

A HISTÓRICA CHEIA DE 1941 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO GUAÍBA

André L. L. da Silveira¹; Fernando Dornelles¹; Joel Avruch Goldenfum¹; Thais Possa²; Walter Collischonn¹; Sofia Royer Moraes².

Palavras-Chave – Inundações; Desastres Naturais; Lagoa dos Patos; Bacia Hidrográfica do Guaíba

INTRODUÇÃO

Eventos hidrológicos extremos, como as inundações em áreas habitadas, têm profundo impacto na sociedade. Além do grande número de vidas perdidas a cada ano, bilhões de dólares em danos são causados à infraestrutura e à propriedade (Demir e Kisi, 2016; Elnazer et al., 2017). Eventos históricos extremos de inundação e suas causas devem ser explorados em detalhes, mesmo quando ocorridos há muito tempo, pois seu estudo pode ser uma forma de compreender como o evento evoluiu ou poderia ter evoluído para um desastre. No Rio Grande do Sul, um exemplo marcante desse processo é a cheia de 1941, que ocorreu entre os meses de abril e maio, tendo o pico registrado no dia 08 de maio de 1941, esta que, atingiu boa parte dos rios do Estado, com especial impacto sobre a cidade de Porto Alegre e sua região metropolitana. Apenas em Porto Alegre, estima-se que a cheia de 1941 teria inundado 15 mil residências, deixando 70 mil pessoas desabrigadas, numa época em que a população da cidade era de, aproximadamente, 272 mil habitantes (Guimaraens, 2013, Silveira, 2020). Considerando a importância do evento na época em que ocorreu, assim como os potenciais impactos caso este evento tornasse a ocorrer atualmente, este estudo objetiva uma descrição sucinta da grande cheia de 1941 no sistema hídrico da bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, com ênfase na bacia do Rio Guaíba e na cidade de Porto Alegre.

METODOLOGIA

Para analisar os dados de precipitação, vazão máxima e nível da cheia de 1941 na cidade de Porto Alegre e em outros pontos relevantes da bacia da Lagoa dos Patos (Figura 1), foi desenvolvida uma pesquisa minuciosa de 18 estações fluviométricas que estavam em operação naquela época. Em relação ao nível máximo da cheia, existe uma considerável incerteza sobre o valor exato atingido pela água na cidade de Porto Alegre. Por isso, aqui buscou-se comparar os dois tipos de dados existentes relacionados a esta informação: 1) dados de postos fluviométricos e 2) dados de marcas históricas. Também se verificou o papel relativo das chuvas na formação do pico da cheia, a partir da distribuição espacial da precipitação total ao longo dos 24 dias, utilizando as estações com dados na época, e com base em trabalhos da literatura.

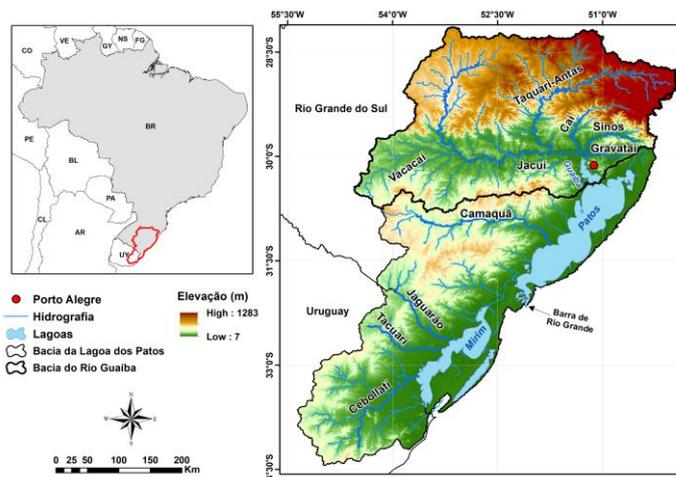


Figura 1. Localização da bacia da Lagoa dos Patos (LP) e de seus principais afluentes. Fonte: autoria própria.

