



## ESPACIALIZAÇÃO DO DESASTRE METEOROLÓGICO DO TIPO GRANIZO NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Bruna Cavalcanti Gautério<sup>1</sup>  
Tainã Costa Peres<sup>2</sup>  
Francisco Eliseu Aquino<sup>3</sup>

### RESUMO

Esse estudo tem por objetivo realizar a espacialização da ocorrência do desastre granizo para os estados do Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS), entre os anos de 1991 e 2021. Foram utilizados os registros das ocorrências dos eventos, obtidos nas bases de dados oficiais do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) e o Sistema Integrado de Informações de Desastres (S2ID), a fim de caracterizar os episódios de granizo em 30 anos e seis meses na Região Sul do Brasil (RSB). Planilhas eletrônicas e o programa QGIS foram utilizados para a organização dos dados brutos agrupados, para geração de gráficos e para a elaboração de mapas. Identificamos que ao longo da série temporal analisada ocorreram 1.934 eventos de granizo atingindo 71% dos 1.188 municípios da RSB, contendo uma média de granizadas de  $1,3 \text{ a}^{-1}$ , com o mínimo de nenhum registro e o máximo de  $15 \text{ a}^{-1}$ . O estado do RS foi o que mais registrou granizos (731), seguido de SC (676) e do PR (524). A análise de quantidade de registros por municípios destacou Itaiópolis (SC) com máxima de 15 registros e o ano com o maior número de recorrências entre os municípios da RSB foi o de 1998 com 156 eventos. Os granizos são eventos rápidos e de curta duração e podem estar associados com outros eventos meteorológicos e climatológicos potencializando danos.

**Palavras-chave:** Evento extremo, Sistema convectivo, Dano, Risco, Vulnerabilidade.

### RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo espacializar la ocurrencia del desastre de granizo para los estados de Paraná (PR), Santa Catarina (SC) y Rio Grande do Sul (RS), entre 1991 y 2021. Se utilizaron registros de ocurrencias de eventos, obtenidos del bases de datos oficiales del Atlas Brasileiro de Desastres Naturais del Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) y del Sistema Integrado de Informação de Desastres (S2ID), para caracterizar episodios de granizo en 30 años y seis meses en la Región Sur de Brasil (RSB). Se utilizaron hojas de cálculo y el programa QGIS para organizar los datos brutos agrupados, generar gráficos y trazar mapas. Identificamos que a lo largo de la serie de tiempo analizada hubo 1.934 eventos de granizo, alcanzando el 71% de los 1.188 municipios de la RSB, conteniendo un promedio de granizos de  $1,3 \text{ a}^{-1}$ , con un

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, [gauteriobruna@gmail.com](mailto:gauteriobruna@gmail.com);

<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> 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);



mínimo de no registro y un máximo de 15 a-1. El estado de RS fue el que registró más granizo (731), seguido de SC (676) y PR (524). El análisis del número de registros por municipios destacó a Itaiópolis (SC) con un máximo de 15 registros y el año con mayor número de recurrencias entre los municipios de la RSB fue 1998, con 156 eventos. El granizo es un evento rápido y de corta duración y puede estar asociado con otros eventos meteorológicos y climatológicos, aumentando los daños.

**Palabras clave:** Evento Extremo, Sistema Convectivo, Daño, Riesgo, Vulnerabilidad.

## INTRODUÇÃO

Os eventos extremos quando alcançam determinada localidade estão propensos a causar impactos sociais, ambientais e econômicos (DORNELES; RIQUETTI; NUNES, 2020). De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês) (2018, p.549) um “evento raro em um determinado local e época do ano” é considerado um evento extremo.

Segundo Caldana *et al.* (2019) as estimativas probabilísticas de eventos extremos, como os de granizo, são importantes no que tange ao planejamento e desenvolvimento de atividades diárias do ser humano e aproximadamente 12% dos desastres que ocorrem são provenientes de episódios intensos de granizo. Berlato, De Melo e Fontana (2000) relatam que esse fenômeno é difícil de ser representado de forma espacial, pois possui uma alta variabilidade espacial e também não há um grande número de estações meteorológicas para a sua detecção.

Lima e Bonetti (2018) relatam que um maior conhecimento sobre as variáveis que caracterizam a vulnerabilidade social auxilia no processo de mitigação e prevenção aos danos oriundos dos eventos extremos. A espacialização do risco possibilita estabelecer a avaliação de um perigo ocorrer em um determinado local (VEYRET, 2007). Atrelado a isso, a ocorrência do extremo de granizo, na maioria dos casos está vinculada com perdas econômicas e materiais que englobam os sujeitos que percebem os perigos e ameaças.

Diante do exposto, o objetivo foi caracterizar espacialmente os desastres meteorológicos do subtipo granizo na Região Sul do Brasil (RSB) que ocorreram entre 1991 e 2021 registrados por base de dados oficiais. A justificativa do estudo se dá pela importância da melhor compreensão da ocorrência deste evento meteorológico, do ambiente atmosférico, e do risco eminente das populações diante ao fenômeno com potencial destrutivo em diferentes setores, como por exemplo, o econômico, o habitacional, de saúde e humano.



## **METODOLOGIA**

A espacialização dos registros de granizo foi feita pela revisão do desastre meteorológico para a RSB, entre janeiro de 1991 até 27 de junho de 2021, 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) (2021). Destaca-se que para a obtenção dos resultados foi necessário a união das análises adquiridas de forma dividida em dois períodos, sendo o primeiro entre 1991 e 2012 (CEPED) e o segundo entre 2013 e 2021 (S2ID).

