

VI CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ANÁLISE DE RISCO LATINO-AMERICANA (SRA-LA)

ANÁLISE DOS DADOS DE DANOS E PREJUÍZOS POR DESASTRES HIDROLÓGICOS NOS MUNICÍPIOS QUE MARGEIAM O RIO TAQUARI (RS)

DATA ANALYSIS OF HYDROLOGICAL DISASTERS DAMAGES AND LOSSES IN THE MUNICIPALITIES ON THE BANK OF TAQUARI RIVER (RS)

BARBARA FRANZ

Universidade Federal de Santa Catarina, bfoceano@yahoo.com.br

ANA MARIA BENCCIVENI FRANZONI

Universidade Federal de Santa Catarina, ana.franzoni@ufsc.br

RESUMO ABSTRACT

O subgrupo de riscos naturais que prevalece na América do Sul são os hidrológicos e estão associados ao maior número de mortes. No Brasil, o Rio Grande do Sul é um dos mais afetados quanto a danos materiais e prejuízos referentes aos desastres hidrológicos, sendo frequente no Vale do Taquari. Nesse contexto, esta pesquisa visa analisar dados de danos e prejuízos dos desastres hidrológicos dos municípios que estão na margem do Rio Taquari, obtidos através do *Atlas Digital de Desastres no Brasil*, o qual abrange os anos de 1991 a 2024. Identificou-se que as cheias de setembro de 2023 foram o pior desastre nesse período. Quanto ao registro de dados, observou-se que ainda não é possível comparar a dimensão da intensidade e da gravidade de um desastre em um município em relação ao outro, sendo mais adequado a apresentação dessas informações buscando os limites da bacia hidrográfica.

Palavras-Chave: Desastres Naturais. Vale do Taquari. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres.

The subgroup of natural hazards that prevail in South America are hydrological, which are associated with the highest number of deaths. In Brazil, Rio Grande do Sul State is one of the most affected related to material damage and losses from hydrological disasters, which are frequent in Taquari Valley. In this context, this research aims to analyze hydrological disasters data on damages and losses in municipalities that are on the Taquari River banks, obtained through the *Digital Atlas of Disasters in Brazil*, which covers the years 1991 to 2024. It was identified that the floods of September 2023 were the worst disaster in that period. Regarding data recording, it was observed that it is not yet possible to compare the intensity and the severity extent of a disaster in one municipality in relation to another, and it is more appropriate to present this information seeking the limits of the river basin.

Keywords: Natural Disasters. Taquari Valley. Integrated Disaster Information System

1 INTRODUÇÃO

Os riscos hidrológicos são o subgrupo de riscos naturais prevalecente na América do Sul e estão associados ao maior número de mortes na região (CASTIN et al., 2024). As inundações ocorrem principalmente no inverno no Sul, enquanto no verão e no final da primavera no Sudeste, Centro-Oeste e partes das regiões Nordeste e Norte do Brasil (BARTIKO et al., 2019).

Entre os anos 2005 e 2015 no Brasil, o RS (Rio Grande do Sul) apresentou o maior número de registros de desastres (2.631 reconhecimentos) bem como o maior número de municípios com esse registro (BRASIL, 2017), indicando sua alta vulnerabilidade a desastres naturais. Um estudo sobre danos materiais e prejuízos referentes aos desastres naturais no Brasil entre 1995 e 2019 mostra que o estado do RS apresenta como o mais impactado entre todas as unidades federativas, registrando R\$ 41,25 bilhões, o que representa 12,38% do valor total referente a 3.512 registros nesse período (BANCO MUNDIAL, 2020).

Um estudo sobre inundações no período de 2017 a 2021 no RS revela que um total de 35.294 pessoas foram afetadas, sendo que desse total cerca de 38% eram residentes dos municípios localizados no Vale do Taquari (SPGG, 2022). O Vale do Taquari (VT) compreende 36 municípios e refere-se à denominação de uma das regiões que fazem parte dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDEs), criados oficialmente pela lei estadual 10.283 de 17 de outubro de 1994, com fim de promover políticas e ações que visam o desenvolvimento regional no estado (SPGG, 2024).

O Rio Taquari está inserido na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (BHATA), onde todos municípios do VT estão inseridos, seja fazendo parte do baixo curso ou de uma bacia contribuinte. BHATA situa-se na região central RS, abrangendo uma re-

gião de serra em elevadas altitudes com grandes vales e compreende uma área de cerca de 26,5 mil km² (BUFFON et al., 2021).

No estudo produzido pela SPGG (2002) para o período de 2017 a 2021 no RS foi identificado também que o VT foi a região com maior número de danos materiais, afetando obras de infraestrutura pública e 4.055 unidades habitacionais (SPGG, 2022).

No geral, as inundações estão se tornando mais frequentes e intensas em regiões brasileiras caracterizadas por suas condições úmidas e menos frequentes e intensas em regiões mais secas (Bartiko et al., 2019). Eventos naturais extremos impactam negativamente a agenda de desenvolvimento de um país como um todo, o que pode ser confirmado pelos dados de perdas humanas e econômicas devido à ocorrência de desastres (BANCO MUNDIAL, 2020).

Diante do contexto apresentado, o objetivo desta pesquisa é analisar dados de danos e prejuízos dos desastres hidrológicos dos municípios que estão na margem do Rio Taquari, obtidos através do *Atlas Digital de Desastres no Brasil* (BRASIL, 2025), o qual abrange os anos de 1991 a 2024.

2 METODOLOGIA

Primeira etapa consistiu em buscar as principais características da área de estudo, a partir de dados do IBGE cidades e “sinopse do censo demográfico de 2010” (IBGE, 2025). Os municípios que abrangem à área investigada correspondem a (figura 1): Santa Tereza Muçum, Encantado, Roca Sales, Arroio do Meio, Lajeado, Estrela, Cruzeiro do Sul, Bom Retiro do Sul e Taquari. Essa ordem corresponde à sequência que estão localizadas as sedes dos municípios, de montante a jusante ao longo do Rio Taquari.

