



RISCOS

territorium 31 (I), 2024, 111-123

journal homepage: <https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/>

DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_31-1_9

Nota / Note



ANÁLISE SOBRE A TECNOLOGIA SMS EM SISTEMAS DE ALERTAS DE RISCO DE DESASTRES NO BRASIL*

ANALYSIS OF SMS TECHNOLOGY IN EARLY WARNING SYSTEMS IN BRAZIL

111

André Francisco Pugas

Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil)
Programa de Pós Graduação em Desastres Naturais
ORCID 0000-0001-6705-0342 pugas@cbm.sc.gov.br

Silvia Midori Saito

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres (Brasil)
ORCID 0000-0001-5951-8582 silvia.saito@cemaden.gov.br

RESUMO

Muito se discute a necessidade de reduzir a perda de vidas humanas, danos ao patrimônio e ao meio ambiente, causados por desastres associados a processos naturais. Medidas não-estruturais, como os sistemas de alerta, têm-se constituído em importante aliada na redução de danos humanos e materiais, em especial, de comunidades vulneráveis. Este artigo analisa o uso do serviço *Short Message Service* (SMS) como ferramenta de disseminação de alertas à população brasileira. O estudo realizou pesquisa exploratória sobre o uso de alertas SMS no Brasil, a partir de levantamento bibliográfico e consulta a documentos públicos. O serviço de comunicação à população por SMS em escala nacional é relativamente recente no Brasil, disponibilizado desde 2017. Os governos estaduais vem implantando esse serviço paulatinamente ao longo dos últimos anos. Mesmo diante de outras tecnologias mais modernas, os alertas SMS têm potencial significativo no alcance de pessoas vulneráveis aos desastres no Brasil. O acesso precário à Internet em um país de dimensões continentais, além dos diferentes contextos socioeconômicos da população brasileira, reforçam a necessidade de se ter diferentes meios de comunicação de risco.

Palavras-chave: Alerta de desastres, SMS, sistemas de alertas de desastres, preparação.

ABSTRACT

There is a lot of discussion about the need to reduce the loss of human life, damage to property, and harm to the environment caused by disasters associated with natural hazards. Non-structural measures such as warning systems have become important allies in reducing human and material damage, especially in vulnerable communities. This article analyses the use of the short message service (SMS) as a tool for broadcasting alerts to the Brazilian population. The study carried out exploratory research on the use of SMS alerts in Brazil, based on a literature survey and consultation of public documents. The service of communicating to the people by SMS on a national scale is relatively recent in Brazil, only available since 2017. State governments have gradually been implementing this service over the last few years. Despite other more modern technologies, SMS alerts have significant potential in reaching people vulnerable to disasters in Brazil. The precarious access to the Internet in a country of continental dimensions, not to mention the different socioeconomic contexts of the Brazilian population, emphasise the need to have different means of risk communication.

Keywords: Early warnings, SMS, early warning system, preparedness.

* O texto desta nota corresponde a uma comunicação apresentada no IV Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, tendo sido submetido em 19-10-2022, sujeito a revisão por pares a 21-10-2022 e aceite para publicação em 27-01-2023.

Esta nota é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 31 (I), 2024, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

A frequência e magnitude de eventos críticos como inundações, *tsunamis*, secas, movimentos de massa e terremotos estão se tornando cada vez mais uma ameaça para desenvolvimento sustentável, especialmente nos países e regiões com menor poder econômico (Di Giulio *et al.*, 2017, p. 78). Identificar a possibilidade de eventos como esses se concretizarem e estimular a preparação das pessoas diante a sua ocorrência são essenciais, principalmente para que a população tenha o conhecimento do risco ao qual está exposta (WMO, 2017, p.10).

De fato, o conhecimento do risco contribui substancialmente para a adoção de ações que possibilitem minimizar os riscos e os impactos de desastres; assim, algumas nações idealizaram e realizaram a implementação de sistemas de alerta, com o objetivo de possibilitar que aqueles em risco tenham informação para buscarem abrigos seguros antes da manifestação de tais eventos, adotem medidas protetivas e minimizem as perdas de diversas naturezas (Villagrán de León *et al.*, 2013).