Consideraram-se os documentos elaborados para as Unidades Federativas (UF) do Paraná – PR, Santa Catarina – SC e Rio Grande do Sul – RS (CEPED, 2013a, 2013b, 2013c) e o capítulo referente ao desastre meteorológico do subtipo Granizo. O banco de dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) foi utilizado para obtenção de dados a partir do ano de 2013 até o presente (27/06/21). O S2ID disponibiliza informações sobre o registro de ocorrência de desastre com base em decretos de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública de acordo com os municípios.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas destacando os registros dos eventos no PR, SC e RS ano a ano e o total encontrado nesse período de 30 anos e 6 meses. Foram tabulados dados por base de informações e também episódios de granizo por ano, com o intuito de gerar gráficos a partir dessas informações. Por fim, três elaborações cartográficas foram feitas no programa QGIS 3.16.4 contemplando a espacialização dos municípios da RSB, com a base vetorial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, que já obtiveram ao menos 1 registro de granizo, a quantidade de registros de granizo por município de cada UF e a estação de ocorrência de dois eventos extremos de granizo no RS. A discussão de prejuízos e danos apresentados nos resultados é oriunda dos arquivos digitais do S2ID dos anos respectivos apresentados.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**



O granizo é a precipitação hidrometeorológica de pedaços irregulares de gelo e é considerada pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) (2012) como um subtipo de desastre meteorológico. Esse fenômeno ocorre em processos atmosféricos de curta duração, de escala pequena a média e em um intervalo de tempo que decorre de minutos (TAVARES, 2009). As precipitações de granizo acontecem, principalmente, durante os temporais e tempestades.

As condicionantes que propiciam a formação do fenômeno se dão na passagem de sistemas atmosféricos (frentes, ciclones e/ou Complexos Convectivos de Mesoescala - CCM) nos quais podem resultar em nuvens cumulonimbus provocando tempestades, chuvas excessivas, vendavais e precipitações sólidas (TAVARES, 2009; PAMPUCH; AMBRIZZI, 2016; MORAES *et al.*, 2020). Na RSB, de acordo com o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED (2013), o fenômeno ocorre em áreas de planalto, é mais frequente em clima frio e de altitude, com áreas elevadas acima de 500 m de altitude.

No Brasil, segundo CEPED (2013), aproximadamente 1,3% das mortes por desastres são causadas pela precipitação de granizo e mais de 400 mil pessoas são afetadas de diferentes formas (feridas, enfermas, desabrigadas, desalojadas, desaparecidas e afetadas). Os principais fatores que estão relacionados aos prejuízos às populações envolvem o tamanho da área atingida, a densidade das pedras de gelo, principalmente as de formato esférico, ao atingirem o nível do solo e a força dos ventos superficiais.

De acordo com Martins *et al* (2017), as ocorrências destrutivas de granizo relacionadas ao dano potencial são mais úteis do que simplesmente a probabilidade de queda de granizo quando vinculadas aos impactos sociais. Deste ponto de vista, as tempestades que impactam significativamente o ambiente socialmente construído são as que mais necessitam de um olhar investigativo e de técnicas mais apuradas de detecção, pois são as tempestades que exprimem as vulnerabilidades socioambientais.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

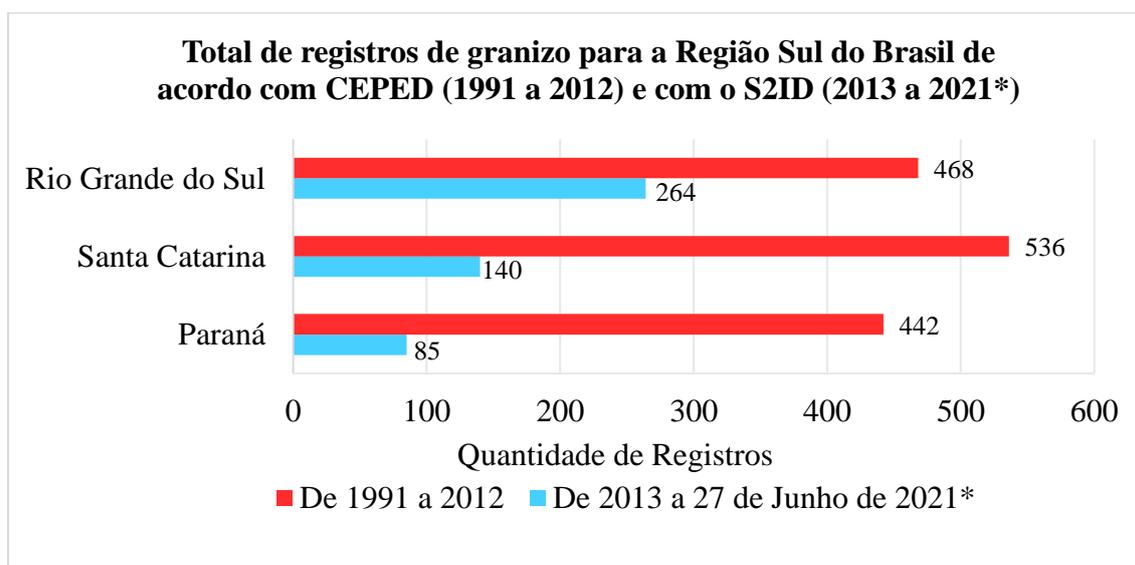
Entre janeiro de 1991 e 27 de Junho de 2021 foram contabilizados 1.934 registros de granizo na RSB, 304 registros a mais documentados a partir de Martins *et al* (2017), em que identificou 1.630 registros entre os anos de 1991 a 2012 utilizando a mesma base de dados. Ao todo, a UF que mais registrou as granizadas foi a do RS (731), seguido de



SC (676) e do PR (527). O Gráfico 1 apresenta a totalidade de registros de acordo com as bases de dados utilizadas. Percebe-se que o RS apesar de apresentar a diferença de 68 registros em 22 anos quando comparado com SC, apresentou também uma diferença significativa de 124 registros a mais em 8 anos e meio. O PR, em ambas bases, obteve os menores registros.

A média de registros identificada ao longo da série temporal dentre os três estados foi de 1,3, com o mínimo de nenhum registro encontrado e o máximo de 15. O valor médio de granizada encontrado para o PR, para SC e para o RS, foram de 1, 2 e 1, respectivamente. Os mínimos e máximos foram de nenhum registro, considerado pelo valor zero para todos os estados, de 8 para o PR e o RS e 15 para SC. Importante ressaltar que todos os resultados são apresentados levando em consideração os valores absolutos adquiridos.

