

Artigo de Pesquisa**LIÇÕES APRENDIDAS COM GRANDES DESASTRES RECENTES CAUSADOS POR EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NO BRASIL****Lessons learned from recent major disasters caused by extreme hydrological events in Brazil**

Masato Kobiyama¹, João Gabriel Fontes Maciel², Erika Gabriella Ruoso³, Alessandro Gustavo Franck⁴, Marina Refatti Fagundes⁵

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais, Porto Alegre-RS, Brasil. E-mail. masato.kobiyama@ufrgs.br

 <https://orcid.org/0000-0003-0615-9867>

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais, Porto Alegre-RS, Brasil. E-mail. maaciuel2016@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3916-5772>

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais, Porto Alegre-RS, Brasil. E-mail. erikagabrielaruoso@hotmail.com

 <https://orcid.org/0009-0005-2908-736X>

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais, Porto Alegre-RS, Brasil. E-mail. alessandro_f17@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6390-6956>

⁵ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais, Porto Alegre-RS, Brasil. E-mail. marinarf95@hotmail.com.br

 <https://orcid.org/0000-0003-3554-4342>

Recebido em 01/09/2023 e aceito em 13/11/2023

RESUMO: Entre os desastres relacionados à água que ocorreram nos anos de 2022 e 2023, aqueles que ocorreram no município de Petrópolis/RJ em fevereiro de 2022, na Região Metropolitana de Recife em maio e junho de 2022 e no litoral norte paulista em fevereiro de 2023 podem ser considerados os maiores em termos de mortes humanas. O presente trabalho relata as principais características desses três desastres hidrológicos e apresenta importantes lições aprendidas com os mesmos. Uma situação atual de problemas sociais associados a moradores locais e organizações públicas no Brasil confirma que a Educação para Redução de Risco de Desastres é indispensável no contexto da gestão integrada de riscos de desastres. Para desenvolver tal educação, a construção de bacias-escola e seu uso através da ciência cidadã tornam-se fundamentais. Além disso, com base na evolução dos tipos de desastres, destaca-se uma atenção especial para desastres ocorridos em ambientes montanhosos onde escorregamentos, fluxos de detritos e inundações bruscas são frequentes.

Palavras-chave: Educação para redução de risco de desastres; Bacia-escola; Ambiente montanhoso; Ciência cidadã.

ABSTRACT: Among the water-related disasters that occurred in the years 2022 and 2023, those that occurred in the municipality of Petrópolis/RJ in February 2022, in the Metropolitan Region of Recife in May and June 2022 and in the north coast of São Paulo in February 2023 can be considered the largest ones in terms of human deaths. The present work reports the main characteristics of these three hydrological disasters and presents important lessons learned from them. An actual situation of social problems associated with local residents and public organizations in Brazil confirms that Disaster Risk Reduction Education is essential in the integrated disaster risk management. To develop such education, the construction of school catchments and their use through the citizen science can be fundamental. In addition, based on the evolution of the disaster's types, special attention is given to disasters that occur in the mountainous environment where landslides, debris flows and flash floods are frequent.

Keywords: Disaster risk reduction education; School catchment; Mountain environment; Citizen science.

INTRODUÇÃO

A COVID-19 ameaçou a população mundial a partir do fim do ano de 2019. Logo, a Organização Mundial de Saúde (OMS) caracterizou esse evento como uma pandemia em 11 de março de 2020 (MARQUES; SILVEIRA; PIMENTA, 2020). Após uma batalha intensiva e global de mais de 3 anos, no dia 5 de maio de 2023 a OMS declarou o fim da pandemia, indicando que a doença não se constitui mais como uma Emergência de Saúde Pública de Interesse Internacional (LENHARO, 2023). Embora a COVID-19 continue prejudicando a sociedade mundial, um fenômeno global que afeta severamente as condições socioeconômicas e ambientais hoje e também afetará no futuro, são as mudanças climáticas. Esse fenômeno deve ser discutido urgentemente, pois falhas das intervenções humanas contra as mudanças climáticas podem ser fatais à sociedade mundial (WYNES, 2022; WEF, 2023), e, portanto, todos os cidadãos devem aprender quais são as ações necessárias. Como as medidas corretas e urgentes contra as mudanças climáticas são um dos maiores desafios da humanidade atualmente, essa questão encontra-se como o 13º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável na Agenda 2030 (UN, 2015).

As mudanças climáticas afetam diversos aspectos no mundo, dentre os quais se destacam os desastres naturais. Durante muitas décadas, as relações entre as mudanças climáticas e os desastres naturais têm sido discutidas (VAN AALST, 2006; THOMAS; LÓPEZ, 2015; RÄDLER, 2022). Embora existam diversas discussões sobre terminologias relacionadas a “desastres” e “desastres naturais”, o presente trabalho segue a definição de Chaudhary e Piracha (2021), na qual os desastres naturais são causados por perigos naturais (*natural hazards*), tais como, inundações, escorregamentos, fluxos de detritos e estiagens, quando esses interagem com fatores sociais, por exemplo, assentamentos e infraestruturas. Os perigos naturais são definidos, por UNISDR (2009), como um processo ou fenômeno natural que pode causar perdas de vidas, ferimentos ou outros impactos à saúde, danos às propriedades, perda de meios de subsistência e serviços, perturbação social e econômica ou danos ambientais. Portanto, inundações, escorregamentos, fluxos de detritos, estiagens, entre outros, são inicialmente apenas fenômenos naturais, que

ocorrem devido às características de determinadas regiões (vegetação, clima, topografia, solo, etc.), podendo ser considerados como perigos naturais. Quando ocorrem em locais com ocupação humana, podem causar danos, sendo então, tratados como desastres naturais (KOBİYAMA et al., 2020). Esses perigos naturais no Brasil estão fortemente associados ao clima.

O clima é caracterizado por diversos parâmetros físicos que contribuem para o debate sobre as mudanças climáticas. Dentre esses parâmetros, a chuva e a temperatura podem ser considerados os principais (PETROLIAGKIS; ALESSANDRINI, 2021; ESPINOSA et al., 2022). Em relação especificamente à chuva, observa-se que, nos últimos anos, eventos hidrológicos extremos vêm prejudicando muitos países no mundo, inclusive o Brasil. Nesse país, até o início de 2022, o recorde nacional de chuva em 24 horas era de 404,8 mm, registrado em Florianópolis/SC em 15/11/1991. A chuva registrada em Petrópolis/RJ em 20/03/2022 quebrou esse recorde, sendo de 534,4 mm em 24 horas. Já nos dias 05 e 06/03/2023, o recorde foi quebrado novamente quando ocorreu uma chuva de 682 mm em 24 horas em Bertioga/SP. Assim, nota-se que o recorde nacional em relação à chuva vem sendo alterado frequentemente. Tal situação causa ansiedade, preocupação e medo aos gestores envolvidos na redução de risco de desastres (RRD) e ao público em geral.

Dois desastres bastante severos ocorreram no Brasil no início do século XXI, sendo um no Vale do Itajaí em 2008 (FRANK; SEVEGNANI, 2009) e o outro na Serra Fluminense em 2011 (MARQUES; BAESSO, 2021). Utilizando a classificação do *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* – CRED (BELOW; WIRTZ; GUHA-SAPIR, 2009), esses dois desastres são caracterizados como hidrológicos. Eles levaram o governo brasileiro a executar uma importante reação política, isto é, a aprovação da Lei nº 12.608/12, que institui a Política Nacional de Proteção de Defesa Civil – PNPDEC (BRASIL, 2012).

Embora abranja as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, esta lei confere atenção especial à etapa de prevenção pela integração com as políticas de educação, meio ambiente, entre outros. Segundo Silva, Kobiyama e Vanelli (2021), isso resultou da busca da harmonia com o cenário internacional. Sendo assim, observa-se um movimento mundial e nacional de considerar a educação como um fator importante na RRD. UNESCO-UNICEF (2011) enfatizaram que a educação é um tópico central para construir cidades resilientes contra perigos naturais. A importância da educação na RRD está também fortemente apontada no Marco de Sendai (UNISDR, 2015).

Seguindo essa tendência, algumas práticas da educação na RRD têm sido relatadas e analisadas em vários países, por exemplo, na Índia (PETAL, 2011), no Brasil (MATSUO; SILVA, 2021; SILVA; KOBİYAMA; PANCERI, 2021), no Nepal (NAKANO; YAMORI, 2021) e na Indonésia (AMRI et al., 2022). Além disso, para compreender como a RRD está sendo inserida no currículo das escolas, Selby e Kagawa (2012) realizaram estudos de caso em 30 países. Todos esses países reconhecem a importância da educação na RRD e demonstram seu interesse de investir nisso. Entretanto, os relatos acima mencionados apresentam diversos problemas, por exemplo, a falta de treinamento adequado aos professores, a falta de cuidados

posteriores para os professores já treinados e ausência da continuidade na transmissão de conhecimentos associados a RRD aos alunos.

Além deste tipo de problema no sistema de ensino-aprendizagem, materiais didáticos são carentes, especialmente no caso do Brasil. Justamente por causa dessa situação no país, Zanandrea et al. (2023) publicaram um conjunto de registros dos 18 principais desastres ocorridos no Brasil no período de 1941 até 2021. Esse tipo de registro é de extrema importância na RRD, pois estes podem ser usados para diversos fins, por exemplo, o registro pode ser utilizado para dimensionamento de uma obra de barragem, dique, canal artificial, etc. Também podem ser utilizados para mapeamento de áreas de risco. Michel et al. (2021) demonstram a importância de utilizar registros para calibração e validação de modelos computacionais que foram adotados na previsão de perigos naturais, tais como, fluxos de detritos, escorregamentos e inundações.

O registro, ou seja, a descrição histórica é essencial não somente para cientistas e gestores de riscos e de desastres naturais, mas também para os moradores locais. Garnier e Lahournat (2022) relataram que, no Japão, a comunidade local que sofreu com desastres possui o hábito de colocar um memorial ou monumento, tal como, pedras (*stone monument*). Desta forma, esse registro gera uma melhor compreensão da ocorrência e essa comunidade se prepara contra os próximos desastres. Por outro lado, no caso de materiais didáticos e bibliográficos, o monumento sobre a ocorrência de um desastre pode ser uma descrição detalhada dessa ocorrência, junto com sua análise de como e porque ocorreu e adicionalmente, pode-se incluir uma proposta de preparação para o futuro. Alguns bons exemplos podem ser o tsunami e o terremoto no Nordeste em 1755 (VELOSO, 2015), a inundação em Porto Alegre/RS em 1941 (GUIMARAENS, 2009), a inundação em Tubarão/SC em 1974 (MACHADO, 2005) e as ocorrências históricas de inundações em Joinville/SC no período de 1851-2008 (SILVEIRA et al., 2009).

