MUDANÇAS CLIMÁTICAS E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO RIO GRANDE DO SUL

CLIMATE CHANGE AND SOCIO-ENVIRONMENTAL VULNERABILITY IN RIO GRANDE DO SUL

Sibele Vasconcelos de Oliveira
Universidade Federal de Santa Maria
sibele.oliveira@ufsm.br

Alexandre Troian
Universidade Cruzeiro do Sul
xtroian@gmail.com

Ednalva Felix das Neves
Universidade Federal de Santa Maria
ednalva.felix@ufsm.br

Bibiana Pinheiro Ribeiro
Universidade Federal de Santa Maria
bibianap.98@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): GT7. Desenvolvimento rural, territorial e regional

Resumo
Recentemente o Rio Grande do Sul foi afetado pela ocorrência de chuvas extremas, que foram responsáveis por deslizamentos de terra, enchentes e inundações. Tais eventos climáticos extremos afetaram as diferentes regiões do estado gaúcho, de forma revelar a vulnerabilidade da população às mudanças climáticas. Por meio da análise multidimensional e a adaptação do método *Alkire-Foster*, o presente estudo dedica-se a estimar um índice de vulnerabilidade socioambiental (IVS). A avaliação de múltiplos dados estatísticos revelou que 56,34% dos municípios do Rio Grande do Sul estão diretamente suscetíveis a crises socioambientais. Em geral, os municípios vulneráveis apresentam privações em 52,28% dos indicadores avaliados. O IVS para o estado gaúcho foi de 29,45%. O número considerável de municípios vulneráveis socioambientalmente revela a necessidade de implementação de planos para o desenvolvimento territorial sustentável, com ações integradas de educação ambiental e, da mesma forma, de equalização dos processos de urbanização e ocupação territorial.
Palavras-chave: Desenvolvimento. Economia. Desastres ambientais. Meio ambiente.

Abstract
Rio Grande do Sul has recently been affected by extreme rainfall, which has caused landslides, floods and flash floods. These extreme weather events affected different regions of the state, revealing the population's vulnerability to climate change. Using multidimensional analysis and an adaptation of the Alkire-Foster method, this study is dedicated to estimating a socio-environmental vulnerability index (SVI). The evaluation of multiple statistical data revealed that 56.34 per cent of Rio Grande do Sul's municipalities are directly susceptible to socio-environmental crises. In general, vulnerable municipalities show deprivation in 52.28 per cent of the indicators assessed. The SVI for the state of Rio Grande do Sul was 29.45%. The considerable number of socio-environmentally vulnerable municipalities reveals the need to implement plans for sustainable territorial development, with integrated environmental education actions and, likewise, the equalisation of urbanisation and land occupation processes.
Keywords*: Development. Economy. Environmental disasters. Environment.*

1. Introdução

As mudanças climáticas têm impulsionado uma série de externalidades negativas sobre as organizações sociais e produtivas, tornando-se um dos maiores desafios da humanidade na atualidade. Considerado um fenômeno mundial, estão relacionadas ao uso e ocupação da terra, à elevação das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa e ao consequente aumento da temperatura média do globo (BLANK, 2015; BARRETO, 2021).

Artaxo (2020) evidencia que as mudanças climáticas são responsáveis por desencadear alterações significativas nos padrões ecossistêmicos, de forma a ameaçar a biodiversidade, bem como aumentar a vulnerabilidade dos serviços a eles associados. Em exemplo, o pesquisador cita que, nas florestas tropicais, as principais transformações atreladas ao aumento de gás carbônico são a mortalidade das árvores, alterações na distribuição e abundância de espécies, alastramento de incêndios, entre outros (ARTAXO, 2020).

Assim sendo, as mudanças climáticas têm motivado alterações nos processos de precipitação, circulação atmosférica, assim como no aumento do nível do mar e outras disfunções ecossistêmicas. Sobretudo, associa-se o fenômeno à ocorrência de eventos extremos, como secas, enchentes, ondas de calor e de frio, furacões e tempestades (ARTAXO, 2020; BLANK, 2015).

Cabe ressaltar que os eventos climáticos extremos também afetam os sistemas socioeconômicos, ao passo que determinam perdas sociais, patrimoniais e também de vidas humanas. Na América Latina, estima-se que 11 milhões de pessoas tenham sido afetadas diretamente por eventos climáticos em 2023, sendo que mais de 900 pessoas morreram. No mesmo período, as perdas econômicas advindas dos eventos extremos foram de US$ 23 bilhões (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2024).

Recentemente, a Organização Meteorológica Mundial (2024) computou que o Brasil foi palco de doze eventos climáticos extremos, incluindo cinco ondas de calor, três chuvas intensas, uma onda de frio, uma inundação, uma seca e um ciclone extratropical. O segundo evento sem precedentes registrado no Brasil em 2023 foi percebido no Rio Grande do Sul (ONU, 2024), onde um ciclone extratropical gerou chuvas volumosas e fortes rajadas de vento. Foram reportadas 92 mortes e/ou desaparecidos e 340 mil pessoas afetadas, sendo que 92 municípios declararam estado de calamidade pública, especialmente os localizados na região do Vale do Taquari (ONU, 2024; RIO GRANDE DO SUL, 2023).

Em 2024, o estado gaúcho foi novamente afetado por eventos extremos, dessa vez por fortes chuvas, que causaram prejuízos a 478 municípios. O Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2024) estimou que 2.398.255 pessoas foram vitimadas pelas chuvas do mês de abril e maio, das quais 806 apresentaram ferimentos, 183 vieram a óbito e 27 seguem desaparecidas (RIO GRANDE DO SUL, 2024). Mais de 616 mil pessoas estiveram desabrigadas, o que levou o Estado a estruturar cerca de 850 abrigos provisórios para acolher moradores das áreas atingidas pelos alagamentos, inundações e deslizamentos (ALMEIDA, 2024).

O impacto total das chuvas extremas de 2024 ainda não pode ser totalmente quantificado, haja vista que os processos de diagnóstico e levantamento das demandas sociais

não estão finalizados. Entretanto, estudos preliminares já apontam para prejuízos econômicos superiores a R$ 8,9 bilhões (CNM, 2024), além de danos a construções e instalações de 19.190 famílias rurais (EMATER-RS, 2024), pelo menos 2,7 mil quilômetros de estradas e vias danificadas (Possantti et al., 2024), entre outros.

