

USO E OCUPAÇÃO DA TERRA: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO DESASTRE CLIMÁTICO DE MAIO DE 2024 NO RIO GRANDE DO SUL

Bruno da Silva Telles ¹
Matheus Domingos Andrade De Sá ²
Camila Oliveira Baptista ³
Julia Hardt Gomes ⁴
Éder Leandro Bayer Maier ⁵

RESUMO

O evento extremo de maio de 2024, provocou em mais de 96% dos municípios do Rio Grande do Sul (RS) em estado de calamidade pública ou situação de emergência, com um número de 806 feridos, 183 mortos e 27 desaparecidos. O objetivo do trabalho é analisar o uso e ocupação da terra nas áreas inundadas no RS para discutir as magnitudes dos impactos socioambientais. Os dados foram obtidos no MapBiomias e no LABMODEL da UFRGS. Os dados do MapBiomias foram recortados pela mancha de inundação e classificados em usos natural, urbano e rural. As áreas inundadas possuem usos e ocupação da seguinte ordem: natural: 33,09%, rural: 65,61%, urbano: 1,28%. Ao combinarmos as informações correspondentes às zonas rural e natural, obtemos 98,7% da área atingida pelo desastre climático. Os resultados apresentados podem contribuir com ações e decisões de ordem administrativa, pública ou privada, relativas ao uso e à ocupação do solo.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; Sistemas de Informações Geográficas; Variabilidade climática.

RESUMEN

El evento extremo de mayo de 2024 ha causado a más del 96% de los municipios de Rio Grande do Sul (RS) un estado de calamidad pública o situación de emergencia, con un saldo de 806 heridos, 183 muertos y 27 desaparecidos. El objetivo de este trabajo es analizar el uso y la ocupación de la tierra en las zonas inundadas de RS para discutir la magnitud de los impactos socioambientales. Los datos se obtuvieron de MapBiomias y LABMODEL de la UFRGS. Los datos de MapBiomias fueron recortados por el área de inundación y clasificados en usos natural, urbano y rural. Las áreas inundadas presentan un uso y ocupación del suelo en el siguiente orden: natural: 33,09%, rural: 65,61%, urbano: 1,28%. Al combinar la información correspondiente a las zonas rural y natural, obtenemos el 98,7% del área afectada

¹ Mestrando de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande-RS - UF, brunodasilvatelles@gmail.com;

² Doutorando de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - RS, matheusandradesa@gmail.com;

³ Doutoranda de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - RS, caca2010.baptista@gmail.com;

⁴ Graduanda em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande-RS, liahhardt16@gmail.com;

⁵ Professor orientador: Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - RS, edermaier@gmail.com.

Agência financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

por el desastre climático. Los resultados presentados pueden contribuir a acciones y decisiones de orden administrativo, público o privado, relativas al uso y la ocupación del suelo.

Palabras clave: Sensoramento remoto; Sistemas de Información Geográfica; Variabilidad climática.

ABSTRACT

The extreme event in May 2024 affected over 96% of the municipalities in Rio Grande do Sul (RS), which were declared in a state of public calamity or emergency, resulting in 806 injured, 183 dead, and 27 missing. The objective of this study is to analyze land use and occupation in the flooded areas of RS to discuss the magnitudes of socio-environmental impacts. Data were obtained from MapBiomas and UFRGS LABMODEL. MapBiomas data were clipped by the flood plain and classified into natural, urban, and rural uses. The flooded areas exhibit land use and occupation in the following order: natural: 33.09%, rural: 65.61%, urban: 1.28%. By combining the information corresponding to rural and natural zones, we obtain 98.7% of the area affected by the climate disaster. The presented results can contribute to administrative, public, or private actions and decisions related to land use and occupation.

Keywords: Remote Sensing; Geographic Information Systems; Climatic variability.

INTRODUÇÃO

As alterações climáticas, cada vez mais, abrem pressupostos para avanços minuciosos em sua compreensão. Eventos climáticos, resultados da variabilidade climática, geram preocupações que ultrapassam fronteiras, necessitando de ações conjuntas, buscando atuações de resiliência pela sociedade frente a essas mudanças. Segundo relatório realizado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês) “até 2030, mostram que a temperatura aumentará em 1,5°C na primeira metade da década de 2030, e será muito difícil controlar o aumento da temperatura dentro de 2,0°C até o final do século XXI.” (IPCC, 2023, p. 7). O evento extremo de maio de 2024, deixou mais de 96% dos municípios do Rio Grande do Sul (RS), em estado de calamidade pública (ECP) ou situação de emergência (SE).

