



Gerenciamento de riscos de desastres naturais em Santa Catarina

Natural disaster risk management in Santa Catarina

Bianca Bertoli ; Cássio Aurélio Suski*

Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

E-mail: bertolibianca@gmail.com

*Email para correspondência: cassio.suski@ifsc.edu.br

Recebido (Received): 05/08/2024

Aceito (Accepted): 11/10/2024

Resumo: Desastres naturais causam mortes, danos e significativos prejuízos às cidades brasileiras. Santa Catarina, situada no Sul do Brasil, região geograficamente propensa à variabilidade climática, sofre com frequentes desastres meteorológicos, climatológicos, geológicos e hidrológicos. Entre 1993 e 2023, eventos extremos desalojaram ou desabrigaram mais de 1 milhão de catarinenses, com enxurradas, chuvas intensas e inundações sendo responsáveis pela maioria dos casos. O objetivo deste estudo foi analisar os principais riscos dessas três ocorrências intensificadas pelo aquecimento global ao qual o Estado de Santa Catarina está exposto e identificar os respectivos graus de probabilidade e impacto. A metodologia foi dividida em identificação dos riscos, classificação dos riscos, análise quantitativa dos riscos, planejamento de respostas aos riscos, e monitoramento e mitigação dos riscos. O estudo analisa os três principais fenômenos (chuvas intensas, enxurradas e inundações) para propor um método de gerenciamento de riscos que possa contribuir na implementação de políticas públicas para mitigar os impactos e aumentar a resiliência das comunidades afetadas. A pesquisa evidencia que as enxurradas são os riscos de maior impacto e, por isso, precisam ser prioridade nas gestões públicas, já que a tendência é que os fenômenos ocorram com mais frequência e maior intensidade ao longo do tempo devido aos efeitos das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Desastres naturais; Chuva intensa; Gerenciamento de risco; Santa Catarina.

Abstract: *Natural disasters cause deaths, damage, and significant losses to Brazilian cities. Santa Catarina, located in southern Brazil, a region geographically prone to climate variability, frequently suffers from meteorological, climatological, geological, and hydrological disasters. Between 1993 and 2023, extreme events displaced or left homeless over 1 million residents of Santa Catarina, with flash floods, heavy rains, and flooding being responsible for most cases. The aim of this study was to analyze the main risks of these three occurrences, which have been intensified by global warming, to which the state of Santa Catarina is exposed, and to identify their respective levels of probability and impact. The methodology was divided into risk identification, risk classification, quantitative risk analysis, risk response planning, and risk monitoring and mitigation. The study analyzes the three main phenomena (heavy rains, flash floods, and flooding) to propose a risk management method that can contribute to the implementation of public policies to mitigate impacts and increase the resilience of affected communities. The research shows that flash floods are the highest-impact risks and therefore must be prioritized in public management, as the trend is for these phenomena to occur more frequently and with greater intensity over time due to the effects of climate change.*

Keywords: *Natural disasters; Heavy rain; Risk management; Santa Catarina.*

1. Introdução

Os desastres naturais causam danos e transtornos em diferentes lugares do mundo. No Brasil, estiagens, enxurradas e enchentes lideram a lista de eventos que mais matam, prejudicam e causam prejuízos econômicos (BRASIL, 2023). Santa Catarina (SC), no Sul do Brasil, não está alheia a essa realidade. Nos últimos anos houve um aumento no registro de eventos climáticos extremos no Estado (BRASIL, 2023).

Entre 1993 e 2023, 1 milhão de catarinenses ficaram desalojados ou desabrigados por conta dos eventos hidrológicos, principalmente pelas enxurradas, destruição causada por uma chuva forte, mas de curta

duração, conforme mostra o Atlas Digital de Desastres no Brasil, do Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2023). O número representa quase 15% do total de habitantes do Estado, estimado em 7,6 milhões de pessoas pelo censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2022. No mesmo período, 263 moradores de Santa Catarina morreram vítimas desses fenômenos, sendo que 187 mortes foram atreladas diretamente às enxurradas (BRASIL, 2023).

Enxurradas e enchentes são agrupadas pela Defesa Civil como ocorrências hidrológicas, que representam cerca de 90% dos óbitos em eventos climáticos, de acordo com dados do Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2022). Por toda a relevância social, econômica e ambiental, as duas ocorrências hidrológicas mais comuns em cidades catarinenses são objeto de análise deste estudo junto com as chuvas intensas, consideradas desastres meteorológicos pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

A enxurrada é definida como um “escoamento superficial concentrado e de alta energia de transporte, podendo ou não estar associado ao domínio fluvial, provocada por chuvas intensas e concentradas, apresentando grande potencial destrutivo” (BRASIL, 2013, p.1). Essas chuvas intensas, que podem gerar enxurradas, são tempestades locais de curta duração com grandes acumulados de precipitação (RIO GRANDE DO SUL, 2024). Em contraste, inundações ou enchentes ocorrem quando a água ultrapassa os limites normais de um curso d'água, inundando áreas que geralmente não estão submersas. O transbordamento é gradual, frequentemente causado por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica (BRASIL, 2013).

A COBRADE padroniza a nomenclatura desses eventos e ajuda a desenvolver a base de um banco de dados sobre desastres, além de estar dentro da classificação internacional da ONU, o que contribui para o gerenciamento de risco de desastres de todo o planeta (SANTA CATARINA, 2013). A classificação separa as catástrofes em duas categorias: naturais e tecnológicas. Os desastres naturais são divididos em cinco grupos: geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos e biológicos. Já os tecnológicos estão desmembrados em ocorrências relacionadas a substâncias radioativas, produtos perigosos, incêndios urbanos, obras civis e transporte de passageiros e de cargas não perigosas.

Dentro de cada grupo há os subgrupos, tipos e subtipos. Para a classificação, a enxurrada e as enchentes/inundações fazem parte do grupo “hidrológico”, enquanto as chuvas intensas, vendavais e ciclones são eventos meteorológicos. Amaral *et al.* (2021) explicam que os desastres geológicos envolvem processos erosivos, de movimentação de massa. Os meteorológicos estão ligados a fenômenos como chuvas intensas, raios, ciclones, vendavais, geadas e ondas de calor. Os hidrológicos abarcam os alagamentos, enchentes, inundações graduais e bruscas, enquanto os climatológicos estão relacionados à estiagem e seca, queimadas e incêndios florestais.

Desastres ligados às chuvas são marcas na história catarinense. Isso ocorre por Santa Catarina pertencer ao Sul do Brasil, região que possui grande variabilidade de sistemas meteorológicos (CARDOSO *et al.* 2020) por conta da sua posição geográfica em latitudes médias, onde há o encontro de massas de ar aquecido que vêm do Norte e massas de ar frio vindas do Polo Sul. Essa característica faz com que o Estado tenha diferentes condições de tempo ao longo dos meses (CARDOSO *et al.* 2020).

Conforme Pugas *et al.* (2024), os principais sistemas meteorológicos que influenciam os eventos em Santa Catarina, como os temporais, são os de ordem geral de escala sinótica, como os Sistemas Frontais, os Ciclones Extratropicais, os Jatos de Baixos Níveis, a Zona de Convergência do Atlântico Sul e os Anticiclones Subtropicais do Atlântico Sul e do Pacífico Sul. Os sistemas marítimos também têm papel importante, destacando-se as correntes do Brasil e Malvinas; Oscilação do Pacífico Sul (ENOS) e a Oscilação Decadal do Pacífico.