No Brasil que possui um território imenso (8.510.345 km²) e uma grande população (> 200 milhões habitantes), existem muitas diversidades, tais como: geodiversidade (diferentes unidades litológicas e geomorfológicas), biodiversidade (diferentes biomas), diversidade climatológica, sociodiversidade (desigualdade social) e diversidade religiosa. Esse fato naturalmente gera uma grande diversidade de desastres naturais no país. Isso demanda que a sociedade registre cada ocorrência de desastre a fim de preparar-se contra futuras ocorrências.

Aqui vale ressaltar que a porção leste do país possui diversas regiões montanhosas, por exemplo, Serra do mar e Serra Geral. Devido à proximidade ao oceano e ao fato de possuir um ambiente montanhoso, Groisman et al. (2005) e Marengo et al. (2009) relataram um aumento significativo da chuva total e da intensidade da chuva nessa região. Isto pode aumentar a preocupação com a ocorrência de desastres relacionados a fluxos de detritos de grande escala, que podem se tornar mais frequentes em regiões montanhosas (KOBAYAMA; MICHEL; GOERL, 2019). Nessa região, a urbanização e o desenvolvimento econômico ocorrem sem base científica, aumentando a vulnerabilidade social. No contexto da RRD, os governos municipais,

estaduais e federal precisam dar mais atenção à redução da vulnerabilidade social, ainda mais nessa porção leste do país.

Nessas circunstâncias, o Brasil foi atingido por três desastres hidrológicos devastadores nos anos de 2022 e 2023, justamente na região acima enfatizada. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi descrever as principais características desses três desastres e discutir algumas lições aprendidas com eles.

DESCRIÇÃO DE TRÊS DESASTRES HIDROLÓGICOS DEVASTADORES NO BRASIL OCORRIDOS EM 2022 E 2023

Desastres hidrológicos devastadores, mais especificamente, desastres relacionados a sedimentos, ocorreram em três locais do Brasil nos anos de 2022 e 2023 (Figura 1 e Tabela 1).

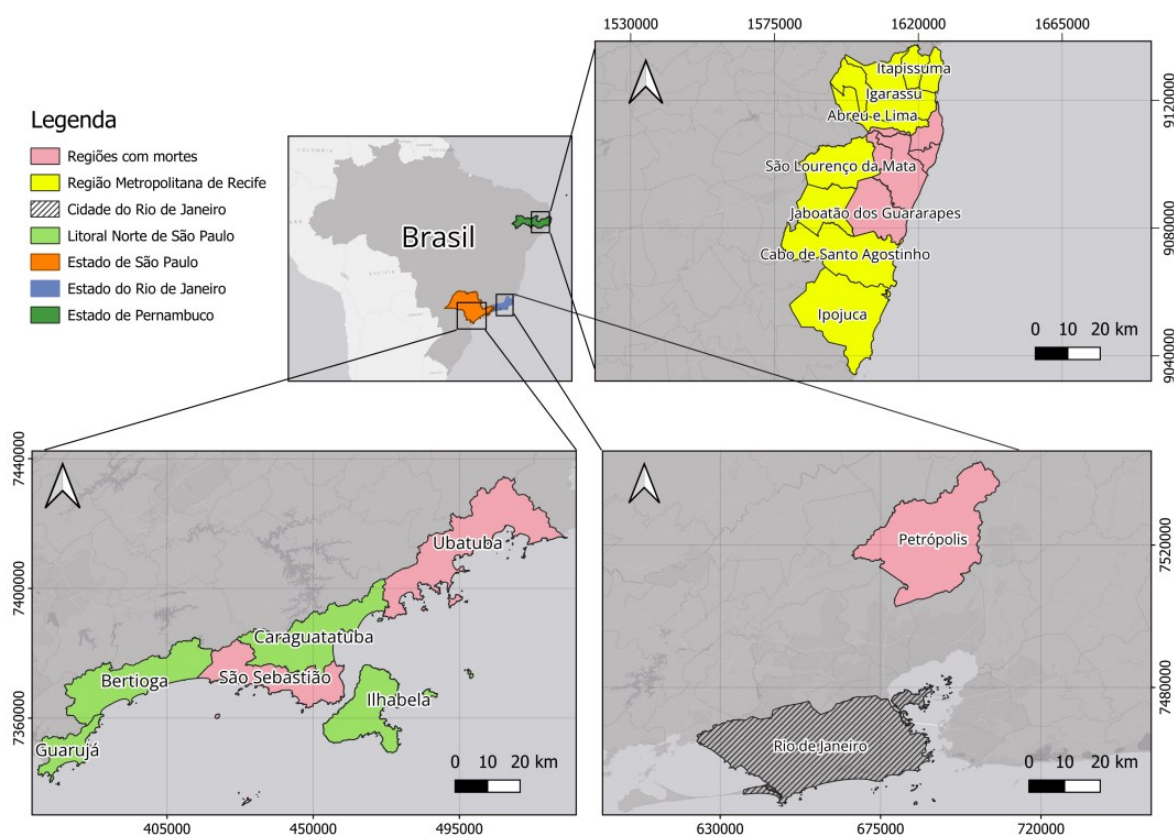


Figura 1. Localizações de três grandes desastres hidrológicos ocorridos no Brasil em 2022 e 2023. Obs: A Região Metropolitana de Recife é composta por 14 municípios. Os cinco municípios marcados em rosa são os municípios que registraram perdas de vidas humanas em decorrência do desastre. O litoral norte paulista é composto por cinco municípios, sendo que os dois marcados em rosa são os que registraram mortes em decorrência do desastre.

Fonte: Os autores (2023).

Tabela 1. Comparação de três grandes desastres hidrológicos ocorridos no Brasil em 2022 e 2023.

Local	Cidade de Petrópolis	Região Metropolitana do Recife	Litoral norte de São Paulo
Aspectos geográficos	A população, a área e a altitude média acima do nível do mar do município de Petrópolis, Estado do Rio de Janeiro, são de 278.881 (em 2022), 795.798 km ² e 838 m, respectivamente. Petrópolis pertence à Região Metropolitana do Rio de Janeiro e possui muitos pontos turísticos. É caracterizada por estar localizada em um ambiente montanhoso.	A população, a área e a altitude média acima do nível do mar de Recife, capital do estado de Pernambuco, são de 1.488.920 (em 2022), 218 km ² e 4 m, respectivamente. Esta cidade está localizada em uma planície aluvial ao longo da costa do Oceano Atlântico, com muitas ilhas, penínsulas e manguezais. Sua região metropolitana é composta por 14 municípios.	O litoral norte de São Paulo consiste em 5 municípios (Bertioga, São Sebastião, Caraguatatuba, Ilhabela e Ubatuba). A população total e a área total dessa região são de 408.517 (em 2022) e 2431 km ² , respectivamente. A região é caracterizada pela presença de Mata Atlântica e por estar localizada na Serra do Mar, sendo um ambiente montanhoso e costeiro com poucas áreas planas.
Datas e características das chuvas	A intensidade da chuva que caiu em uma região bem pequena da cidade no dia 15 de fevereiro de 2022 foi de 230 mm em apenas 3 horas e a intensidade máxima registrada pelo pluviômetro Alto da Serra foi de 199,2 mm/h.	O evento durou 22 dias (22 de maio a 12 de junho de 2022), totalizando 926,4 mm. A maior quantidade de chuva diária (190 mm) foi registrada em 28 de maio, quando ocorreram os danos mais significativos.	O evento de chuva torrencial ocorreu a partir do dia 18 de fevereiro de 2023 (sábado durante o feriado de Carnaval) no início da noite até o dia 19 (domingo) à noite. A quantidade de chuva em 24 horas em Bertioga foi de 682 mm que é, atualmente, o recorde nacional.
Fenômenos naturais	Escorregamentos translacionais, fluxos de detritos e inundações bruscas.	Escorregamentos translacionais e inundações.	Escorregamentos translacionais, fluxos de detritos e inundações bruscas.
Danos e perdas	234 mortos, 3 desaparecidos, 994 desabrigados e um prejuízo econômico de cerca de R\$ 665 milhões (considerando apenas os danos diretos às empresas).	130 mortos (121 óbitos por deslizamentos), 9.134 desabrigados e 119.523 deslocados temporários na Região Metropolitana do Recife.	65 mortos (64 em São Sebastião e 1 em Ubatuba), 1.815 desabrigados e 2.251 deslocados temporariamente no litoral norte de São Paulo.

Petrópolis (Rio de Janeiro) em fevereiro de 2022

A Tabela 2 mostra o histórico de todos os desastres hidrológicos com o número de vítimas registradas pela Defesa Civil de Petrópolis no período de 1966 a 2022. De acordo com Kobiyama, Michel e Goerl (2019), Petrópolis é historicamente o município que tem o maior número de desastres de fluxo de detritos e fatalidades no Brasil. Essa

estatística mostra que esse município frequentemente vem sofrendo com desastres relacionados à água e a sedimentos. Então, pode-se facilmente imaginar a existência nesse local de muitos fatores intrínsecos e extrínsecos causadores desses desastres.

Tabela 2. Número de mortes humanas por desastres hidrológicos em Petrópolis no período de 1966 a 2022.

Ano	Mortes	Ano	Mortes	Ano	Mortes	Ano	Mortes
1966	80	2001	51	2010	1	2018	4
1977	11	2003	17	2011	73	2021	1
1979	87	2007	3	2013	34	2022	234
1988	171	2008	9	2016	2		
1997	6	2009	6	2017	1		

Em 2012, foi estimado que o município de Petrópolis continha 500 áreas consideradas de risco à ocorrência de escorregamentos. Em 2017, o Plano Municipal de Redução de Riscos informava que mais de 28.000 domicílios estavam em áreas de risco alto ou muito alto, o que representava um terço da área total do município naquele momento (XAVIER, 2022).

A ocupação inapropriada (e muitas vezes ilegal) da população vulnerável e uma gestão territorial ineficiente das instituições públicas têm aumentado a vulnerabilidade social e a exposição da população. Sem a autorização da prefeitura municipal, os moradores vêm construindo por conta própria suas residências nesses locais. Assim, as áreas de risco foram ocupadas por uma população pobre que não possui outra escolha. Por outro lado, como este município oferece diversos tipos de turismo, há uma forte tendência de redução da largura do canal fluvial natural para a construção de estradas e edifícios, o que certamente reduz a capacidade de transporte fluvial. As áreas de vegetação também têm diminuído.

