

DESASTRES CAUSADOS POR TEMPESTADES E ELEVADOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NO RIO GRANDE DO SUL EM 2011 E 2012

Disasters caused by storms and elevated rainfall index in Rio Grande do Sul in 2011 and 2012

Karina Bruno Lima*
Francisco Eliseu Aquino**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul – karina.blima@yahoo.com.br
** Universidade Federal de do Rio Grande do Sul – francisco.aquino@ufrgs.br

Recebido em 02/09/2022. Aceito para publicação em 02/02/2023.
Versão online publicada em 10/04/2023 (<http://seer.ufrgs.br/paraonde>)

Resumo:

O Rio Grande do Sul está localizado em uma região favorável a condições de tempo severo, devido a características de sua posição geográfica e circulação atmosférica. Na análise de documentos oficiais de desastres (AVADAN e FIDE) dos anos de 2011 e 2012, foi possível estimar prejuízos superiores a 300 milhões de reais em cada um destes anos em decorrência apenas dos desastres de origem hidrometeorológica, sendo os desastres relacionados a vendavais e enxurradas os responsáveis pelos maiores danos econômicos. As regiões de Passo Fundo e Porto Alegre foram as mais afetadas no período analisado.

Palavras-chave: Desastres. Eventos Extremos. Danos e Prejuízos. Tempestades.

Abstract:

Rio Grande do Sul is located in a region favorable to severe weather conditions, due to the characteristics of its geographical position and atmospheric circulation. The analysis of official disaster documents (AVADAN and FIDE) for the years 2011 and 2012 made possible to estimate losses greater than 300 million reais in each of these years as a result only from disasters of hydrometeorological origin, being the disasters related to windstorms and floods responsible for the greatest economic damage. The regions of Passo Fundo and Porto Alegre were the most affected in the analyzed period.

Key-words: Disasters. Extreme Events. Losses and Damages. Storms.

Resumen:

Rio Grande do Sul está ubicado en una region favorable a condiciones climáticas severas, debido a las características de su posición geográfica y circulación atmosférica. En el análisis de los documentos oficiales de desastres (AVANDA y FIDE) para los años 2011 y 2012, fue posible estimar pérdidas de más de 300 millones de reales en cada uno de estos años como resultado solo de desastres de origen hidrometeorológico, siendo los desastres relacionados a los vendavales y las inundaciones los responsables de las mayores pérdidas económicas. Las regiones de Passo Fundo y Porto Alegre fueron las más afectadas en el período analizado.

Palabras-clave: Desastres. Eventos extremos. Daños y Pérdidas. Tormentas.

1. INTRODUÇÃO

Alguns fenômenos meteorológicos e climáticos possuem elevado potencial destrutivo podendo deflagrar catástrofes em ambientes receptores que apresentem algum grau de vulnerabilidade. Estes fenômenos também são chamados de eventos severos (ES) ou eventos extremos e, com as mudanças climáticas globais em curso, projeções apontam para uma tendência de aumento de frequência e intensidade destes eventos relacionados a precipitação e temperatura em todo o planeta (ALEXANDER et al., 2006; HANSEN et al., 2010; IPCC, 2012; DEBORTOLI et al., 2017; IPCC, 2021).

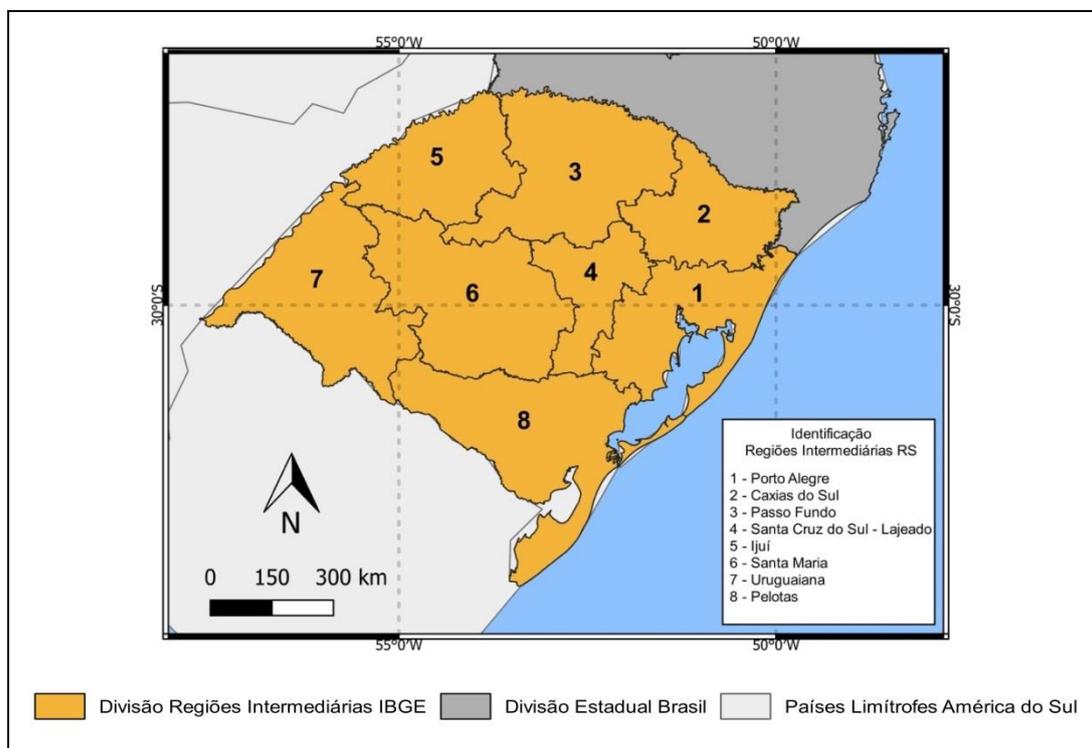
O termo “desastres naturais” é comumente utilizado para se referir a catástrofes que possuam um fenômeno natural, geralmente um evento severo, como agente deflagrador, mas a intensidade do desastre depende não só da magnitude do evento adverso como, principalmente, da vulnerabilidade do sistema receptor – sendo a vulnerabilidade fator determinante no grau dos danos sociais, econômicos e ambientais causados (CASTRO, 1999).