¹ Professores do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS, andre@iph.ufrgs.br; fernando.dornelles@ufrgs.br; joel@iph.ufrgs.br; collischonn@iph.ufrgs.br (51) 3308-6658;

² Doutorandas em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental PPGRHSa - Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS, thaispossa03@gmail.com e; sofiaroyer Moraes@gmail.com

RESULTADOS

Precipitação que antecedeu a cheia de 1941

Um dos fatores primordiais para o entendimento sobre a dinâmica de ocorrência da Cheia de 41 foi a precipitação. Silveira (2020), mostra que, as chuvas que causaram a cheia de 1941 foram concentradas ao longo de em 24 dias, de 13 de abril a 6 de maio, e se distribuíram amplamente em toda a bacia hidrográfica. Com base em dados observados de chuva, em pluviômetros disponíveis no sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas, a chuva total ocorrida ao longo dos 24 dias foi de 870 mm em Soledade, o que corresponde a uma chuva média diária superior a 36 mm ao longo de quase um mês. Em locais como Cruz Alta e Santa Maria, os valores totais de chuva ao longo desses 24 dias foram semelhantes (857 e 829 mm). Em Porto Alegre, a chuva ao longo dos 24 dias foi de 602 mm (Silveira, 2020).

O mapa da Figura 2 apresenta a distribuição espacial da precipitação total ao longo dos 24 dias com base nas estações com dados na época e o método de interpolação vizinho natural (De Smith *et al.*, 2007). Observa-se que a região com chuva mais intensa é a Noroeste da bacia, o que corresponde à bacia do rio Jacuí, com totais superiores a 800 mm. A chuva foi menos intensa no extremo Nordeste da bacia, que corresponde à cabeceira do rio Taquari, no extremo Sul, e ao longo do Litoral.

A chuva média acumulada na bacia do Alto Jacuí, a montante da confluência com o rio Jacuizinho, alcançou 691 mm. Na bacia do Baixo Jacuí, a montante do exutório do Taquari, sem a contribuição desse e do Vacacaí, a precipitação acumulada foi 593 mm. Já nas bacias do Taquari, Caí, Sinos e Gravataí, as precipitações acumuladas foram de 517, 495, 385 e 370 mm, respectivamente.

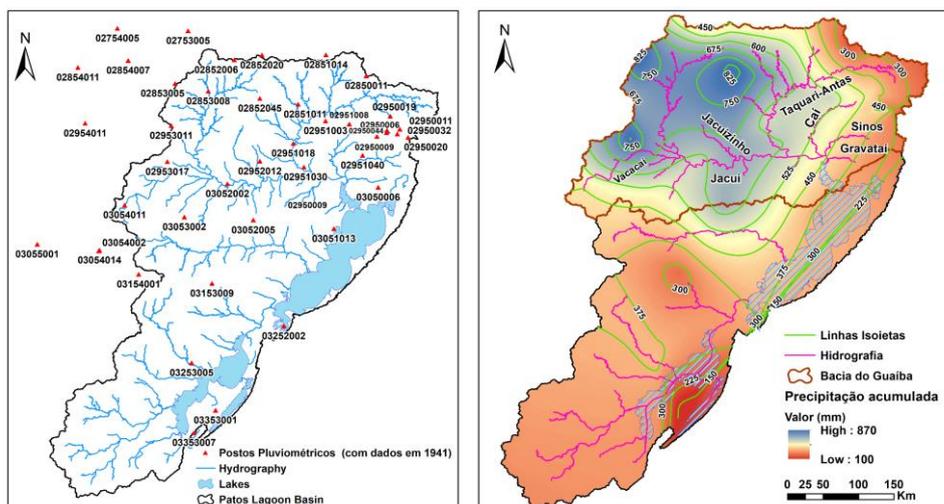


Figura 2. Distribuição espacial da precipitação acumulada (mm) em 24 dias (13 de abril a 06 de maio de 1941) na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos. Fonte: autoria própria.

De acordo com Silveira (2020), a chuva total ao longo dos 24 dias ocorreu, em grande parte, durante 4 subperíodos, com duração de 3 a 6 dias cada um, e com intervalos de pouca chuva entre eles. Ainda, de acordo com este mesmo autor, os dois primeiros subperíodos de chuva contribuíram para saturar os solos da bacia e, conseqüentemente, para amplificar a resposta à precipitação dos dois últimos períodos de chuva.

Vazões máximas durante a cheia de 1941

Em maio de 1941, 18 postos fluviométricos estavam em operação na bacia, e permitem estimar a vazão máxima, embora deva ser ressaltada a grande incerteza da curva-chave, especialmente em função da extrapolação superior.

A vazão máxima observada nos postos está apresentada na Tabela 1. Conforme observado na Tabela 1, não há dados de vazão medidos durante a cheia de 1941 em Porto Alegre (posto 87450000). A

única estimativa de vazão máxima do rio Guaíba em Porto Alegre durante a cheia de 1941 foi apresentada por Silveira (2020). Este autor estimou uma vazão máxima de 27.433,00 m³/s utilizando dados de uma estação fluviométrica localizada em São Jerônimo, no rio Jacuí, localizada 60 km a montante da cidade de Porto Alegre.

