



## DESASTRES METEOROLÓGICOS, CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS: OS CASOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL<sup>1</sup>

Tainã Costa Peres<sup>2</sup>  
Karine Bastos Leal<sup>3</sup>  
Francisco Eliseu Aquino<sup>4</sup>

### RESUMO

A Região Sul do Brasil (RSB) compreende os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (RS, SC e PR) é marcada pela ocorrência de eventos extremos que desencadeiam desastres. É necessário compreender a distribuição espaço-temporal dos mesmos, pois podem causar danos à população, à economia e ao ambiente. O objetivo foi identificar e espacializar os desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos, decorrentes de eventos extremos de precipitação e temperatura, na RSB (1991-2020). Para isso, foram compiladas duas fontes de dados oficiais: o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais e o Sistema Integrado de Informações de Desastres. São considerados desastres climatológicos as estiagens e secas; desastres meteorológicos as tempestades locais e eventos de temperatura extrema; e desastres hidrológicos as inundações, alagamentos e enxurradas. No total foram registrados 13.596 desastres, onde 6.171 são climatológicos, 1.243 meteorológicos e 6.182 hidrológicos. O PR registrou 1.816, sendo 524 climatológicos, 373 meteorológicos e 919 hidrológicos. SC registrou 1.887 climatológicos, 528 meteorológicos e 3.043 hidrológicos (5.458 desastres no total). E o RS com 6.322 registros, sendo 3.760 climatológicos, 342 meteorológicos e 2.220 hidrológicos. Em 29 anos a RSB teve 13.596 registros de desastres oriundos de eventos extremos de precipitação e temperatura. SC é o estado com mais registros de desastres meteorológicos (528) e hidrológicos (3.043), enquanto o RS é o que tem mais registros de climatológicos (3.760). Destaca-se que os desastres analisados são oriundos da interação de diferentes sistemas atmosféricos que integram a variabilidade climática na região, bem como das teleconexões e mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Evento Extremo, Chuva, Temperatura, Seca, Alagamento.

### ABSTRACT

The Southern Region of Brazil (RSB) comprises the states of Rio Grande do Sul, Santa Catarina and Paraná (RS, SC and PR) stands out for the occurrence of extreme events that trigger disasters.

<sup>1</sup> Projeto de Pesquisa: Identificação de regiões homogêneas de precipitação na Região Sul do Brasil de 1931 a 2020. Órgão de fomento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, [tainacperes@gmail.com](mailto:tainacperes@gmail.com);

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, [karinebleal@gmail.com](mailto:karinebleal@gmail.com);

<sup>4</sup> Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, [francisco.aquino@ufrgs.br](mailto:francisco.aquino@ufrgs.br).



It is necessary to understand their spatiotemporal distribution, as they can cause damage to the population, the economy and the environment. The objective was to identify and spatialize the climatological, meteorological and hydrological disasters, resulting from extreme events of precipitation and temperature, in the RSB (1991-2020). For this, two official data sources were compiled: the Brazilian Atlas of Natural Disasters and the Integrated Disaster Information System. Are considered climatological disasters droughts and droughts; meteorological disasters, local storms and extreme temperature events; and hydrological disasters, inundations, floods, and flash flood. In total, 13,596 disasters were registered, of which 6,171 are climatological, 1,243 meteorological and 6,182 hydrological. The PR registered 1,816, being 524 climatological, 373 meteorological and 919 hydrological. SC registered 1,887 climatological, 528 meteorological and 3,043 hydrological (5,458 disasters in total). And RS with 6,322 records, with 3,760 climatological, 342 meteorological and 2,220 hydrological. In 29 years the RSB has had 13,596 records of disasters arising from extreme events of precipitation and temperature. SC is the state with the most records of meteorological (528) and hydrological (3,043) disasters, while RS is the one with the most climatological (3,760) records. It is noteworthy that the analyzed disasters come from the interaction of different atmospheric systems that integrate climate variability in the region, as well as teleconnections and climate change.

**Keywords:** Extreme event, Rainfall, Temperature, Drought, Floods.

## INTRODUÇÃO

Eventos extremos são considerados como a ocorrência de um desvio de uma variável climática acima (ou abaixo) de um valor limite próximo às extremidades superiores (ou inferiores) da faixa de seus valores observados em uma região (HERRING, 2019), como, por exemplo, chuvas intensas, grandes secas, vendavais, furacões, ondas de calor e frio. Para o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês) (2018, p. 549), um evento extremo é “um evento raro em um determinado local e época do ano”. É importante destacar que esses eventos são integrantes da variabilidade climática natural, mas sua frequência e intensidade podem oscilar em decorrência das mudanças climáticas (GRIMM *et al.*, 2020; MARENGO, 2009).

Os eventos que tem potencial de impactar negativamente as atividades humanas são os de médio prazo (semanas a meses) e os de curto prazo (dias). A importância de compreendê-los se dá em função de que, historicamente, causam impactos negativos sobre as populações e ecossistemas, podendo provocar desastres (CUNHA *et al.*, 2019; GRIMM *et al.*, 2020; MARENGO, 2009). Segundo a Política Nacional de Defesa Civil um desastre é “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos” (BRASIL, 2007, p. 8). Define ainda, que os desastres



relacionados com a geodinâmica terrestre externa são aqueles provocados por fenômenos atmosféricos e/ou hidrológicos.