Face a repercussão dos eventos climáticos extremos sobre as diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul, é mister reconhecer que a população gaúcha está vulnerável às mudanças climáticas. Por meio da análise multidimensional e a adaptação do método *Alkire-Foster*, o presente estudo dedica-se a estimar um índice de vulnerabilidade socioambiental (IVS), de modo a gerar informações que possam subsidiar a ação pública no planejamento de ações em caso da ocorrência de eventos de tal natureza. Considera-se que os diagnósticos e análises sobre as realidades regionais são importantes ferramentas de gestão de crises, especialmente porque permite reconhecer quais são os territórios mais suscetíveis a intercorrências climáticas e/ou de outras naturezas. Da mesma forma, são instrumentos de gestão pública que podem colaborar para a implementação de estratégias para mitigar e adaptar as formas de organização socioprodutiva às mudanças climáticas.

Assim sendo, a redação da pesquisa está organizada em seis seções, incluindo esta introdução. Na seção 2, são apresentadas algumas discussões sobre as interfaces entre a questão climática e o desenvolvimento territorial. Na terceira seção são esclarecidos os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa. Na seção 4, exploram-se os resultados da operacionalização do método *Alkire-Foster*. Por fim, apresentam-se as conclusões do estudo e as referências consultadas durante as etapas de revisão documental e bibliográfica.

2. A Questão Ambiental e o Desenvolvimento Territorial Sustentável

A emergência de movimentos ambientalistas, especialmente a partir da década de 1960, têm mobilizado o debate social sobre os problemas decorrentes da forma como as diferentes sociedades exploram e impactam o meio ambiente. Além do mais, o crescimento da frequência com que os eventos climáticos extremos têm ocorrido desperta(ou) o interesse da comunidade científica, que se dedica compreender as relações de causalidade para tais fatos, assim como teorizar sobre quais são as estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas mais eficientes e apropriadas a cada território.

Citam-se como exemplos de marcos sociopolíticos na constituição de esforços multilaterais para preservação ambiental tanto a Conferência de Estocolmo (realizada na Suécia em 1972) quanto a Conferência do Rio de Janeiro (realizada no Brasil em 1992). Nestes dois eventos foram realizadas discussões importantes sobre a relação entre as questões ambientais e sociais, assim como sobre a necessidade de serem estabelecidas estratégias para diminuir a emissão de gases geradores do efeito estufa (NASCIMENTO, 2012).

É mister reconhecer que o debate ampliado sobre as questões ambiental e sócio-produtiva aponta para as implicações do modelo de desenvolvimento econômico hegemônico sobre os ecossistemas. A massificação do consumo, a exploração desenfreada dos recursos naturais, a poluição ambiental, dentre outros fatores, tem sido apontada como alguns dos principais causadores das externalidades do modo de vida humano sobre o meio-ambiente

(NASCIMENTO, 2012). Em suma, o crescimento da cultura consumista, garantida pelo crescimento da urbanização e disseminada pelos meios de comunicação de massa vem criando o que Baudrillard (2008) denominou "sociedade do consumo".

Em "O ponto de mutação", Capra (1998) denunciou o risco iminente de continuidade deste modelo de desenvolvimento. Adotando um tom catastrófico, bastante comum entre ativistas e pesquisadores das questões ambientais, o autor chamou a atenção para o fato deste modelo implicar em uma ameaça à vida. Capra (1998) argumentou que, para além degradação ambiental e geração de resíduos, o modelo de desenvolvimento hegemônico também se baseava na contaminação das águas e dos solos, na (má) alimentação da população, em virtude do uso de agrotóxicos na produção de alimentos ou mesmo de alimentos sintéticos.

Jacobi (2005) reforça a ideia de que o modelo de desenvolvimento é determinante sobre as consequências que as decisões econômicas e políticas geram sobre a população e a base ecológica. O autor menciona que são múltiplas as tensões entre desenvolvimento e conservação ambiental, sendo que o "forte viés economicista é um dos fatores de questionamento do conceito pelas organizações ambientalistas" (JACOB, 2005, p. 235).

Cavalcanti (2010), ao realizar ampla revisão sobre as teorias socioambientais, evidencia que o sistema ecológico está ameaçado. Para o autor, existe um embate constante entre "natureza e sociedade" e entre "meio ambiente e economia", que abre espaço para a constituição de incertezas e urgências. À luz da economia ecológica, para que haja o desenvolvimento, este deve ser ecologicamente, social e economicamente sustentável (CAVALCANTI, 2010).

Outrossim, para que seja caracterizado percebido o desenvolvimento territorial sustentável, empreendem-se múltiplos processos que integram as diferentes dimensões do viver social, incluindo as dimensões produtiva, natural, humana e intelectual, cultural, social e institucional (DALLABRIDA, 2022).

Assim sendo, um aspecto central do desenvolvimento territorial sustentável é a valorização das capacidades e potencialidades locais, promovendo a inclusão social e a redução das desigualdades. Conforme Amartya Sen (2000), o desenvolvimento deve ser entendido como um processo de expansão das liberdades humanas, o que implica na criação de condições que permitam às comunidades locais exercerem o protagonismo no planejamento e gestão de seus territórios. Nesse sentido, a promoção de economias locais sustentáveis e a participação ativa da sociedade são essenciais para fortalecer a resiliência territorial e preservar os recursos para as gerações futuras.