Devido à amplitude dos eventos, o recorte espacial de análise foi o do estado do Rio Grande do Sul, com seu território diretamente afetado pelas águas, em um desastre configurado como hidrológico, conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). A classificação das enxurradas, inundações e alagamentos, são obtidas conforme a velocidade em que ocorre o extravasamento de certo curso d'água. Enxurradas se originam de chuvas intensas e concentradas, já as inundações são graduais e se dão de maneira controlada, sendo mais previsíveis, se originando de chuvas contínuas. Os

alagamentos são consequências de fortes chuvas acumuladas em áreas urbanas (PERES, *et al.*, 2021; CASTRO, 2003). As águas atingiram diversas áreas, se comportando conforme a morfologia do terreno. À montante, houve um empilhamento rápido das águas, como em rios do Planalto Norte-Rio-Grandense, e, em sua jusante, a Planície Costeira, um aumento constante no nível da Laguna dos Patos e o consequente prolongamento das inundações às áreas adjacentes.

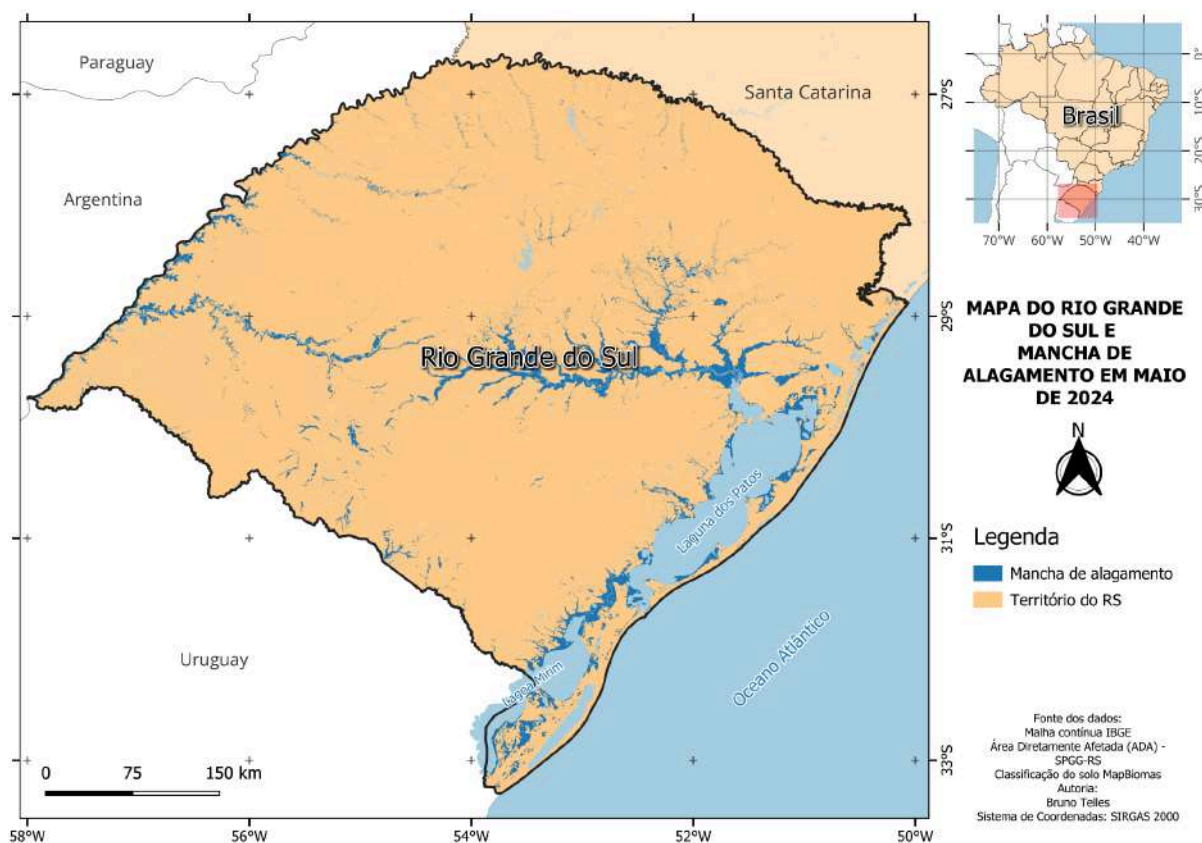
O Rio Grande do Sul, possui uma população de 10.882.965 habitantes, conforme último Censo (IBGE, 2023). O número total de afetados, de forma direta e indireta, chegou a marca de 2.398.255 de pessoas, e de forma direta com 970.788 pessoas, conforme o Mapa Único do Plano Rio Grande⁶, atingidos pela inundação, respectivamente 22,03% e 8,92% do total dos habitantes. Dentre estes, se evidencia o número de 806 feridos, 185 mortos e 23 desaparecidos (DEFESA CIVIL, 2025). Os efeitos destes eventos, resultam da variabilidade climática e de seus conhecidos efeitos climatológicos, como o ENOS (El Niño-Oscilação Sul), um dos principais responsáveis pelas alterações no regime de chuva na região.