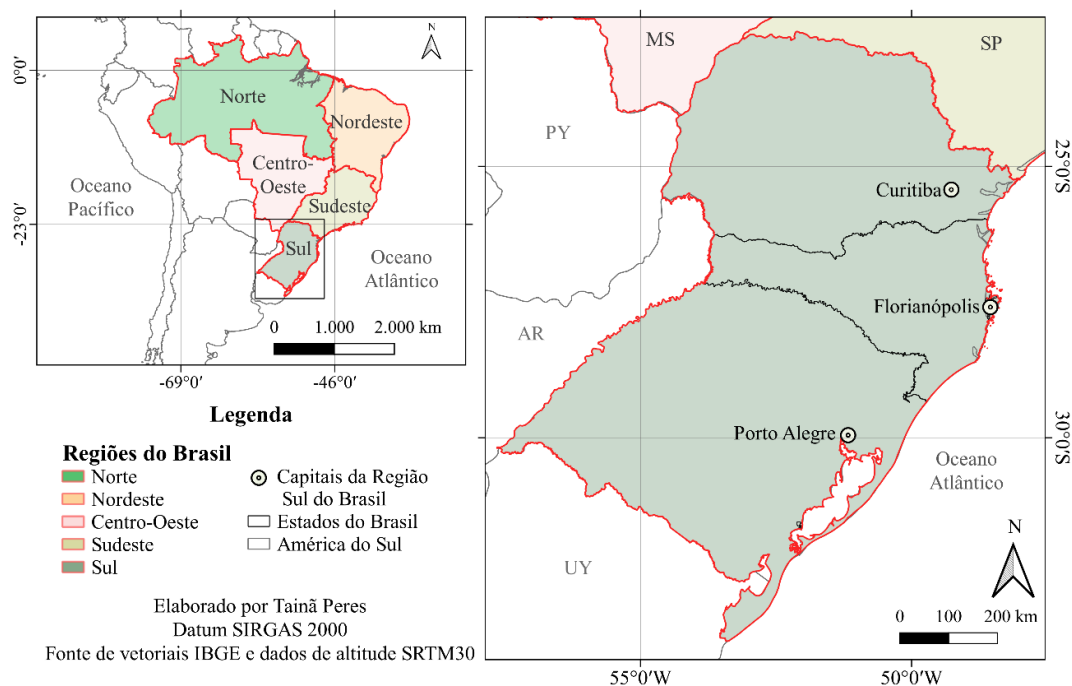
Segundo o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), historicamente a Região Sul do Brasil (RSB) é marcada não somente pela ocorrência de grandes desastres, mas também pela frequência e variedade de eventos adversos. A região é frequentemente afetada por chuvas intensas, alagamentos, inundações, escorregamentos, estiagens, vendavais, tornados, nevoeiros e ressacas (CEPED UFSC, 2013a, 2013b, 2013c). No Brasil, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) tem distintas classificações para a especificação de desastres. Neste trabalho serão destacadas três classificações que são oriundos de eventos extremos de chuva e temperatura, sendo: os desastres meteorológicos, os desastres climatológicos, e os desastres hidrológicos (BRASIL, 2012).

Diante do exposto, o objetivo é identificar e espacializar os desastres naturais climatológicos, meteorológicos e hidrológicos, que são oriundos de eventos extremos de chuva e temperatura, na RSB (Figura 1) que ocorreram entre 1991 e 2020. Para isso, os desastres serão datados a partir de bases de dados oficiais e representados espacialmente. Justifica-se esse estudo pela importância de compreender a distribuição espacial e temporal dos desastres naturais, oriundos de eventos extremos, visto que podem causar danos à população, à economia e aos ecossistemas naturais.



Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo conforme as regiões político-administrativas do Brasil

### Localização da área de estudo



Fonte: Própria do trabalho.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Os principais sistemas atmosféricos que atuam na RSB são os sistemas frontais (PAMPUCH; AMBRIZZI, 2016); os centros de alta e baixa pressão (JANTSCH; AQUINO, 2020; REBOITA *et al.*, 2010); os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) (MORAES, AQUINO, 2018; MORAES *et al.*, 2020); e os bloqueios atmosféricos (PEDROSO *et al.*, 2015). Além disso, existe a influência indireta da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (SILVA; REBOITA; ESCOBAR, 2019) e da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) (REBOITA *et al.*, 2010), além dos sistemas locais, como as brisas marítimas (LEITE, 2013).

No Sul do Brasil, Viana, Aquino e Muñoz (2009) identificaram que a atuação de sistemas atmosféricos como os CCM, os quais provocam tempestades severas, podem causar desastres, sendo que, em média, a cada quatro CCM três resultam em desastres. Além do ciclo sazonal, a RSB é influenciada pelos modos de variabilidade climática que ocorrem em escalas, por exemplo, interanuais e decenais, e possuem capacidade de causar oscilações nos padrões climáticos, sobretudo, de chuva e temperatura em nível local, regional e global (CAI *et al.*, 2020; SCHOSSLER *et al.*, 2018). Essa variabilidade ocorre



através de teleconexões que são geradas por processos atmosféricos internos e forçados a partir de condições da superfície do mar, especialmente da temperatura. Adicionalmente, as combinações entre os modos de variabilidade com diferentes origens e escalas de tempo podem intensificar/desintensificar os padrões sinóticos em certas regiões (GRIMM *et al.*, 2020).