Como exemplos de fenômenos que contribuem na ocorrência de desastres podemos citar tempestades, vendavais, granizo e tornados - que podem gerar destruição de estruturas, interrupção de serviços, além de inundações, enxurradas, alagamentos, escorregamentos e outras situações adversas resultantes de elevadas taxas de precipitação.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o estado do Rio Grande do Sul (RS), localizado na Região Sul do Brasil e, para esta análise, será utilizada a classificação de Regiões Geográficas Intermediárias (IBGE, 2017). O RS possui oito Regiões Geográficas Intermediárias (RGI), sendo elas: Porto Alegre, Pelotas, Santa Maria, Uruguaiana, Ijuí, Passo Fundo, Caxias do Sul e Santa Cruz do Sul – Lajeado.

Figura 1 – As Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul



3. SISTEMAS ATMOSFÉRICOS MAIS ATUANTES NO RIO GRANDE DO SUL

O RS está localizado em uma área de intensa dinâmica atmosférica, com atuação constante de Sistemas Frontais e Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) em suas variadas formas, sendo estes os responsáveis por grande parte da precipitação durante a estação quente nas regiões tropicais e temperadas da América do Sul (VELASCO e FRITSCH, 1987; QUADROS, 2002; VILA, 2004). Segundo Abdoulaev et al. (1996), os SCM são responsáveis por cerca de 13 desastres ao ano no RS

A precipitação no estado ocorre de forma constante durante o ano, mas com uma diferença considerável entre a metade Norte e a metade Sul, tendo a metade Norte totais anuais superiores (BERLATO, 1992; BERLATO et al., 2000; ALVES et al., 2016).

Conforme Nery (2005), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), faixa persistente de nebulosidade que se estende do sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central, é mais marcante nos meses de verão, afeta a dinâmica de chuvas da região. O posicionamento da ZCAS por período prolongado sobre a Região Sudeste estaria associado a períodos de enchentes de verão nesta região e veranicos na Região Sul, enquanto que a inversão dessa situação ocorreria quando a ZCAS se posiciona mais ao sul.

O RS também sofre influência de fenômenos de escala global, como o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS). Enquanto os episódios de El Niño (episódios quentes) costumam favorecer níveis de precipitação acima da média, os episódios de La Niña (episódios frios) geralmente se relacionam a precipitação abaixo da média (FONTANA; BERLATO, 1997; DIAZ et al., 1998; GRIMM et al., 2000).

4. DESASTRES

Segundo Castro (1999), o desastre se caracteriza não pelo evento adverso em si, mas pelas consequências do mesmo em um ecossistema vulnerável, quando causa danos humanos, materiais, ambientais e prejuízos econômicos e sociais.

Conforme o autor, os desastres são quantificados em intensidade, em função dos danos e prejuízos causados, enquanto os eventos adversos são quantificados em magnitude.

A ameaça é definida como a estimativa de probabilidade de concretização e provável magnitude de um evento adverso, sendo o conceito mais relacionado ao agente detonante. Já vulnerabilidade é a condição do sistema receptor que, em interação com o evento adverso, vai definir os efeitos. Sendo assim, o grau de vulnerabilidade é medido pela intensidade dos danos em função da magnitude da ameaça (CASTRO, 1999).

Os prejuízos são o dimensionamento da perda não só relacionada ao valor econômico e patrimonial dos bens, mas também ao valor social.

5. MÉTODOS E TÉCNICAS

No Brasil, antes da publicação da Instrução Normativa n. 1, de 24 de agosto de 2012, o registro oficial de desastres poderia ocorrer pela emissão de três documentos: Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED), Avaliação de Danos (AVADAN) ou um Decreto de Prefeitura. Após a publicação da Instrução, o NOPRED e o AVADAN foram substituídos pelo Formulário de Informações sobre Desastres – FIDE (CEPED UFSC, 2016). Logo, até agosto de 2012, os documentos utilizados para esta análise (2011-2012) foram as AVADAN. Apenas para o final do período, foram utilizados FIDE.

Foram selecionados todas as AVADAN e FIDE emitidos no RS entre 01/01/2011 e 31/12/2012, obtidos mediante o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD). Os registros são feitos por cada município atingido e apresentam datas dos eventos, tipificação do desastre, prejuízos resultantes e outras informações. Apenas os registros de desastres relacionados a tempestades e consequências de elevados índices de precipitação foram considerados, segundo classificação da COBRADE.

