



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia



Cemaden
Centro Nacional de Monitoramento
e Alertas de Desastres Naturais

UNIDADE DE PESQUISA DO

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL

ÉRICA MENERO DA SILVA

**EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO:
AVALIAÇÃO DOS DESASTRES DE 2011 E 2020**

Érica Menero da Silva

**EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO:
AVALIAÇÃO DOS DESASTRES DE 2011 E 2020**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE pelo Programa de Pós-Graduação em DESASTRES NATURAIS.

Área: Desastres Naturais. Linhas de pesquisa: Desastres associados a eventos extremos, Inundações e movimento de massa.

**Orientadora: Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá e
Coorientador: Dr. Osvaldo Luiz Leal de Moraes**

São José dos Campos

2022

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2023]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Silva, Erica Menero Da
EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO:
AVALIAÇÃO DOS DESASTRES DE 2011 E 2020
/ Erica Menero Da Silva. - São José dos Campos : [s.n.], 2022.
65 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Desastres Naturais) - Pós-graduação em Desastres Naturais - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos, 2022.

Orientadora: Regina Célia dos Santos Alvalá
Coorientadora: Osvaldo Luiz Leal de Moraes

1. Ameaças Hidrometeorológicas. 2. Desastres. 3. Eventos extremos. 4. Gestão de riscos. 5. Sistema de Alerta Antecipado. I. Alvalá, Regina Célia dos Santos, orient. II. Moraes, Osvaldo Luiz Leal de , coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). VII. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP
com adaptações - STATI, STRAUD e DTI do ICT/UNESP.
Renata Aparecida Couto Martins CRB-8/8376

BANCA EXAMINADORA

Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá (Orientador)
CEMADEN

Dr. Rodolfo Moreda Mendes
CEMADEN

Dr. Moacyr Cunha de Araújo Filho
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Departamento de Oceanografia

São José dos Campos, 24 de junho de 2022.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos os cientistas pois foi através de seus estudos, experimentos e a abdicação de tantas coisas, que houve e ainda há a evolução do mundo e a cura de muitas doenças.

Dedico também este trabalho a todos que residem em áreas de risco e sofreram com as perdas e os impactos causados pelos Desastres Naturais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais e irmão, por tudo que fizeram e fazem por mim, além do incentivo desde sempre ao estudo, “conhecimento nunca é demais!”

A minha orientadora e amiga de longos anos, Dra. Regina Alvalá, que literalmente me centrou e, com seu conhecimento, me deu o foco necessário me instruindo para que esta dissertação contemplasse assuntos tão complexos.

Minha admiração e agradecimento ao amigo e Diretor do CEMADEN, Dr. Osvaldo Moraes, por me dizer que eu era capaz e por toda paciência em me explicar a história e a Ciência de maneira geral. Ele foi meu maior incentivador para iniciar este Mestrado.

Outra pessoa importante nesta jornada foi o Dr. Marcelo Seluchi cujos ensinamentos meteorológicos, tranquilidade e paciência, transformaram o desafio desta pós-graduação num momento instigante e prazeroso! Uma pessoa muito querida!

Agradeço a amiga e também Doutora Viviana Aguilar, por pegar na minha mão e me ajudar nos momentos mais difíceis; este apoio foi fundamental nesta fase da minha vida.

Externo também a minha gratidão ao Dr. Carlos Nobre, muitas das minhas conquistas foram possíveis devido oportunidade de aprendizado e de trabalho que tive com ele, além da amizade construída. Agradeço também por suas brilhantes pesquisas, que contribui para que as presentes e futuras gerações tenham um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Por fim, agradeço ao Dr. José Marengo, as amigas Livia Solis, Grazi Sgarbi, Lidiane Castro, Milena Mazzalli, e tantos outros que direta ou indiretamente contribuíram e me apoiaram neste importante momento da minha vida.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

RESUMO

MENERO DA SILVA, E. **Evolução do sistema de alerta antecipado**: avaliação do desastre de 2011 e 2020. Dissertação (Mestrado em Desastres Naturais) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), São José dos Campos, 2022.

Os desastres relacionados a processos hidro meteorológicos são responsáveis por perdas significativas todos os anos no Brasil, impactando especialmente a população vulnerável residente em áreas de risco nas cidades. Além disso, ocasionam perdas humanas, instauram profundas instabilidades socioeconômicas que interferem em diversos ramos da sociedade e impõem desafios expressivos para os governos. Seus efeitos permeiam questões sociais, que vão desde a falta de planejamento urbano até o estabelecimento de uma política nacional de gestão de riscos. Um dos eixos relevantes da gestão de riscos de desastres é o sistema avançado de alerta antecipado. O presente trabalho disserta sobre o progresso do Sistema de Alerta Antecipado no Brasil, abrangendo o período de 2011 a 2020, tendo como referências o estudo e a avaliação dos desastres ocorridos na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011 e a Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2020. O objetivo geral é fazer uma análise de todos os elementos que compõem o Sistema de Alerta, conforme preconizado pelo Marco de Sendai (Conhecimento do Risco, Monitoramento e Alerta, Comunicação e Divulgação e Capacidade de Resposta), e não apenas o diagnóstico do gatilho dos desastres (chuva/ameaça). Como objetivo secundário, pretendeu-se compreender e descrever como as ações emergenciais e de longo prazo foram realizadas e planejadas pelos Governos Federal, Estaduais e Municipais na tentativa de mitigar os impactos e reduzir, principalmente, o número de mortes. Desta forma, este estudo se concentra, também, nas contribuições advindas da criação do CEMADEN/ MCTI, das articulações deste com o CENAD/MDR, a SEDEC/MDR e demais órgãos e parceiros, no gerenciamento do risco e no subsídio às Defesas Civas para a mitigação dos impactos dos desastres. Os resultados desta pesquisa indicam que as atuações dos Governos Federal, Estaduais e Municipais tiveram um avanço em relação ao enfrentamento dos desastres naturais refletido nas articulações das Instituições, órgãos e parceiros; no monitoramento e alerta; e, na melhoria do conhecimento do risco apoiado por mapeamentos de identificação dessas áreas.

Palavras-chave: ameaças hidro-meteorológicas; desastres; eventos extremos; gestão de riscos, mudanças climáticas; sistema de alerta antecipado.

ABSTRACT

MENERO DA SILVA, E. **Evolution of the early warning system:** disaster assessment of 2011 and 2020. Dissertation. (Master's degree in Natural Disasters) - São Paulo State University (UNESP), Institute of Science and Technology; National Center for Monitoring and Early Warning of Natural Disasters (CEMADEN), São José dos Campos, 2022.

Disasters related to hydro-meteorological processes are responsible for significant losses every year in Brazil, especially impacting the vulnerable population living in areas of high disaster risk in cities. In addition, they cause human losses, establish deep socioeconomic instabilities that interfere in various branches of society and impose significant challenges for governments. Its effects permeate social issues ranging from the lack of urban planning to the establishment of a national risk management policy. One of the relevant elements of disaster risk management is the advanced early warning system. The present study is about the progress of the Early Warning System in Brazil, covering the period from 2011 to 2020, having as references the study and evaluation of the disasters that occurred in the Mountain Region of Rio de Janeiro in 2011 and the Metropolitan Region of Belo Horizonte in 2020. The general objective is to analyze all the elements that make up the Alert System, according to the Sendai Framework (Knowledge of Risk, Monitoring and Alert, Communication and Disclosure and Response Capacity), and not just the diagnostic of the disaster trigger (rain/threat). As a secondary objective, it is intended to understand and describe how emergency and long-term actions were carried out and planned by the Federal, State and Municipal Governments in an attempt to mitigate the impacts and reduce, mainly, the number of deaths. In this way, this study also focuses on the contributions arising from the creation of CEMADEN/MCTI, its articulations with CENAD/MDR, SEDEC/MDR and others partners, in risk management and in the support to Civil Defenses for the mitigation of the impacts of disasters. The results of this research indicate that the performance of the Federal, State and Municipal Governments had an advance about think of natural disasters reflected in the articulations of Institutions, agencies and partners; in monitoring and warning; and, in the improvement of risk knowledge supported by identification mappings of these areas.

Keywords: hydrometeorological threats; disasters; extremes events; risk management; climate change; early warning system

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre o Marco de Sendai e os ODS.	18
Figura 2 – Linha do tempo - Marcos Internacionais e Nacionais.....	21
Figura 3 – Componentes do sistema de alerta antecipado.....	22
Figura 4 – Municípios da área de estudo localizados no interior do estado do Rio de Janeiro.	32
Figura 5 – Carta Meteorológica.....	35
Figura 6 – Precipitação acumulada nos dias 11 (esquerda) e 12 de janeiro (direita) de 2011..	35
Figura 7 – Municípios da área de estudo localizados no interior estado de Minas Gerais.....	39
Figura 8 – Unidades climáticas naturais na RMBH.	40
Figura 9 – Imagem de satélite infravermelho do dia 25 de janeiro de 2020 às 09h (hora local).	43
Figura 10 – Nota técnica: Previsão de chuvas 22 a 25 de janeiro de 2020.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perguntas norteadoras.	29
Tabela 2 – Categorização das áreas de risco hidrológico nos municípios da RSRJ.	33
Tabela 3 – Geologia e processos erosivos na RMBH.	38
Tabela 4 – Categorização das áreas de risco geológico nos municípios da RMBH.	41
Tabela 5 – Categorização das áreas de risco hidrológico nos municípios da RMBH.	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
EIRD	Estratégia Internacional para a Redução de Desastres
EM-DAT	The International Disasters Database
EWS	Early Warning System
GIS	Geographic Information System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDNR	Década Internacional para Redução do Risco de Desastres
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MAH	Marco de Ação de Hyogo
MAS	Marco de Ação de Sendai
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
ONU	Organização das Nações Unidas
PNGRRD	Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RRD	Redução do Risco de Desastres
RSRJ	Região Serrana do Rio de Janeiro
SAA	Sistema de Alerta Antecipado
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
UNDRR	The United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3	PROPOSTA DE PESQUISA.....	27
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
5	RESULTADOS.....	31
5.1	Região serrana do Rio de Janeiro – RSRJ.....	31
5.1.1	Caracterização da região serrana do Rio de Janeiro.....	31
5.1.2	Descrição do evento meteorológico que deflagrou o desastre na RSRJ.....	34
5.2	Região metropolitana de Belo Horizonte – RMBH.....	36
5.2.1	Caracterização da região metropolitana de Belo Horizonte.....	37
5.2.2	Descrição do evento meteorológico que deflagrou o desastre na região metropolitana de Belo Horizonte.....	42
6	O CONHECIMENTO DO RISCO.....	44
7	MONITORAMENTO E ALERTA.....	46
8	DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	48
9	CAPACIDADE DE RESPOSTA.....	49
10	DISCUSSÕES.....	51
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERÊNCIAS.....	57
	APÊNDICE A	62
	ANEXO A.....	63

1 INTRODUÇÃO

Eventos extremos são deflagradores de desastres. No Brasil, do total de 59.366 desastres naturais registrados entre os anos de 1940 e 2016, os eventos hidrológicos (inundações severas e enxurradas) somaram 17.566 registros oficiais, o que corresponde a 29,6% do total de desastres. Destes, a região Sudeste representa 24% (BRASIL, 2022). Tais desastres são consequências de eventos extremos de precipitação, ou seja, há uma correlação direta entre eventos extremos de chuvas e desastres hidrológicos. Estes tipos de desastres apresentam três características importantes, como sejam: a) ocorrência de um evento na natureza, uma ameaça natural; b) necessidade de elementos expostos, como populações, bens materiais, cultivos e tudo aquilo que gera um impacto econômico na sociedade; e c) que as populações estejam em condições de vulnerabilidade. Nesta perspectiva, os desastres naturais resultam da combinação tanto de processos presentes na natureza, como presentes nas estruturas e dinâmicas das sociedades, tornando muitas vezes difícil de separar o que é natural do que é social em um desastre (XAVIER; BARCELLOS; FREITAS, 2014).

Entre os dias 11 e 12 de janeiro de 2011 ocorreram, na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, chuvas intensas que atingiram sete cidades, abrangendo uma área de 2.300 km² e onde vivem, aproximadamente, 717.000 pessoas, (IBGE, 2011). Inundações e deslizamentos de terra causaram pelo menos 1.250 vítimas (entre mortos e desaparecidos). O desastre foi considerado a maior catástrofe climática e geotécnica do país, classificado pela ONU como o 8º maior deslizamento ocorrido no mundo nos últimos 100 anos (BUSCH; AMORIM, 2011).

Nove anos mais tarde, o Brasil enfrentou outra precipitação extraordinária em uma região próxima àquela de 2011. Em janeiro de 2020, a Região Metropolitana de Belo Horizonte foi impactada por precipitação volumosa, atingindo 197 municípios reconhecidos, cuja população exposta é de, aproximadamente, 5 milhões. O número contabilizado de pessoas desabrigadas foi de 3.103 e de óbitos 61, o que significa uma relação de óbitos vinte vezes menor em comparação com o desastre da Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011.

Tal precipitação, como em janeiro de 2011, ocorreu em decorrência da formação de um episódio intenso de chuvas gerados pela ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que foi intensificado por um profundo cavado na costa sudeste do Brasil. A ZCAS é um sistema meteorológico típico da estação chuvosa da grande área central do Brasil, que normalmente se desenvolve entre os meses de novembro a março. Consiste, basicamente, em uma banda de nebulosidade que se estende desde a Amazônia até o Oceano Atlântico,

passando pelas regiões Centro-Oeste e Sudeste. A ZCAS é um dos principais sistemas que compõem as monções da América do Sul, normalmente responsável por produzir grandes volumes de precipitação. Em suma, atua exclusivamente durante a estação chuvosa e, por permanecer por longo tempo sobre uma mesma região, costuma provocar grandes volumes de precipitação (SELUCHI, 2021).

Nesta perspectiva, após o desastre de 2011, o Governo Federal do Brasil se mobilizou e lançou, em agosto de 2012, o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNGRRD), o qual contempla quatro pilares e ações atreladas à atuação de Instituições vinculadas a diversos Ministérios. Os eixos que focaram a atuação governamental na prevenção são: mapeamento das áreas de risco, estruturação de sistema de monitoramento e alerta, obras estruturantes e, em médio prazo, o fortalecimento dos órgãos de defesa civil e apoio a um melhor planejamento urbano capaz de evitar a ocupação de áreas de risco (SAMPAIO et al., 2013).

Desta forma, ações emergenciais e de longo prazo foram realizadas e planejadas. A criação do CEMADEN/MCTI previamente (em 01/07/2011), bem como as articulações com o Centro Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres - CENAD, a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC e demais órgãos e parceiros, têm sido fundamentais no gerenciamento do risco e na mitigação dos impactos.

Atualmente, a coordenação do PNGRRD está sob a responsabilidade da SEDEC, cabendo ao CENAD a organização das ações de gestão dos riscos e respostas, o que demanda interação e envolvimento de várias instituições em diferentes níveis.

No presente trabalho apresenta-se uma avaliação do progresso do Sistema de Alerta Antecipado no país conforme preconizado no Marco de Ação de Sendai (UNDRR, 2022): Conhecimento do Risco, Monitoramento e Alerta, Comunicação e Capacidade de Resposta.

O evento de 2020, até então considerado o pior desastre desde o ocorrido em 2011, contribuiu para a avaliação do sistema pela primeira vez.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os desastres transcendem as preocupações locais, nacionais e estão presentes na agenda ambiental internacional desde a década de 60 do século passado. De acordo com ONU, em decorrência destes eventos em grande escala, a Organização adotou resoluções para auxílio às comunidades atingidas. Embora a prevenção de desastres e o planejamento pré-desastre fossem o foco, a abordagem foi estruturada principalmente em termos de respostas técnicas. As articulações institucionais culminaram com a formação do Gabinete de Ajuda a Desastres (Disaster Relief Office) em 1971. Um primeiro ato global foi o estabelecimento do Dia Internacional para Redução de Risco de Desastres (RRD), em 1989, cujo foco foi a promoção de uma cultura global de consciência do risco e redução dos desastres.

A partir de 1990 foi instituída, pelas Nações Unidas, a Década Internacional para Redução de Desastres Naturais, que incluiu a Estratégia e Plano de Ação de Yokohama para um Mundo Mais Seguro. O documento, resultado da conferência de Yokohama (IDNDR, 1994), e seu plano de ação, deixaram evidentes os elos entre o risco, redução de desastres, desenvolvimento sustentável, proteção ambiental e redução da pobreza. Esta conferência foi importante para fortalecer a consciência emergente das causas sociais, econômicas e das consequências dos desastres naturais.

Posteriormente, na revisão da Estratégia de Yokohama, foi identificado que as ações para redução de risco de desastres, deveriam ser voltadas para informar, motivar e envolver as pessoas em todos os aspectos e em suas próprias comunidades locais. Também se destacou a escassez de recursos alocados, a ausência de estratégias de cooperação e mecanismos financeiros, além de apontar lacunas e desafios em cinco áreas principais: (a) Governança: estruturas organizacionais, legais e políticas; (b) identificação, avaliação, monitoramento e alerta precoce de riscos; (c) gestão do conhecimento e educação; (d) redução dos fatores de risco subjacentes; e (e) preparação para uma resposta e recuperação eficazes (IDNDR, 1994).