Segundo Pinto e Iory (2022), a Prefeitura de Petrópolis investiu cerca de R\$ 104.471 com a Defesa Civil em 2020. Esse valor representa apenas 0,009% da receita municipal de R\$ 1,2 bilhão em 2020. Em 2021, a Prefeitura cortou ainda mais os gastos com a Defesa Civil, investindo apenas R\$ 94.452, o equivalente a apenas 0,007% da receita de R\$ 1,3 bilhão em 2021. Assim, observa-se que as ações conjuntas da sociedade de Petrópolis, incluindo moradores e órgãos públicos, serviram para aumentar a vulnerabilidade no município.

No desastre de 2022, a Defesa Civil de Petrópolis informou que houve 325 ocorrências em 24 horas, incluindo 269 escorregamentos (METSUL, 2022). A Figura 2a mostra uma das ocorrências de escorregamento translacional no município. A maior parte dos locais aonde os desastres ocorreram está localizada no sopé das encostas íngremes que são locais caracterizados por ocupações de terra precárias. Nos casos em que a quantidade de material foi maior e/ou a encosta íngreme foi mais extensa ocorreram fluxos de detritos (Figura 2b).



Figura 2. Desastres relacionados a sedimentos no município de Petrópolis em fevereiro de 2022: (a) Escorregamento translacional (**Fonte:** METSUL, 2022); (b) fluxo de detritos. **Fonte:** MODESTO et al. (2022).

O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) notificou que haveria uma grande chuva em Petrópolis ao enviar um alerta de “evento climático muito intenso” para o município de Petrópolis dois dias antes da tragédia, mas sem informar a provável intensidade das chuvas.

Segundo um meteorologista do CEMADEN, as nuvens praticamente não se deslocaram, fazendo com que a chuva se concentrasse principalmente em Petrópolis, até que as nuvens se dissiparam (CANDAL; TADEU, 2022). Esse fenômeno pode ser similar ao fenômeno chamado “*training*” ([https://en.wikipedia.org/wiki/Training_\(meteorology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Training_(meteorology))) em inglês. Nesse caso, o equipamento e o sistema de monitoramento da época eram muito ineficientes. Assim, não havia modelos, metodologias e ferramentas que pudessem prever essa altíssima quantidade de chuva em uma área muito pequena em um tempo muito curto. Compreender o mecanismo de ocorrência desse fenômeno e buscar medidas contra o mesmo são um grande desafio para a meteorologia atual no mundo (SCHUMACHER; JOHNSON, 2008; UNUMA; TAKEMI, 2016; MIN et al., 2021).

Região Metropolitana de Recife (Pernambuco) em maio e junho de 2022

A situação atual da capital de Pernambuco, Recife, que desempenha um papel importante cultural e economicamente, estimula o fluxo de pessoas para a cidade, seja de dentro do estado, de fora do estado e até mesmo de fora do país. A população de Recife e de sua Região Metropolitana no último censo, em 2022, eram de 1.488.920 e 3,7 milhões, respectivamente. Como a cidade de Recife é conhecida como a “Veneza brasileira”, suas feições geomórficas são muito propensas à ocorrência de inundações graduais e a ressacas.

No início da formação da cidade, as pessoas mais pobres começaram em sua maioria a viver em áreas vulneráveis, especialmente em zonas costeiras, em zonas úmidas e de manguezais. Estas áreas são naturalmente susceptíveis a inundações costeiras. Considerando essa história de assentamento populacional, os habitantes de Recife frequentemente sofriam com extensas e fortes inundações. Os dois maiores desastres

registrados, causados por inundações, ocorreram em 1966 e 1975 (Tabela 3). Alves (2022) relatou que, no passado, grande parte da população pobre que vivia em zonas úmidas ou várzeas foi evacuada e transportada para encostas e falésias. Realizando entrevistas com diversos especialistas de Recife, esse autor destacou o déficit habitacional e a urgência do estabelecimento de políticas habitacionais adequadas. Em síntese, pode-se dizer que o aumento do adensamento populacional nas encostas e escarpas da cidade, contribuiu para os problemas sociais, ou seja, desastres relacionados aos sedimentos. Vale salientar que, dentro do Brasil, Recife é considerada uma das cidades mais vulneráveis (IPCC, 2007), justamente por toda a problemática geográfica e social: baixíssima altitude, altíssima densidade populacional e desigualdade socioeconômica.

Tabela 3. Três principais desastres ocorridos em Recife (Região Metropolitana).

Ano	Localidade	Data	No. mortes	Características
1966	Recife	30/05	175	Predominantemente inundações. O Rio Capibaride transbordou. Em muitos lugares a água tinha mais de 2 m de profundidade. Não houve problema com falésias.
1975	Recife	17-18/07	107	Predominantemente inundações. O Rio Capibaride transbordou. 80% da cidade foi inundada. 350.000 pessoas ficaram temporariamente desabrigadas. Em determinado momento, mais de 50% das casas da cidade ficaram sem energia. Não houve problema com falésias.
2022	Região Metropolitana de Recife	22/05 a 12/06 (28/05, principal)	130	Predominantemente escorregamentos translacionais. Mais de 100 pessoas foram enterradas vivas em solos e escombros nas encostas e morreram.

Os moradores pobres da região costeira costumavam sofrer com os desastres relacionados às inundações fluviais e costeiras. Como acima mencionado, eles foram removidos à força dessas áreas de planície para as partes superiores ou inferiores de encostas íngremes. Hoje, aproximadamente 600 mil pessoas (cerca de 40% da população de Recife) vivem em casas precárias, construídas no topo e na base de falésias e em encostas íngremes, ou seja, em locais perigosos (LINS; AGUIAR; NOVELINO, 2022). A maioria desses locais possui condições bastante propensas aos escorregamentos translacionais. De fato, encontra-se uma tendência crescente à ocorrência de escorregamentos em Recife. Lins, Aguiar e Novelino (2022) investigaram as chamadas telefônicas dos habitantes para avisar sobre a ocorrência de escorregamentos, registradas pela Defesa Civil de Recife durante o período de 2014 até maio de 2022. Eles relataram que havia um registro total de 7340 chamadas (Tabela 4).

Tabela 4. Número de chamadas relacionadas a escorregamentos em Recife no período de 2014 até maio de 2022.

Ano	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Chamadas	486	1043	1124	710	639	1064	253	1145	876

Obs.: O número de atendimentos em 2022 é apenas até o mês de maio.

Recife vem desempenhando um papel importante nas questões de mudanças climáticas e emissões de gases de efeito estufa e mostrando sua liderança nacionalmente e internacionalmente (LEÃO; ANDRADE; NASCIMENTO, 2021). Embora essas ações certamente sejam úteis para melhorar a segurança dos moradores e devem ser positivamente avaliadas, os resultados dessas ações ainda não chegaram às pessoas em situação socioeconômica vulnerável.

Em termos de desigualdade, a Região Metropolitana de Recife é a pior entre as metrópoles brasileiras. Nessa cidade, 13% da população da região vive em situação de extrema pobreza (com renda inferior a R\$ 160/mês) e 39,7% vivem em situação de pobreza (R\$ 465/mês) (SALATA; RIBEIRO, 2022).

A Figura 3 mostra a típica cena de um escorregamento translacional na divisa entre os municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes. Essa região da divisa, caracterizada por colinas e falésias, foi severamente afetada em maio de 2022, situação em que muitas pessoas foram enterradas vivas. A Tabela 5 apresenta o número de mortes humanas por município e também a chuva média mensal e a registrada para os meses de maio e de junho de 2022. Em outros municípios que tiveram uma quantidade de chuva similar ao município de Recife e Jaboatão dos Guararapes, não foi registrado um elevado número de mortes. A causa principal para esses dois municípios apresentarem o maior número de mortes pode ser essa característica geomórfica. Em outras palavras, nesse caso, o fator principal determinante é se existem ou não habitantes nas áreas susceptíveis a escorregamentos.



Figura 3. Típica cena da ocorrência de um escorregamento na encosta da divisa entre os municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes em maio de 2022. **Fonte:** ALVES (2022).

Tabela 5. Números de mortes humanas e chuva mensal para os meses de maio e junho registrada em cada município.

Município	No. mortes	Chuva em maio (mm/mês)		Chuva em junho (mm/mês)	
		2022	Média	2022	Média
Camaragibe	7	684,5	294,6	393,5	339,1
Jaboatão dos Guararapes	64	675,0	310,1	436,0	352,5
Olinda	6	496,1	325,8	508,9	384,7
Paulita	1	653,5	310,1	447,7	363,0
Recife	50	686,4	328,9	449,2	389,6
Bom Conselho*	1	114,0	86,0	240,8	95,6
Limoeiro*	1	316,7	135,6	190,7	186,5

*Os municípios de Bom Conselho e Limoeiro não fazem parte da Região Metropolitana de Recife e situam-se a 233,41 km e 64,75 km, respectivamente, de Recife.

Com base nas informações apresentadas por Aguiar (2022) que examinou dados públicos de vários órgãos governamentais, a Tabela 6 sucintamente demonstra a distribuição dos dados de fatalidades por categoria. Observa-se claramente que esse desastre ocorrido na região metropolitana de Recife em 2022 foi caracterizado predominantemente por escorregamentos translacionais que causaram 121 mortes.

Tabela 6. Características por categorias das fatalidades causadas pelo desastre na Região Metropolitana de Recife (Pernambuco) em maio e junho de 2022.

Categoria	Descrição	Fatalidades
Sexo	• Homem	58
	• Mulher	72
Tipo de perigo	• Escorregamento translacional	121
	• Inundação	9
Idade	• 0-12 anos	25
	• 13-17 anos	8
	• 18-30 anos	24
	• 31-65 anos	63
	• > 65 anos	10

Como a Tabela 5 demonstrou, a quantidade extremamente elevada de chuva foi determinante para a ocorrência desse desastre na Região Metropolitana de Recife em 2022. A Figura 4 apresenta a chuva diária registrada em Recife para o período de 20 de maio até 14 de junho de 2022. Vale ressaltar que o evento durou 22 dias (22 de maio a 12 de junho), com um montante total de 926,4 mm e uma chuva média diária de 42,1 mm neste período. A maior quantidade de chuva (190 mm) ocorreu no dia 28 de maio e causou o maior dano. Aqui, nota-se que a chuva média anual em Recife é de cerca de 2.155 mm.

