

**OCORRÊNCIA CRESCENTE DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS E
EVIDÊNCIA DA VULNERABILIDADE DE APROVEITAMENTOS
ENERGÉTICOS NO SUL DO BRASIL**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.041-029>

Sebastião Luiz de Oliveira

Doutorado em Desenvolvimento Sustentável
École des Hautes Études en Sciences Sociales – EHESS - França
Natal, Rio Grande do Norte, Brasil
sluiz50@gmail.com

Rafael Zini Ouriques

Doutorado em Engenharia Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil
rafaziniouriques@gmail.com

Vera Lúcia Lopes de Castro

Doutorado em Geociências
Universidade de São Paulo - USP
Natal, Rio Grande do Norte, Brasil
vera.lopes@ufrn.br

RESUMO

O trabalho objetiva analisar e avaliar as vulnerabilidades - de áreas, regiões, ambientes, estruturas e populações - a desastres e perdas em consequência de eventos extremos, associados às mudanças climáticas. O estudo restringe-se ao território do estado do Rio Grande do Sul (RS) e, em especial, a sua infraestrutura de geração de energia elétrica renovável, com foco nas características definidoras do potencial aproveitamento dos recursos hídricos, eólicos e solares. Metodologicamente, é feito um resgate histórico/analítico da sequência de implantação e consolidação da infraestrutura de produção das três matrizes energéticas, assim como da frequência e intensidade com que os eventos extremos passaram a ocorrer. Como resultado, se comprova o quanto essas infraestruturas energéticas, mais e mais presentes no RS, e indicadas sob a ótica das tecnologias disponíveis e sob o crivo custo-benefício, vêm apresentando vulnerabilidades aos fenômenos climáticos extremos recentes. Algumas recomendações são apresentadas a título de conclusão, com a consideração das variáveis “mudanças climáticas/eventos extremos” nos processos de planejamento e de implantação dessas instalações, visando a redução das perdas de toda ordem.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Eventos extremos. Infraestrutura energética. Energias renováveis. Vulnerabilidades.

1 INTRODUÇÃO

Algumas regiões caracterizam-se por dispor de condições naturais propícias à geração energética em escala comercial de diferentes fontes e, no caso em análise o olhar está direcionado, em especial, àquelas consideradas renováveis e sustentáveis: hidráulica, eólica e solar fotovoltaica. Nessa situação privilegiada, no caso do Brasil, pode-se considerar em particular, o estado do Rio Grande do Sul.

Para aproveitamentos hidrelétricos, em princípio, são fatores fundamentais quedas d'água ou corredeiras, presentes em vales de rios, canais, gargantas e *canyons* com volumes de água regulares ao longo do ano. As características geográficas nestes locais favorecem a exploração do potencial identificado. No caso dos aproveitamentos eólicos, fatores favoráveis incluem a disposição/presença de serras, bordas de planaltos ou outras elevações do terreno, bem como extensas áreas costeiras/litorâneas, com incidência de ventos a velocidades elevadas e constantes. Além disso, a ausência de obstáculos que interfiram na passagem dos ventos também contribui para o potencial eólico dessas regiões. No que diz respeito à exploração da energia solar, especialmente em parques fotovoltaicos ditos centralizados, o possível aproveitamento mostra-se viável, ainda que em uma análise preliminar, dispondo-se de claridade e/ou incidência solar por pelo menos oito horas diárias ao longo das quatro estações. Outras características locais que devem ser consideradas são as extensas áreas livres/abertas para a instalação das estruturas com as placas fotovoltaicas, sem a interferência de elementos/obstáculos altos que produzam sombras.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar e avaliar as vulnerabilidades de áreas, regiões, ambientes, estruturas e populações a desastres e perdas decorrentes de eventos extremos associados às mudanças climáticas. O estado do RS foi selecionado como área de estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em termos hidrológicos o RS pode ser considerado como um dos estados brasileiros melhor provido de recursos hídricos superficiais, e conta com três grandes bacias hidrográficas coletoras (também denominadas regiões hidrográficas): i) a bacia ou região hidrográfica do Rio Uruguai (compreende em torno de 57% da superfície do estado); ii) a bacia ou região hidrográfica do Guaíba (com aproximadamente 30% da área do estado); e, iii) a bacia ou região hidrográfica Litorânea (abrange 13% do território estadual). Estas três grandes bacias (Figura 1), no que concerne à gestão dos recursos hídricos, estão subdivididas atualmente em 25 comitês de bacias, criados entre 1988 e 2012 (Rio Grande do Sul, 2022).