Gráfico 1: Total de registros de granizo para a Região Sul do Brasil por base de informação.



Fonte: os autores, 2021.

A Figura 1 apresenta a espacialização dos registros de forma agrupada destacando quais os municípios que obtiveram e não obtiveram registros de granizo ao longo da série temporal. O RS apresentou registros para 73% dos 496 municípios do estado, SC relatou que 80% dos 293 municípios foram atingidos ao menos uma vez durante o período analisado e o PR obteve 61% de registros dos 399. Ao todo, 350 municípios da RSB (29%) não obtiveram registros de granizadas de janeiro 1991 até 27 de junho de 2021.

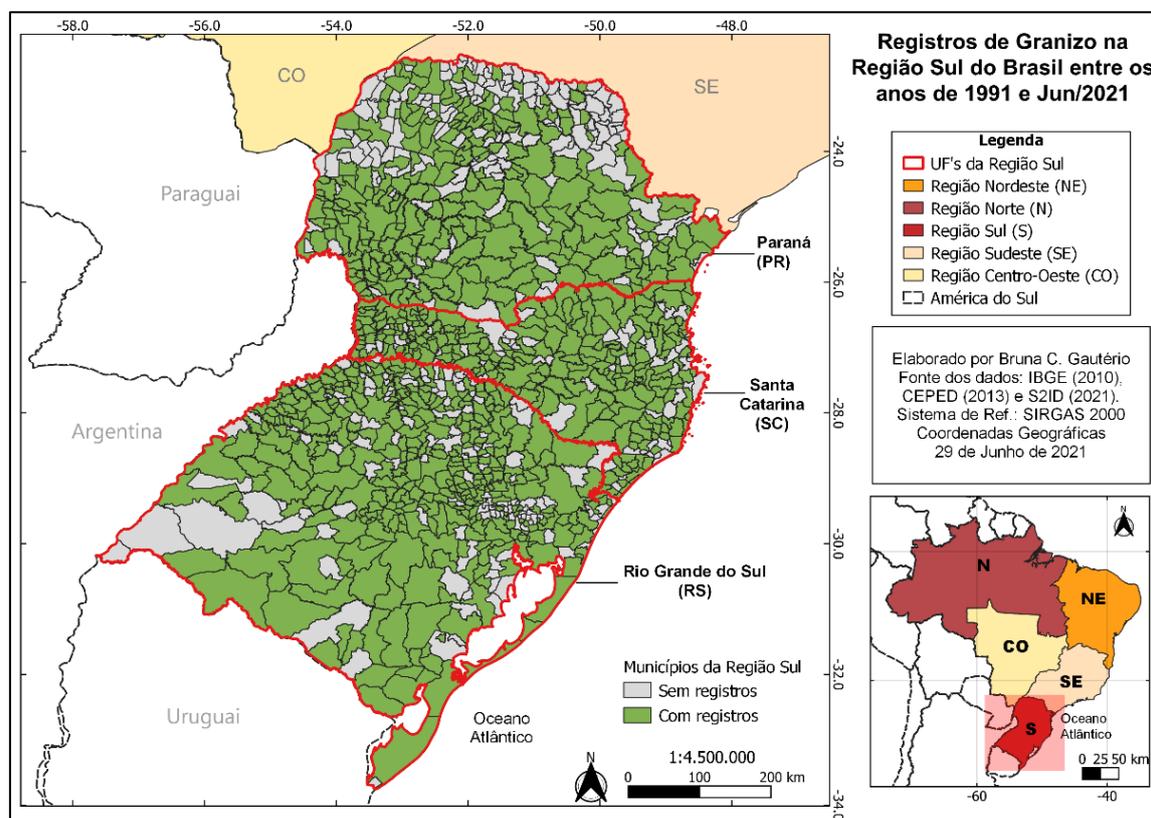
Ao observar a Figura 2, percebe-se a espacialização da quantidade de registros por municípios da RSB. Segundo CEPED (2013a, 2013b e 2013c) e as datas de registros do



S2ID (2021), os municípios são mais impactados nos meses de setembro e outubro por serem meses de intensas instabilidades atmosféricas como, por exemplo, as passagens sistemas isolados, de Frentes Frias (PAMPUCH; AMBRIZZI, 2016) e de CCMs (MORAES *et al.*, 2020), principalmente na primavera por ser um período de início da estação chuvosa e com temperaturas mais elevadas em relação ao inverno.

Ao analisar a Figura 2a ficou evidente que 18 dos 399 municípios do PR foram os que mais se destacaram, ficando enquadrados nas categorias de 5 a 6 (14 municípios) e de 7 a 8 registros (4 municípios) no período de análise. Ressalta-se o município de Salto do Lontra com 8 registros ao longo da série temporal e com a máxima de 2 granizadas identificadas no ano de 1994, conforme mostra a Tabela 1. Ele possui uma densidade populacional de 43,77 hab/km<sup>2</sup>, considerada baixa quando comparado com a densidade populacional da capital paranaense Curitiba. Essa por sua vez, apresenta 4.027,04 hab/km<sup>2</sup> sendo considerada uma das capitais do Brasil mais urbanizadas ao lado de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília e entre outras.

Figura 1: Registros de desastre meteorológico do subtipo granizo, conforme COBRADE, entre os anos de 1991 e 27 de junho de 2021. Fonte: os autores, 2021.



Ao longo dos 30 anos e seis meses de análise, Curitiba não apresentou registros de granizadas significativas, mesmo que a cidade tenha um alto índice de urbanização e verticalização acelerada (SILVA; ROSEGHINI, 2016), os quais são elementos socialmente construídos propícios a serem atingidos por tempestades, além dos fatores climáticos e geográficos associados, não levados em conta nesse estudo. Segundo Silva e Roseghini (2016), ao traçar um comparativo e analisar as normais climatológicas de Curitiba (2001-2015), os meses correspondentes à primavera demonstram uma estação mais fria do que considerado normal para a localidade.