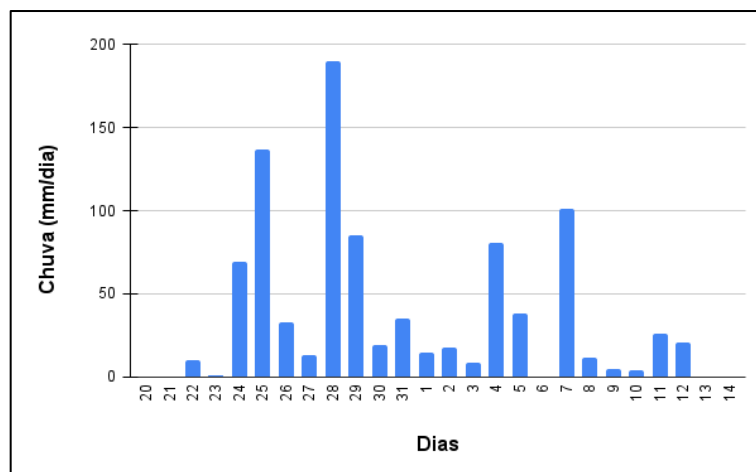


Figura 4. Registro da chuva diária em Recife no período de 20 de maio a 14 de junho de 2022.

O CEMADEN emitiu um boletim geo-hidrológico no dia 25 de maio, alertando para o "risco elevado" de chuvas fortes e escorregamentos na Região Metropolitana de Recife. Mesmo com esse alerta em vigor, somente no dia 27 de maio (sexta-feira), quando a Agência Estadual de Águas e Clima de Pernambuco (APAC) emitiu outro comunicado informando sobre a previsão de fortes chuvas para o fim de semana, que a Prefeitura de Recife finalmente acionou o plano de contingência. Após esse alerta da APAC, a Defesa Civil de Recife atuou imediatamente no final da manhã do dia 27 de maio, convocando mais de 3.000 servidores municipais para o plantão a partir do mesmo dia. Além disso, a APAC enviou o alerta para mais de 32 mil famílias que vivem em áreas de risco por meio do *Short Message Service* (SMS). No entanto, de acordo com alguns comentários de líderes comunitários, os moradores locais não foram informados de que precisariam deixar a área. Além disso, não receberam assistência, como veículos, para movê-los para abrigos mais seguros (MADEIRO, 2022).

Litoral norte paulista em fevereiro de 2023, com ênfase no município de São Sebastião

Fazendo divisa com o estado do Rio de Janeiro, a região do litoral norte paulista possui as melhores praias do estado, sendo caracterizada pela Mata Atlântica e pela Serra do Mar. Souza, Oliveira e Lupinacci (2018) demonstraram que a distribuição espacial de inclinações do litoral norte é de 20,33% (< 2%), 3,29% (2-5%), 19,14% (5-15%), 42,57% (15-30%) e 14,68% (> 30%). Esse dado indica que há poucas áreas planas (mais seguras) entre o mar e as encostas íngremes. Nessas áreas mais planas ou seguras, hotéis luxuosos e condomínios para pessoas abastadas foram construídos. Os trabalhadores que servem a essas classes de alto padrão vivem nas encostas ou próximo a elas, ou seja, nas áreas susceptíveis à ocorrência de movimentos de massa e/ou inundações bruscas.

Segundo Schmidt (2023), a Prefeitura de São Sebastião recebeu pelo menos quatro alertas sobre os riscos de escorregamentos e inundações desde 2013, nos quais a

Universidade Estadual de Campinas investigou as áreas de risco de escorregamentos e forneceu para a prefeitura esse mapeamento juntamente com um alerta. Em 2018, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas apontou 52 áreas com risco de escorregamentos em São Sebastião. Seu relatório mostrou que em São Sebastião haviam 161 casas em áreas de alto risco e 2.043 casas em áreas de médio ou baixo risco. Ao identificar as áreas de risco de escorregamentos na Vila do Sahy no município de São Sebastião em 2020, o Ministério Público Estadual de São Paulo entrou com uma ação contra a Prefeitura para exigir providências. O Ministério Público Estadual concluiu que na Vila do Sahy seria anunciada uma “verdadeira tragédia”. Por fim, em 2022, a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) sugeriu que as famílias que ocupam a Vila do Sahy fossem realocadas para um bairro vizinho, uma área que está fora dessas áreas de risco de escorregamentos.

O UOL (2023) relatou um comentário do atual prefeito de São Sebastião: “As pessoas não saem dessas áreas e ficam. Falar é fácil. Quando iniciamos o programa de demolição, a comoção popular foi enorme, a pressão é violenta”. O comentário desse prefeito deixa claro que a sociedade como um todo, junto com a força de cada morador que a compõe, vem aumentando sua vulnerabilidade. Tal força, muitas vezes, decorre do fato de que os moradores não têm para onde ir.

Nessa situação social, ocorreu uma tragédia no período do Carnaval de 2023. Aqui, com base no relatório de Casemiro e Matos (2023) e Xavier (2023), apresenta-se cronologicamente as principais ações de várias organizações. Em 16/02/2023 (quinta-feira), com 48 horas de antecedência, o CEMADEN enviou uma previsão de desastre alertando sobre “chuvas muito intensas com potencial para causar desastres” ao governo federal e à Defesa Civil Estadual de São Paulo (DC-SP), incluindo as possíveis localizações do desastre. Em 17/02/2023 (sexta-feira), ainda pela manhã, o CEMADEN realizou uma reunião com o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) e com a DC-SP. Portanto, o aviso de um possível incidente foi bem antecipado e foi notificado às autoridades competentes e às autoridades locais. Em 18/02/2023 (sábado), o CEMADEN emitiu mais de 60 alertas para diversos municípios tais como Ubatuba, Ilhabela, Caraguatatuba e São Sebastião. Ao meio-dia, a DC-SP enviou um SMS à população alertando sobre fortes chuvas na região. Entretanto, essas mensagens enviadas a parte da população não tiveram efeito. No sábado, por volta das 23h, o temporal já estava bastante intenso e a DC municipal de São Sebastião tentou chegar à Vila do Sahy, mas não havia mais acesso devido aos escorregamentos que bloqueavam as estradas. Em 19/02/2023 (domingo) às 6h, um novo SMS da DC-SP alertou sobre a ocorrência de chuva, vento e raios, e pediu para que as pessoas abandonassem o local em caso de “inclinação e rachaduras das paredes”. Entretanto, essas mensagens ainda não mencionavam nada sobre escorregamentos. Neste momento, já haviam mortos, desaparecidos e pessoas soterradas.

A Figura 5 mostra uma ocorrência típica dos desastres relacionados a sedimentos. Principalmente no litoral norte paulista e especialmente no caso de São Sebastião, a Serra do Mar praticamente desaba sobre a orla marítima, o que torna a zona costeira muito estreita. Essa característica pode ter sido decisiva para essa tragédia. Não há

para onde correr em uma evacuação, formando um verdadeiro “corredor da morte”. A região baixa recebe abruptamente os sedimentos que descem violentamente das encostas íngremes (Figura 5a). A população pobre, sejam antigas comunidades locais ou aquelas que vieram trabalhar na construção, tiveram que ocupar os contrafortes das montanhas, as áreas formadas geologicamente pelo acúmulo de solo e rochas provocado pela deposição dos escorregamentos. Portanto, tais áreas podem ser novamente afetadas pelos mesmos (Figura 5b).



Figura 5. Desastres relacionados a sedimentos no município de São Sebastião em fevereiro de 2023: (a) Fluxo de lama e detritos cobrindo área de residências da população carente (**Fonte:** Prefeitura Municipal de São Sebastião); (b) Escorregamento translacional em local típico de residências precárias às margens de morros (**Fonte:** Amanda Perobelli/Reuters).

A Tabela 7 apresenta a chuva acumulada em 24 horas em diversos municípios do litoral norte paulista. Como a chuva média mensal de fevereiro é de 225 mm nesta região, pode-se dizer que a quantidade de chuva deste evento foi extremamente alta. A previsão era de uma chuva em torno de 200 mm entre os dias 18 (sábado) e 19 (domingo) de fevereiro de 2023. Embora uma chuva de 200 mm por 24 horas já fosse alta, o evento que ocorreu foi bem maior.

Tabela 7. Chuva em 24 horas no litoral norte paulista.

Municipalidade	Chuva em 24 horas (mm)	No. mortes
Bertioga	682	0
São Sebastião	626	64
Guarujá	388	0
Ilha Bela	337	0
Ubatuba	335	1
Caraguatatuba	234	0

No dia 18 de fevereiro chegou a frente fria mais intensa dos últimos 54 anos vinda do sul do continente. Ao mesmo tempo houve um transporte de calor e umidade vindo da região amazônica. Estas duas dinâmicas meteorológicas encontraram-se em uma zona de baixa pressão atmosférica. Esta baixa pressão provocou um aumento do vento vindo do mar. Assim, este evento arrastou a umidade e elevou o nível do mar. Essa elevação do nível do mar dificultou o escoamento superficial da água para o mar.

Todos esses fatores levaram à maior chuva em 24 horas já registrada no Brasil, isto é, 682 mm.

A distribuição das chuvas em 24 horas pode ser observada na Figura 6. Os extremos pluviométricos ficaram muito concentrados nos municípios de Bertioga e São Sebastião. Aqui salienta-se que em Caraguatatuba uma forte chuva em março de 1967 (584,8 mm em 48 horas) causou inundações bruscas e fluxos de detritos, matando 487 pessoas.