6. ANÁLISE DOS PREJUÍZOS

Conforme constatado na análise de mais de 200 documentos, há muitos erros em seus preenchimentos, portanto, foi definido com membros da Defesa Civil do RS um padrão a ser seguido na contabilização e uma estratégia de como proceder em casos de claros erros.

No ano de 2011 e até agosto de 2012, o documento era a AVADAN, que contabiliza danos materiais, danos ambientais, prejuízos econômicos e prejuízos sociais, porém, as colunas para registro de prejuízos são expressas em notações de mil reais, ou seja, os valores constantes ali devem ser multiplicados por mil para que se chegue ao resultado do prejuízo avaliado. Quando os erros de preenchimento eram claros (um valor não dividido por mil ou com a vírgula em local incorreto), os valores foram corrigidos. Muitas vezes foi possível verificar que o valor estava preenchido de forma incorreta por meio da quantidade da perda determinada (as toneladas perdidas na agricultura, por exemplo).

A partir de setembro de 2012, o documento se torna o FIDE, com padrão diferenciado da AVADAN.

Nenhum valor foi arbitrado, mas em casos em que foram perceptíveis erros, estes foram corrigidos, conforme conhecimento de metodologia adequada e razoabilidade. Todos os valores aqui trabalhados servem apenas como estimativa.

As AVANDAN e FIDE informam a data, o local, danos e prejuízos resultantes, além de informar a causa do desastre (vendaval, por exemplo). Nos poucos casos onde houve dupla ou tripla tipificação do desastre, ou seja, quando foi escolhida mais de uma causa (vendaval e granizo, por exemplo), os prejuízos foram contabilizados como “outros”, pois não é possível definir e separar o dano causado por cada fenômeno.

7. ANÁLISE DE FREQUÊNCIA E REGIÃO

Os registros de desastres são realizados por cada município atingido, podendo um único evento meteorológico contribuir para vários registros em diversos municípios. Da mesma forma, é possível que um único registro tenha se originado de mais de um evento meteorológico.

Após o levantamento e contabilização das datas, municípios atingidos e desastres informados no RS entre 2011 e 2012, foi possível definir as regiões do RS mais atingidas por cada tipo de desastre, determinando a frequência destes em cada Região Geográfica Intermediária no período total de dois anos, bem como a frequência trimestral.

Os trimestres foram definidos em: primeiro (Janeiro, Fevereiro e Março - JFM); segundo (Abril, Maio e Junho - AMJ); terceiro (Julho, Agosto e Setembro –

JAS), e quarto (Outubro, Novembro e Dezembro - OND).

Nos poucos casos em que os registros informavam mais de uma tipificação como, por exemplo, vendaval e granizo, foram consideradas ambas as entradas para a análise de frequência, pois ambos os eventos meteorológicos ocorreram.

O ano de 2011

O ano de 2011 possui um total de 251 AVADAN registrados, sendo 184 (73,3%) relacionados a tempestades severas e elevados níveis pluviométricos. Ocorrências referentes a desastres não relacionados ao tema deste estudo (26,7%) não foram consideradas. Há desastres que foram registrados como tendo mais de uma categoria em seus relatórios, estes foram contabilizados separadamente e constam nos gráficos como “outros”.

A Figura 2 apresenta as porcentagens das ocorrências de cada tipo de desastre, conforme o número de registros, e a Figura 3 os prejuízos decorrentes no ano de 2011.

Figura 2 – Ocorrências de desastres de origem hidrometeorológica no Rio Grande do Sul em 2011



Fonte: SINPDEC.

Figura 3 – Prejuízos dos desastres de origem hidrometeorológica no Rio Grande do Sul em 2011



Fonte: SINPDEC.

A enxurrada foi o evento com maior número de ocorrências, com 53,8% de todos os registros feitos em 2011. Os desastres relacionados às enxurradas foram também os que contabilizaram maiores prejuízos financeiros totais se comparados aos outros desastres analisados, tendo alcançado mais do que o triplo dos prejuízos do segundo colocado (granizo).

O total de prejuízos contabilizados para desastres relacionados a eventos hidrometeorológicos no ano de 2011 foi de cerca de R\$ 495.424.469,19.

O ano de 2012

O ano de 2012 possui um total de 386 registros (AVADAN e FIDE), porém apenas 22 (5,7%) relacionados a tempestades severas e elevados níveis pluviométricos. Os outros 364 registros (94,3%) não serão considerados, pois não estão relacionados aos eventos hidrometeorológicos estudados.

A Figura 4 apresenta as porcentagens das principais ocorrências dos diversos tipos de desastres hidrometeorológicos conforme registros oficiais e a Figura 5 é uma representação dos prejuízos decorrentes por tipo de desastre no ano de 2012. Há desastres que foram registrados como tendo mais de uma categoria em seus relatórios, estes foram contabilizados separadamente e constam nos gráficos como “outros”.

A maior quantidade de ocorrências de desastres no ano de 2012 foi

relacionada a granizo, com 31,8% dos registros e, apesar disso, não correspondeu aos maiores prejuízos - estes se deram para os desastres relacionados a vendavais, que correspondem à segunda posição em quantidade de ocorrências.

Os desastres relacionados a tempestades e elevados índices pluviométricos do ano de 2012 resultaram em um prejuízo total anual aproximado de R\$345.802.413,24.

Figura 4 – Ocorrências de desastres de origem hidrometeorológica no Rio Grande do Sul em 2012



Fonte: SINPDEC.

