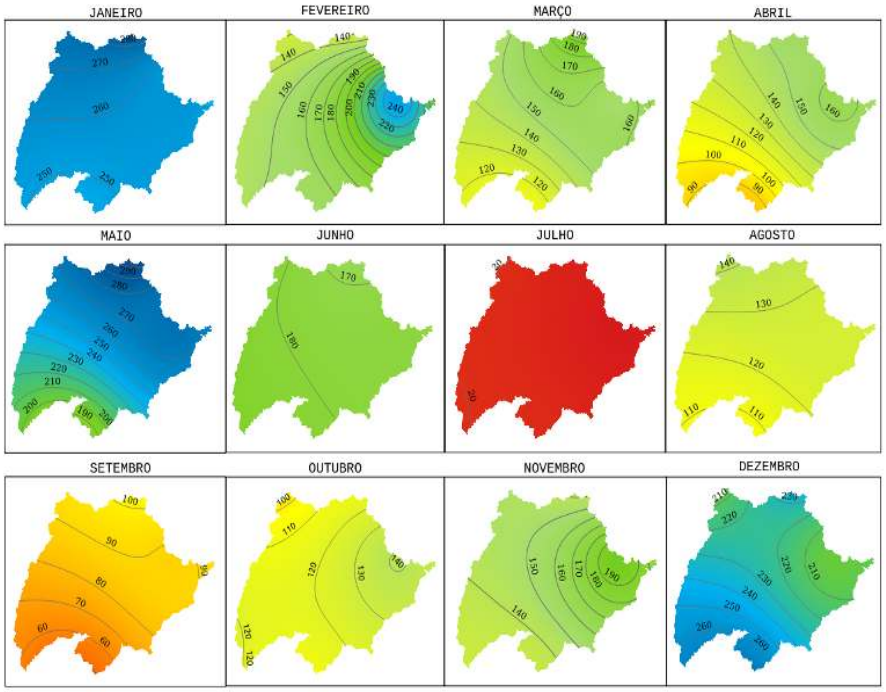
Figura 11: Distribuição das chuvas mensais do ano de 2006, classificado como seco.



Fonte: SDS (2018), ANA (2021) e INMET (2021). Elaboração dos autores (2021).

No ano de 2017, que foi de padrão habitual, as chuvas foram significativas e bem distribuídas durante o ano, com o verão e outono sendo mais chuvosos; inverno e primavera mais secos. Os meses de janeiro, maio e dezembro foram mais chuvosos, entre 190 a 290 mm. Os meses mais secos foram julho, que se destacou por chover apenas 20 mm por toda a bacia, e setembro, com volumes de até 100 mm. Na porção sul da bacia, foram observados menores volumes de precipitação ao longo do ano, enquanto que no leste e norte registraram maiores volumes de chuvas.

Figura 12: Distribuição das chuvas mensais do ano de 2017, classificado como habitual.