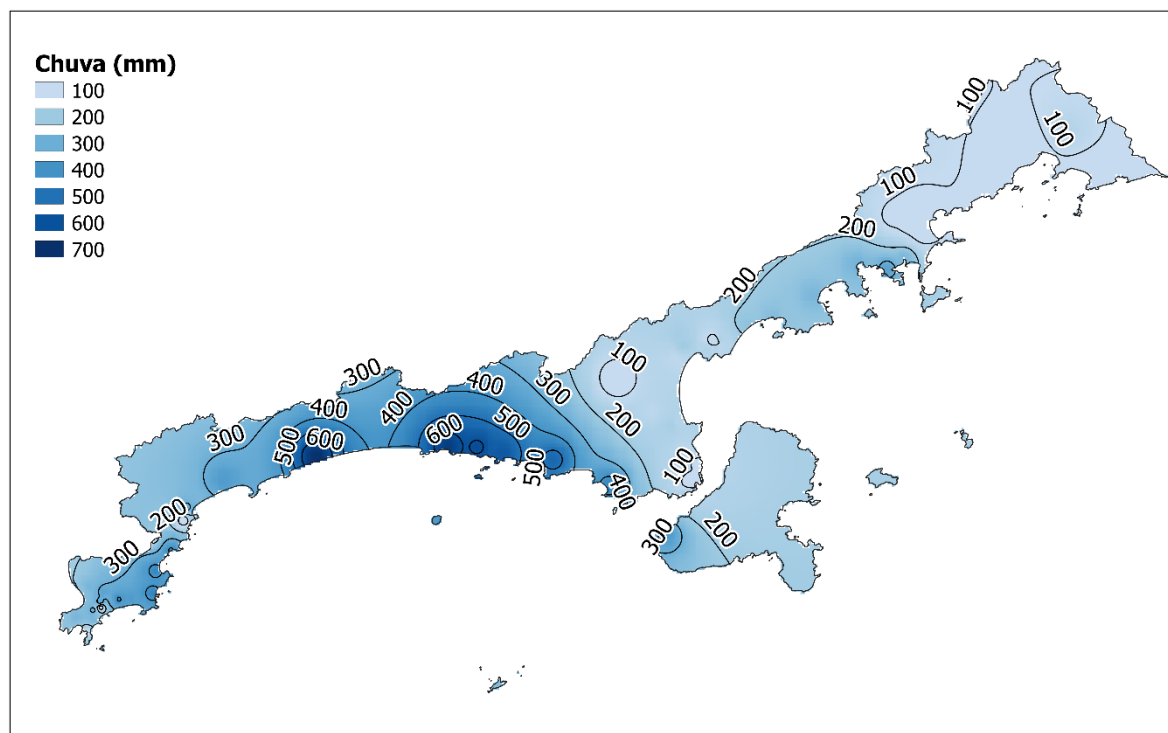


Figura 6. Distribuição espacial da chuva em 24 horas no litoral norte paulista no período de 18 a 19 de fevereiro de 2023.

A Figura 7 apresenta os hietogramas obtidos em duas estações pluviométricas: i) Praia de Guaratuba (município de Bertioga); e ii) Barra do Una (município de São Sebastião), ambas mantidas pelo CEMADEN. Observou-se que em Bertioga ocorreu um evento de chuva extremamente intenso com 273 mm em 2 horas e 25 mm em 10 minutos no dia 18 de fevereiro à noite. No mesmo dia, durante a noite, Bertioga recebeu mais de 400 mm de chuva durante 6 horas. Essa grandiosa intensidade e quantidade total de chuva certamente foram a causa principal dessa tragédia.

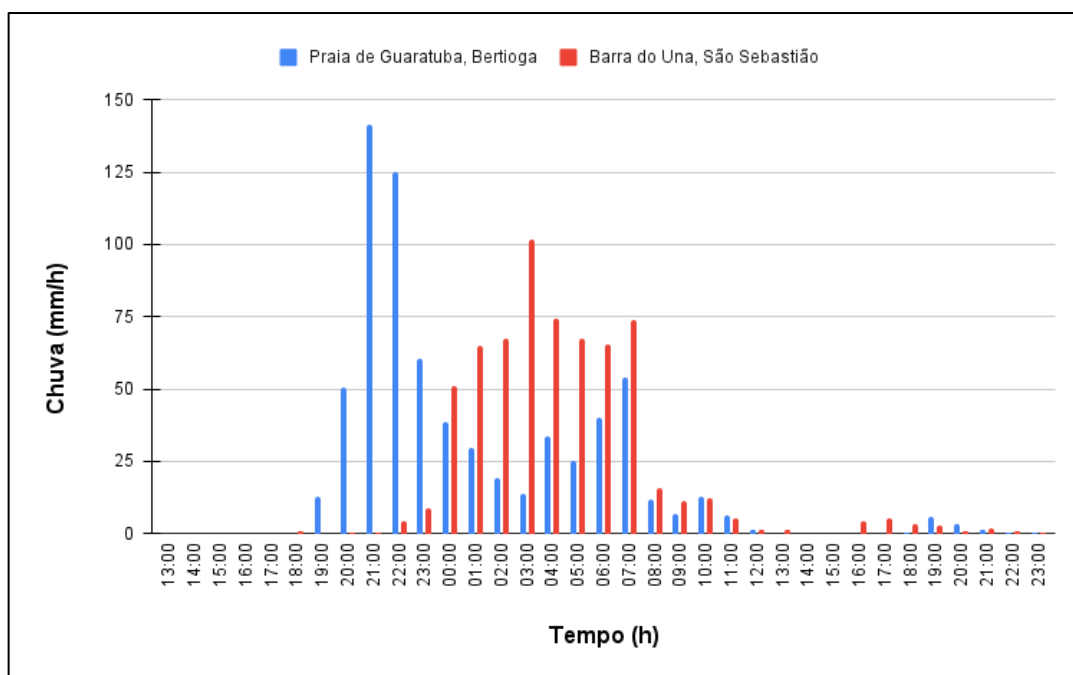


Figura 7. Hietogramas obtidos em duas estações pluviométricas: Praia de Guaratuba (município de Bertioga) e Barra do Una (município de São Sebastião) no período de 18 de fevereiro às 13h a 19 de fevereiro às 23h.

Se considerarmos somente este fator pluviométrico, o presente desastre poderia ser simplesmente considerado um “desastre puramente natural”, ou seja, um “desastre natural”. No entanto, outros fatores precisam ser considerados dentro da sociedade local, os quais contribuíram significativamente à tragédia.

Nota-se que esta tragédia ocorreu durante a época do Carnaval, uma das épocas mais movimentadas para o turismo no Brasil. A ausência de comunicação dos alertas, acima mencionada, pode ter acontecido por acaso, ou, o anúncio pode ter sido ignorado pensando na possibilidade de afastar os turistas da cidade durante o carnaval. De qualquer forma, essa falta de transmissão de informações fez com que os danos aumentassem. Segundo um comunicado da prefeitura de São Sebastião, eram esperadas 500 mil pessoas para os quatro dias de Carnaval (CASEMIRO; MATOS, 2023). Logo em seguida, a chuva mais forte da história do Brasil atingiu o litoral norte de São Paulo no fim de semana de Carnaval. Portanto, muitos turistas que não conheciam a geografia e a realidade local morreram nessa tragédia. Se essa chuva histórica tivesse ocorrido fora da época de Carnaval, o desastre poderia ter sido menos grave. Nesse sentido, pode-se perceber que há problemas, não só do lado da administração pública, mas também do lado dos moradores. Em outras palavras, o fato de que a educação para a RRD não foi efetivamente disseminada em ambos os lados fez com que ocorresse o desastre mais grave já registrado no litoral norte paulista.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Lições

Considerando as informações apresentadas sobre cada um dos três desastres, as ações sugeridas, relacionadas ao tempo/clima, necessárias para a RRD são:

- Reforço do sistema de monitoramento: deve-se aumentar o número de estações pluviométricas, especialmente em regiões montanhosas, sendo que as mesmas devem possuir dados com resolução temporal adequada à análise dos eventos de chuva;
- Realização de pesquisas sobre como ocorre o mecanismo de “*training*” (tipo de trovoadas) e como realizar sua previsão;
- Estabelecimento e fortalecimento do sistema de comunicação e transmissão de informações entre os setores de previsão do tempo, prefeitura e moradores.

O excesso de chuvas não pode ser considerado a única causa dessas três tragédias citadas. Os fatores sociais para a redução da vulnerabilidade devem ser sempre considerados uma chave na RRD, para a qual são sugeridas as seguintes ações:

- Conscientização da população local que reside em ambientes montanhosos sobre o conceito do que é e como ocorrem escorregamentos, fluxos de detritos e inundações bruscas;
- Treinamentos de evacuação em momentos emergenciais, em especial em situações como o Carnaval e outros feriados. Como muitos turistas se perdem no momento da tragédia, cidades turísticas precisam pensar em como treinar os turistas ou em como deixar claro o caminho das rotas de fuga para locais seguros;
- Melhoria dos mapeamentos de perigo hidrológico e geomorfológico e uso efetivo desses mapas para a gestão territorial (assentamento populacional e urbanização planejada). Com base no conceito “reconstruir melhor” (*build back better* – BBB), é necessário proibir a construção de casas em áreas de alto risco após um desastre;
- Eliminação do déficit habitacional em zonas seguras e estabelecimento urgente de políticas habitacionais adequadas;
- Construção de infraestruturas para a RRD em áreas de risco;
- Ruralização em áreas urbanas (KOBİYAMA; CAMPAGNOLO; FAGUNDES, 2021). Nesse caso, serviços ecossistêmicos de diversos recursos naturais, tais como, vegetação, água e solo devem ser aproveitados;
- Redução da desigualdade social. A desigualdade social pode ser o principal fator para os desastres, sendo que pessoas pobres geradas pela desigualdade social geralmente vivem em áreas de alto risco sem infraestrutura preventiva. Frequentemente desconhecem os riscos e recebem pouco treinamento de

instituições públicas. Esta situação resulta da falta de educação geral para todos os cidadãos;

- Ensino minucioso do princípio da RRD “proteger a sua própria vida” aos residentes.

Evolução dos desastres hidrológicos: dos relacionados à água aos relacionados a sedimentos

Kobiyama et al. (2010) explicaram a relação entre a evolução dos desastres hidrológicos ao longo da formação e desenvolvimento da cidade e a ocupação do solo urbano (Figura 8). Um exemplo dessa evolução pode ser observado em Recife, onde os mais pobres inicialmente começaram a viver em manguezais ou áreas planas, baixas e úmidas. Então, os habitantes dessas áreas frequentemente sofriam com grandes inundações. As duas maiores inundações ocorreram em 1966 e 1975, gerando 175 e 107 mortes, respectivamente (Tabela 3). Em 2022, o aumento drástico da densidade populacional nas encostas e falésias da cidade contribuiu para a ocorrência de desastres relacionados a sedimentos. Aqui salienta-se que, no caso do litoral norte paulista, onde não há muitas áreas planas e seguras, a construção de diversas comunidades já iniciou em encostas inclinadas.

