

REGIME DE PRECIPITAÇÃO NA COSTA SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Precipitation Regime on the South Coast of Rio Grande do Sul Coastal Plain

Régimen de precipitación en la costa sur de la llanura costera de Rio Grande do Sul

Ananda Müller Postay de Lima*

Venisse Schossler**

Francisco Eliseu Aquino***

Denílson Ribeiro Viana****

*Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – nandapostay@gmail.com

**Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - venisse.schossler@ufrgs.br

***Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – francisco.aquino@ufrgs.br

****Climatologista do Centro Polar e Climático da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - denilson.ribeiro@ufrgs.br

Recebido em 04/09/2022. Aceito para publicação em 08/01/2025.

Versão online publicada em 04/07/2025 (<http://seer.ufrgs.br/paraonde>)

Resumo:

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul é uma unidade geológica-geomorfológica localizada na costa leste do referido estado. A área de estudo encontra-se na costa sul da Planície Costeira, estendendo-se por 243 km, entre os municípios de Chui, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar. Considerando a definição da área de estudo, ambientes costeiros possuem uma dinâmica sensível a quaisquer fenômenos climáticos e geomorfológicos. Ventos, tempestades, força das ondas e regime de marés, podem levar a variações que são capazes de ocasionar mudanças numa região costeira. O objetivo desse estudo é identificar o comportamento mensal e sazonal da precipitação e sua relação com os modos de variabilidade climática El Niño - Oscilação Sul (ENOS) e Modo Anular do Hemisfério Sul (SAM), entre 2001 e 2021. Os dados de precipitação foram extraídos do CPTEC/INPE - MERGE e do *Global Precipitation Climatology Centre* (GPCC). Os resultados indicam que no período analisado o inverno é a estação mais seca (14 registros) e o outono é a mais úmida (9 registros). Das anomalias de precipitação sazonais, apenas a anomalia da primavera é estatisticamente correlacionada com o SAM, as demais não obtiveram correlação com os modos de variabilidade climática. Dos 250 meses analisados, 142 ficaram abaixo da climatologia, indicando 56,8% de meses secos. Os meses acima da climatologia contabilizaram em 88, 35,2% de meses úmidos. Destaca-se agosto, setembro e outubro como os mais úmidos, com treze, doze e onze ocorrências. Julho, novembro e junho foram os mais secos, apresentando dezesseis, quinze e quatorze ocorrências.

Palavras-chave: MERGE. SAM. ENOS. Sazonalidade. Anomalia de precipitação.

Abstract:

The Rio Grande do Sul Coastal Plain is a geological-geomorphological element localized on the east coast of said State. The study area belongs to the south coast of Coastal Plain, extends over 243 km, between the cities of Chui, Rio Grande and Santa Vitória do Palmar. Considering definition of the study area, coastal environments has a sensitive dynamic to any climatic and geomorphologic phenomena. Winds, storms, force of the waves and tidal regime can let to variations capable to cause changes in the coastal region. The general purpose is identify seasonal and monthly periods of precipitation, their relation with climate variability modes El Niño Southern Oscillation (ENSO) and Southern Annular Mode (SAM), among 2001 and 2021. Precipitation data were extract from CPTEC/INPE - MERGE and *Global Precipitation Climatology Centre*. Results indicate that in the analyzed time, winter is the driest season (14 records) and autumn is the wetter season (9 records). From seasonal precipitation anomalies, only spring anomaly is statistically correlated with SAM, the other ones did not correlate with climate variability modes. From 250 months analysed, 142 were under climatology, indicating 56,8% drought months. Months over climatology accounted 88, revealing 35,2% humid months. Emphasize August, September and October, with thirteen, twelve and eleven records. July, November and June presenting sixteen, fifteen and fourteen occurrences.

Key-words: MERGE. SAM. ENSO. Seasonality. Precipitation anomaly.

Resumen

La Llanura Costera de Rio Grande do Sul es una unidad geológica-geomorfológica situada en la costa este de dicho estado. El área de estudio se encuentra en la costa sur de la Llanura Costera, extendiéndose por 243 km, entre los municipios de Chui, Rio Grande y Santa Vitória do Palmar. Considerando la definición del área de estudio, los ambientes costeros poseen una dinámica sensible a cualquier fenómeno climático y geomorfológico. Vientos, tormentas, fuerza de las olas y régimen de mareas pueden provocar variaciones capaces de ocasionar cambios en una región costera. El objetivo de este estudio es identificar el comportamiento mensual y estacional de la precipitación y su relación con los modos de variabilidad climática El Niño - Oscilación del Sur (ENOS) y el Modo Anular del Hemisferio Sur (SAM), entre 2001 y 2021. Los datos de precipitación fueron extraídos del CPTEC/INPE - MERGE y del Centro de Climatología de Precipitación Global (GPCC). Los resultados indican que en el período analizado, el invierno es la estación más seca (14 registros) y el otoño la más húmeda (9 registros). De las anomalías de precipitación estacionales, solo la anomalía de primavera está estadísticamente correlacionada con el SAM, las demás no obtuvieron correlación con los modos de variabilidad climática. De los 250 meses analizados, 142 estuvieron por debajo de la climatología, indicando un 56,8% de meses secos. Los meses por encima de la climatología sumaron 88, es decir, un 35,2% de meses húmedos. Se destacan agosto, septiembre y octubre como los más húmedos, con trece, doce y once ocurrencias respectivamente. Julio, noviembre y junio fueron los más secos, con dieciséis, quince y catorce ocurrencias.

Palabras clave: MERGE. SAM. ENOS. Estacionalidad. Anomalía de precipitación.

1. Introdução

A humanidade, desde sua existência precisou adaptar-se as mais diversas mudanças pelas quais foi colocada, diante das transformações ambientais do espaço físico no planeta Terra. Ao refletir o contexto atual do clima, compreende-se que o século XXI vive diante de uma crise climática evidente em diversas regiões do mundo, quando o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, em inglês) afirma: “É inequívoco que a influência humana tenha aquecido a atmosfera, oceano e terra. As mudanças rápidas e abrangentes na atmosfera, oceano, criosfera e biosfera ocorreram”. (IPCC AR6, 2021, p.4, tradução nossa). É necessário olhar com atenção os processos atmosféricos que ocorrem e os fenômenos extremos que estão se intensificando em diversas regiões do planeta.

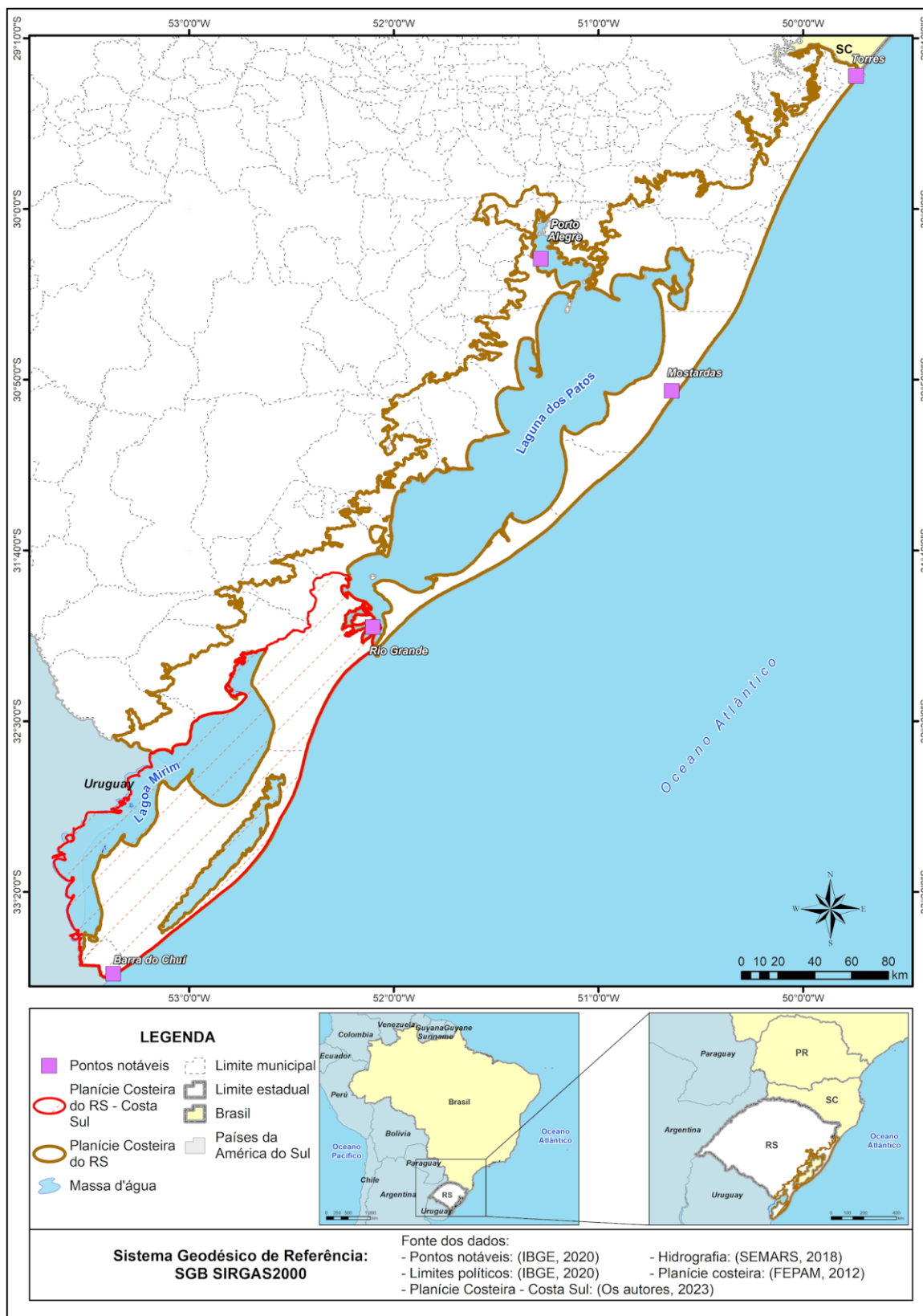
A produção de conteúdo científico pelas instituições de ensino existentes no Hemisfério Sul, avançou muito nas últimas décadas. Apesar dos avanços científicos e tecnológicos, acerca das geociências e da climatologia, a compreensão do clima e das suas teleconexões, carece de aprofundamento científico. Diante do exposto, para entender a dinâmica de interação climática em uma planície costeira, seja pela análise do regime de precipitação, investigação de eventos extremos e compreensão das teleconexões, será preciso aprofundar os estudos qualitativos e quantitativos do clima e seus respectivos elementos. Atualmente, diante dos processos climáticos e fenômenos extremos que ocorrem na atmosfera do planeta Terra, compreender o clima regional pode auxiliar possíveis ações ou políticas de gestão pública. De forma que, conforme o conhecimento adquirido, pode tornar-se uma ferramenta de auxílio na mitigação a impactos sociais e ambientais no espaço geográfico e em seus agentes diretos e indiretos (fauna, população, economia, produção de alimentos e etc).