Nessa perspectiva, anos com atuação dos eventos La Niña/El Niño influenciam particularmente na escassez/excesso do volume de chuvas, e podem provocar estiagens/inundações e alagamentos em algumas áreas. Em fevereiro de 2005 a região foi afetada por uma intensa seca, associada à atuação da La Niña e valores negativos da Oscilação Decenal do Pacífico (PDO, em inglês) e acarretou em perdas na produção agrícola (SLEIMAN; SILVA, 2011). Segundo Grimm *et al.* (2020) a seca que ocorreu no trimestre de fevereiro/março/abril de 2020 na RSB foi uma das piores já registradas na região e afetou diversos setores desde a agricultura, até a geração de energia e abastecimento da população. Essa configuração foi resultado da interação de oscilações climáticas que envolve anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) em diferentes escalas espaço-temporais, tais como ENOS (escala interanual) associado as oscilações interdecadais dos Oceanos Atlântico e Pacífico (GRIMM *et al.*, 2020).

Estudos realizados por Bitencourt *et al.* (2016) sugerem que o número de ondas de calor pode estar associado com as oscilações da PDO, sendo que houve um registro entre 1961-1976 (fase fria), seis entre 1977-1998 (fase quente) e 12 entre 1999-2015 (fase fria). Nesse sentido, os autores apontaram que o aumento dos registros nos últimos 16 anos pode estar associado com às mudanças climáticas. Adicionalmente, Cai *et al.* (2020) aponta que o fenômeno El Niño favorece condições excepcionalmente quentes sobre a RSB no inverno.

É importante destacar que as mudanças no ciclo hidrológico global em resposta ao aumento de temperatura, ao longo do século XXI não serão uniformes. As projeções mais importantes neste cenário são referentes às maiores ocorrências e à intensificação de eventos extremos no mundo, como, por exemplo, enchentes e secas severas. Isso ocorre, pois, um planeta com maior temperatura, terá mais vapor d'água na atmosfera e consequentemente uma aceleração e/ou intensificação do ciclo hidrológico (GRIMM *et al.*, 2020; IPCC 2018; MARENGO, 2009). Há evidências que além do aumento da frequência dos eventos extremos há também maior intensidade e duração dos mesmos nos últimos anos, o que favorece a ocorrência de desastres (CUNHA *et al.*, 2019).



Em decorrência das mudanças climáticas, principalmente, nas regiões brasileiras Sul e Sudeste, os desastres irão se tornar mais frequentes e intensos (SANTOS, 2007). No Brasil, a COBRADE indica que eventos extremos de chuva e de temperatura podem causar desastres naturais climatológicos, meteorológicos e hidrológicos (BRASIL, 2012). É importante salientar que, para a conceituação dos fenômenos e eventos que causam os três desastres destacados será utilizado o Manual de Desastres – Desastres Naturais de 2003 (CASTRO, 2003), pois esse é o documento usado como base para as definições e conceituações utilizadas e levantadas pelo CEPED UFSC (2013a, 2013b e 2013b).

Nesse cenário, compõem o grupo de desastres naturais climatológicos as secas e estiagens (COBRADE), sendo que são diretamente relacionadas a redução ou ausência das chuvas ou ao atraso dos períodos chuvosos de uma determinada região. Em outras palavras, esses fenômenos ocorrem quando os índices de chuva são inferiores a normal climatológica. A estiagem é considerada existente quando ocorre um atraso superior a 15 dias do início da temporada de chuvas, enquanto a seca é considerada uma estiagem prolongada (CASTRO, 2003). Esse tipo de desastre, afeta a agricultura e a pecuária, que leva a perda de lavouras e ao comprometimento de rebanhos. Além disso, compromete os reservatórios de água, levando a sede, a fome e a veiculação de doenças por excasses hídrica, bem como implica na dinâmica e conservação ambiental, podendo acarretar em riscos de queimadas e incêndios (CEPED UFSC, 2013a, 2013b e 2013c).

As geadas, as ondas de frio e as ondas de calor são os fenômenos, relacionadas a extremos de temperatura, que compõem o grupo dos desastres naturais meteorológicos, conforme a COBRADE. As geadas ocorrem quando a temperatura cai abaixo de 0°C e o vapor d'água congela, sem passar pelo estágio líquido (CASTRO, 2003). Esse fenômeno não costuma causar danos humanos, mas sim materiais e econômicos, o que acarreta em prejuízos, principalmente, no setor da agricultura (CEPED UFSC, 2013c). As ondas de frio são caracterizadas pela grande queda na temperatura sobre uma extensa área, que pode permanecer por horas, dias ou semanas. Já as ondas de calor ocorrem quando frentes de alta pressão, formadas em regiões quentes, áridas ou semi-áridas, deslocam-se e chegam a regiões de clima mais amenos, se estabelecendo por alguns dias. Ambos os fenômenos causam danos, principalmente, relacionados a saúde e a perdas de vidas humanas, sendo que as populações mais vulneráveis são os idosos, os enfermos e as populações de baixa renda (CASTRO, 2003).