Figura 5 – Prejuízos dos desastres de origem hidrometeorológica no RS em 2012



Fonte: SINPDEC.

A Figura 6 apresenta as ocorrências dos desastres de origem hidrometeorológica no período analisado. Os desastres tipificados como “enxurrada” foram os mais frequentes, com 49,5% dos registros, seguidos pelos relacionados a vendavais, granizo e inundação. Deslizamentos e desastres com mais de uma tipificação constam em “outros”.

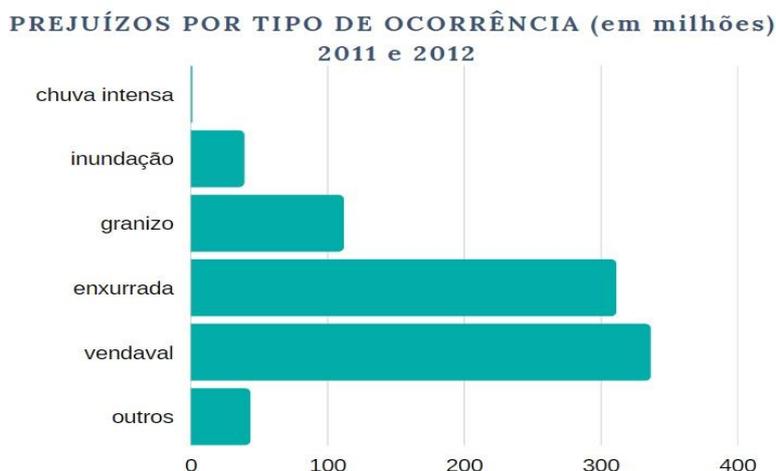
Figura 6 – Ocorrências de desastres de origem hidrometeorológica no Rio Grande do Sul em 2011 e 2012



Fonte: SINPDEC.

A Figura 7 exibe uma comparação entre os prejuízos resultantes de cada tipo de desastre de origem hidrometeorológica. Todos os documentos que apresentaram mais de uma tipificação foram incluídos em “outros”. O evento “vendaval” foi o que causou prejuízo total mais elevado segundo os relatórios dos desastres, seguido pelas enxurradas, granizo e inundações, respectivamente.

Figura 7 – Prejuízos por tipo de desastre informado no RS em 2011 e 2012



Fonte: SINPDEC.

As precipitações pluviométricas (contínuas ou de curta duração) são tratadas como agente deflagrador de deslizamentos, logo, eles também foram considerados nesta análise e constam em “outros”.

Importante ressaltar que os valores apresentados são os contabilizados apenas para os desastres relacionados aos eventos analisados, ou seja, os relacionados a tempestades e elevados índices pluviométricos, ou hidrometeorológicos. Caso fossem contabilizados os prejuízos decorrentes de estiagens e outros eventos, os valores seriam ainda maiores.

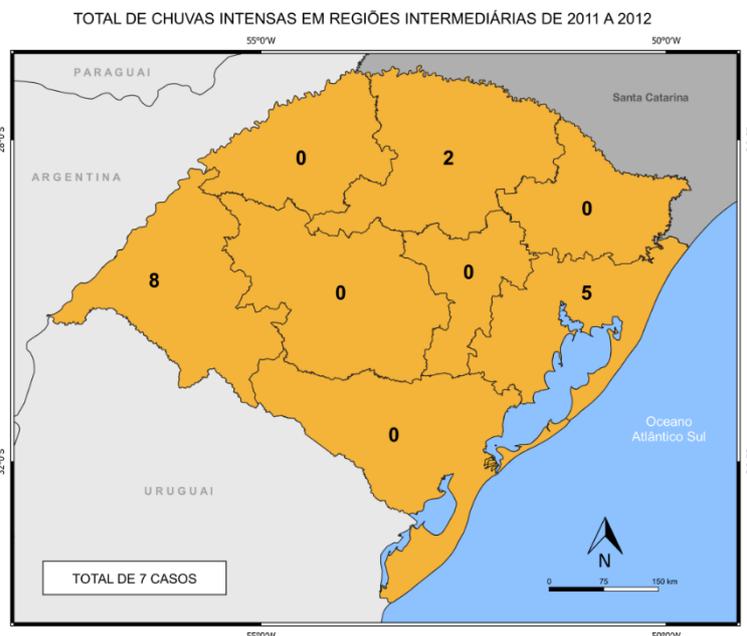
8. ANÁLISE DE FREQUÊNCIA E REGIÃO DE DESASTRES DE ORIGEM HIDROMETEOROLÓGICA NO RIO GRANDE DO SUL

Para analisar a frequência dos ES e os períodos de principal ocorrência em cada RGI do RS, serão utilizados mapas, facilitando a visualização dos dados. Os subitens a seguir analisam cada um dos cinco tipos de eventos mais comuns, com mapas contendo o total de registros em cada RGI durante o período, bem como mapas com a ocorrência trimestral.