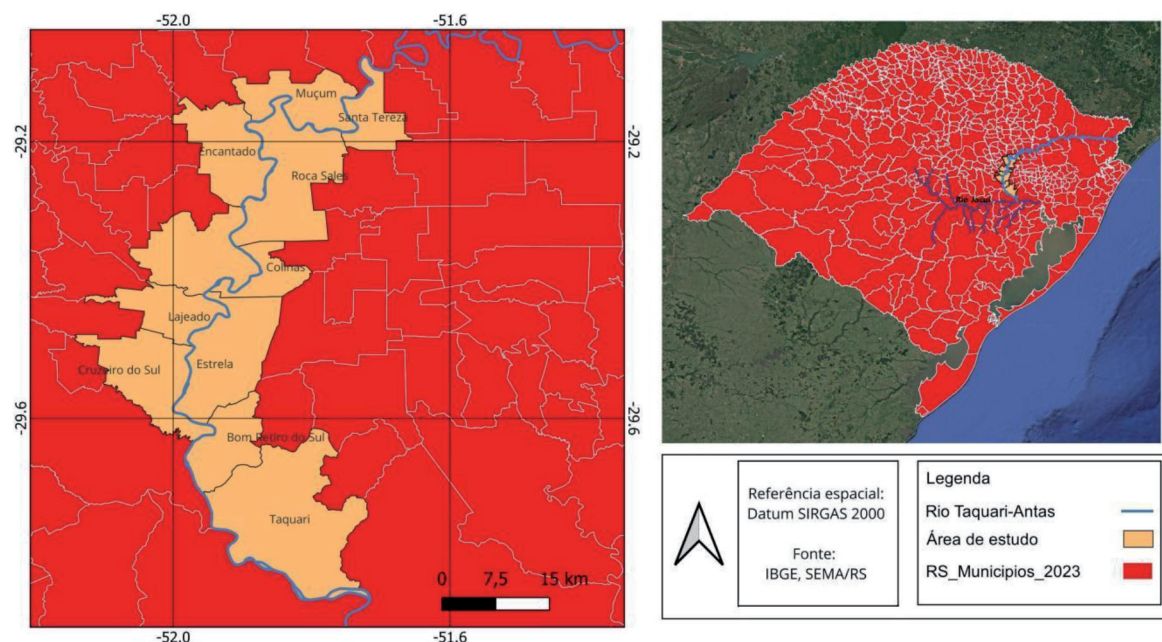


Figura 1 - Localização da área de estudo - municípios que margeiam o Rio Taquari.

Fonte: elaborada pelos autores.

Os dados de danos e prejuízos foram obtidos pela base do *Atlas Digital de Desastres no Brasil*, (<https://atlasdigital.mdr.gov.br/>), ocorridos entre 1991 e 2012 em território nacional. Estes dados foram disponibilizados neste *Atlas* a partir da digitalização dos protocolos registrados no período. A partir de 2013 os dados foram obtidos por meio do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), criado a partir da Portaria do Ministério da Integração nº 526, de 06 de setembro de 2012, que estabelece os procedimentos para a solicitação de reconhecimento de Situação de Emergência (SE) e de Estado de Calamidade Pública (ECP). Todos os dados do período abrangido pelo *Atlas* foram tratados antes de serem inseridos, conforme CEPED/UFSC (2022), a partir de três etapas: obtenção dos dados, tratamento da base de dados (análise de erros de preenchimento e conferência de dados duplicados) e a atualização dos valores monetários.

Ressalta-se que, antes dos dados serem inseridos no S2ID, é necessários que agente de defesa civil preencha o Formulário de Informações do Desastre (FIDE), o qual representa o documento em que a partir de 2012 registraram-se todas as informações relevantes para caracterizar os desastres, incluindo a estimativa de afetados, danos

materiais e ambientais, bem como prejuízos públicos e privados (CEPED/UFSC, 2022).

A atualização e padronização dos dados monetários dos dados no *Atlas* foi realizada com base no Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), permitindo comparar diretamente os valores monetários de danos e prejuízos entre diversos anos existentes nessa base (CEPED/UFSC, 2022). Para a presente pesquisa foram utilizados os dados do *Atlas* com os valores corrigidos para dezembro de 2024. Com o fim de identificar como isso afeta em relação à economia do município, calculou-se a porcentagem de valores monetários disponibilizados no *Atlas* (danos materiais totais, prejuízos públicos totais e prejuízos privados totais de cada desastre) em relação ao PIB municipal de 2021, que corresponde ao último valor divulgado pelo IBGE *Cidades*.

Selecionando a aba “download” da página do *Atlas* (BRASIL, 2025) os dados são baixados na forma de planilha. Para obtenção apenas dos dados da área de estudo, primeiramente selecionou-se os dados correspondentes aos municípios do RS (coluna C), depois foram selecionados os municípios que margeiam o Rio Taquari (coluna B) e em seguida o grupo de desastres “hidrológico” (coluna J), que corresponderam a enxurradas,

inundações e chuvas intensas. Os dados selecionados para análise corresponderam à totalidade de danos humanos e materiais, bem como prejuízos totais públicos e privados.

No *Atlas* (BRASIL, 2025) os danos humanos são apresentados em número dos totais afetados e neste estudo calculou-se a porcentagem afetada em relação à sua população, baseando-se nos dados do censo do IBGE de 2000, 2010 e 2022 e estimativas da Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul (FEE, 2025).

Os dados de danos materiais totais incluem ao valor somado de danos de habitações, instituições de saúde, de ensino, de serviço, instituições de uso comunitário e obras tanto as que foram danificadas quanto as destruídas (CEPED/UFSC, 2022). Quanto aos prejuízos públicos totais incluem os de assistência médica, abastecimento de água, sistema de esgoto, sistema de limpeza e recolhimento de lixo, sistema de controle de pragas e vetores, sistema de geração e distribuição de energia elétrica, de telecomunicações, transportes (locais, regionais e de longo curso), distribuição de combustíveis, segurança pública e de ensino (CEPED/UFSC, 2022). Os prejuízos privados totais, por sua vez, abrangem os que afetaram a agricultura, pecuária, a indústria, comércio e serviços (CEPED/UFSC, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais fluxos migratórios na região correspondente à BHTA foram através de processos de colonização, a partir da imigração açoriana, alemã, italiana e polonesa (STE, 2012). Posteriormente, o desmembramento territorial ocorreu através de processos emancipacionistas, criando novos municípios independentes administrativa e politicamente, tal como ocorreu historicamente em todo território do RS (STE, 2012). Os municí-

pios da área de estudo mais recentemente emancipados foram Santa Tereza e Colinas, ambos em 1992, os quais possuem as menores áreas, densidades demográficas e populações (inclusive as que vivem em área urbana) como é apresentado no quadro 1.