Dentro do contexto atual do RS, sabe-se que o estado como a própria Região Sul do Brasil, vem enfrentando uma crise hídrica muito intensa, isso tornou-se evidente nos últimos anos, Fernandes et al. (2021). Essa circunstância é reflexo dos diversos desequilíbrios que estão ocorrendo ao redor do mundo diante da crise climática. (IPCC AR6, 2021). A partir disso, propõe-se a compreensão do comportamento pluviométrico nas duas últimas décadas (2001 – 2021). É importante destacar a necessidade de entendimento da dinâmica climática na costa sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), pois a região possui pouca compreensão climática difundida se comparada às demais costas do litoral do Rio Grande do Sul (RS). Por ser uma região pouco urbanizada, com densidade demográfica baixa, distante de cidades maiores e com pouco fluxo de deslocamento de veranistas, sua compreensão científica no campo climatológico ficou restrito e limitado a alguns estudos. O objetivo deste trabalho é identificar o comportamento mensal e sazonal da precipitação e a sua relação com os modos de variabilidade climática El Niño – Oscilação Sul (ENOS) e Modo Anular do Hemisfério Sul (SAM), entre 2001 e 2021. O artigo busca apresentar os resultados, a partir do processamento de dados de precipitação por meio da série temporal para analisar a ocorrência e os padrões de precipitação.

A PCRS é uma unidade geomorfológica costeira localizada na costa leste do estado do RS (Villwock; Tomazelli, 1995), estado que encontra-se no sul do Brasil e no sudeste da América do Sul (AS). A Figura 1, mostra a PCRS, que estende-se ao longo de 620 km. A área de estudo, costa sul da PCRS, estende-se por 243 km, entre as coordenadas 52°17'40,622"O e 31°45'55,16"S Norte e 53°23'44"O e 33°45'36,628"S Sul. Compreendendo entre os limites políticos dos municípios de Chuí, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar e limites físicos da Lagoa da Mangueira, Lagoa Mirim e Oceano Atlântico. Sendo que a escolha da área de estudo é oriunda da regionalização da PCRS, proposta por (Schossler, 2016) e adaptada conforme critérios físicos e políticos descritos acima.

A região, segundo a classificação climática de Köppen, caracteriza-se por Cfa – Clima subtropical e Cfb – Temperado quente (Embrapa, 2012), como também essa mesma classificação modificada por (Braga; Ghellere, 1999), é definida como Mesobrand 2 - temperaturas entre 11,5 - 13°C) e Mesobrand 3 - temperaturas entre 10 - 11,5°C, por (Embrapa, 2012). Inclui-se em sua totalidade dentro do bioma Pampa, sistema costeiro-marinho (IBGE, 2019), contendo cobertura vegetal natural de Formações Pioneiras com influência marinha, fluvial e lacustre; área antrópica de agricultura, agropecuária, pecuária, silvicultura e dunas (BDiA, 2021). Além disso, a caracterização do uso e ocupação do solo segundo a Coleção 6 do (Projeto MapBiomas, 2020) é composta por Formação Florestal; Formação Natural não Florestal; Agropecuária constituída de plantação de soja, arroz e outras lavouras temporárias, silvicultura, e mosaico de agricultura e pastagem; Área não Vegetada definida por área urbanizada, outras áreas não vegetadas de praias e dunas.

Figura 1 – Mapa de localização da PCRS e da área de estudo, Costa Sul da PCRS.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