Os demais municípios que se destacaram no PR obtendo 7, 6 e 5 registros de granizos foram: Ampére, Francisco Beltrão e Guarapuava com 7, Barracão, Marmeleiro, Pato Branco e Santa Izabel do Oeste com 6, Campo Largo, Cândido de Abreu, Capanema, Cascavel, Guaraniacu, Irati, Ortigueira, Pinhão, São João do Triunfo e Tijucas do Sul com 5. Os restantes dos municípios paranaenses foram classificados com até 4 registros identificados ao longo do período de análise. Não foram identificados registros acima de 9 granizadas tal qual SC mostra a seguir.



Tabela 1: Quantidade de registros a partir do menor valor máximo (8) entre as RSB.

<b>Município</b>	<b>UF</b>	<b>Quantidade Total</b>	<b>Total máximo em um ano</b>	<b>Densidade Populacional (hab/km<sup>2</sup>)</b>
Salto do Lontra	PR	8	2 em 1994	43,77
Itaiópolis	SC	15	3 em 2015	15,67
Canoinhas	SC	11	3 em 2017	46,27
Tangará	SC	10	3 em 2009	22,34
Fraiburgo	SC	9	2 em 2010	63,07
Abelardo Luz	SC	8	1 em diferentes anos	17,94
Mafra	SC	8	2 em 1991 e 2014	37,69
Santa Cruz do Sul	RS	8	2 em 2018	161,40

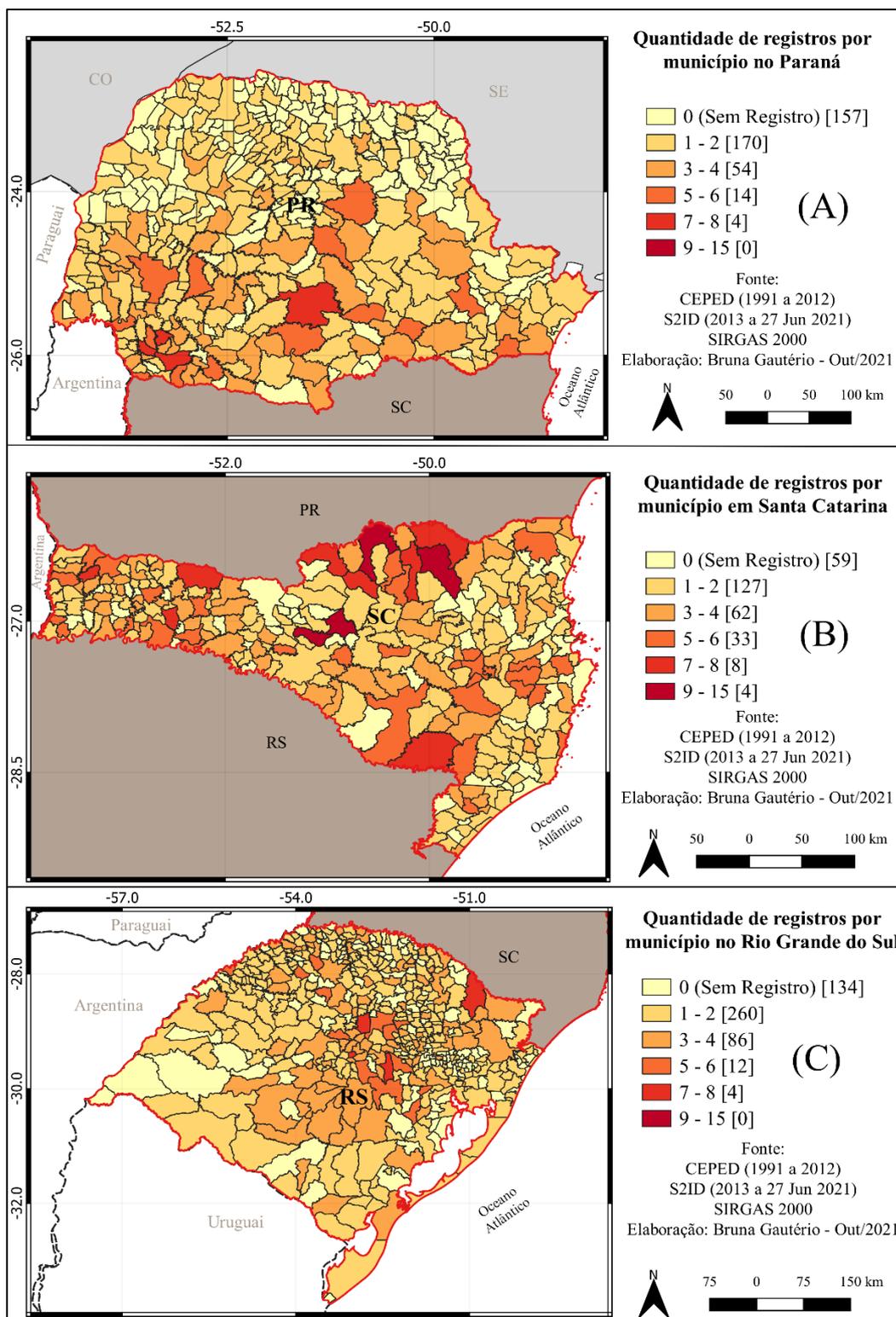
Fonte: própria da autora (2021) e IBGE (2010).

Em SC, Figura 2b, dos 293 municípios apenas 20% deles não obtiveram registros de granizadas significativas, incluindo três grandes municípios com densidade populacional elevada, segundo Censo IBGE de 2010, são eles: São José (1.376,78 hab/km<sup>2</sup>), Itajaí (636,11 hab/km<sup>2</sup>) e a capital Florianópolis (623,68 hab/km<sup>2</sup>). Os municípios com alta densidade populacional como, por exemplo, Balneário Camboriú (2.337,64 hab/km<sup>2</sup>), Criciúma (815,87 hab/km<sup>2</sup>) e Itapema (792,29 hab/km<sup>2</sup>) não foram classificados com 6 ou mais registros ao longo do período de análise, não obtendo tantos registros quanto o que mais obteve e menor, em área e população, com 15 granizadas identificadas.