Chuva intensa

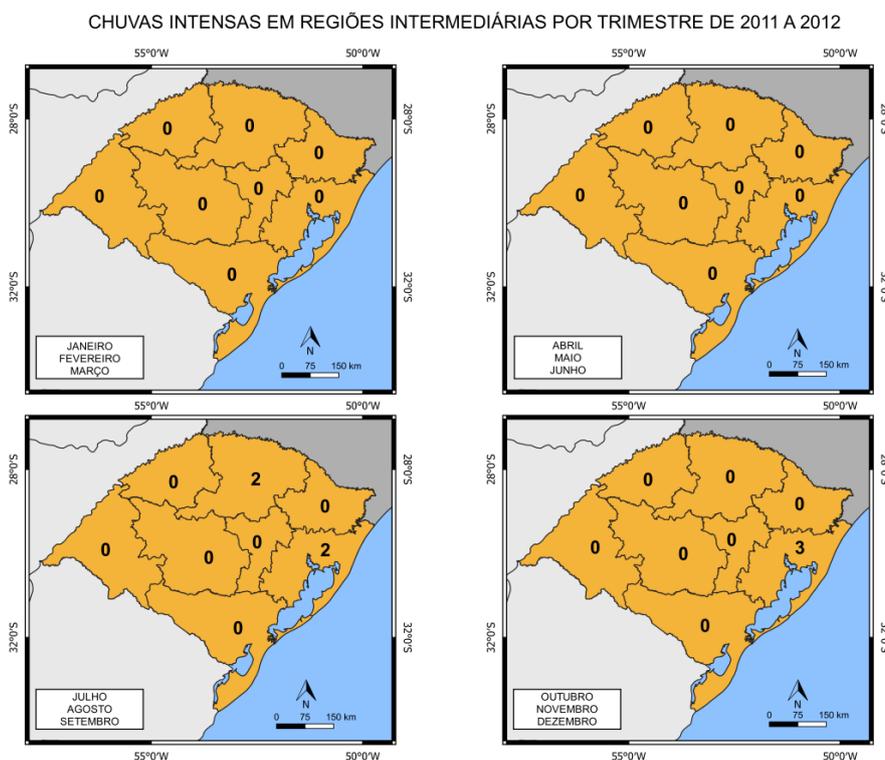
O evento de “chuva intensa” foi registrado sete vezes no RS no período de 2011 a 2012, conforme Figura 8.

Figura 8 – Total de chuvas intensas nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul em 2011 e 2012



A Figura 9 apresenta a frequência de chuvas intensas por trimestre em cada RGI do RS.

Figura 9 – Ocorrência trimestral das chuvas intensas nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul em 2011 e 2012



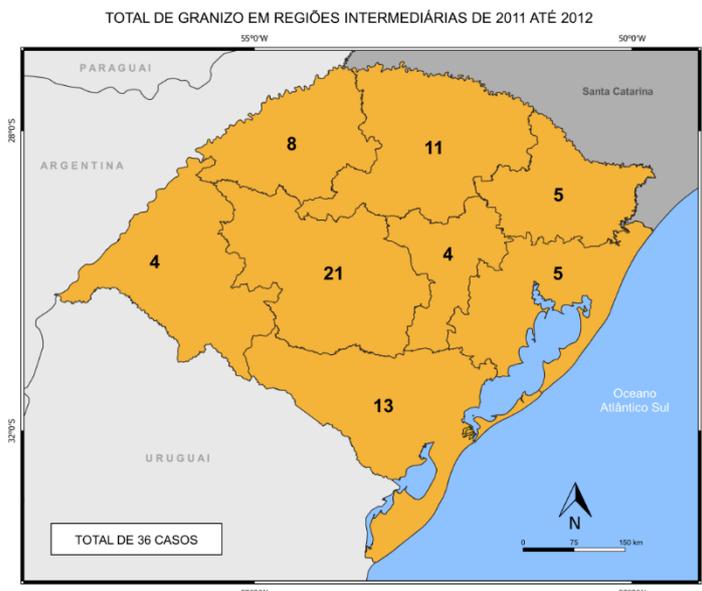
Apenas as RGI 1 e 3 (Porto Alegre e Passo Fundo) possuem registro de ocorrência do desastre tipificado como “chuva intensa. Os registros ocorreram nos trimestres JAS e OND.

A categorização de desastres tendo como causa “chuva intensa” não era comum nos anos desta análise, mas se tornou uma tipificação recorrente em anos posteriores.

Granizo

Os desastres resultantes do fenômeno granizo foram registrados 36 vezes e ocorreram com maior frequência na RGI 6 – Santa Maria. As RGI 4 e 7 registraram menos casos no período, conforme Figura 10.

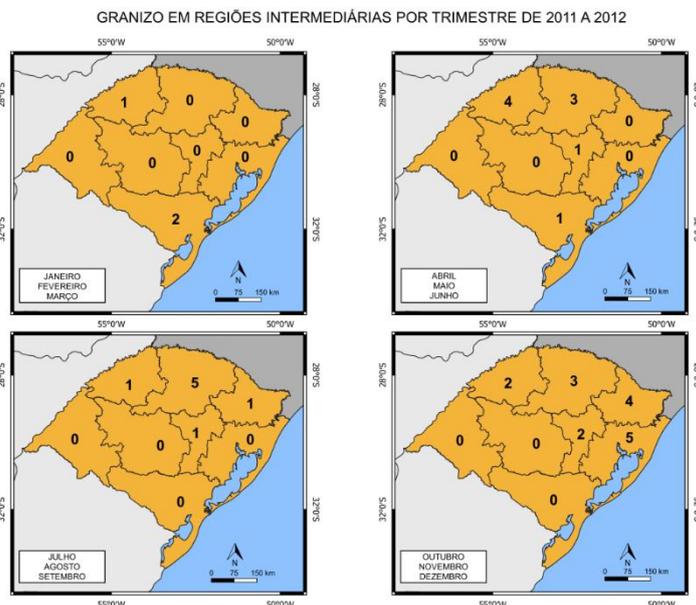
Figura 10 – Total de tempestades de granizo nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul em 2011 e 2012



Com relação à frequência sazonal, a Figura 11 mostra que o trimestre OND registrou a maior parte dos casos com 16 ocorrências. Os trimestres AMJ e JAS, com nove e oito, respectivamente, e o trimestre JFM com uma frequência menor, de três registros.

