
**O evento extremo de precipitação do outono de 2024 na região hidrográfica do
Guaíba (RS)**

**The extreme precipitation event of autumn 2024 in the Guaíba hydrographic
region (RS)**

**El evento de precipitación extrema del otoño de 2024 en la región hidrográfica de
Guaíba (RS)**

Erika Collischonn ¹ <https://orcid.org/0000-0001-7290-9190>

¹ Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, email. erika.collischonn@ufpel.edu.br

Recebido em: 27/08/2024

Aceito para publicação em: 03/11/2024

Resumo

Neste artigo apresentamos o evento extremo de precipitação ocorrido Região Hidrográfica do Guaíba (RHG) no outono de 2024, na perspectiva da climatologia geográfica. Discutimos, inicialmente, os conceitos de extremo climático e a proposta análise da sucessão de três eventos de precipitação em sequência. Para esta análise foram organizados dados diários de estações meteorológicas do INMET e do CEMADEN. Os três eventos foram: o primeiro, com 500mm, em média; seguido por outro com 200mm; e o último de 100mm. A distribuição da precipitação indica efeito orográfico e desencadeou movimentos de massa nas encostas e inundações extraordinárias, tanto nas sub bacias, como na Região Metropolitana de Porto Alegre, onde o sistema de proteção contra cheias colapsou, por falta de manutenção.

Palavras-chave: evento extremo, precipitação; efeito orográfico.

Abstract

In this article, we present the extreme precipitation event that occurred in the Guaíba Hydrographic Region (RHG) in the fall of 2024, from the perspective of geographic climatology. We initially discuss the concepts of climate extremes and the proposed analysis of the succession of three precipitation events in sequence. For this analysis, daily data from INMET and

[Geopauta](#), Vitória da Conquista, V. 8, 2024, e15684

Este é um artigo de acesso aberto sob a licença Creative Commons da [CC BY](#)

CEMADEN meteorological stations were organized. The three events were: the first, with 500mm, on average; followed by another with 200mm; and the last one of 100mm. The distribution of precipitation indicates an orographic effect and triggered mass movements on the slopes and extraordinary floods, especially in the Metropolitan Region of Porto Alegre, where the flood protection system collapsed, due to lack of maintenance.

Keywords: extreme event, precipitation; orographic effect.

Resumen

En este artículo, presentamos el evento de precipitación extrema ocurrido en la Región Hidrográfica de Guaíba (RHG) en el otoño de 2024, desde la perspectiva de la climatología geográfica. Inicialmente discutimos lo concepto de extremo climático y el análisis propuesto de la sucesión de tres eventos de precipitación en secuencia. Para este análisis se organizaron los datos diarios de las estaciones meteorológicas INMET y CEMADEN. Las tres pruebas fueron: la primera, con 500 mm, en promedio; seguido de otro con 200 mm; y el último de 100mm. La distribución de las precipitaciones indica un efecto orográfico y desencadenó movimientos de masa en las laderas e inundaciones extraordinarias, tanto en las subcuencas como en la Región Metropolitana de Porto Alegre, donde el sistema de protección contra inundaciones colapsó, por falta de mantenimiento.

Palabras clave: evento extremo, precipitación; efecto orográfico.

Introdução

No Rio Grande do Sul, apesar das médias climatológicas indicarem somente tipos climáticos com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, ocorre significativa variabilidade interanual da distribuição espaço-temporal das chuvas. De 2020 ao início de 2023, o estado passou por períodos longos de estiagem, tanto que foi incluído no Monitor de Secas do Brasil. A partir de junho de 2023, no entanto, ocorreram uma série de eventos extremos de precipitação, alguns mais localizados, outros mais extensivos. Mas, em termos de intensidade e abrangência espacial, a precipitação ocorrida em abril e maio de 2024 foi excepcional.

Monteiro (1999) escreveu que eventos extremos resultam de entradas violentas no sistema geográfico que escapam completamente do controle humano; na melhor das hipóteses poderá haver previsão e estados de alerta para defesa. Acrescentou que,

todavia, os resultados catastróficos jamais advêm, exclusivamente do impacto meteórico, ou seja, da ação atmosférica.