Sendo a unidade federativa mais ao sul do Brasil, junto à Região Sul, situa-se em médias latitudes, com seu clima determinado pela posição e pela intensidade da alta subtropical do Atlântico Sul lhe conferindo um clima subtropical úmido (GRIMM, 2009, pág. 274). Os biomas presentes, são a Mata Atlântica, na metade Norte, e o Pampa, compreendendo a metade Sul, sendo o único estado da federação onde ocorre o bioma Pampa. Contém hidrografia muito rica, possui, segundo o decreto Nº 53.885, de 16 de janeiro de 2018, três Regiões Hidrográficas que se subdividem em 25 bacias hidrográficas. São as Regiões Hidrográficas: Bacia do rio Uruguai; Bacia do Guaíba; e, a das Bacias Litorâneas (Rio Grande do Sul, p. 5, 2018).

A Geologia do estado divide-se em cinco unidades geomorfológicas, Planalto Norte-Rio-Grandense (Planalto Meridional), Cuesta do Haedo, (parte do Planalto Meridional erodido), Depressão Central, Escudo Sul-Rio-Grandense (Serras de Sudeste) e Planície Costeira. Possui, na maioria do seu território, um relevo acidentado e geologicamente antigo, o que lhe compete uma grande diversidade de paisagens distintas (SUERTEGARAY; GUASSELLI, 2004).

⁶ Disponível em: mup.rs.gov.br. Acesso em: 20 fev 2025.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



Fonte: organização própria a partir da base de dados do IBGE e da Área Diretamente Afetada (disponibilizado pela: SPGG-RS)

O uso e a ocupação do solo, durante o evento climático, pode nos ajudar a dimensionar as proporções dos impactos sentidos pela sociedade gaúcha, visando uma melhor compreensão das áreas atingidas, como da distribuição espacial desses impactos à população. Para analisar o terreno ocupado durante a enchente de maio de 2024, foi organizado, através dos dados de uso e ocupação de solo do Mapbiomas, uma seleção de camadas correspondentes às porções do solo dos ambientes urbano, rural e natural. O entendimento da abrangência dos eventos climáticos em diferentes áreas do território, pôde ser compreendida a partir do levantamento cartográfico, com dados de uso e ocupação dos solos e das áreas atingidas em maio de 2024, com os dados sendo unidos e trabalhados no *software* QGIS.

A utilização de ferramentas auxiliaadoras em estudos geográficos, com a elaboração de SIGs, podem apoiar a ciência na sistematização das informações. Além disso, “As análises e os levantamentos das áreas de risco, necessitam de acompanhamentos constantes, tanto no que diz respeito às condições físicas da área, como às condições sociais e econômicas.” (TRENTIN, 2013, p. 139). O autor ainda aponta que os SIGs estão cada vez mais sendo

utilizados por possuírem uma estrutura capaz de ser atualizada e consultada de forma rápida. Transformando-se em ferramentas eficazes de ajuda para entidades públicas e privadas.

Com base nos resultados deste trabalho, os eventos climáticos foram capazes de produzir impactos ao território, conforme delimitações realizadas e processadas a partir da junção dos dados de uso e ocupação do solo do MapBiomas e do vetor da área atingida. Conforme a seleção da seguinte ordem: natural: 33,09%, rural: 65,61%, urbano: 1,28%, em relação à área da mancha de alagamento total.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram utilizados os seguintes dados: (1) a plataforma MapBiomas; (2) o programa QGis, um software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG); e, (3) obtenção e interpretação dos dados: Sisperdas e Censo demográfico (IBGE, 2023).