Neste sentido, os sistemas de alertas podem auxiliar na redução dos impactos negativos dos desastres. Trata-se de uma medida que utiliza sistemas de comunicação integrados para auxiliar a população em geral a se preparar para eventos relacionados às mudanças climáticas, eventos extremos, produção de alimentos e epidemias (ONU, 2020).

Em relação à proteção das pessoas, os sistemas de alerta podem proporcionar ações efetivas para salvaguarda de vidas e patrimônios, de infraestruturas e setores sociais que fornecem suporte a longo prazo às medidas sustentáveis. Os sistemas de alerta auxiliam instituições públicas e privadas nos mais variados níveis hierárquicos em seu planejamento, economizando recursos financeiros no longo prazo e protegendo as economias e principalmente as vidas humanas (UNISDR, 2015).

Basher (2006) afirma que devido à multidisciplinaridade alcançada pela aplicabilidade dos sistemas de alertas antecipado, é possível identificar iniciativas mundiais, como a *European Early Warning System* (Climate Adapt, 2022) e *J-Alert* (Kodera *et al.*, 2021), na utilização dos alertas para benefícios de variados setores que impactam a sociedade de forma direta. Em âmbito mundial, a ONU (2020) estabelece objetivos estratégicos de adaptação às mudanças do clima e incentiva que países desenvolvam iniciativas de implementação de sistemas de alerta antecipado em áreas consideradas vulneráveis, por meio de ferramentas e inovações tecnológicas.

Inúmeras tecnologias e ferramentas podem ser empregadas para informar de maneira adequada, inteligível e compreensível a população, incluindo a comunicação por rádio, televisão, Internet e mídia social. A partir da am-

pliação do uso de telefones celulares na década de 1990, a comunicação por texto via *Short Message Service* (SMS) também passou a ser adotada em vários países. A tecnologia SMS tem-se apresentado como uma ferramenta viável e estratégica, utilizada como canal ágil de comunicação de utilidade pública em todo o mundo, inclusive para o uso em sistemas de alertas. Presente em qualquer dispositivo de telefonia móvel, o SMS ou mensagem de texto é uma eficiente ferramenta de comunicação com aplicação em diversos setores devido à sua simplicidade, facilidade de uso e alcance (MBLOX, 2010, p.2).

Segundo o banco de dados da *International Telecommunication Union - ITU* (2020) há uma tendência mundial pela utilização apenas de telefonia móvel, o que significa que se tem substituído telefones fixos por telefones celulares. De acordo com essa tendência contínua, a capacidade de se comunicar com as pessoas por meio de telefones celulares tornou-se vital. A *Global System Mobile Association - GSMA* (2021) menciona que existem cerca de 5 bilhões de celulares sendo utilizados por usuários pelo mundo, tornando a telefonia móvel e seus derivados uma poderosa ferramenta disseminadora de informação de alcance global. Logo, o SMS apresenta um grande potencial como meio de informar as pessoas (MBLOX, 2010, p.4).

Desta forma, em situações de calamidade ou de cenários críticos, a comunicação pública sobre eventos de terremotos, ciclones, chuvas torrenciais e inundações e o fornecimento de recomendações instrutivas sobre como responder a tais eventos, podem diminuir os impactos de um desastre e salvar vidas (Wong *et al.*, 2017, p. 183). A agilidade no envio dessa comunicação tem um grande potencial na efetividade na informação do evento de desastres.

Mesmo diante do potencial de uso da ferramenta, nota-se a escassez de estudos e pesquisas acadêmicas bem como a falta de informações em relação ao uso da tecnologia móvel (Lappalainen, 2017; Goerlandt, 2022), assim como os de serviços de envio de pequenos textos e sua aplicação aos sistemas de alertas (Meier; Munro, 2010; GSMA, 2013). Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar o uso do SMS nos sistemas de alertas de desastres no Brasil. Para apoiar a análise crítica sobre o tema foi realizado um levantamento bibliográfico em artigos e documentos públicos sobre sistemas de alerta que utilizam como uma das formas de disseminação de informações de desastres a tecnologia SMS no período de 2000 a 2021.