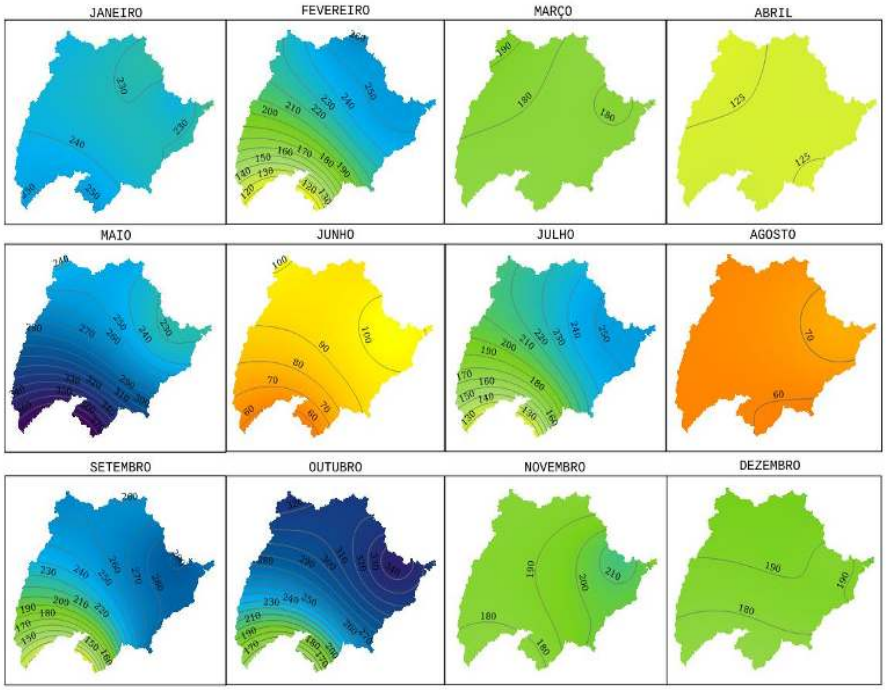


Fonte: SDS (2018), ANA (2021) e INMET (2021). Elaboração dos autores (2021).

No ano de 2015, de padrão chuvoso, a porção leste da bacia recebeu mais chuvas durante o ano e a maioria dos meses tiveram

volumes de aproximadamente 200 mm em grande parte da bacia, o que contribuiu para que o ano fosse chuvoso. Mas, o destaque foi que nos meses de maio e outubro tiveram volumes acima de 300 mm, respectivamente, nos setores sul e leste da bacia, além disso, o mês de junho foi de padrão excepcional. Com a concentração das chuvas na porção leste, possivelmente ocorreram enchentes e enxurradas no município de Santo Amaro da Imperatriz, principalmente no mês de outubro.

Figura 13: Distribuição das chuvas mensais do ano de 2015, classificado como chuvoso.



Fonte: SDS (2018), ANA (2021) e INMET (2021). Elaboração dos autores (2021).

A distribuição das chuvas ao longo da bacia foram bastantes variáveis. Mas é evidente que no verão foi mais chuvoso, inverno mais seco, no outono e na primavera foram mais regulares.

A variação sazonal de precipitação está ligada à atuação de diferentes sistemas produtores de chuva ou de sistemas secos (escala global ou local), entre os quais citamos: os sistemas frontais, a formação de ciclones extratropicais, os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCMs), o Complexo Convectivo de Mesoescala (CCMs), a Zona Convergência Atlântico Sul (ZCAS), os Bloqueios Atmosféricos, o El Niño Oscilação do Pacífico Sul (ENOS) e as Brisas marítimas e terrestres, que possuem grande influência sobre o litoral catarinense.

Um dos principais mecanismos que contribui para a precipitação sobre o Estado de Santa Catarina são os sistemas frontais oriundos do sul do continente americano, conhecidas como frentes frias. Conforme Rodrigues, Franco e Sugahara (2004), verificou-se uma frequência média mensal de 3 a 4 frentes frias, atingindo o Estado em todos os meses do ano, com um número ligeiramente maior desses sistemas durante a primavera. De acordo com Andrade (2005), os meses de janeiro, fevereiro, março e agosto são os que apresentam menor número de frentes sobre Santa Catarina, enquanto nos demais meses do ano aproximadamente 5 sistemas atingem essa área, no entanto, a maior frequência de sistemas frontais se dá na primavera. Diversos autores encontraram alguma condição de variabilidade mensal das frentes frias, em geral, a frequência de passagem é maior no inverno e na primavera, diminuindo no verão e outono (LEMOS; CALBETE, 1996, JUSTI DA SILVA; SILVA DIAS, 2000, RODRIGUES; FRANCO; SUGAHARA, 2004.)

Outro fenômeno meteorológico condicionador de chuvas, principalmente durante o inverno, são os ciclones extratropicais. De acordo com Mello *et al.* (2015), os ciclones têm maior incidência

durante os meses mais frios e menor no outono. Os ciclones associados à umidade da circulação marítima e orografia contribuem de forma significativa com as precipitações no litoral de Santa Catarina (HAAS, 2002), o que pode explicar de forma mais representativa os volumes de precipitação no leste da bacia hidrográfica. Um exemplo de chuvas ocorridas devido a formação de ciclone foi no mês de maio de 2008, explicitado por Reboita *et al.* (2009).