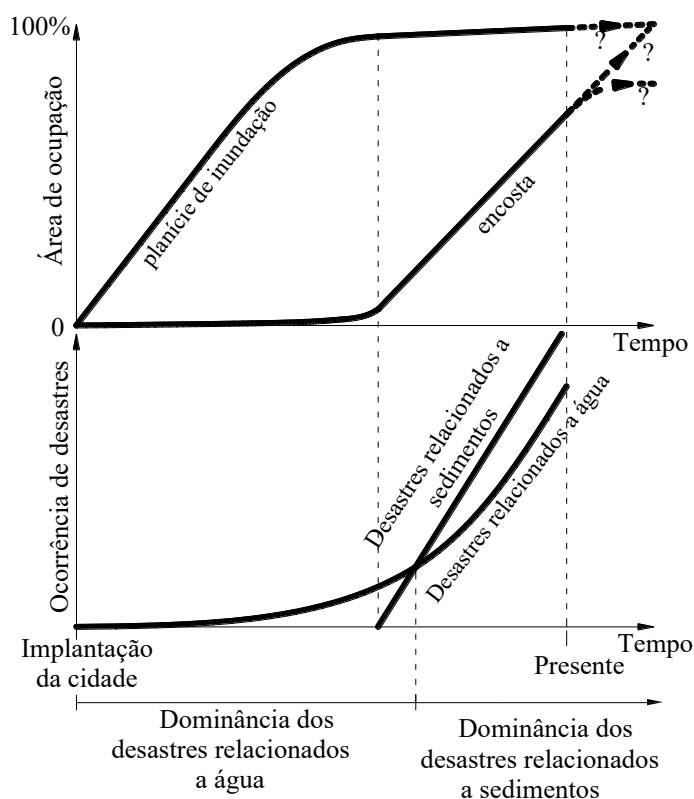


Figura 8. Evolução dos desastres hidrológicos devido à alteração da ocupação do solo.
Fonte: KOBİYAMA et al. (2010).

Embora os desastres causados por inundações e movimentos de massa sejam agrupados na classificação de desastres hidrológicos, esses possuem diferentes características (KOBAYAMA et al., 2018). A probabilidade ou facilidade da ocorrência de fatalidades com movimentos de massa é bem maior do que com inundações. Portanto, a sociedade brasileira deve prestar muito mais atenção aos desastres relacionados a sedimentos daqui para frente.

Gestão integrada no ambiente montanhoso

Os fenômenos naturais, tais como, escorregamentos, fluxos de detritos e inundações bruscas são bem comuns e inevitáveis nas regiões montanhosas, o que exige que a sociedade exerça uma boa gestão a fim de contribuir à RRD (KOBAYAMA et al., 2018). A porção leste do território brasileiro é caracterizada por ambientes costeiros e montanhosos. A maior parte desse território coincide com os locais remanescentes da Mata Atlântica que deve ser protegida. Essa região abrange ao mesmo tempo a maior parte das grandes cidades e centros turísticos brasileiros. Devido a essas dinâmicas humanas e sociais, existe uma grande procura por segurança hídrica, energética e alimentícia, o que necessita uma abordagem de Nexo cujo conceito encontra-se em Leck et al. (2015) e Purwanto et al. (2021).

Na região acima mencionada, historicamente se concentraram os fenômenos violentos de movimentos de massa. A Figura 9 mostra os municípios com registros de óbitos por deslizamentos no período de 1988 a março de 2011 e os locais em que ocorreram grandes desastres relacionados aos fluxos de detritos no período de 1900 a 2014.

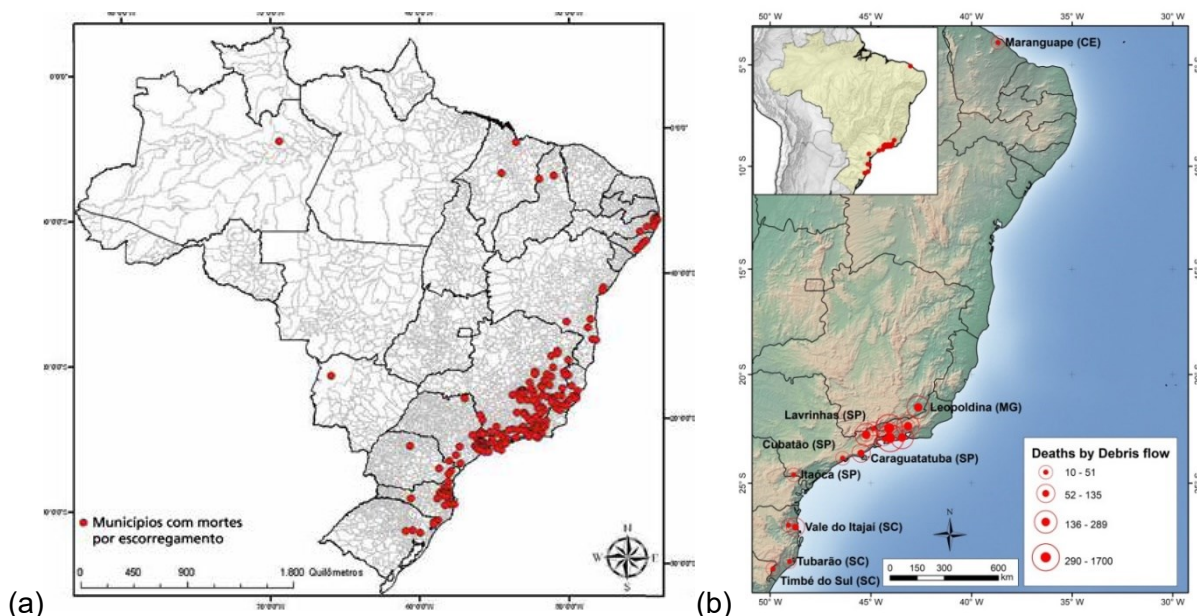


Figura 9. Distribuição dos desastres relacionados a sedimentos no Brasil: (a) Municípios com registros de mortes por escorregamento no período de 1988 a março de 2011 (**Fonte:**

CARVALHO; GALVÃO, 2016); (b) Locais de grandes desastres com fluxos de detritos no Brasil durante o período 1900 a 2014. **Fonte:** KOBIYAMA, MICHEL e GOERL (2019).

Portanto, especialmente a porção leste brasileira precisa considerar simultaneamente os tópicos de desastres, recursos hídricos, energia, alimento, ecossistema, ou seja, uma abordagem holística de Nexo: Água-Energia-Alimento-Desastres-Ecossistema (KOBIYAMA et al., 2022). Assim, em vez de gerenciar cada item separadamente, necessita-se uma gestão integrada de desastres, recursos hídricos, alimentos, energia, meio ambiente e bacias hidrográficas já que a bacia hidrográfica é a unidade ideal para realizar essa gestão.

Educação para RRD por meio do uso de bacias-escola e ciência cidadã

Praticar a “Educação para RRD com base na participação dos cidadãos” torna-se importante em nível de bacias hidrográficas. Portanto, as bacias-escola podem ser uma base para tal e devem ser construídas em conjunto por grupos de moradores, universidades, órgãos públicos, etc. Segundo Kobiyama et al. (2020), a bacia-escola é definida como uma região geográfica que possui diversos instrumentos de medição e, além disso, também é útil às pesquisas científicas. Pode ser um local para desenvolver atividades didáticas, servindo para o aprendizado de ciências, educação e qualquer tipo de formação intelectual a todos os cidadãos. A bacia-escola desperta na comunidade o interesse pela hidrologia e, conseqüentemente, amplia o conhecimento nessa área de estudo fazendo com que também aumente a participação da população na gestão integrada.

Para minimizar os prejuízos causados pelos desastres naturais, Lamontagne (2002) destacou a importância da popularização da ciência. Como os desastres naturais no Brasil ocorrem principalmente devido à dinâmica da água, a hidrologia certamente possui um importante papel na redução desses. Além de estudar e demonstrar os mecanismos desencadeadores destes desastres, a hidrologia traz também a percepção dos fenômenos hidrológicos vivenciados diariamente e evidencia a importância da água e do convívio integrado com a natureza. Nesse contexto, a implementação de uma rede de bacias-escola deve ser uma ação urgente no Brasil a fim de reduzir os desastres naturais, especialmente os hidrológicos.

Por sua definição, as bacias-escola são importantes para os hidrólogos, e estende-se esse valor também para as comunidades. Tal importância pode ser consolidada por uma maior conscientização da comunidade sobre hidrologia, o que promove ainda mais a ciência cidadã. Envolver a comunidade na geração de novos conhecimentos acerca do ambiente é o cerne da ciência cidadã (BUYTAERT et al., 2014). Uma vez que a bacia-escola é construída para todos os cidadãos, seu uso é muito apropriado para promover a ciência cidadã. Assim, o morador local é instruído sobre hidrologia e sua participação nas atividades de coleta de dados é incentivada. Conseqüentemente, o maior envolvimento da comunidade aumenta a quantidade de informações disponíveis sobre aquela bacia na qual estão inseridos, aumentando o conhecimento do cidadão e auxiliando a comunidade científica em suas pesquisas. Starkey et al.

(2017) mencionaram que esse aumento contribui para a crescente popularidade e relevância da ciência cidadã no âmbito hidrológico. Além de aprimorar a percepção dos cidadãos, essa abordagem pode ajudá-los a reconhecer precocemente os desastres naturais (consciência do risco). De acordo com Buytaert et al. (2014), embora o conceito e o potencial da ciência cidadã sejam temas recentes, estes são intrínsecos ao processo de construção do conhecimento científico.

Sendo assim, um tipo de “Programa de Bacias-Escola” poderia ser implementado em cada região tal como município ou estado. Cada prefeitura de um município em área de risco deve construir uma bacia-escola urgentemente a fim de iniciar a RRD com a participação cidadã. A introdução de ciências cidadãs no Programa de Bacias-Escola certamente melhorará o desempenho dessa educação participativa. Nesse caso, as bacias-escola são ponto central. Essa ação certamente vai intensificar a prática da ciência cidadã nas comunidades locais. A educação é a base de tudo em qualquer sociedade. A educação sobre a água, que seguramente serve para a RRD, não exige um alto custo para sua execução.

Como mencionado no item do relato do desastre ocorrido no litoral norte paulista em fevereiro de 2023, tanto órgãos públicos quanto moradores locais possuem poucos conhecimentos em relação aos perigos naturais relacionados à água. O uso das bacias-escola nessas regiões vai certamente fortalecer as comunidades administrativas e locais, reduzindo vulnerabilidades e, conseqüentemente, o risco de ocorrência dos desastres hidrológicos.