Sistema de alerta por SMS

Durante a Terceira Conferência Internacional de Alerta, na cidade de Bonn, na Alemanha, a *United Nations of International Strategy for Disaster Reduction* (UNISDR)

apresentou uma pesquisa aplicada, realizada a nível global, e seus resultados sobre os sistemas de alertas pelo mundo. De acordo com a UNISDR (2006, p.10) a pesquisa apontou notáveis avanços em relação à capacidade de agências governamentais de fazer previsões potenciais de eventos de desastres naturais e a gestão sistêmica de multi-ameaças em diversos países.

Segundo Villagrán de León *et al.* (2013, p.11) nessa conferência foi discutida a criação de uma estrutura básica para sistemas de alertas, baseada em uma revisão de mais de 150 sistemas, implementadas em diversos cenários desde iniciativas comunitárias, passando por sistemas nacionais, regionais, agências governamentais e iniciativas da sociedade civil organizada em todo o mundo. Como resultado dessa conferência, foi possível estruturar os elementos-chave que definem um sistema de alerta (fig. 1). Em síntese, os elementos consistem em previsão e monitoramento de eventuais ameaças; a relação entre a vulnerabilidade e as ameaças presentes em determinada região, ou seja, o conhecimento do risco; comunicação de risco por meio de alertas; e a capacidade da comunidade em responder, de maneira adequada ao risco e a preparação para determinados eventos (UNISDR, 2006).



Fig. 1 - Elementos chave dos sistemas de alerta
(Fonte: UNISDR, 2006).

Fig. 1 - Key elements of Early Warning System.
(Source: UNISDR, 2006).

De maneira geral, a emissão dos alertas materializa os esforços da comunidade, de pesquisadores e dos entes governamentais para reduzir o número de vítimas e os danos econômicos (Macherera; Chiambari, 2016). Cabe grande parte ao poder público fornecer uma conscientização pública adequada, considerando a ocupação de locais onde não são propícios o assentamento humano em função da exposição a ameaças naturais

e vulnerabilidade econômica e social, que pode levar as pessoas a conviverem com ameaças iminentes. Satria *et al.* (2017, p. 1045) afirmam que o governo tem papel fundamental na socialização e estímulo da conscientização por meio de programas de mídia e longa duração, além de estar preparado para fornecer um sistema de mitigação que possa fornecer informações ao público sobre a ocorrência de um desastre. Neste sentido, vários países fomentam políticas públicas de incentivo para instituições governamentais e privadas, engajadas em desenvolver ferramentas que possam reduzir o número de danos humanos, ambientais e também prejuízos econômicos e materiais (Mercado, 2016, p. 217).

Os alertas podem ser considerados como medidas não estruturais para preparação e mitigação de desastres, com potencial significativo em detectar com antecedência o início de processos com potencial de desencadear desastres. No que se refere à comunicação de risco, Mercado (2016, p. 217) e a ITU (2020) afirmam que as tecnologias de informação e comunicação exercem um importante papel nos sistemas de alerta multi-ameaças, que possibilitam o envio de mensagens de alerta para as pessoas nas áreas que podem ser afetadas e mais amplas em nível nacional ou internacional, o que lhes permite tomar medidas para mitigar os impactos dos desastres.

Constantemente em países com menor potencial econômico, essa comunicação antecipada de potenciais eventos críticos carece de infraestrutura para implementar iniciativas de sistemas de alertas, de forma adequada ou autônoma, pois esse processo requer na maioria das vezes capacitação de recursos humanos, além de recursos materiais, tecnológicos, científicos e financeiros (REAP, 2021).

Neste sentido, os telefones celulares também têm sido usados para enviar informações de emergência por meio de mensagem de texto, com vistas a disseminar informações rapidamente em várias situações de risco recentes ou na iminência de ocorrer algum tipo de evento de desastre (Bean *et al.*, 2016). A utilização de SMS continua sendo um potencial a ser explorado porque é simples, fácil de usar e tem um grande alcance territorial.