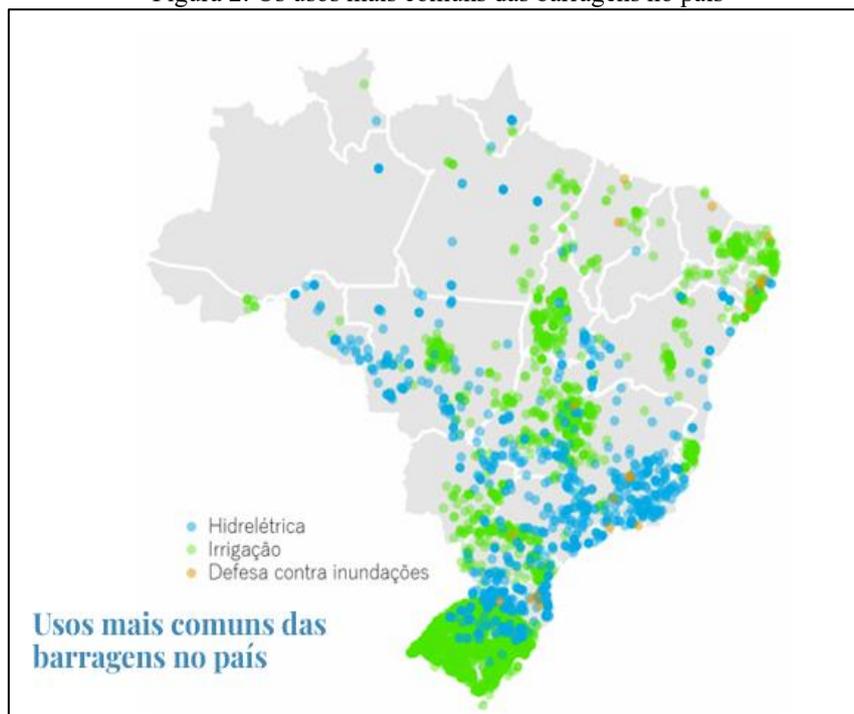
A criação e o funcionamento desses comitês surgiram em decorrência da aplicação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Entre

no esforço de controle de enchentes nos momentos mais críticos, a maior parte daquelas situadas no RS foram projetadas para a geração de energia elétrica. Neste sentido, alterar sua função para a prioridade de “defesa contra inundações” demandaria mudanças radicais na operação cotidiana destas estruturas ao longo do ano.

Ademais, diante da fragilidade e das potenciais perdas causadas por eventos climáticos extremos no RS, destaca-se que a bacia hidrográfica do Guaíba, embora abranja 30% do território do estado, concentra dois terços da população e é responsável por 90% do PIB estadual.

Na Figura 2, extraída do Relatório de Segurança de Barragens publicado em 2019 pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, são apresentados, em um dos mapas-resumo, “Os usos mais comuns das barragens no país”. No território do Rio Grande Sul, chama a atenção o fato de haver apenas uma única barragem com uso prioritário para “Defesa contra inundações” (no Rio Uruguai, no norte do estado), que contrasta com a predominância de barragens destinadas prioritariamente a “Hidrelétricas” e “Irrigação” (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2019).