2. Desenvolvimento

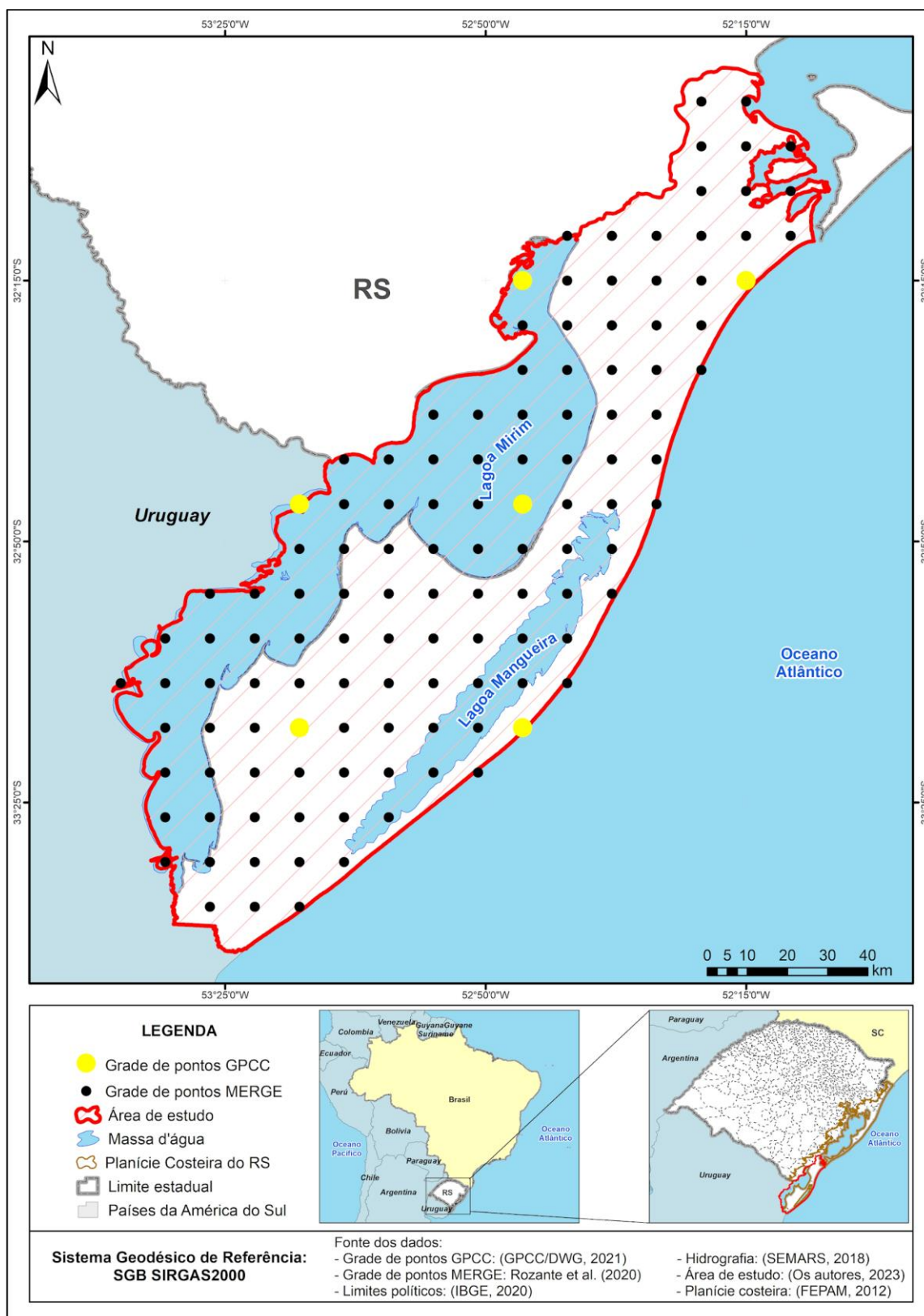
Materiais e método

Para a análise do comportamento pluviométrico na área de estudo, foi necessário gerar e estruturar um banco de dados espacial com os valores registrados e observados da precipitação entre janeiro de 2001 e outubro de 2021. Os dados foram adquiridos de duas bases de precipitação: Precipitação Observada/*Global Precipitation Measurement* (MERGE/GPM) Rozante et al. (2020) e *Global Precipitation Climatology Centre/ Deutscher Wetterdienst* (GPCC/DWD) (disponível em: <https://www.dwd.de/EN/ourservices/gpcc/gpcc.html>). Os dados MERGE/GPM possuem resolução espacial de $0,1^{\circ}\text{C} \times 0,1^{\circ}\text{C}$, apresentam a precipitação observada diária, sendo que a partir dela foram elaborados os acumulados e as médias diárias, mensais e sazonais de precipitação. Os dados GPCC/DWD possuem resolução espacial de $0,5^{\circ}\text{C} \times 0,5^{\circ}\text{C}$, apresentam a climatologia da área de estudo, ou seja, a média de precipitação registrada por mês, por estação e o desvio padrão por mês, para indicar a variabilidade do regime de precipitação de cada mês e estação.

Inicialmente, empregou-se a metodologia quantitativa, pelo processamento de dados de precipitação MERGE e GPCC, ambos com seus valores em milímetros, onde se realizaram os cálculos de soma, média e desvio padrão. A aplicação da metodologia qualitativa, deu-se pela análise e interpretação das informações calculadas, geração de gráficos de barras de combinação personalizada e interpretação dos mesmos. É importante destacar a relação dos métodos quantitativos e qualitativos para se chegar ao objetivo proposto, pois ao empregar-se apenas um único método não seria possível alcançar os objetivos, nem analisar o sistema climático regional de precipitação.

O recorte dos dois bancos de dados foi processado no *software ArcGis 10.5*, onde a grade de pontos com as informações foi espacializada no sistema geodésico brasileiro de coordenadas SIRGAS2000 e sobreposta ao polígono de representação da área de estudo, Figura 2. Após, foi feito cruzamento pela seleção dos pontos por localização, ou seja, todos os pontos que estiverem dentro do polígono de abrangência da pesquisa. Dessa maneira, foram extraídos e exportados para uma planilha de dados, utilizados no aplicativo Microsoft Excel.

Figura 2 – Mapa da área de estudo com a grade de pontos da base de dados MERGE e GPCC.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na segunda etapa de manipulação, foi necessária a aplicação de cálculos matemáticos para a compreensão e interpretação dos dados brutos. Soma, média e desvio padrão, foram meios de compreender e interpretar o que os dados registraram, possibilitando analisar o comportamento da dinâmica climática de precipitação nos últimos vinte anos. A disponibilidade das informações processadas, conduziu para a elaboração de gráficos com a série espaço-temporal da precipitação, – médias mensais observadas, climatologia e desvio padrão –. O objetivo da apresentação das informações pelos gráficos, foi expor os extremos de precipitação observada, – menores e maiores valores mensais –. Notou-se a necessidade na maneira de apresentação dos gráficos e, neste sentido foi elaborado um método de exposição de modo que ficassem visíveis as informações dos dados de precipitação, segmentando-se de cinco em cinco anos a apresentação da série temporal. Assim, com a exposição dos dados de maneira estruturada, é possível visualizar os resultados e configurar um perfil sobre a caracterização do comportamento pluviométrico.

Objetivando-se a interpretação das informações presentes nos gráficos, os elementos que os compõem constituem-se em: média mensal observada de precipitação, indicado pelas barras pretas, a climatologia, como a precipitação mensal, indicada pela linha azul e o desvio padrão mensal, como a variabilidade do regime de precipitação, indicada pela linha cinza com marcadores. Observa-se que todos os elementos estão padronizados com a unidade de milímetros para medição da precipitação. Diante da segmentação a cada 05 anos, a titulação dos gráficos encontra-se centralizada e indicando o período apresentado na série espaço-temporal.

Tendo a análise mensal, partiu-se para a investigação sazonal, ou seja, o comportamento da precipitação para as quatro estações entre janeiro de 2001 e outubro de 2021 (soma, média, desvio padrão e anomalia). Dentro da série temporal analisada, foram consideradas 82 estações, 20 verões (dezembro, janeiro e fevereiro – DJF), 21 outonos (março, abril e maio – MAM), 21 invernos (junho, julho e agosto – JJA) e 20 primaveras (setembro, outubro e novembro – SON). Foram estabelecidos padrões para ocorrências climáticas: período úmido para estações quando o total acumulado dos seus três meses estiver acima da climatologia sazonal e período seco para estações quando o total acumulado dos seus três meses estiver abaixo da climatologia sazonal. Como resultado dessa análise sazonal, apresentou-se o gráfico de barra com os quantitativos dos dois períodos climáticos propostos por estação do ano – úmido e seco.

Por meio de tabela, foi destacado um quantitativo de estações com ocorrência de maiores e menores registros de precipitação, a partir da climatologia sazonal – úmido para estações acima da climatologia e seco para abaixo –. Onde, as estações foram relacionadas aos índices definidos pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dos modos de variabilidade climática atuantes – ENOS (*El Niño* e *La Niña*) e SAM (positivo e negativo).

O *ENOS INDEX* disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php e o *SAM INDEX*, disponível em: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao/monthly.ao_index.b79.current.ascii.table são os parâmetros definidos pela NOAA que definem em diferentes escalas de tempo a atuação dos respectivos modos de variabilidade climática. A atuação do *ENOS INDEX* geralmente é definida em escala anual, classificado entre valores positivos (*El Niño*), negativos (*La Niña*) e aproximados de zero (Neutro). O *SAM INDEX* atua mensalmente, classificado em valores positivos e negativos, conforme seu deslocamento.

Por fim, para poder estabelecer uma análise estatisticamente significativa entre os resultados sazonais obtidos e os modos de variabilidade climática, foi aplicada a função discriminante e o teste *t Student*, Hair et al. (2009). Para poder atribuir um nível de significância da correlação entre os resultados dos dados sazonais e os modos de variabilidade climática.

As anomalias sazonais foram classificadas do menor ao maior e distribuídas em três intervalos: (1) acima, (-1) abaixo e (0) médio, sendo tercís. Logo, o *SAM INDEX* foi classificado por tercís e relacionado com os dados. Bem como o *ENOS INDEX*, cada relação foi elaborada individualmente por estação. As matrizes são definidas para cada análise de correlação para poder identificar o resultado da classificação. O eixo diagonal principal de cada matriz identifica a significância estatística, ou seja, a correlação entre o dado de anomalia sazonal e o modo de variabilidade, Hair et al. (2009). A partir disso, aplicou-se a Equação 1, que corresponde ao percentual corretamente classificado.

Equação 1. Percentual Corretamente Classificado pela Função Discriminante.

$$p = \frac{n}{N} \times 100$$

Onde:

p = percentual corretamente classificado

N = tamanho da amostra

n = número corretamente classificado

Os resultados oriundos do percentual corretamente classificado, também são atribuídos para determinar o nível de significância de cada classificação (anomalia sazonal e *SAM INDEX*; anomalia sazonal e *ENOS INDEX*). O teste *t Student* apresentado na Equação 2, aponta que quando o resultado é superior a 1,96 existe significância na classificação, Hair et al. (2009).