O procedimento para viabilização dos estudos passaram por definir o uso e a ocupação da terra no RS, com a separação dos vetores em uma seleção dos ambientes, dentro da plataforma MapBiomas, definindo as áreas rural, urbana e natural. Foram considerados os Códigos das classes da legenda da Coleção 9 do MapBiomas Brasil, com as classes 1 e 2 relacionadas como “Natural”, com exceção da subclasse “2.2. Formação Campestre”, à área Rural, por representar campos utilizados para pastagens e da pecuária. Para a definição do ambiente Urbano, foi utilizado a subclasse “4.2. Área Urbanizada” com a demais localizadas na classe 4, alocadas, também, ao filtro Natural, necessárias ao detalhamento do filtro das três categorias. Utilizou-se para todas as categorias relacionadas ao rural, o verde de número: #ffefc3; para as de origem Natural: #1f8d49 e do Urbano: #d4271e, estas cores foram extraídas da mesma tabela.

O trabalho utilizou as ferramentas disponíveis à geografia, como da obtenção e cruzamento de dados espacializados e distribuídos em planilhas, malhas vetoriais e de produtos do sensoriamento remoto disponibilizados pelo MapBiomas, formando um Sistema de Informações Geográficas (SIG). A caracterização de um SIG, segundo Fitz (2008, p. 21), “[...] pressupõem a integração de uma ampla gama de conhecimentos, caracterizando esse tipo de sistema como interdisciplinar.” Então, há um compartilhamento multidisciplinar necessário em diversas áreas para ser possível atingir os objetivos da criação deste SIG e a Geografia é uma ciência capaz de realizar esta inter-relação a fim de se obter uma síntese. Segundo

Trentin (2013), “As análises e os levantamentos das áreas de risco necessitam de acompanhamentos constantes, tanto no que diz respeito às condições físicas da área, como às condições sociais e econômicas.” O autor ainda aponta que os SIGs estão cada vez mais sendo utilizados por possuírem uma estrutura capaz de ser atualizada e ser consultada de forma rápida.

A junção de dados em um SIG, com sua organização em padrões, é capaz de gerar informações, mensurar riscos, contribuir com estudos e resultados destes, para tomada de decisões em múltiplas esferas, seja no âmbito público ou privado, que visem entender potenciais áreas de risco. Esses resultados podem contribuir com a confecção de um índice de vulnerabilidade socioambiental para áreas passíveis de serem atingidas por eventos climáticos e podem contribuir para a tomada de decisão a partir destes para exclusão ou não em habitar aquela área. Com os resultados utilizados para medidas não estruturais das ações preventivas aos eventos extremos (Momo et al., 2016, apud Barcelos, 2023, p. 11)