Na climatologia geográfica aprendemos com Monteiro (1999) a analisar o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera sobre um lugar em sua sucessão habitual, conforme proposto por Maximilien Sorre. Compreendemos pela vivência, que os estados da atmosfera oscilam, admitem desvios e produzem acidentes. Mesmo os mais graves, por vezes catastróficos, não devem ser descartados da análise climatológica do geógrafo, devido ao seu impacto local ou regional e a reação em cadeia que lhes segue (Monteiro, 1991).

Também assimilamos que o ritmo é a essência geográfica do clima, porque “[...] a ideia fundamental do ‘ritmo’ climático é exatamente aquela de poder sintonizá-lo às demais dinâmicas das outras esferas: dos processos hidrológicos, geomorfológicos, biológicos [...]” (Monteiro, 1991, p.131). E, ainda, como este ritmo se entrelaça com o espectro mais amplo de fatores locais criados pelas grandes derivações introduzidas pelo construto urbano-industrial.

Adotamos esta proposição teórica metodológica neste artigo para dar a compreender o evento extremo ocorrido, entre o final de abril e o mês de maio de 2024, no Rio Grande do Sul.

O recorte espacial escolhido foi a Região Hidrográfica do Guaíba (RHG). Esta, estabelecida pela Lei Estadual 10.350/1994, possui uma área de 84.763,54 km², correspondendo a 30% do território do estado do Rio Grande do Sul, com 251 municípios nela inseridos total ou parcialmente. É dividida em nove sub-bacias: Vacaraí-Vacacaí Mirim, Alto Jacuí, Pardo, Baixo Jacuí, Taquari-Antas, Caí, Sinos, Gravataí e Lago Guaíba. Temos consciência que, apesar da grande extensão do evento extremo, nem todos os lugares nesta extensa bacia receberam precipitação na mesma intensidade.

Na RHG, conforme aprendido de forma intuitiva, como uma ideia tácita mantida na mente humana e na memória social, a época do ano em que as chuvas

provocam inundações “deveria ser” setembro, início de outubro, a denominada “Enchente de São Miguel”, por ocorrer em torno da data de 29/09, que celebra este santo. Também, são esses dois meses em que a precipitação é ligeiramente maior que nos demais, segundo as normais climatológicas. No entanto, o evento extremo de precipitação generalizada e inundações, que é referência na bacia nesta bacia, a “Enchente de 1941”, também ocorreu nos meses de abril e maio, como em 2024.

Neste artigo apresentamos a variação espaço temporal da precipitação na RHG, que desencadeou o desastre ambiental no outono de 2024.

Materiais e métodos

Para a análise organizamos dados diários de estações meteorológicas do INMET, do CEMADEN existentes nas nove sub-bacias que compõe a bacia do Guaíba. Como as estações convencionais registram o dado diário as 9h do horário local (12TMG), para as estações automáticas (INMET e CEMADEN), foram somados os dados horários entre as 12h (TMG) de um dia e as 12TMG do outro. Portanto, mesmo que a maior a precipitação tenha ocorrido em grande parte no dia anterior, seu registro foi realizado as 9h do dia seguinte. Neste evento, constatou-se falhas nos registros de estações, tanto do INMET como do CEMADEN, cujos dados tiveram que ser descartados.