Além disso, é importante a conexão entre sustentabilidade ambiental e governança territorial. Eric Sabourin (2010) enfatiza que a gestão sustentável dos recursos de uso comum depende de mecanismos de governança coletiva que sejam inclusivos e respeitem os conhecimentos tradicionais. Isso envolve o fortalecimento de políticas públicas integradas e a criação de parcerias entre governos, setor privado e sociedade civil. Assim, o Desenvolvimento Territorial Sustentável assume um papel estratégico na construção de territórios mais equitativos, resilientes e alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Em conformidade com o que propõe o ODS 13, "Ação contra a mudança global do clima", os países signatários da Agenda 2030 propõe a adoção de "medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos". Entendendo as mudanças ambientais como algo inevitável, a ONU destaca a importância de reforçar a capacidade de resiliência e adaptação dos povos aos riscos relacionados a estas mudanças, tais como ocorrem nas

catástrofes ambientais. Além disso, a organização propõe que os países assumam o compromisso de aportar recursos financeiros, tanto no planejamento das ações como na execução de ações de mitigação dos efeitos. Ademais, os países devem se responsabilizar pelo planejamento de ações integradas às mudanças climáticas e melhorar a educação e conscientização da população e das instituições para a "mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima" (ONU, 2015).

3. Procedimentos Metodológicos

O presente estudo dedicou-se a realizar uma análise pormenorizada das múltiplas dimensões influentes sobre as condições de vulnerabilidade socioambiental dos municípios do Rio Grande do Sul. Ao adaptar o método *Alkire-Foster* para manipular um conjunto amplo de indicadores sociais, econômicos e ambientais, foi possível estimar um índice de vulnerabilidade socioambiental (IVS).

Em essência, a metodologia desenvolvida por Alkire e Foster (2009) objetiva identificar as privações sociais e econômicas a partir da combinação de duas abordagens: a) a primeira abordagem emprega o método tradicional de contagem do número de privados, oportunizando a análise tanto de variáveis ordinais e categóricas quanto de variáveis numéricas; b) a segunda abordagem incorpora medidas ajustadas para refletir a intensidade das privações (ALKIRE; FOSTER, 2009). Apesar do método *Alkire-Foster* ser originalmente empregado para construir índices de pobreza multidimensional, enquanto uma metodologia matemática, pode ser adaptado de modo a fornecer informações sobre as principais privações socioambientais percebidas em determinados contextos. Vieira et al. (2017) lembram que a principal vantagem dessa metodologia é o emprego de duas linhas de corte (para definição das condições de privação) e a possibilidade de sua decomposição em dimensões, indicadores, regiões, entre outros.

Conforme o Quadro 1, para cálculo do IVS para o Rio Grande do Sul, consideraram-se três dimensões e oito indicadores de análise. A seleção dos indicadores levou em consideração a disponibilidade de dados estatísticos para os 497 municípios do Rio Grande do Sul. Em particular, a dimensão (i) *Socioeconômica* foi representada pelos indicadores *Percentual de famílias em extrema pobreza* (2021) e *Índice de Desenvolvimento Socioeconômico* (IDESE, 2020). Para representar a dimensão (ii) *Proteção e Assistência Social* foram selecionados os seguintes indicadores: *Taxa geral de atualização cadastral junto ao Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal*; *Índice de Gestão Descentralizada* e *Participação no Programa RS Seguro* (ambos os indicadores expressos para o ano de 2022).

Tanto os indicadores da dimensão *Socioeconômica* quanto da dimensão *Proteção e Assistência Social* foram compilados pela Secretaria de Desenvolvimento Social do Rio Grande do Sul, em coleta às bases de dados do Departamento de Projetos Estratégicos (SAS), do Departamento de Economia e Estatística (DEE), do Governo do Rio Grande do Sul e do Governo Federal (RIO GRANDE DO SUL, 2023).

Quadro 1. Dimensões e indicadores selecionados para análise

Dimensões de Análise	Indicadores de Análise	Parâmetros de corte
(i) Socioeconômica	Percentual de famílias em extrema pobreza	0,0490
	Índice de Desenvolvimento Socioeconômico	0,7593
(ii) Proteção e Assistência Social	Taxa geral de atualização cadastral junto ao Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal	0,700
	Índice de Gestão Descentralizada	0,774
	Participação no Programa RS Seguro	Sim
(iii) Ambiental	Risco de deslizamentos	Sim
	Risco de enxurradas	Sim
	Risco de inundações	Sim

Fonte: Elaboração própria (2025).

Por sua vez, a dimensão (iii) *Ambiental* foi constituída de três indicadores: *Risco de deslizamentos*; *Risco de enxurradas* e *Risco de inundações*. Os municípios suscetíveis à ocorrência de desastres naturais foram determinados com base na Nota Técnica nº 1/2023 (BRASIL, 2023). Tais municípios cumpriram os critérios apresentados no Quadro 2 para serem classificados nos subgrupos de deslizamentos, enxurradas e inundações, totalizando 142 municípios no estado do Rio Grande do Sul. Além destes, a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional incluiu outros sete municípios do RS, que foram afetados por desastres naturais em 2023, na lista dos municípios mais suscetíveis a deslizamentos, enxurradas e inundações.

Quadro 2. Critérios para definir os municípios suscetíveis à ocorrência aos desastres naturais

I. Critérios de seleção para enxurradas	1. Municípios que apresentavam 1.000 ou mais pessoas desalojadas ou desabrigadas. 2. Municípios com recorrência de 9 ou mais enxurradas. 3. Municípios com registro de 8 ou mais óbitos.
II. Critérios de seleção para inundações	1. Municípios que apresentavam 1.000 ou mais pessoas desalojadas ou desabrigadas. 2. Municípios com recorrência de 7 ou mais inundações. 3. Municípios com registro de 4 ou mais óbitos.
III. Critérios de seleção para deslizamentos	1. Municípios com recorrência de 2 ou mais deslizamentos. 2. Municípios com registro de 2 ou mais óbitos.
IV. Acréscimo de municípios com critérios especiais (enxurradas e inundações)	1. Capitais de estados ou cidades com problemas reconhecidos. 2. Localização estratégica na bacia. 3. Ocorrências de eventos recentes graves – 2011/2012. 4. Gravidade do problema – mais de 10% dos domicílios atingidos, segundo a Pesquisa do Orçamento Familiar do IBGE.