Equação 2. Teste *t Student*.

$$t = \frac{p - 0,33}{\sqrt{\frac{0,33(1 - 0,33)}{N}}}$$

Onde:

p = percentual corretamente classificado

t = teste t Student

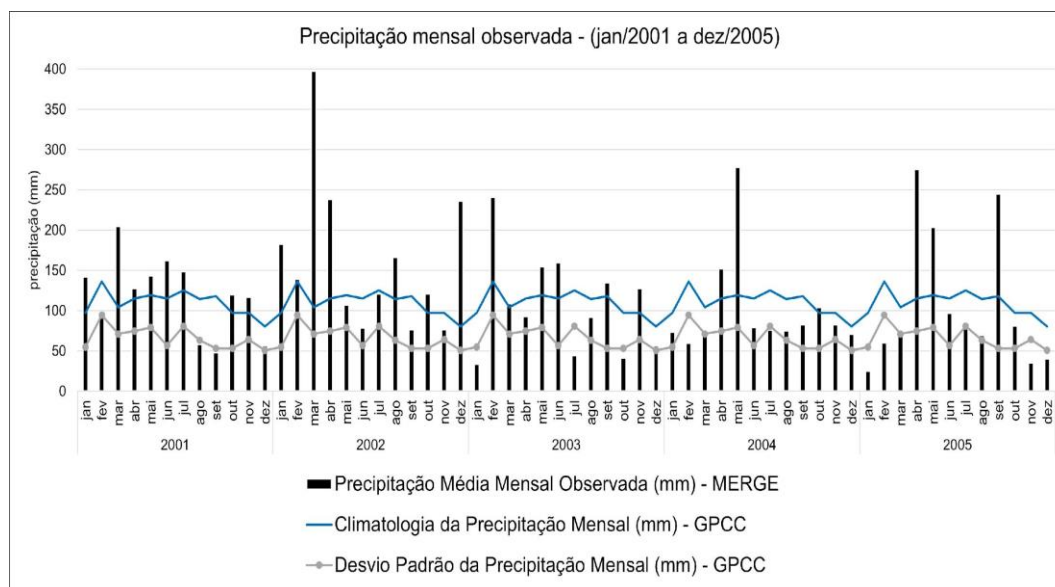
N = tamanho da amostra

n = número corretamente classificado

3. Resultados

Diante da série espaço-temporal, a Figura 3, expõe o comportamento da precipitação sobre a área de estudo nos cinco primeiros anos, de janeiro de 2001 a dezembro de 2005.

Figura 3 – Precipitação observada entre janeiro de 2001 e dezembro de 2005.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023). Base de dados Rozante et al. (2020) e (GPCC/DWG, 2021).

Nota-se que no gráfico há ocorrência de meses que possuem volumes de precipitação observada acima da média, – março de 2002; abril de 2002; dezembro de 2002; fevereiro de 2003; maio de 2004; abril de 2005; setembro de 2005 –.

Dos sete meses apontados, destaca-se março de 2002 que obteve 397 mm, enquanto que a média para o mês de março é 104 mm, ocorrendo aumento de 281% de chuva. Para investigar a possibilidade de ocorrência de eventos extremos ou de distribuição homogênea da precipitação, analisou-se a precipitação diária no referido mês. Dos 31 dias de março, 22 dias ocorreram precipitações. Durante 15 dias consecutivos houve 241 mm, dos 397 mm registrados para todo o mês. Além de que, nesse intervalo de 15 dias, houve o dia do mês com o maior volume de precipitação, 55 mm, precedido por um com 30 mm de chuva e seguido por um com 17 mm.

Tendo em vista, os valores mencionados, expõe-se que março de 2002 foi um mês de SAM (-). Essas circunstâncias climáticas, atuantes no referido período, podem ter contribuído para anomalias positivas de precipitação. Além disso, essas são oriundas de uma maior intensidade das atividades frontogênicas, que estão relacionadas ao aumento da ciclogênese no sudeste da AS, região que abrange a área de estudo, conforme análises de Reboita et al. (2009). A atuação dos sistemas climáticos conforme as fases do SAM e do ENOS afetam diretamente a intensidade e a frequência desses sistemas climáticos que já ocorrem na costa

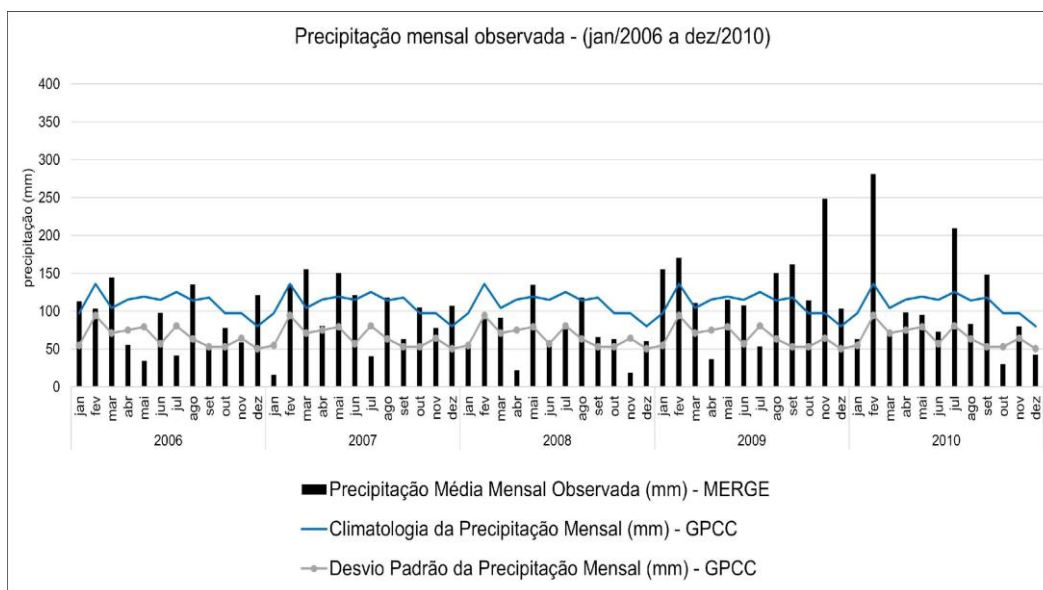
leste do Rio Grande do Sul de acordo com Reboita *et al.* (2009).

Destaca-se também a ocorrência dos meses com os menores volumes de precipitação – setembro de 2001; dezembro de 2001; janeiro de 2003; julho de 2003; outubro de 2003; janeiro de 2005; novembro de 2005 e dezembro de 2005 –. Todos os meses citados ficaram com precipitação abaixo dos 50 mm.

Em janeiro de 2005, mês com a menor média no gráfico da Figura 3, registrou-se 25 mm, sendo que a média no período analisado para o mês de janeiro na área de estudo é de 97 mm, implicando em um percentual negativo de 74% da precipitação no mês. Inclusive, no próprio ano de 2005 houve apenas três meses com precipitação acima da média, nos demais, todos ficaram abaixo desta para os respectivos meses do ano. Segundo Fernandes *et al.* (2021), o ano de 2005 ocorreu seca intensa na Região Sul do Brasil, o que justifica os valores presentes no gráfico da Figura 3. Apesar de em janeiro de 2005 ter ocorrido SAM (-) e *El Niño*, as condicionantes climáticas foram opostas ao que era mais predisposto a ocorrer. Em vez de precipitação, ocorre estiagem na área de estudo e em toda a Região Sul do Brasil, prolongando-se por todo o ano de 2005. Conforme é discutido por Fernandes *et al.* (2021), a interação de outros aspectos climáticos em escalas diferentes pode ter impactado no comportamento climático e meteorológico da região de estudo.

Portanto, referente ao quantitativo total de meses do primeiro período de cinco anos, expõem-se aqueles que estão acima e abaixo, conforme a climatologia da área de estudo, gráfico na Figura 3. Dos 60 meses, 24 ficaram com a média mensal de precipitação acima da climatologia; 33 ficaram abaixo da climatologia. Identifica-se também o padrão de precipitação anual, no qual, nos dois primeiros anos, há maior homogeneidade de precipitação relativa à climatologia e acima dela. A partir do terceiro ano da série, ocorrem extremos de precipitação, como também uma variabilidade mais distinta. Por fim, nos dois últimos anos, somente ocorreram cinco meses com precipitação acima da média do período analisado. Os demais encontram-se abaixo desta média nos seus respectivos meses. Esses são indicativos para um período com condições que levem a estiagem, como também predomínio de ocorrência a meses mais secos. A Figura 4, apresenta o segundo gráfico da série espaço-temporal da área de estudo, período de cinco anos, entre janeiro de 2006 e dezembro de 2010.

Figura 4 – Precipitação observada entre janeiro de 2006 e dezembro de 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023). Base de dados Rozante et al. (2020) e (GPCC/DWG, 2021).

Dentre os registros expostos na Figura 4, destaca-se novembro de 2009 e fevereiro de 2010. Esses meses apresentaram precipitação acima da média esperada para novembro e para fevereiro. Em novembro de 2009, registrou-se 248 mm, o esperado para novembro é de 97 mm, aumento de 155%. Ao investigar, dos 30 dias de novembro, em 17 houve precipitação. Dentre o intervalo mencionado, houve dois períodos, em torno de seis dias consecutivos de chuva, com acúmulo de 100 mm em cada. Nos demais dias do mês em que ocorreram registros, os mesmos foram de precipitação isolada.