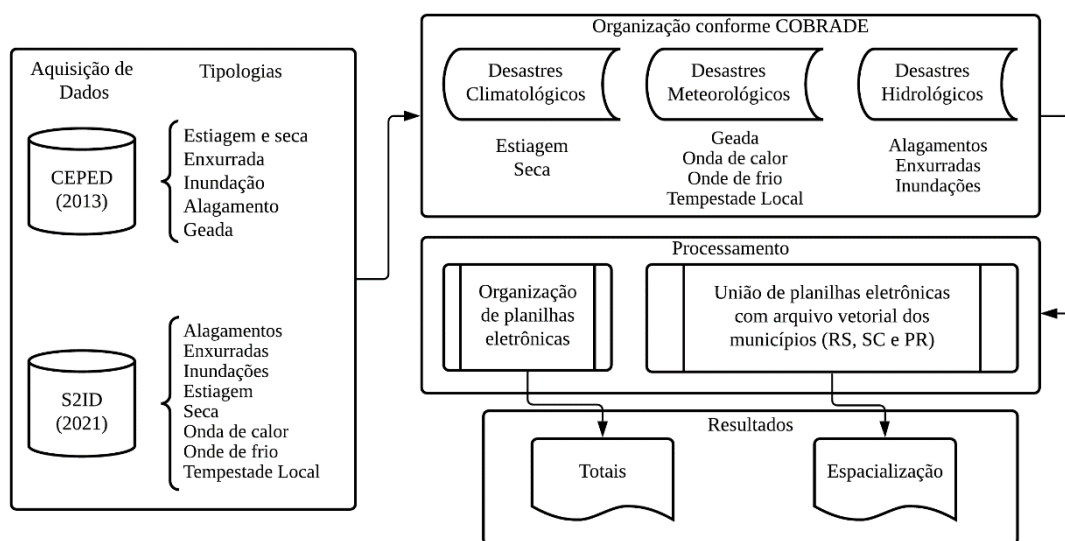
Os desastres naturais hidrológicos, conforme a COBRADE, são compostos pelas enxurradas, pelas inundações e pelos alagamentos. As enxurradas (ou inundações bruscas) são consequências de chuvas intensas e concentradas, sobretudo, em regiões de relevo acidentado. As inundações graduais (ou enchentes) ocorrem quando as águas se elevam de forma previsível, são cíclicas e sazonais e se relacionam, principalmente, com as chuvas contínuas e demoradas. Os alagamentos são consequências de fortes chuvas e se caracterizam pelas águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos, sobretudo, em cidades com deficiência nos sistemas de drenagem urbana (CASTRO, 2003). Esses desastres impactam fortemente a economia, levando a grandes prejuízos materiais, porém, constantemente afetam populações, deixando inúmeros desabrigados, desalojados, bem como causando falecimentos (CEPED UFSC, 2013a, 2013b e 2013c).

## **METODOLOGIA**

A identificação dos desastres foi feita através da revisão e espacialização dos desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos para a RSB, entre 1991 e 2020, a partir de duas bases oficiais de dados, o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013) e o Sistema Integrado de Informações de Desastres (S2ID). Destaca-se que as análises também foram divididas em dois períodos, sendo o primeiro entre 1991 e 2012 e o segundo entre 2013 e 2020. As etapas metodológicas podem ser observadas na Figura 2 e serão exploradas na sequência.

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais agrupa dados de desastres naturais entre os anos de 1991 e 2012 e foi publicado em 2013 pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres Naturais (CEPED) da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPED UFSC, 2013a, 2013b, 2013c). Consideraram-se os documentos elaborados para os estados do Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS) e os seguintes capítulos: Estiagem e seca, Enxurrada, Inundação, Alagamento e Geadas, que evidenciam os desastres causados por fenômenos atmosféricos adversos.

Figura 2 – Fluxograma com as etapas metodológicas para o desenvolvimento do estudo



Fonte: Própria do trabalho.

O segundo banco de dados foi o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) que disponibiliza dados a partir do ano de 2013 até o presente. O S2ID disponibiliza informações sobre a ocorrência de desastre com base em dados oficiais, bem como agrupa inúmeros produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) (S2ID, 2021). As tipologias utilizadas foram: Alagamentos, Enxurradas, Estiagem, Seca, Inundações, Onda de calor, Onda de frio (geada) e Tempestade Local/Convectiva (chuvas intensas). Destaca-se que os desastres catalogados são notificados pelos municípios que decretaram Situação de Emergência e/ou Estado de Calamidade Pública.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, em que foi possível mensurar o total de registros de desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos definidos de acordo com os critérios da COBRADE (BRASIL, 2012), conforme o Quadro 1. A prioridade foi selecionar desastres oriundos de eventos extremos de chuva e temperatura, sendo que não foram selecionados desastres relacionados à vendavais e granizo. Por fim, a elaboração dos mapas foi feita no programa QGIS 3.18.1, sendo que os desastres espacializados são compostos pela reunião das duas fontes de dados e foram categorizados conforme o grupo definido no Quadro 1.