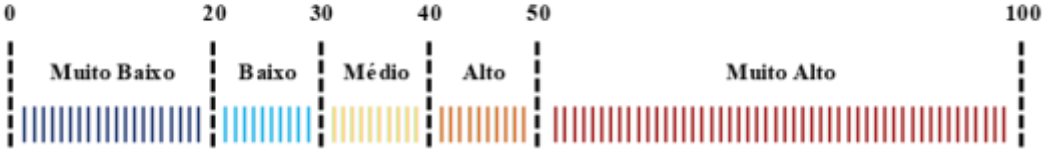
Fonte: adaptado de Brasil (2023).

Os valores apresentados pelo IVS variam entre 0 (menor situação de vulnerabilidade dos municípios) a 1 (máxima situação de vulnerabilidade nos municípios). Entre essas duas escalas, o IVS pode ser classificados em distintos níveis, conforme Figura 1: (a) Muito Baixo

[valores entre 0 e 20]; (b) Baixo [entre 21 e 30]; (c) Médio [entre 31 e 40]; (d) Alto [41 e 50]; (e) Muito Alto [entre 50 e 100].

Para fins de apresentação dos resultados, foram construídos gráficos (para comunicação das estatísticas descritivas) e mapas categorizados (de acordo com as saídas do método *Alkire-Foster*, a saber: a proporção de municípios em vulnerabilidade socioambiental; o hiato médio de vulnerabilidade/privação; e o IVS). Adicionalmente, foram apresentados mapas para ilustrar os municípios gaúchos em situação de emergência e/ou calamidade pública durante o período dos eventos climáticos extremos de 2024.

Figura 1. Níveis de vulnerabilidade socioambiental do IVS



Fonte: adaptado do IPEA (2015).

4. Análise e Discussão dos Resultados

A estimativa do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental para o Rio Grande do Sul revelou que 280 municípios (56,34% dos municípios do estado) apresentaram privações em três ou mais indicadores analisados e, portanto, se encontram em situação de vulnerabilidade socioambiental (Figura 2). Entre o grupo de municípios que apresentou as maiores privações, cita-se Sapucaia do Sul, único com privações nos oito indicadores analisados.

Dez municípios, cinco deles localizados na região metropolitana de Porto Alegre, apresentaram sete privações, dentre as oito possíveis. Outros quarenta municípios (8% dos municípios do estado) apresentaram privações em seis indicadores (RIO GRANDE DO SUL, 2023; 2024; BRASIL, 2023).

Figura 2. Variáveis selecionadas no estudo



Fonte: Rio Grande do Sul (2023, 2024) e Brasil (2023).

O Hiato Médio de Vulnerabilidade é uma medida da intensidade das privações, que corresponde à distância média entre a proporção de municípios em situação de vulnerabilidade socioambiental e o grau de privação. Neste caso, entre os municípios privados em três ou mais indicadores, a intensidade das privações é de 52,28% (RIO GRANDE DO SUL, 2023; 2024; BRASIL, 2023).

O Índice de vulnerabilidade socioambiental é um indicador que caracteriza a situação de vulnerabilidade socioambiental do Rio Grande do Sul. Esse índice reflete os municípios que se encontram em ausência ou insuficiência em relação aos ativos (indicadores) analisados, sendo valores próximos a 100% os que representam situações de maior vulnerabilidade. Conforme as faixas de vulnerabilidade apresentadas pelo IPEA (2015), na presente análise o IVS de 29,45% é considerado baixo (já que quanto mais próximo de zero, menos vulnerável).

A Figura 3 sintetiza os principais resultados derivados da adaptação do método *Alkire-Foster*. Os mapas categorizados apresentam os resultados desagregados por dimensão de análise (Figura A a C). Além do mais, incorporou-se à análise a descrição dos municípios gaúchos em estado de calamidade pública e/ou em situação de emergência (Figura E e F).

Frisa-se que as privações/vulnerabilidade no âmbito da dimensão *socioeconômica* são calculadas a partir do *percentual de famílias em extrema pobreza* dos municípios e do *índice de desenvolvimento socioeconômico*. Conforme Figura 2A, os municípios que se encontram na tonalidade mais escura, no mapa, possuem privação nos dois indicadores (31,4% dos 497 municípios do Rio Grande do Sul), na tonalidade intermediária em apenas um indicador e na cor mais clara, são os municípios que não apresentam privação para essa dimensão (RIO GRANDE DO SUL, 2023; 2024).