Houve avanços na década de 90 que resultaram no lançamento, coordenado pela ONU, da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD, 2002). A Estratégia foi pensada como uma articulação global para a promoção de ações visando a redução da vulnerabilidade social e os respectivos riscos de desastres naturais, tecnológicos e ambientais, cujo foco principal foi facilitar a integração entre governos e comunidades. O objetivo ao longo prazo foi promover as comunidades para que se tornassem mais resilientes, salvando vidas, bem como ativos sociais, econômicos e ambientais. Há que se destacar que o Escritório das Nações

Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR) foi criado em dezembro de 1999 para garantir a implementação da Estratégia Internacional para a Redução de Desastres.

A década seguinte representou uma mudança na forma como a RRD é percebida, tendo como destaque a preparação e prevenção de riscos.

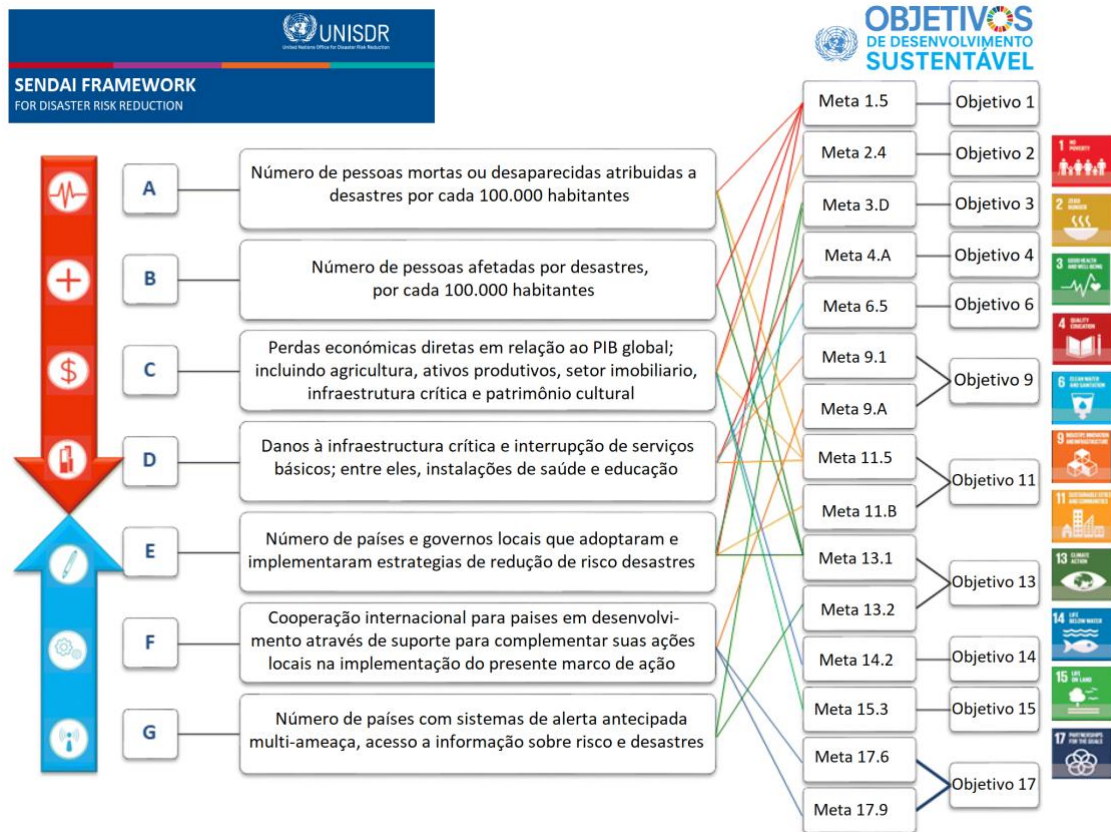
A noção de RRD se tornou globalmente popular com a Conferência para Redução de Desastres realizada em Kobe, Hyogo, Japão, em janeiro de 2005. Esta ocorreu após o tsunami de 2004 no Oceano Índico, que afetou milhões de pessoas e aumentou a consciência pública sobre os chamados desastres naturais e seus graves impactos.

Na conferência acima mencionada, foi criado o documento denominado Marco de Ação de Hyogo 2005–2015 (MAH). De acordo com o documento, seu objetivo foi aumentar a resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres para alcançar, até o ano de 2015, uma redução considerável das perdas ocasionadas por estes eventos, tanto em termos de vidas humanas quanto dos bens sociais, econômicos e ambientais das comunidades e dos países. O MAH propôs cinco áreas prioritárias para a tomada de decisão, descritas a seguir: (1) Priorizar nacionalmente e localmente a Redução de desastres; 2) compreender e conscientizar sobre o risco e a prevenção; 3) identificar, avaliar e monitorar os riscos de desastres. Estabelecer um sistema de alerta; 4) fortalecer a preparação em desastres para uma resposta eficaz a todo nível; e 5) reduzir o risco), e meios práticos para aumentar a resiliência das comunidades vulneráveis aos desastres, no contexto do desenvolvimento sustentável. Ao seu término, em 2015, após análise verificou-se que durante a sua vigência continuaram a ocorrer, em todo o mundo, desastres e respectivas consequências sobre as pessoas, ativos e seus meios de vida. Assim, os compromissos para apoiar a RRD foram renovados na cidade de Sendai, a partir das lições aprendidas.

Ainda, de acordo com a Organização das Nações Unidas, o novo acordo, denominado Marco de Ação de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030 (MAS) contempla, em termos gerais: (a) 01 objetivo (Prevenir novos riscos de desastres e reduzir os riscos de desastres existentes, através da implementação medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a perigos e a vulnerabilidade a desastres, aumentar a preparação para resposta e recuperação, e, assim, aumentar a resiliência); (b) 04 áreas prioritárias (1. Compreensão do risco de desastres; 2. Fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres; 3. Investimento na redução do risco de desastres para a resiliência; 4. Melhoria na preparação para desastres a fim de providenciar uma resposta eficaz e de Reconstruir Melhor em

recuperação, reabilitação e reconstrução.); e (c) 07 metas globais (Figura 1). Cabe destacar que os compromissos adotados no MAS têm estreita relação com os da Agenda de Desenvolvimento Sustentável, endossada em outubro de 2015 e com os da Agenda do Clima.

Figura 1 – Relação entre o Marco de Sendai e os ODS.



Fonte: adaptado de Wright et al. (2020).

Consonante ao Marco de Sendai, o principal resultado esperado até 2030 é a Redução substancial nos riscos de desastres e nas perdas de vidas, meios de subsistência e saúde, bem como de ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países. Para tanto, é necessário:

Prevenir novos riscos de desastres e reduzir os riscos de desastres existentes, através da implementação de medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a perigos e a vulnerabilidade a desastres, aumentar a preparação para resposta e recuperação, e, assim, aumentar a resiliência (DEFESA CIVIL, 2015).

A resiliência e a redução de riscos de desastres devem fazer parte do desenho urbano e das estratégias para alcançar o desenvolvimento sustentável. São necessárias alianças fortes e ampla participação popular.

Um dos principais avanços do MAS é que as metas podem ser avaliadas quantitativamente. Assim, para cada uma das prioridades, há metas e um conjunto de indicadores que determinarão as tendências globais na redução de riscos e perdas. O MAS estabeleceu, como prioridade, ações voltadas para a compreensão do risco de desastres em todas as suas dimensões, ou seja, aquelas associadas à vulnerabilidade, capacidade de resposta, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e do meio ambiente.

No presente trabalho, buscou-se analisar dois desastres ocorridos no Brasil, os quais foram avaliados considerando-se aspectos importantes tanto do Marco de Sendai como dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente o ODS nº 11: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis.

Condizente ao documento dos ODSs, o Brasil adota e implementa estratégias nacionais de redução de risco de desastres. O país tem um longo histórico de compromisso com as questões ambientais, tendo sediado a primeira Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), bem como a Conferência Rio +20, em 2012, além de ser signatário de diversos acordos e agendas internacionais sobre o tema. No âmbito da gestão de riscos de desastres, o Brasil foi signatário do Marco de Ação de HYOGO 2005-2015 e renovou seu compromisso por meio do Marco de Sendai 2015-2030.

No Brasil, o processo de expansão urbana desordenado resultou na concentração de populações mais vulneráveis nas denominadas áreas de risco, que são áreas suscetíveis a eventos naturais que podem gerar danos sobre populações ali instaladas. Essa ocupação tem significado altos índices de exposição a eventos deflagrados por extremos de chuvas que culminam em deslizamentos de terra, inundações, enxurradas e enchentes. A vulnerabilidade das populações em áreas de riscos diz respeito às suas fragilidades socioeconômicas, em contraste com suas capacidades de se adaptarem às mudanças, e lidar com os impactos. Entre os fatores que influenciam na vulnerabilidade de uma população estão, por exemplo, o grau de pobreza, a desigualdade social, o nível educacional, o desenvolvimento econômico e a resiliência (DIAS et al., 2018).

Em 2011, o governo federal estabeleceu um programa multissetorial voltado à gestão de risco e resposta a desastres naturais de forma integrada, e priorizando ações de prevenção e mitigação sobre populações vulneráveis e expostas a perigos naturais. Em 2012, tal programa foi aperfeiçoado pelo Plano Nacional de Gestão de Risco e Resposta a Desastres (PNGRRD) e o volume de recursos destinados ao investimento em prevenção e resposta a desastres tornou-se mais expressivo, tendo sido aportados R\$ 18,8 bilhões (ATAIDE, 2013).

A atuação governamental na prevenção de desastres incluiu quatro eixos: mapeamento das áreas de risco; estruturação do sistema de monitoramento e alerta; divulgação e comunicação e capacidade de resposta a desastres.

No que tange ao mapeamento das áreas de riscos, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) tem a incumbência de produzir mapas de suscetibilidade a inundações e a deslizamentos, importante instrumento de identificação de risco, que apontam, na área total dos municípios críticos, as regiões suscetíveis à ocorrência de tais eventos, segundo as características geológicas e hidrológicas do terreno. Os mapeamentos providos pela CPRM são, então, disponibilizados ao CEMADEN, os quais subsidiam a análise de potenciais desastres, a partir da junção destes com informações meteorológicas e climáticas. Os dados de suscetibilidade e de vulnerabilidade são importantes insumos para a estruturação do Sistema de Monitoramento e Alerta.

O CEMADEN/MCTI, por sua vez, criado pelo Decreto Presidencial nº 7.513 em 2011, logo após o desastre na Região Serrana do Rio de Janeiro, tem a missão de monitorar e emitir alertas de desastres naturais para os municípios prioritários de todo o território nacional. O Centro subsidia os órgãos de Defesa Civil, utilizando tecnologias modernas de monitoramento e previsões hidro meteorológicas e geodinâmicas. Seu objetivo é emitir alertas antecipados de movimentos de massa, enxurradas, enchentes e inundações no intuito de contribuir para a mitigação dos impactos destes desastres na sociedade, infraestrutura e ambiente, e, conseqüentemente, salvaguardar vidas.

Os alertas elaborados pelo CEMADEN/MCTI, baseados nas análises de condições potencialmente adversas, por meio de modelagem específica e acompanhamento sistemático da rede de dados meteorológicos, hidrológicos e geológicos, espalhada pelo País, são repassados ao CENAD/MDR, de acordo com a Portaria Nº 314, de 17/10/2012 (DOU Nº 203, 19/10/2012, Seção 1, págs. 26-27): todo alerta de riscos de desastres naturais emitido pelo CEMADEN, deverá ser enviado ao CENAD. E, conforme bem definido no artigo apresentado no CONSAD, 2013, a interação entre o CEMADEN e o CENAD são o eixo principal da estruturação do Sistema de Monitoramento e Alerta. (Grifo próprio).

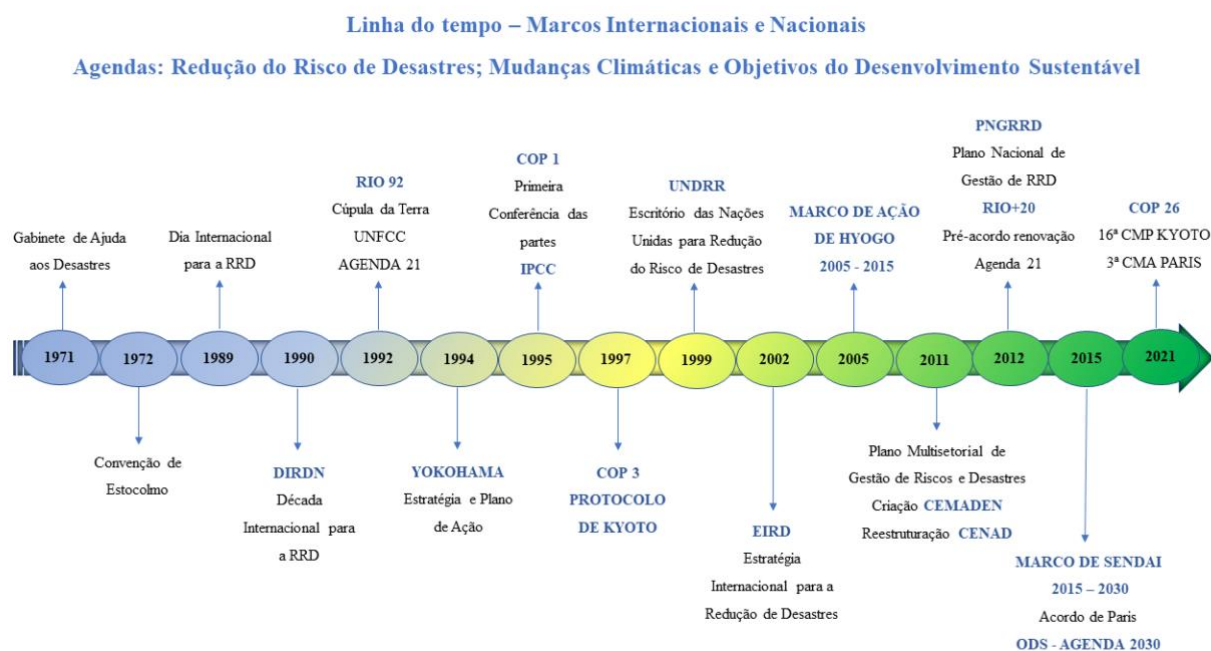
Desta forma, em casos de probabilidade ocorrer desastres, o CENAD encaminha os alertas providos pelo CEMADEN aos órgãos de defesa civil nos Estados e Municípios, e oferece apoio às ações de respostas.

O CENAD é responsável pela interação com as Defesas Civas e tem vínculo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Foi criado com a missão de gerenciar ações estratégicas de preparação e resposta a desastres em território nacional. É

também outra Instituição de grande relevância para o cumprimento das metas estabelecidas no Marco de Sendai. Cabe ao órgão consolidar as informações sobre riscos no país, tais como: mapas de áreas de risco de deslizamentos e inundações, além dos dados relativos à ocorrência de desastres naturais e tecnológicos e os danos associados, conforme já mencionado acima. O gerenciamento destas informações possibilita ao CENAD a articulação dos órgãos federais, estaduais e municipais nas ações de preparação (prevenção) e resposta aos desastres junto às comunidades mais vulneráveis (BRAUN, 2021).

Portanto, para a eficiência da missão das instituições acima mencionadas e para o cumprimento das metas do Marco de Sendai e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, é necessário contar com um sistema de alertas antecipado (SAA), cuja sigla em inglês é EWS (Early Warning System). A linha do tempo abaixo (Figura 2) sumariza a evolução das agendas internacionais e nacionais relevantes para a gestão de riscos e repostas a desastres.

Figura 2 – Linha do tempo - Marcos Internacionais e Nacionais.



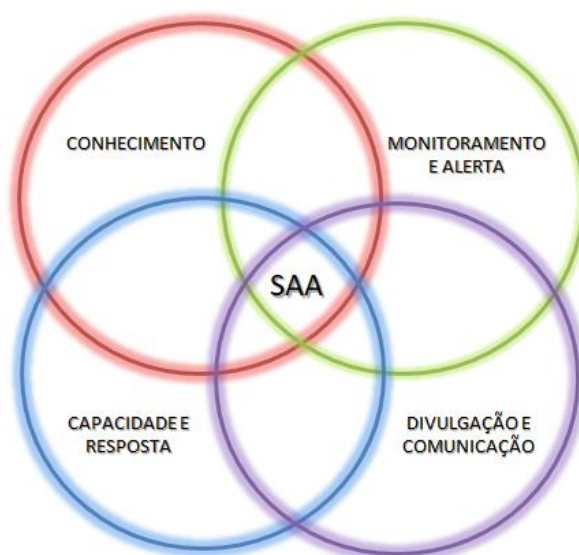
Fonte: elaboração própria.

O sistema de alerta antecipado (SAA) é constituído por 04 eixos: conhecimento do risco, monitoramento e alerta, divulgação e comunicação e capacidade de resposta. É através da avaliação deste sistema que será feita a análise dos desastres ocorridos em janeiro de 2011 na Região Serrana do Rio de Janeiro, bem como aquele ocorrido na Região Metropolitana de Belo Horizonte no início de 2020.