Apesar de muitos desastres normalmente estarem conectados aos sistemas meteorológicos, eles ganham contornos dramáticos devido às ações antrópicas. O homem tem papel significativo nas causas dos eventos ao alterar o fluxo fluvial (RAVAGO *et al.* 2020; OLSON e WU, 2020), degradar os solos e contribuir para a aceleração das mudanças climáticas (GENCER, 2013) com o envio em massa de gases do efeito estufa à atmosfera. Wallemacq *et al.* (2015) pontuam que o crescimento populacional e os padrões de desenvolvimento econômico são determinantes para entender o aumento no número de desastres não só em Santa Catarina, como em todo o mundo.

Hoje, não apenas há mais pessoas em perigo do que há 50 anos, mas a construção em planícies de inundação e outras áreas de alto risco aumentou a probabilidade de um risco natural de rotina tornar-se uma grande catástrofe, ou seja, o impacto dos desastres depende de múltiplos fatores interligados, incluindo o tipo de perigo, a localização do evento e duração, além do tamanho e vulnerabilidade da população em questão (WALLEMACQ *et al.* 2015).

Seja pela intensificação dos fenômenos impulsionada pelas mudanças climáticas ou pelo aumento de regiões vulneráveis expostas a extremos (ALVALÁ; BARBIERI, 2017), o fato é que o Sul do Brasil é reconhecidamente a região mais sensível a desastres ligados a chuvas extremas (MARENGO *et al.* 2021). Diante desse cenário, a possibilidade de registros de desastres naturais ganhou a atenção de governos, organizações internacionais, pesquisadores e agências de gestão de emergências, que buscam formas de responder a esses eventos (NASCIMENTO; ALENCAR, 2016).

O assunto se transformou em um dos tópicos mais importantes da meteorologia e climatologia devido aos efeitos desastrosos não só ambientais, como sociais e econômicos (GOMES *et al.* 2023). As perdas financeiras podem ser maiores ou menores, mas representam um obstáculo no desenvolvimento de cada cidade, pois os desastres deixam à mostra a vulnerabilidade dos locais (MORA, 2009). Por definição, desastres naturais — relacionados ou não às chuvas — ocorrem quando há uma séria interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo perdas e impactos humanos, materiais, econômicos ou ambientais generalizados, que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada de lidar usando seus próprios recursos (UNISDR, 2009).

Para Gomes *et al.* (2023) e Suski *et al.* (2024), já que os extremos estão mais fortes e frequentes com o incremento do aquecimento global, é preciso entender as mudanças passadas e futuras dos fenômenos para apoiar as decisões de adaptação e gestão de risco. A fim de identificar, analisar e quantificar a probabilidade de danos que um desastre pode causar, surge então o gerenciamento de riscos (MORA, 2009), que começa com a identificação dos perigos e passa pela avaliação do risco, os valores ou vidas humanas expostos e a vulnerabilidade dos objetos (SMOLKA, 2006). Como resultado, são apresentadas formas de prevenir e mitigar as perdas (MORA, 2009).

Esse gerenciamento é determinante, justamente, pelo impacto que os eventos extremos de precipitação têm nas comunidades, demandando uma análise das áreas mais suscetíveis, dos fatores econômicos e do crescimento urbano, entre outros reflexos e reflexões (CARDOSO *et al.* 2020). Tudo isso para que se tenha instrumentos voltados a novas perspectivas de políticas públicas, com mais infraestrutura e estratégias de adaptação, “com intuito de reduzir os impactos dos eventos extremos e as vulnerabilidades sociais, aumentando a resiliência das regiões e comunidades afetadas”, escrevem ainda Cardoso *et al.* (2020, p. 229).

Para Amorim e Silva (2016), há uma visível necessidade de desenvolver soluções para evitar os transtornos, o que exige, diretamente, o gerenciamento de risco. Santa Catarina inaugurou em 2018 o Centro Integrado de Gerenciamento de Risco e Desastres (CIGERD), tornando-se referência nacional no tema (FARINA, 2023). Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar os principais riscos de ocorrências hidrológicas e meteorológicas intensificados pelas mudanças climáticas aos quais o Estado de Santa Catarina está exposto e identificar os respectivos graus de probabilidade e impacto.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

A presente pesquisa focou nas 295 cidades de Santa Catarina, Estado localizado entre os paralelos 25°57'41" e 29°23'55" de latitude Sul, e entre os meridianos 48°19'37" e 53°50'00" de longitude Oeste, dividido em seis principais mesorregiões: Norte, Vale do Itajaí, Grande Florianópolis, Sul, Região Serrana e Oeste. As mesorregiões que registraram desastres naturais relacionados às chuvas, ao longo das últimas três décadas, entraram na lista deste estudo.



Figura 1: Mapa de Santa Catarina (área de estudo). Fonte: Autores (2024).

2.2. Etapas metodológicas

A metodologia deste estudo foi dividida em quatro etapas: Identificação e classificação dos riscos, análise quantitativa dos riscos, planejamento de respostas aos riscos, e monitoramento e mitigação dos riscos.

2.2.1. Identificação e classificação dos riscos

A identificação dos riscos foi realizada por meio da seleção dos tipos de desastres que Santa Catarina mais registrou entre 1993 e 2023, pois são os dados históricos disponíveis no banco de dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2023), ou seja, quantas vezes o governo estadual gerou protocolos ao governo federal através do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), a fim de solicitar recursos para o município afetado.

Esses documentos significam que as prefeituras das cidades atingidas pelos eventos extremos reportaram ao Governo do Estado estragos públicos e privados, além dos números de feridos, desabrigados, desalojados ou até mortos, quando houve. O Estado, por sua vez, enviou os relatórios ao S2iD, que é uma ferramenta de gestão de risco em que os municípios podem solicitar recursos à União para ações de resposta e de recuperação, registrar desastres e solicitar reconhecimento (BRASIL, 2024). O estudo utilizou os protocolos enviados ao governo federal, porém é sabido que nem todas as ocorrências são registradas no S2iD, o que pode gerar uma pequena defasagem nos dados, mas que não invalida o estudo.

Os protocolos alimentaram a plataforma do Atlas Digital, que traz informações sistematizadas relacionadas às ocorrências de desastres e aos danos e prejuízos decorrentes deles (BRASIL, 2023). Por meio desta foi possível observar a evolução das três principais ocorrências que afetam Santa Catarina — enxurrada, chuvas intensas e inundações — ao longo desses 30 anos. A exceção de período ficou por conta das “chuvas intensas”, classificação que começou a constar no Atlas apenas a partir de 2013 e, por isso, o evento foi avaliado em um período menor em relação aos demais, de 11 anos (2013 a 2023).

O segundo passo da pesquisa foi classificar os riscos conforme a tabela de Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), que separa as catástrofes em categorias, grupos, subgrupos, tipos e subtipos. As categorias são subdivididas em “Natural” e “Tecnológico”, sendo que ambas possuem cinco grupos. Na categoria Natural os grupos são Geológico, Hidrológico, Meteorológico, Climatológico e Biológico.