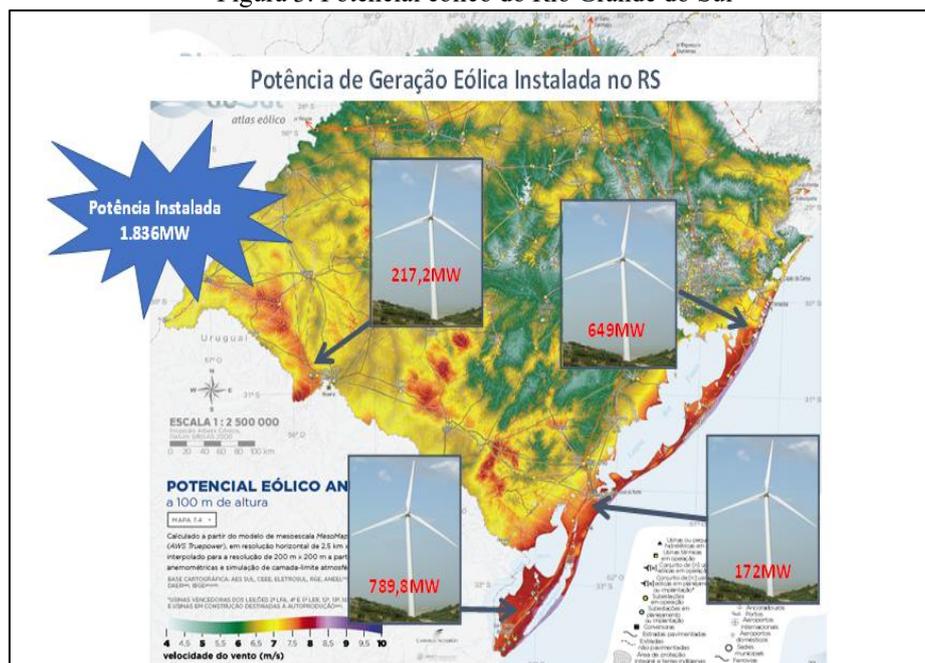
Figura 2. Os usos mais comuns das barragens no país



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, Relatório de Segurança de Barragens, 2019.

Quanto às reservas de energia eólica do estado, pesquisas e inventários do potencial de geração comprovaram a viabilidade de seu aproveitamento, como destaca a Figura 3. Desde 2006, quando foram instaladas as primeiras torres aerogeradoras em Osório - RS, diversos outros parques/complexos eólicos surgiram no estado, somando atualmente mais de 80 em operação (Rio Grande do Sul, 2014).

Figura 3. Potencial eólico do Rio Grande do Sul

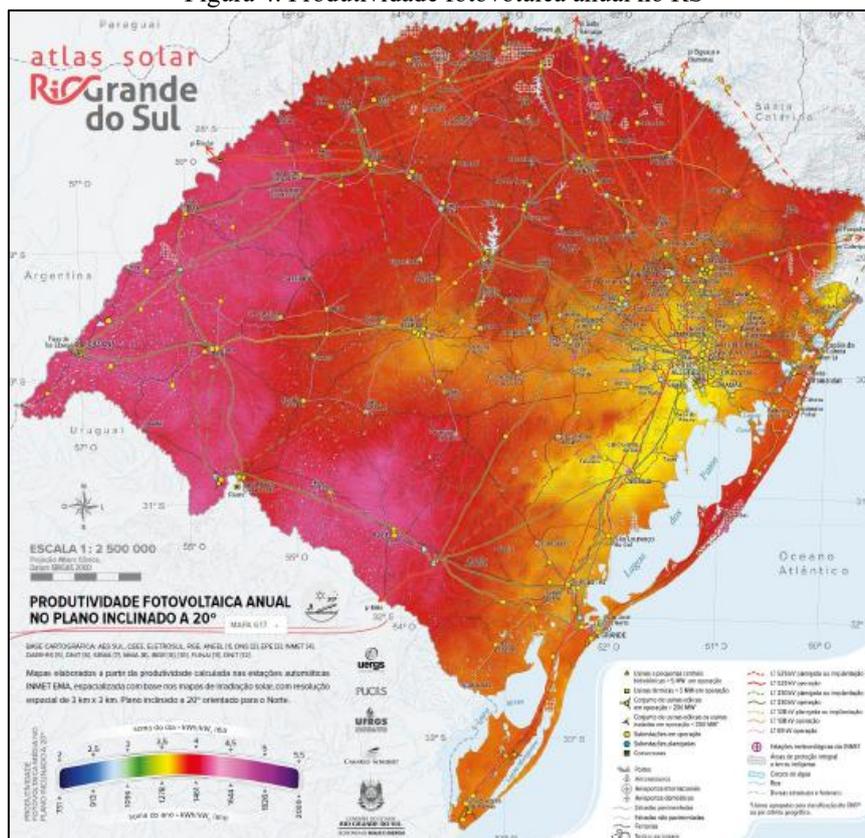


Fonte: Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento – AGDI, Atlas Eólico: Rio Grande do Sul, 2014.