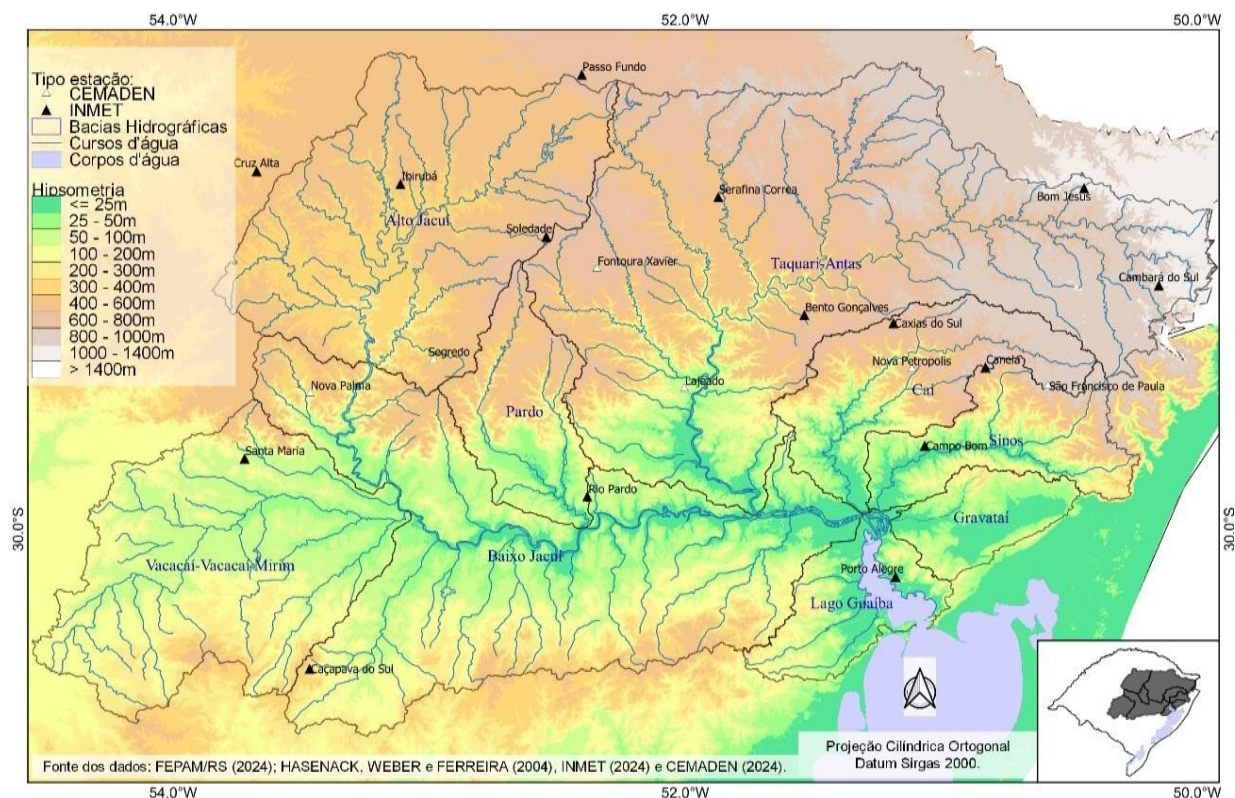
No catálogo das estações meteorológicas de ambos os órgãos obtivemos a localização geográfica das mesmas. Com base nesta geometria, importamos a planilha de pontos num projeto no QGIS (versão 3.16), ao qual acrescentamos ainda os polígonos das bacias hidrográficas da RHG e um modelo digital de elevação de modo a permitir uma análise conjunta dos dados.

Resultados e discussão

Para compreender o impacto causado pela precipitação concentrada em curto período de tempo nesta Região Hidrográfica foi fundamental caracterizá-la do ponto

de vista da forma relevo e modo de ocupação. O mapa 1 caracteriza o relevo das diferentes bacias que a formam RHG e as estações meteorológicas com registro.

Mapa 1- Hipsometria das bacias da Região Hidrográfica do Guaíba e estações meteorológicas



Fonte: Collischonn (2024)

Conforme o mapa 1 a amplitude altimétrica da RHG é superior a 1200 metros. As maiores altitudes ocorrem a nordeste, nas porções de montante dos rios Taquari-Antas, onde são superiores a 1200 metros. Junto ao canal principal do Rio Jacuí ocorrem altitudes sem torno de 20 metros. No entorno do Delta do Jacuí e do Guaíba ocorrem as altitudes mais baixas, inferiores a 5 metros. O Mapa 1 destaca a área de contribuição de cada curso d'água que drena para o Guaíba e Laguna dos Patos. A bacia do Taquari-Antas tem a maior área de contribuição (31%), seguida das Bacias: do Baixo Jacuí (20,4%), do Alto Jacuí (16%), do Vacacaí e Vacacaí Mirim (13,1%) e Caí (6%). As demais bacias contribuem em menos de 5%, cada uma, para o conjunto da Região Hidrográfica.