Em conformidade com a UNDRR (2022), para compreender que o desastre não é natural é importante considerar os elementos do risco. O risco é uma função da ameaça (um ciclone, um terremoto, a cheia de um rio, ou o fogo, por exemplo), da exposição de pessoas e bens a essa ameaça, e das condições de vulnerabilidade das populações e bens expostos. Esses fatores não são estáticos e, dependendo das capacidades institucional e individual em enfrentar e/ou agir para redução do risco, podem ser minimizados. Os padrões do desenvolvimento social e ambiental podem ampliar a exposição e vulnerabilidade e então ampliar o risco.

Sendo assim, o risco de desastre envolve a perda de vidas, lesões ou bens destruídos ou danificados que podem ocorrer a um sistema, sociedade ou comunidade em um período de tempo específico, determinado probabilisticamente em função do perigo, exposição, vulnerabilidade e capacidade. Reiterando o descrito acima, o risco é normalmente uma função dos efeitos combinados aos perigos (pessoas expostas) e a vulnerabilidade a esses elementos. Portanto, o conhecimento das ameaças não é suficiente para proteger as pessoas, é apenas um elemento incluído na definição de risco. Um SAA centrado nas pessoas, abrangente e eficaz compreende quatro elementos inter-relacionados (Figura 3), que vão desde o conhecimento de ameaças e vulnerabilidades à preparação e capacidade de resposta. Uma fraqueza ou falha em qualquer um desses itens pode resultar na falha de todo o sistema.

Figura 3 – Componentes do sistema de alerta antecipado.



Fonte: elaboração própria.

Corroborando ao exposto acima e detalhado no MAS, abaixo sintetizado (UNDRR, 2022), os quatro elementos do sistema de alerta antecipado, envolvem: a) o conhecimento do risco - os riscos surgem da combinação de perigos e vulnerabilidades em um determinado

local. As avaliações de riscos requerem periodicamente (a cada ano) a coleta, análises sistemáticas de dados e devem considerar a natureza dinâmica das ameaças e vulnerabilidades decorrentes de processos como a urbanização, mudança no uso da terra e degradação ambiental. Avaliações de risco e o mapeamento do meio físico para uso da avaliação da ameaça ajudam a prover o conhecimento das pessoas, subsidiam a priorização do sistema de alerta precoce e orientam os preparativos para a prevenção e resposta a desastres. Além do mais, é de suma importância considerar a vulnerabilidade e exposição das pessoas que estão nestas áreas, para que os treinamentos e os planos de contingência atendam de maneira eficaz num momento crucial de deslizamento de terra ou enxurrada/ inundação. A consciência do risco de um desastre natural é de vital importância para um resultado cada vez mais satisfatório na diminuição e mitigação do impacto dos eventos; b) o monitoramento e alerta. Este envolve os sistemas com recursos de monitoramento e previsão meteorológica, fornecem estimativas oportunas do risco potencial enfrentado pelas comunidades, ativos, e meio ambiente. Os serviços de alerta estão no centro do sistema. Demanda uma base científica sólida de previsão de riscos, além de um sistema confiável que opere 24 horas nos 07 dias da semana. O monitoramento contínuo de precursores e parâmetros de perigo é essencial para gerar avisos precisos em tempo hábil, e os serviços de alerta para perigos diferentes devem ser coordenados sempre que possíveis. Corroborando ao exposto, é importante deixar claro que o objetivo primordial de um sistema de alerta antecipado precisa prever o evento e não simplesmente detecta-lo, uma vez que isso, somente, não forneceria tempo hábil para a evacuação. Há que considerar, por outro lado, que o sistema opera dentro de um ambiente real e deve sobreviver a esse ambiente, estando preparado para responder as questões abstratas que surgirem. Em suma, é necessário que o sistema preveja o evento com horas ou até dias de antecedência e que o alerta seja notificado às autoridades competentes. Uma vez que este sistema tende a cruzar os limites do estado ou município, atribuir a responsabilidade para cada ente envolve não apenas lidar com questões científicas, falta de recursos nos diversos setores (pessoas, financeiro e/ ou tecnológico), mas, também atender às exigências legais e burocráticas; c) a divulgação e comunicação – Embora as nações (países) tenham a responsabilidade geral de reduzir o risco de desastres, esta é uma responsabilidade compartilhada entre governos e partes interessadas. Uma das partes interessadas são os meios de comunicação, que devem assumir um papel ativo e inclusivo a nível local, nacional, regional e global, contribuindo para a sensibilização e para o entendimento do público. Devem, portanto, divulgar informações precisas e não confidenciais (exclusivas aos órgãos) sobre risco de desastres e perigos de maneira simples, transparente, acessível e em estreita

cooperação com as autoridades nacionais; adotar políticas de comunicação específicas para a redução do risco de desastres e estimular uma cultura de prevenção e campanhas de educação.

A conscientização da população e governos, bem como a disponibilidade e acessibilidade de dados e informações, precisam ser e estar atualizados periodicamente e especificados com a particularidade de cada local. Desta forma, os tomadores de decisão, o público em geral e as comunidades em risco têm mecanismos para que as ações de resposta sejam cada vez melhores. Outro ponto importante é o treinamento, compartilhamento de experiências, cursos de aprendizagem, formação, boas práticas e colaboração entre as pessoas para divulgar informações sobre a percepção do risco de desastres. Não há um protocolo específico para a divulgação e comunicação, cada órgão municipal ou estadual tem suas particularidades junto com as comunidades vulneráveis, mas é importante que as ações da divulgação e comunicação dos alertas tenham incluído estas pessoas para que possam auxiliar de maneira eficaz e eficiente durante o evento. Não obstante, é importante articular estratégias nacionais, por meio de campanhas, mídias sociais e mobilização comunitária, reforçar a divulgação e comunicação sobre a redução do risco de desastres; e, por fim, não menos importante, visto que o sucesso do sistema de alerta é a soma das quatro ações, tem-se: d) capacidade de resposta. Os desastres demonstram que a fase de recuperação, reabilitação e reconstrução, exige preparação prévia, pois é uma oportunidade fundamental para reconstruir melhor. Portanto, há necessidade de preparar ou revisar e atualizar periodicamente as normas jurídicas, políticas, planos e programas de prevenção de desastres e de contingência, com a participação das instituições pertinentes e considerando extremos da variabilidade climática, cenários de mudanças climáticas e seu impacto sobre o risco de desastres. Além de facilitar, conforme adequado, a participação de todos os setores e partes interessadas. Outro item de relevância é a tecnologia na previsão de alertas, que demandam constantes investimentos. Promover instalações de equipamentos de baixo custo, ampliando a abrangência do monitoramento, bem como ampliar os canais de difusão para informações de alerta de desastres, são ferramentas que compõem a capacidade de resposta.

Nota-se, portanto, que o SAA requer um esforço inter e transdisciplinar, os eixos não são estáticos, sendo assim, avançar nas pesquisas, treinamentos, educação e cultura, subsidiária a mitigação dos impactos causados por eventos de desastres naturais.

Conforme o estabelecido no Marco de Ação de Sendai (2015-2030) é fundamental promover a resiliência de infraestruturas básicas novas e antigas, incluindo infraestrutura de água, geração de energia, transporte e telecomunicações, instituições de ensino, hospitais e outros estabelecimentos de saúde, com o objetivo de garantir que permaneçam seguras,

eficazes e operacionais durante e após catástrofes, a fim de fornecer serviços essenciais e de salvamento de vidas; assegurar a continuidade das operações e do planejamento, incluindo recuperação social e econômica e a prestação de serviços básicos no período pós-desastre; reforçar a capacidade das autoridades locais para evacuar as pessoas que vivem em áreas propensas a desastres; e treinar a força de trabalho e os voluntários existentes para resposta a desastres (UNDRR, 2022).

Ainda de acordo com o Marco de Sendai (UNDRR, 2022), o SAA tem vínculos estreitos entre todos os elementos da cadeia. Embora a boa governança e os arranjos institucionais apropriados não estejam especificamente representados na Figura 3 acima, eles são essenciais para o desenvolvimento de sistemas eficazes de alerta precoce. A boa governança é fomentada por estruturas legais e regulatórias, apoiada por um compromisso político de longo prazo e arranjos institucionais integrados. É necessária a participação de diferentes atores e o envolvimento ativo das pessoas e comunidades em risco, para garantir que o sistema tenha um ambiente propício que incorpore a tecnologia apropriada, os marcos regulatórios e operacionais adequados, bem como tenham definido as funções e as responsabilidades para cada um dos envolvidos.

Particularmente no Brasil, até 2017 havia 71 instituições engajadas para o monitoramento de perigos e avaliação de risco de desastres, conforme destacado por Marchezini et al. (2017) e ressaltado em Alvalá et al. (2019). Deste montante, 19 são instituições federais; 26 incluem parcerias entre instituições federais e estaduais (como, por exemplo, o Sistema de Alerta da Bacia do Rio Doce, implementado em 1996); 12 são instituições estaduais (por exemplo, Sistema de Alerta de Inundações do Estado de São Paulo - SAISP, criado em 1977; e o Plano Preventivo de Defesa Civil do Estado de São Paulo - PPDC, criado em 1988 para monitoramento de deslizamentos); 2 são em nível regional (por exemplo, Centro de Operação do Sistema de Alerta, que monitora a bacia do rio Itajaí desde 1984), e 12 são em nível municipal (por exemplo, AlertaRio, que monitora o município do Rio de Janeiro desde 1996). Alvalá et al. (2019) ressaltaram ainda que, em termos gerais, algumas instituições monitoram as condições meteorológicas atuais, as condições meteorológicas previstas, contam com o conhecimento da extensão da suscetibilidade das áreas em questão, fornecendo alertas que não incluem informações sobre populações vulneráveis. Não obstante os esforços de tais instituições para o monitoramento de perigos e avaliação do risco de desastres, a vulnerabilidade da população só recentemente foi considerada como uma variável relevante no SAA a nível nacional.

É importante salientar que não há um único sistema de alerta para todos os eventos, visto que perigos diferentes (como, por exemplo, nevoeiros e deslizamentos de terra) requerem diferentes sistemas de alerta antecipado. Experiências de todo o mundo mostram que alguns perigos são de difíceis previsões, tais como terremotos ou erupções vulcânicas, cuja ciência ainda enfrenta grandes dificuldades devido à falta de técnicas de medição adequadas para capturar a verdadeira magnitude e o tempo em relação a estes eventos potencialmente catastróficos. No entanto, esforços estão sendo feitos para promover esse conhecimento e melhorar a precisão das previsões (SELUCHI, 2022).

3 PROPOSTA DE PESQUISA

No presente trabalho visa-se analisar como o Brasil estava preparado para a gestão do risco e resposta a desastres por ocasião da ocorrência de dois eventos específicos, cujos impactos foram significativos para a sociedade afetada. Portanto, foram considerados os desastres ocorridos na Região Serrana do Rio de Janeiro, em janeiro de 2011, e na Região Metropolitana de Belo Horizonte, em janeiro de 2020.

Neste escopo, buscou-se avaliar quais eventos meteorológicos deflagraram os desastres nas proporções ocorridas; como era feito o monitoramento da ameaça existente nas duas regiões; as medidas adotadas no pré e pós desastres, por parte dos órgãos responsáveis pela gestão de desastres; quais instituições comandaram as operações e como os diversos atores se articularam; quais foram as dificuldades enfrentadas; como a articulação entre diferentes instituições e a criação de um órgão voltado ao monitoramento e alerta contribuiu para uma diferença tão significativa de mortes registradas e ambos os eventos; qual o conhecimento do risco das populações expostas; e como os eventos foram alertados.

A partir das análises acima propostas, pretendeu-se dimensionar os possíveis avanços sociais, políticos e tecnológicos no que se refere às respostas e/ou mitigação dos danos, através de investimentos em pesquisas científicas e implementação de políticas públicas de gerenciamento de riscos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho fundamentou-se em métodos de pesquisa a partir da técnica de entrevistas semiestruturadas para coleta primária, bem como se utilizou análise de dados de fontes secundárias. Logo, informações foram cruzadas, com o intuito de complementar os resultados para que a pesquisa se tornasse mais consistente. A vantagem fundamental do cruzamento de dados é maximizar a quantidade de informações incorporadas ao desenho de pesquisa, favorecendo o seu aprimoramento e elevando a qualidade das conclusões do trabalho (PARANHOS et al., 2016).

As técnicas utilizadas na pesquisa foram:

(i) definição dos estudos de caso para a pesquisa empírica. Inicialmente, foram selecionados dois desastres: o evento da Região Serrana do Rio de Janeiro ocorrido em janeiro de 2011 (Figura 4) e o evento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, ocorrido em janeiro de 2020 (Figura 7). O uso de casos é de grande valia para que se testem teorias a partir de práticas observadas, ganhando relevância quando o estudo aponta para fenômenos ainda pouco descritos na literatura (BENBASAT et al., 1987; EISENHARDT, 1989).

(ii) levantamento bibliográfico e documental relevante ao tema de estudo. Na sequência, foram realizados os levantamentos bibliográficos e documentais dos eventos ocorridos nas respectivas regiões, a fim de investigar a capacidade da gestão do risco e do sistema de alerta. A análise documental leva em consideração as diretrizes e legislações aplicáveis à gestão de riscos de desastres a níveis internacional, nacional, estadual e municipal. O marco regulatório é essencial para averiguar se os papéis desempenhados por cada órgão, perante os acontecimentos, estão em consonância com a legislação. Ademais, as informações levantadas por documentos subsidiaram um plano de ação para as entrevistas semiestruturadas, na identificação dos atores chaves em cada nível de governo e também nas perguntas que foram realizadas.

(iii) entrevistas semiestruturadas para a coleta secundária de dados. Devido à falta de documentação e, somado ao fato de que a literatura apresenta pouquíssimas referências bibliográficas no que diz respeito a evolução do Sistema de Alerta Antecipado no Brasil após o desastre de 2011, foi necessário identificar membros da equipe da Defesa Civil Municipal e de outros órgãos para realização de entrevistas. Previamente, a cada entrevista foi elaborado um questionário com base nas análises dos registros documentais, que foram discutidos e complementados.

Com o foco em entender como era e quais avanços o Brasil teve em relação ao SAA, nos dois eventos, os órgãos considerados foram o CEMADEN, CENAD e SEDEC, a nível Federal, e a Defesa Civil Municipal de Petrópolis, sempre na figura do coordenador, chefe ou diretor de cada órgão. Foram também identificados especialistas no tema, para que pudessem contribuir com uma visão externa à administração pública (Quadro A1.1. Entrevistas realizadas). De acordo com Lima (2016), o uso da entrevista como técnica possibilita a captação das interpretações dos entrevistados, o registro de suas percepções e o aprofundamento de alguma questão específica. Também é possível, a partir das narrativas coletadas, reconstruir uma experiência subjetiva de processos e estruturas sociais. A entrevista é a técnica mais flexível para diferentes temas de pesquisa e se molda às necessidades do pesquisador (ALONSO, 2016).

A estruturação dos roteiros das entrevistas objetiva uma recapitulação com o entrevistado sobre as decisões tomadas e os comportamentos revelados a partir do caso real vivenciado. As perguntas estão descritas na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Perguntas norteadoras.

1.	Quais órgãos e instituições existiam há época dos fatos?
2.	Qual a estrutura do respectivo órgão?
3.	Qual a responsabilidade do órgão?
4.	Qual o tipo de monitoramento havia na época dos fatos?
5.	Quais as legislações existentes sobre o tema?
6.	Havia conhecimento do risco?
7.	A quem competia o monitoramento e alerta na época dos desastres?
8.	Como foi feita a divulgação e comunicação dos eventos?
9.	Como se estruturou a resposta?
10.	Havia protocolo entre as instituições e os órgãos
11.	Qual o histórico de desastre na região?

Fonte: elaboração própria.

É importante frisar que há limitações sobre o uso da técnica de entrevistas, visto que se trata de uma relação entre o pesquisador e os entrevistados, e depende da conexão estabelecida entre ambos, bem como da capacidade do pesquisador em não induzir as respostas (LIMA, 2016). Conforme Alonso (2016) servir-se de entrevistas e reconstrução histórica, ou narrativa de vida, aponta outro fator limitante, qual seja, a memória do interlocutor. Esta pode estar suscetível a confusões e esquecimentos; além do mais, pode levar a idealização de histórias positivas em detrimento das lembranças negativas. Por isso é importante várias fontes numa tentativa de ser o mais fiel possível ao caso ocorrido.

As entrevistas foram registradas através de gravações de áudio e algumas anotações, além de terem sido feitas por mais de uma pessoa (acompanhada pelo Orientador e/ ou

Coorientador), justamente para que os episódios narrados sejam o mais fidedigno possível.

(iv) uso de dados secundários para análise descritiva. O objetivo dos dados secundários é fazer a descrição do sistema de alerta na época dos eventos, destacando os instrumentos, instituições e recursos voltados ao tema. Os instrumentos foram identificados com base nas entrevistas realizadas e na bibliografia. Essa opção foi feita de forma a apresentar um panorama geral da situação dos respectivos municípios, diferenciando questões técnicas restritas a cada órgão, daquelas que envolvem articulação entre diferentes setores. Foram coletados dados numéricos produzidos por órgãos governamentais e de pesquisa, tais como o CEMADEN e IBGE. Os resultados serviram de subsídio para a análise da pesquisa qualitativa e também da elaboração da ferramenta de autoavaliação, que serão apresentadas na discussão.