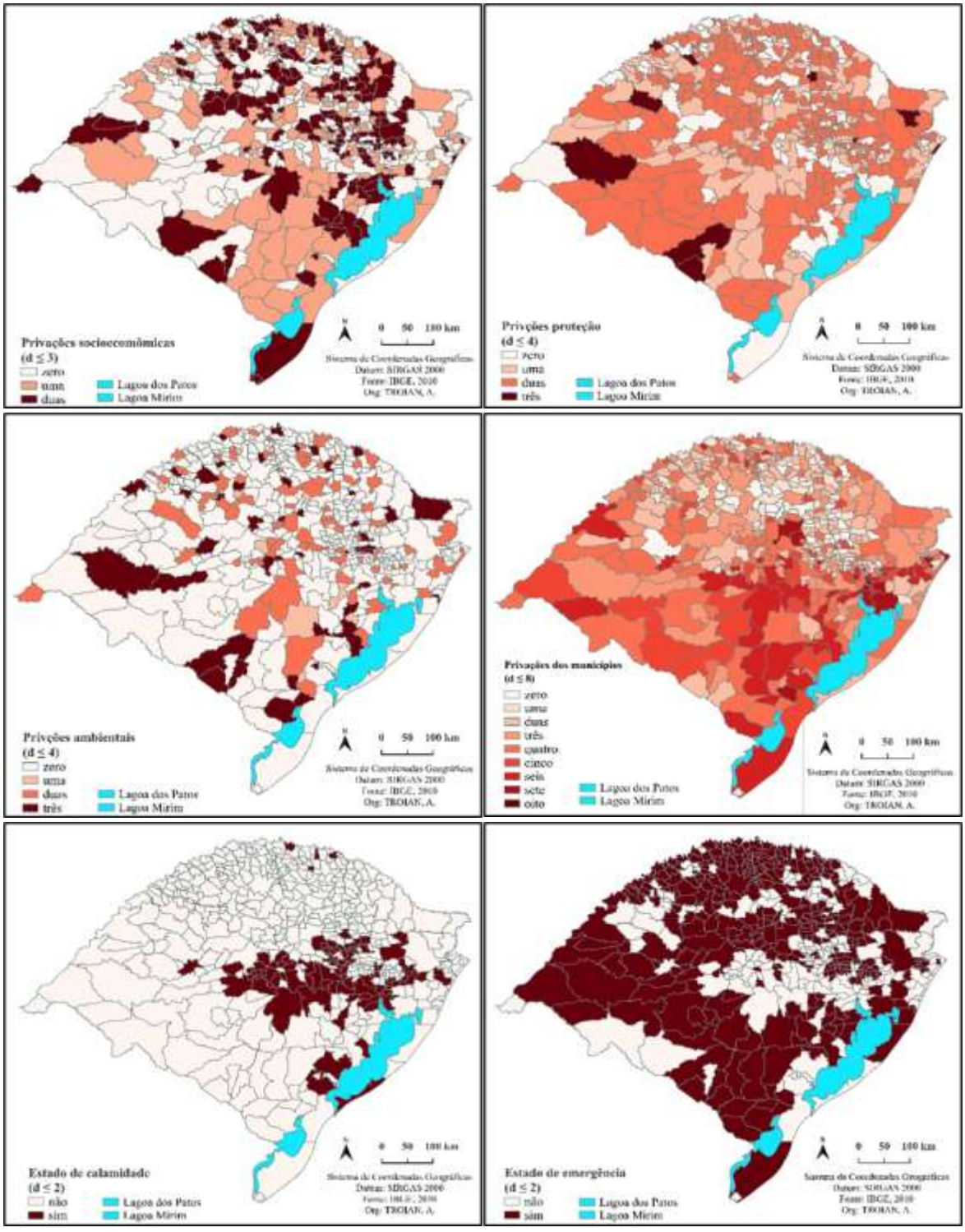
Em síntese, 203 municípios (40,8% de 497) possuem percentual de famílias vivendo em uma situação de extrema pobreza maior que a média da extrema pobreza do estado do Rio Grande do Sul. A maioria desses municípios se encontra na região Nordeste do RS. Contudo, proporcionalmente, a região que concentra o maior número de municípios nessa condição é a Sudoeste. Em termos geográficos, a situação é semelhante para o índice de desenvolvimento socioeconômico, em que, 249 (mais de 50%) dos 497 se encontram vulneráveis, isto é, mais de 6,7 milhões de gaúchos viviam em municípios vulneráveis sob perspectiva do IDESE.

O comportamento das vulnerabilidades decorrentes da dimensão *Proteção e Assistência Social*, que inclui a *Taxa Cadastral junto ao Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal; Índice de Gestão Descentralizada e Participação no Programa RS Seguro* pode ser observado na Figura 2B. Apenas dez municípios são vulneráveis concomitantemente nestes três indicadores, sendo seis localizados na região Metropolitana. Por outro lado, são 333 os municípios que se encontram vulneráveis apenas com relação a *Taxa Cadastral junto ao Cadastro Único* para acessar programas sociais vinculados ao governo federal (esses municípios somados possem cerca de 9,18 milhões de habitantes). As regiões Sudeste e Noroeste são as com maior número de municípios em termos proporcionais (84% dos municípios da região) e absolutos (129), respectivamente (RIO GRANDE DO SUL, 2023; 2024).

Com relação ao *Índice de Gestão Descentralizada*, a região Noroeste possui 159 municípios privados, 73% dos municípios locais, o que faz a região apresentar também a maior proporção de municípios em situação vulnerável, quando comparada às demais seis mesorregiões do estado. Já com relação a *Participação no Programa RS Seguro*, apenas 23 municípios se encontram privados, sendo 12 deles localizados na região metropolitana (Figura 2B) (RIO GRANDE DO SUL, 2023; 2024).

Figura 3. (A) Privações da dimensão *socioeconômica* dos municípios do Rio Grande do Sul, (B) Privações da dimensão *ambiental* dos municípios do Rio Grande do Sul, (C) Privações da

dimensão de *proteção e assistência social* dos municípios do Rio Grande do Sul, (D) Índice de índice de vulnerabilidade socioambiental dos municípios do Rio Grande do Sul, (E) Municípios do Rio Grande do Sul em estado de calamidade pública, (F) Municípios do Rio Grande do Sul em situação de emergência.



Fonte: Rio Grande do Sul (2023, 2024) e Brasil (2023).

Dos 497 municípios do Rio Grande do Sul, 147 municípios são considerados em situação de desastres críticos, associados às chuvas. Esses municípios ocupam área de

129.988km² – sendo mapeados 6.242 km² de área de risco – e totalizam 7.654.923 habitantes. Pouco mais de 313 mil estão expostos a riscos geo-hidrológicos (BRASIL, 2023; IBGE, 2022; IBGE, 2024). Essa população representa 5% da população exposta aos riscos geo-hidrológicos do Brasil.

A Figura 2C apresenta informação sobre a dimensão *ambiental*. Por meio dela, é possível observar que 44 municípios estão vulneráveis (8,9% dos municípios do Rio Grande do Sul) nos três indicadores considerados na avaliação. Ao decompor a análise por indicador, tem-se a seguinte situação: 48 municípios em *risco de deslizamento* (9,7% dos municípios do estado), sendo que praticamente a metade deles localizados nas regiões Metropolitana e Centro Oriental, com população estimada pelo IBGE (2024) em 3,4 milhões de habitantes; 146 municípios apresentam *risco de enxurrada* (29,4% dos 497), destes as regiões Nordeste e Centro Ocidental são as menos suscetíveis. Quanto ao *risco de inundação*, 133 municípios (26,8% do total) estão vulneráveis.

A Figura 2D apresenta as vulnerabilidades dos municípios a partir do agrupamento dos oito indicadores do IVS. Quanto mais clara tonalidade das cores menores as privação dos municípios. Por outro lado, entre os 43,66% municípios melhores avaliados no Rio Grande do Sul, 22,1% (110 municípios) tiveram vulnerabilidades em dois indicadores, 13,28% apresentaram uma vulnerabilidade e outros 41 municípios (8,25%) não tiveram nenhum indício de vulnerabilidade nos oito indicadores analisados (RIO GRANDE DO SUL, 2023).