Os rios foram a principal via de ocupação deste território, primeiro pelos bandeirantes, no século XVIII, e posteriormente pela expansão da colonização

européia. Por isso, muitas cidades se desenvolveram a partir de um atracadouro num promontório ou terraço de um rio. Atualmente, há 251 municípios total ou parcialmente inseridos neste território e a taxa de urbanização, no geral, é de mais de 80%. A Região Hidrográfica do Guaíba é a área que apresenta a maior densidade demográfica no estado, abrigando 61% da população do Estado, e também a mais industrializada.

Ocorreram três eventos pluviométricos intensos em todas as bacias que compõe a RHG: o primeiro, de maior intensidade (500mm em média), ocorreu de 27/04 à 05/05; o segundo (200mm), de 09/05 à 14/05; e, por fim, um terceiro de 22/05 à 24/05 (~100mm). Segundo nota técnica dos meteorologistas do INPE (2024), a combinação de sistemas meteorológicos atuantes em diferentes escalas propiciou essas ocorrências. Numa maior escala, a condição de El Niño, de intensidade moderada a forte, favorecia a ocorrência de episódios de precipitações acima da média no Sul do Brasil. Além disso, o Oceano Atlântico Tropical encontrava-se mais aquecido em relação a sua normal climatológica, o que elevou o conteúdo de umidade disponível. Em escala sinótica, o primeiro e mais expressivo evento de precipitação resultou: 1) de forte alta pressões subtropical sobre o Sudeste e Centro-Oeste brasileiro, que causou bloqueio atmosférico e colaborou para a manutenção de uma condição de elevada instabilidade atmosférica sobre a RHG; 2) de uma circulação intensa associada ao Jato de Baixos Níveis, que transportou ar quente e úmido da região amazônica em direção a RHG; 3) da presença de um cavado de onda longa, em médios níveis, que favoreceu a formação de sistemas de baixa pressão na superfície; 4) do avanço e a interação de frentes frias com essa massa de ar mais quente e úmido, que contribuiu para episódios de tempestades severas, com registros de vendavais, tornados, de queda de granizo e chuvas intensas (volumes expressivos de chuva em uma hora), bem como elevados acumulados de chuva (INPE, 2024).

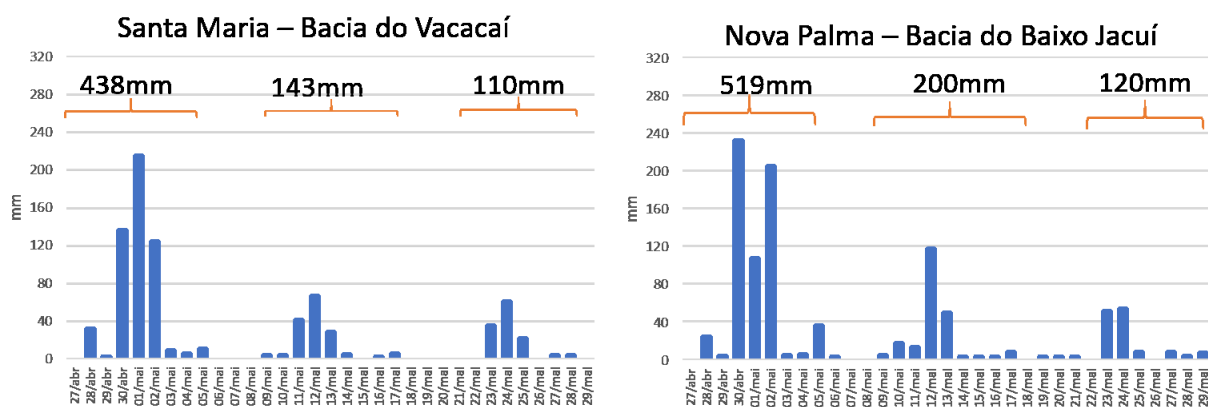
No dia 5/05 o ASAS ganha um reforço de ar polar e o tempo se estabiliza por alguns dias; mas a atmosfera próxima a superfície volta a se aquecer e, no final do dia 8 uma nova frente passa rapidamente sobre o leste da Região. Nos dias seguintes