(v) organização e análise dos dados coletados. A organização e análise dos dados têm, entre outros objetivos, o propósito de subsidiar o entendimento e a organização dos entes acima mencionados e como estes lidam com o sistema de alerta. Após a seleção das regiões, (que tiveram eventos deflagradores semelhantes, porém em regiões geologicamente distintas e com o número de população exposta extremamente relevante para fins de avaliação da evolução do SAA) foco do estudo, quatro aspectos norteadores foram definidos tomando-se como base o explicitado no MAS: a) qual o conhecimento do risco por parte das populações impactadas; b) se havia monitoramento e, conseqüentemente, emissão de alertas antecedentes aos desastres; c) como era estruturada a comunicação entre os órgãos de controle, defesa civil e sociedade; e d) como se deu a resposta frente aos acontecimentos. Portanto, os dados foram organizados e as análises realizadas para responder as questões elencadas na sessão 3 deste documento. Para subsidiar a análise destes dados coletados, Yin (2014) aponta quatro princípios fundamentais: (i) considerar todas as evidências relevantes; (ii) considerar todas as hipóteses e interpretações concorrentes, de forma mais completa possível; (iii) a habilidade analítica deve estar dedicada aos aspectos mais significativos do caso; e (iv) utilizar conhecimento prévio e analisar questões semelhantes documentadas anteriormente. Assim sendo, com esta metodologia, efetuou-se uma análise da evolução do sistema de alerta no país, durante o período de 2011 a 2020, objetivo deste trabalho, apontando um possível diagnóstico e um instrumento de autoavaliação sobre as capacidades dos órgãos. Por fim, intencionou-se evidenciar para os tomadores de decisão, que a necessidade de políticas públicas e investimentos no setor devem ‘ser constantes.

5 RESULTADOS

Nesta sessão apresentam-se os resultados da evolução do SAA dos estudos de casos propostos, considerando separadamente cada desastre ocorrido.

5.1 Região serrana do Rio de Janeiro - RSRJ

Entre a noite do dia 11 de janeiro de 2011, terça-feira, e a madrugada do dia 12, quarta-feira, chuvas de grande intensidade caíram sobre a região serrana do Rio de Janeiro, tendo sido registrado neste período precipitação de 460 mm, valor esse bastante superior ao da média climatológica do mês de janeiro na região, em torno de 230 mm. A precipitação entre os dias 01 a 07 de janeiro foi de cerca de 86-160 mm e, no período de 11 a 17 de janeiro foi de, aproximadamente, 300 mm (MARENGO; ALVES, 2012). Este evento incidiu sobre uma área estimada em 2.300 km², onde viviam mais de 713.000 pessoas. A enxurrada e os deslizamentos de terra causaram pelo menos 1.250 vítimas (entre mortos e desaparecidos). Segundo uma engenheira geotécnica, que presenciou a tragédia em Nova Friburgo, faltou comunicação, educação e gerenciamento de crise. Muita gente morreu por não ter recebido informação. O desastre foi considerado a maior catástrofe climática e geotécnica do país, classificado pela ONU como o 8º maior no âmbito global ocorrido ao longo dos últimos 100 anos, na categoria de deslizamento de terra (BUSCH; AMORIM, 2011).

5.1.1 Caracterização da região serrana do Rio de Janeiro

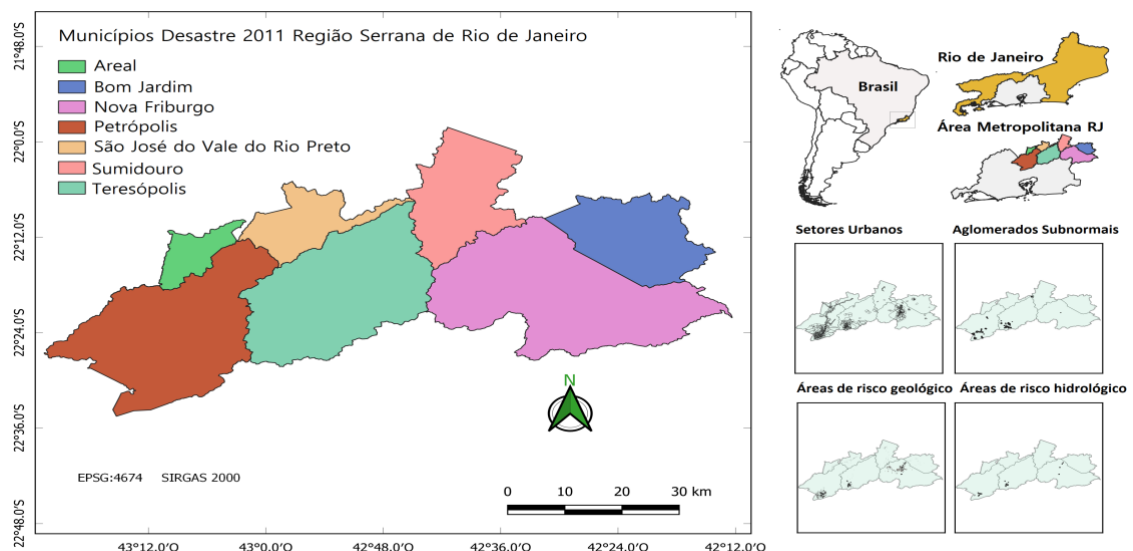
A região, objeto deste estudo, é composta pelos municípios de Areal, Bom Jardim, Nova Friburgo, Petrópolis, São José do Vale do Rio Preto, Sumidouro e Teresópolis. Estes municípios estão localizados em uma área montanhosa no interior do estado do Rio de Janeiro, conhecida como Região Serrana.

A Região Serrana do Rio de Janeiro está inserida no domínio morfoclimático tropical atlântico. O clima é tropical super úmido e de concentração de chuvas no verão (dezembro a março) e período de seca no inverno (junho a agosto). A dinâmica das massas de ar na região se caracteriza pelo domínio da Massa Tropical Atlântica na maior parte do ano. Esta massa apresenta umidade e temperatura relativamente altas. Durante o ano ocorrem entradas da Massa Polar Antártica, de característica seca e fria. Quando ocorre a entrada desta massa, há um impacto com a Massa Polar Atlântica e a geração de grandes eventos de precipitação (DIAS et al., 2018).

A topografia da RSRJ atinge uma altitude média de 1.100 m, com máxima de 2.260m na Serra dos Órgãos. Esta altitude afeta a distribuição da precipitação na região: ao atingirem as áreas mais elevadas, as massas de ar úmidas encontram um ambiente mais frio, onde a umidade tende a se condensar e precipitar. Devido à proximidade com o mar, o maciço rochoso torna-se uma barreira para a entrada das massas de ar vindas do Atlântico. A umidade destas massas faz das vertentes deste maciço voltadas para o oceano mais úmidas e susceptíveis a movimentos de massa. Isto ocorre porque as massas de ar tendem a perder umidade ao se encontrarem com o maciço, gerando chuvas orográficas, ventos úmidos ou névoa. Portanto, ao atingirem as vertentes opostas, as massas de ar vindas do Atlântico já perderam boa parte de sua umidade, tornando estas vertentes, em geral, mais secas e mais suscetíveis à ocorrência de incêndios (HALMENSCHLAGER et al., 2018).

O mapeamento é um dos instrumentos adequados e eficazes para a gestão de áreas de risco urbanas de um município, especificamente no gerenciamento de áreas de riscos geológicos. No mapa apresentado na Figura 4 nota-se maior desenvolvimento urbano em Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo, sendo que nos dois primeiros se concentram a maioria dos aglomerados subnormais (ocupação irregular de terrenos de propriedade alheia). Também são estes três municípios que concentram a maior parte das áreas de risco geológico e hidrológico da região.

Figura 4 – Municípios da área de estudo localizados no interior do estado do Rio de Janeiro.



Fonte: elaboração própria com base em dados cartográficos do IBGE e mapeamento de áreas de risco elaborado pela CPRM.

No que tange às áreas de risco, o mapeamento geológico da RSRJ desenvolvido pela CPRM mostra um total de 1.221 polígonos mapeados, muitos dos quais (354) sem categoria de risco. Os municípios com maior número de polígonos são Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis, a maioria destes nas categorias alta e muito alta.

Embora em menor proporção, na região ocorrem áreas de risco hidrológico, em várzeas de altitude, que podem estar relacionadas com inundação, alagamento ou enxurradas. No total, a CPRM mapeou 43 polígonos, a maioria localizados em Nova Friburgo nas categorias de risco alto e muito alto. Todos os polígonos mapeados em Petrópolis são de risco alto, e os correspondentes a Teresópolis estão sem categoria de riscos (Tabela 2).

Tabela 2 – Categorização das áreas de risco hidrológico nos municípios da RSRJ.

Município	ARH	Categoria de Risco Hidrológico						
		A	A/MA	R1	R2	R3	R4	SC
Nova Friburgo	29		1	5	5	9	9	
Petrópolis	8	8						
Teresópolis	6							6
Total	43	8	1	5	5	9	9	6

ARH: área de risco hidrológico; A=alto; MA=muito alto; SC=sem categoria; *termo nosso.

Fonte: elaboração própria, mapeamento de áreas de risco hidrológico da CPRM.

Conforme destacado por Busch e Amorim (2011), a região se singulariza por belas montanhas, clima ameno, solo fértil e muitos rios. A ocupação da região serrana do Rio de Janeiro teve início no século XIX, tendo sido colonizada por imigrantes da Suíça e da Alemanha. Petrópolis também foi ocupada pela Corte Portuguesa desde 1845, e foi a capital do Brasil entre 1893 a 1902. Tais características tornaram as cidades da região, ao longo dos anos, importantes pontos turísticos. Desenvolveu-se também um setor industrial na região que hoje é polo de produção de moda, e apresenta forte atuação no setor metalmeccânico; fatores que, aliados à atividade agrícola, dinamizaram a economia da região. Apesar das condições econômicas favoráveis, a região sempre se caracterizou por uma grande vulnerabilidade natural: localização na Serra do Mar, formada por rochas com camada fina de terra e coberta por Mata Atlântica, com alta declividade e regime de chuvas intensas no verão, características que geram solos mais instáveis e propensos a deslizamentos. Às condições naturais somou-se o fator humano. Durante anos as encostas e margens dos rios foram objeto de desmatamentos e ocupações irregulares, o que agravou ainda mais a vulnerabilidade da área, fazendo com que as fortes chuvas comuns no verão provocassem, com frequência, erosões, inundações e deslizamentos.

5.1.2 Descrição do evento meteorológico que deflagrou o desastre na RSRJ

Nos primeiros dias de janeiro, as precipitações sobre o estado do Rio de Janeiro foram relativamente escassas, totalizando valores próximos a 80 mm no centro do estado e acumulados de precipitação ainda inferiores, de aproximadamente 40 mm na RSRJ. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia, o pluviômetro instalado na cidade de Nova Friburgo registrou, a partir da tarde do dia 11 de janeiro, 182.8mm no período de 48 horas, chuvas estas considerada recorde histórico para a região na ocasião. Contudo, a escassez de dados observacionais de longo prazo ainda deixa incertezas sobre a dimensão da precipitação em relação a eventos pretéritos. Segundo material cedido em entrevista realizada com o Dr. Marcelo Seluchi, atual coordenador de Operações e Modelagens do CEMADEN, meteorologista do CPTEC/ INPE na época dos fatos o que ocorreu na Região Serrana do Rio de Janeiro foi um dos episódios de ZCAS mais intensos e devastadores das últimas décadas. (SELUCHI, 2021). A Figura 5A abaixo apresenta a carta meteorológica do dia 12 de janeiro, que mostra o sistema, representado pela linha grossa que se estende desde o estado do Amazonas até o Oceano Atlântico, passando pelo norte do Estado de Rio de Janeiro. Nesta ocasião, a banda de nebulosidade foi intensificada e ancorada pela presença de um profundo sistema de baixa pressão atmosférica, tecnicamente um ciclone extratropical, indicado na carta meteorológica pela letra B. O sistema de baixa pressão, quase estacionário, manteve a ZCAS atuando durante vários dias na mesma região e também contribuiu para aumentar a convergência dos ventos. A imagem de satélite do mesmo dia, apresentada na Figura 5B, mostra a típica banda de nebulosidade que finaliza sobre o sistema de baixa pressão no Oceano Atlântico, e que apresenta alguns núcleos de precipitação intensa, denotados pelas áreas coloridas. Uma vez que esta imagem corresponde ao canal infravermelho, os topos mais elevados aparecem mais frios (indicados com cores), visto que a temperatura diminui com a altura. Nota-se que às 03:15 (hora local), os topos das nuvens mais elevados se encontravam sobre áreas dos estados do Amazonas, Pará e Mato Grosso do Sul (áreas planas e pouco habitadas), além do interior de São Paulo e da Região Serrana do Rio de Janeiro (RSRJ).

Figura 5 – Carta Meteorológica.

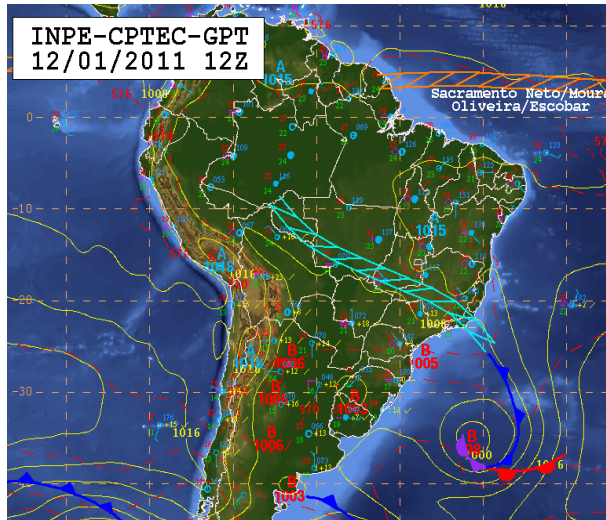


Figura 5A - Carta meteorológica do dia 12 de janeiro de 2011 às 09:00h (hora local). A linha grossa indica a posição da ZCAS, associada a um sistema de baixa pressão sobre o Oceano Atlântico, representado pela letra B.

Fonte: CPTEC/ INPE 2011.

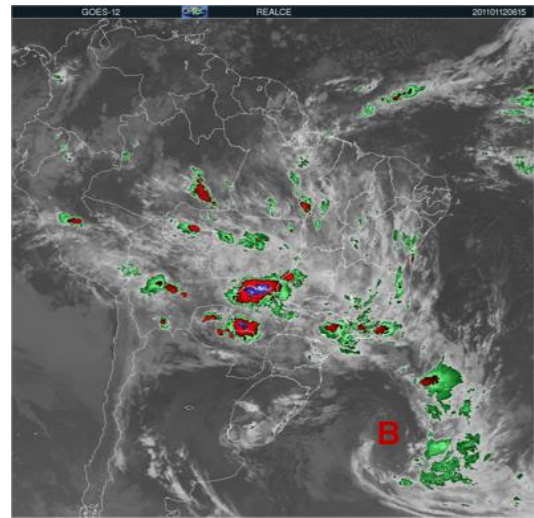
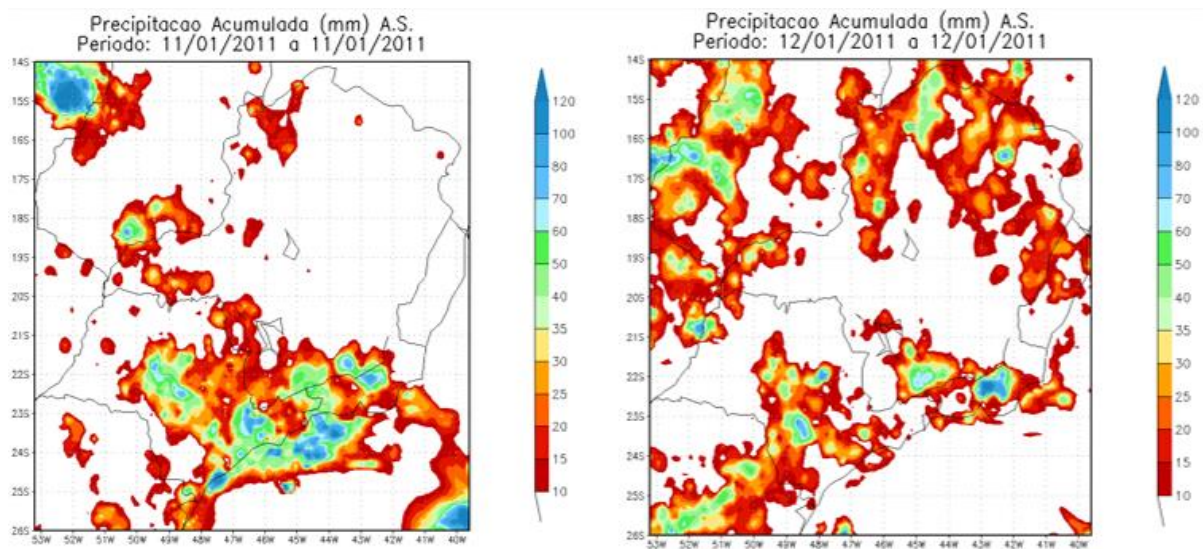


Figura 5B - Imagem de satélite infravermelho do dia 12 de janeiro de 2011 às 03:15 (hora local). A letra B indica a presença de um ciclone extratropical. As áreas nas cores verde, vermelho, azul e branco, indicam a presença de nuvens de maior extensão vertical.