Já os desastres relacionados a substâncias radioativas, desastres relacionados a produtos perigosos, desastres relacionados a incêndios urbanos, desastres relacionados a obras civis e desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas estão atrelados à categoria “Tecnológico”.

2.2.1.1. Definição dos desastres

As enxurradas são definidas como um “escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial (do rio), provocado por chuvas intensas e concentradas e apresenta grande potencial destrutivo”, define a portaria conjunta do governo federal de número 148 (BRASIL, 2013, p.1). Por ser repentino e de alta intensidade, esse desastre é tido como um dos mais mortais, danificando também moradias, transportes e infraestrutura, sem contar os problemas ambientais que surgem com a erosão do solo e poluição da água (PASCUAL *et al.* 2024). Apesar da maioria dos casos ser causada pelas chuvas intensas/tempestades, a enxurrada pode ser deflagrada por uma inundação repentina de represas ou riachos (PASCUAL *et al.* 2024).

Na outra ponta, quando há falta de chuva, está a possibilidade de ocorrer uma estiagem ou seca. Para ser considerada um desastre, conforme o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (BRASIL, 2021), a estiagem deve envolver um “período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, no qual a perda de umidade do solo é superior à sua reposição” (BRASIL, 2017, p.4) e deve causar os impactos listados na Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012 (FREITAS e OLIVEIRA, 2017). A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil complementa que além desse tempo de escassez na precipitação, durante uma estiagem ocorre um atraso no início da estação chuvosa por mais de quinze dias ou então a precipitação total nos meses chuvosos é inferior a 60% da média (FREITAS e OLIVEIRA, 2017).

Na COBRADE, a seca é explicada como “uma estiagem prolongada, durante o período de tempo suficiente para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico” (BRASIL, 2017, p.4). Freitas e Oliveira (2017) detalham que o termo estiagem acabou sendo adotado para diferenciar um tipo de seca menos intensa e de duração mais curta, que é mais comum especialmente no Sul do Brasil, onde está localizado o Estado de Santa Catarina.

Já o termo “chuvas intensas” foi inserido no Atlas em 2013 e se refere às tempestades locais, de rápida duração, com acumulados significativos de chuva (RIO GRANDE DO SUL, 2024). Estudos têm evidenciado que o aquecimento global aumenta tanto a intensidade quanto a frequência das precipitações extremas (MYHRE *et al.* 2019). Além das mudanças de circulação em larga escala — efeitos dinâmicos —, há o efeito termodinâmico chamado relação Clausius-Clapeyron, que está associado a alterações na umidade atmosférica e estratificação, o que significa que quando a atmosfera aquece, a capacidade dela de reter umidade cresce (RAJCZAK *et al.* 2013). Esses efeitos são fundamentais para entender as novas dinâmicas das chuvas intensas diante das mudanças do clima.

Os vendavais são ventos muito fortes, enquanto os ciclones são sistemas de baixa pressão e grande escala que também podem provocar ventos destrutivos (BRASIL, 2017). Na COBRADE, figuram no grupo meteorológico justamente por serem explicados por sistemas meteorológicos, já que ambos são fenômenos advindos da dinâmica da atmosfera e da interação entre diferentes fatores climáticos.

Assim como os demais eventos extremos, as inundações estão cada vez mais frequentes e intensas, o que afeta com mais gravidade determinados grupos populacionais e espaços geográficos mais vulneráveis, especialmente em grandes áreas urbanas, independentemente do nível de riqueza do país (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2015). Conforme Brasil (2013), ocorre uma enchente ou inundação quando a água atinge áreas fora dos limites habituais do curso dela em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica.

2.2.2. Análise quantitativa dos riscos

Para realizar a análise quantitativa dos riscos, a pesquisa voltou a observar os dados do Atlas por meio do detalhamento dos impactos de cada tipo de desastre ocorrido em Santa Catarina em números de óbitos, desalojados e/ou desabrigados, feridos e afetados. Esses parâmetros foram fundamentais para nortear a terceira etapa da pesquisa, que consistiu em analisar quantitativamente os três riscos elencados. A probabilidade e impacto foram identificados por meio da matriz de probabilidade e impacto apenas no campo das ameaças, ou seja, no caso dos riscos negativos. A partir dessa matriz foi possível classificar o grau de importância (produto probabilidade x impacto) de cada risco em baixa, moderada ou alta prioridade, identificados pelas cores verde, amarela e vermelha, respectivamente, conforme o **Tabela 1**.

Tabela 1: Matriz de Probabilidade e Impacto. Fonte: Project Management Institute (2008)

Matriz de Probabilidade e Impacto										
Probab.	Ameaças					Oportunidades				
0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,7	0,04	0,07	0,14	0,24	0,48	0,48	0,24	0,14	0,07	0,04
0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05

A probabilidade de cada risco ocorrer em Santa Catarina foi calculada da seguinte forma: levantou-se a quantidade de vezes que houve registro de enxurrada (E), chuva intensa (C) e inundações (I) por ano, chegando a três números distintos. Estes valores encontrados foram divididos pela respectiva série histórica (S_1 e S_2), resultando no número de eventos ocorridos por ano (E/S_1 , C/S_2 , I/S_1). A série histórica disponível para enxurradas e inundações é de 1993 a 2023 ($S_1 = 31$ anos) e para chuvas intensas é de 2013 a 2023 ($S_2 = 11$ anos). Na sequência, cada número de eventos ocorridos por ano foi dividido pelo somatório dos três números de eventos ocorridos (Equações 1 a 3) a fim de se obter os respectivos percentuais de probabilidade (X, Y e Z).

$$X = \frac{\frac{E}{S_1}}{\text{Soma}} \quad \text{Eq.1}$$

$$Y = \frac{\frac{C}{S_2}}{\text{Soma}} \quad \text{Eq.2}$$

$$Z = \frac{\frac{I}{S_j}}{\text{Soma}} \quad \text{Eq.3}$$

Onde:

X = Percentual de probabilidade de enxurradas

Y = Percentual de probabilidade de chuvas intensas

Z = Percentual de probabilidade de inundações

E = total de ocorrências de enxurrada entre a série histórica

C = total de ocorrências de chuvas intensas entre a série histórica

I = total de ocorrências de inundações entre a série histórica

S₁ = Série histórica para a enxurrada e inundações (1993 a 2023 = 31 anos)

S₂ = Série histórica para chuvas intensas (2013 a 2023 = 11 anos)

Soma = somatório dos três números de eventos ocorridos a fim de se obter os respectivos percentuais de probabilidade

Os três percentuais foram equiparados aos índices que constam na primeira coluna da matriz, que vai de 0,1 a 0,9 (**Tabela 1**), e assim foi possível estabelecer as primeiras informações da Matriz de Probabilidade e Impacto deste artigo.