O fator dos municípios de alta densidade populacional não possuem registros de granizos destrutivos tão frequentemente é extremamente importante devido ao fato de que há perdas e danos materiais, humanos e econômicos onde pessoas estão estabelecidas. Com isso, áreas que possuem grandes concentrações populacionais em poucos quilômetros quadrados, dependem basicamente de maiores esforços dos agentes de proteção e defesa civil para socorrerem um grande número de pessoas e alojá-las em abrigos específicos.



Figura 2: Quantidade de registros de granizo por município nos estados do PR, SC e RS. Fonte: os autores, 2021.



Um total de 222 municípios catarinenses possuíram de 1 a 6 registros ao longo do período de análise, considerando então 76% dos municípios enquadrados nessa



classificação. Apenas 3% dos municípios identificados na quarta classe do mapa, totalizando 8, obtiveram registros de 7 a 8 granizadas significativas, são eles: Xaxim, Anchieta, Papanduva, Porto União, São Joaquim e Timbó Grande com 7, Abelardo Luz e Mafra com 8. Apenas o município de Fraiburgo obteve 9 registros de granizadas, enquadrado na última classe com o máximo de 15 registros.

Os destaques de 10 ou mais registros, identificados pela 6ª classe do mapa, ficaram com os municípios de Itaiópolis com 15, Canoinhas com 11 e Tangará com 10, conforme Tabela 1. Os três municípios não possuem densidades populacionais elevadas quando comparados com Balneário Camboriú, não sendo afetados na mesma proporção diante do número de população. Porém segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE de SC (2019), economicamente, o município de Itaiópolis é voltado majoritariamente para o setor primário com a agricultura e em um dos episódios de granizada, mais especificamente em 13 de outubro de 2015 de acordo com o S2ID, obteve um prejuízo no setor econômico da agricultura de 8.831.224,00 reais, envolvendo as culturas de trigo, fumo, fruticultura e olericultura.

O município de Canoinhas se destaca no setor terciário voltado para o comércio e no ano de 2017, conforme mostra a Tabela 1, houve 3 registros de granizadas, porém não foram encontrados relatórios destacando os danos informados. Contudo, de acordo com a análise do Atlas Brasileiro de Desastres, sabe-se que as intensas precipitações de granizo são capazes de danificar estruturas habitacionais, de serviço comercial, hospitalar, educacional e entre outros que possuem revestimentos externos insustentáveis diante do fenômeno de granizo, resultando na interferência direta do trabalho nesse setor. Por fim, Tangará com um total de 10 registros no período analisado, no ano de 2009 registrou três vezes situação de emergência para mais de 10 localidades da zona rural nas datas 15/01/2009, 28/09/2009 e 03/12/2009, conforme mostram os dados do S2ID.

O RS foi o que mais contabilizou registros oriundos de danos informados de tempestades de granizo. O mapa da Figura 2c mostra que apenas 27% dos municípios não decretaram registros ao longo do período analisado, enquadrando 52% dos municípios atingidos na classificação de 1 a 2 granizadas, 17% na classificação de 3 a 4 granizadas, totalizando 86 municípios, e 2% na classificação de 5 a 6. A partir da 3ª classe, os municípios de Santa Cruz do Sul com 8, Espumoso, Sobradinho e Vacaria com 7, Coronel Bicaco e Salto do Jacuí com 6, Venâncio Aires, Soledade, São Jerônimo, Rio Pardo, Porto Xavier, Panambi, Fontoura Xavier, Chiapetta, Candelária e Arvorezinha (com 5), foram



os que se destacaram registrando 5 ou mais granizadas. Não foram identificados registros acima de 9 granizadas tal qual a UF de SC.

Levando em consideração o processo de urbanização e de adensamento populacional, muitos municípios da região metropolitana de Porto Alegre, capital do estado, não contabilizaram registros de granizo, diferente do ocorrido com a cidade portoalegrense e municípios limitantes, tais como: Canoas, Alvorada, Cachoeirinha, Gravataí, Sapucaia do Sul, Novo Hamburgo, Nova Santa Rita, Triunfo, Eldorado do Sul e entre outros. Já municípios como Esteio, São Leopoldo, Campo Bom e Guaíba apesar de possuírem densidades demográficas consideravelmente elevadas não registraram granizadas. Sugere-se que alguns municípios da região sul do Brasil não tenham oficializado os registros devido a diversos fatores, dentre eles, a não destruição/danificação de habitações e bens, a não precipitação do hidrometeoro, a solicitação de emergência ou calamidade pública não foi deferida, a população local não foi afetada significativamente e entre outros porquês não encontrados nas bases de informações.

Apenas 1% dos municípios do RS foram classificados com registros de granizada de 7 a 8 durante o período analisado, são eles: Coronel Bicaco e Salto do Jacuí com 7 e Santa Cruz do Sul com 8. Ambos os municípios de Coronel Bicaco e Salto do Jacuí possuem baixa densidade populacional contendo 15,74 hab/km<sup>2</sup> e 23,41 hab/km<sup>2</sup>, respectivamente, quando comparados com a capital Porto Alegre, a qual possui 2.837,53 hab/km<sup>2</sup>. Nos setores econômicos se destacam com os comércios e os serviços em geral, porém durante os registros de granizadas Coronel Bicaco já decretou situação de emergência em sua zona rural, em novembro de 2006, a qual abriga 33% dos domicílios particulares permanentes vinculados aos setores da economia agropecuária.

Salto do Jacuí em janeiro de 2009, novembro de 2010 e setembro de 2012 acumulou prejuízos econômicos, sociais e danos humanos afetando mais de 12.817 pessoas dispersas entre zona urbana e rural e apresentou um prejuízo nos setores econômicos de R\$6.946.874,00 reais dentre os três anos destacados. Importante ressaltar que os municípios que possuem lavouras sofrem com as danificações das granizadas nas plantações quando associadas aos fortes ventos principalmente e sugere-se que boa parte dos registros advém das ciências Atuariais responsáveis por propor ações para minimizar o impacto do custo dos riscos oriundos em operações de seguros agrícolas, assim como também, de seguros de carros voltados mais para a zona urbana.