O município que possui a maior área corresponde a Taquari (quadro 1), que é o mais antigo (emancipado em 1849) e em seguida é Roca Sales. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos municípios da área de estudo (quadro 1) está entre 0,72 (Cruzeiro do Sul) e 0,78 (Lajeado), sendo considerado todos altos. Lajeado se destaca também pelo maior PIB per capita pela maior população, densidade demográfica e maior crescimento demográfico em relação aos dados do Censo entre 2010, sendo distante numericamente dos demais municípios, cuja população vive 99% em área urbana.

Em 2015 começou a operar e ser mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) o Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) Taquari a fim de monitorar as diferentes condições hidrológicas ao longo da BHTA. O SAH-Taquari conta com 12 estações de monitoramento hidrometeorológico e realiza previsões para 4 municípios, que são Muçum, Encantado, Lajeado e Estrela (Buffon et al., 2021). Nas regiões de maior declividade, segundo Buffon et al. (2021), a bacia se caracteriza por escoamentos superficiais rápidos e variações de descargas bruscas, rede de drenagem densa com tendência radial, pouca profundidade, pouca cobertura vegetal e baixa permeabilidade dos solos. Essas condições podem favorecer que nos trechos entre os rios Guaporé e Tainhas, ocorram tanto enxurradas quanto inundações, segundo identificado por Oliveira et al. (2018), mas a jusante de Encantado o fenômeno predominante são as inundações.

Quadro 1 -Caracterização dos municípios que correspondem à área de estudo.

Município	Área (km²)	Pop. Censo 2010	Pop. Censo 2022	Dens. Demog 2022 (hab/km²)	IDHM 2010	% pop. urbana total	PIB 2021 R\$	PIB per capita (R\$) 2021
Santa Tereza	73,669	1720	1505	20,43	0,75	36	49.850.41	28.949,13
Muçum	111,25	4791	4601	41,36	0,75	84	301.850.720	60.771,23
Encantado	140,01	20510	22962	164,01	0,77	87	1.168.354.663	50.694,44
Roca Sales	208,11	10284	10418	50,06	0,73	64	576.081.085	49.851,25
Colinas	60,732	2420	2423	39,90	0,76	45	87.208.648	35.364,42
Arroio do Meio	157,09	18783	21958	139,78	0,77	78	1.536.556.285	72.750,17
Lajeado	90,801	71445	93646	1026,47	0,78	99	5.596.168.707	65.067,95
Estrela	185,03	30619	32183	173,94	0,77	84	2.171.440.713	62.633,50
Cruzeiro do Sul	155,48	12320	11600	74,81	0,72	60	533.002.439	42.787,38
Bom Retiro do Sul	102,54	11472	12294	119,89	0,74	79	403.053.654	32.378,99
Taquari	349,97	26092	25198	72,00	0,73	83	1.094.079.527	40.661,52

Fonte: elaborada pelos autores baseado em dados do IBGE..

A análise dos desastres reconhecidos até 2020 mostram que os principais desastres hidrológicos foram as enxurradas e as inundações, como mostra a tabela 1. O reconhecimento do desastre pelo Poder Executivo Federal, município ou Estado de SE ou ECP possui a finalidade de solicitar auxílio federal nas ações de resposta e reconstrução. As enxurradas, segundo Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) correspondem a um escoamento superficial de alta energia e velocidade e energia a partir de chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias

de relevo acidentado, caracterizando-se pela elevação súbita das vazões e de grande poder destrutivo (CEMADEN, 2017).

Entre as enxurradas como desastre hidrológico reconhecido entre 1991 e 2023 destaca-se a de 04/01/2010 (tabela 1) que atingiu 6 dos 11 municípios analisados, principalmente Colinas e Encantado, onde foram afetadas 79,4% e 51,9% da população, respectivamente. Ressalta-se que Bom Retiro do Sul registrou e definiu que a enxurrada ocorreu em 05/01/2010 (tabela 1).

Tabela 1 - Desastres hidrológicos reconhecidos de 1991 a 2020, porcentagem da população afetada, prejuízos públicos e privados relativos ao PIB municipal de 2021.

Município	Data do registro e do evento	Tipologia	DH - Pop. Afetada (%)	DM TT/ PIB M (%)	P_Pub TT/ PIB M (%)	P_Priv TT/ PIB M (%)
Santa Tereza	4/1/2010	Enxurradas	0,00	2,27	0,28	7,99
	21/7/2011	Inundações	50,7	0,00	0,06	0,25
	16/10/2015	Inundações	0,18	0,22	0,00	0,11
	12/6/2017	CI	86,5	0,28	0,00	2,94
	9/7/2020	Inundações	30,7	3,45	1,25	2,17
Muçum	21/7/2011	Inundações	41,4	0,66	0,00	0,00
	21/11/2013	Enxurradas	21,8	0,18	0,18	0,80
	11/7/2020	Inundações	36,9	0,71	0,22	1,15
Encantado	4/1/2010	Enxurradas	51,9	0,00	0,00	0,43
	20/7/2011	Inundações	76,1	0,00	0,01	0,36
	14/7/2020	Inundações	12,2	1,12	0,06	5,12
Roca Sales	11/7/2020	Inundações	19,5	2,49	0,01	1,75
Colinas	23/11/2009	Enxurradas	73,8	2,07	0,00	1,29
	4/1/2010	Enxurradas	79,4	1,17	0,00	1,09
	10/7/2020	Inundações	13,8	0,07	0,00	1,81
Arroio do Meio	4/1/2010	Enxurradas	21,9	0,28	0,00	0,41
	14/10/2015	CI	0,22	0,17	0,00	0,00
	13/6/2017	Enxurradas	39,6	0,15	0,25	0,07
	8/7/2020	Inundações	22,8	0,07	0,00	0,89
Lajeado	13/4/2011	Enxurradas	0,00	0,03	0,00	0,00
	21/7/2011	Inundações	1,52	0,00	0,00	0,00
	16/7/2020	Inundações	49,1	4,01	0,25	0,25
Estrela	20/2/2003	Inundações	0,58	0,14	0,00	0,00
	21/7/2011	Inundações	52,0	0,43	0,01	0,05
	14/7/2020	Inundações	12,0	2,44	0,04	0,03
	16/9/2021	Inundações	5,20	0,37	0,37	0,88
Cruzeiro do Sul	14/9/2009	Inundações	10,5	0,00	0,00	0,00
	4/1/2010	Enxurradas	35,8	0,00	0,00	0,45
	14/4/2011	Enxurradas	0,00	0,00	0,00	0,00
	14/7/2020	Inundações	46,1	3,25	0,17	0,07
Bom Retiro do Sul	5/1/2010	Enxurradas	42,9	0,29	0,04	0,09
	23/4/2011	Enxurradas	29,0	0,53	0,02	0,03
	20/7/2011	Inundações	28,2	0,15	0,00	0,38
	10/7/2020	Inundações	4,71	0,35	0,16	0,85
Taquari	23/4/2011	Enxurradas	3,2	0,00	0,00	1,05
	22/7/2011	Inundações	10,2	0,00	0,00	0,01
	14/7/2020	Inundações	1,7	0,07	0,00	0,22