A aptidão e o potencial do RS para o aproveitamento de energia solar por meio de usinas fotovoltaicas, sejam na modalidade distribuída ou na centralizada, em ambientes *onshore* como *offshore*, foram amplamente avaliados em vários estudos recentes. Estes estudos mostraram cenários promissores para a aplicação em larga escala dessa tecnologia em diferentes regiões do estado, conforme ilustrado na Figura 4 (Rio Grande do Sul, 2018).

A produção de energia solar fotovoltaica no RS iniciou na década de 2010, sob a forma distribuída, com aproveitamentos em domicílios, comércios e indústrias. A partir de 2016 surgem, também, grandes usinas centralizadas. Levantamentos de março de 2023 estimaram em mais de 220 mil os sistemas solares fotovoltaicos ativos no estado.

Figura 4. Produtividade fotovoltaica anual no RS



Fonte: Secretaria de Minas e Energia do Rio Grande do Sul, 2018.

3 METODOLOGIA

Procede-se ao resgate histórico/análítico da sequência de implantação e consolidação da infraestrutura de produção das três matrizes energéticas e, com um horizonte temporal dos últimos 40 anos, são analisados vários eventos/desastres naturais associados ao agravamento das mudanças climáticas que têm atingido o estado do RS. Dentre tais eventos/desastres naturais, ganham relevância os de intensidade crescente e com maior frequência, como: enchentes, enxurradas, erosões de margens, vendavais, precipitações de granizo, vendavais acompanhados de precipitações de granizo, tornados, furacões, estiagens e deslizamentos de encostas.

Com base nesta lista de possíveis desastres naturais, para fins de análise, destacam-se dois grupos de eventos: i) aqueles desastres correlacionados às chuvas/dinâmica fluvial; e ii) os correlacionados aos ventos/desastres atmosféricos. Deste modo, no presente estudo foram computados os desastres associados a decretos de “Situação de Emergência” ou de “Estado de Calamidade Pública” declarados pelos municípios gaúchos e homologados oficialmente pelo governo estadual/ Defesa Civil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados catalogados de 1980 a 2020 no estado do Rio Grande do Sul (por vezes com a inclusão das áreas afetadas no sul do estado de Santa Catarina), as chuvas/dinâmica fluvial originaram o registro oficial de 962 desastres/calamidades, que incluíram alagamentos, chuvas

intensas, enxurradas, inundações e enchentes. No caso dos ventos, foram originados o registro oficial de 2.424 desastres/calamidades, relacionadas à vendavais/tempestades, precipitações de granizo, tornados, ciclones extratropicais e furacões (Dávila, 2021; Reckziegel, 2007).

Dentre os desastres/eventos extremos mais significativos associados aos ventos/desastres atmosféricos incluídos no período analisado, e aqui considerados, estão: 1) tornados ocorridos em julho e dezembro de 2003, que atingiu respectivamente, os municípios de São Francisco de Paula e Antônio Prado; 2) furacão Catarina, ocorrido em março de 2004 no sul do estado de Santa Catarina e cinco municípios do litoral norte do RS, com ventos de até 150 km/h; 3) tornado ocorrido em agosto de 2005, que atingiu o município de Muitos Capões, com ventos de até 180 km/h; e, 4) vendaval muito intenso ocorrido em dezembro de 2014, atingindo o município de Santana do Livramento, com ventos de até 250 km/h, que derrubou oito torres de geração de energia eólica, no parque eólico Cerro Chato, pertencente à Eletrosul. No que concerne aos eventos extremos associados às chuvas/dinâmica fluvial que resultaram, direta ou indiretamente, danos significativos à infraestrutura de produção de energia hidrelétrica, foco e objeto deste estudo, ganham relevância e destacam-se dois episódios marcantes ocorridos em 2023 e 2024, a saber:

- 1) série de nove ciclones extratropicais seguidos de chuvas intensas/enchentes ocorridos em 2023 (três deles de grande intensidade em junho, julho e setembro), sendo que o último deles atingiu fortemente o vale do Rio Taquari, com enorme quantidade de chuva e vendavais acompanhados de precipitação de granizo, causando inundações e muitas perdas, o que tornou este o maior desastre natural do RS, até então, em mais de seis décadas. Além das enormes perdas materiais, esse ciclone deixou um saldo de 50 mortos e 8 desaparecidos (g1 RS, 2023);
- 2) chuvas intensas e incessantes nos dias finais de abril e parte de maio de 2024, resultado de um amplo bloqueio atmosférico sobre grande parte do estado, ocasionando rápidas elevações dos níveis com extravasamento de calha em arroios, córregos, pequenos riachos e regiões ribeirinhas, assim como elevação dos rios principais e, na sequência, provocando alagamentos e inundações amplas em várias cidades do interior, na região metropolitana de Porto Alegre e em grande parte da própria capital do RS. Em várias cidades, no período entre 27 de abril e 2 de maio, chegou a chover de 500 a 700 mm, correspondendo a um terço da média histórica de precipitação para todo um ano, e em muitas outras cidades a precipitação ficou entre 300 e 400 mm entre 3 e 5 de maio.