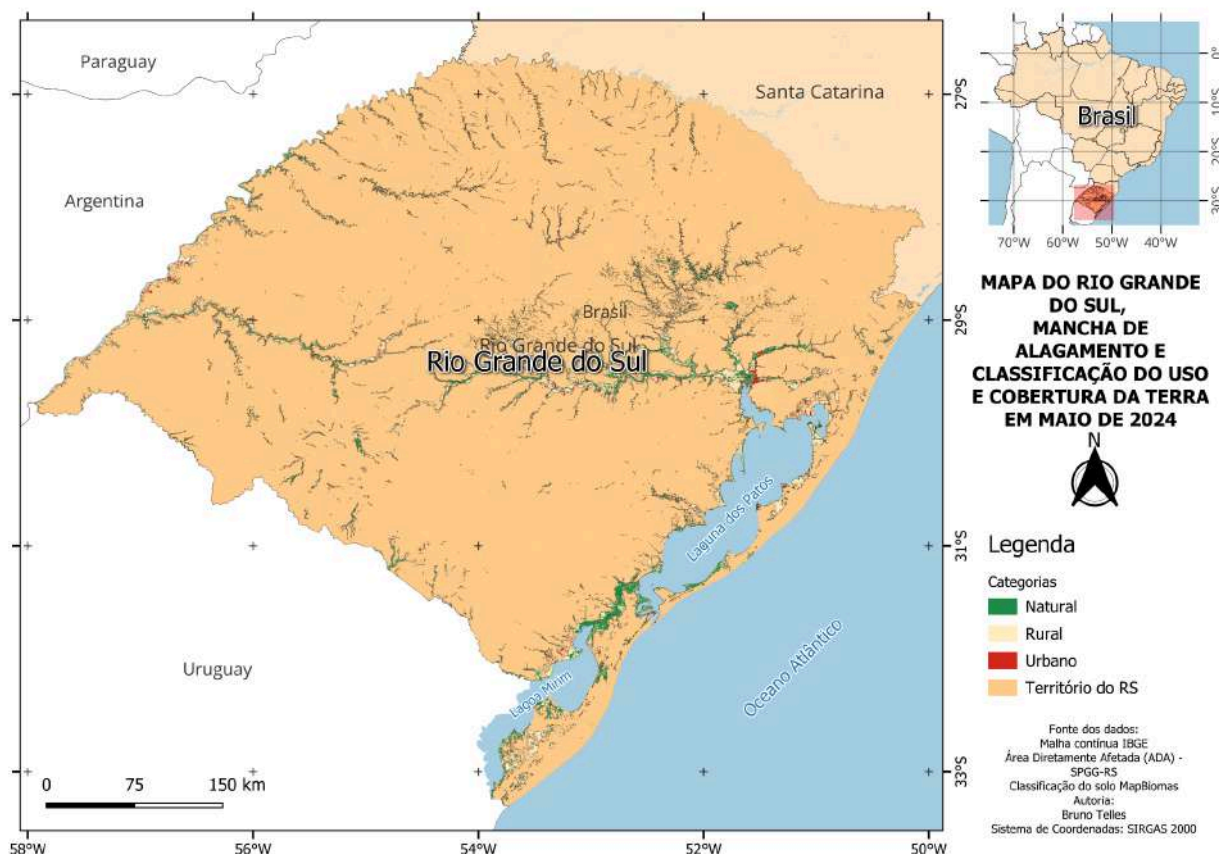
A área atingida pelas águas foi obtida por meio de uma vetorização confeccionada pelo laboratório de Modelagem Ricardo Ayup (LABMODEL-UFRGS). Essa vetorização serviu de base para o estudo da área diretamente afetada pelos eventos climáticos e representou a extensão, com as máximas cotas atingidas pelas águas, sendo processada no programa QGis. O processamento dos dados do trabalho se deu através do *software* QGis, onde foram analisados os arquivos *shapefile* e o recorte *raster* do MapBiomias para o RS. O *shape*, contendo a mancha com o nível máximo do evento hidrológico atingido, durante maio de 2024, é a vetorização elaborada pelo LABMODEL, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e representa a área de máxima elevação das águas no período do desastre hidrológico. Através do MapBiomias, foi extraído o *raster* contendo a classificação digital de imagem, adaptada para a seleção das áreas correspondentes ao rural, urbano e natural.

Para a confecção deste trabalho, se levou em consideração alguns dados quantitativos populacionais e econômicos, como os do IBGE e do Sisperdas. Posteriormente cruzados para realizar a inter-relação com os eventos climáticos em diferentes áreas de estudo. Os ambientes Rural, Urbano e Natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos dados obtidos, foi identificado as proporções das áreas atingidas pela enchente de maio de 2024, revelando sua dimensão. Com uma área total de 281.707,150 km², o estado teve 14.543,35 km², representando 5,16%, de seu território tomado pelas águas. Considerando suas áreas urbana, rural e natural, obtivemos as porcentagens de 1,28%, 65,61% e 33,09%, respectivamente, do território tomado pelos alagamentos, conforme visualizamos nas Figuras 1 e 2. Evidenciamos a relação área e da população atingida, visto da concentração da população em áreas urbanas, há um grande número de afetados nas cidades. Não obstante, mostrou-se claro a presença das áreas urbanas próximas aos corpos hídricos e sua vulnerabilidade à elevação dos mesmos.