Percebe-se que os prejuízos econômicos são expressivos para os municípios de pequeno porte e que comprometem a sua capacidade de resiliência, uma vez que o granizo interfere diretamente no desenvolvimento das plantações. Ressalta-se que muitas vezes, apesar do granizo causar prejuízos, ele não causa os maiores, conforme mostra Lima (2020), pois a granizada normalmente vem acompanhada de outros eventos tais como, vendavais e enxurradas. Adicionalmente, ressalta-se que em boa parte das vezes quando ocorre um desastre do subtipo granizo os danos materiais das residências estão associados, fazendo com que os órgãos de proteção e defesa civil encaminhem Itens de Assistência Humanitária (IAH), tais como: kits de cestas básicas, kits de higiene e limpeza, colchões, água potável, telhas, lonas e entre outros, para as populações atingidas.

Ainda na terceira classificação com 8 granizadas ao longo do período de análise está o município de Santa Cruz do Sul com uma densidade populacional de 161,40 hab/km<sup>2</sup>. Dos 40.532 domicílios particulares permanentes, 89% estão localizados na zona urbana e 11% na zona rural, segundo o último censo IBGE. De acordo com o S2ID entre os anos de 2009 (setembro), 2013 (novembro), 2014 (agosto) e 2016 (julho) cerca de 976 unidades habitacionais distribuídas em ambas as zonas foram afetadas com danos materiais.

No setor econômico, Santa Cruz do Sul se destaca nos serviços e comércios, porém, nos anos destacados anteriormente, obteve de forma acumulada prejuízo econômico privado de mais de R\$17.000.000,00 reais, conforme apontam os dados digitais do S2ID. Dentre as culturas afetadas estão o arroz, a soja, o fumo e a fruticultura, a produção de leite, área de pastagem e a bovinicultura de corte. O setor econômico público também contou com mais de R\$ 225.000,00 reais, acumulado entre os três anos citados anteriormente, envolvendo danificações em instituições de ensino, abastecimento de água potável, geração e distribuição de energia elétrica, telecomunicações e instalações públicas de saúde.

Ressalta-se que além dos danos e perdas já relatadas para os municípios da RSB, há também grandes interferências nas estruturas das rodovias e estradas, principalmente as estradas internas das zonas rurais as quais impedem os escoamentos das produções do campo. Os fornecimentos de energia elétrica e água potável também ficam interrompidos diante dos estragos das granizadas e fortes ventos que são capazes de derrubar os postes de luz. Por vezes os serviços de telecomunicações também são afetados, bem como, as interrupções de serviços escolares e hospitalares, dependendo da gravidade dos danos.

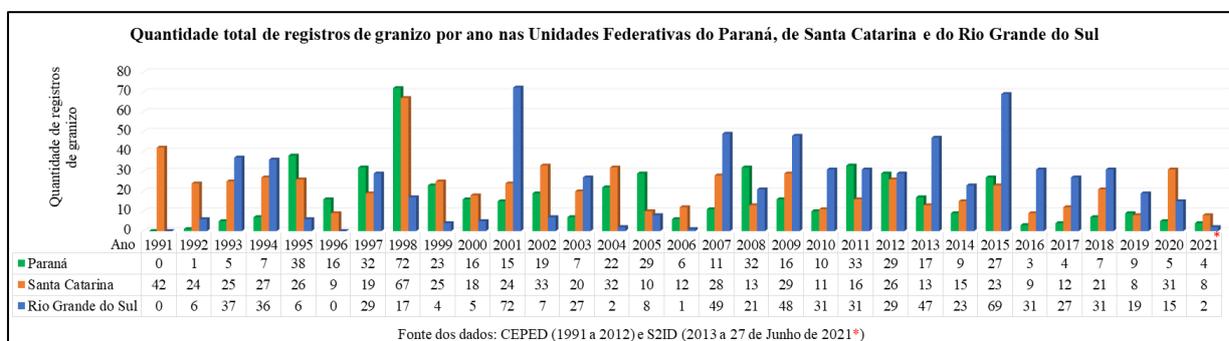


O Gráfico 2 apresenta o comportamento dos registros entre o período analisado para cada UF da RSB. Constatou-se que o ano que mais obteve registros de granizo foi o de 1998 com 156 eventos, seguido do ano de 2015 com 119 e do ano de 2001 com 111. Os anos com os menores números de registros foi o de 2021 (até de 27 de junho) com 14 eventos, seguido de 2006 com 19, 1996 com 25 e 1992 com 31, percebe-se que em praticamente 6 meses o ano 2021 está a cinco registros de granizadas de atingir o total detectado em 365 dias do ano de 2006. A média de ocorrência de episódios no período analisado foi de 62,25 por ano.

A UF do PR se destacam os anos de 1995 a 2012 com em média 23 granizadas registradas, sendo que 8 anos desse período estiverem na média ou acima dela e os 10 anos restantes abaixo dessa média. O Paraná foi o estado com o número mais elevado de registros em um ano, totalizando 72 em 1998, ano em que atuava um episódio de El Niño (1997-1998), porém nesse estudo não foi traçado uma correlação entre a atuação do fenômeno de El Niño Oscilação Sul (ENOS) e os eventos extremos de granizada.

De acordo com isso, a RSB foi afetada de maneiras adversas pelas mudanças na circulação atmosférica e segundo Oliveira e Satyamurty (1998, p. 3) “em termos de temperatura, o inverno de 1997 esteve com temperaturas acima da média sobre a Região Sudeste do país e parte da Região Sul, principalmente no Paraná. As anomalias de temperatura estiveram entre 1 e 4 °C acima da média”. De acordo com isso, ressalta-se que as alterações de temperaturas acima da média podem influenciar na circulação geral da atmosfera e desencadear sistemas atmosféricos responsáveis pela formação de nuvens de tempestades que geram os episódios de granizadas intensas.