As RGI 6 e 7 (Santa Maria e Uruguaiana) não registraram nenhum caso de desastre relacionado ao fenômeno granizo durante o período analisado.

Figura 11 – Ocorrência trimestral das tempestades de granizo nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul em 2011 e 2012



Vendaval

O ES denominado vendaval foi responsável por 51 desastres no RS no período de 2011 a 2012. A quantidade de registros por RGI pode ser observada na Figura 12.

A RGI 3 – Passo Fundo concentrou o maior número de casos: 25, seguida pela RGI 1 – Porto Alegre e RGI 5 – Ijuí. A RGI7 – Uruguaiana, não apresentou nenhum caso no período.

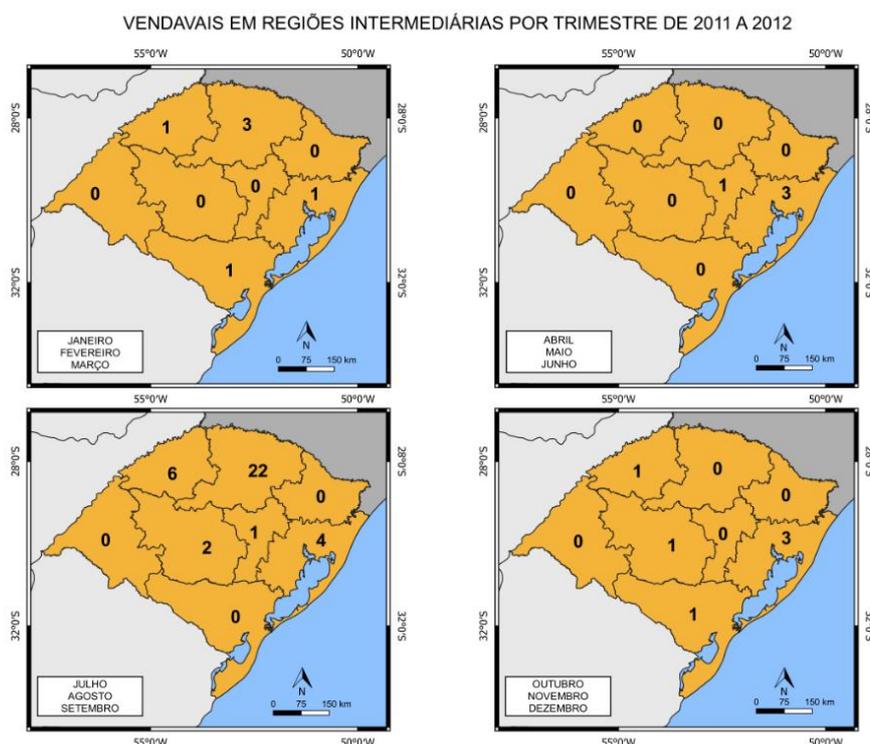
Figura 12 – Total de vendavais nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul em 2011 e 2012



A Figura 13 apresenta a frequência trimestral do evento de vendaval durante o período e o trimestre JAS a grande maioria dos casos – 35 ocorrências. Os outros três trimestres apresentaram quantidade semelhante de casos, entre quatro e seis apenas.

As RGI 2 e 7 (Caxias do Sul e Uruguaiana) não registraram desastres relacionados a vendavais nos anos de 2011 e 2012.

Figura 13 – Ocorrência trimestral de vendavais nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul em 2011 e 2012

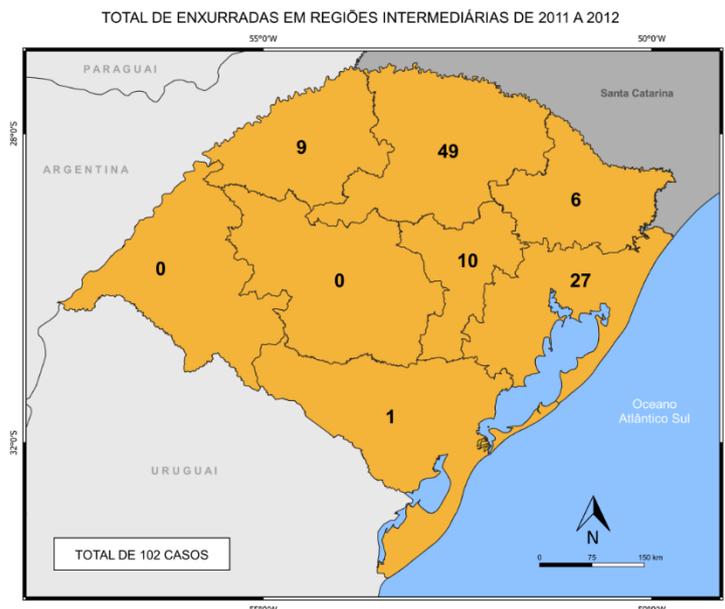


Enxurrada

Os desastres relacionados a enxurradas compreenderam a maioria dos registrados no RS no período de 2011 a 2012, com 102 casos. Houve grande quantidade de ocorrências na região mais a norte do estado, com a RGI 3 – Passo Fundo concentrando a maior parte, enquanto duas regiões na porção meridional não registraram nenhum caso (RGI 6 e 7) e outra região apresentou apenas um caso (RGI 8), conforme Figura 14.