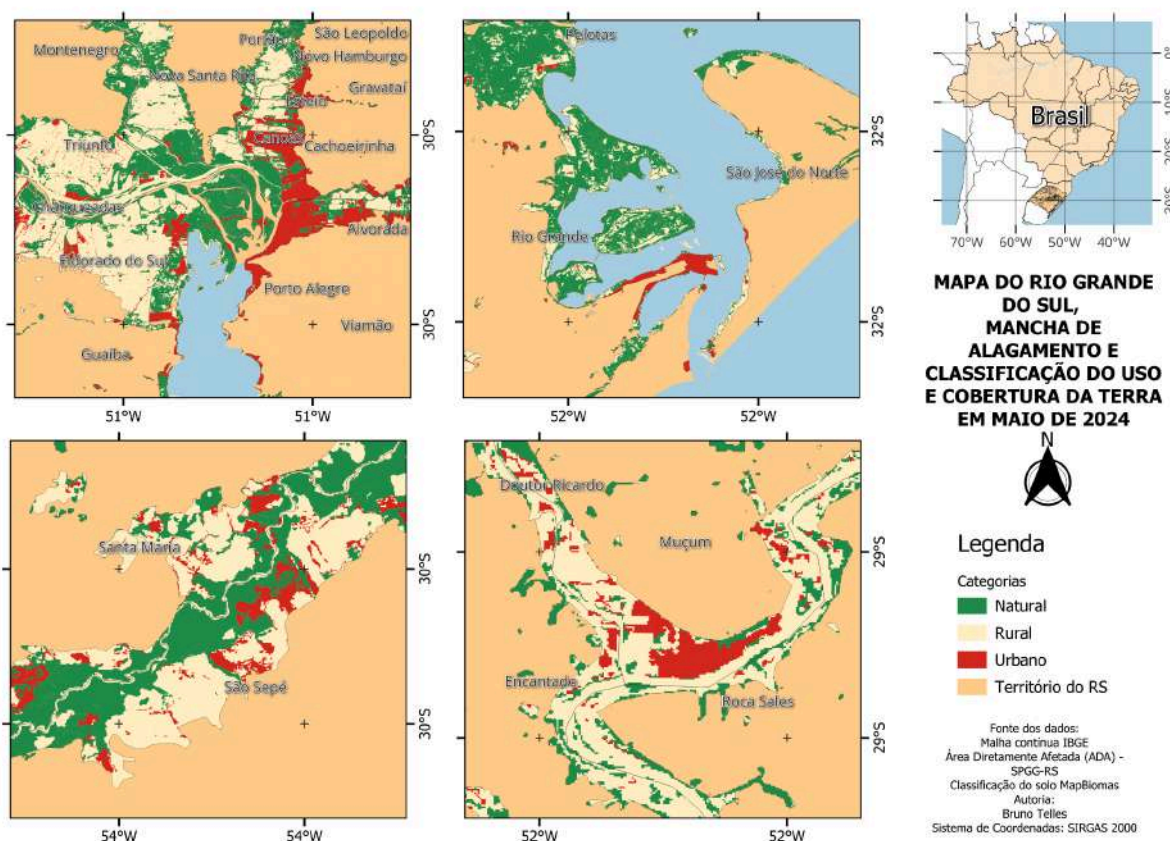
Figura 2: Mapa geral do Rio Grande do Sul com a classificação das áreas atingidas pelo alagamento de acordo com o uso da terra com as categorias: Natural, Urbano e Rural.



Fonte: organização própria a partir da base de dados do IBGE e da Área Diretamente Afetada (disponibilizado pela: SPGG-RS) e dados de cobertura e uso do solo do MapBiomas.

Cerca de 98,7% da área atingida pela enchente corresponde a zonas rurais e naturais. Embora essas áreas não apresentem uma concentração populacional expressiva, é importante não negligenciar as perdas econômicas decorrentes do evento, considerando que o Rio Grande do Sul é um estado com forte presença na produção e exportação de insumos agrícolas. Segundo o Sisperdas, 206.604 propriedades rurais no estado foram atingidas, direta ou indiretamente. Em relação ao milho, por exemplo, foram registrados prejuízos em 244 municípios, abrangendo 113,7 mil hectares e impactando 28.339 produtores, com uma perda de produção estimada em 354,2 mil toneladas (RIO GRANDE DO SUL, 2024).

Figura 3: Mapas de enquadramentos de áreas selecionadas do Rio Grande do Sul com a classificação das áreas atingidas pelo alagamento de acordo com o uso da terra com as categorias: Natural, Urbano e Rural.



Fonte: organização própria a partir da base de dados do IBGE e da Área Diretamente Afetada (disponibilizado pela: SPGG-RS) e dados de cobertura e uso do solo do MapBiomass.