Com a menor atuação das frentes frias no verão, os maiores volumes de precipitação nesse período do ano são provenientes de sistemas convectivos, os sistemas frontais organizam-se com a convecção tropical e uma intensa atividade convectiva ocorre sobre a Argentina, Brasil, Bolívia e leste do Peru (SATYAMURTY *et al.*, 1998). Cerca de 50% da precipitação que ocorre durante o ano, na região da América do Sul tropical e subtropical, acontecem nos meses de dezembro a fevereiro, na forma de chuva convectiva com uma forte variação diurna (GAN; KOUSKY; ROPELEWSKI, 2004).

Destaca-se que o ano de 1983 foi atipicamente chuvoso, no estudo elaborado por Velasco e Fritsch (1987) identificaram que o número de SCMs dobrou durante o evento *El Niño* de 1982/83, que foi um dos mais fortes do século XX, sendo um dos sistemas responsáveis por parte da precipitação ocorrida e por enchentes, que se prolongou até o inverno de 1983, sendo um dos mais catastróficos já vistos na região Sul (CARVALHO JÚNIOR, 2004).

Ainda ocorre a formação do Complexo Convectivo de Mesoescala (CCMs), conforme demonstrado por Durkee, Mote e Shepherd (2009), na qual o sistema contribui cerca de 11% a 20% das chuvas em todos os meses do ano na América do Sul e nas estações mais quentes chega a ter participação de cerca de 30% a 50%. Tanto

os SCMs e CCMs são comuns se formarem entre outubro e março (FERREIRA; ANABOR, 2015).

Os períodos secos são explicados pela atuação da ZCAS, que são ativados durante o verão austral, esse sistema induz movimentos descendentes intensos no sul do Brasil, inibindo a formação de nuvens e precipitação, o que causa escassez de chuvas e estiagens expressivas (CASARIN; KOUSKY, 1986, QUADRO, 1994).

Além disso, ocorrem bloqueios atmosféricos sobre a América do Sul subtropical, os autores Rodrigues e Woollings (2017) comentam que eles podem causar extremos de temperatura do ar e secas no sul-sudeste do Brasil, pois inibe a formação da ZCAS, porém, dependendo da localização do bloqueio pode causar chuvas intensas (CLIMANÁLISE, 1986). Os bloqueios atmosféricos tendem a ser mais frequentes durante o inverno e menos frequente no verão (MENDES *et al.*, 2005).

Em relação ao ENSO, conforme Minuzzi (2010), o impacto na precipitação em Santa Catarina é maior na primavera e no outono, como nos meses de outubro, novembro e maio. Ainda Minuzzi (2018) relata que em ambas as fases (*El Niño* e *La Niña*), a faixa litorânea catarinense tende a possuir chuvas acima da média e dentro da normalidade, com exceção quando ocorre o *El Niño* Modoki e a *La Niña* Canônico, que a tendência é ter chuvas abaixo da média.

As teleconexões sobre Santa Catarina são explicadas na dissertação de Duarte (2017), apresentando indícios que os diferentes sistemas produtores de chuva (Sistemas Frontais, ZCAS, VCAN, CCMS, etc.) associados com ENSO, em diferentes fases, afetam fortemente a pluviosidade no litoral de SC. Grimm e Tedeschi (2009) também discutem sobre teleconexões e seus impactos na precipitação sobre a América do Sul. Por fim, ainda tem a atuação de

Brisas, que influenciam durante o ano todo favorecendo precipitações, sendo de menor intensidade durante o outono (BRAGA; KRUSCHE, 2000).

Considerações Finais

Na bacia hidrográfica do Rio Cubatão, em ano-padrão seco (2006) foram identificados baixos volumes de chuva por 8 meses seguidos, o que provavelmente acarretou uma significativa redução dos níveis dos rios e da vazão, o que deve ter prejudicado o ecossistema e a captação de água para o abastecimento de alguns municípios da Grande Florianópolis. Em ano-padrão chuvoso (2015), os meses de maio, junho e outubro tiveram chuvas excepcionais, possivelmente foi um ano marcado por enchentes e enxurradas no município de Santo Amaro da Imperatriz. Se tratando da distribuição espacial das chuvas na bacia, ficou evidente que a porção leste tende a registrar os maiores volumes de precipitação.