Gráfico 2: Quantidade anual de registros dos eventos de granizo (1991 a 2021) para a Região Sul do Brasil.



Fonte: os autores, 2021.

A UF de SC obteve uma média dos totais de registros por ano de 21,8 destacando mais da metade dos anos (16 anos) com a obtenção de registro na média ou acima dela,



se destacando também o ano de 1998 com 67 registros, apenas 5 registros de diferença para o PR. Como visto anteriormente, o ano de 1997/98 foi marcado pelo episódio de El Niño forte, o qual pode ter favorecido o estabelecimento de tempestades severas sobre a região sul do Brasil. O comportamento da precipitação de granizo entre SC e PR foi similar ao longo dos anos, porém os anos de 1991/92/93, 2003/04/07 e 2020 retratam registros com valores acima da metade em relação ao PR, colocando SC como a segunda com maiores identificações de granizadas no CEPED e no S2ID.

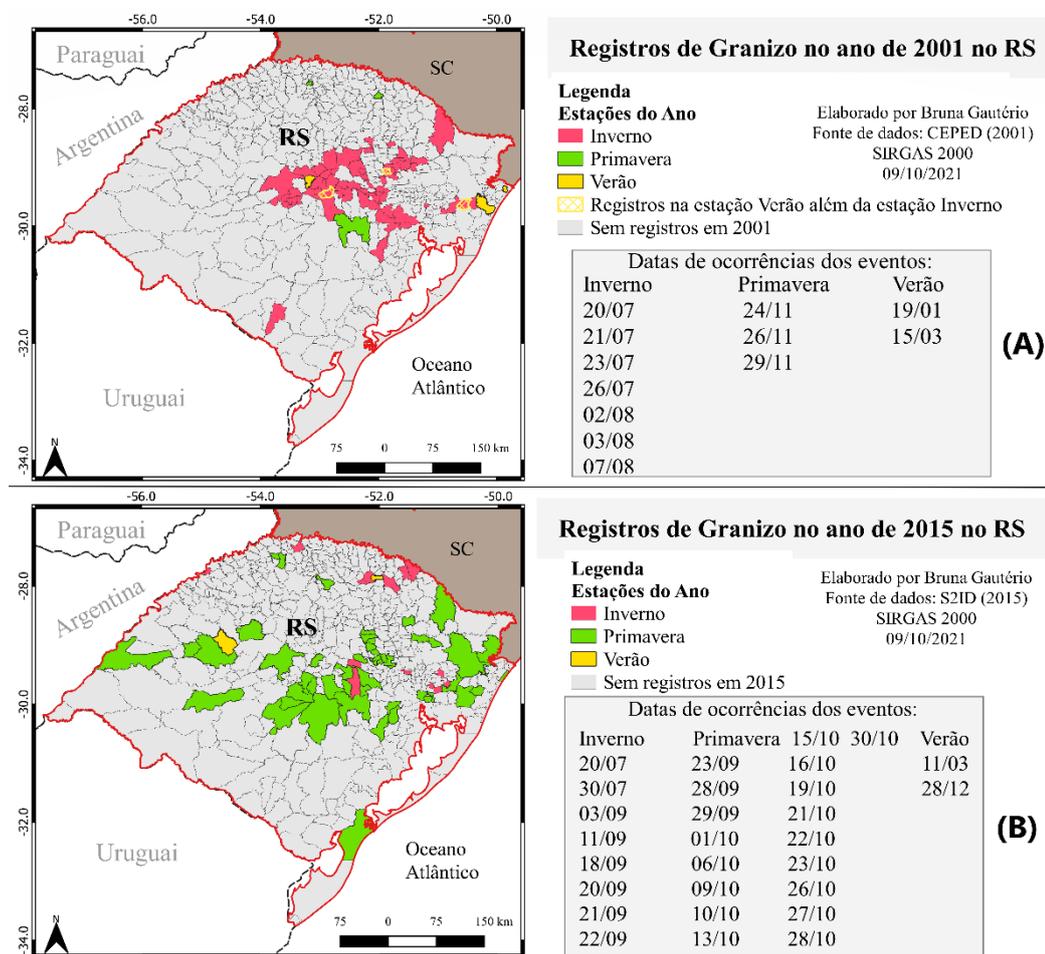
O RS apresentou dois anos de episódios extremos com valores atípicos quando comparados com os totais de registros dos demais anos do período de análise, são eles o ano de 2001 com 72 e o ano de 2015 com 69. A Figura 3 mostra a espacialização dos registros desses anos de acordo com a estação do ano mais recorrente em relação de ocorrência. No ano de 2001, a estação predominante foi a do inverno (22/06 a 23/09), em consonância com episódios de enxurradas, e a primavera (23/09 a 22/12) foi a estação predominante no ano de 2015, em conjunto com episódios de enxurradas, inundações e alagamentos. A prevalência dessas estações corrobora com os resultados apresentados por Berlato, De Melo e Fontana (2000) e Nedel, Sausen e Saito (2012) os quais sugerem que a primavera é a estação de maior ocorrência seguido do inverno.

Analisando os mapas anteriores representativos para o RS (Figuras 3a e 3b) percebe-se que em 2001 as granizadas nas estações apresentadas, majoritariamente na parte central do estado, concentraram-se entre as unidades geomorfológicas da depressão central e o planalto meridional. No ano de 2015, as granizadas foram mais espacializadas em quase todas as unidades geomorfológicas do estado, incluindo o litoral no extremo sul da região sul. Neste trabalho, não estão sendo considerados os aspectos físicos do terreno, porém é de conhecimento de que as granizadas sofrem influência desses fatores geográficos.