Em fevereiro de 2010, houve 281 mm e o esperado para fevereiro é 136 mm, ocasionando aumento de 106% de precipitação. Dos 28 dias de fevereiro, em 15 houve precipitação registrada, sendo que nos oito primeiros dias do mês, houve acumulado de 135. Nos demais dias em que houveram chuvas, foram bem distribuídas em seus acumulados diários. Em apenas quatro dias esparsos houve precipitação diária entre 30 e 47 mm na área de estudo.

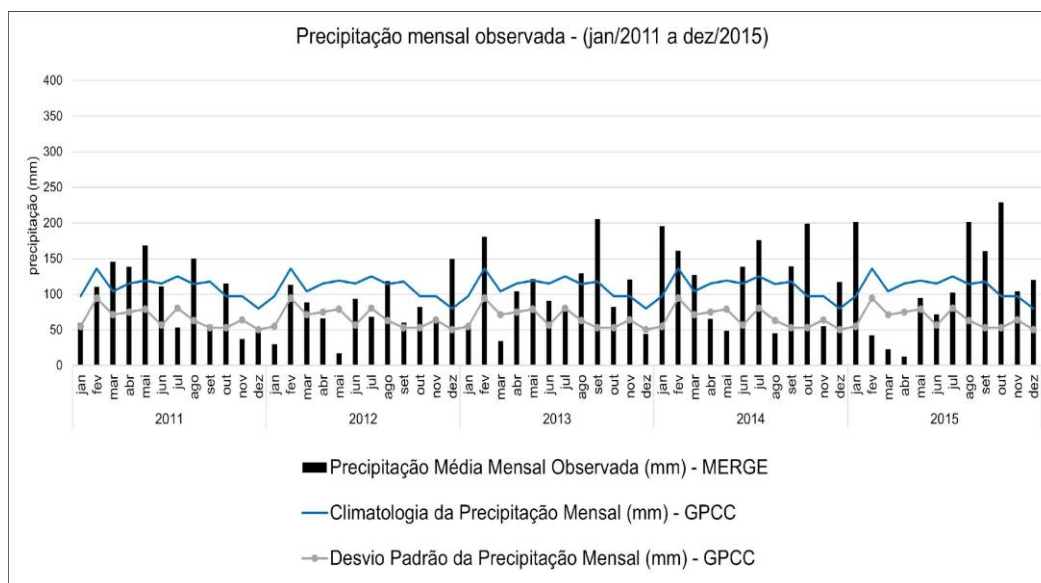
Relativo aos valores inferiores de precipitação, pôde-se ver que entre janeiro de 2006 e dezembro de 2008, a precipitação ficou com seis meses abaixo da climatologia¹ e até abaixo do desvio padrão. Destacam-se maio e julho de 2006, janeiro e julho de 2007 e abril e novembro de 2008. Todos os meses mencionados ficaram abaixo de 50 mm. Assim, evidencia-se o mês de janeiro de 2007, com 15 mm, mês que se espera a precipitação de 97 mm, impactando em percentual negativo de 84% inferior à média esperada. O valor mencionado foi um dos menores registrados na análise de vinte anos. Apesar de ter sido um registro isolado dentro do ano de 2007, janeiro também apresentou valores inferiores em outros anos da análise na área de estudo.

Dos 60 meses, Figura 4, 36 ficaram abaixo da climatologia; 18 ficaram acima da climatologia e 6 na climatologia. Entre 2006 e 2010, a média observada não apresentou discrepância na variabilidade da precipitação e nem ocorrência de secas. Porém, ao observar os resultados, identificou-se os três primeiros anos com a continuação de meses secos exposta no gráfico anterior, Figura 3.

O gráfico da Figura 5, mostra a precipitação observada entre 2011 e 2015. No gráfico, nota-se os meses com os maiores valores de precipitação, – maio de 2011; dezembro de 2012; fevereiro de 2013; setembro de 2013; janeiro de 2014; julho de 2014; outubro de 2014; janeiro de 2015; agosto de 2015; setembro de 2015; e outubro de 2015 –.

¹ Climatologia: É a classificação do clima baseada numa sucessiva e aprimorada análise com medições diárias, mensais, anuais e sazonais aplicadas em estudos do padrão de comportamento dos seus principais elementos: precipitação, temperatura, pressão, como também outros componentes. A longitude, altitude do relevo, biodiversidade e outros componentes físicos podem ser aplicados para auxiliar na definição de uma regionalização, conforme a escala de interesse, (Barry; Chorley, 2012).

Figura 5 – Precipitação observada entre janeiro de 2011 e dezembro de 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023). Base de dados Rozante et al. (2020) e (GPCC/DWG, 2021).

Destaca-se outubro de 2015 que registrou 229 mm, onde a climatologia espera-se 97 mm de precipitação, aumento de 136%. Dos 31 dias do mês de outubro, em 16 houve registro de precipitação. Em oito dias consecutivos precipitou 137 mm, inclusive nesse intervalo de tempo deu-se o dia com o maior registro de precipitação, 44 mm. Nos demais dias, fora do intervalo citado, a média diária de distribuição de chuvas ocorreu de maneira relativamente homogênea.

Quanto aos meses com os menores registros, destacam-se aqueles que ficaram com valores abaixo de 50 mm mensais: novembro de 2011; janeiro de 2012; maio de 2012; março de 2013; dezembro de 2013; maio de 2014; agosto de 2014; fevereiro de 2015; março de 2015 e abril de 2015.

Dentre os meses supracitados, abril de 2015 apresentou 12 mm de precipitação, dado que representa o menor valor registrado da série temporal de vinte anos. A climatologia aponta em abril uma média de 115 mm e variabilidade de 74 mm de precipitação. Nesse caso, ocorreu a falta de 113 mm para chegar a climatologia, indicando percentual negativo de 89% de falta de chuva no mês. Inclusive, percebe-se que em abril de 2015, ocorreu *El Niño* e SAM (+). Nesse sentido, os resultados sugerem a atuação que o SAM (+) nas latitudes médias do HS, nesse caso sul da AS. Segundo (Vasconcelos, 2012), nas fases positivas do SAM, ocorre a diminuição da precipitação e a divergência de umidade, condições climáticas que podem ter ocasionado a

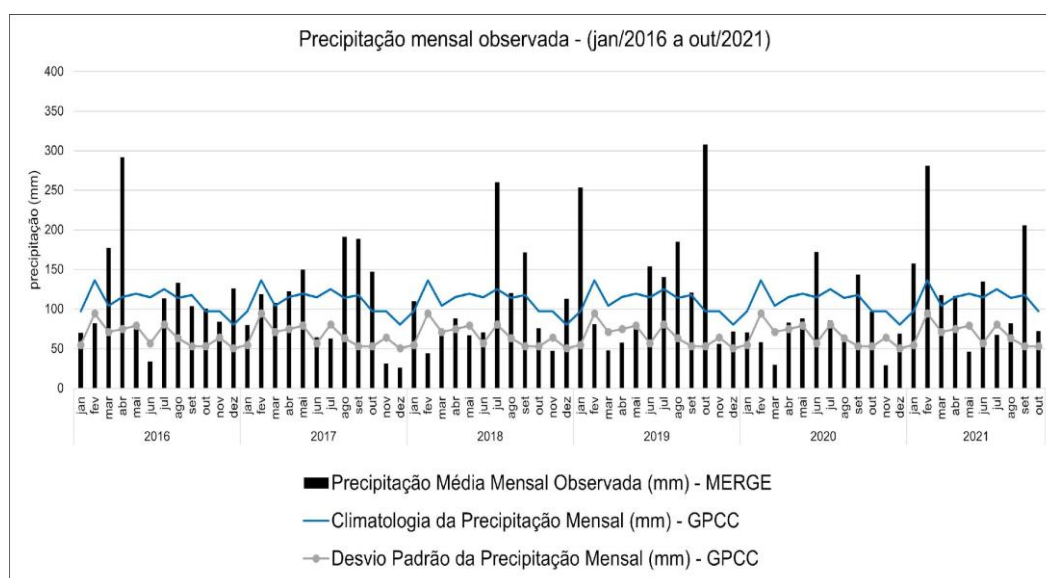
diminuição extrema de precipitação na área de estudo, além de outros sistemas meteorológicos.

Nota-se com base no gráfico, dos 60 meses, 34 ficaram abaixo da climatologia e 24 ficaram acima da climatologia. Percebe-se, no decorrer de cada ano, que houve algumas incidências de registros de precipitação acima da média esperada para seus respectivos meses. Porém, conforme os quantitativos apontados, os volumes de precipitação dos demais meses ficaram abaixo da climatologia e mais próximos do limiar de variabilidade do regime de precipitação.