Quadro 1 – Especificação da classificação dos desastres utilizados no estudo conforme a COBRADE

<b>Categoria</b>	<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Subtipo</b>
Natural	Climatológico	Seca	Seca e estiagem	-
	Meteorológico	Tempestades Local/Convectiva	Chuvas Intensas	-
			Onda de Calor	-
		Temperaturas Extremas	Onda de Frio	Geada
	Hidrológico	Inundações	-	-
		Alagamentos	-	-
		Enxurradas	-	-

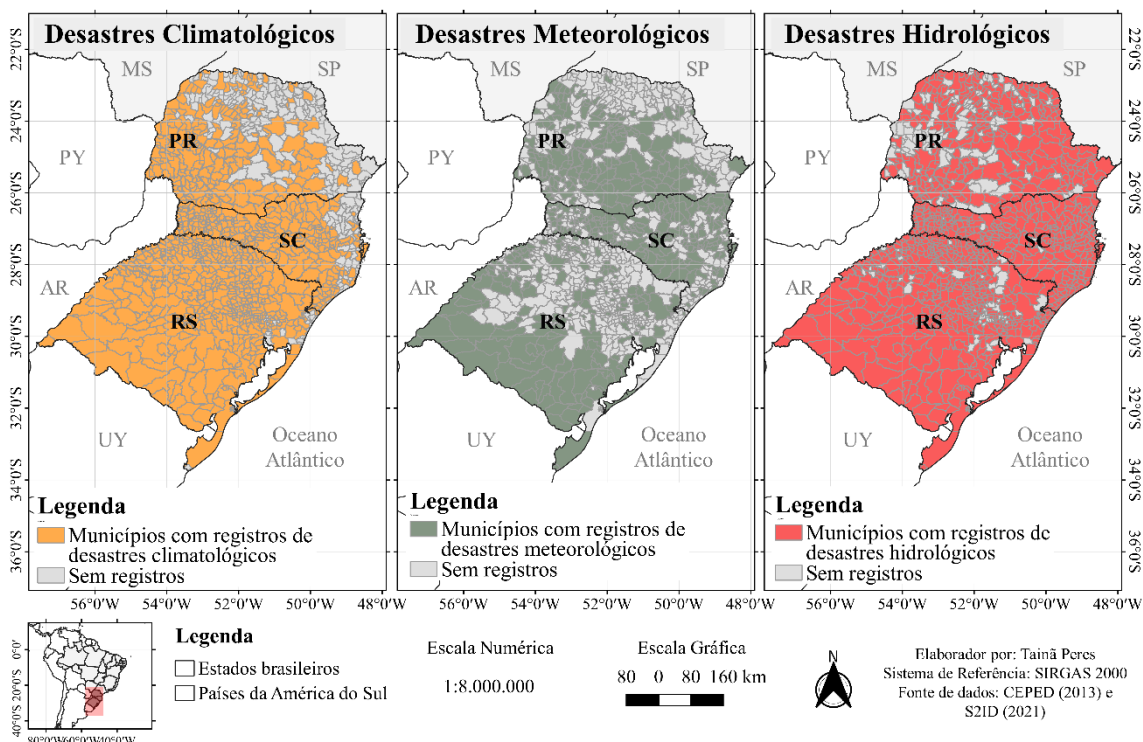
Fonte: adaptado de COBRADE (BRASIL, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação e a espacialização dos desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos para a RSB, entre 1991 e 2020, foi feita com base nos dados disponibilizados pelo CPEDE (2013) e pelo S2ID (2021). Na Figura 3 pode-se observar a distribuição espacial dos três desastres, em que aproximadamente 95% dos municípios do RS tem registro de desastres climatológicos, associado a secas e estiagens, sendo que SC e PR apresentam 82% e 56%, nessa ordem. No que se refere aos desastres meteorológicos, relacionados a tempestades locais, ondas de frio e ondas de calor, 32%, 59% e 41% dos municípios do RS, SC e PR apresentam registros, respectivamente. O RS apresenta 91% de municípios com registros de desastres hidrológicos relacionados a alagamentos, inundações e enxurradas, enquanto SC tem 99% e o PR 71%.

Figura 3 - Espacialização dos desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos para a Região Sul do Brasil, entre 1991 e 2020, conforme a COBRADE

### Espacialização dos desastres na Região Sul do Brasil entre 1991 e 2020



Fonte: Própria do trabalho.