As gestões públicas e privadas, terão novos desafios pela frente, estudos são cada vez mais necessários para o entendimento dos riscos à população. Cabe ainda ressaltar o estabelecimento de Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, como os que abordam as

questões de resiliência climática, estipulados com o Objetivo 13, pela ONU, trazendo como título: “Ação Contra a Mudança Global do Clima”, estabelecendo algumas metas para contribuir com a organização de metodologias para Estados em desenvolvimento, com objetivo de mitigar efeitos resultantes das alterações climáticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importante análise dos dados obtidos através do ferramental disponível, como o da construção de SIGs, proporcionado por *software* como o QGis, contribui com a realização do atual estudo. O uso de imagens classificadas de uso e cobertura de solo, como as disponibilizadas pelo MapBiomas, são importantes para auxiliar pesquisadores e podem ser utilizadas para minimizar impactos futuros à população, favorecendo metas, como a resiliência climática, do objetivo 13 da ONU.

Os resultados obtidos durante a construção deste trabalho contribuem para o debate sobre as ações do poder público frente a eventos extremos, servindo, assim, como uma ferramenta. Os presentes resultados, podem contribuir com ações e escolhas de ordem administrativa, pública ou privada de uso e ocupação do solo, bem como de novos estudos comparativos. Em resumo, podemos colaborar com informações a partir da classificação de uso e ocupação do solo, promovendo dados como de áreas específicas, do presente estudo da população atingida durante o evento hidrológico e a da construção de um SIG.

As informações gráficas representadas nos produto cartográficos gerados, demonstram que o estado gaúcho foi atingido na maior parte do seu território pelos efeitos da enchente de maio de 2024, com suas áreas urbana, rural e natural, obtivemos as porcentagens de 1,28%, 65,61% e 33,09%, respectivamente, do território tomado pelos alagamentos. Cabe ressaltar que uma das características do SIG, é sua capacidade de relacionar diversas informações, proporcionando resultados e respostas aos planejamentos, por exemplo, de áreas de risco, podendo ser classificadas em maior ou menor grau de interesse do que nela realiza o estudo.

REFERÊNCIAS

CASTRO, A. L. C. de. . **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

BARCELOS, Daniel Visentini de. Desenvolvimento de um modelo de Data Science para prevenção de enchentes. 2023. 63 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Organizações

Públicas) – Programa de Pós-Graduação em Gestão de Organizações Públicas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2023.

FITZ, Paulo Roberto. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008

GOVERNO DO RIO GRANDE DO SUL. **Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS.** Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul, 19 ago. 2025. Disponível em: <<https://sosenchentes.rs.gov.br/situacao-nos-municipios#:~:text=Balan%C3%A7o%20das%20enchentes%20de%20maio%20de%202024%20no%20Rio%20Grande%20do%20Sul&text=Afetados%3A%202.398.255,%C3%93bitos%20confirmados%3A%20185>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

GOVERNO DO RIO GRANDE DO SUL. **Painel do Agronegócio 2024 analisa impacto das chuvas severas no Rio Grande do Sul.** Secretária de Planejamento, Governança e Gestão, 29 ago. 2024. Disponível em: [Painel do Agronegócio 2024 analisa impacto das chuvas severas no Rio Grande do Sul - Portal do Estado do Rio Grande do Sul](#). Acesso em: 28 abr. 2025.

GRIMM, A. M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA DIAS, M. A. F.; JUSTI DA SILVA, M. G. A. (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 274.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023

IPCC. Summary for policymakers. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee e J. Romero (eds.)]. Genebra: IPCC, 2023. p. 1-34. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>.

PERES, T. C.; LEAL, K. B ; AQUINO, F. E. . **Desastres meteorológicos, climatológicos e hidrológicos:** os casos da Região Sul do Brasil. In: XIV Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 2021, Online. Anais do XIV ENANPEGE, 2021. p. 1-16.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A. Paisagens (imagens e representações) do Rio Grande do Sul. In: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Orgs.) Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. P. 27-38.

TRENTIN, Romário; BAZZAN, Thiago. **O uso de geotecnologias para análise de áreas de risco e desastres naturais.** In: ROBAINA, Luís Eduardo de Souza; TRENTIN, Romario (org.). Desastres Naturais no Rio Grande do Sul, 2013, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2013. p. 139.