Fonte: elaborada pelos autores baseado no *Atlas* (2025).

Notas: 1) CI – Chuvas intensas; DH – danos humanos, DM TT – danos materiais totais, P_Pub TT – prejuízo público total; P_Priv TT – prejuízo privado total 2) Os valores totais de danos materiais e prejuízos foram atualizados pelo *Atlas* (BRASIL, 2025) referente ao ano de 2022 e calculou-se a porcentagem em relação ao PIB municipal de 2021

Até 2020 (tabela 1) as principais inundações como desastres reconhecidos foram de julho de 2011 (8 dos 11 municípios foram atingidos) e julho de 2020 (todos atingidos), sendo que neste último o Rio Taquari alcançou a cota de 26,84 m, estando entre as cinco maiores registradas. As inunda-

ções, conforme a COBRADE são definidas como submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água que ocorre de modo gradual, em geral ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície (CEMADEN, 2017). A de julho 2011 afetou principalmente a população de Estrela (52%) e Encantado (51,9%), e a de julho de 2020, Lajeado (49,1%) e Cruzeiro do Sul (46,1%).

Quanto aos danos materiais e prejuízos destaca-se o município de Santa Tereza (tabela 1), pois nas enxurradas de 04/01/2010 e nas inundações de 9/7/2020 afetou em quase 8% e 3,45% respectivamente em relação ao PIB municipal.

De 2021 a 2024 os desastres reconhecidos foram de setembro e novembro de 2023 e abril/maio de 2024 (tabela 2). Em setembro de 2023 a cota máxima foi 28,98m e em novembro de 2023 foi 28,39m, estando entre as cinco maiores, segundo medidas no Porto Fluvial em Estrela (MORAES, et al, 2024). Quanto ao desastre de abril/maio 2024, a cota máxima foi medida em 02/05/2024, às 8h em Muçum, alcançando 25,41m, e em Estrela às 14h com 33,66m, segundo dados disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil e organizados por DRHS/SEMA (2025), sendo a máxima histórica.

Maioria dos desastres reconhecidos de 2023 e 2024 (tabela 2) foram principalmente considerados como “chuva intensas”, que estão classificadas no COBRADE como um subtipo inserido no grupo “Meteorológicos”, sendo definido como aquelas que ocorrem com acumulados significativos, causando múltiplos desastres, como as inundações e as enxurradas (CEMADEN, 2017). Reitera-se que no *Atlas* (BRASIL, 2025) essas chuvas intensas são apresentadas como desastre hidrológico.

Ressalta-se que para os eventos de 2023 e 2024 a data dos eventos dos municípios analisados (tabela 2) não convergem ou não seguem uma lógica (por exemplo, evento a montante ser antes do evento a jusante), cuja hipótese é que, dado às emergências nos primeiros dias dos eventos, o preenchimento do FIDE não foi prioritário naquele momento. o Corroborar para tal hipótese a

descrição na coluna dos danos humanos do *Atlas* (BRASIL, 2025) em relação a Taquari, apontando que “pela gravidade do evento a prioridade das equipes em sua totalidade foi o resgate das vidas, o abrigo em local seguro e o auxílio humanitário”, informando ainda que os dados “começaram a serem levantados somente depois do ápice do evento”. Destaca-se que nesse município o evento foi registrado dia 06/09/2023 como “inundações” e no dia 08/09/2023 como “chuvas intensas” (tabela 2), indicando que há uma incerteza sobre a classificação dos desastres. Logo, observa-se uma falta de critério para determinar a “data do evento” (tabela 2), pois tanto em Muçum quanto em Estrela as cotas máximas foram em 02/05/2024, mas os municípios analisados preencheram como sendo entre 28/04 a 03/05/2024.

Uma nota técnica do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS (IPH, 2023) explica que algumas mortes ocorridas em Lajeado no final da tarde de 05/09/2023 poderiam ter sido evitadas se a população fosse alertada e evacuada a partir do momento que se tomou ciência da intensidade pluviométrica registrada na estação meteorológica gerenciada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Serafina Corrêa na tarde de 04/09/2023, localizada a montante na BHTA em relação a Lajeado, que indicou 280 mm de precipitação acumulada desde o início da noite do dia 01/09/2023.

Tabela 2 - Dados dos desastres hidrológicos reconhecidos, porcentagem da população afetada, prejuízos públicos e privados relativos ao PIB de 2021 de 2021 a 2024.