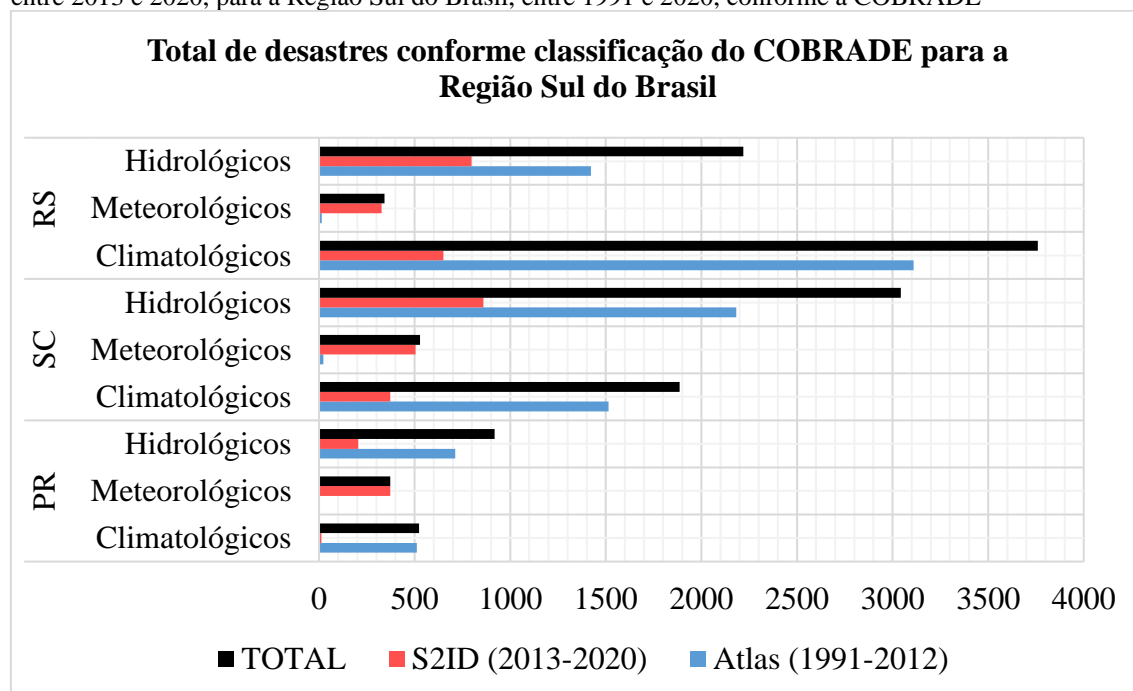
Na Figura 4 observa-se o total de desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos, o total registrado no primeiro período pelo CEPED (2013) e o total registrado no segundo período pelo S2ID (2021). Entre os anos de 1991 e 2020 foram registrados 6.171 desastres climatológicos, 1.243 meteorológicos e 6.182 hidrológicos. Nessa perspectiva, o estado do PR registrou 511 desastres climatológicos entre 1991 e 2012 e 13 entre 2013 e 2020, totalizando em 524 eventos. Para os mesmos períodos, SC registrou um total de 1.887 desastres, sendo que entre 1991-2012 foram 1.515 e entre 2013-2020 foram 372. Já o RS teve registro total de 3.760, sendo que no primeiro período foi de 3.110 e 650 para o segundo.

No que tange aos desastres meteorológicos foram registrados um total de 373 eventos no PR, sendo que apenas um é do primeiro período. O estado de SC teve registro de 528 desastres, com 23 entre 1991-2012 e 505 entre 2013-2020. No estado do RS ocorreram 15 e 327 desastres (342 ao total), entre o primeiro e segundo período, respectivamente. No que se refere aos registros de desastres hidrológicos, o PR teve 713 desastres entre 1991-2012 e 206 entre 2013-2020, totalizando em 919. O estado de SC



registrou um total de 3.043 desastres, sendo que 2.183 foram registrados no primeiro período e 860 no segundo. O RS compilou 2.220 desastres, com 1.422 registros no primeiro período e 798 no segundo.

Figura 4 – Total de desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos, total entre 1991 e 2012 e total entre 2013 e 2020, para a Região Sul do Brasil, entre 1991 e 2020, conforme a COBRADE



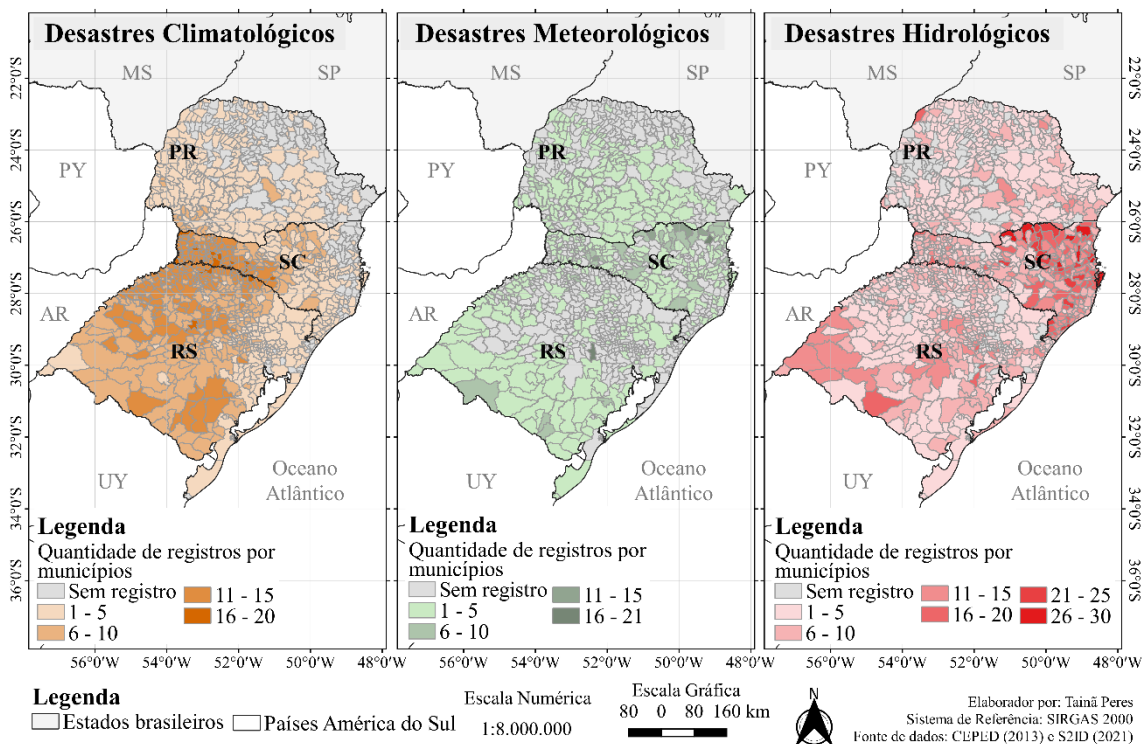
Fonte: adaptado de CEPED (2013) e S2ID.