A variabilidade das chuvas anuais da bacia do Rio Cubatão do Sul e seu entorno foram relativamente constantes, com mais anos secos e tendentes a seco do que chuvosos e tendentes a chuvoso, porém houve a evidência de períodos curtos com altos volumes de precipitação e observou-se um uma leve tendência de incremento nas últimas duas décadas. A distribuição espacial das chuvas nos arredores da bacia indicou que a porção sul demonstrou ser mais chuvoso do que os setores centro e norte, essa característica pode ser explicada pela influência da serras, como a do Tabuleiro e Serra Geral, contribuindo para que ocorra chuvas orográficas, aumentando significativamente os volumes de precipitação. No entanto, as diferenças na variabilidade das chuvas foram mais evidentes na distribuição temporal do que na distribuição espacial.

Os resultados demonstraram que a estação do verão foi mais chuvosa e do inverno foi mais seca, da primavera e do outono foram variáveis, essas características já são conhecidas na região sul do Brasil (CAVALCANTI *et al.*, 2009), portanto, sugere-se investigar quais sistemas meteorológicos, que contribuem com as chuvas ou da falta dela, que mais atuam sobre a bacia hidrográfica e arredores.

No entanto, o conhecimento dos anos-padrão para o estudo da variabilidade das chuvas mensais pode auxiliar na gestão do recurso hídrico, principalmente para o abastecimento nos períodos secos.

Cabe ressaltar que o uso da reanálise MERRA-2 para o estudo teve a necessidade de cautela, pois houve significativas diferenças nos resultados em relação aos dados observados. Com essa evidência, é aconselhável explorar os dados de reanálise e validar utilizando uma maior quantidade de dados observados.

Agradecimentos

Agradecemos às agências brasileiras que disponibilizam as informações meteorológicas (Agência Nacional de Águas e Instituto Nacional de Meteorologia) que permitiram viabilizar este estudo. Nosso agradecimento, também, aos professores Mário Francisco Leal de Quadro, Michel Nobre Muza, Adriano Vitor que estimularam o desenvolvimento deste estudo na disciplina do programa de Mestrado em Clima e Ambiente do IFSC.

Referências

ANDRADE, Kelen Martins. **Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul**. 2005. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional

de Pesquisas Espaciais Inpe, São José dos Campos, 2005. Cap. 4. Disponível em: http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2005/06.15.17.12/doc/publicacao.pdf. Acesso em: 11 ago. 2021.

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: 16 set. 2021.

BALBINOT, Rafaelo *et al*. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131 - 149, 2008. Disponível em:https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/294/1892. Acesso em: 10 jul. 2022

BRAGA, Maria Fernanda s; KRUSCHE, Nisia. Padrão de ventos em Rio Grande, RS, no período de 1992 a 1995. **Atlântica**, [s. l], v. 22, p. 27-40, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284126073_Padrao_de_ventos_em_Rio_Grande_RS_no_periodo_de_1992_a_1995. Acesso em: 17 set. 2021

BRASIL. Lei 9433 de 8 de janeiro de 1997. Diário Da República, 1a Série - N° 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/l9433.htm. Acesso em 27 de julho de 2021.

CARVALHO JÚNIOR, Ilton Jardim de. **A neve em Palmas/PR: da reconstrução histórica à abordagem dinâmica**. 2004. 284 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/86528. Acesso em: 05 ago. 2021.

CIA 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.

CASARIN, Darci P.; KOUSKY, Vernon E. Anomalias de precipitação no sul do Brasil e variações na circulação atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 1, p. 83-90, 1986.

CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque *et al*. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática-INPE/CPTEC. Número especial. CPTEC-INPE, 125p., 1986. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/bloqueio.html. Acesso em: 17 set. 2021

COAN, Bruno de Pellegrin.; BACK Álvaro José.; BONETTI, Anderson Vendelino. Precipitação mensal e anual provável no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 15, n. 10, p. 122-142, 15 abr. 2015. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/38348/25017. Acesso em: 18 jul. 2021.

DUARTE, Laís Gonçalves Fernandes. **O fenômeno El Niño-Oscilação Sul e os eventos extremos de precipitação em Santa Catarina**. 2017. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal de Santa Catarina - Ufsc, Florianópolis, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182076. Acesso em: 23 ago. 2021.

DURKEE, Joshua D.; MOTE, Thomas L.; SHEPHERD, J. Marshall. The contribution of Mesoscale Convective Complexes to rainfall across subtropical South America. **Journal Of Climate**, [s. l], v. 22, p. 4590-4605, set. 2009. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/22/17/2009jcli2858.1.xml?tab_body=fulltext-display. Acesso em: 17 set. 2021

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: 8 ago. 2021.