A despeito do fato de que o método *Alkire-Foster* permitiu estimar um IVS relativamente baixo para o Rio Grande do Sul, é pertinente evidenciar que, durante os anos de 2023 e 2024, o estado enfrentou várias dificuldades decorrentes de uma sequência de eventos climáticos de chuvas intensas. Um desses eventos ocorreu no mês de setembro de 2023 e atingiu fortemente a Região do Vale do Taquari, após um sistema de baixa pressão provocar chuvas intensas. Centenas de pessoas ficaram desabrigadas especialmente nos municípios de Muçum, Roca Sales, Encantado, Cruzeiro do Sul, Bom Retiro do Sul, Lajeado e Estrela. Um segundo evento, com chuvas mais intensas e abrangendo uma região mais extensa, atingiu o estado do Rio Grande do Sul no mês de maio de 2024. Essas chuvas persistiram por mais de 10 dias, sobrecarregando as bacias dos rios Taquari, Caí, Pardo, Jacuí, Sinos e Gravataí, que transbordaram e inundaram diversos municípios. Além disso, a água também chegou ao Guaíba, em Porto Alegre, e à Lagoa dos Patos, em Pelotas e Rio Grande, áreas que até então nunca haviam sido afetadas.

A situação foi devastadora, com cidades arrasadas, famílias desalojadas e comunidades ilhadas. Em face a esses eventos, o Governo do estadual publicou o Decreto 57.646, que estabelece uma lista de municípios em estado de calamidade pública e em situação de emergência. Segundo tal decreto, o número de municípios em estado de calamidade foi de 95, o que representa 19,1% dos municípios do Rio Grande do Sul, sendo quase 70% desses municípios localizados nas Regiões Metropolitana e Centro Oriental (Figura 2E). Completamente, a partir desses eventos climáticos, 65% dos municípios gaúchos foram identificados em estado de calamidade pública, totalizando 323 municípios (Figura 2D). Por conta desses eventos climáticos, em apenas 16% dos municípios, ou seja, 83 cidades do estado do Rio Grande do Sul as consequências diretas foram mais amenas (Rio Grande do Sul, 2024).

Para Marengo et al. (2024), as inundações percebidas no Rio Grande do Sul no período de abril a maio de 2024 atingiram mais de 90% dos municípios do estado gaúcho. Os autores afirmam que as chuvas intensas e persistentes foram as principais responsáveis pelas inundações, em exemplo, citam que os rios Taquari, Cai, dos Sinos e das Antas aumentaram os seus níveis em vários metros, inundando cidades e áreas produtivas rurais. O nível do Lago Guaíba superou os cinco metros, provocando a mais severa enchente histórica da região Metropolitana de Porto Alegre (MARENGO et al., 2024).

Rizzotto, Costa e Lobato (2024) estimaram que mais de 10 milhões de habitantes tenham sido afetados pelas enchentes nos 497 municípios do Rio Grande do Sul. Os prejuízos foram sentidos em âmbito material (com a destruição de casas, comércio, plantações, estradas, aeroporto, infraestrutura em todas as áreas), além de perdas imateriais e irrecuperáveis (até o dia 25 de maio, foram registradas as mortes de 169 pessoas, sendo que 61 seguiram desaparecidas). Em particular, 2,1 milhões de pessoas foram diretamente vitimadas pelos eventos climáticos severos, 650 mil foram desalojadas e 71.500 desabrigadas (acolhidas em abrigos públicos) (RIZZOTTO; COSTA; LOBATO, 2024, p. 1).

Na área da saúde, mais de três mil estabelecimentos de saúde foram atingidos pelas inundações de 2024 no Rio Grande do Sul (RIZZOTTO; COSTA; LOBATO, 2024, p. 1). De acordo com Baggio, Ortiz e Fischer (2024, p. 1) "instituições de saúde públicas e privadas, tanto de baixa quanto de alta complexidade, foram diretamente afetadas pelas enchentes, seja pela necessidade de evacuação pelo alto nível da água ou pela insuficiência de recursos básicos para funcionamento". O bloqueio de vias de acesso às cidades, o fechamento dos aeroportos e da rodoviária de Porto Alegre, além da dificuldade de oferta dos serviços de água potável e energia elétrica (BAGGIO; ORTIZ; FISCHER, 2024, p. 1) foram alguns dos condicionantes de privações sociais às populações atingidas pelas fortes chuvas de 2024.

A avaliação das vulnerabilidades socioambientais a que os municípios do Rio Grande do Sul estão submetidos (vide Quadro 2) indica a importância da prevenção e do planejamento para lidar com desastres climáticos e, também, com problemas socioeconômicos estruturais. De fato, Marengo et al. (2024, p. 222) alegam que "há necessidade de implementar ações preventivas com a população mais vulnerável assim como atividades de educação ambiental para a sociedade, a fim de aumentar a percepção de risco de desastres por parte da população e do poder público".

As mudanças climáticas desafiam as cidades a implementar planos de urbanização e ocupação dos territórios que sejam sustentáveis. Assim sendo, são urgentes o desenvolvimento de estratégias em gestão de risco, educação ambiental e combate às vulnerabilidades socioeconômicas. Torres et al. (2021, p. 159) corroboram esse argumento, demonstrando ser imprescindível assumir as associações entre a agenda de direitos e justiça e as discussões acerca das mudanças climáticas. Para os autores, com vistas ao planejamento dos territórios para a variabilidade climática futura, assume-se "a possibilidade de considerar o componente de justiça e redução das desigualdades na construção de políticas, projetos e planos de adaptação, sejam municipais, provinciais, sejam federais, regiões, bacias, empresas ou sociedade civil, mesmo como estratégia de planejamento da comunidade, insurgente e participativa" (TORRES et al., 2021, p. 159).