Município	Data do registro	Data do evento	Tipologia	DH - Pop. Afetada (%)	DM TT/ PIB M (%)	P_Pub TT/ PIB M (%)	P_Priv TT/ PIB M (%)
Santa Tereza	7/9/2023	4/9/2023	CI	46,1	58,1	0,00	1745,2
	21/11/2023	18/11/2023	CI	103	28,5	0,00	2,42
	02/05/2024	30/04/2024	CI	63,0	0,00	0,00	0,00
Muçum	6/9/2023]02/05/2024	6/9/2023	CI	74,2	0,76	0,00	248,5
		30/04/2024	CI	83,2	22,2	0,70	37,1
Encantado	7/9/2023	4/9/2023	CI	100	3,95	0,00	37,2
	21/11/2023	18/11/2023	CI	23	1,13	0,00	6,36
	04/05/2024	01/05/2024	CI	7,2	0,00	0,00	0,00
Roca Sales	7/9/2023	4/9/2023	CI	0,0	0,00	0,00	0,00
	23/11/2023	20/11/2023	CI	5,4	10,5	0,09	8,26
	05/05/2024	28/04/2024	CI	32,4	0,00	0,00	0,00
Colinas	7/9/2023	4/9/2023	CI	88,6	3,80	0,00	2,18
	20/11/2023	18/11/2023	CI	89,8	2,36	0,00	1,29
	03/05/2024	01/05/2024	CI	67,3	7,5	2,2	20,7
Arroio do Meio	7/9/2023	5/9/2023	CI	80,3	2,19	0,00	13,3
	21/11/2023	19/11/2023	CI	68,6	0,11	0,00	3,54
	01/05/2024	30/04/2024	CI	59,2	0,00	0,00	0,00
Lajeado	6/9/2023	4/9/2023	CI	4,5	41,2	0,00	0,00
	04/05/2024	01/05/2024	CI	6,8	0,00	0,00	0,00
Estrela	27/9/2023	6/9/2023	CI	104,4	1,38	0,03	2,12
	20/11/2023	16/11/2023	CI	4,08	0,03	0,00	3,02
	03/05/2024	03/05/2024	Inundações	15,9	0,00	0,00	0,00
Cruzeiro do Sul	6/9/2023	4/9/2023	CI	56,8	22,5	0,01	6,44
	21/11/2023	20/11/2023	Inundações	55,1	10,6	0,41	5,48
	01/05/2024	30/04/2024	CI	32,8	0,00	0,00	0,00
Bom Retiro do Sul	9/9/2023	4/9/2023	CI	12,9	4,08	0,00	2,35
	20/11/2023	18/11/2023	Enxurradas	9,62	0,39	0,32	0,93
	04/05/2024	01/05/2024	CI	11,8	0,00	0,00	0,00
Taquari	6/9/2023	6/9/2023	Inundações	0,0	0,00	0,00	1,05
	8/9/2023	6/9/2023	CI	2,2	0,00	0,00	0,01
	20/11/2023	20/11/2023	CI	2,4	0,07	0,00	0,22
	01/05/2024	01/05/2024	CI	3,9	0,00	0,00	0,00

Fonte: elaborada pelos autores baseado no *Atlas* (BRASIL, 2025).

Notas: 1) CI – Chuvas intensas; DH – danos humanos, DM TT – danos materiais totais, P_Pub TT – prejuízo público total; P_Priv TT – prejuízo privado total 2) Os valores totais de danos materiais e prejuízos foram atualizados pelo *Atlas* (BRASIL, 2025) referente ao ano de 2022 e calculou-se a porcentagem em relação ao PIB municipal de 2021

Quanto aos danos humanos, pelo cálculo da população afetada referente ao Censo do IBGE de 2022, refletiu que alcançou-se mais de 100% para Santa Tereza e Estrela quanto ao desastre de novembro de 2023 e setembro de 2023, respectivamente (tabela 2), representando o pior quanto à porcentagem da população afetada em relação aos desastres hidrológicos reconhecidos analisados

(tabelas 1 e 2). O total de danos humanos no *Atlas* (BRASIL, 2025) representa a soma de mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros humanos afetados diretamente. As informações contidas no FIDE representam, em sua maioria, a realidade até o momento de registro, de modo que não há atualização da condição dos afetados (um desaparecido que possa ter vindo a óbito) e dos danos materiais e prejuízos resultantes no decorrer do desastre (CEPED/UFSC, 2022). Logo, os dados do total de danos humanos não se trata de uma imprecisão do agente, mas a parcela da população que está desabrigada e desalojada, também pode estar ferida e enferma, de modo que essa soma pode gerar uma duplicidade de dados. A descrição apresentada no *Atlas*

(BRASIL, 2025) dos danos humanos em Lajeado indica a dificuldade de contabilizar em relação à sua população para o desastre de setembro de 2023: “Informações de feridos e enfermos não é possível quantificar visto que foram encaminhados de outros municípios da região, também não é possível confirmar o número preciso de óbitos visto que as equipes da Marinha, Exército, bombeiros, polícia civil, brigada militar, defesa civil e voluntários nas buscas e resgates”.

Destaca-se que dados do *Atlas* (BRASIL, 2025) apontam que não houve danos materiais e

prejuízos em Roca Sales em função do desastre de setembro de 2023, o que pode ser um equívoco, já que houve muitos estragos nesse município como provado pela figura 2, onde observa-se um centro comercial destruído pela força das águas nessa cheia. Também não foram preenchidos danos materiais e prejuízos para o desastre de abril/maio 2024 para quase todos municípios analisados, exceto Muçum e Colinas (tabela 2), o que também não representa a realidade, amplamente mostrada pela mídia.



Figura 2 - Comércio destruído em Roca Sales no desastre hidrológico de setembro de 2023.

Fonte: arquivo pessoal de Bárbara Franz. Imagem obtida em 14/10/2023.

A descrição do desastre de setembro de 2023 para Estrela no *Atlas* aponta para uma “elevação repentina e imprevista do nível das águas do Rio Taquari” e também “destruição de casas, rodovias, empresas e outras ocupações humanas urbanas e rurais”, fatores compatíveis com enxurradas. Normalmente a enxurrada está associada a uma bacia pequena e de relevo acidentado (CEMADEN, 2017), que é o caso para algumas bacias contribuintes ao Rio Taquari, mas não para o trecho deste rio que banha município de Estrela, em que normalmente o desastre hidrológico se manifesta como um transbordamento de maneira gradual, que seria compatível com “inundação”, indicando que pode haver uma mudança de como os desastres naturais estão se manifestando diante dos extremos climáticos, aumentando o grau de incerteza sobre sua classificação.

Em relação às projeções quanto à frequência e intensidade dos eventos extremos que envolvem precipitações pluviométricas, Kundzewicz e Pi'Nskwar (2022) apontam que são esperados aumentos na maioria das áreas em latitudes médias, assim como nas partes úmidas dos trópicos. Estes autores destacam que no futuro, é esperado que as inundações fluviais aumentem em frequência e magnitude em muitas regiões, mas não em todas, sendo que a fração de áreas terrestres para as quais elas aumentem é maior do que a fração de áreas em que as projeções indicam sua diminuição.