Observa-se que as maiores vazões específicas foram registradas nos postos Passo Carreiro (código 86500000), no rio Carreiro, e Santa Lúcia (código 86580000), no rio Guaporé, ambos tributários do rio Taquari. Nas regiões próximas aos rios Vacacaí e Sinos as vazões máximas foram mais baixas, o que está de acordo com o mapa da distribuição da chuva acumulada, apresentado na figura 2.

As maiores vazões ocorreram nos rios Jacuí, no posto fluviométrico Rio Pardo (código 85900000), localizado quase 100 km a montante da confluência com o rio Taquari, e no próprio rio Taquari, no posto fluviométrico Muçum (código 86510000), localizado cerca de 150 km a montante da confluência com o rio Jacuí. A vazão máxima no rio Taquari em Muçum foi de 9836 m³/s, e a vazão máxima do rio Jacuí foi 9185 m³/s.

Com base nestes valores é possível estimar que a vazão máxima na confluência entre estes dois grandes rios tenha sido da ordem de 20 mil m³/s, embora os dois picos tenham acontecido com uma diferença temporal de dois dias, e a contribuição na bacia incremental entre os postos fluviométricos e a confluência não seja conhecida. Além disso, o pico da cheia pode ter sofrido atenuação durante a propagação da onda de cheia.

Tabela 1. Vazões máximas observadas em postos fluviométricos na cheia de maio de 1941 na bacia da Lagoa dos Patos.

Código do Posto	Nome	Rio	Data	Vazão (m ³ /s)	Vazão específica (m ³ /s)
87270000	Passo Montenegro	Rio Caí	05/05/1941	767	0,18
86500000	Passo Carreiro	Rio Carreiro	30/04/1941	2083	1,14
86100000	Passo do Gabriel	Rio das Antas	04/05/1941	992	0,55
86300000	Nova Roma	Rio das Antas	30/04/1941	4600	0,60
87380000	Campo Bom	Rio dos Sinos	06/05/1941	443	0,15
86560000	Linha Colombo	Rio Guaporé	30/04/1941	1204	0,59
86580000	Santa Lúcia	Rio Guaporé	05/05/1941	2637	1,07
85400000	Dona Francisca	Rio Jacuí	05/05/1941	4984	0,36
85440000	Ponte Jacuí	Rio Jacuí	06/05/1941	8050	0,47
85900000	Rio Pardo	Rio Jacuí	07/05/1941	9185	0,24
85850000	Santa Cruz	Rio Pardo	04/05/1941	139	0,15
85780000	Passo do Meio	Rio Pardo	06/05/1941	388	0,19
86440000	Passo do Prata	Rio Prata	30/04/1941	2194	0,61
85630000	Passo São Sepé	Rio São Sepé	04/05/1941	244	0,33
86160000	Passo Tainhas	Rio Tainhas	04/05/1941	725	0,65
86510000	Muçum	Rio Taquari	05/05/1941	9836	0,61
85460000	Santa Brígida	Rio Vacacaí	27/04/1941	162	0,22
85600000	Passo das Tunas	Rio Vacacaí	05/05/1941	1535	0,23

Com relação aos níveis máximos alcançados pela cheia de 41, percebe-se que não há consenso para o valor máximo da cota alcançada na grande cheia de 1941 em Porto Alegre. Uma das maiores dificuldades observadas nos trabalhos apresentados é com relação aos referenciais utilizados nas estimativas e confiabilidade das medições. Assim, os valores estimados ficam entre 4,05 e 4,91 m, sendo o de 4,75 m o mais recorrentemente mencionado em estudos, como por exemplo o de Valenti *et al* (2012), Monte *et al.* (2018), Müller Neto *et al.* (2019) e Silveira (2020).

CONCLUSÕES

Com base no presente trabalho, que analisa os fatores associados a cheia de 41, foi possível observar a ocorrência de precipitação acumulada antecedente a cheia, que variou ao longo da Bacia Hidrográfica da Lagoa dos Patos, de 100 mm a 870 mm, em 24 dias. Já as maiores vazões ocorreram nos rios Jacuí, no posto fluviométrico Rio Pardo e no rio Taquari, no posto fluviométrico de Muçum,

A vazão máxima do rio Jacuí foi de 9185 m³/s e no rio Taquari em Muçum foi de 9836 m³/s. É importante destacar que, em Porto Alegre, não há dados de vazão medidos durante a cheia de 1941. No entanto, há estimativas calculadas que aqui destacamos, como Silveira (2020), que estimou uma vazão máxima de 27.433,00 m³/s, Martinbiancho *et al.* (2018) estimaram a vazão máxima de 16.800 m³/s e, Possa *et al.* (2022), estimaram uma vazão máxima de 16.521 m³/s.