No caso da execução de cursos de capacitação voltados à RRD, é recomendado utilizar na sala de aula os dados obtidos nas próprias bacias-escola e também realizar visitas a campo dentro das bacias-escola para compreender melhor o solo, a pedogênese, as encostas, a rede fluvial, os regimes fluviais, entre outros, diretamente vendo e tocando os mesmos com seu próprio corpo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até agora, o Brasil, assim como o sistema anterior do Japão, possui uma educação de prevenção de desastres do tipo treinamento de evacuação, ou de espera de orientação. No Japão de hoje, depois de passar por megadesastres (o Grande Terremoto em Hanshin-Awaji em 1995 e o Grande Terremoto no Leste do Japão em 2011) que ultrapassaram os limites da resposta administrativa, a sociedade amplia uma perspectiva de autoajuda e assistência mútua com base na educação em prevenção de desastres ao proteger a própria vida e na educação de ajudar outras pessoas a protegerem vidas, respectivamente. Portanto, a sociedade está trabalhando extensivamente na aprendizagem compreensiva de RRD para adquirir conhecimentos e habilidades mais específicos, tanto na educação formal quanto informal (SATO et al., 2021; TOYODA et al., 2021). Com essa experiência de três desastres devastadores relatados pelo presente trabalho, a população e o governo do Brasil poderiam alterar suas ações, dando mais atenção à educação integrada na RRD.

Com base em Sakaue e Murata (2019) e Kondo (2020), pode-se dizer que os objetivos principais da educação para RRD devem ser: (i) aprofundar a compreensão da situação atual dos riscos e desastres, das causas e da mitigação dos desastres naturais, etc., e capacitar o cidadão a tomar decisões com base na seleção de ações adequadas e no pensamento e avaliação precisos sobre os desastres enfrentados nesse momento e no futuro; (ii) compreender e prever os perigos associados a fenômenos naturais, ser capaz de agir para garantir a sua própria segurança e poder preparar-se cotidianamente; e (iii) respeitar a sua própria vida e a dos outros, reconhecer a importância de criar uma sociedade segura, e estar disposto a participar, cooperar e contribuir para atividades de segurança na escola, em casa e nas comunidades locais. No caso no Brasil, os perigos naturais são predominantemente relacionados à dinâmica da água. Portanto, o uso das bacias-escola pode ser muito importante na educação para a RRD.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas de pesquisa.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Masato Kobiyama. **Metodologia:** Masato Kobiyama. **Análise formal:** Masato Kobiyama, João Gabriel Fontes Maciel, e Erika Gabriella Ruoso. **Pesquisa:** Masato Kobiyama, João Gabriel Fontes Maciel, e Erika Gabriella Ruoso. **Preparação de dados:** Masato Kobiyama, João Gabriel Fontes Maciel, e Erika Gabriella Ruoso. **Escrita do artigo:** Masato Kobiyama, Alessandro Gustavo Franck, e Marina Refatti Fagundes. **Revisão:** Masato Kobiyama, Alessandro Gustavo Franck, e Marina Refatti Fagundes. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P. Mulheres são maioria das vítimas dos temporais e soterramentos lideram causas de mortes; veja áreas onde ocorreram 130 óbitos. In: **G1 Pernambuco**. Recife, 10 jun. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2022/06/10/mulheres-sao-maioria-das-vitimas-dos-temporais-e-soterramentos-lideram-causas-de-mortes-veja-areas-onde-ocorreram-129-obitos.ghtml>>. Acesso em: 01 ago. 2022.
- ALVES, P. **Mortes por chuvas no Grande Recife chegam a 109 e tragédia ultrapassa total de vítimas da cheia de 1975**. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2022/06/01/mortes-por-chuva-no-grande-recife-total-de-vitimas-da-cheia-de-1975.ghtml>> Acesso em: 17 jun. 2022.
- AMRI, A.; LASSA, J.A.; TEBE, Y.; HANIFA, N.R.; KUMAR, J.; SAGALA, S. Pathways to Disaster Risk Reduction Education integration in schools: Insights from SPAB evaluation in Indonesia. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v.73, 102860, 2022. DOI: 10.1016/j.ijdr.2022.102860

BELOW, R.; WIRTZ, A.; GUHA-SAPIR, D. **Disaster Category - Classification and peril Terminology for Operational Purposes**. Brussels: CRED / Munich: MunichRe Foundation, 2009.

BRASIL **Lei No. 12. 608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em: 20 abr. 2019.

BUYTAERT, W. et al. Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. **Frontiers in Earth Science**, v.2, p.1-21, 2014. DOI: 10.3389/feart.2014.00026

CANDAL, L.; TADEU, V. Ocupação desordenada contribuiu com tragédia de Petrópolis, diz meteorologista. In: **CNN Brasil**. São Paulo, 16 Feb. 2022. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/ocupacao-desordenada-contribuiu-com-tragedia-de-petropolis-diz-meteorologista/>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

CARVALHO, C.S.; GALVÃO, T. Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas em áreas urbanas. In: MORAIS, M.P.; KRAUSE, C.; LIMA NETO, V.C. (eds.) **Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudos de caso brasileiros**. Brasília: IPEA, 2016. p.169-185.

CASEMIRO, P.; MATOS, T. Governo de SP e Prefeitura de São Sebastião foram avisados de risco de desastre 2 dias antes, diz diretor de órgão nacional de monitoramento. In: **G1 São Paulo**. São Paulo, 22 Feb. 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/02/22/governo-de-sp-e-prefeitura-de-sao-sebastiao-foram-avisados-de-risco-de-desastre-2-dias-antes-diz-diretor-de-orgao-nacional-de-monitoramento.ghtml>>. Acessado em: 01 abr. 2023.

CHAUDHARY, M.T.; PIRACHA, A. Natural Disasters – Origins, Impacts, Management. **Encyclopedia**, v.1, p.1101–1131, 2021. DOI: 10.3390/encyclopedia1040084

ESPINOSA, L.A.; PORTELA, M.M.; MATOS, J.P.; GHASBIA, S. Climate Change Trends in a European Coastal Metropolitan Area: Rainfall, Temperature, and Extreme Events (1864–2021). **Atmosphere**, v.13, 1995, 2022. DOI: 10.3390/atmos13121995

FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (orgs.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: Água, gente e política**. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. 192p.

GARNIER, E.; LAHOURNAT, F. Japanese stone monuments and disaster memory – perspectives for DRR. **Disaster Prevention and Management**, v.31, n.6, p.1-12, 2022. DOI: 10.1108/DPM-03-2021-0089

- GROISMAN, P.; KNIGHT, P.; EASTERLING, D.; KARL, T.; HEGERL, G.; RAZUVAEK, V. Trends in intense precipitation in the climate record. **Journal of Climate**, v.18, p.1326-50, 2005. DOI: 10.1175/JCLI3339.1
- GUIMARAENS, R. **A Enchente de 41**. Porto Alegre: Libretos, 2009.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- KOBIYAMA, M.; CHAFFE, P.L.B.; GOERL, R.F.; GIGLIO, J.N.; REGINATTO, G.M.P. Hydrological disasters reduction: lessons from hydrology. In: SENS, M.L.; MONDARDO, R.I. (org.) **Science and Technology for Environmental Studies: Experiences from Brazil, Portugal and Germany**. Florianópolis: UFSC, 2010. p.49-72.
- KOBIYAMA, M.; GOERL, R.F.; FAN, F.M.; CORSEUIL, C.W.; MICHEL, G.P.; DULAC, V.F. Abordagem integrada para gerenciamento de desastres em região montanhosa com ênfase no fluxo de detritos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.7, n. esp, p.31-65, 2018. DOI: 10.19177/rgsa.v7e0201831-65
- KOBIYAMA, M.; MICHEL, G.P.; GOERL, R.F. Proposal of debris flow disasters management in Brazil based on historical and legal aspects. **International Journal of Erosion Control Engineering**, v.11, n.3, p.85-93, 2019. DOI: 10.13101/ijece.11.85
- KOBIYAMA, M.; VANELLI, F.M.; OLIVEIRA, H.U.; VASCONCELLOS, S.M.; CAMPAGNOLO, K.; BRITO, M.M.; MOREIRA, L.L. Uso da bacia-escola na redução do risco de desastres: uma abordagem socio-hidrológica. In: MAGNONI JR, L. et al. (orgs.) **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano. 2. ed.** São Paulo: Centro Paula Souza, 2020. p.560-583.
- KOBIYAMA, M.; CAMPAGNOLO, K.; FAGUNDES, M.R. Ruralization for water resources management in urban area revisited. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.15, n.2, p.68-88, 2021.
- KOBIYAMA, M.; FAGUNDES, M.R.; BRIGHENTI, T.M.; STONE, T.F.; CORSEUIL, C.W. Integrative approach for risk and disaster reduction: The Water-Energy-Food-Disaster-Ecosystem Nexus. In: MAGNORI JÚNIOR, L. et al. (orgs.) **Ensino de geografia e a redução do risco de desastres em espaços urbanos e rurais. 1. ed.** São Paulo: Centro Paula Souza, 2022. p.434-464.
- KONDO, S. Theoretical Consideration on Disaster Risk Reduction Education from the Viewpoint of the Contingency. **Research Journal of Disaster Education**, v.1, n.1, p.31-41, 2020. DOI: 10.51004/rjde.1.1_31
- LAMONTAGNE, M. An overview of some significant eastern Canadian earthquakes and their impacts on the geological environment, buildings and the public. **Natural Hazards**, v.26, p.55-67, 2002. DOI: 10.1023/A:1015268710302

LEÃO, E.B.S.; ANDRADE, J.C.S.; NASCIMENTO, L.F. Recife: A climate action profile. **Cities**, v.116: 103270, 2021. DOI: 10.1016/j.cities.2021.103270

LECK, H.; CONWAY, D.; BRADSHAW, M.; REES, J. Tracing the Water-Energy-Food Nexus: Description, Theory and Practice. **Geography Compass**, v.9, p.445–460, 2015. DOI: 10.1111/gec3.12222

LENHARO, M. WHO declares end to COVID-19's emergency phase. **Nature, News**, May 5, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/d41586-023-01559-z>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

LINS, A.; AGUIAR, P.; NOVELINO, R. Garoto morreu em comunidade que pediu socorro 14 vezes desde 2015; 'tem que ter vontade para estabelecer política habitacional', diz especialista. In: **G1 Pernambuco**. Recife, 7 Jun. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2022/06/07/garoto-morreu-em-comunidade-que-pediu-socorro-14-vezes-desde-2015-tem-que-ter-vontade-para-estabelecer-politica-habitacional-diz-especialista.ghtml>>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MACHADO, C.C. **Tubarão 1974: Fatos e Relatos da Grande Enchente**. Tubarão: Ed. Unisul, 2005.