Se X, Y ou Z for de 0% a 19%, então probabilidade = 0,1

Se X, Y ou Z for de 20% a 39%, então probabilidade = 0,3

Se X, Y ou Z for de 40% a 61%, então probabilidade = 0,5

Se X, Y ou Z for de 62% a 79%, então probabilidade = 0,7

Se X, Y ou Z for de 80% a 100%, então probabilidade = 0,9

Já os impactos foram divididos em quatro: impacto em óbitos (O), impacto em desalojado/desabrigado (D), impacto em feridos (F) e impacto em afetados (A). Primeiramente, os números de cada impacto foram levantados dentro do período proposto. Na sequência foram multiplicados os números de cada impacto pela respectiva série histórica, de forma a ponderar os resultados. E por fim foram obtidos os percentuais de ocorrência de cada impacto (X, Y e Z), por meio da divisão da ocorrência de cada impacto (para cada risco) pelo total de ocorrências de cada impacto, respectivamente (Equações 4 a 6).

$$X = \left(\frac{\frac{a}{S_1} \times S_j}{\text{Soma}_a} \right) \times 100 \quad \text{Eq. 4}$$

$$Y = \left(\frac{\frac{a}{S_1} \times S_2}{\text{Soma}_a} \right) \times 100 \quad \text{Eq. 5}$$

$$Z = \left(\frac{\frac{a}{S_1} \times S_1}{\text{Soma}_a} \right) \times 100 \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

X = Percentual de impacto de enxurradas

Y = Percentual de impacto de chuvas intensas

Z = Percentual de impacto de inundações

a = óbitos (O), desalojado/desabrigado (D), feridos (F) e afetados (A)

S₁ = Série histórica para a enxurrada e inundações (1993 a 2023 = 31 anos)

S₂ = Série histórica para chuvas intensas (2013 a 2023 = 11 anos)

Soma_a = somatório do número de impactos (O, D, F e A)

Cada percentual resultou em um índice de Impacto, conforme segue:

Se X, Y ou Z for de até 10%, então número na matriz de impacto = 0,05

Se X, Y ou Z for de 11% a 20%, então número na matriz de impacto = 0,1

Se X, Y ou Z for de 21% a 40%, então número na matriz de impacto = 0,2

Se X, Y ou Z for de 41% a 60%, então número na matriz de impacto = 0,4

Se X, Y ou Z for de 61% a 100%, então número na matriz de impacto = 0,8

2.2.3. Planejamento de respostas aos riscos

A priorização dos riscos ajuda a nortear as decisões de gestores públicos no momento de lidar com eles. Diante das análises, sugeriu-se como terceira etapa um planejamento de respostas aos riscos, que consistiu na elaboração de um plano de ação para mitigação das enxurradas, chuvas intensas e enchentes. O documento foi dividido em: “O que”, que resume a ação sugerida; “Por quê”, que explica o motivo de adotar tal medida; “Como”, que detalha a forma que a ação deve ser desempenhada e “Onde”, mostrando as cidades ou regiões que deveriam ser contempladas.

Apesar deste estudo ter focado apenas em ações de mitigação, existem quatro objetivos para um plano de ação (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008, p.344):

1. **Eliminar ou Prevenir:** remover em 100% a probabilidade que a ameaça ocorra.
2. **Transferir:** repassar total ou parcialmente o impacto de uma ameaça para terceiros.
3. **Mitigar:** reduzir a probabilidade e/ou impacto do risco.
4. **Aceitar:** de forma ativa, estabelecendo um plano de contingência caso o evento ocorra, ou de forma passiva, apenas esperando o risco acontecer para então ser tratado.

2.2.4. Monitoramento e mitigação dos riscos

A fim de monitorar e documentar todo o trabalho realizado na mitigação dos riscos, o artigo adotou o formulário de informação do risco, o RIS (*risk information sheet*), que é usado para documentar novos perigos à medida que são identificados e também para modificar as informações conforme os riscos são gerenciados (SABELHAUS, 2002).

Para cada um dos riscos foi estabelecido um RIS com as seguintes informações: descrição, contexto (causas), consequências, atenuação/monitoramento e plano de contingência.

3. Resultados

3.1. Identificação e classificação dos riscos

O Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2023) mostra que, entre os 18 tipos de desastres existentes na plataforma, a maioria dos 7.943 protocolos gerados pela Defesa Civil de Santa Catarina esteve relacionado às enxurradas, estiagens/secas, vendavais e ciclones, além das inundações, entre 1993 e 2023 (**Tabela 2**), e chuvas intensas, entre 2013 e 2023, totalizando 5.416 registros. Do total, 3.882 estavam ligados apenas às enxurradas, chuvas intensas e inundações, como mostra a **Figura 2.a**. De todas as 323 mortes em desastres, 259 foram em enxurradas, chuvas intensas e enchentes (**Figura 2.b**).

Tabela 2: Desastres mais comuns em SC

Desastres	Percentual (%)
Enxurradas	25,4
Estiagens e secas	19,3
Chuvas intensas	16,9
Vendavais e ciclones	16
Inundações	6,4

Fonte: Brasil (2023)

Nas últimas três décadas, os cinco desastres mais frequentes somaram 1,1 milhão dos 1,2 milhão de desabrigados ou desalojados, 17,9 mil dos 21,3 mil feridos e 18,4 milhões dos 19,9 milhões de afetados. No entanto, apesar das estiagens e vendavais constarem entre os eventos mais comuns, são os relacionados às chuvas que causam os maiores estragos no Estado.

Nos anos estudados, praticamente todos os catarinenses (1,05 milhão de pessoas) que ficaram desabrigados ou desalojados durante eventos extremos vivenciaram episódios de enxurradas, chuvas intensas e enchentes. De todos os afetados por desastres em Santa Catarina, 63% estão diretamente ligados a esses três fenômenos, assim como 69% dos feridos. Com isso, eventos relacionados às precipitações são os principais responsáveis pelas ações de gestão de risco da Defesa Civil catarinense (SANTA CATARINA, 2022).

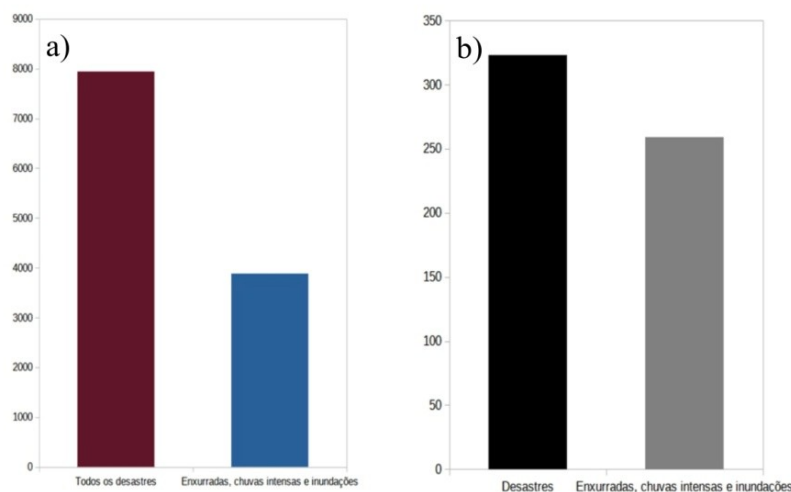


Figura 2: Desastres em Santa Catarina. **a)** - Número de ocorrências de desastres em SC entre 1993 e 2023 **b)** - Mortes em desastres ocorridos em SC entre 1993 e 2023. Fonte: Brasil (2023).