Quadro 2. Síntese dos principais resultados estimados para os municípios do RS

Dimensão Privações Socioeconômicas	- Cerca de 31,4% dos municípios do Rio Grande do Sul sofrem com privação nos dois indicadores socioeconômicos analisados (extrema pobreza e índice de desenvolvimento socioeconômico). - 40,8% dos municípios gaúchos apresentam percentuais de extrema pobreza superiores à média estadual. - As regiões Nordeste e Sudoeste concentram os maiores índices de privação socioeconômica, com impacto direto em 503.797 famílias.
Dimensão Proteção e Assistência Social	- Apenas 10 municípios estão privados nos três indicadores avaliados. No entanto, a Taxa Cadastral junto ao Cadastro Único representa a principal privação, afetando 67% dos municípios do estado, especialmente nas regiões Sudeste e Noroeste. - O Índice de Gestão Descentralizada apresenta privação em 159 municípios, enquanto a Participação no Programa RS Seguro impacta apenas 23 municípios.
Dimensão Ambiental	- 147 municípios foram afetados por desastres críticos associados a chuvas, abrangendo 313 mil pessoas expostas a riscos geo-hidrológicos. - Quanto a riscos específicos: 48 municípios enfrentam risco de deslizamento, 146 risco de enxurradas e 133 risco de inundações. - As regiões Metropolitana e Centro Oriental apresentam maior vulnerabilidade a deslizamentos.
Eventos Climáticos Extremos	- Os severos de chuva em 2023 e 2024 ocasionaram graves consequências climáticas a 323 municípios (65% do estado), sendo que 95 municípios decretaram estado de calamidade pública.
Resultados Agregados	- Entre os municípios avaliados, 43,6% apresentam melhores condições gerais, sendo que 8,25% não tiveram privações nos indicadores analisados. - Em 16% dos municípios, os impactos dos eventos climáticos foram menos severos.
Vulnerabilidade socioambiental ampla	- Mais da metade dos municípios do estado (56,34%) apresentam privações em três ou mais indicadores, sendo classificados como vulneráveis socioambientalmente. - Sapucaia do Sul é o único município com privações em todos os oito indicadores analisados, destacando-se como o caso mais crítico.
Distribuição das privações	- Dez municípios (5 deles na região metropolitana de Porto Alegre) apresentam privação em sete indicadores, enquanto outros quarenta municípios (8% do estado) têm privações em seis indicadores, evidenciando uma concentração desigual das vulnerabilidades
Intensidade das privações	- O hiato médio de vulnerabilidade revela que, entre os municípios vulneráveis, a intensidade média das privações é alta, alcançando 52,28%, o que reforça as dificuldades enfrentadas por essas localidades
Baixa vulnerabilidade geral	- Apesar das privações significativas em alguns municípios, o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVS) geral do estado é considerado baixo, com 29,45%, indicando que a maioria dos municípios apresenta menor vulnerabilidade relativa

Fonte: elaborado com base em Rio Grande do Sul (2023, 2024) e Brasil (2023).

5. Considerações Finais

Os municípios do Rio Grande do Sul enfrentam vulnerabilidades provenientes de diferentes naturezas, com concentrações regionais específicas que evidenciam disparidades econômicas e sociais do estado. Uma parcela considerável dos municípios apresenta altos índices de extrema pobreza e baixo desenvolvimento socioeconômico, afetando diretamente milhares de famílias e demandando atenção prioritária para inclusão e suporte.

Além do mais, eventos climáticos intensos e recorrentes têm gerado desastres ambientais críticos, que afetam grande parte do estado, expondo milhares de pessoas a riscos geológicos e hidrológicos. Isso reforça a necessidade de investimentos em infraestrutura e mitigação de desastres. Os eventos extremos de chuva registrados nos últimos anos intensificaram os problemas já existentes, com centenas de municípios em estado de calamidade pública, evidenciando a urgência de ações preventivas e planejamentos efetivos.

Em consideração, algumas regiões apresentam resultados menos severos, indicando que estratégias locais e regionais podem ser eficazes, mas também que o estado enfrenta desafios para uniformizar o acesso a recursos e melhorias. De modo geral, os resultados da pesquisa revelam um cenário complexo, que exige políticas públicas integradas e estratégias regionais específicas para abordar os problemas socioeconômicos, ambientais e sociais do estado do Rio Grande do Sul.

Face aos resultados da pesquisa, fica evidente que o Rio Grande do Sul enfrenta vulnerabilidades socioambientais que exigem uma atuação específica para lidar com os resultados dos desastres causados pelas alterações climáticas, conforme proposto no ODS 13 da ONU. Em termos, é necessário e urgente que o Estado, em sua capacidade de agente planejador, antecipe-se a estes eventos, desenvolvendo políticas públicas para proteger a população em todas as dimensões. Assim, considera-se imperioso que o Estado atue, em primeiro lugar, a proteger a vida, por meio de ações que antecipem a ocorrência dos acontecimentos, comunicando a população para que possam se precaver no que diz respeito aos cuidados necessários. No que diz respeito às perdas materiais, as vulnerabilidades sociais mencionadas neste estudo evidenciam a necessidade de serem desenvolvidos programas para garantir a sobrevivência da população, antecipando-se às situações que colocam em risco o acesso a meios de sobrevivência (alimentos, medicamentos, entre outros), especialmente, em momento de catástrofes ambientais. Ademais, é preciso equipar o estado do Rio Grande do Sul para realização de buscas e socorros a populações em momentos de catástrofes. Também é preciso garantir a proteção aos meios de produção, essenciais para momentos de retomadas e reconstrução e políticas redistributivas, que possam garantir a sobrevivência imediata, em casos de catástrofes consumadas.

Além do mais, a longo prazo é preciso desenvolver pesquisas capazes de indicar a recorrência de eventos climáticos e os locais de potencial impactos. Nestes casos, é preciso que os estudos sejam capazes de indicar a possibilidade destas localidades continuarem sendo habitadas. Sobretudo, são pertinentes os estudos voltados às questões meteorológicas, sobre recuperação do solo, sobre políticas públicas para as populações de áreas de riscos, questões sociais, entre outros. Em suma, é preciso criar uma agenda de pesquisa específica para o enfrentamento a este problema no Rio Grande do Sul e é importante que os governantes dialoguem com estes pesquisadores. Por fim, vale lembrar que este esforço exige uma ação coordenada entre governo estadual e federal e, uma vez que estes problemas têm se repetido, é importante que haja um espaço orçamentário exclusivo para lidar com este problema, isto é, para garantir as políticas públicas de enfrentamento ao problema.