volta a se estabelecer uma condição de instabilidade com Jatós de baixos Níveis trazendo umidade da região amazônica. A condição só muda, de modo mais generalizado na Região, no dia 19/05, com a atuação de uma massa de ar polar. E, por fim, no dia 22/05 a condição anterior novamente volta a se estabelecer instabilizando a atmosfera até o dia 29, quando um ciclone extratropical passou pela costa do Rio Grande do Sul.

Na sequência apresentamos a cronologia destes eventos em localidades das diferentes Bacias Hidrográficas da RHG.

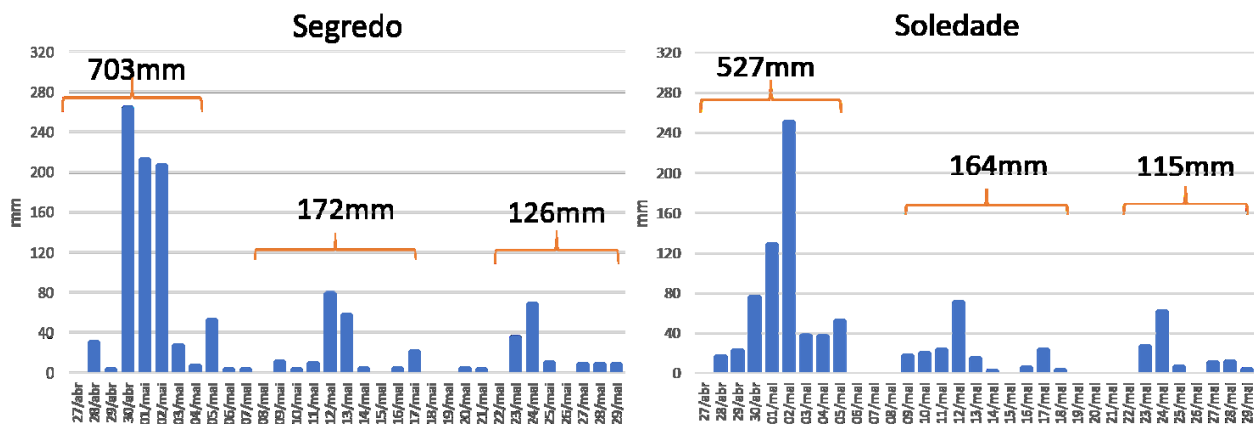
No dia 27/04 ocorreram tempestades severas, com registros de vendavais, tornados e de queda de granizo de tamanho significativo (entre 4 cm e 6 cm) em várias localidades do Rio Grande do Sul, como em Venâncio Aires/RS, em Barros Cassal/RS, em Espumoso/RS, em Santa Cruz do Sul/RS, em Jacuizinho/RS, em Passos de Torres/RS e em Passo do Sobrado/RS (Inpe, 2024). No dia 29/04, volumes de chuvas expressivos foram registrados em poucas horas, bem com os maiores elevados acumulados de precipitação, na Bacia do Vacacaí – Vacacaí-Mirim, Alto Jacuí e Rio Pardo. Essas chuvas intensas provocaram enxurradas, alagamentos e deslizamentos de terra, perda de vidas e elevados prejuízos nestas bacias. Nos dias seguintes, a chuva continuou contribuindo para a ocorrência de inundações nos baixos cursos dos rios do Vacacaí, Vacacaí-Mirim, Pardo, Pardinho e Jacuí. Em Soledade, a chuva do dia 01 até as 09 do dia 02 foi de 250mm.

Gráfico 1 – Distribuição da precipitação pelo registro de estações na Bacia do Vacacaí-Vacacaí Mirim e Baixo Jacuí.



Fonte: INMET (2024) e CEMADEN (2024). Organizado pela autora.