FARIAS, Orlindo Gomes de; FRANCISCO, Cristiane Nunes; SENNA, Monica Carneiro Alves. Avaliação de métodos de interpolação espacial aplicados à pluviosidade em região montanhosa no litoral sul do estado do Rio de Janeiro. **Revista**

Brasileira de Climatologia, [s. l], v. 21, p. 172-185, jun./dez. 2017. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/52065/33495. Acesso em: 25 jul. 2021.

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: 18 jul. 2021.

FERREIRA, Vanessa; ANABOR, Vagner. Climatologia de Sistemas Convectivos De Mesoescala ocorridos sobre a América Do Sul no período de 2005 a 2006. **Ciência e Natura**, vol. 37, n. 1, p. 17-21, 2015. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/4675/467547641004.pdf. Acesso em: 17 set. 2021.

GAN, Manoel Alonso; KOUSKY, Vernon E.; ROPELEWSKI, Chester F. The South America monsoon circulation and its relationship to rainfall over West-Central Brazil. **Journal Of Climate**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 47-66, jan. 2004. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/17/1/1520-0442_2004_017_0047_tsamca_2.0.co_2.xml?tab_body=fulltext-display. Acesso em: 17 set. 2021.

GARDIMAN JUNIOR, Benvindo Sirtoli. *et al.* Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES). **Revista Ambiência**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 61-71, 2 maio 2012. Disponível em: https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/1401/0. Acesso em: 18 jul. 2021.

GRIMM, Alice M.; TEDESCHI, Renata G.. ENSO and extreme rainfall events in South America. **Journal Of Climate**, [s. l], v. 22, p. 1589-1609, 1 abr. 2009. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/22/7/2008jcli2429.1.xml. Acesso em: 17 set. 2021.

HAAS, Reinaldo. **Simulações da chuva orográfica associada a um ciclone extratropical, no Litoral Sul do Brasil**. 2002. 169 f. Tese (Doutorado) - Curso de Meteorologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Reinaldo-Haas/publication/34973519_Simulacoes_da_chuva_orografica_associada_a_um_ciclone_extratropical_no_Litoral_Sul_do_Brasil/links/551e08660cf29dcabb03971e/Simulacoes-da-chuva-orografica-

associada-a-um-ciclone-extratropical-no-Litoral-Sul-do-Brasil.pdf. Acesso em: 17 set. 2021.

JORGE, Felipe Vanhoni; MENDONÇA, Francisco. O clima da fachada atlântica sul do Brasil: uma atualização introdutória. **Revista de Climatologia Brasileira**, [s. l], p. 119-131, set. 2009. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/50481. Acesso em: 5 ago. 2021.

JUSTI DA SILVA, Maria Gertrudes Alvarez; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da. A Estatística dos transientes na América do Sul. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, XI., 2000, Rio de Janeiro. **Anais** [...]

LEMOS, Carlos Fernando.; CALBETE, Nuri Oyamburo de. Sistemas frontais que atuaram no litoral de 1987-1995. **Climanálise**. Edição comemorativa 10 anos, 1996. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/14.html. Acesso em: 02 de ago. 2021.

MENDES, Monica C. D. *et al*. Bloqueios atmosféricos de 1960 a 2000 sobre o oceano Pacífico Sul: impactos climáticos e mecanismos físicos associados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 175-190, 2005. Disponível em: http://idlcc.fc.ul.pt/pdf/42-2003_MCDMendes-Aceito.pdf. Acesso em: 17 set. 2021

MINUZZI, Rosandro Boligon. Variabilidade no regime de chuva em Santa Catarina durante diferentes tipos de ENOS. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 26, n. 1, p. 113-122, jul. 2018. Disponível em: https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26341. Acesso em: 17 set. 2021.

MINUZZI, Rosandro. Boligon. Chuvas em Santa Catarina durante eventos do El Niño Oscilação Sul. **Geosul**, v. 25, n. 50, p. 107-127, 2010. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2010v26n50p107. Acesso em: 17 set. 2021.