Referências

ALKIRE, S.; FOSTER, J. Counting and multidimensional poverty. In: BRAUN, J. et al. **The poorest and hungry**: assessment, analyses, and actions. Washington: International Food Policy Research Institute, 2009.

ARTAXO, A. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 53-66, 2020. https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.005

BAGGIO, L.; ORTIZ, G. X.; FISCHER, C. C.Desafios e Estratégias para Mitigar os Impactos dos Desastres Climáticos nos Tratamentos Oncológicos: Aprendizados da Enchente de Maio de 2024 no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 70, n. 3, e-004935, p. 1-4, 2024. https://doi.org/10.32635/2176-9745.RBC.2024v70n3.4935

BARRETO, E. S. Mudanças climáticas e a tarefa dos ecossocialistas: pelo abandono do voluntarismo geológico. **Economia e Sociedade**, v. 30, n. 1, p. 211-234, 2021. https://doi.org/10.1590/1982-3533.2020v30n1art10

BAUDRILARD, J. **A sociedade de consumo**. Lisboa: Edições, 2008.

BLANK, D. M. P. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. **Mercator**, v. 14, n. 2, p. 157-172, 2015. https://doi.org/10.4215/RM2015.1402.0010

BRASIL. **Atualização dos critérios e indicadores para a identificação dos municípios mais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais**. Nota Técnica nº 1/2023/SADJ-VI/SAM/CC/PR. Brasília, 2023.

CAPRA, F. O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. Editora Cultrix. 1998.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 53-67, 2010. https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100007

CNM, Conselho Nacional dos Municípios. **Prejuízo com as chuvas no Rio Grande do Sul passa de R$ 8,9 bilhões**, 2024. Disponível em: https://cnm.org.br/comunicacao/noticias/prejuizo-com-as-chuvas-no-rio-grande-do-sul-passa-de-r-8-9-bilhoes. Acesso em: 03 out. 2024.

DALLABRIDA, V. R. Abordagem territorial do desenvolvimento e o desafio de um instrumental metodológico multidimensional: apresentação de dossiê. R**evista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 1, p. 8-12, 2022. https://doi.org/10.54399/rbgdr.v18i1.6596

EMATER-RS, Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural. Impactos das chuvas e cheias extremas no Rio Grande do Sul em maio de 2024. Porto Alegre: EMATER-RS, 2024. Disponível em:

https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/relatorio-sisperdas-evento-enchentes-em-maio-2024.pdf. Acesso em: 03 out. 2024.

JACOBI, P. R. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005. https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000200007

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Editores: Costa, M. A.; Marguti, B. O. Brasília: IPEA, 2015. 77 p. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4381. Acesso em: 09 out. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais**. Brasília, 2024. 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html . Acesso em: 11 out. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população**. Brasília, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html. Acesso em: 11 out. 2024.

MARENGO, J. A. et al. O maior desastre climático do Brasil: chuvas e inundações no estado do Rio Grande do Sul em abril-maio 2024. Estudos Avançados, v. 38, n. 112, p. 203-227, 2024. https://doi.org/10.1590/s0103-4014.202438112.012

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100005

ONU. Organização das Nações Unidas. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nações Unidas Brasil, 15 set. 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 06 jan. 2025.

ONU, Organização das Nações Unidas. **ONU News Perspectiva Global Reportagens Humanas**, 2024. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2024/05/1831366. Acesso em: 03 out. 2024.

POSSANTTI, I. et al. **Banco de dados da inundação na região hidrográfica do Lago Guaíba em Maio de 2024**. Porto Alegre: UFRGS, 2024. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.11166770

RIO GRANDE DO SUL. **Critério Priorização das Cidades** [mensagem pessoal], Mensagem recebida por < valquiria-silva@social.rs.gov.br> em 5 jun. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. **Situação dos municípios**, 2024. Disponível em: https://sosenchentes.rs.gov.br/situacao-nos-municipios. Acesso em: 03 out. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 57.646, de 30 de maio de 2024. Altera o Decreto nº 57.600, de 4 de maio de 2024, que reitera o estado de calamidade pública no território do Estado do Rio Grande do Sul afetado pelos eventos climáticos de chuvas intensas, e especifica os Municípios atingidos. **PALÁCIO PIRATINI**, em Porto Alegre, 30 de maio de

2024. Disponível em: https://www.diariooficial.rs.gov.br/materia?id=1002017. Acesso em: 02 out. 2024.

RIZZOTTO, M. L. F.; COSTA, A. M.; LOBATO, L. V. C. Crise climática e os novos desafios para os sistemas de saúde: o caso das enchentes no Rio Grande do Sul/Brasil. **Saúde Debate**, v. 48, n. 141, e141ED, p. 1-5, 2024. https://doi.org/10.1590/2358-28982024141EDP

SABOURIN, E. Manejo dos Recursos Comuns e Reciprocidade: os Esportes de Elinor Ostrom ao Debate. **Sustentabilidade em Debate**, v. 1, n. 1, p. 143-158, 2010. https://doi.org/10.18472/SustDeb.v1n2.2010.1689

SEN, A. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

TORRES, P. H. C. et al. Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 159-176, 2021. https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.010

TRIBUNAL DE CONTAS DO RS. **Calamidade pública nos municípios do estado do Rio Grande do Sul: eventos climáticos de chuvas intensas**. Cartilha de perguntas e respostas, Porto Alegre, 2024. Disponível em: https://tcers.tc.br/arquivos/tcers-cartilha-calamidade-publica.pdf. Acesso em: 02 out. 2024.

VIEIRA, C. A.; KUHN, D. D.; MARIN, S. R. Método alkire-foster: uma aplicação para a medição de pobreza multidimensional no Rio Grande do Sul (2000-2010). **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 48, p. 267-299, 2017.

WMO, World Meteorological Organization. **State of the Climate in Latin America and the Caribbean**. Geneva: WMO, 2024.