Utiliza-se como exemplo, o ano de 2012, apenas o mês de dezembro ficou acima da climatologia. Os demais ficaram abaixo da climatologia ou situaram-se na variabilidade. Conforme Fernandes et al. (2021), houve evento de seca intensa no sul do Brasil, atenuada principalmente pelas características de atuação do fenômeno *La Niña*. Entre janeiro e abril daquele ano houve ocorrência de *La Niña* e entre maio e dezembro ocorrência de ENSO Neutro. Portanto, mais um recorte temporal de cinco anos com indicativos que denotam para o aspecto de precipitação escassa, ou seja, estiagem, com precipitação insuficiente para o equilíbrio do regime hídrico.

Por fim, a Figura 6, indica o último gráfico da série. Entre janeiro de 2016 e outubro de 2021, destacam-se os meses com os valores positivos de precipitação: março de 2016; abril de 2016; agosto de 2017; setembro de 2017; julho de 2018; setembro de 2018; janeiro de 2019; agosto de 2019; outubro de 2019; junho de 2020; fevereiro de 2021 e setembro de 2021.

Figura 6 – Precipitação observada entre janeiro de 2016 e outubro de 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023). Base de dados Rozante et al. (2020) e (GPCC/DWG, 2021).

Destes, destacam-se abril de 2016, outubro de 2019 e fevereiro de 2021. Em abril foram registrados 292 mm em um período de 23 dias, quando esperava-se 115mm para o mês, aumento de 153% de média mensal de precipitação. Ao examinar com maior atenção, num espaço de 12 dias consecutivos precipitou 208 mm, sendo em apenas um único dia 50 mm. Nos demais, ocorreram registros diários consideráveis que levaram ao volume total registrado para abril de 2016.

Em outubro de 2019, 308 mm foi a média mensal, quando esperava-se 97mm, decorrendo-se um aumento de 217%. Dos seus 31 dias, em 18 ocorreram chuvas, sendo que em apenas um único dia precipitou 70 mm. Já em uma semana 123 mm e em outros dias variou-se 45 mm de chuva em cada dia, ou seja, a ocorrência de chuvas para outubro de 2019 na região foi intensa e bem distribuída, foi o mês com o segundo maior registro de precipitação da série temporal.

Em fevereiro de 2021 a climatologia aponta para 136 mm, porém precipitou 281 mm em 19 dias, o que gerou um aumento de 106% de precipitação. Em treze dias consecutivos ocorreu 170 mm na região, com destaque para 68 mm em um único dia.

Segundo os dados de monitoramento da NOAA, em fevereiro de 2021, foi um mês de *La Niña* e SAM (+), em outubro de 2019 foi um mês de ENOS Neutro e SAM (-) e em abril de 2016 foi um mês de *El Niño* e SAM (+). Ao analisar os casos destacados, compreende-se que o estabelecimento da *La Niña* e do SAM (+) em fevereiro de 2021, não são suficientes para explicar o volume pluviométrico registrado, visto que tanto a *La Niña* como a fase positiva do SAM, caracterizam-se pela diminuição ou escassez de chuvas no sul da AS (Cardoso; Reboita; Garcia, 2015; Schossler et al. 2018). Nesse sentido, sugere-se que ocorreram outros fatores climáticos ou meteorológicos de escalas diferentes que impactaram a distribuição da precipitação. Em outubro de 2019, o aumento intenso da precipitação possivelmente tenha relação com o ENOS Neutro associado à fase negativa do SAM, segundo Fernandes *et al.* 2021. Além disso, a fase negativa do SAM, segundo (Cardoso; Reboita; Garcia, 2015; Schossler et al. 2018) propicia condições favoráveis para formação mais frequente de ciclogênese e sistemas frontais no sul do Brasil. Em abril de 2016, o *El Niño* pode ter causado atuado de maneira mais efetiva nos condicionantes climáticos que levaram aos altos volumes pluviométricos. Segundo (Grimm, 2010), o ENOS exerce maior influência em eventos extremos de chuvas, não necessariamente em anomalias sazonais e anuais, podendo atuar em extremos diários ou mensais. Além de indicar o inverno no sul do Brasil, como estação mais chuvosa e os meses de

transição antes dessa estação como aqueles com maiores volumes pluviométricos.

Pondera-se que haverá variações de comportamento climático relativo à precipitação que não serão influenciados diretamente pelos fatores dos modos de variabilidade climática ENOS e SAM. A justificativa do volume precipitado, poderá ocorrer diante da atuação de outros fatores meteorológicos e climáticos, além do que se espera das fases do ENOS e SAM.

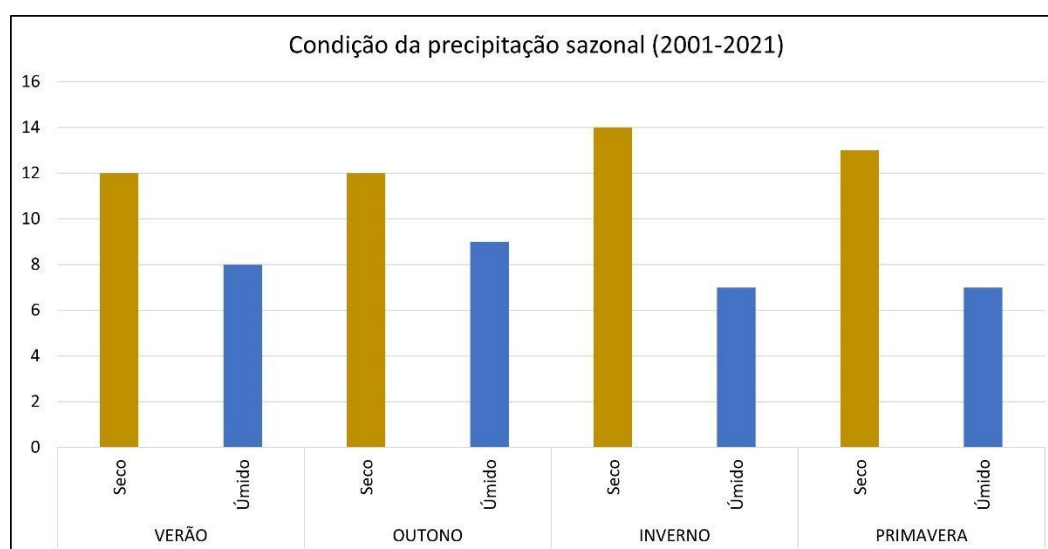
Quanto aos valores negativos de precipitação, destaca-se – junho de 2016; novembro de 2017; dezembro de 2017; fevereiro de 2018; novembro de 2018; março de 2019; março de 2020; novembro de 2020 e maio de 2021 –. Os meses destacados ficaram abaixo dos 50 mm, destaca-se dezembro de 2017. É o mês com o menor registro de precipitação da série temporal da Figura 6, 26 mm de precipitação com a ocorrência de *La Niña* e SAM (+). As características dos modos de variabilidade climática citados, podem ter contribuído para a escassez de precipitação, principalmente pela combinação de *La Niña* com a fase positiva do SAM. No sudeste da AS, sobretudo no sul do Brasil, ocorre intensa escassez de precipitação quando esses dois fenômenos ocorrem simultâneos, conforme abordagem de Vasconcelos et al. (2019).

Relativo aos 70 meses da série contida na Figura 6, 22 ficaram acima da climatologia e 39 abaixo. Sugere-se que em 2016 a ocorrência entre *El Niño*, ENOS Neutro e *La Niña* associado ao SAM positivo até os primeiros seis meses do ano e SAM negativo nos últimos seis meses, levaram a considerar como seco o comportamento do regime de precipitação. Houve dois meses de precipitação acima da climatologia aguardada e no mês de maior registro pluviométrico, ocorreram chuvas concentradas em um intervalo de doze dias consecutivos.

Em 2017, houve ENOS Neutro e *La Niña*, além de predominância de SAM (+), possivelmente influenciaram na escassez de precipitação. O ano de 2018 iniciou com *La Niña*, seguida por ENOS Neutro e *El Niño*, associado à oscilação entre SAM positivo e negativo no decorrer do ano. O ano de 2019 apresentou seis meses da atuação de *El Niño* e seis meses de ENOS Neutro, além da oscilação mensal entre SAM positivo e negativo. Em 2020 e 2021, anos de predominância da *La Niña*, já o SAM não apresentou um padrão de comportamento contínuo. Em síntese ao que foi exposto, destaca-se que 2019, 2020 e o início de 2021 foram anos de secas e déficits hídricos na região sul do Brasil, conforme Fernandes et al. (2021), o que vai de encontro ao que foi observado nas duas fases atuantes dos modos de variabilidades climática na área de estudo.