A RGI 3 – Passo Fundo registrou 49 desastres relacionados a enxurradas no período.

Figura 14 – Total de enxurradas nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul em 2011 e 2012

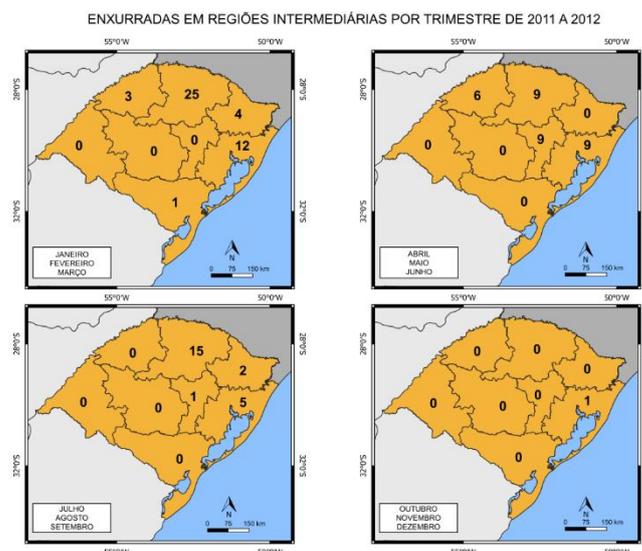


O trimestre JFM registrou 45 dos casos, seguido por AMJ com 33, JAS com 23 e OND com apenas um, conforme Figura 15.

Nota-se que a porção nordeste do estado apresenta a grande maioria dos casos deste tipo de desastre.

As enxurradas, assim como inundações e alagamentos são consequências do aporte de um volume de água maior do que o sistema receptor foi capaz de suportar e podem ser decorrentes de chuvas muito intensas que ocorrem em curtos períodos de tempo ou de chuvas contínuas.

Figura 15 – Ocorrência trimestral de enxurradas nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul em 2011 e 2012



Inundação

O evento de inundação causou 18 desastres no RS no período entre 2011 e 2012. As RGI 1 e 4 (Porto Alegre e Santa Cruz do Sul – Lajeado) concentraram a maior parte dos registros, que foi mais frequente na porção nordeste do estado, conforme Figura 16.

Figura 16 – Total de inundações nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul de 2011 e 2012

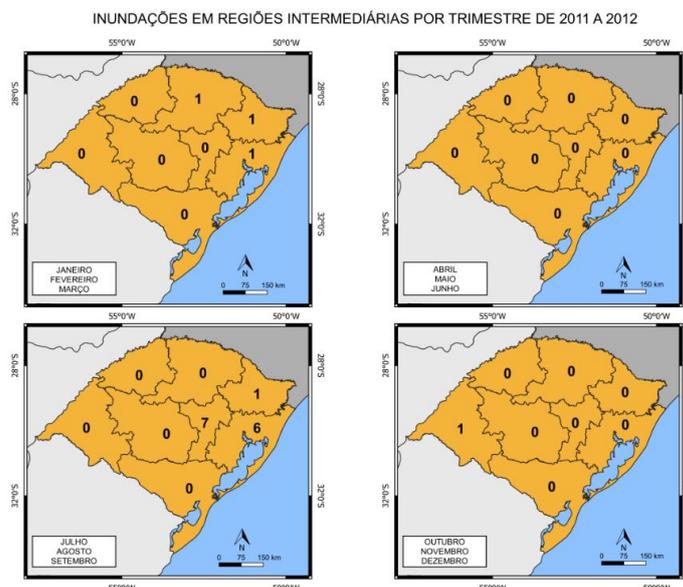


A maior parte dos casos ocorreu no trimestre JAS, seguido por JFM e OND, enquanto no trimestre AMJ não foi registrado nenhum caso, conforme Figura 17.

Três regiões não apresentaram nenhum caso (RGI 5, 6 e 8), enquanto outras duas (RGI 3 e 7) apresentaram um caso cada.

Nas inundações ou enchentes, eleva-se o nível das águas de forma gradual em um curso d'água, ultrapassando sua área de drenagem e atingindo uma área extensa, mantendo-se em situação de cheia por algum tempo (KOBAYAMA et al., 2006).

Figura 17 – Ocorrência trimestral de inundações nas Regiões Geográficas Intermediárias do Rio Grande do Sul de 2011 e 2012



9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos valores informados em relatórios oficiais (AVADAN e FIDE) revelou que o ano de 2011 registrou mais prejuízos que o ano de 2012, porém, é importante ressaltar que o ano de 2012 apresenta muitos relatórios de desastres relacionados a estiagem (94,3% do total) – que não foram considerados neste estudo.

A análise de prejuízos revelou que o ano de 2012, mesmo apresentando apenas 22 casos de desastres de origem hidrometeorológica, ou seja, 88% de casos a menos que o ano de 2011 (que apresentou 184), registrou um prejuízo apenas 30,25% menor. O que nos mostra que a quantidade de registros de desastres não necessariamente reflete o prejuízo anual resultante destes.