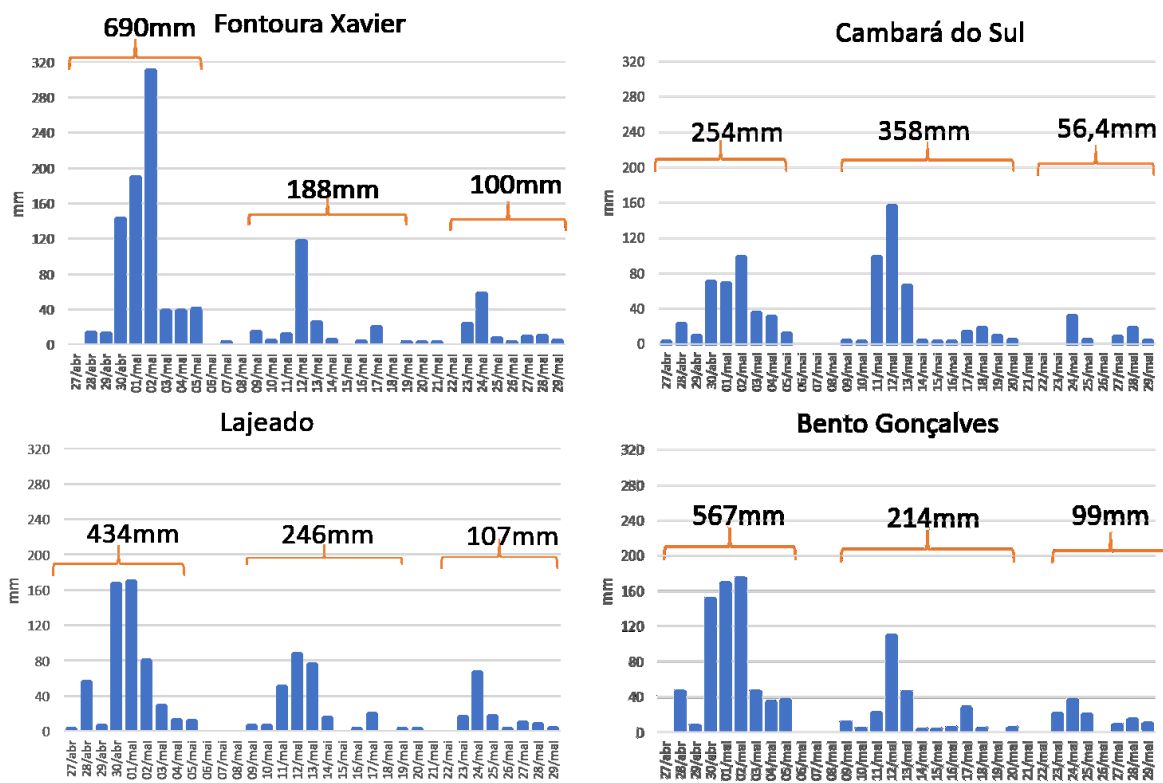
Gráfico 2 – Distribuição da precipitação pelo registro de estações na Bacia do Alto Jacuí.



Fonte: INMET (2024) e CEMADEN (2024). Organizado pela autora.

Nas bacias do Taquari-Antas, Baixo Jacuí, Caí e Sinos, os volumes de precipitação no dia 29/04 também já haviam sido expressivos (maiores que a média do mês), mas nos dias seguintes 30/04 e 01/05 extrapolaram qualquer registro já realizado. Em Fontoura Xavier a precipitação ocorrida em grande parte no dia 01 e registrada no dia 02 foi de 309mm.