No segundo período analisado ficou evidente que há mais notificações de desastres meteorológicos, associados às chuvas intensas, ondas de calor e frio para os três estados. No entanto, é importante destacar que o CEPED UFSC (2013) teve notificações apenas de eventos de geadas, não apresentando registros específico de ondas de calor e chuvas intensas. Além disso, ressalta-se que os números explorados são resultados das notificações oficiais feitas pelos municípios que decretaram Situação de Emergência e/ou Estado de Calamidade Pública referentes aos desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos.

A Figura 5 apresenta a distribuição espacial da ocorrência de desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos por município para a RSB, entre 1991 e 2020. É importante destacar que os resultados são apresentados por classes de ocorrência, sendo que para todos os tipos de desastres selecionados o número mínimo de ocorrências é zero e o máximo é 20 para climatológicos (total de 5 classes), 21 para meteorológicos (total de 5 classes) e 30 para hidrológicos (total de 7 classes).

Figura 5 – Espacialização das ocorrências de desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos por município para a Região Sul do Brasil entre 1991 e 2020

### Ocorrência de desastres por município na Região Sul do Brasil (1991-2020)



Fonte: Própria do trabalho.

Ao observar a Figura 5, percebe-se uma maior ocorrência de desastres climatológicos no oeste de SC e no centro norte e sul do RS, oscilando entre as classes 4 e 5, sendo que no PR há um predomínio da ocorrência no sudoeste do estado (classe 2 e 3). Os desastres meteorológicos ocorrem principalmente no centro-sul do RS (predominância das classes 3 e 4), no centro de SC (predominância das classes 3 e 4) e no sul do PR (predominância da classe 2). No que se refere aos desastres hidrológicos, há maior ocorrência em SC, sobretudo na metade leste do estado, sendo que os registros oscilam entre as classes 6 e 7. No RS há mais registros no oeste do estado (predominantemente nas classes 4 e 5), enquanto no PR ocorrem sobretudo na metade leste (classes 2 e 3), porém com registro máximo no noroeste (classe 5).

Os desastres naturais climatológicos, meteorológicos e hidrológicos destacados neste estudo são consequência de anomalias (eventos extremos) nas variáveis meteorológicas, como temperatura e chuva. Dessa forma, são oriundos da atuação de diferentes sistemas e mecanismos atmosféricos que integram a variabilidade climática da RSB, como, por exemplo, os sistemas frontais (PAMPUCH; AMBRIZZI, 2016), os



centros de alta e baixa pressão (JANTSCH; AQUINO, 2020; REBOITA *et al.*, 2010) e os CCM (MORAES, AQUINO, 2018; MORAES *et al.*, 2020; VIANA; AQUINO; MUÑOZ, 2009). Além disso, podem estar associados às variabilidades das teleconexões climáticas com capacidade de causar oscilações nos padrões climáticos em nível local, regional e global, como indicam Cai *et al.* (2020), Grimm *et al.* (2020) e Schossler *et al.* (2018), bem como às mudanças climáticas que tem intensificado a ocorrência de eventos extremos que acarretam em desastres naturais (CHUNHA *et al.*, 2019; SANTOS, 2007).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação e a espacialização dos desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos entre 1991 e 2020 para a RSB evidenciou que os estados do PR, de SC e do RS possuem 13.596 registros oficiais de desastres oriundos de eventos extremos de chuva e temperatura. Os resultados apresentados sugerem que ao longo de 29 anos o RS é o estado com mais número de notificações de desastres climatológicos (3.760). O estado de SC concentra os maiores registros de desastres meteorológicos (528) e hidrológicos (3.043). Já o PR é o estado que possui menos notificações de desastres climatológicos (524) e hidrológicos (919).

Os resultados obtidos podem servir de suporte para futuros estudos, como: distribuição da média mensal, sazonalidade dos registros e tendência dos desastres climatológicos, meteorológicos e hidrológicos para a RSB. Além disso, os desastres poderão ser identificados e espacializados pelo subgrupo e tipo, conforme a COBRADE. Por fim, poderão ser aprofundadas discussões sobre a relação entre quais sistemas atmosféricos favorecem o estabelecimento de eventos extremos que causam os diferentes tipos de desastres, considerando as teleconexões e as mudanças climáticas.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

BITENCOURT, D. P.; FUENTES, M. V.; MAIA, P. A.; AMORIM, F. T. Frequência, Duração, Abrangência Espacial e Intensidade das Ondas de Calor no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, p. 506-517, 2016. DOI:



<http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631231420150077>.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres** (COBRADE). 2012. Disponível em <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2012/06/1.-Codifica%C3%A7%C3%A3o-e-Classifica%C3%A7%C3%A3o-Brasileira-de-Desastres-COBRADE2.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Política Nacional de Defesa Civil** (PNDC). 2007. Disponível em: [encurtador.com.br/btzF8](http://encurtador.com.br/btzF8). Acesso em: 19 dez. 2020.