Os cinco principais desastres catarinenses estão na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) como naturais (**Tabela 3**). A COBRADE separa as catástrofes em categorias, grupos, subgrupos, tipos e subtipos. Para a classificação, a enxurrada e as enchentes/inundações fazem parte do grupo “hidrológico”, enquanto as chuvas intensas, vendavais e ciclones são eventos meteorológicos. Estiagem e secas estão no grupo climatológico. Dos cinco, apenas os ciclones são divididos em subtipos: ventos costeiros e marés, e tempestades.

Tabela 3: Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Fonte: Brasil (2017)

	Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo	Definição	COBRADE
N A T U R A I S	2. Hidrológico	1. Inundações	0	0	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.	1.2.1.0.0
		2. Enxurradas	0	0	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo	1.2.2.0.0
		3. Alagamentos	0	0	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.	1.2.3.0.0

3.Meteorológico	2.Tempestades	1.Tempestade local/ Convectiva	1.Tornados	Coluna de ar que gira de forma violenta e muito perigosa, estando em contato com a terra e a base de uma nuvem de grande desenvolvimento vertical. Essa coluna de ar pode percorrer vários quilômetros e deixa um rastro de destruição pelo caminho percorrido.	1.3.2.1.1
			2.Tempestade de raios	Tempestade com intensa atividade elétrica no interior das nuvens, com grande desenvolvimento vertical.	1.3.2.1.2
			3.Granizo	Precipitação de pedaços irregulares de gelo.	1.3.2.1.3
			4.Chuvas intensas	São chuvas que ocorrem com acumulados significativos, causando múltiplos desastres (ex.: inundações, movimentos de massa, enxurradas, etc.).	1.3.2.1.4
			5.Vendaval	Forte deslocamento de uma massa de ar em uma região.	1.3.2.1.5

3.2. Análise quantitativa dos riscos

O grau de impacto dos três riscos e a probabilidade de cada um ocorrer são demonstrados na Matriz de Probabilidade e Impacto (**Tabela 4**). Os percentuais de probabilidade, obtidos através do cálculo estatístico foram de 32% para enxurrada, 60% para chuvas intensas e 8% para inundações, o que deu origem, aos 0,3; 0,5 e 0,1 da **Tabela 4**, respectivamente, conforme equiparações definidas na etapa de “Análise quantitativa dos riscos” da metodologia.

Tabela 4: Matriz de Probabilidade e Impacto. Fonte: Autores (2024)

Risco	Prob.	Imp. em óbitos	Matriz de óbitos	Imp. em desalojados/desabrigados	Matriz de desalojados/desabrigados	Imp. em feridos	Matriz de feridos	Imp. em afetados	Matriz de afetados
Enxurrada	0,3	0,80	0,24	0,4	0,12	0,8	0,24	0,8	0,24
Chuvas intensas	0,5	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,1	0,05
Inundações	0,1	0,1	0,01	0,4	0,04	0,1	0,01	0,1	0,01

Já com relação ao impacto, ou seja, o potencial destrutivo dos processos em análise, os percentuais para a coluna de óbitos são: 79% para enxurradas, 5% para chuvas intensas e 16% para inundações. Em relação aos desalojados/desabrigados, o impacto é de 48% para enxurradas, 9% para chuvas intensas e 43% para inundações. Na avaliação dos percentuais sobre feridos, a enxurrada lidera com mais expressividade a lista: 84%, enquanto chuvas intensas e enchentes têm 3% e 13%. Por último, ao analisar os impactos em relação aos afetados, as enxurradas têm 65%, chuvas intensas 19% e inundações 16%. Todos esses percentuais foram convertidos (**Tabela 5**) no padrão da matriz de probabilidade e impacto (**Tabela 1**).

Apesar de não apresentar o maior índice de probabilidade, a matriz evidenciou que a enxurrada representa um alto risco para Santa Catarina em três dos quatro tipos de impactos avaliados (óbitos, feridos e afetados), assim como um risco moderado para o impacto desalojados/desabrigados. As chuvas intensas e inundações surgem na sequência, apresentando risco baixo (**Tabela 6**).

Tabela 5: Percentual convertido em número de matriz de impacto.

Percentual	Valor na Matriz
Até 10%	0,05
De 11% a 20%	0,1
De 21% a 40%	0,2
De 41% a 60%	0,4
De 61% a 100%	0,8

Fonte: Autores (2024)

Tabela 6: Lista dos riscos. Fonte: Autores (2024)

Risco	Probabilidade x Impacto
Enxurrada (óbitos)	0,24
Enxurrada (feridos)	0,24
Enxurrada (afetados)	0,24
Enxurrada (desalojados/desabrigados)	0,12
Chuvas intensas (afetados)	0,05
Inundações (desalojados/desabrigados)	0,04
Chuvas intensas (desalojados/desabrigados)	0,03
Chuvas intensas (óbitos)	0,03
Chuvas intensas (feridos)	0,03
Inundações (óbitos)	0,01
Inundações (feridos)	0,01
Inundações (afetados)	0,01

3.3. Planejamento de respostas aos riscos

Por defender que a eliminação total dos riscos já não é mais possível diante do avanço da urbanização e mudanças climáticas (PHOURATSAMAY, 2024), o plano de ação deste artigo focou em ações de mitigação tanto para enxurradas e chuvas intensas, quanto para inundações, com o objetivo de minimizar o máximo possível os riscos.

Enxurradas

O plano de ação para enxurradas começa pelo controle de ocupação em áreas de altíssimo risco, passa pelo reflorestamento e termina com sugestões de implantação de pavimentos permeáveis.

Zoneamento

- Por que: Durante uma enxurrada, uma das consequências são os deslizamentos e transporte de materiais em locais mais sensíveis, como morros ocupados irregularmente. Para preservar a vida desses moradores é preciso evitar novas ocupações nesses pontos críticos, mantendo a vegetação nativa.
- Como: Por meio de regras rígidas no Plano Diretor e fiscalização de equipes das prefeituras.
- Onde: Nas áreas já identificadas como de altíssimo risco em estudos geológicos na Grande Florianópolis, Sul, Litoral Norte, Vale do Itajaí, Norte e Planalto Norte.

Reflorestamento

- Por que: As matas servem como protetoras do solo dos efeitos da erosão, comuns durante o movimento de massas de uma enxurrada, o que por si só justifica a preservação das florestas. Diante dos desmatamentos, é preciso trilhar o caminho contrário e devolver a vegetação nativa a locais estratégicos, especialmente em morros.
- Como: Com campanhas de reflorestamento e após a desocupação de áreas irregularmente habitadas.
- Onde: Em todas as cidades catarinenses.

Pavimentação permeável

- Por que: Estudos demonstram que pavimentos permeáveis ajudam no controle da geração de escoamento superficial da chuva (ARAÚJO *et al.* 2000).

- Como: Com incentivos governamentais para que empresas optem pela instalação desses materiais em relação aos impermeáveis em grandes obras como estacionamento de shoppings, lojas e supermercados, além de calçadas.
- Onde: Em todas as cidades catarinenses.

Chuvas intensas

As chuvas intensas desafiam a gestão de desastres pela rapidez em que caem. Para mitigar os riscos, sugere-se a implantação de soluções baseadas na natureza e garantia do pleno funcionamento dos sistemas de drenagem.