A Figura 7, apresenta análise sobre o aspecto do regime de precipitação realizada em escala sazonal de vinte anos para a área de estudo. O gráfico indica como foi o comportamento da precipitação nas estações do ano. Apresenta-se 82 valores de estação, distribuídos por registros acima da climatologia sazonal, definidos como períodos úmidos e abaixo da climatologia sazonal, como períodos secos. A partir da metodologia proposta, identificou-se a predominância de períodos secos em todas as estações do ano (entre janeiro de 2001 – outubro de 2021).

Figura 7 – Precipitação sazonal na Planície Costeira Sul (2001 – 2021).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023). Base de dados Rozante et al. (2020) e (GPCC/DWG, 2021).

Ao observar todas as estações, o inverno apresentou a maior quantidade de períodos secos, 14 registros. Logo após a primavera com 13 registros, seguida por verão e outono, cada um com 12 registros de precipitação sazonal abaixo da climatologia. Quanto ao período úmido, precipitação sazonal acima da climatologia, a estação com o maior valor registrado em relação às demais, foi o outono com 9 ocorrências.

Tendo em vista, a necessidade de uma breve análise sobre a relação entre os resultados dos dados observados com fenômenos remotos que influenciam na distribuição da precipitação do RS. Assim como, na costa leste do estado, aplica-se os modos de variabilidade climática: *ENOS INDEX - La Niña, El Niño* e *ENOS Neutro* e *SAM INDEX – SAM positivo* e *SAM negativo*. Os respectivos *ENOS* e *SAM*, têm suas atuações de maneira direta e indireta na precipitação de várias regiões do planeta (Grimm, 2010; Hu et al. 2022).

Diante da exposição anterior, e, como uma complementação da Figura 7, a Tabela 1 indica os dois padrões do regime de precipitação: úmido – acima da climatologia sazonal; seco – abaixo da climatologia sazonal; e, relaciona os modos de variabilidade climática. Deles, expõem-se os quantitativos por estações da série temporal que estabeleceram-se entre os padrões climáticos propostos.

Tabela 1 – Período úmido e seco identificado nas estações e os modos de variabilidade climática ENOS e SAM.

Regime de Precipitação	Estação	Quantitativo	ENOS INDEX			SAM INDEX	
			La Niña	El Niño	Neutro	Positivo	Negativo
Seco	Inverno	14	2	2	10	7	7
	Primavera	13	4	5	4	7	6
	Outono	12	2	4	6	11	2
	Verão	12	5	2	5	9	3
Úmido	Outono	9	1	1	7	5	4
	Verão	8	3	0	5	5	3
	Inverno	7	2	1	4	5	2
	Primavera	7	2	1	4	2	5

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Conforme exposto na Tabela 1, dos 21 invernos da série temporal, 14 foram secos. Destaca-se a presença de ENOS Neutro e SAM (+), respectivamente 71,43% e 50%, além da *La Niña*, 14,3%. Os fatores climáticos mencionados, podem provocar condições favoráveis para o predomínio de anomalias negativas de precipitação na região analisada, Hu et al. (2022). A seca também foi dominante na estação da primavera, pois ao observar os índices aplicados, novamente o SAM (+), 53,85%; o ENOS Neutro, 30,8% e a *La Niña*, 30,8%, foram os principais elementos para provocar a diminuição de chuvas.

Ressalta-se a primavera no sudeste da AS, dentre as demais estações, pois possui maior resposta aos modos de variabilidade climática aplicados, conforme estudos desenvolvidos por Hu et al. (2022) e Barros et al. (2008). No outono e no verão, ocorreu a mesma relação de atuação significativa do SAM (+) para a escassez de chuvas, obtendo ocorrências de 91,67% e 75%, respectivamente.

Ao considerar o padrão úmido, sua ocorrência foi menor em todas as estações, como pode ser observado na Tabela 1. Embora haja essa circunstância, destaca-se atuação do ENOS Neutro como possível elemento que tenha favorecido as anomalias positivas de precipitação no período analisado, Barros et al. (2008) e Valente et al. (2023). Em todas as estações, o ENOS Neutro predominou respectivamente com 77,8% no outono; 62,5% no verão; 57,2% no inverno e 57,2% na primavera.

Como meio de atribuir ao estudo resultados estatisticamente significantes, apresentam-se os resultados gerados a partir da correlação entre as anomalias de precipitação sazonal com o SAM. A Tabela 2 apresenta a relação entre o verão e SAM que resultou o percentual corretamente classificado em 45% (9) e nível de significância de 1,14 resultando na não correlação entre as anomalias e o modo de variabilidade climática. A Tabela 3, apresenta a relação entre o outono e SAM que resultou o percentual corretamente classificado em 42,86% (9) e nível de significância de 0,96 resultando na não correlação entre as anomalias e o modo de variabilidade climática. A Tabela 4, apresenta a relação entre o inverno e SAM que resultou o percentual corretamente classificado em 38,09% (8) e nível de significância de 0,50 também resultando na não correlação. A Tabela 5, apresenta a relação entre a primavera e SAM que resultou o percentual corretamente classificado em 55% (11) e nível de significância de 2,09 resultando na correlação entre as anomalias da primavera e o SAM. Portanto, é a única estação que obteve correlação estatística com o SAM.

Tabela 2 – Matriz de classificação entre as anomalias de precipitação do verão e o SAM INDEX.

Verão	Anomalias de Precipitação x SAM INDEX				
	Índices	-1	0	1	Total
	-1	3	1	3	7
	0	2	4	1	7
	1	2	2	2	6
	Total	7	7	6	20
	Teste t Student = 1,14				

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 3 – Matriz de classificação entre as anomalias de precipitação do outono e o *SAM INDEX*.

Outono	Anomalias de Precipitação x SAM INDEX				
	Índices	-1	0	1	Total
	-1	1	3	3	7
	0	2	2	3	7
	1	4	2	1	7
	Total	7	7	7	21

Teste t Student = 0,96

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 4 – Matriz de classificação entre as anomalias de precipitação do inverno e o *SAM INDEX*.

Inverno	Anomalias de Precipitação x SAM INDEX				
	Índices	-1	0	1	Total
	-1	3	0	4	7
	0	3	3	1	7
	1	1	4	2	7
	Total	7	7	7	21

Teste t Student = 0,50

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 5 – Matriz de classificação entre as anomalias de precipitação da primavera e o *SAM INDEX*.

Primavera	Anomalias de Precipitação x SAM INDEX				
	Índices	-1	0	1	Total
	-1	2	2	3	7
	0	1	4	2	7
	1	4	1	1	6
	Total	7	7	6	20

Teste t Student = 2,09

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em continuidade a análise estatística, apresentam-se os resultados gerados a partir da correlação entre as anomalias de precipitação sazonal com o ENOS. A Tabela 6 apresenta a relação entre o verão e ENOS que apontou 35% (7) de percentual corretamente classificado e 0,19 do nível de significância, resultando na não correlação. A Tabela 7 indica a relação entre o outono e ENOS que apontou 47,61% (10) de percentual corretamente classificado e 1,42 do nível de significância, resultando na não correlação. A Tabela 8 apresenta a relação entre o inverno e ENOS que apontou 33,33% (7) de percentual corretamente classificado e 0,03 do

nível de significância, resultando na não correlação. Por fim, a Tabela 9 apresenta a relação entre a primavera e ENOS que apontou 50% (10) de percentual corretamente classificado e 1,62 do nível de significância, resultando na não correlação. Dessa forma, o ENOS não está estatisticamente ocasionando considerável interferência nas anomalias de precipitação sazonal do período analisado, diante de que os resultados estatísticos do nível de significância estão todos abaixo de 1,96.

Tabela 6 – Matriz de classificação entre as anomalias de precipitação do verão e o *ENOS INDEX*.

Verão	Anomalias de Precipitação x ENOS INDEX				
	Índices	-1	0	1	Total
	-1	3	3	1	7
	0	4	1	2	7
	1	0	3	3	6
	Total	7	7	6	20
Teste t Student = 0,19					

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 7 – Matriz de classificação entre as anomalias de precipitação do outono e o *SAM INDEX*.

Outono	Anomalias de Precipitação x ENOS INDEX				
	Índices	-1	0	1	Total
	-1	3	2	2	7
	0	3	3	1	7
	1	1	2	4	7
	Total	7	7	7	21
Teste t Student = 1,42					

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 8 – Matriz de classificação entre as anomalias de precipitação do inverno e o *SAM INDEX*.

Inverno	Anomalias de Precipitação x ENOS INDEX				
	Índices	-1	0	1	Total
	-1	2	2	3	7
	0	4	2	1	7
	1	1	3	3	7
	Total	7	7	7	21
Teste t Student = 0,03					

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 9 – Matriz de classificação entre as anomalias de precipitação da primavera e o *SAM INDEX*.