A Figura 6 mostra a precipitação acumulada nos dias 11 e 12 de janeiro de 2011. No dia 11, as maiores precipitações (áreas em azul mais escuro) se concentraram sobre o leste de SP, o sul de Minas Gerais e na RSRJ; já no dia 12, pode-se observar que as chuvas mais intensas afetaram quase que exclusivamente RSRJ, totalizando 48 horas de intensa chuva, chegando ao recorde histórico de 182.8mm, conforme mencionado anteriormente.

Figura 6 – Precipitação acumulada nos dias 11 (esquerda) e 12 de janeiro (direita) de 2011.



Fonte: CPTEC/INPE, 2011.

A escala de cores do lado direito da figura indica o volume precipitado em mm.

Em síntese, o desastre na RSRJ ocorreu em decorrência da formação de um episódio intenso denominado ZCAS, que consiste basicamente em uma banda de nebulosidade que se estende desde a Amazônia até o Oceano Atlântico, passando pelas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. É um sistema meteorológico típico da estação chuvosa da grande área central do país, que normalmente se desenvolve entre os meses de novembro a março e, por permanecer por longo tempo sobre uma mesma região, costuma provocar grandes volumes de precipitação.

5.2 Região metropolitana de Belo Horizonte - RMBH

Durante o verão de 2020, mais especificamente no mês de janeiro, vários episódios de chuvas intensas produziram danos e fatalidades nas regiões de Belo Horizonte, São Paulo, Vitória e Rio de Janeiro. Segundo o CEMADEN, no referido mês, a capital de Minas Gerais registrou cerca de 900 milímetros de chuva, o que correspondeu a quase três vezes o valor médio climatológico esperado.

Entre os dias 23 e 25 de janeiro de 2020, uma forte precipitação foi registrada (320,9 mm de chuvas acumuladas) na RMBH no estado de Minas Gerais, desencadeando inundações e deslizamentos de terra, causando danos materiais e perdas humanas e econômicas. As chuvas ocorridas em 72 horas corresponderam a aproximadamente 97% da climatologia de janeiro (329,1 mm) (DALAGNOL et al., 2021). O total de pessoas expostas na RMBH foi estimado em cinco milhões (IBGE, 2020). De acordo com informações do CENAD, 214 municípios foram afetados, 16.011 pessoas ficaram desalojadas, 3.103 pessoas desabrigadas e 61 óbitos.

O evento ocorrido na Região Metropolitana de Belo Horizonte foi monitorado pelo CEMADEN, inclusive com a antecedência necessária para a articulação entre os diversos órgãos vinculados ao Sistema de Proteção e Defesa Civil, o que possibilitou as ações de preparação e respostas.

Segundo Mendonça (2020) na matéria intitulada Na tragédia de Minas, o descaso da administração encontra os efeitos da mudança climática (explicitou-se que:

Não faltaram anúncios. Desde a semana passada, os meteorologistas prenunciavam uma forte chuva para Belo Horizonte e região metropolitana. A Defesa Civil alertava que as pessoas evitassem as áreas que sempre alagam, ficassem em casa ou que abandonassem suas residências em qualquer sinal de movimentação de solo ou aumento de água (MENDONÇA, 2020).

Na avaliação do especialista Roberto Andrés, urbanista e professor da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, as cidades que hoje mais sofrem com as consequências das chuvas foram as que em seu planejamento urbano desconsideraram o curso da água. Ainda segundo o especialista, é do ciclo natural que os rios se encham. Foi problema de concepção acreditar que seria possível ocupar as áreas próximas aos córregos e rios. É preciso deixar uma área, fazer parques, deixar espaços para que os rios possam subir. Porém, essa ideia equivocada de planejamento está internalizada em várias cidades brasileiras. Outro motivo apontado para os impactos das chuvas associa-se com a ocupação desordenada em morros e encostas, ocupadas geralmente pela população de baixa renda, e a falta de política de habitação, bem como de ações para remoção das pessoas para áreas mais seguras.

5.2.1 Caracterização da região metropolitana de Belo Horizonte

A RMBH é a terceira maior do Brasil, com uma população próxima aos seis milhões de habitantes (projeção do IBGE Cidades para 2019). Segundo o INMET, em Belo Horizonte predomina o clima tropical de altitude. Esse tipo climático é caracterizado pelas temperaturas amenas durante o ano e pela ocorrência de um inverno seco. As chuvas se concentram no período que vai de outubro a janeiro.

A identificação, avaliação e o gerenciamento de áreas de riscos geológicos, com base no levantamento e análise de dados geológicos e geotécnicos, são fundamentais para a definição e operacionalização de mecanismos de enfrentamento de perigos de natureza geológico-geotécnica, tais como escorregamentos, erosões e inundações, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Geologia e processos erosivos na RMBH.

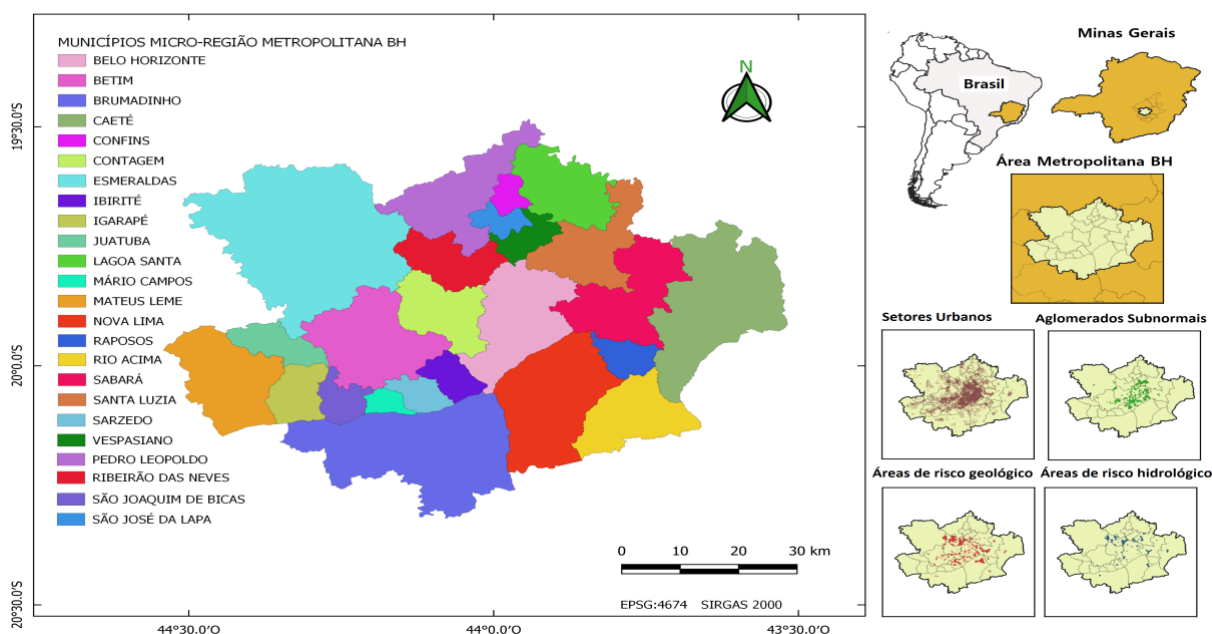
Unidade Geotécnica	Municípios	Área (km ²)	Litologias Dominantes	Unidade Geológica	Solos	Susceptibilidade (Processo)
1	BH, Caeté, Contagem, Ribeirão das Neves	1938	Rochas granito-gnáissicas	Complexos Belo Horizonte e Caeté	Solto-arenosos e argilo-arenosos siltosos Latossolos e argissolos (86,5%); Argissolos (12,4%)	Nessas litologias é observada a formação de blocos fraturados, o que eleva a suscetibilidade a movimentos de massa do tipo quedas, rolamentos ou ainda tombamentos. Os solos são muito suscetíveis a processos erosivos, sobretudo nas porções de solos pouco desenvolvidos.
2	Lagoa Santa	1431	Siltitos	Formação Serra Santa Helena, Grupo Bambuí	Silto-argilosos Cambissolos (84%); Latossolos e argissolos (16%)	Nesta região são observados deslocamentos bem como escorregamentos, condicionados pela relação angular entre a orientação das estruturas e das vertentes, além da influencia dos sistemas de fraturas. Predomínio de cambissolos junto com solos mais siltosos tornam a região altamente suscetíveis a erosão e desagregação natural, como a formação de voçorocas.
3	Confins, São José da Lapa, Vespasiano	80	Itabiritos	Grupo Itabira	Neossolos litólicos (96%)	Neste domínio, são descritos escorregamentos, queda de blocos e empastilhamento, balizados por descontinuidades presentes nas rochas, orientação das encostas, além do grau de alteração. Os solos são ricos em argila e silte caracterizados por baixa suscetibilidade a erosão.
4	Nova Lima, Raposos, Sabará	625	Rochas metamórficas foliadas	Grupo Caraça e Piracicaba e Formação Cambotas	Silto-argilosos Neossolos Litólicos (46%); Cambissolos (42%)	Observam-se, escorregamentos planares e em cunha, além de queda de blocos, deslocamento de maciços rochosos e tombamentos, condicionados pela relação angular entre orientação de descontinuidades e vertentes. Os solos residuais dessas rochas apresentam suscetibilidade mediana a erosão, devido sua maior coesão.

Fonte: Reis Jr. e Parizzi (2018).

Além disso, o conhecimento e a classificação e/ou hierarquização de áreas e situações de risco, é essencial para embasar ações preventivas voltadas a evitar ou enfrentar acidentes, especialmente aqueles com grande potencial de perdas de vidas humanas (REIS JR.; PARIZZI, 2018).

A área foco de estudo corresponde à micro região de Belo Horizonte, vinculada com a Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, a qual é composta por 24 municípios como observado na Figura 7¹. Os municípios fazem parte de uma área de relevo acidentado do interior do estado de Minas Gerais. A cidade de Belo Horizonte (BH) está situada no domínio dos planaltos e serras de leste-sudeste, marcada pelo relevo acidentado e feições como serras e morros. O terreno é caracterizado por elevações que variam de 650 a 1150 metros e o ponto mais elevado fica na Serra do Curral a 1.500 metros acima do nível do mar.

Figura 7 – Municípios da área de estudo localizados no interior estado de Minas Gerais.



Fonte: elaboração própria com base em dados cartográficos do IBGE e mapeamento de áreas de risco elaborado pela CPRM.

Na Figura 7 nota-se acentuado desenvolvimento urbano e aglomerados subnormais em toda a região. Observa-se, também, a suscetibilidade para ocorrências de processos geodinâmicos. Movimentos de massa e inundações são eventos típicos desta região.

¹ Na divisão político-administrativa vigente entre 1989 e 2017, o país estava dividido em Meso e Micro regiões, que hoje se correspondem com as regiões geográficas intermediárias e imediatas, respectivamente. Para facilitar a leitura deste documento, optamos por manter a nomenclatura anterior à atual, e não entrar no mérito desta questão.

O mapeamento das unidades climáticas naturais de BH apontou a existência de duas grandes regiões climáticas, subdivididas em três mesoclimas e oito topoclimas, as quais estão detalhadas na Figura 8 (ASSIS, 2008). E, no que tange à geomorfologia da região podemos observar na Figura 8 que ocorrem três compartimentos: Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço Meridional e Depressão Sanfranciscana. O Quadrilátero Ferrífero é caracterizado por relevos diversificados; em geral ocorrem ondulações, serras, colinas, vales em V fechados e vertentes de alta declividade, com altitudes entre 800 e 1300 m. O Espinhaço Meridional corresponde ao Planalto do Espinhaço Meridional e apresenta altitude média em torno de 1200 m. As formas de relevo resultantes são representadas por cristas, escarpas e vales profundos adaptados às direções tectônicas e estruturais. A Depressão Sanfranciscana desenvolveu-se ao longo do Rio São Francisco. O relevo associado às rochas do Supergrupo São Francisco, Grupo Bambuí, caracteriza-se, sobretudo, por formas crísticas. As formas fisiográficas desenvolvidas sobre as rochas do Complexo Belo Horizonte são colinas de topos planos a arqueados e altitudes entre 800 e 900 m (REIS JR.; PARIZZI, 2018).

Figura 8 – Unidades climáticas naturais na RMBH.

Unidades Climáticas			Fatores Climáticos			Elementos Climáticos			
Clima Local	Mesoclima	Topoclima	Altitude (m)	Morfologia do Terreno		Temperatura do Ar (°C)			UR (%)
				Principais Características	Orientação	Média	Máxima	Mínima	
I - Clima Tropical de Altitude da Depressão de Belo Horizonte	A	A1	675 - 700	Colinas com topos aguçados e vertentes retilíneas na confluência do ribeirão do Onça como rio das Velhas. Presença de espigões e vales encaixados com seções em forma de "V".	NW - SE	20,4 - 20,9	26,4 - 26,9	15,3 - 15,8	74,5 - 75,0
		A2	700 - 800	Relevo suavemente ondulado com presença de amplas colinas de topos achatados e vales abertos de fundo chato do ribeirão Pampulha-Onça.	W - E	20,0 - 20,4	26,0 - 26,4	14,9 - 15,3	
	B	B1	800 - 900	Relevo ondulado e suavizado da Depressão de Belo Horizonte com vertentes côncavas e vales abertos côncavos. Na porção central e Oeste topos abaulados com vertentes retilíneas e vales côncavos. No extremo Norte do município destacam-se as feições dos espigões do Engenho Nogueira e Venda Nova com vertentes íngremes e ravinadas, cercadas por vales encaixados.	W - E	19,7 - 20,0	25,7 - 26,0	14,6 - 14,9	73,5 - 74,0
		B2	900 - 1000		NNW - SSE	19,3 - 19,7	25,3 - 25,7	14,2 - 14,6	73,0 - 73,5
II - Clima Tropical de Altitude das Serras do Quadrilátero Ferrífero	C	C1	1000 - 1100	No limite entre os municípios de Belo Horizonte e Nova Lima existem cristas e escarpas da Serra do Curral com vertentes retilíneas ravinadas e vales encaixados em forma de "V". A linha de crista da Serra do Curral desenvolve-se por altitudes entre 1150m e 1510m, disposta na direção Sudoeste-Nordeste. Presença de subcompartimentos moderadamente ondulado entre 1100m a 1200m, assemelhando-se a pequenos tabuleiros em meio a sítios profundamente dissecados. No extremo Oeste do regional Barreiro ocorrência de relevo colinoso do ribeirão Arrudas, colinas alongadas, topos abaulados com vertentes convexas e vales côncavos.	SW - NE	18,8 - 19,3	24,8 - 25,3	13,7 - 14,2	72,5 - 73,0
		C2	1100 - 1200			18,0 - 18,8	24,0 - 24,8	12,9 - 13,7	72,0 - 72,5
		C3	1200 - 1300			17,1 - 18,0	23,1 - 24,0	12,0 - 12,9	71,5 - 72,0
		C4	1300 - 1510			15,7 - 17,1	21,7 - 23,1	10,6 - 12,0	71,0 - 71,5

Fonte: Assis (2008).

O mapeamento de áreas de risco geológico na RMBH elaborado pela CPRM mostrou um total de 6537 polígonos, dos quais 574 estão sem categoria de risco. O município com maior número de polígonos é Belo Horizonte, seguido de Ribeirão das Neves e Vespasiano, predominantemente nas categorias médio e baixo risco (Tabela 4).

Tabela 4 – Categorização das áreas de risco geológico nos municípios da RMBH.

Município	ARG	Categoria de Risco Geológico										
		A	A/MA	MA	Baixo	Médio	R1	R2	R3	R4	SR	Sv
Belo Horizonte	4936	1006		52	1178	1656					470	574
Betim	29	10		19								
Brumadinho	6		6									
Contagem	49	26	3	20								
Ibirité	61	17		15			11	9	7	2		
Nova Lima	14	5		9								
Raposos	52						6	18	26	2		
Ribeirão das Neves	486	99		9	113	136	150	192	130	14		
Rio Acima	42						4	18	16	4		
Sabará	24	16		8								
Santa Luzia	180	17		7			44	68	42	2		
Vespasiano	300						56	148	80	16		
Total	6537	1196	9	139	1292	1792	271	453	301	40	470	574

ARG: área de risco geológico; A=alto; MA=muito alto; SR=sem risco; Sv=susceptibilidade.

Fonte: elaboração própria a partir de dados da CPRM, utilizados pelo CEMADEN, mapeamento de áreas de risco geológico da CPRM.

Assim como ocorre na RSRJ, o número de polígonos de risco hidrológico mapeados pela CPRM para a RMBH é proporcionalmente menor aos correspondentes de risco geológico. No total, há 266 polígonos, a maioria deles localizada em Belo Horizonte e em Ribeirão das Neves. Ademais, a maioria dos polígonos (137) não inclui caracterização do nível de risco (Tabela 5).