Cidades-esponja

- Por que: Nesse conceito do urbanismo, as cidades possuem diferentes espaços naturais, como campos e praças em meio à urbanização que servem como reservatórios de água em épocas de chuvas intensas, sendo pensados justamente para mitigar os efeitos do alto volume de água, além de outras contribuições em relação ao aquecimento global (RAMOS, 2024).
- Como: Com estudos e implementação nas regiões mapeadas.
- Onde: A começar pelas maiores cidades de Santa Catarina em quantidade de habitantes: Joinville, Florianópolis, Blumenau, São José, Itajaí, Chapecó, Palhoça, Criciúma, Jaraguá do Sul, Lages, Brusque e Balneário Camboriú (IBGE, 2024).

Limpeza de bueiros

- Por que: Um dos complicadores no momento de escoar o alto volume de chuva são os lixos que entopem bueiros e dificultam esse processo. Por isso, limpezas periódicas são essenciais.
- Como: Com equipes de limpeza nas ruas e maquinário específico para casos de entupimento.
- Onde: Nas cidades mais afetadas pelo evento no período estudado: Joinville, Rio do Sul, Blumenau, Florianópolis, São João Batista, Brusque, Lontras, Corupá, Palhoça e Itajaí (BRASIL, 2023).

Construção de sistemas de drenagem eficientes

- Por que: A existência de sistemas de drenagem pluvial inteligentes ajuda no escoamento da água. Ideias que passam por pavimentação inovadora e reservatórios podem contribuir com a mitigação das chuvas intensas.
- Como: Com investimentos em estudos que tragam soluções e em projetos de execução, para tirar as ideias do papel.
- Onde: Nas cidades mais afetadas pelo evento no período estudado: Joinville, Rio do Sul, Blumenau, Florianópolis, São João Batista, Brusque, Lontras, Corupá, Palhoça e Itajaí (BRASIL, 2023).

Inundações

Diferentemente dos dois primeiros desastres, que ocorrem de forma abrupta, as cheias têm como maior característica a inundação gradual, por conta de chuvas persistentes sobre a bacia hidrográfica (BRASIL, 2013). Assim, ao conhecer as regiões inundáveis, a primeira sugestão enquanto ação é preservar as matas ciliares, que atuam como escudo. Outras propostas para mitigar os riscos são investir em estudos de macrodrenagem para definir sistemas de escoamento inteligentes, como a construção de pequenos e/ou grandes reservatórios de água.

Preservação das matas ciliares

- Por que: Garantir a existência das matas ciliares é evitar a erosão do solo e, por consequência, o assoreamento do rio, além de ter “esponjas” que absorvem parte da água da chuva, o que evita que toda a precipitação pare exclusivamente na bacia hidrográfica.
- Como: Criação de reservas florestais às margens dos rios.
- Onde: Às margens dos principais rios das cidades mais afetadas pelas inundações em Santa Catarina, a começar por Blumenau, Rio do Sul, Rio Negrinho, Guaramirim, Itajaí e Tubarão (BRASIL, 2024).

Desassoreamento de rios

- Por que: Apesar das tentativas de evitar a aceleração do desassoreamento com a proteção das matas ciliares, as atividades humanas têm culminado em muito lixo e solo acumulado nos rios. Por isso, o serviço de desassoreamento se faz necessário.
- Como: Com uso de maquinário e dragas.
- Onde: Em todas as bacias hidrográficas do Estado, a começar pelas duas com maiores números de ocorrências: Rio Itajaí-Açu e Rio Tubarão (SANTA CATARINA, 2022).

Reservatórios de água

- Por que: Durante períodos de chuvas persistentes, “atrasar” a chegada dos volumes aos rios é uma maneira de minimizar o impacto das cheias. Os reservatórios podem ser grandes, como barragens, mas também menores, através de medidas mais baratas: diques, cisternas e parques alagáveis.
- Como: Com investimentos em estudos que tragam soluções e em projetos de execução, para tirar as ideias do papel.
- Onde: No caso das barragens, em cidades previamente mapeadas como estratégicas das bacias hidrográficas que mais registram casos de inundação no Estado (dos rios Itajaí-Açu, Itapocu e Tubarão) (SANTA CATARINA, 2005). Sobre as obras menores, nos 10 municípios mais castigados pelas cheias ao longo dos anos em números de desalojados e afetados: Blumenau, Rio do Sul, Itajaí, Gaspar, Palhoça, Guarimir, Mafra, Jaraguá do Sul, Timbó e Presidente Getúlio (BRASIL, 2013).

3.4. Monitoramento e mitigação dos riscos

O monitoramento de riscos é uma atividade contínua, que ocorre durante o fluxo de trabalho de rotina do gerenciamento de desastres. Atividades de gerenciamento, como reuniões programáticas e técnicas, teleconferências, revisões e outras formas de comunicação geralmente trazem à tona os riscos do desastre. Quando isso ocorre, registra-se e se analisa o risco em uma RIS (risk information sheet). A utilização da RIS possibilita à equipe de gerenciamento identificar e lidar com os riscos do desastre ao longo do tempo, detalhando informações de, principalmente, consequências, atenuação e plano de contingência (SABELHAUS, 2002).

Como forma de avaliar e gerir os riscos previstos, acompanhar os planos adotados e coletar dados para perigos futuros, propõe-se uma RIS para as enxurradas, chuvas intensas e inundações.

Enxurrada

Probabilidade: 30% (0,3)

Impacto: Alto

Descrição: Probabilidade de ocorrências de enxurrada em Santa Catarina.

Contexto: Moradias em áreas de risco, desmatamento, mudanças climáticas.

Consequências: Perda de patrimônio privado, danos a estruturas públicas, erosão de terrenos, obstrução de vias e mortes.

Atenuação: Controle de ocupação em áreas de altíssimo risco, reflorestamento e implantação de pavimentação permeável.

Plano de contingência: Envio de socorristas para áreas atingidas, abertura de abrigos, envio de mantimentos e itens básicos de higiene a locais isolados e aos abrigos públicos, desobstrução de ruas.

Chuva intensa

Probabilidade: 50% (0,5)

Impacto: Baixo

Descrição: Probabilidade de ocorrências de chuvas intensas em Santa Catarina.

Contexto: Mudanças climáticas e urbanização.

Consequências: Alagamentos e obstrução de ruas, e danos a imóveis públicos e privados.

Atenuação: Cidades-esponja, limpeza de bueiros e sistemas de drenagem eficientes.

Plano de contingência: Envio de socorristas para áreas atingidas, abertura de abrigos, envio de mantimentos e itens básicos de higiene aos espaços disponibilizados, coordenação/bloqueio do trânsito em áreas alagadas.

Inundação

Probabilidade: 10% (0,1)

Impacto: Baixo

Descrição: Probabilidade de ocorrências de inundações em Santa Catarina.

Contexto: Habitação irregular, mudanças climáticas e desmatamento.

Consequências: Desvalorização imobiliária, danos a bens móveis e imóveis, obstrução de vias e mortes.

Atenuação: Preservação das matas ciliares, obras de desassoreamento e construção de barragens, cisternas e diques.

Plano de contingência: Envio de socorristas para resgate de moradores, desligamento de energia elétrica em áreas de risco, abertura de abrigos com itens básicos de higiene e alimentação, envio de mantimentos a locais isolados, mas seguros, disparos de informações sobre bloqueios no trânsito e cotas de enchente.