CAI, W.; MCPHADEN, M. J.; GRIMM, A. M.; RODRIGUES, R. R.; TASCETTO, A. S.; GARREAUD, R. D.; DEWITTE, B.; POVEDA, G.; HAM, Y. G.; SANTOSO, A.; NG, B.; ANDERSON, W.; WANG, G.; JO, H. S.; MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; OSMAN, M.; LI, S.; WU, L.; KARAMPERIDOU, C.; TAKAHASHI, K.; VERA, C. Climate impacts of the El Niño–Southern Oscillation on South America. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, p. 215-231, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0040-3>.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 A 2012 – Volume Paraná**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013a, 161 p.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 A 2012 – Volume Santa Catarina**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013b, 168 p.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 A 2012 – Volume Rio Grande do Sul**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013c, 185 p.

CUNHA, A. P. M. A.; ZERI, M.; LEAL, K. D.; COSTA, L.; CUARTES, L. A.; MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M.; BARBOSA, A. A.; CUNNINGHAM, C.; GARCIA, J. V. C.; BROEDEL, E.; ALVALÁ, R.; NETO-RIBEIRO, G. Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019. **Atmosphere**, v. 10, n. 652, p. 1-20, 2019. DOI: 10.3390/atmos10110642.

GRIMM, A. M.; ALMEIRA, A. S.; BENETI, A. A.; LEITE, E. A. The combined effect of climate oscillations in producing extremes: the 2020 drought in southern Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 25, n. 48, p. 1-12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.252020200116>.

HERRING, D. **What is an "extreme event"? Is there evidence that global warming has caused or contributed to any particular extreme event?** NOAA, 2019. Disponível em: [encurtador.com.br/MQR14](http://encurtador.com.br/MQR14). Acesso em: 21 jul. 2021.



IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Global Warming of 1.5°C.**

2018, 630 p. Disponível em:

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_Low\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf). Acesso em: 20 dez. 2020).

JANTSCH, M.; AQUINO, F. E. Ocorrência e distribuição espacial de ciclones extratropicais na Região Sul do Brasil em 2018. **Para onde?**, v. 13, n.1, p. 234-249, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/1982-0003.102544>.

LEITE, M. R. S. G. **Circulações locais no Rio Grande do Sul: Brisas marítima/terrestre e sua interação com as Brisas lacustres/terrestres.** 2013. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/6381>. Acesso em: 21 dez. 2020.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. *In: Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil.*

LLOYD'S, 2009, p. 4-19. Disponível em:

<http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc504.pdf>. Acesso: 20 de dez. 2020.

MORAES, F. D. S.; AQUINO, F. E. Desastres no Rio Grande do Sul associados a Complexos Convectivos de Mesoescala: estudo de caso do evento que ocorreu entre 22 e 23 de abril de 2011. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7. N. especial, p. 111-134, 2018. DOI: 10.19177/rgsa.v7e02018111-134.

MORAES, F. D. S.; AQUINO, F. E.; MOTE, T. L.; DURKEE, J. D.; MATTINGLY, K. S. Atmospheric characteristics favorable for the development of mesoscale convective complexes in southern Brazil. **Climate Research**, v. 80, p. 4-58, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3354/cr01595>.

PAMPUCH, L. A.; AMBRIZZI, T. Sistemas Frontais sobre a América do Sul Parte II: Monitoramento Mensal em dados da Reanálise I do NCEP/NCAR. **Ciência e Natura**, v. 8, p. 105-10, 2016. DOI: 10.5902/2179460X19811.

PEDROSO, D.; TELEGINSKI F. S. E.; LIMA NASCIMENTO, E. de.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P. da. Influências na alteração do regime de bloqueios atmosféricos sobre o sul do Brasil em um cenário de clima futuro. **Ciência e Natura**, v 37, n. especial, p. 83-90. DOI: 10.5902/2179460X16220.

PINTO, H. S. A. Adaptação do setor agrícola brasileiro. *In: Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil.* LLOYD'S, 2009, p. 34-49. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc504.pdf>. Acesso: 20 de dez. 2020.

REBOITA, M.S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação pluviométrica na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, 185–204, 2010.



S2ID. SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES.

**Relatório Gerencial: Dados Informados.** Disponível em:

<https://s2id.mi.gov.br/paginas/relatorios/>. Acesso em: 11 jun. 2021.

SANTOS, R.F. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental:** Desastres socioambientais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. 192 p.

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. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 23, n. 14, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.231820170081>.

SILVA, J. P. R.; REBOITA, M. S. ESCOBAR, G. C. J. Caracterização da Zona de Convergência do Atlântico Sul em campos atmosféricos recentes. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, n. 15, p. 335-377, 2019.

SLEIMAN, J.; SILVA, M. E. Padrões atmosféricos associados a eventos extremos de precipitação sobre a região sul do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 20, p. 93-109, 2011. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2010.0020.0007>.

VIANA, D. R.; AQUINO, F. E.; MUÑOZ, V. A. Avaliação de desastres no Rio Grande do Sul associados a Complexos Convectivos de Mesoescala. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 2, p. 91-105 2009.