Ao longo desses 30 anos e seis meses de análise não foi possível notar uma tendência de aumento das adversidades na RSB, apenas a existência de períodos aleatórios com aumento e diminuição de episódios. Contudo, percebe-se que a partir dos anos 2000, a quantidade de registros de granizo no RS tornou-se expressiva em comparação com SC e PR visto que apenas 4 anos e seis meses (2002, 2004, 2005, 2006 e metade do ano de 2021) obtiveram valores abaixo de 10. Com isso, anos com muitas recorrências de registros de granizadas destrutivas afetam de forma geral a vida das

pessoas, visto que o mesmo município pode ser atingido mais de uma vez ao ano prejudicando seu período de resiliência em danos materiais, econômicos e ambientais.

Figura 3: Espacialização das ocorrências de granizo para o RS nos anos de 2001 e 2015. Fonte: os autores, 2021.





das situações de riscos não se concentra em uma única categoria, fazendo com que os fatores de risco interajam entre si e participem de diversas categorias ao mesmo tempo como, por exemplo, as naturais, as tecnológicas, as sociais e as ambientais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a distribuição de ocorrências de eventos de granizo para a RSB quantificando o total de registros por municípios e o percentual de municípios não atingidos em 30 anos e seis meses de análise. A RSB é a que apresenta o maior número de eventos de granizo destrutivos no Brasil e foi mostrado que o RS foi o estado com o maior número de registros, seguido de SC e PR. Em relação a distribuição temporal, o ano de 1998 foi o mais significativo com 156 eventos, com 72 ocorrências no PR, 67 em SC e 17 no RS.

O granizo é um fenômeno com alto poder destrutivo causando danos socioeconômicos, principalmente, quando associado a outros fatores que potencializam o desastre. Assim, nos registros identificados por municípios destacam-se Itaipópolis (SC) com 15 registros, Santa Cruz do Sul (RS) e Salto do Lontra (PR) com 8, evidenciando diversos episódios do fenômeno ao longo dos anos e causando impactos na vida e economia.

Os resultados contribuem na compreensão da distribuição espacial e temporal dos eventos de granizo destrutivos que recorreram aos registros no CEPED e S2ID. Adicionalmente, auxiliarão em trabalhos futuros e em planos de ações de prevenção dos órgãos de proteção e defesa civil de cada município. Sugere-se devido a importância desse estudo, a continuidade deste trabalho com a análise de uma série histórica maior de dados, ultrapassando os 30 anos estudados por esse trabalho. A continuidade e atualização desse estudo permitirá atuar na mitigação de danos ocasionados por esses eventos e que atingem populações que por vezes dependem diretamente economicamente do(s) objeto(s) atingido(s) e danificado(s) e explorar o ambiente atmosférico prévio aos eventos.



## REFERÊNCIAS

- BERLATO, M. A.; DE MELO, R. W.; FONTANA, D. C. Risco de Ocorrência de Granizo do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v.8, n.1, 2000, p. 121-132.
- CALDANA, N. F. da S. et al. Precipitações de Granizo e os Impactos na Mesorregião Sudoeste Paranaense, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.12, n.04, 2019, p. 1327-1339.
- 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.
- COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres. **Tabela de Classificação de Desastres**. 2012. Disponível em: <[encurtador.com.br/jmsFX](http://encurtador.com.br/jmsFX)>. Acesso em 20 de mar. de 2020.
- DORNELES, V. R.; RIQUETTI, N. B.; NUNES, A. **Forçantes Dinâmicas e Térmicas Associadas a um Caso de Precipitação Intensa Sobre o Rio Grande do Sul, Brasil**. *Revista Brasileira de Climatologia*. v.26, 2020, p. 220-232.
- IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*. **Global Warming of 1.5°C**. 2018, 630p. Disponível em: <[encurtador.com.br/dtzF1](http://encurtador.com.br/dtzF1)>. Acesso em: 27 jun. 2021.
- LIMA, K. B. **Análise dos Desastres Causados por Tempestades e Elevados Índices Pluviométricos no Rio Grande do Sul entre 2011 e 2018**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFRGS, Porto Alegre/RS. 2020, 88 p.
- LIMA, C. O.; BONETTI, J. Proposta Metodológica para Adequação das Informações do Censo Demográfico do IBGE na Análise da Vulnerabilidade Social a Eventos Extremos na Zona Costeira. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.63, n.2, 2018. 120-138p.
- MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J. **Natural Hazards**: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Revista Ambiente & Sociedade*, v.7, n.2, 2004, p. 95-109.
- MARTINS, J. A. et al. Climatology of Destructive Hailstorms in Brazil. **Atmospheric Research**, v. 184, p. 126-138, 2017.
- MORAES, F. D. S. *et al.* Atmospheric characteristics favorable for the development of mesoscale convective complexes in southern Brazil. **Climate Research**, v. 80, p. 4-58,



2020.

NEDEL, A.; SAUSEN, T. M.; SAITO, S. M. Zoneamento dos Desastres Naturais Ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul no Período 1989-2009: granizo e vendaval. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v.27, n.2, 2012, 119-126 p.

OLIVEIRA, G. S. de.; SATYAMURTY, P. O *El Niño* de 1997/98: evolução e impactos no Brasil. **X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VI Congresso da Flismet**. 1998, 1-4 p.

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.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Caderno de Desenvolvimento de Santa Catarina – Itaiópolis**. 2019. Disponível em: <<https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Itaiopolis%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>>. Acesso em 14 out 2021.

SILVA, J. B. da; ROSEGHINI, W. F. F. A Influência da Urbanização na Temperatura do Ar e de Superfície na Cidade de Curitiba no Período de 2001 a 2015. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Goiânia – GO: UFG, 2016, p. 853-863.

SPERLING, V. B. **Processos Físicos e Elétricos das Tempestades de Granizo na Região Sul do Brasil**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia – INPE, São José dos Campos/SP. 2018, 187 p.

S2ID – Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres. **Arquivo Digital**. Disponível em: <<https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/>>. Acesso em 14 out 2021.

TAVARES, R. Clima, Tempo e Desastres. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, p. 111-146.

VEYRET, I. **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. [trad. Dilson Ferreira da Cruz]. – São Paulo: Contexto, 2007, 1-79p.