3.5. Um novo olhar para a mitigação

Diante dos resultados, é possível estabelecer um paralelo com o cenário brasileiro: fica claro que os desastres relacionados às chuvas desafiam não só o Estado como toda a nação, sendo os que mais matam e causam prejuízos econômicos no país (BRASIL, 2023). Por isso, o presente estudo focou em mitigações para esses eventos, como preconiza um dos eixos da Lei Federal nº 12.608 de 2012 referente à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). O documento traz quatro “pilares”: prevenção (obras estruturantes), mapeamento (áreas de risco), monitoramento e alerta (estruturação da rede nacional) e resposta (socorro, assistência e reconstrução).

Vieira e Alves (2020) destacam que a lei demonstra a importância da intersectorialidade das políticas públicas para o planejamento e a execução das ações desses eixos. Em relação ao gerenciamento de riscos de desastres, a mitigação corresponde à fase de intervir para minimizar os impactos dos eventos. Isso quer dizer que a principal estratégia é agir antes do evento ocorrer, dando “relevância de se construir uma cultura de segurança para mitigação e prevenção sobre os riscos de desastres” (SULAIMAN e ALEDO, 2016, p.11).

Esse viés ganhou força com a implementação da lei há pouco mais de 10 anos e começou a surgir, ainda que a passos lentos, no final dos anos 1980, quando o Brasil passou a sinalizar uma preocupação com a prevenção aos desastres (SILVIA e MENEZES, 2016).

4. Conclusões

Os desastres naturais têm sido uma repetitiva realidade nas cidades catarinenses, com perdas humanas, danos materiais significativos e prejuízos econômicos milionários. Este estudo analisou os três principais fenômenos que impactam o cotidiano de Santa Catarina: enxurradas, chuvas intensas e inundações precisam de um gerenciamento de risco robusto para que se possa mitigar os impactos e fortalecer a resiliência das comunidades afetadas.

É evidente que a enxurrada é o risco mais impactante, o que traz a necessidade urgente de priorizar a gestão desse evento nas agendas políticas locais e estaduais, sem deixar de lado, também, o gerenciamento das chuvas intensas e inundações. Investimentos contínuos em medidas de adaptação e mitigação são fundamentais para construir cidades mais seguras e preparadas para os desastres naturais, que estão cada vez mais frequentes e intensos.

Como o foco do estudo se baseia em ações estruturais, que são aquelas que exigem mão de obra e maquinário, a exemplo do reflorestamento e construção de barragens, a sugestão para estudos futuros seria realizar o levantamento de medidas não-estruturais que também contribuem para o gerenciamento dos riscos e passam por conscientização, mudanças em legislação, educação, entre outros. Seria uma forma de disseminação de informação técnico-científica para permitir entender os fenômenos naturais e identificar áreas de risco ao mesmo tempo em que são orientadas medidas de prevenção e resposta (SULAIMAN; ALEDO, 2016).

Outra possibilidade de aprofundamento seria explorar os conceitos de desenvolvimento sustentável e resiliência dos municípios (SULAIMAN e ALEDO, 2016), pois é preciso problematizar a forma como as cidades estão ordenadas. Planejamento urbano é um elemento chave na hora de se pensar o gerenciamento de risco de desastres.

5. Referências

ALVALÁ, R.C.S; BARBIERI, A. F. **Desastres naturais**. In: NOBRE, C., MARENGO, J. (org.) Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar. Canal 6 Editora, Bauru, p. 203–230, 2017.

AMARAL, GABRIEL CORRÊA; FERREIRA, ADRIANO MOTA; TIEZZI, RAFAEL DE OLIVEIRA. **Levantamento de banco de dados de desastres naturais através de fontes oficiais e não oficiais**. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XXIV. 2021.

AMORIM, G.; SILVA, S. Gerenciamento de risco de enchente: o caso Palmares. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, 2016. DOI: <https://doi.org/10.25286/rep.v2i1.345>.

ARAÚJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A.. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 21-29, 2000. Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, Porto Alegre, RS. Disponível em: <[http://hdl.handle.net/10183/232484​:contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](http://hdl.handle.net/10183/232484​:contentReference[oaicite:0]{index=0}>)>.

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 nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, nº 10.257, de 10 de julho de 2001, nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.239, de 4 de outubro de 1991, e nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm>. Acesso em: 28 set. 2024.

BRASIL. Ministro de Estado da Integração Nacional. Instrução Normativa Nº 2, de 20 de dezembro de 2016. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24789597/do1-2016-12-22-instrucao-normativa-n-2-de-20-dezembro-de-2016--24789506>. Acesso em: 10 set. 2024>.

BRASIL. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)**. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2024.

BRASIL. Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN). **Secas**. Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN). Brasília, DF, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/cemaden/pt-br/paginas/ameacas-naturais/secas#:~:text=A%20seca%20meteorol%C3%B3gica%20ou%20estiagem,%C3%A9%20superior%20%C3%A0%20sua%20reposi%C3%A7%C3%A3o.>>>. Acesso em: 27 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília, DF. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2023. Disponível em: <<http://atlasdigital.mdr.gov.br/>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **S2iD** - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/sistema-integrado-de-informacoes-sobre-desastres#:~:text=O%20Sistema%20Integrado%20de%20Informa%C3%A7%C3%B5es,de%20processos%20e%20disponibiliza%C3%A7%C3%A3o%20de>>>. Acesso em: 05 jul. 2024.

BRASIL. **Portaria Conjunta Nº 148**, de 18 de dezembro de 2013. Estabelece o Protocolo de Ação Integrada para os casos de Inundação Gradual entre a Agência Nacional de Águas - ANA, o Centro Nacional de Monitoramento a Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, representado pela Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento - SEPED/MCTI, o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD, representado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil - SEDEC/MI e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=24/12/2013&jornal=1&pagina=58&totalArquivos=168>>. Acesso em: 05 jul. 2024.

CARDOSO, CAMILA DE SOUZA; QUADRO, MÁRIO FRANCISCO LEAL DE; BONETTI, CARLA. Persistência e Abrangência dos Eventos Extremos de Precipitação no Sul do Brasil: Variabilidade Espacial e Padrões Atmosféricos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 219-231, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786352031>.

DE AZEVEDO COUTO, GABRIELA; SANCHEZ, ALBER; DOS SANTOS ALVALÁ, REGINA CÉLIA; NOBRE, CARLOS AFONSO. Natural hazards fatalities in Brazil, 1979-2019. **Natural Hazards**, v. -, p. 1-28, 2023.

FARINA, JOCIMAR. “Como o projeto de Santa Catarina virou referência na prevenção a desastres e no gerenciamento de riscos”. Porto Alegre: **Jornal Zero Hora**, 2023. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2023/10/como-o-projeto-de-santa-catarina-virou-referencia-na-prevencao-a-desastres-e-no-gerenciamento-de-riscos-clnet1jpi007e013z4n30moiu.html>. Acesso em: 19 jun. 2024.

FREITAS, M. J. C. C.; OLIVEIRA, F. H. Estiagem no Oeste Catarinense: Diagnóstico e Resiliência. Florianópolis, 2017. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/faed/id_cpmenu/5099/ESTIAGEM_NO_OESTE_miolo_180417_15977844775288_5099.pdf. Acesso em: 28 set. 2024.