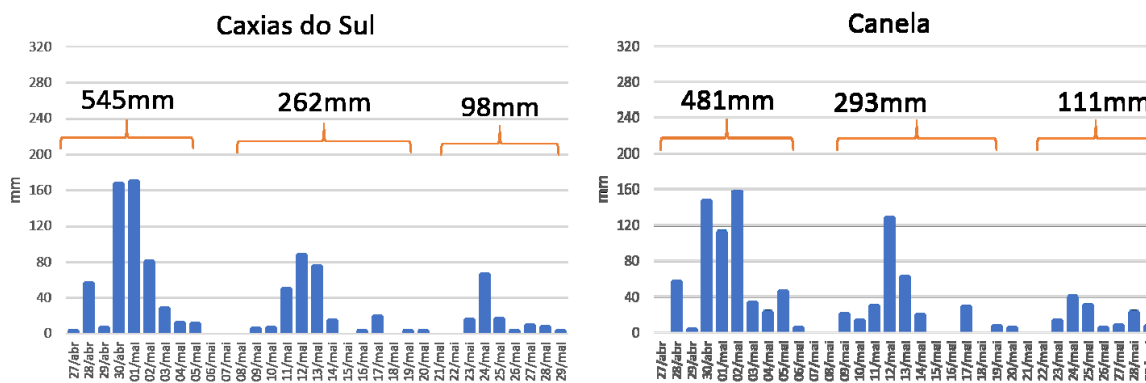
Gráfico 3 – Distribuição da precipitação pelo registro de estações na Bacia do Taquari-Antas.



Fonte: INMET (2024) e CEMADEN (2024). Organizado pela autora.

Na porção leste da bacia do Caí (Canela), assim como no leste da bacia do Taquari-Antas (Cambará do Sul) e na bacia do Sinos (São Francisco de Paula), no segundo evento (10/05 a 17/05) foi registrada maior precipitação do que nas bacias mais oeste (graficos 3 e 4).

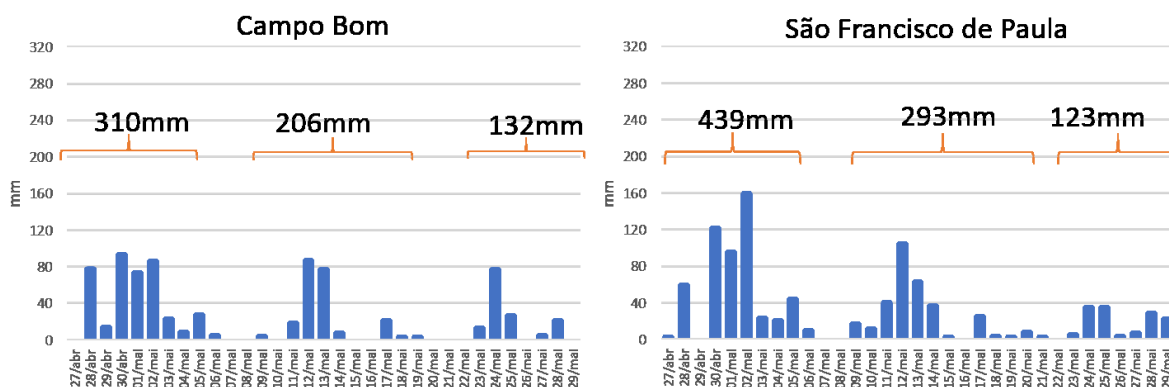
Gráfico 4 – Distribuição da precipitação pelo registro de estações na Bacia do Caí.



Fonte: INMET (2024) e CEMADEN (2024). Organizado pela autora.

A maioria das análises, como a do INPE (2024) anteriormente citada, somente consideraram o evento ocorrido entre 27 de abril e 02 de maio, que, de fato, foi totalmente excepcional; contudo, o evento seguinte também registrou mais que o dobro da normal climatológica mensal da maioria das estações e, o último, pelo menos a normal mensalem poucos dias (gráfico 1 a 6).

Gráfico 5 – Distribuição da precipitação pelo registro de estações na Bacia do Caí.