Os resultados quanto aos danos materiais e prejuízos nos setores públicos e privados em relação aos desastres hidrológicos reconhecidos entre os anos de 1991 e 2024 (tabelas 1 e 2) indicam que os desastres de 2023 foram os mais graves (inclusive maiores que 2024), sendo os municípios de Santa Tereza e Muçum os que mais sofreram

(principalmente de setembro de 2023). Contudo, ressalta-se, que pode haver erros no preenchimento do FIDE: o PIB municipal de Santa Tereza em 2021 foi de R\$ 49.850.410,00 reais (quadro 1) e o total de prejuízo no setor privado apresentado no *Atlas* (BRASIL, 2025) foi de R\$ 870.000.000,00 no desastre de setembro 2023, refletindo que prejuízo é 17,45 maior que o PIB. Este município teve prejuízos no comércio e serviços, indústrias, grandes prejuízos na agricultura e pecuária segundo descrição no *Atlas*. Já o PIB de Muçum em 2021 foi de 301.850.720, 00 (quadro 1) e o prejuízo no setor privado foi de 750.000.000, 00 segundo *Atlas*, resultando em 2,48 vezes maior. Para os demais

municípios, o pior desastre também foi o de setembro de 2023, sendo que o maior dano material também foi em Santa Tereza, cerca de 58,1%, seguido por Lajeado com 41,2% referente ao PIB municipal de 2021.

Em relação aos desastres registrados (mas não reconhecidos) entre 1991 a 2023, os que ocorreram entre 1991 e 2001 não foram descritos os danos e prejuízos, por isso as informações relevantes foram sintetizadas no quadro 2, onde observa-se a ocorrência de enxurradas e inundações. Em 1991 não houve registro de desastre, por isso não aparecem informações no quadro 2.

Quadro 2 - Dados dos desastres hidrológicos registrados de 1991 a 2001.

Data de registro e do evento	Municípios	Grupo de desastre
2/6/1992	Muçum, Arroio do Meio e Estrela	Inundações
16/11/1992	Roca Sales	Enxurradas
9/11/1993	Cruzeiro do Sul	Enxurradas
10/1/1994	Cruzeiro do Sul	Enxurradas
3/5/1994	Roca Sales	Enxurradas
4/8/1997	Arroio do Meio	Enxurradas
23/2/2000	Arroio do Meio	Inundações
20/07/2001	Santa Tereza, Muçum, Estrela	Enxurradas
21/07/2001	Encantado, Colinas, Cruzeiro do Sul, Bom Retiro do Sul	Enxurradas
23/07/2001	Taquari	Enxurradas
09/08/2001	Colinas	Enxurradas

Fonte: elaborada pelos autores baseado no *Atlas* (BRASIL, 2025).

O desastre não reconhecido, mas registrado entre os anos de 2002 e 2023 que apresenta mais danos foi a inundação de outubro de 2008 (tabela 3), que só não afetou Lajeado. Nesse desastre, Encantado registrou como sendo dia 26/10/2008 e

afetou 38,9% da sua população. Estrela registrou como ocorrido no dia 27/10/2008 e afetou 46,2 % da sua população. Cruzeiro do Sul, do outro lado da margem de Estrela, registrou como sendo dia 28/10/2008 e afetou 55,6% da sua população.

Tabela 3 - Desastres hidrológicos registrados, porcentagem da população afetada, prejuízos públicos e privados relativos ao PIB de 2002 até 2023.

Município	Eventos	Tipologia	DH - Pop. Afetada (%)	DM TT/PIB 2021 (%)	P_Priv TT/PIB (%)	P_Pub TT/PIB (%)
Santa Tereza	10/7/2007	Enxurradas	15,7	10,2	0,0	0,5
	26/10/2008	Inundações	8,07	0,2	3,1	0,2
	12/9/2009	Inundações	7,33	2,7	0,4	0,0
	9/7/2010	Enxurradas	0,00	0,0	0,0	0,0
	13/11/2013	Inundações	12,2	0,0	0,0	0,0
	27/10/2016	Inundações	1,08	0,0	14,4	0,1
Muçum	26/10/2008	Inundações	12,3	2,4	0,6	0,0
Encantado	26/10/2008	Inundações	39,8	0,0	0,3	0,0
Roca Sales	27/10/2008	Inundações	6,96	0,7	1,2	0,0
	26/8/2013	Alagamentos	0,11	0,0	0,0	0,0
Colinas	24/9/2007	Inundações	0,57	0,5	3,3	0,0
	26/10/2008	Inundações	0,55	1,9	4,8	0,1
	27/11/2010	Enxurradas	0,00	0,0	0,0	0,0
Arroio do Meio	26/10/2008	Inundações	4,24	0,0	0,0	0,0
	4/9/2013	Inundações	0,75	0,3	0,1	0,0
	24/7/2015	CI	0,00	0,0	0,0	0,0
	19/10/2016	Inundações	0,42	0,0	0,0	0,0
	27/5/2017	Inundações	38,9	0,1	0,0	0,1
Lajeado	-	-	-	-	-	-
Estrela	12/6/2002	Inundações	1,70	0,0	0,0	0,0
	27/10/2008	Inundações	46,2	0,3	0,1	0,0
	13/9/2009	Inundações	4,78	0,0	0,0	0,0
	4/1/2010	Inundações	0,49	0,0	0,0	0,0
	12/3/2010	Inundações	0,00	0,0	0,0	0,0
	11/9/2013	Inundações	1,28	0,0	0,0	0,0
	5/12/2013	Enxurradas	0,00	0,0	0,0	0,0
	6/3/2014	Enxurradas	0,00	0,0	0,0	0,0
	14/9/2015	Enxurradas	0,00	0,0	0,0	0,0
	26/7/2016	Alagamentos	0,00	0,0	0,0	0,0
	21/6/2017	Inundações	0,66	0,0	0,0	0,0
Cruzeiro do Sul	24/9/2007	Inundações	18,5	0,0	0,0	0,0
	28/10/2008	Inundações	55,6	0,4	3,0	0,0
Bom Retiro do Sul	24/9/2007	Inundações	0,56	1,2	0,4	0,0
	27/10/2008	Inundações	0,00	0,0	0,0	0,0
	9/9/2013	Inundações	0,26	0,1	0,0	0,0
Taquari	23/9/2007	Inundações	0,00	0,6	0,5	0,0
	27/10/2008	Inundações	8,06	0,9	0,7	0,1
	13/9/2009	Enxurradas	19,1	0,0	0,0	0,0

Fonte: elaborada pelos autores baseado no *Atlas* (BRASIL, 2025).