GENCER, EBRU A. Natural Disasters, Urban Vulnerability, and Risk Management: A Theoretical Overview. In: GENCER, Ebru A. **The Interplay between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management**. Springer, 2013.

GOMES, HELBER BARROS; HERDIES, DIRCEU LUIS; BALTACI, HAKKI; JUNENG, LIEW. Editorial: Extreme events and risk of hazards: perspectives from observations and modeling. **Frontiers in Earth Science**, v. 11, p. 1-2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1305527>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama**: Santa Catarina. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/panorama>. Acesso em: 14 de junho de 2024.

MARENGO, J.A; CAMARINHA, P.I; ALVES, L.M; DINIZ, F., BETTS, R.A. Extreme rainfall and hydro-geo-meteorological disaster risk in 1.5, 2.0, and 4.0° C global warming scenarios: an analysis for Brazil. **Front Climate** 3:13, v. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.610433>.

MYHRE, G.; ALTERSKJAER, K.; STJERN, C. W.; HODNEBROG, Ø.; MARELLE, L.; SAMSET, B. H.; SILLMANN, J.; SCHALLER, N.; FISCHER, E.; SCHULZ, M.; STOHL, A. Frequency of extreme precipitation increases extensively with event rareness under global warming. **Nature Communications**, v. 10, n. 1, p. 1-7, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12550-3>. Acesso em: 28 set. 2024.

MORA, S. Disasters are not natural: risk management, a tool for development. **Geological Society**, London, Engineering Geology Special Publications, v. 22, p. 101-112, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1144/EGSP22.7>.

NASCIMENTO, KAYO RENATO DA SILVA; ALENCAR, MARCELO HAZIN. Management of risks in natural disasters: A systematic review of the literature on NATECH events. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 44, p. 347-359, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2016.10.003>.

OLSON, DAVID L.; WU, DESHENG. Natural Disaster Risk Management. In: Olson, David L.; Wu, Desheng. **Enterprise Risk Management Models**. Springer, 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Desastres naturais e saúde no Brasil**. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, p. 56, 2015.

PASCUAL, LORRAINE ANNE CIELO A.; ONG, ARDVIN KESTER S.; BRIGGS, CHAD MICHAEL; DIAZ, JOHN FRANCIS T.; GERMAN, JOSEPHINE D. Factors affecting the intention to prepare for flash floods in the Philippines. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 112, p. 104794, 2024. DOI: [10.1016/j.ijdr.2024.104794](https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104794).

- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. [s.l.] Project Management Inst, 2008.
- PUGAS, A. F.; SILVA, A. P. B.; SILVA, E. B.; ROLDAO, H. P.; QUADRO, M. F. L.; VITOR, A.; MUZA, M. N. Analysis of Temporal Precipitation Variability in the State of Santa Catarina-Brazil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 34, p. 51-78, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55761/abclima.v34i20.17164>.
- PHOURATSAMAY, SIAO-LEU; SCAPARRA, MARIA PAOLA; TRAN, TRUNG HIEU; LAPORTE, GILBERT. Strategic flood impact mitigation in developing countries' urban road networks: Application to Hanoi. **European Journal of Operational Research**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.06.035>.
- RAJCZAK, J.; PÁLIDO, P.; SCHÄR, C. Projections of extreme precipitation events in regional climate simulations for Europe and the Alpine Region. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 118, n. 3, p. 3610-3626, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/jgrd.50297>.
- RAMOS, REGINALDO. “Cidades-esponja e corredores verdes: o que há de mais atualizado na adaptação à crise climática”. São Paulo: Jornal da USP, 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/cidades-esponja-e-corredores-verdes-o-que-ha-de-mais-atualizado-na-adaptacao-a-crise-climatica/>. Acesso em: 21 set. 2024.
- RAVAGO, MAJAH-LEAH V.; MAPA, CLAIRE DENNIS S.; SUNGLAO, JUN CARLO; AYCARDO, ANGELIE GRACE. Data from a survey of the Philippines' local governments on their risk management strategies to natural disasters. **Data in Brief**, v. 33, p. 106548, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106548>.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. **Desastres Naturais no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2024. Disponível em: https://iede.rs.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?draft=true&id=b59478951d4c42ff827bbc3d67e13a67&page=In%C3%ADcio#layout_110_block_2. Acesso em: 05 jul. 2024.
- SABELHAUS, PHIL. **Continuous Risk Management**. ASK Magazine. NASA. Issue 8. 2002.
- SANTA CATARINA. Governo do Estado de Santa Catarina. **Conheça Santa Catarina: Geografia**. Florianópolis, SC. Governo do Estado de Santa Catarina, 2024. Disponível em: <https://estado.sc.gov.br/conheca-sc/geografia/>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- SANTA CATARINA. Governo do Estado de Santa Catarina. **Gestão de risco de desastres**. Florianópolis, SC. Governo do Estado de Santa Catarina, 2013. Disponível em: https://www.defesacivil.sc.gov.br/images/doctos/seminarios/Gestao_de_RISCO_de_desastres_BAIXA.PDF. Acesso em: 11 jul. 2024.
- SANTA CATARINA. Governo do Estado de Santa Catarina. **Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil de Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Governo do Estado de Santa Catarina, 2022. Disponível em: <https://www.defesacivil.sc.gov.br/wp-content/uploads/2023/05/PLANO-ESTADUAL-DE-PROTECAO-E-DEFESA-CIVIL-DE-SANTA-CATARINA.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Recursos hídricos de Santa Catarina: **Rede Hidrográfica Catarinense**. Florianópolis, 2005. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf. Acesso em: 28 set. 2024.
- SILVA, JULIANA CATARINE BARBOSA DA; MENEZES, JAILEILA. O risco de desastre e as cidades: uma análise discursiva sobre práticas em Defesa Civil. **Revista de Ciências Humanas**, v. 50, n. 2, p. 528, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5007/2178-4582.2016v50n2p528>.
- SMOLKA, A. Natural disasters and the challenge of extreme events: Risk management from an insurance perspective. **Philosophical Transactions A**, p. 2147-2165, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1818>.

SULAIMAN, SAMIA NASCIMENTO; ALEDO, ANTONIO. Desastres naturais: convivência com o risco. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 79-96, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30880003>.

SUSKI, C. A.; ALVIM, D. S.; HERDIES, D. L.; MENEGOTTO, E. J.; NOGUEIRA, L. C. S.; FELIPPE, M. T. S. D'A.; CORRÊA, S. M.; CARVALHO, A. K. F.; COSTA, S. M. S. Análise dos poluentes atmosféricos na região metropolitana do Vale Paraíba - SP durante os anos de 2018 a 2022. **Caderno Pedagógico (Lajeado. Online)**, v. 21, p. e3646-27, 2024.

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

VIEIRA, MALUCI SOLANGE; ALVES, ROBERTA BORGHETTI. Interlocução das políticas públicas ante a gestão de riscos de desastres: a necessidade da intersetorialidade. **Saúde em Debate**, v. 44, p. 110-122, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042020E209>.

WALLEMACQ, P.; GUHA-SAPIR, D.; MCCLEAN, D; CRED; UNISDR. **The human cost of natural disasters**: a global perspective. Genebra, 2015.



BY



NC



SA

Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual* (CC BY-NC-SA).