Tabela 5 – Categorização das áreas de risco hidrológico nos municípios da RMBH.

Município	ARH	Categoria de Risco Hidrológico				
		Alto	Baixo	Médio	Muito Alto	SC*
Belo Horizonte	137					137
Betim	1					
Contagem	10	8				
Ibirité	6	6				
Nova Lima	1	1				
Ribeirão das Neves	92	28	21	37	6	
Sabará	3	3				
Santa Luzia	16	11			5	
Total	266	57	21	37	14	137

ARH: área de risco hidrológico; *termo nosso.

Fonte: elaboração própria a partir de dados da CPRM, utilizados pelo CEMADEN mapeamento de áreas de risco hidrológico da CPRM.

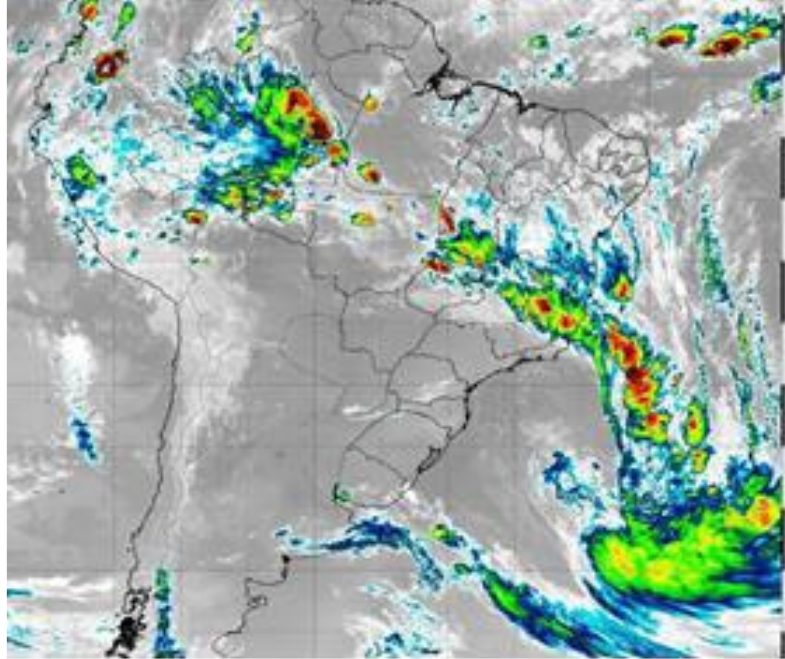
5.2.2 Descrição do evento meteorológico que deflagrou o desastre na região metropolitana de Belo Horizonte

Em conformidade com a entrevista conduzida com o Coordenador-Geral do CEMADEN, Dr. Marcelo Seluchi, o evento que deflagrou o desastre foi monitorado por especialistas de diferentes áreas que atuam ininterruptamente na Instituição.

Segundo o entrevistado, tratou-se da atuação de uma ZCAS mais intensa e com maior potencial para causar impactos à população desde o evento ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011. Em termos gerais, a estação chuvosa do ano 2019-2020 foi deficitária na maior parte da grande área central do Brasil. No entanto, esse período se caracterizou pela ocorrência de alguns episódios extremos, como a ZCAS do mês de janeiro de 2020 que culminou nas chuvas que impactaram a RMBH e nas inundações na cidade de São Paulo. Depois de um mês de dezembro de 2019 extremamente seco sobre a Região Sudeste, um intenso evento de ZCAS se desenvolveu na semana de 20 de janeiro, atingindo intensidade entre os dias 23 e 25 do referido mês. Neste período, a ZCAS se estendeu desde o estado do Amazonas até a divisa dos estados de RJ e ES em direção ao Oceano Atlântico. Sobre o Oceano, novamente, a presença de um ciclone extratropical possibilitou o aumento da convergência dos ventos próximos à superfície e, devido ao seu caráter quase-estacionário, contribuiu para a persistência das chuvas ao longo dos dias.

Contudo, diferentemente do caso de 2011, de acordo com o CEMADEN e os dados pluviométricos e meteorológicos coletados, em 2020 a ZCAS foi ainda reforçada pela presença de uma área extensa e intensa de baixa pressão nos altos níveis da atmosfera. Essa área de baixa pressão nos níveis mais elevados da atmosfera teve a função de sugar o ar úmido próximo da superfície para grandes alturas, permitindo a formação de nuvens de grande desenvolvimento vertical que produziram altas taxas de precipitação (Figura 9).

Figura 9 – Imagem de satélite infravermelho do dia 25 de janeiro de 2020 às 09h (hora local).



Fonte: CPTEC/INPE (2020).

No evento de janeiro de 2020 as precipitações mais volumosas se estenderam durante vários dias, com maior intensidade entre os dias 23 e 25, sendo que nos dias 24 e 25 apresentaram volumes totais superiores a 250 mm de chuvas, de acordo com registros da rede de pluviômetros automáticos do CEMADEN.

Considerando o período de 23 a 26 de janeiro, as chuvas totais acumularam quase 500 mm (474 mm). O mês de janeiro de 2020 foi, portanto, o mais chuvoso de acordo com os registros históricos, totalizando mais de 900 mm. Destes, mais da metade estiveram associados à atuação da ZCAS ocorrida entre os dias 22 a 26 de janeiro.

Destaca-se que a média anual de chuvas em Belo Horizonte, segundo dados oficiais do INMET, é de 1602,6 mm; ou seja, conforme mencionado anteriormente, apenas no mês de janeiro de 2020 choveu 935,2 mm. Logo, somente em quatro dias choveu mais da metade do esperado chover no ano.

6 O CONHECIMENTO DO RISCO

Com vistas a avaliar o conhecimento do risco, no escopo do presente estudo foi conduzida entrevista com o Sr. Armin Braun, que em 2011 era responsável pelas ações de socorro no escopo federal e, atualmente, é Diretor do CENAD. O conhecimento do risco por parte da população e dos órgãos de Defesa Civil da RSRJ carecia de sistemas específicos, que fornecessem informações e orientações geotécnicas do meio físico para os mapeamentos de risco, e, tampouco, havia um órgão que realizasse o monitoramento e alertas dos riscos de desastres.

Em 2011, o CENAD era um órgão de capacidade mais operacional, focado dentro do eixo de Defesa Civil. O país não dispunha, portanto, de um dos elementos do sistema de alerta antecipado que pudesse nortear os preparativos para a prevenção e resposta a desastres.

Em relatório produzido pela Comissão Externa da Câmara de Deputados (2013), para análise do desastre da RSRJ, destacou-se que, entre os anos de 2006 e 2010, a Defesa Civil de Petrópolis junto com o Departamento de Geografia, do Departamento de Geologia, da Escola de Engenharia da UFRJ, elaboraram um projeto-piloto para construir um sistema de previsão e alerta de riscos de enchentes e escorregamentos nas encostas do respectivo município. O projeto piloto, feito apenas para o bairro denominado LNCC, foi entregue à Prefeitura e à Defesa Civil Municipal em 2010, contendo os mapas e os relatórios georreferenciados, com comentários e sugestões de ação. A ideia era expandir para todo o município de Petrópolis, na região serrana e outros, como Angra dos Reis, também no estado do Rio de Janeiro. Entretanto, a continuidade dependia de investimentos da Secretaria Estadual do Ambiente, que em 2010 foi extinta, não logrando êxito.

Conforme preconiza o Marco de Sendai, as avaliações e o conhecimento do risco requerem coleta e análises sistemáticas de dados e devem considerar a natureza dinâmica das ameaças e vulnerabilidades decorrentes de processos como urbanização, mudanças nos usos da terra, degradação ambiental e mudanças climáticas.

O desastre ocorrido em 2020 na RMBH, quase dez anos após o evento da RSRJ, evidenciou, através de registros de mídias, entrevistas, documentos e base de dados que houve por parte da população e dos órgãos federais, estaduais e municipais, o conhecimento do risco.

De acordo com o atual Secretário da SEDEC, Cel. Alexandre Lucas, o evento de 2020 ocorreu após o lançamento do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres (em agosto de 2012), à reestruturação do CENAD e à criação do CEMADEN. Logo, as

articulações entre os órgãos, as instituições e uma Defesa Civil estruturada, tornou possível prever o evento e a adoção de medidas para que os impactos fossem mitigados.

7 MONITORAMENTO E ALERTA

Este eixo envolve os elementos de monitoramento e previsão das ameaças. Eles devem fornecer estimativas oportunas do risco potencial enfrentado pelas comunidades, economias e meio ambiente. Deve haver uma base científica sólida de previsão das ameaças, além de um sistema confiável que opere 24 horas nos 07 dias da semana, conforme preconiza o Marco de Ação de Sendai.

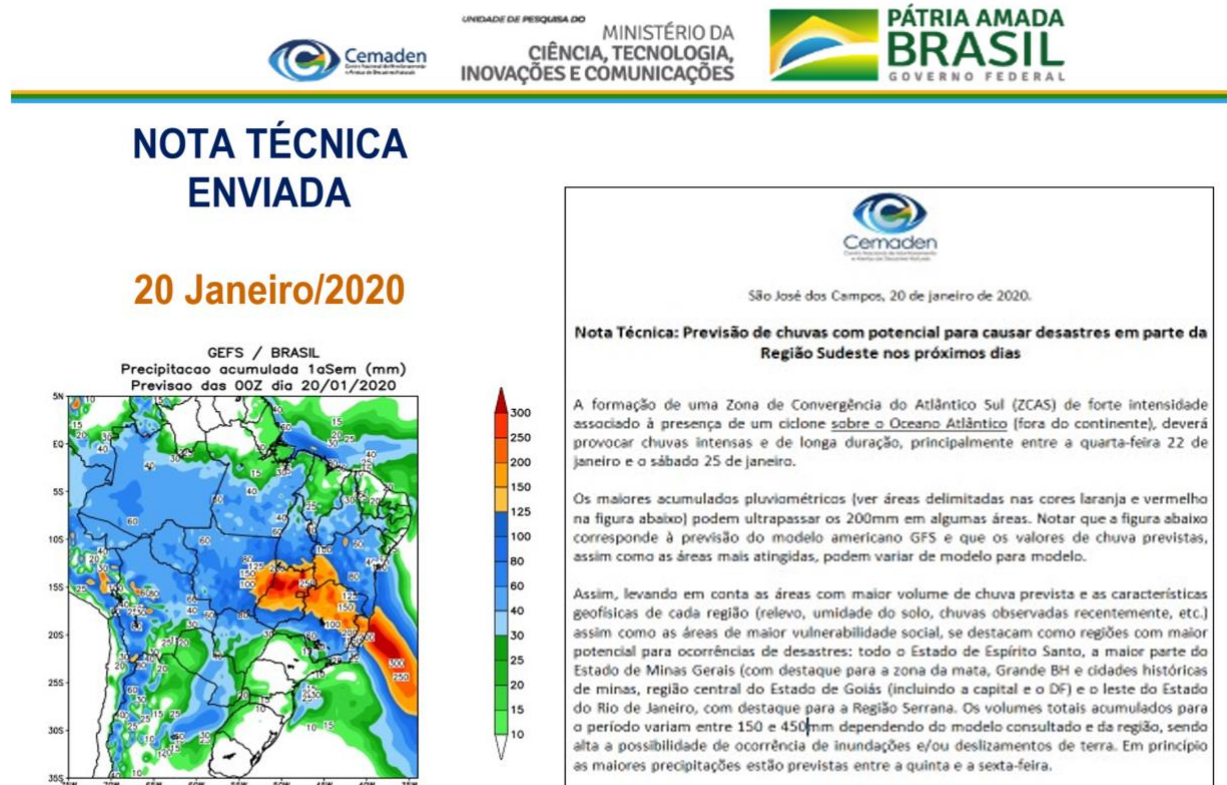
Assim como a ausência do conhecimento do risco por parte dos órgãos e da população, não havia, em 2011, um sistema em operação que se subsidiasse de dados de uma rede observacional adequada e que operasse em regime ininterrupto. A criação do CEMADEN e a reestruturação do CENAD ocorreram justamente após o evento de 2011.

O CEMADEN foi criado para suprir a lacuna do monitoramento e alertas, sendo, portanto, responsável por realizar o monitoramento das ameaças naturais em áreas de riscos em municípios brasileiros suscetíveis à ocorrência de desastres deflagrados por extremos hidrometeorológicos, além de realizar pesquisas e inovações tecnológicas que possam subsidiar a melhoria de seu sistema de alerta antecipado, com o objetivo final de contribuir para redução do número de vítimas fatais e prejuízos materiais em todo o país. O CENAD, por sua vez, recebe os alertas emitidos pelo CEMADEN e os encaminha para as defesas civis estaduais e municipais que são responsáveis pela mobilização e respostas.

Considerando os avanços a partir de 2011, observou-se que as inundações ocorridas em 2020, na região Metropolitana de Belo Horizonte, contaram com ações de preparação para o risco do desastre. Estas iniciaram no dia 20/01/2020 (Figura 10), cinco dias antes da ocorrência do desastre. O monitoramento do desenvolvimento da ZCAS e das suas características, pelo CEMADEN, foi ponto de partida para uma reunião de emergência com o CENAD e na consequente elaboração de uma Nota Técnica e articulação com outros órgãos (INMET, CPTEC, CPRM) para o estabelecimento de uma sala de crise, a qual foi Coordenada pelo CENAD. O grupo elaborou um documento, denominado Alerta Conjunto de Tempestades e Chuvas Intensas (ANEXO 1), caracterizando-se, portanto, como a ação inicial de preparação para o evento que se concretizou com a magnitude prevista no dia 20/01.

O monitoramento contínuo de precursores e parâmetros de perigo foi essencial para gerar avisos precisos em tempo hábil e alerta distintos para perigos diferentes (deslizamentos de terra, inundações/enxurradas). Tais ações foram coordenadas e articuladas por e com diferentes especialistas, corroborando que este eixo está no centro do sistema.

Figura 10 – Nota técnica: Previsão de chuvas 22 a 25 de janeiro de 2020.



Fonte: CEMADEN (2020).

8 DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO

De acordo com o MAS:

È importante que haja treinamento, compartilhamento de experiência, cursos de aprendizagem, formação, boas práticas e colaboração entre pessoas e comunidades com vistas a divulgar informações sobre o risco de desastres. Outrossim, articular estratégias nacionais, por meio de campanhas, mídias sociais e mobilização comunitária, reforça a divulgação e comunicação sobre a redução do risco de desastres (DEFESA CIVIL, 2015).

Sobre o evento de 2011, conforme explicitado no Relatório da Câmara dos Deputados (2013), o Secretário da Defesa Civil do Município de Nova Friburgo, Sr. João Paulo Mori, relatou que o Brasil inteiro sabia do que estava acontecendo em Nova Friburgo, e nós que morávamos lá não sabíamos, pois não havia televisão, não havia rádio, não havia telefone, não havia nada. Conforme os relatos das pessoas que iam chegando, começamos a ter a real noção do que aconteceu. Antes da tragédia, a Defesa Civil nem tinha carro. Hoje, a cidade tem característica de uma população inteira que tem medo. É um pânico total as pessoas ainda estão muito traumatizadas. Imaginamos que, enviando um alerta antes de acionar uma sirene, minimizaremos esse trauma, faremos com que as pessoas tomem providências. Adicionalmente, o Secretário mencionou que após o desastre, e mediante priorização dos investimentos, uma nova Defesa Civil se fez. Há carros, viaturas, alertas por SMS e engenheiros. A Defesa Civil também treina a comunidade, através de palestras, vistorias e aconselhamentos. Em relação ao Governo Federal, foi montado um centro de gerenciamento de desastre, num hall de um hotel, na região, para gerenciar o evento.

Em contrapartida, positivamente, o evento de 2020 contou com os mecanismos necessários e elencados no MAS.

As informações disponibilizadas pelos diferentes órgãos, instituições e mídias pós desastre; o conhecimento do risco; bem como o efetivo monitoramento e alertas acima relatados comprovaram que houve divulgação e comunicação do desastre na região Metropolitana de Belo Horizonte, e em tempo hábil.

9 CAPACIDADE DE RESPOSTA

A capacidade de resposta consiste na necessidade de preparar ou revisar e atualizar, periodicamente, as normas jurídicas, políticas, planos e programas de prevenção de desastres e de contingência, com a participação das instituições e órgãos pertinentes, considerando cenários de mudanças climáticas e seu impacto sobre o risco de desastres. Contempla também promover a resiliência de infraestruturas básicas novas e antigas, com o objetivo de garantir que permaneçam seguras, eficazes e operacionais durante e após catástrofes, a fim de fornecer serviços essenciais e de salvamento de vidas, entre outros detalhados no item referente ao Sistema de Alerta Antecipado (ONU, 2015).

De acordo com o Superintendente Operacional da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, Cel. Luiz Guilherme Ferreira Santos, ...a Defesa Civil atuava muito bem numa das fases: a da resposta. Em relação à resposta, não há nenhum problema. Não há nenhuma dúvida de que a nossa estrutura, baseada na corporação, no Corpo de Bombeiros, tem atendido de forma excelente. Mas de que adianta um trabalho de retirar vítima de baixo de escombros, tirar pessoas de baixo de lama, tirar cadáveres? Esse não é o nosso projeto. Então, a recriação da Secretaria vem com uma ideia, com uma nova proposta. (...) Esse é o grande slogan. Não se faz Defesa Civil se nós não prepararmos a comunidade. Se nós não tivermos uma comunidade preparada, se nós não tivermos uma comunidade pronta para responder, se nós não tivermos uma comunidade com resiliência...