Notas: 1) CI - Chuvas intensas; DH - danos humanos, DM TT - danos materiais totais, P_Pub TT - prejuízo público total; P_Priv TT - prejuízo privado total 2) Os valores totais de danos materiais e prejuízos foram atualizados pelo *Atlas* (BRASIL, 2025) referente ao ano de 2022 e calculou-se a porcentagem em relação ao PIB municipal de 2021

O desastre não reconhecido que mais afetou em termos de danos e prejuízos entre os anos de 2002 e 2023 foi a enxurrada de 10/07/2007 e as inundações de 13/11/2012 que representaram, respectivamente, 15,7 e 12,18% do PIB de Santa Tereza (tabela 3).

Borges, Robaina e Scoti (2024) pesquisaram eventos hidrológicos em Estrela e Lajeado e identificaram que só não há registros em março, sendo os meses mais significativos são julho, setembro e outubro. Considerando a estação do ano, esses autores observaram que o inverno e a passagem do inverno para primavera (agosto, setembro e outubro) representam as épocas mais suscetíveis.

As cheias na Região do Sul que resultam em maiores danos tendem a ocorrer em anos do El Niño durante o outono e início de inverno, quando sistemas frontais são provenientes de latitudes mais altas e ficam bloqueados pelo centro persistente de alta pressão sobre parte central do Brasil,

desencadeando fortes precipitações, como foi o caso em julho de 1993 no Vale do Rio Itajaí-Açu e maio 2024 no RS (BARNES et al., 2024). Na realidade o desastre de setembro e novembro de 2023, bem como de abril/maio de 2024, são resultados de complexidade de fatores em que fatores meteorológicos (pois estão associados a ciclones extratropicais) estão interligados com hidrológicos, o que leva a uma reflexão se as classes de desastres atuais não deveriam ser revistas, levando também em conta os extremos de precipitação atuais que são influenciados pelas mudanças climáticas.

O primeiro desastre que aparece como “reconhecido” entre 1991 e 2024 foram as inundações em 14/9/2009 no município de Cruzeiro do Sul (tabela 1). Embora esse evento tenha sido anterior à Portaria do Ministério da Integração nº 526/2012 (a qual estabelece os procedimentos de reconhecimento de SE e ECP), a maioria dos eventos reconhecidos são após a mesma, o que permite inferir que houve mudanças quanto às informações disponíveis para caracterizar os desastres.

Entre todos desastres hidrológicos que são apresentados no *Atlas* (BRASIL, 2025), o de setembro de 2023 representa o que afetou maior número de pessoas e acarretou maiores danos e prejuízos, mas não representa, quanto ao ranking de cota de subida do nível do rio, o mais alto entre 1991 e 2024. A catastrófica inundação de setembro de 2023, que resultou na morte de 52 pessoas ao longo do rio Taquari, atingiu a cota de 29,53 m, o que representa 39 cm mais baixa do que a cheia de 1941 (MORAES et al, 2024). Contudo, estes autores apontam que segundo os dados não sistemáticos, que envolvem marcas físicas em prédios, a cota máxima em 2023 foi cerca de 50 cm mais alta do que a da cheia de 1941 na área central de Lajeado. Os dados de monitoramento sistemático de Lajeado e Estrela, por exemplo, incluem informações de postos fluviométricos que já deixaram de operar, que estiveram sob a responsabilidade de diferentes instituições e que nem sempre foram arquivados com o zelo ou cuidado que deveriam (MORAES, et al, 2024).

É provável que possamos testemunhar uma melhor detecção da intensificação de extremos da precipitação e da vazão dos rios no futuro, quando os registros de observação se tornarem de longo período (KUNDZEWICZ; PIŃSKWAR, 2022).

É necessário repetir as atividades de identificação de tendências nas bases estabelecidas, mas infelizmente a disponibilidade de dados reais tem piorado em muitos países onde muitas observações em estações com registros longos são interrompidas por economia.

4 CONCLUSÃO

Em relação aos dados de desastres hidrológicos entre 1991 e 2024 analisados para a área de estudo, as cheias de setembro de 2023 desencadearam, de forma geral, os maiores danos humanos e materiais, bem como prejuízos, tanto no setor público quanto privado e que o município de Santa Tereza tem sido o mais afetado. Destaca-se que a cota mais alta do Rio Taquari foi atingida em 02/05/2024, mas para a maioria dos municípios analisados (9 do total de 11) os danos materiais e prejuízos públicos e privados aparecem como zero.

De forma geral as cheias de setembro de 2023, novembro de 2023 e abril/maio de 2024 apresentam a tipologia de “chuvas intensas”. Anteriormente, os desastres hidrológicos predominantes eram “inundações” e “enxurradas”, de modo que indica a complexidade do fenômeno, sugerindo a necessidade de rever as classes dos desastres e suas definições.

A análise dos dados, os quais relativiza os dados do total de danos humanos com a população total e total de danos materiais e de prejuízos pelo PIB municipal, aponta para a necessidade de rever a caracterização desses desastres.

Em relação à data registrada dos eventos, foi identificado que, embora os eventos representavam ser um só, ou seja, desencadeados a partir de uma mesma intensa precipitação pluviométrica sobre a bacia hidrográfica, as datas não coincidem para municípios vizinhos para desastres com maiores danos e prejuízos. Também se observa distorções nos valores dos materiais e prejuízos mostrados quanto aos desastres em relação aos municípios analisados, tanto em serem dez vezes maior que o PIB municipal quanto a ser igual a zero para o mesmo desastre. Nesse contexto, é necessário estabelecer padrões no preenchimento, pois pelos resultados apresentados, observa-se

que ainda não é possível comparar a dimensão da intensidade e gravidade de um desastre em um município com relação a outro.