Esse evento atingiu cerca de 78% dos municípios gaúchos e 336 tiveram reconhecida a situação de calamidade pública. O desastre, dada a quantidade de atingidos (mais de 2,3 milhões de pessoas diretamente afetadas, 182 vítimas tiveram a morte confirmada e, três meses depois do momento mais crítico das inundações, 29 ainda continuavam desaparecidas (Borges, 2024)), comunidades arrasadas



e prejuízos causados, vem sendo classificado pelo governo gaúcho como a maior catástrofe climática da história do estado. Retomando a análise da vulnerabilidade da infraestrutura de geração de energias renováveis frente à ocorrência de eventos extremos associados às mudanças climáticas, agora considerando-se objetivamente as inundações ocorridas no RS, no final de abril e início de maio de 2024, constata-se que as perdas e as fragilidades expostas foram enormes. Em termos da vulnerabilidade das barragens geradoras de energia elétrica, com os altos volumes resultantes das chuvas concentradas em cinco dias, houve em 02 de maio o rompimento da barragem da UHE 14 de Julho, no Rio das Antas, entre os municípios de Cotiporã e Bento Gonçalves e, nos dias seguintes, com a continuidade das chuvas, a emissão de alertas de emergência da Defesa Civil, com risco de ruptura iminente ou de atenção de oito outras hidrelétricas (UHE Bugres, UHE Jacuí, PCH Salto Forqueta, UHE Monte Claro, UHE Castro Alves, UHE Dona Francisca, UHE Canastra, PCH Furnas do Segredo). Em maio de 2024, com avaliações dos danos ainda em andamento, o Ministério de Minas e Energia já estimava os prejuízos causados, especificamente no setor elétrico, superando R\$ 1 bilhão (Borges, 2024). Um levantamento parcial e resumido dessa tragédia climática, citando dados oficiais e publicado em 02/08/2024, registrou que no Estado “44 empreendimentos de geração de energia foram diretamente impactados, o que mexeu com o nível de segurança das barragens e levou a paralisações”. Nessa data da publicação, 29 plantas impactadas já tinham suas operações normalizadas, mas, pelo menos, 15 usinas de geração de energia seguiam fora de operação, devido às inundações e entulho que danificaram suas estruturas (Borges, 2024). Parte das usinas fortemente atingidas em razão das enxurradas tem previsão de retorno à operação somente em 2025 - situação da usina hidrelétrica Toca, por exemplo, com previsão de volta à operação em fevereiro de 2025. Localizada no rio Santa Cruz, em São Francisco de Paula, um dos municípios mais chuvosos do estado, a usina foi engolida pela lama em 2 de maio de 2024, paralisando todas as suas turbinas. A situação é semelhante no caso da central de geração hidrelétrica Soledade, no Município de Fontoura Xavier, com previsão de retorno apenas em maio de 2025. A usina teve comprometimento completo da estrutura civil da casa de máquinas, do sistema de automação e comunicação, do sistema de medição e de elevação de tensão e proteção do ponto de conexão com a distribuidora local. Além disso, as estradas de acesso foram totalmente obstruídas devido a quedas de barreiras e pontes (Borges, 2024). Em termos da vulnerabilidade dos sistemas de produção de energia solar fotovoltaica em decorrência das chuvas intensas/inundações e enchentes em fins de abril e começo de maio de 2024 no RS, se constata igualmente perdas de grande monta. O estado concentra, de acordo com dados da Associação Brasileira de Energia Solar – Absolar, quase 10% de toda a potência instalada no país, referente à energia solar de geração própria, principalmente em telhados/coberturas e terrenos. São, ou eram, mais de 300 mil conexões em operação, distribuídas em 497 municípios. Dados precisos, reconheceu a Absolar, quanto ao número de sistemas fotovoltaicos que foram danificados ou perdidos em razão das enchentes, são



difíceis de totalizar (Neris, 2024). Com vastas áreas que foram alagadas ou encobertas pela lama, com dezenas de milhares de moradores ou mesmo empresas que ficaram por mais de mês sem acesso aos seus imóveis ou estabelecimentos comerciais/industriais, se tornou efetivamente difícil mensurar com exatidão os impactos nos sistemas fotovoltaicos de forma coletiva no estado.