Diante dos desastres reportados, bem como de outros ocorridos no Brasil nos últimos 20 anos corroborou-se que o país precisava dispor de um sistema avançado para a gestão do risco de desastres, conforme previamente registrado em Alvalá e Barbieri (2017). Neste contexto, o governo federal destinou recursos e priorizou ações para a criação de um sistema de alerta, bem como foram criadas leis e normativas, descrevendo as missões e regulando as competências de cada órgão. CEMADEN e CENAD são instituições chave para atender às exigências legais, o cumprimento do Marco de Sendai e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Assim, os eixos descritos acima contribuíram para que o impacto do evento de 2020, ainda que deflagrado por uma ameaça mais intensa e com abrangência em área muito mais populosa, tivesse, aproximadamente, um número de mortes 20 vezes menor que o ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro, em 2011.

Importante ressaltar que Belo Horizonte, a maior cidade da região atingida em 2020, tem uma Defesa Civil estruturada, que é essencial para o eixo comunicação e resposta do

Sistema. O município conta com mapa de contingência, equipes treinadas, além de um grande suporte por parte do Município (entrevista pessoal com o Cel. Alexandre Lucas).

10 DISCUSSÕES

A partir da análise de todos os eixos que compõem o Sistema de Alerta Antecipado, como concebido pelo Marco de Sendai, constatou-se que o Brasil atuou de forma mais estruturada no evento de 2020, em contraposição com o ocorrido em 2011. Ameaça mais intensa, em área mais populosa, ocasionou um número de vítimas muito inferior ao do desastre de 2011. Neste ano o Brasil contava com um sistema que emitia apenas avisos meteorológicos, com uma rede observacional para monitoramento de chuvas aquém da necessária, pequena ou nenhuma capacidade de articulação e de preparação.

Observou-se que o sistema demanda de constantes aperfeiçoamentos e investimentos, conforme explanado a seguir.

No que tange ao conhecimento do risco, este requer que o mapeamento das áreas de risco seja periodicamente atualizado, assim como o grau de vulnerabilidade da população exposta aos riscos de desastres. Entretanto, ao coletar os dados das duas regiões avaliadas, notou-se a ausência de padronização da base de dados que determina o grau de risco de uma área e de metodologias no que se refere ao grau de risco das vulnerabilidades. Não há uma metodologia única para determinar a severidade do risco. Esta é feita de maneira quase que subjetiva, a depender de diferentes especialistas, como exemplo, o grau de risco atribuído aos municípios de Nova Friburgo e Petrópolis, na região serrana do Rio de Janeiro.

Não podemos afirmar, em uma análise preliminar, que os riscos alto e muito alto mapeados para a região de Nova Friburgo, têm os mesmos pesos que o RIV, RV e RII atribuídos ao município de Petrópolis, embora a literatura descreva que a partir de RIV é considerado área de risco alto. Os mapeamentos consideram diversas bases de dados e a não padronização dificulta tanto a condução de estudos e pesquisas, assim como as suas utilizações para subsidiar a emissão de alerta, a divulgação e comunicação do evento e, por fim, a capacidade de resposta.

No que se refere ao monitoramento e alerta, realizado pelo CEMADEN, alguns aspectos merecem considerações, tais como o protocolo de ação conjunta que determina que o Centro repasse os alertas diretamente ao CENAD. É importante mencionar que, embora seja missão do CENAD a articulação com as Defesas Civas, há eventos cujos alertas são atualizados passando de moderado para alto em algumas horas. Nestes casos, qualquer tempo dispendido entre as emissões de alertas e o efetivo recebimento deles pelas Defesas Civas faz diferença. Embora as populações que vivem em áreas de risco saibam da vulnerabilidade a que estão expostas, muitas não têm o conhecimento aprofundado sobre a efetiva exposição, o

que demanda um trabalho árduo para as Defesas Civas na evacuação do local quando da iminência de um desastre. Há diversos relatos de pessoas que se recusaram a deixar residências, seja por motivos pessoais (como não ter tempo de pegar itens considerados importantes) e/ou por desconsiderarem a potencialidade do evento.

Outro ponto relevante no eixo monitoramento e alerta é que os especialistas que trabalham na sala de operação do CEMADEN muitas vezes enfrentam dificuldades para analisar dados, em razão dos pluviômetros requererem manutenções constantes (preditivas e corretivas), desde a mais simples, como uma limpeza do balde, até a mais complexa, como calibrações. Atualmente o Órgão monitora 1038 municípios e possui aproximadamente 4000 equipamentos instalados, entre radares, pluviômetros e estações hidrológicas. A manutenção destes deveria ocorrer a cada 06 meses, com custo total estimado em R\$ 15 milhões, o que corresponde a 70% do orçamento do CEMADEN. No entanto, as manutenções têm sido feitas anualmente e não contemplam todos os equipamentos, em razão de não disponibilidade de recursos financeiros em montante suficiente para atendimento desta demanda.

Destaca-se ainda a limitação científica no que concerne à previsão meteorológica, em especial a previsão de chuvas. Neste escopo, cita-se o evento ocorrido em Petrópolis, em 15 de fevereiro de 2022, deflagrado por um extremo de chuvas de volume muito acima do previsto pelos modelos meteorológicos. Conforme relatado pelo Coordenador-Geral da sala de operação do CEMADEN, o desastre foi provocado pela atuação de uma única nuvem, de características extraordinárias e sem antecedentes conhecidos, o que dificultou prever com muita antecedência o evento que culminou em um número elevado de vítimas fatais. A situação foi influenciada pela presença da ZCAS, e que na ocasião estava posicionada sobre o estado do Rio de Janeiro. O outro elemento chave que derivou nas chuvas extraordinárias na região central de Petrópolis foi a passagem de uma frente fria, com características muito particulares, que ocorreu no momento exato em que as pancadas de chuva começaram a se formar. Essa frente fria, por um lado, foi suficientemente fraca para não conseguir dissipar a instabilidade necessária para formar as nuvens de tempestade e, por outro lado, teve a intensidade suficiente para mudar a direção do vento, que passou a ser de sul, ou seja, exatamente perpendicular à serra de Petrópolis. Como consequência dessa combinação de fatores, a nuvem de tempestade, que normalmente tem duração de alguns minutos, se prolongou por várias horas e o resultado foi a formação de um tipo de nuvem sem precedentes na literatura, derivada da combinação de uma nuvem orográfica (nuvem que se instala durante horas no topo das montanhas, mas que normalmente não precipita) e de uma nuvem de tempestade (denominada tecnicamente de cumulonimbus). Desta forma, reitera-se que o

estado atual do conhecimento científico e da previsão meteorológica não permite prever o local exato aonde cada nuvem individual irá se formar.

Outra limitação diz respeito aos diferentes limiares críticos de chuvas (proxy da umidade do solo) utilizados para subsidiar o envio de alertas de deslizamentos de terra. Esses limiares foram determinados a partir do cruzamento de dados históricos de chuvas com ocorrências registradas; contudo, existem ocasiões em que os limiares críticos são superados e não há ocorrências de deslizamentos. Por outro lado, há registros de deslizamentos deflagrados por acumulados pluviométricos inferiores aos teoricamente críticos. Logo, ressalta-se que há ainda necessidade de determinação mais acurada dos limiares mencionados que levem em consideração as especificidades de cada área de risco, como, por exemplo, o tipo de solo, o grau de inclinação de encostas, as intervenções humanas, os tipos/padrões de moradias instaladas, vazamentos de caixas d'água ou de encanamentos, etc.

Uma terceira limitação, quanto ao monitoramento e alerta para desastres das tipologias enxurradas e inundações refere-se aos tamanhos das bacias hidrográficas envolvidas. No Brasil estima-se que existem dezenas de milhares de microbacias, cada uma com características particulares quanto ao tamanho, declividade, localização geográfica, ocupação do solo, entre outros aspectos. Neste contexto, o ideal seria contar com rede de observação e modelos hidrometeorológicos específicos, o que na prática é inviável. Visando minimizar tais limitações, o monitoramento feito pelo CEMADEN está sob a responsabilidade de profissionais altamente qualificados e com experiência acumulada ao longo dos anos em cada uma das áreas temáticas envolvidas.

Outra informação crucial para subsidiar a melhor efetividade do SAA refere-se à disponibilização de informações sobre a caracterização das populações vivendo/expostas em áreas de riscos de desastres. Conforme destacado por Dias et al. (2018) e Alvalá et al. (2019), conhecer as características demográficas e as condições de vida da população vivendo em áreas de risco são cruciais para a gestão de risco e resposta a desastres. Como no Brasil tais informações não estavam ainda disponíveis em escala nacional, nos estudos acima mencionados propôs-se uma metodologia inovadora para associar dados censitários demográficos às áreas de risco para deslizamentos e inundações no país, tendo sido criado um novo mapa base, denominado Base Estatística de Risco Territorial. Suas delimitações gráficas incorporam informações do censo populacional sobre as áreas de risco mapeadas. A metodologia proposta por Dias et al. (2018) foi avaliada inicialmente em três municípios-piloto localizados no estado do Rio de Janeiro (Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo) e, posteriormente, extrapolada para 825 municípios historicamente afetados por desastres no

território brasileiro (ALVALÁ et al., 2019), gerando um novo banco de dados contendo dados sociodemográficos e de serviços básicos de infraestrutura disponível para análise específica daqueles que estão expostos a desastres. Tais dados, associados à previsão de perigos, são essenciais para alertas precoces eficazes, que permitem ações com foco na redução de perdas humanas. Conforme ressaltado por Alvalá et al. (2019), o conhecimento da população de risco no Brasil pode contribuir para a identificação das áreas mais críticas que requerem ações prioritárias de atendimento, como aquelas com maior presença de idosos, crianças e maior concentração de moradores em domicílios sem saneamento, indicadores de vulnerabilidade. Ademais, considerando que índices de vulnerabilidade são ferramentas valiosas para apoiar a gestão de risco de desastres e são usados principalmente para reduzir perdas de vidas humanas, faz-se necessário a atualização do índice de vulnerabilidade populacional proposto por Dias et al. (2020) para apoiar o monitoramento e a emissão de alertas precoces de risco de desastres provido no escopo da parceria CEMADEN com o IBGE.

No eixo divulgação e comunicação, constatou-se que ainda há muito a avançar, uma vez que treinamentos ainda não são periódicos e a maioria das cidades não conta com iniciativas para tal fim. Planos de contingência e defesas civis ativas e eficientes ainda não estão instituídos na grande maioria dos municípios impactados por desastres no Brasil, em conformidade com as orientações do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. Assim, muitos municípios precisarão investir no estabelecimento de estruturas perenes de defesas civis, constituídas por profissionais qualificados e treinados e não somente com vínculos associados aos governos vigentes, o que contribuirá para não gerar impactos e atrasos na divulgação de ações, treinamentos e compartilhamento das experiências. Além disso, investimentos em educação para a percepção do risco de desastres precisam ser ampliados, de modo que aumente a promoção e difusão científica em comunidades escolares, defesas civis e comunidades locais, a partir do desenvolvimento de estratégias educacionais de pesquisa-ação, comunicação e mobilização para a gestão de risco e redução de vulnerabilidades a desastres, visando a construção de sociedades sustentáveis e resilientes (TRAJBER et al., 2019; MUNOZ et al., 2020).

Portanto, a capacidade de resposta requer mais investimentos, conforme também explicitado no Marco de Ação de Sendai, que destacou a relevância de promover a resiliência de infraestruturas básicas novas e antigas, incluindo infraestrutura de água, transporte e telecomunicações, instituições de ensino, hospitais e outros estabelecimentos de saúde, com o objetivo de garantir que permaneçam seguras, eficazes e operacionais durante e após catástrofes, a fim de fornecer serviços essenciais e de salvamento de vidas; assegurar a

continuidade das operações e do planejamento, incluindo recuperação social e econômica e a prestação de serviços básicos no período pós-desastre; reforçar a capacidade das autoridades locais para evacuar as pessoas que vivem em áreas propensas a desastres e treinar a força de trabalho e os voluntários existentes para resposta a desastres.

Vale destacar que outros eventos extremos de chuvas ocorridos a partir de 2011 culminaram em desastres, com impactos para a sociedade, infraestruturas e meio ambiente, muitos deles devidamente monitorados e alertado, mas também apontando que há muito a ser feito para uma eficiente gestão de riscos e respostas a desastres. Os recentes desastres ocorridos nos estados da Bahia (dezembro de 2021) e Minas Gerais (janeiro de 2022) foram alertados com maior antecedência, apesar dos volumes históricos de chuva (vários recordes históricos foram quebrados no Estado da Bahia em dezembro de 2021), o que contribuiu para o número de vítimas fatais ter sido relativamente baixo.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho avaliou-se cada um dos eixos do Sistema de Alerta Antecipado implementado no Brasil. A evolução do sistema ficou evidenciada inclusive pela criação do CEMADEN/ MCTI e reestruturação do CENAD/MDR. Através da avaliação de dois desastres ocorridos no intervalo de quase uma década, mesmo que em regiões diferentes, mas que foram deflagrados pelo mesmo evento meteorológico, demonstrou os avanços que o país deu para a gestão do risco e respostas a desastres. Não obstante, ainda são necessários aprimoramentos contínuos, o estabelecimento de políticas públicas/leis de saneamento básico, de ordenamento territorial/ambiental, de habitação, de meio ambiente, de tratamento de resíduos sólidos, entre outros, para minimizar os efeitos de eventos hidroclimáticos que culminem em desastres, conforme destacado na notícia da revista emergência, disponível em (revistaemergencia.com.br).

Os desastres ocorridos na RSRJ em 2011 mostraram, claramente, a necessidade de contar com um sistema de monitoramento da possibilidade de ocorrências de desastres, que opere 24 horas por dia, bem como com equipes de profissionais especializados atuando nos diferentes eixos do SAA. A emissão de alertas antecipados, com a maior antecedência possível, contribui para ações de preparação mais eficientes o que, consequentemente, contribui para alcançar as metas estabelecidas no Marco de Ação de Sendai.

Em especial, o fomento ao desenvolvimento de pesquisas na área de meteorologia, hidrologia, e geodinâmica para aprimoramento das previsões de situações geo-hidrometeorológicas extremas (ondas de calor, secas, chuvas extremas, deslizamentos de terra, inundações, alagamentos) é crucial para o provimento de alertas mais eficientes e eficazes, sobretudo considerando-se que os eventos extremos estão mais frequentes e intensos e projetados para um aumento de 40% durante o período estabelecido pelo MAS (UNDRR, 2022). Os investimentos na ciência, na tecnologia e na inovação, traduzidos em políticas públicas, devem ser cada vez maiores se quisermos ser mais eficazes e eficientes na mitigação dos impactos dos desastres e, portanto, na redução do número de mortes.

REFERÊNCIAS

- ADAPTACLIMA. **Desastres**: no contexto da mudança do clima. 2014. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/desastres-no-contexto-da-mudanca-do-clima>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- ALONSO, A. Métodos qualitativos de pesquisa: uma introdução. *In*: ABDAL, A. et al. (Orgs.), **Métodos de pesquisa em ciências sociais**: bloco qualitativo. São Paulo: SEC São Paulo/CEBRAP, 2016.
- ALVALA, R. C. S.; BARBIERI, A. F. Desastres naturais. *In*: NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. (Org.), **Mudanças climáticas em rede**: um olhar interdisciplinar. São José dos Campos, SP: INPE, 2017.
- ALVALÁ, R. C. S.; DIAS, M. C. A.; SAITO, S. M.; STENNER, C.; FRANCO, C.; AMADEU, P.; RIBEIRO, J.; SANTANA, R. A. S. M.; NOBRE, C. A. Mapping characteristics of at-risk population to disasters in the context of Brazilian early warning system. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 41, p. 101326, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101326>
- ASSIS, W. L. Os climas naturais do município de Belo Horizonte-MG. **ACTA Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica**, p.115-135, 2008. DOI: 10.5654/actageo2012.0002.0008.
- ATAIDE, P. A. B. **Gestão de riscos e resposta a desastres naturais**: a visão do planejamento. Brasília, DF: CONSAD, 2013. Disponível em: <https://www.consad.org.br/documentos?filter=true&ano=2013&s=gest%C3%A3o%20de%20riscos%20e%20resposta%20a%20desastres%20naturais%3A%20a%20vis%C3%A3o%20do%20planejamento>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos**. inundações e deslizamentos na região serrana do Rio de Janeiro de 2011. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://documents1.worldbank.org/curated/pt/260891468222895493/pdf/NonAsciiFileName0.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.
- BENBASAT, I; GOLDSTEIN, D. K.; MEAD, M. The case research strategy in studies of information systems. **MIS Quarterly**, v. 11, p. 369-386, 1987.
- BRASIL. **Atlas digital de desastres no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://atlas.ceped.ufsc.br/>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Sistema integrado de informações sobre desastres - S2iD**. 2021. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/sobre.xhtml>. Acesso em: 11 fev. 2022.
- BRAUN, A. **Desastre na região serrana do rio de janeiro, 2011 e criação do CENAD**. Entrevista presencial. Brasília, DF: Ministério de Desenvolvimento Regional, 2021.
- BUSCH, A.; AMORIM, S. N. D. **Tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011**: procurando respostas. ENAP Casoteca de Gestão Pública, 2011. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/328/2/A%20trag%C3%A9dia%20da%20regi%C3%A3o%20serrana%20do%20rio%20de%20janeiro%20em%202011.pdf>

A3o%20serrana%20do%20Rio%20de%20Janeiro%20em%202011%20procurando%20respostas.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Desastres na região serrana do Rio de Janeiro:** audiências públicas. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/externas/54a-legislatura/desastres-na-regiao-serrana-do-rio-de-janeiro/audiencias-publicas-1>. Acesso em: 23 nov. 2020.