PEREIRA, Adilson. *et al*. **Mananciais Casan - Expedição ao Rio Cubatão**. CASAN, 2002. Disponível em: https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/expedicao-ao-rio-cubatao#0. Acesso em: 20 jun. 2021.

PEREIRA, Marco Alésio Figueiredo; KOBIYAMA, Masato. Análise de variâncias pluviométricas na região da bacia hidrográfica do Cubatão do Sul (SC). **Revista Ambiência**, [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: 18 jul. 2021.

PMF, Prefeitura Municipal de Florianópolis. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico - PMISB**. 2010. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/06_06_2012_14.30.47.226a141fe7934e1bb87d01822392dd. Acesso em: 16 set. 2021.

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: 16 set. 2021.

QUADRO, Mário Francisco Leal de. **Estudos de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, INPE, São José dos Campos, 1994.

REBOITA, Michelle Simões *et al.* Análise de um ciclone semi-estacionário na costa sul do Brasil associado a bloqueio atmosférico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s. l], v. 24, n. 4, p. 407-422, dez. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbmet/a/VzVD59M8fypjNZPjYyyx4yv/abstract/?lang=ptAcesso em: 17 set. 2021

ROCHA, Jefferson Sousa, *et al.* Análise Comparativa dos métodos de interpolação para o cálculo de precipitações médias na bacia hidrográfica do açude Patu/CE. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 10., 2019, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: Ibeas, 2019. p. Disponível em: 1-5.https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/VIII-075.pdf. Acesso em: 13 set. 2021

RODRIGUES, Maria Laura Guimarães; FRANCO, Davide; SUGAHARA, Shigetoshi. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 135-151, ago. 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbg/a/7W4YBcgsyBXcDGF9jwWfc4m/?lang=pt. Acesso em: 17 set. 2021

RODRIGUES, Regina R.; WOOLLINGS, Tim. Impact of Atmospheric Blocking on South America in Austral Summer. **American Meteorological Society**, [s. l], p. 1821-1837, 1 mar. 2017. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/30/5/jcli-d-16-0493.1.xml?tab_body=pdf. Acesso em: 17 set. 2021.

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: 20 ago. 2021.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **As chuvas no estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**.1995. 202 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SATYAMURTY, Prakki., *et al.*. South America. In: Meteorology of the Southern Hemisphere. **American Meteorological Society**, v. 27, n. 49, 1998, p. 119-139.

SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro. **Conceito de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002. 293p.

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: 16 set. 2021.

SILVESTRE, Miriam Rodrigues; SANT'ANNA NETO, João Lima; FLORES, Edilson Ferreira. Critérios estatísticos para definição de anos padrão: uma contribuição à climatologia geográfica. **Revista Formação**, [s.l], v. 2, n. 20, p. 23-53, 2013. Disponível em: https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/2360/2398. Acesso em: 25 ago. 2021.

STURGES, Herbert A. The Choice of a Class Interval. **American Statistical Association**. [s.l] p. 65-66. mar. 1926. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/2965501. Acesso em: 18 jul. 2022.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABHR, 1997. 943 p.

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.

VELASCO, Ines; FRITSCH, J. Michael. Mesoscale convective complexes in the Americas. **Journal of Geophysical Research**, [S.L.], v. 92, n. 8, p. 9591, 1987. Disponível em: https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/JD092iD08p09591. Acesso em: 16 set. 2021.

WMO. **International Meteorological Vocabulary**. 2. ed. Geneva, 1992. 802 p. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4712. Acesso em: 8 ago. 2021.

WMO. **World Meteorological Organization.Updated 30-year reference period reflects changing climate**. 2019. Disponível em : https://public.wmo.int/en/media/news/updated-30-year-reference-period-reflects-changing-climate. Acesso em: 08 ago. 2021.

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

Submetido em: 23 de maio de 2022.
Devolvido para revisão em: 04 de julho de 2022.
Aprovado em: 22 de julho de 2022.

Como citar este artigo:

RAMOS, K. A.; CAMISÃO, M. L. de A. .; CARVALHO, K. V. de; ALVES, T. P. . Precipitação da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul/SC: estudo da variabilidade com dados observados e reanálise MERRA-2. Terra Livre, [S. l.], v. 2, n. 57, p. 828–860, [2021]. Disponível em: https://publicacoes.agb.org.br/index.php/terralivre/article/view/2322.