	Anomalias de Precipitação x ENOS INDEX				
	Índices	-1	0	1	Total
Primavera	-1	5	1	1	7
	0	1	3	3	7
	1	1	3	2	6
	Total	7	7	6	20
Teste t Student = 1,62					

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

4. Considerações Finais

Diante da importância relativa a uma compreensão mais consolidada da PCRS, dos elementos físicos que a caracterizam, como o comportamento da precipitação na Costa Sul. O objetivo principal, de propor uma identificação da precipitação mensal e sazonal com o ENOS e SAM, no período proposto, foi satisfatório. Considerou-se que na área de estudo as estiagens indicaram predominância no inverno (14) como na primavera (13), ambos com maior ocorrência de SAM (+), ENOS Neutro e *La Niña*, elementos climáticos que quando interagem favorecem à escassez de chuvas.

Todavia, ressalta-se que na análise estatística de correlação entre os modos de variabilidade climática e as anomalias de precipitação sazonais, apenas a primavera e o SAM, possuem o nível de significância de 2,09 e percentual corretamente classificado de 55%. Os demais resultados revelaram que não há percentual corretamente classificado e nível de significância suficientes para atingir uma afirmação que relacione as anomalias sazonais com os modos de variabilidade climática. Acredita-se que o recorte da série histórica de 20 anos não seja suficiente para poder compreender de maneira mais significativa a correlação proposta.

Quanto ao investigar os resultados mensais da precipitação na Costa Sul da PCRS, observou-se que dos 250 meses, 142 ficaram abaixo da climatologia mensal, 88 acima e 20 próximos à climatologia de precipitação mensal. Dessa forma, nos últimos vinte anos, na área de estudo, houve predomínio de 56,8% de meses secos, 35,2% de meses úmidos e 8% como neutros. O processamento e a análise interpretativa dos dados, revelou que existe possibilidade para o predomínio de períodos secos durante o ano.

Revela-se a importância da base original dos dados, pois os institutos, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE e o *Deutscher Wetterdienst – DWD*, que disponibilizam os mesmos são órgãos de alcance e relevância internacional na comunidade científica. Diante da característica e qualidade dos atributos, pela resolução espacial, a acurácia do dado e a disponibilidade dos mesmos, demonstra-se satisfatória na aplicabilidade da base de dados para a metodologia desse estudo.

Considerando os resultados preliminares, entende-se que este é um estudo inicial de observação do comportamento da precipitação mensal e das anomalias sazonais. Compreendeu-se que a série temporal é relativamente pequena, período de 20 anos. Compreende-se que ao analisar e interpretar os resultados em escala mensal e sazonal, aponta-se a necessidade de investigar mais dados em períodos maiores.

Por fim, a aplicação do procedimento metodológico buscou estruturar inicialmente uma base informacional pré-consolidada para futura aplicação de outras técnicas, análises e estudos a serem desenvolvidos, entre a associação da climatologia, geomorfologia e sensoriamento remoto para estudos posteriores na Costa Sul da PCRS. Além disso, com essas informações apuradas, pretende-se analisar e correlacionar com possíveis eventos extremos e mudanças do comportamento climático na região, empregando-se estudos mais aprofundados.

5. Referências

BANCO DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS - BDIA. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/23382-banco-de-informacoes-ambientais.html?=&t=sobre>. Data de acesso: 02/12/2021.

BARROS, V.R., DOYLE, M.E., CAMILLONI, I.A. Precipitation trends in southeastern South America: relationship with ENSO phases and with low-level circulation. *Theoretical and Applied Climatology*, Springer journal online, vol.93, issue 1-2, p.19-33. fev, 2008.

BARRY, R.G., CHORLEY, R.J. *Atmosfera, tempo e clima*. Tradução Ronaldo Cataldo Costa, Organização Francisco Eliseu Aquino. 9.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 512 p.

BRAGA, H. J.; GHELLERE, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. Anais..., Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. 1 CD-ROM.

CARDOSO, A.B., REBOITA, M.S., GARCIA, S.R. Climatologia de Frentes Frias na América do Sul e sua Relação com o Modo Anular Sul. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, Vol. 17, Ano 11, 9-26. Jul/Dez, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Atlas Climático da Região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Org./Ed. técnicos Marcos Silveira Wrege, Silvio Steinmetz, Carlos Reisser Júnior, Ivan Rodrigues de Almeida. 2ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 333 p.

FERNANDES, V.R., CUNHA, A.P.M.A., PINEDA, L.A.C., LEAL, K.R.D., COSTA, L.C.O., BROEDEL, E., FRANÇA, D.A., ALVALÁ, R.C.S., SELUCHI, M.E., MARENGO, J. Secas e os Impactos na Região Sul do Brasil. Revista Brasileira de Climatologia, Rio de Janeiro, vol.18, ano 17, 561-584. Jan/Jun 2021. ISSN: 2237-8642 (Eletrônica).

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.5, n.1, p. 127-132, 1997.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER – FEPAM. Unidades de paisagem natural. Disponível em:
https://ww3.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp. Data de acesso: 20/04/2020.

GLOBAL PRECIPITATION CLIMATOLOGY CENTRE – GPCC. Disponível em:
<https://www.dwd.de/EN/ourservices/gpcc/gpcc.html>. Data de acesso: 12/08/2021.

GRIMM, A.M. Interannual Climate Variability in South America: Impacts on Seasonal Precipitation, Extreme Events, and Possible Effects of Climate Change. Springer Nature, Springer jornal online, Stoch Environ Res Risk Assess 25, 537-554. July, 2010.

HAIR, J.F., BLACK, W.C., BABIN, B.J., ANDERSON, R.E., TATHAN, R.L. Análise Multivariada de Dados. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

HU, X., EICHNER, J., GONG, D., BARREIRO, M., KANTZ, H. Combined impact os ENSO and Antarctic Oscillation on austral spring precipitation in Southeastern South America (SESA). Climate Dynamics, Springer journal online, v.61, issue 1-2, 399-412. 2022.
<https://doi.org/10.1007/s00382-022-06592-8>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil: Compatível com a Escala 1:250.000. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – ed 1. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 168 p. v 45.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=30138&t=downloads>. Data de acesso: 01/04/2021.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - AR6. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge, Reino Unido e Nova York, Estados Unidos da América: Cambridge University Press, 2021. p. 3949. 3-32. ISBN 978-92-9169-158-6.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION - NOAA. Disponível em: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/aao/monthly.aao.index.b79.current.ascii.table. Data de acesso: 12/08/2021.

OCEANIC NIÑO INDEX - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION ONI/NOAA. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php. Data de acesso: 12/08/2021.

PROJETO MAPBIOMAS – COLEÇÃO 6 DA SÉRIE ANUAL DE MAPAS DE USO E COBERTURA DA TERRA DO BRASIL. Disponível em: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lcluc/coverage/brasil_coverage_2020.tif Data de acesso: 03/02/2022.

REBOITA, M. S.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P. D. Relationship between the southern annular mode and the southern hemisphere atmospheric systems. Revista Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 48–55. Mar, 2009.

ROZANTE, J.R., MOREIRA, D.S., GONÇALVES, L.G.G., VILA, D.A., Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation over South America. American Meteorological Society, Boston, vol.25, Issue 3, p.885-894. June, 2010.

SECRETARIA DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO RIO GRANDE DO SUL – SEMARS. Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:25.000 – BCRS25, versão 1.0-2018. Disponível em: <https://ww2.fepam.rs.gov.br/bcrs25/>. Data de acesso: 20/04/2020.

SCHOSSLER, V., SIMÕES, J.C., AQUINO, F.E., VIANA, D.R. Precipitation Anomalies in the Brazilian Southern Coast Related to the SAM and ENSO Climate Variability Modes. Brazilian Journal of Water Resources, Porto Alegre, v.23, e14, p.1-10. 2018.

SCHOSSLER, V. Influência das mudanças climáticas em geoindicadores na costa sul do Brasil. 2012. 170 p. Tese (doutorado em geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

VALENTE, P.T., VIANA, D.R., AQUINO, F.E., SIMÕES, J.C. Classification of Precipitation Anomalies in the Rio Grande do Sul in ENSO Events in the 20th Century. SOCIEDADE & NATUREZA, UFU. ONLINE, v.35, p. 1-20. 2023.

VASCONCELOS, F.C. A Oscilação Antártica-Mecanismos Físicos e a Relação com Características Atmosféricas sobre a América do Sul/Oceanos Adjacentes. 2012. 164 p. Tese (doutorado em meteorologia) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012.

VASCONCELOS, F. C.; PIZZOCHERO, R. M.; CAVALCANTI, I. F. A. Month-to-month impacts of Southern Annular Mode over South America climate. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, Rio de Janeiro, v. 41, p. 783-792, 2019.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. In: Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica. Notas Técnicas. Nº. 8. Porto Alegre: Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 45 p. 1-45.