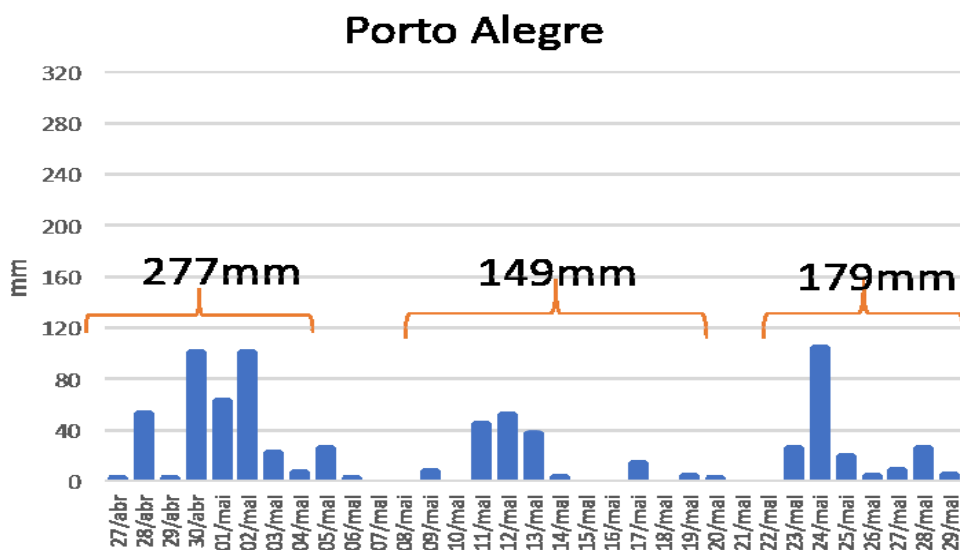


Fonte: INMET (2024) e CEMADEN (2024). Organizado pela autora.

A permanência de chuvas intensas ao longo de todo o mês de maio, também prolongou a permanência das inundações e adiou o retorno as atividades nos municípios jusante, como em Porto Alegre (gráfico 6), em que a precipitação, apesar

de extraordinária para a série histórica, foi menos intensa que nas localidades a montante.

Gráfico 6 – Distribuição da precipitação em Porto Alegre na Bacia do Lago Guaíba.



Fonte: INMET (2024) e CEMADEN (2024). Organizado pela autora.

Considerações Finais

As chuvas em abril e maio de 2024 na RHG tiveram volume extremo em todas as estações meteorológicas, mas com uma distribuição espaçotemporal da precipitação diferenciada entre as sub-bacias.

A constatação a que chegamos, ao relacionarmos a posição das estações meteorológicas na RHG com a distribuição dos dados diários de precipitação, é de que, além dos sistemas atmosféricos que se combinaram para a ocorrência dos eventos de precipitação, é preciso acrescentar o fator orográfico na explicação dos elevados índices de precipitação registrados em Santa Maria, Nova Palma, Segredo, Soledade, Fontoura Xavier, Bento Gonçalves, Caxias do Sul, Canela e São Francisco de Paula. Conforme assimilamos, a partir de Barry e Chorley (2013), a escarpa do planalto contribuiu para o aumento de precipitação: por forçar a ascensão turbulenta do ar pela fricção superficial (atrito com a superfície) provocando instabilidades convectivas, especialmente quando do afunilamento em vales; porque retardou o deslocamento de sistemas perturbados origem ciclônica.

Referencias

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. Atmosfera, **Tempo e Clima**. Tradução Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: Bookman, 9. ed., 2013.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO DE DESASTRES NATURAIS -CEMADEN. **Mapa Interativo da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais do Cemaden**. Disponível em: <<https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>> Acesso em: 8 jul. 2024

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Tempo: Tabela de Dados das estações. Disponível em <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/>

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS -INPE. **Evento extremo no Rio Grande do Sul entre final de abril e início de maio de 2024**. Relatório Técnico da Divisão de Previsão de Tempo e Clima da Coordenação-Geral de Ciências da Terra. Julho 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/relatorio-do-inpe-explica-evento-meteorologico-que-causou-a-tragedia-no-rs/chuvas-rio-grande-do-sul.pdf> . Acesso em: 16 ago. 2022.

MONTEIRO, Carlos A. F. **Clima e Excepcionalismo**: Conjeturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

MONTEIRO, Carlos A. F. **O estudo geográfico do Clima**. Cadernos Geográficos, nº1. Florianópolis: Imprensa Universitária, maio 1999. p. 1-73.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994**. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/10.350.pdf>. Acesso em 07 jun.2024.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e ao Centro de Monitoramento de Desastres Naturais (CEMADEN) por disponibilizarem os seus Bancos de dados em sua página na rede mundial de computadores.