CANIL, K.; MOURA, R. B; SULAIMAN, S. N.; TORRES, P. H. C.; ABREU NETTO, A. L.; JACOBI, P. R. Vulnerabilidades, riscos e justiça ambiental em escala macro metropolitana. **Mercator**, v. 20, p. e20003, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/zbBrtd9Fx963k7WCf8TwLRy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2021.

CARDOZO, C. P. **A spatially integrated modelling approach to landslide risk assessment:** a case study of the Nova Friburgo disaster - RJ, Brazil. 2018. 148 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, São José dos Campos, 2018. Disponível em: <http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2018/03.12.14.01/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

CAVALCANTE FILHO, E. C.; VIDAL, D. H. de F.; FARIAS JÚNIOR, J. E. F.; PEREIRA, V. S. A.; FERREIRA, M. A. da S.; VIANA, L. P.; SANTOS, M. de O. R. M.; JOHNSON, R. M. F.. Tragédia climática e ambiental na região serrana/RJ 2011: diagnóstico, desafios e ações. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 19., 2011, Maceió. **Anais [...]**. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=81&SUMARIO=4289>. Acesso em: 06 maio 2022.

CEMADEN. **Nota técnica:** previsão de chuvas com potencial para causar desastres em parte da Região Sudeste nos próximos dias. São José dos Campos, 2020. Disponível em: www.cemaden.gov.br. Acesso em: 20 set. 2021.

DALAGNOL, R.; GRAMCIANINOV, C. B.; CRESPO, N. M.; LUIZ, R.; CHIQUETTO, J. B.; MARQUES, M. T. A.; DOLIF NETO, G.; ABREU, R. C.; LI, S.; LOTT, F. C.; ANDERSON, L. O.; SPARROW, S. Extreme rainfall and its impacts in the Brazilian Minas Gerais state in January 2020: can we blame climate change? **Climate Resilience and Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2021. <https://doi.org/10.1002/cli2.15>

DEFESA CIVIL. **Marco de Sendai para a redução do risco de desastres 2015-2030**. 18 de Março de 2015. Disponível em: https://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/MarcodeSendaiPortugues.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

DIAS, M. C. A.; BERNARDES, T.; SELUCHI, M. E.; CAMARINHA, P. I.; DOS SANTOS ALVALÁ, R. C.; SAITO, S. M.; NOBRE, C. A.; STENNER, C. Data for: vulnerability index related to populations at risk for landslides in the Brazilian early warning system (bews). **Mendeley Data**, v. 1, 2020. <http://dx.doi.org/10.17632/x5kjp6bnd9.1>

DIAS, M. C. A.; SAITO, S. M.; ALVALÁ, R. C. S.; STENNER, C.; PINHO, G.; NOBRE, C. A.; FONSECA, M. R. S.; SANTOS, C.; AMADEU, P.; SILVA, D.; LIMA, C.

O.; RIBEIRO, J.; NASCIMENTO, F.; CORRÊA, C. O. Estimation of exposed population to landslides and floods risk areas in Brazil, on an intra-urban scale. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 31, p. 449-459, October 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.06.002>

EISENHART, K. Building theories from case study research. **The Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA REDUÇÃO DE DESASTRES – EIRD. **Desastres: estado da arte**. [S.l.], 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatísticas, sociais, estimativa de população**. 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=17283&t=downloads>. Acesso em: 11 fev. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAIS - INPE. **CPTEC-GPT**. São José dos Campos: INPE, 11 de Janeiro de 2011.

INTERNATIONAL DECADE FOR NATURAL DISASTER REDUCTION – IDNDR. **Environment and sustainable development**. Geneva, 1994.

LIMA, M. O uso da entrevista na pesquisa empírica métodos e técnicas de pesquisa: ferramentas qualitativas. In: ABDAL, A. et al. (Orgs.). **Métodos de pesquisa em ciências sociais: bloco qualitativo**. São Paulo: SESC São Paulo/CEBRAP, 2016.

MARCHEZINI, V.; LONDE, L. R.; BERNARDES, T.; CONCEIÇÃO, R. S.; SANTOS, E. V.; SAITO, S. M.; SOLER, L.; SILVA, A. E. P.; BORTOLETTO, K. C.; MEDEIROS, M. D. S.; GONÇALVES, D. A. Sistema de alerta de risco de desastres no Brasil: desafios à redução da vulnerabilidade institucional. In: MARCHEZINI, V.; WISNER, B.; LONDE, L. R.; SAITO, S. M. (Orgs.), **Reduction of vulnerability to disasters: from knowledge to action**. São Carlos: Rima, 2017, p. 287–310.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. The 2011 intense rainfall and floods in Rio de Janeiro in state of the climate in 2011. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, n. 7, S1–S282, 2012. <https://doi.org/10.1175/2012bamsstateoftheclimate.1>

MENDONÇA, H. Na tragédia de Minas, o descaso da administração encontra os efeitos da mudança climática: falta de planejamento urbano e modelo de prevenção esgotado explicam destruição deixada após temporais amplificadas pela emergência climática. **Jornal El País**. 2020. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2020-01-29/na-tragedia-de-minas-o-descaso-da-administracao-encontra-os-efeitos-da-mudanca-climatica.html>. Acesso em: 24 nov. 2020.

MUNOZ, V. A.; CARBY, B.; ABELLA, E. C.; CARDONA, O. D.; LÓPEZ-MARRERO, T.; MARCHEZINI, V.; MEYRELES, L.; OLIVATO, D.; TRAJBER, R.; WISNER, B. Success, innovation and challenge: school safety and disaster education in South America and the Caribbean. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 44, p. 101395, April 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101395>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 25 set. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Sendai framework for disaster risk reduction 2015 – 2030**. 2015. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>. Acesso em: 25 set. 2021.

PARANHOS, R.; FIGUEIREDO FILHO, D. B.; ROCHA, E. C.; SILVA JÚNIOR, J. A.; FREITAS, D. Uma introdução aos métodos mistos. **Revista Sociologias**, v. 18, n. 42, p. 384-411, ago. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151745222016000200384&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 23 ago. 2021.

REIS JR. W.; PARIZZI. M. G. Caracterização das unidades geotécnicas da porção leste da região metropolitana de Belo Horizonte – MG. **Geonomos**, v. 26, n. 2, p. 23-30, 2018. Disponível em: www.igc.ufmg.br/geonomos. Acesso em: 10 abr. 2022.

RIBEIRO, D. F.; SAITO, S. M.; ALVALÁ, R. C. dos S. Disaster vulnerability analysis of small towns in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 68, p. 102726, January 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102726>

SAMPAIO, T. de Q.; PIMENTEL, J.; SILVA, C. R. da.; MOREIRA, H. F. A atuação do serviço geológico do Brasil (CPRM) na gestão de riscos e resposta a desastres naturais. In: VI CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA. 6., 2013. Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: CONSAD, 16 a 18 de Abril de 2013.

SELUCHI, M. H. **Evento meteorológico dos desastres 2011 e 2020**. Entrevista virtual, 2021.

SELUCH, M. H. **Tipos de evento meteorológico associados aos desastres**. Entrevista pessoal, CEMADEN, 2022.

TRAJBER, R.; WAKER, C.; MARCHEZINI, V.; KRAFTL, P.; OLIVATO, D.; HADFIELD-HILL, S.; ZARA, C.; MONTEIRO, S. F. Promoting climate change transformation with young people in Brazil: participatory action research through a looping approach. **Action Research**, v. 17, n. 1, p. 87-107, 2019.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION - UNDRR. **UNISDR work programme 2016 – 2019**. 2017. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/unisdr-work-programme-2016-2019>. Acesso em: 22 set. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION – UNDRR. **Global assessment report on disaster risk reduction: our world at risk: transforming governance for a resilient future**. Geneva: UNDRR, 2022.

XAVIER, D.; BARCELLOS, C.; FREITAS, C. M. de. Eventos climáticos extremos e consequências sobre a saúde: o desastre de 2008 em Santa Catarina segundo diferentes fontes de informação. **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n. 4, p. 273-294, 2014.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. 2020. **Multi-agency report highlights increasing signs and impacts of climate change in atmosphere, land and oceans**. 10 March 2020. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/multi-agency-report-highlights-increasing-signs-and-impacts-of-climate-change>. Acesso em: 03 out. 2021.

WRIGHT, N.; FAGAN, L.; LAPITAN, J. M.; KAYANO, R.; ABRAHAMS, J.; HUDA, Q.; MURRAY, V. Health emergency and disaster risk management: five years into implementation of the sendai framework. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 11, p. 206–217, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-020-00274-x/figures/1>. Acesso em: 24 ago. 2021. <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00274-x>

YIN, R. K. **Estudo de caso planejamento e métodos**.
5. Edição. Porto Alegre, RS: Bookman Editora Ltda, 2014.

APÊNDICE A – (Entrevistados)

Entrevistado	Instituição/ Órgão	Cargo	Data da Entrevista	Método
Armin Braun	CENAD	Diretor	17 de junho de 2021	Presencial
Cel. Lucas	SEDEC	Secretário	08 de julho de 2021	Presencial
Marcelo Seluchi	CEMADEN	Coordenador Geral de Operações e Modelagem	07 de julho de 2021	Online
Rafael José Simão	Defesa Civil Petrópolis	Chefe da Defesa Civil na época do desastre em 2011	08 a 10 de setembro de 2021	Presencial
Dr. Osvaldo Moraes	CEMADEN	Diretor	Setembro, 2021	Presencial

Quadro 1. Entrevistas realizadas

ANEXO A – (Nota Técnica 20 de janeiro de 2020 – Região Sudeste)

São José dos Campos, 20 de janeiro de 2020.

Nota Técnica: Previsão de chuvas com potencial para causar desastres em parte da Região Sudeste nos próximos dias

A formação de uma Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) de forte intensidade associado à presença de um ciclone sobre o Oceano Atlântico (fora do continente), deverá provocar chuvas intensas e de longa duração, principalmente entre a quarta-feira 22 de janeiro e o sábado 25 de janeiro.

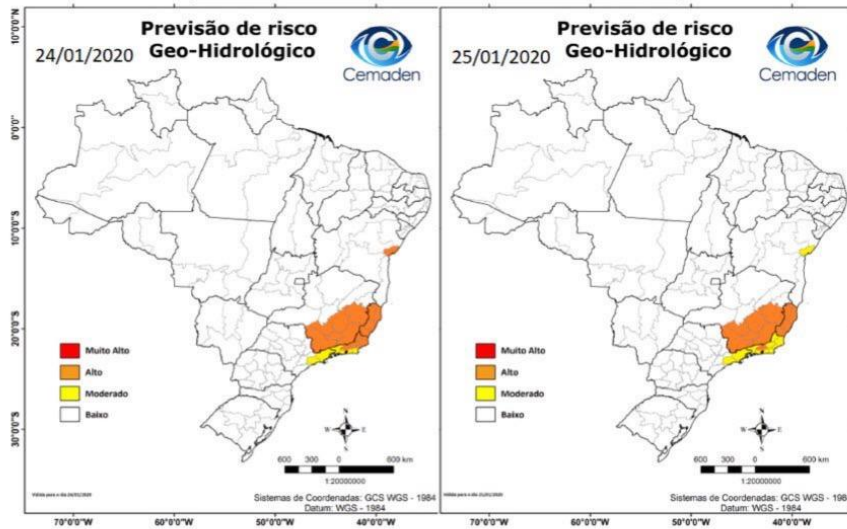
Os maiores acumulados pluviométricos (ver áreas delimitadas nas cores laranja e vermelho na figura abaixo) podem ultrapassar os 200mm em algumas áreas. Notar que a figura abaixo corresponde à previsão do modelo americano GFS e que os valores de chuva previstas, assim como as áreas mais atingidas, podem variar de modelo para modelo.

Assim, levando em conta as áreas com maior volume de chuva prevista e as características geofísicas de cada região (relevo, umidade do solo, chuvas observadas recentemente, etc.) assim como as áreas de maior vulnerabilidade social, se destacam como regiões com maior potencial para ocorrências de desastres: todo o Estado de Espírito Santo, a maior parte do Estado de Minas Gerais (com destaque para a zona da mata, Grande BH e cidades históricas de minas, região central do Estado de Goiás (incluindo a capital e o DF) e o leste do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para a Região Serrana. Os volumes totais acumulados para o período variam entre 150 e 450mm dependendo do modelo consultado e da região, sendo alta a possibilidade de ocorrência de inundações e/ou deslizamentos de terra. Em princípio as maiores precipitações estão previstas entre a quinta e a sexta-feira.

1. AGÊNCIAS		
		
2. TÍTULO		
ALERTA CONJUNTO DE TEMPESTADES E CHUVAS INTENSAS		
3. STATUS DO ALERTA	4. DATA	5. NÚMERO
PREVISÕES MANTIDAS	23 DE JANEIRO DE 2020	ALERTA - 03
6. CÓDIGO COBRADE		
		
7. TEXTO EXPLICATIVO		
O Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD, com base nos documentos oficiais emitidos pelas Agências Federais de monitoramento de clima/tempo, mantém vigente o Alerta para chuvas intensas e altos acumulados de precipitação. Em vista dos cenários esperados de riscos geohidrológicos, e ao Status deste ALERTA, o CENAD recomenda:		
8. RECOMENDAÇÕES		
• Compartilhar e consolidar as previsões com os órgãos Estaduais/Locais de previsão e monitoramento de clima/tempo; • Informar oficialmente as autoridades e demais instituições membros do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil, os dados resultantes da análise dos órgãos locais de monitoramento; • Emitir para a população vulnerável os alertas que julgar necessários, dando informações/orientações sobre os eventos identificados; • Utilizar para a emissão dos alertas as ferramentas oficiais disponíveis (SMS e TV por assinatura), e outras mídias de uso estratégico do Estado e/ou Municípios; • Acompanhar a atualização de alertas e avisos das agências de monitoramento oficiais, principalmente, voltados ao monitoramento em tempo real (nowcasting) dos riscos.		
9. ALERTAS		
O padrão atmosférico mostra grande convergência de umidade nas áreas em alerta, devido ao alinhamento do escoamento próximo a superfície favorecido por uma depressão tropical que potencialmente terá grande chance de se tornar um ciclone subtropical no oceano durante o dia de hoje. Além disso, o deslocamento de cavados em médios e altos níveis combinado com a convergência de umidade em baixos níveis contribuirão para a formação de um canal de umidade denominado Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS. Em vista desse cenário, são esperados riscos geohidrológicos que podem pôr em risco a proteção das pessoas e trazer prejuízos aos municípios, conforme detalhado abaixo: • Riscos previstos: Os prognósticos meteorológicos compartilhados com este Centro persistem apontando altos acumulados de chuvas nas regiões destacadas abaixo. Com a configuração do ciclone subtropical na costa do estado do Espírito Santo, há chance de rajadas de vento no litoral e em áreas marítimas. Os principais riscos associados são dos tipos geológicos e hidrológicos, destacando-se, <u>inundações, enxurradas, alagamentos, deslizamentos e corridas de solo.</u> • Período: As chuvas mais intensas <u>deverão se prolongar até o final da semana, com pico de chuva esperado para a sexta-feira, dia 24 de janeiro.</u> O detalhamento das áreas mais atingidas ao longo desse período deve ser realizado através da atualização de avisos e alertas meteorológicos locais.		

- **Áreas atingidas:** As áreas com maior probabilidade de registro de chuvas intensas localizam-se nos estados de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia. Dentre essas áreas, pelas características de riscos e vulnerabilidades da região e por terem registrado eventos críticos nos últimos dias, destacam-se:
 - o **Minas Gerais:** Região metropolitana de Belo Horizonte e Zona da Mata Mineira;
 - o **Espírito Santo;**
 - o **Bahia:** Recôncavo baiano;
 - o **Rio de Janeiro;** e
 - o **São Paulo:** Vale do Paraíba.

MAPAS DE PREVISÃO DE RISCOS GEO-HIDROLÓGICOS



10. CRÉDITOS

- ✓ Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (<http://www.inmet.gov.br/porta/alert-as/>)
- ✓ Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (<http://tempo.cptec.inpe.br/>)
- ✓ Centro Nacional De Monitoramento e Alerta de Desastre Naturais – CEMADEN (<http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/>)
- ✓ Serviço Geológico Brasileiro – CPRM https://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php#
- ✓ Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD (<https://www.mdr.gov.br/protecao-e-defesa-civil/centro-nacional-de-gerenciamento-de-riscos-e-desastres-cenad/recomendacoes-cenad>)