Verificou-se que os desastres tipificados como “enxurradas” foram os que mais ocorreram no período de 2011 a 2012, compreendendo 49,5% de todos os casos, porém, foram os desastres relacionados a vendavais, com 21,9% dos casos, os que provocaram maior prejuízo para o período analisado. Também aqui, não houve uma relação de proporcionalidade direta entre maior quantidade de registros relacionado a um fenômeno com o prejuízo resultante dos desastres relacionados a tal fenômeno.

A análise dos tipos dos ES mais frequentes que resultaram em desastres no estado revelou que as regiões de Passo Fundo e Porto Alegre foram bastante afetadas nestes anos e que as enxurradas foram responsáveis por 102 casos, os vendavais por 51, as tempestades de granizo por 36, as inundações por 18 e a tipificação de chuva intensa foi registrada apenas 7 vezes.

Após levantamento dos dados, a contabilização dos prejuízos dos desastres se mostrou complexa, pois há muitos documentos que possuem erros. É importante

ressaltar que nem todos os formulários tiveram seus valores verificados pela Defesa Civil, logo, são interessantes de modo a servir apenas como estimativa no que se refere aos prejuízos econômicos.

REFERÊNCIAS

ABDOULAEV, S.; STAROSTIN, A.; CASARIN, D. P. Sistemas de mesoescala de precipitações no Rio Grande do Sul. Parte 1: Descrição Geral. In: IX CONGRESSO BASILEIRO DE METEOROLOGIA, SBMET. **Anais...** Campos do Jordão. v. 2, 1996, p. 936-940.

ALEXANDER, L. V.; ZHANG, X.; PETERSON, T. C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; KLEIN TANK, A. M.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOUR, A. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, 2006. <<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2005JD006290>>

ALVES, M.; CAMPOS, C. R. J.; NEDEL, A. S. **Eventos severos que afetaram o Rio Grande do Sul em 2009**. Anuário do Instituto de Geociências UFRJ, 2016, p. 98-107.

BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre, 1992, p. 11-23.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; PUCHALSKI, L. **Precipitação pluvial normal e riscos de ocorrência de deficiência pluviométrica e deficiência hídrica no Rio Grande do Sul: Ênfase para a Metade Sul do estado**. Resumos expandidos, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000, p. 67-81.

CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em Defesa Civil**. Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional / Departamento de Defesa Civil. 1999.

CEPED UFSC. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil 1995-2014**. Florianópolis, 2016.

DEBORTOLI, N.S.; CAMARINHA, P.I.M; MARENGO, J.A. **An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change**. **Natural hazards**, v. 86, n. 2, p. 557-582, 2017. < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-016-2705-2>>

FONTANA, D.S.; BERLATO, A. M. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre precipitação do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 1997, p. 127-132.

GRIMM, A.M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate variability in Southern South America associated with El Niño e La Niña events. **Journal of Climate**, 2000. < https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/13/1/1520-0442_2000_013_0035_cvissa_2.0.co_2.xml>

HANSEN, J.; RUEDY, R; SATO, M. Global surface temperature change. **Rev Geophys** 48(4), 2010.
<<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2010RG000345>>

IPCC. **SREX**: full report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, 2012.
<<https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>>

IPCC. **Climate change 2021**: The Physical Science Basis. The Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report addresses the most up-to-date physical understanding of the climate system and climate change, bringing together the latest advances in climate science. 2021. <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>>

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres: conceitos básicos**. Florianópolis. Ed. Organic Trading, 2006.

NETO, S. L. R. Um modelo conceitual de sistema de apoio à decisão espacial para gestão de desastres por inundações. **Tese de Doutorado**. São Paulo: USP, 2000, 231 p. <<https://repositorio.usp.br/item/001129522>>

QUADROS, C.J.L. Variações morfológicas e volumétricas associadas à incidência de Sistemas Frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense. **Dissertação de Mestrado**, no Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002, 57p.

S2iD. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/>>.

SATYAMURTY, P.; DE MATTOS, L.F. Climatological lower tropospheric frontogenesis in the midlatitudes due to horizontal deformation and divergence. **Monthly Weather Review**, v. 117, n.6, 1989, p. 1355-1364.
<https://journals.ametsoc.org/view/journals/mwre/117/6/1520-0493_1989_117_1355_cltfit_2_0_co_2.xml>

SEDEC/MI. Portaria n. 117, de 7 de março de 2012. Anexo VIII – DOU de 09/03/2012 – Seção I. p. 30. 2012.

VELASCO, I.; FRITSCH, J. M. Mesoscale Convective Complexes in the Americas. **Journal of Geophysical Research**, Vol. 92 (D8), 1987, p. 9591-9613.
<<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/JD092iD08p09591>>

VIANA, D. R.; AQUINO, F. E.; BURGOBRAGA, R.; FERREIRA, N. J. Mesoscale convective complexes in Rio Grande do Sul between October and December of 2003 and associated precipitation. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2009, p. 276-291.
<<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/HqRJ68WcVdW69FShS58YS8b/?lang=en>>

VILA, D. A. Sistemas convectivos precipitantes de mesoescala sobre Sudamerica: Ciclos de vida y circulación en gran escala asociada. **Tese de doutorado**. Buenos Aires, 132 p. 2004.