MADEIRO, C. **Recife só acionou plano contra tragédia 2 dias após alerta de alto risco**. 2022. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/colunas/carlos-madeiro/2022/05/30/recife-so-acionou-plano-contratragedia-2-dias-apos-alerta-de-alto-risco.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

MARENGO, J.A.; JONES, R.; ALVESA, L.M.; VALVERDE, M.C. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology**, v.29, p.2241-2255, 2009. DOI: 10.1002/joc.1863

MARQUES, C.; BAESSO, D.C. Desastres e vulnerabilidade na Região Serrana do Rio de Janeiro (RSRJ). **Idéias**, v.12, 1-29, e021019, 2021. DOI: 10.20396/ideias.v12i00.8665127

MARQUES, R.C.; SILVEIRA, A.J.T.; PIMENTA, D.N. A pandemia de COVID-19: Interseções e desafios para a história da saúde e do tempo presente. **Coleção História do Tempo Presente**, v.3, p.225-249, 2020.

MATSUO, P.M.; SILVA, R.L.F. Desastres no Brasil? Práticas e abordagens em educação em redução de riscos e desastres. **Educar em Revista**, v.37, e78161, 2021. DOI: 10.1590/0104-4060.78161

METSUL. **Petrópolis enfrenta seu maior desastre desde a chuva de 1988**. 2022. Disponível em: <<https://metsul.com/petropolis-enfrenta-seu-maior-desastre-desde-a-chuva-de-1988/>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

MICHEL, G.P.; SCHWARZ, H.; ABATTI, B.H.; PAUL, L.R.; SILVA, M.A.; ZANANDREA, F.; SALVADOR, C.G.; CENSI, G.; BIEHL, A.; KOBIYAMA, M. **Relatório técnico dos desastres de dezembro de 2020 nos municípios de Presidente Getúlio, Ibirama e Rio do Sul – SC**. Volume I. Porto Alegre: GPDEN/IPH/UFRGS, 2021.

MIN, K.S.; TSUBOKI, K.; YOSHIOKA, M.K.; MORODA, Y.; KANADA, S. Formation Mechanism of a Stationary Line-Shaped Precipitation System in the Kinki District, Japan —Case Study on 1 September 2015 Event. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v.99, p.357-377, 2021. DOI: 10.2151/jmsj.2021-017

MODESTO, F.B.F.; KUHLMANN, L.G.; JACQUES, P.D.; RIBEIRO, R.S.; SANTOS, T.D. (orgs.) **Avaliação técnica pós-desastre, Petrópolis, RJ**. Rio de Janeiro: CPRM, 2022. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22668>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

NAKANO, G.; YAMORI, K. Disaster risk reduction education that enhances the proactive attitudes of learners: A bridge between knowledge and behavior. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v.66, 102620, 2021. DOI: 10.1016/j.ijdr.2021.102620

PETAL, M. Disaster Risk Reduction Education. In: SHAW, R.; KRISHNAMURTY, R. (eds.) **Disaster Management: Global Challenges and Local Solutions**. Hyderabad: Universities Press, 2010.

PETROLIAGKIS, T.I.; ALESSANDRINI, A. **Screening and Selecting Climate Change Impact Parameters as Potential Drivers of Migration**. Luxembourg: European Union, 2021. (JRC123303) DOI: 10.2760/455010

PINTO, P.S.; IORY, N. Petrópolis cortou gasto com Defesa Civil em 2021. In: **Poder360**. Brasília, 16 Feb. 2022. Disponível em <<https://www.poder360.com.br/brasil/petropolis-cortou-gasto-com-defesa-civil-em-2021/>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

PURWANTO, A.; SUSNIK, J.; SURYADI, F.X.; FRAITURE, C. Water-Energy-Food Nexus: Critical Review, Practical Applications, and Prospects for Future Research. **Sustainability**, v.13, 1919, 2021. DOI: 10.3390/su13041919

RÄDLER, A.T. Invited perspectives: how does climate change affect the risk of natural hazards? Challenges and step changes from the reinsurance perspective. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v.22, p.659-664, 2022. DOI: 10.5194/nhess-22-659-2022

SAKAUE, H.; MURATA, S. Development of disaster education in Japanese school education and its characteristics: From the viewpoint of the aftermath of the Great Hanshin and the Great East Japan Earthquake. **Hyogo University of Teacher Education Journal**, n.55, p.141-151, 2019.

SALATA, A.R.; RIBEIRO, M.G. **Boletim Desigualdade nas Metrôpoles. n. 09. Edição especial: dados anuais (2012-2021)**. Porto Alegre: PUCRS, 2022. Disponível em: <<https://www.observatoriodasmetrolopes.net.br/>>. Acesso em: 01 ago. 2022.

SATO, T.; SAKURAI, A.; ODA, T.; HAYASHIDA, Y.; MURAYAMA, Y.; YAMORI, K. Propulsive model of school safety for disaster in community school - Case report of Kita-Tsunashima Elementary School in Yokohama city. **Journal of Japan Society for Natural Disaster Science**, v.40, p.175-190, 2021. DOI: 10.24762/jnds.40.2_175

SCHMIDT, T. Em 10 anos, São Sebastião recebeu ao menos 4 alertas sobre risco de tragédia. In: **Brasil de Fato**. São Paulo, 26 Feb. 2023. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2023/02/26/em-10-anos-sao-sebastiao-recebeu-ao-menos-4-alertas-sobre-risco-de-tragedia>>. Acesso em 01 abr. 2023.

SCHUMACHER, R.S.; JOHNSON, R.H. Mesoscale processes contributing to extreme rainfall in a midlatitude warm-season flash flood. **Monthly Weather Review**, v.136, p.3964-3986, 2008. DOI: 10.1175/2008MWR2471.1

SELBY, D.; KAGAWA F. **Disaster Risk Reduction in School Curricula: Case Studies from Thirty Countries**. Paris: UNESCO, Geneva: UNICEF, 2012.

Disponível em <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000217036>>. Acesso em 30 jul. 2023.

SILVA, A.R.C.; KOBIYAMA, M.; PANCERI, R. “Programa defesa civil na escola” nos municípios de Imbituba e Lauro Müller/SC: avaliação com alunos e professores.

Revista de Geografia (Recife), v.38, n.3, p.154-179, 2021. DOI: 10.51359/2238-6211.2021.248819

SILVA, A. R. C.; KOBIYAMA, M.; VANELLI, F. M. Interfaces entre a política nacional de proteção e defesa civil e a política nacional de educação ambiental. **Ciência e Natura**, v. 43, e60, 2021. DOI: 10.5902/2179460X43612

SILVEIRA, W.N.; KOBIYAMA, M.; GOERL, R.F.; BRANDENBURG, B. **História das inundações em Joinville, 1851-2008**. Curitiba: Organic Trading, 2009.

SOUZA, S.O.; OLIVEIRA, R.C.; LUPINACCI, C.M. Mapeamento da declividade enquanto instrumento de planejamento do litoral norte paulista. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 12, 2018, Crato. **Anais**, 2018. Disponível em: <<https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/9/9-5-546.html>>. Acesso em: 01 Mar. 2023.

STARKEY, E.; PARKIN, G.; BIRKINSHAW, S.; LARGE, A.; QUINN, P.; GIBSON, C. Demonstrating the value of community-based (‘citizen science’) observations for catchment modelling and characterization. **Journal of Hydrology**, v.548, p.801-817, 2017. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2017.03.019

THOMAS, V.; LÓPEZ, R. **Global Increase in Climate-Related Disasters**. Manila: Asian Development Bank, 2015. (ADB Economics Working Paper Series No. 466)

TOYODA, Y.; MURANAKA, A.; KIM, D.; KANEGAE, H. Framework for utilizing disaster learning tools classified by real and virtual aspects of community space and social networks: Application to community-based disaster risk reduction and school disaster education on earthquakes in Japan for during- and post-COVID-19 periods.

Progress in Disaster Science, v.12, 100210, 2021. DOI: 10.1016/j.pdisas.2021.100210

UNUMA, T.; TAKEMI, T. Characteristics and environmental conditions of quasi-stationary convective clusters during the warm season in Japan. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.142, p.1232-1249, 2016. DOI: 10.1002/qj.2726

UN – United Nations **Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: UN, 2015. (A/RES/70/1)

UNESCO; UNICEF Regional Office for East Asia and the Pacific **Disaster Risk Reduction (DRR) in education: an imperative for education policymakers**. Bangkok: UNESCO-UNICEF Office. 2011.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction**. Geneva: UNISDR, 2009.

UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030**. Geneva: UNISDR, 2015.

UOL. Governo de SP e Prefeitura de São Sebastião foram avisados de risco de desastre 2 dias antes, diz diretor de órgão nacional de monitoramento. In: **UOL**. São Paulo, 24 Feb. 2023. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2023/02/24/o-que-poderia-ter-sido-feito-evitado-tragedia-litoral-sp.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

VAN AALST, M.K. The impacts of climate change on the risk of natural disasters. **Disasters**, v.30, n.1, p.5-18, 2006. DOI: 10.1111/j.1467-9523.2006.00303.x

VELOSO, J.A.V. **Tremeu a Europa e o Brasil também**. Rio de Janeiro: Chiado Editora, 2015.

WEF - World Economic Forum **The Global Risks Report 2023. 18th ed. Insight Report**. Geneva: WEF, 2023.

WYNES, S. et al. Climate action failure highlighted as leading global risk by both scientists and business leaders. **Earth's Future**, v.10, e2022EF002857, 2022. DOI: 10.1029/2022EF002857

XAVIER, P. Diversos fatores contribuíram para tragédia de Petrópolis, apontam especialistas. In: **Band-Uol**. Rio de Janeiro, 14 Mar. 2022. Disponível em: <<https://www.band.uol.com.br/bandnews-fm/rio-de-janeiro/noticias/diversos-fatores-contribuiram-para-tragedia-de-petropolis-apontam-especialistas-16500015>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

XAVIER, C. Governos de SP e São Sebastião ignoram alertas de desastre. In: **Vermelho**. Brasília, 22 Feb. 2023. Disponível em: <<https://vermelho.org.br/2023/02/22/governos-de-sp-e-sao-sebastiao-ignoram-alertas-de-desastre-2-dias-antes/>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ZANANDREA, F.; KOBAYAMA, M.; MICHEL, G.P.; FLEISCHMANN, A.S.; COLLISCHONN, W. (orgs.) **Desastres e água: eventos históricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRHidro, 2023.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0