Ressalta-se que o desastre natural não está limitado ao território municipal, tanto na sua manifestação quanto no momento de salvar pessoas e nos seus prejuízos. A destruição de uma ponte sobre um rio que representa o limite entre dois municípios, por exemplo, representa um prejuízo comum que é de complexa contabilização quando os dados são registrados como prejuízos municipais. Logo, é necessário que se planeje uma política pública de Defesa Civil em âmbito regional e danos e prejuízos sejam contabilizados buscando os limites de bacia hidrográfica.

5 REFERÊNCIAS

- BANCO MUNDIAL. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil 1995 – 2019. Florianópolis/SC: FAPEU, 2020.
- BARNES. Climate change, *El Niño* and infrastructure failures behind massive floods in southern Brazil. Relatório, World Weather Attribution, 2024. Disponível em: <https://noticias.paginas.ufsc.br/files/2024/06/Scientific-report-Brazil-RS-floods.pdf> Acesso em 24 jun 2024.
- BARTIKO, D. ; OLIVEIRA, D. Y.; BONUMÁ, N. B.; CHAFFE, P. L. B. Spatial and seasonal patterns of flood change across Brazil. *Hydrological sciences. Journal*. 2019, VOL. 64, NO. 9, 1071–1079 <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1619081>
- BORGES, C.M. C.; ROBAINA, L.E.S.; SCCOTI, . A. V. Estudo dos processos hidrológicos causadores de desastres que ocorrem nos municípios de Estrela e Lajeado, Vale do Taquari/RS *Geog Ens Pesq*, Santa Maria, v. 28, e83744, 2024, p. 1-19.
- BRASIL. *Entendendo os riscos de desastres no Brasil*. Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Departamento de Prevenção e Preparação. Brasília : Ministério da Integração Nacional, 2017.
- BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. *Atlas Digital de Desastres no Brasil*. Brasília: MIDR, 2023
- BUFFON, F.T.; CHAGAS, A.; MATTIUZI, C. D. P.; SILVA, E.D.; MATOS, A. J.S. *Relatório de Atividades*. Departamento de Hidrologia: Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Taquari: relatório técnico de operação no período de novembro de 2020 a novembro 2021. – Porto Alegre: CPRM, 2021. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/22570/1/relatorio_SAH_bacia_riotaquari_2021.pdf Acesso em 10 jun. 2024.
- CASTIN, E. et al Emilie Castin, Omri Shoshani, Damien Delforge, Regina Below, Niko Speybroeck, Victor Marchezini, and Joris A.F. van Loenhout. Hydrological Disasters in South America EM-DAT: *The BHA/CRED International Disaster Database*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Institute of Health and Society (IRSS), UCLouvain, n. 75, July 2024.
- CEMADEN. Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). MEDIATECA. Publicado em 07/12/2017. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/midiateca/classificacao-e-codificacao-brasileira-de-desastres-cobrade/> Acesso em 10 jun. 2024.
- CEPED/UFSC - Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. *Base de dados do atlas digital de desastres no Brasil: manual de aplicação*. Florianópolis/SC: Ministério do desenvolvimento Regional (MDR)/ Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)/ Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária (FAPEU), CEPED/UFSC, 2022. Disponível em: https://atlasdigital.mdr.gov.br/arquivos/Atlas_Digital_Desastres_Manual_Aplicacao.pdf Acesso em: 21 jan. 2025.
- DRHS/SEMA. Níveis dos principais rios do estado Disponível em:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoia0ZDF1YjctZmE0NS-00NTdlLTkyYWUtZTBmMWFmZmUxOWQ0IiwidCI6IjE1ZGNkOTA5LTkYzAtNDBlOS1hMWU1LWNiY2IwNTNjZGQxYSJ> Acesso em 05 out. 2025.

FEE - Fundação de Economia e Estatística. *Estimativas Populacionais (Revisão 2015)* Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/indicadores/populacao/estimativas-populacionais/> Acesso em: 13 fev 2025.

IBGE. *Sinopse do censo demográfico de 2010*. Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=1&uf=43> Acesso em: 13 fev 2025.

IPH - INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. Data da Nota: 11 de setembro de 2023. Nota sobre a cheia ocorrida nos dias 4 e 5 de setembro na Bacia do rio Taquari-Antas Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2023/09/Nota-sobre-a-cheia-ocorrida-nos-dias-4-e-5-de-setembro-na-Bacia-do-rio-Taquari-v2.pdf> Acesso em 24 fev 2015.

KUNDZEWICZ; Z. W.; PIŃSKWAR, I. Are Pluvial and Fluvial Floods on the Rise? *Water* 14(17): 2612, 2022.

MORAES, S.R; COLLISCHONN, W.; BUFFON, F. T.; ECKHARDT, R. R.. Revisão e consolidação da série histórica dos níveis das cheias do rio Taquari em Lajeado de 1939 a 2023. Porto Alegre, 2024. *Nota técnica*. Disponível em: www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=001199403&loc=2024&l=7818d897802ef3c6.

OLIVEIRA, Guilherme Garcia; ECKHARDT, Rafael Rodrigo; HAETINGER, Claus; ALVES, Augusto. Caracterização espacial das áreas suscetíveis a inundações e enxurradas na bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas São Paulo UNESP, *Geociências*, v. 37, n. 4, 2018, p. 849 – 863.

SPGG/RS - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO. *Desastres naturais no Rio Grande do Sul: estudo sobre as ocorrências no período 2003-2021*. Rio Grande do Sul: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, Departamento de Planejamento Governamental. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2022. Disponível em: <https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/202211/22111507-desastres-naturais-2003-2021.pdf> Acesso em 08 jun 2024.

SPGG/RS - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO. *Atlas Socio Econômico - Rio Grande do Sul*. Edição: 8ª ed. Data de atualização: novembro de 2024. ISBN: 978-65-01-24580-5 Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial> Acesso em: 21 jan 2025

STE – Serviços Técnicos de Engenharia. *Elaboração dos serviços de consultoria referente a fase a e b do plano de bacia do Rio Taquari-Antas. Fase B – cenários futuros para a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica Taquari-Antas e enquadramento das águas superficiais*. Relatório Técnico Síntese. Porto Alegre: Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (DRH)/Secretaria do Estado do Meio Ambiente (SEMA), 2012.