De outra parte, empresas integradoras que comercializam/instalam esses sistemas no RS, cruzando informações de suas usinas instaladas com os mapas das inundações, avaliaram, aproximadamente, a quantidade de instalações danificadas devido à localização em áreas cobertas pela água das cheias. Assim, foi possível afirmar que são aos milhares os sistemas afetados/paralisados, com perdas dos inversores, danos em módulos/painéis, cabos e conexões, caixas de passagem/controle, e quadros de distribuição. Na maioria das vezes, os módulos/painéis são mais resistentes à água pois ficam ao ar livre, mas muitos também foram avariados por materiais arrastados pela enxurrada, e há casos de perda total, em que a usina simplesmente sumiu, e tudo foi levado pela água, casa, usina, tudo. Um outro fator de risco que apresentaram/apresentam os sistemas fotovoltaicos localizados nas áreas inundadas tem a ver com a própria segurança dos consumidores, moradores ou usuários, para evitar acidentes, choques ou perdas devido à possibilidade, a depender da tecnologia das instalações, dos módulos/painéis solares permanecerem ativos, energizados enquanto/se houver sol, mesmo com o sistema não produzindo energia (Neris, 2024). Entre as grandes instalações solares fotovoltaicas com perdas significativas em decorrência das enchentes no RS, está a do Aeroporto Salgado Filho, localizado em uma das saídas de Porto Alegre, e que teve suas dependências completamente inundadas, com a água atingindo 2,5 m de altura.

5 CONCLUSÃO

O estado do Rio Grande do Sul vem apresentando nas últimas quatro décadas cifras crescentes no que se refere a eventos climáticos extremos, conforme dados aqui apresentados. A falta de medidas preventivas e de proteção efetivas contra esses eventos tem elevado igualmente os números relativos as perdas humanas, patrimoniais e de infraestrutura, evidenciando inúmeras vulnerabilidades, dentre as quais aqui dirigimos o foco para o crescente na vulnerabilidade dos aproveitamentos energéticos, em suas matrizes hidráulica, eólica e solar fotovoltaica. Várias ações de caráter preventivo e preditivo podem ser implementadas, além das tradicionais barreiras físicas/estruturais já empregadas e que têm se mostrado subdimensionadas/insuficientes e sem a manutenção/conservação adequada, frente à frequência e intensidade com que os eventos climáticos extremos vêm impactando o RS e, no estudo aqui apresentado, sua infraestrutura de aproveitamento energético dos recursos hídricos, eólicos e solares. Dentre essas possíveis ações/recomendações de caráter preventivo e preditivo, e considerando os recursos tecnológicos disponíveis, enumera-se:



- Ampliação e atualização tecnológica de sistemas contínuos e permanentes de medições e monitoramento hidrológico e hidrometeorológico, em tempo real, automatizados, sem dependência do abastecimento de energia elétrica por meios convencionais, permitindo a eficiente e eficaz gestão de risco/tomada de decisões, e a emissão de alertas às comunidades mais vulneráveis;
- Reconfiguração dos projetos e, se possível, alteração dos pressupostos operacionais das hidrelétricas existentes, de modo a contemplar como prioridade igualmente fundamental, a capacidade preventiva de contenção/abrandamento do aumento repentino das vazões, enxurradas e enchentes, em especial nos períodos já conhecidos de maior incidência de chuvas torrenciais, vendavais seguidos de tempestades, ciclones, tornados e furacões; e,
- Elaboração, aprimoramento e atualização permanente de estudos regionais que simulem as situações de eventos climáticos extremos, a partir da análise de diferentes cenários de áreas inundáveis, de possíveis “rotas/corredores” de incidência de vendavais e ciclones que cruzem com parques eólicos e de aproveitamentos de energia solar fotovoltaica. Tais estudos preditivos são viáveis com o emprego, por exemplo, de imagens orbitais de Sensoriamento Remoto (SR), combinadas com as ferramentas já consagradas mas pouco difundidas da plataforma *Google Earth Engine* (GEE), em que é possível analisar, avaliar e fazer simulações, considerando as “coleções” de imagens de satélites disponíveis nas datas/períodos em que os desastres naturais mais significativos ocorreram no RS, ou em datas próximas, e, também, avaliar um ou vários elementos - áreas, regiões, ambientes, plantações, estruturas produtivas, viárias e urbanas, populações e infraestruturas energéticas -, que se mostraram mais vulneráveis aos eventos extremos e, de fato, sofreram danos severos e destruição, buscando caracterizar rotas/padrões de deslocamento mais frequentes ou rios e bacias de drenagem mais suscetíveis a variações repentinas de níveis d’água e a inundações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro fomentado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do RS (FAPERGS N° 23/2551-0001947-7), pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e pelo Laboratório de Geotecnologias (LABGEOTEC/UFSM).



REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2020: Relatório de Segurança de Barragens 2019. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília. ANA, 2020. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2019/rsb19-v0.pdf> Acesso em: 16 de mai. 2024.

BORGES, A. Após tragédia climática, RS ainda tem 15 usinas de energia “apagadas” (e um prejuízo bilionário). NEOFEEED Newsletter, 02 de agosto 2024. Disponível em: <https://neofeed.com.br/economia/apos-tragedia-climatica-rs-ainda-tem-15-usinas-de-energia-apagadas-e-um-prejuizo-bilionario/> Acesso em: 14 jun. 2024.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm Acesso em: 16 de mai. 2024.

DÁVILA, B. O tempo, o vento, o sol, e as chuvas: 40 anos de desastres naturais no Rio Grande do Sul. HUMANISTA: Jornal laboratório da Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da UFRGS. Porto Alegre, 28 de outubro 2021. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/humanista/2021/10/28/o-tempo-o-vento-o-sol-e-as-chuvas-40-anos-de-desastres-naturais-no-rio-grande-do-sul/> Acesso em: 16 mai. 2024.

G1 RS. Passagem de ciclone que provocou enchentes e deixou 50 mortos e 8 desaparecidos no RS completa um mês. globo.com g1 RS. Porto Alegre, 03 de outubro 2023. Disponível em <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2023/10/03/passagem-de-ciclone-que-provocou-enchentes-e-deixou-50-mortos-no-rs-completa-um-mes.ghtml> Acesso em: 25 fev. 2024.

NERIS, A. Os impactos do desastre climático no Rio Grande do Sul sobre sistemas fotovoltaicos e a mobilização do setor para ajudar as vítimas. Pv Magazine – Brasil, Newsletter, pv-magazine.com, 13 de maio 2024. Disponível em: <https://www.pv-magazine-brasil.com/2024/05/13/os-impactos-do-desastre-climatico-no-rio-grande-do-sul-sobre-sistemas-fotovoltaicos-e-a-mobilizacao-do-setor-para-ajudar-as-vitimas/> Acesso em: 28 mai. 2024.

RECKZIEGEL, Bernadete W. Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005. 2007. Volume I. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração em Análise Ambiental e Dinâmica Espacial. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9268> Acesso em: 16 mai. 2024.

RIO GRANDE DO SUL (estado), 2014: Atlas eólico Rio Grande do Sul/ Rio Grande do Sul. Secretaria do Desenvolvimento e Promoção do Investimento. – Porto Alegre: Secretaria do Desenvolvimento e Promoção do Investimento, 2014. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1ooYIZnRao89SE7Agz6NVR3JkJmrzRgp2/view> Acesso em: 16 de mai. 2024.

RIO GRANDE DO SUL (estado), 2018: Atlas solar Rio Grande do Sul/Rio Grande do Sul. Secretaria de Minas e Energia. - Porto Alegre: Secretaria de Minas e Energia, 2018. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos/atlas-solar7.pdf> (Acesso em: 16 mai. 2024).



RIO GRANDE DO SUL (estado), 2022: Atlas socioeconômico Rio Grande do Sul/Rio Grande do Sul. Secretaria de Planejamento Orçamento e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. – 7. ed. – Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2022. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/bacias-e-sub-bacias-hidrograficas> Acesso em: 16 de mai. 2024.