Com relação aos níveis observados, os dados apresentados e estudados em Porto Alegre referenciam, mais frequentemente, o nível máximo de 4,75 m. Ressalta-se que, na época, poucas estações registravam níveis na bacia em questão. Entretanto, devido às grandes proporções da cheia, inúmeras marcas foram registradas, possibilitando hoje a validação dessas informações, sendo este um tópico importante de estudo a ser desenvolvido ao longo de toda a bacia hidrográfica

Caso ocorresse atualmente e sob a hipótese da ausência ou da falha do sistema de proteção contra cheias de Porto Alegre (construído na década de 1970), uma cheia como a de 1941 inundaria mais de 40 mil edificações na área urbana de Porto Alegre nos dias do pico da cheia, e cerca de 20 mil edificações seriam atingidas durante mais de 30 dias, ao longo da duração total da cheia (Müller Neto *et al.*, 2019).

As análises desenvolvidas no presente estudo são de suma importância no que diz respeito ao avanço da compreensão de eventos extremos históricos, pois permite entender a dinâmica de ciclos hidrológicos de escala significativa, como este ocorrido na bacia Hidrográfica da Lagoa dos Patos. E, com base no entendimento destes processos, avançar na estatística de ocorrência de desastres relacionados às cheias, por exemplo.

REFERÊNCIAS

- DEMIR, V.; KISI, O. (2016). Flood hazard mapping by using geographic information system and hydraulic model: Mert River, Samsun, Turkey. *Advances in Meteorology*, 2016, 1-9, <https://doi.org/10.1155/2016/4891015>
- DE SMITH, M. J.; GOODCHILD, M. F.; LONGLEY, P. (2007). *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. Troubador publishing ltd.
- ELNAZER, A. A.; SALMAN, S. A.; ASMOAY, A. S. (2017). “Flash flood hazard affected Ras Gharib city, Red Sea, Egypt: a proposed flash flood channel”. *Natural hazards*, v. 89, n. 3, p. 1389-1400.
- GUIMARAENS, R. A. (2013). *Enchente de 41*, Libretos, Porto Alegre, 100 p.
- Martinbiancho, G. K., Medeiros, M. S., Fleischmann, A. S., Dornelles, F., Fan, F. M., Paiva, R. C. D. D., Lopes, V. A. R.; Collischonn, W. (2018). “Aplicação preliminar do modelo hidrológico MGB-IPH para análise do evento extremo de cheia em 1941 no estado do Rio Grande do Sul” in *Anais do I Encontro Nacional de Desastres*, Porto Alegre, 2020, pp. 1-8.
- MONTE, B. E. O.; TSCHIEDEL, A. D. F.; SILVA, D. F.; GOLDENFUM, J. A.; DORNELLES, F. (2018). “Implicações da ausência de dispositivos de proteção na área urbana de Porto Alegre: análise da cheia de 1941” in *Anais do XII Encontro Anual de Águas Urbanas*, Porto Alegre, 2018, pp 1-10.
- MÜLLER NETO, J. A.; DORNELLES, F.; FLEISCHMANN, A. S.; MEDEIROS, M. S. (2019). “Estimativa de impacto das cheias de 1941, 1967 e 2015 em Porto Alegre na hipótese de inexistência do sistema de proteção contra cheias do Lago Guaíba” in *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Foz do Iguaçu, 2019, pp 1-10.
- POSSA, T. M.; COLLARES, G. L.; BOEIRA, L. D. S.; JARDIM, P. F.; FAN, F. M.; TERRA, V. S. S. (2022). “Fully coupled hydrological–hydrodynamic modeling of a basin–river–lake transboundary system in Southern South America”. *Journal of Hydroinformatics*, v.24, n.1, p. 93-112.
- SILVEIRA, A. L. L. (2020). “Chuvvas e vazões da grande enchente de 1941 em Porto Alegre/RS”. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul*, v. 35, p. 69-90.
- TORRES, L. H. *Águas de maio: a enchente de 1941 em Rio Grande*. (2012). *Historiae*, p. 239-254.
- VALENTI, E. D. S. “Modelo cartográfico digital temático para simulação e previsão de inundações no município de Porto Alegre – RS”. (2010). *Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto e Meteorologia)* - Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, pp 1 -2.