A tecnologia SMS apresenta baixo custo de implementação e com potencial resiliente em continuar em funcionamento durante catástrofes. Isso ocorre porque as torres GSM (*global system for mobile*) são instaladas frequentemente em maior quantidade e alcance, em áreas remotas e grandes extensões territoriais de forma autônoma. De modo diferenciado, os serviços de internet em geral estão concentrados em pólos tecnologicamente desenvolvidos e dependentes de equipamentos, rede lógica íntegra e alimentação de energia, que normalmente encontram-se prejudicados

ou inoperantes durante o acontecimento de um desastre (Falade *et al.*, 2017, p. 75).

De modo geral, os alertas disseminados por SMS exigem que o usuário realize um cadastramento prévio de seu aparelho de telefonia móvel no serviço de alerta. Quando o órgão responsável pela emissão dos alertas autoriza o envio à população, mediante seus protocolos de previsão, monitoramento e alerta, a informação é repassada até as operadoras de telefonia móvel disponíveis nesta região. Por meio de suas centrais de transmissão e torres de comunicação, o alerta por SMS chega aos dispositivos móveis cadastrados pelo usuário.

O uso da ferramenta de SMS pode auxiliar agentes de proteção civil, comunidades e atores envolvidos na comunicação dos alertas a se comunicarem por texto com praticamente qualquer usuário de telefonia móvel, celulares e *smartphones*, além de ser utilizado de forma combinada ou complementar com outros canais de comunicação. No que se refere ao desempenho do terceiro elemento chave dos sistemas de alerta, isto é a comunicação, o SMS pode aumentar drasticamente o desempenho dessa etapa e resultar em um maior alcance na preparação das pessoas e na capacidade de resposta a eventos de desastres.

A tecnologia SMS tem sido usada por alguns sistemas de alerta de desastres, como um dos métodos críticos e eficientes de comunicação, que podem informar as pessoas antecipadamente sobre algum tipo de desastre. A primeira iniciativa implementada que se utilizou o serviço de SMS integrado em sistema de alerta, ocorreu após um grande terremoto de magnitude 8,4 na escala Richter, que atingiu o Japão em novembro de 2006 (Kamigaishi *et al.*, 2009).

Em outubro de 2007 foi criada a *Earthquake Early Warning System - EEWS (Kinkyū Jishin Sokuhō)* gerenciada pela Agência Meteorológica do Japão (JMA, 2007). O EEWS é dividido em dois processos lógicos, o primeiro relacionado à detecção de terremotos e o outro com foco na disseminação de alertas.

Denominado como *Short Message Service Cell Broadcast*, o alerta é realizado pelo envio de mensagens de aviso público à população japonesa. O serviço de mensagens baseia-se em localização geográfica que pode enviar simultaneamente um aviso de texto em massa para todos os dispositivos móveis disponíveis em uma área terrestre ou por chamada de celular (Yamasaki, 2012).

Outra iniciativa interessante é a conduzida pelo *United Nation Development Programme - UNDP* (2013), por meio do programa *Strengthening Climate Information and Early Warning Systems for Climate Resilient Development and Adaptation to Climate Change*. Esse programa iniciou-se a partir de setembro de 2013 em toda a África, Ásia e área do Oceano Pacífico e visou

garantir a preparação e a resposta rápida aos desastres, usando serviços de SMS para integrar os componentes do conhecimento de risco, monitoramento e previsão para disseminar informações de alertas e adotar ações de resposta.

Outros organismos das Nações Unidas também têm atuado nesse tema. O projeto *Climwarn*, desenvolvido por meio da *United Nation Environment Program - UNEP* com parcerias de entidades em Burkina Faso, Gana e Quênia, teve o objetivo de substituir estações meteorológicas desatualizadas e inadequadas por sistemas atualizados, e utiliza o SMS como um dos meios de comunicação de risco à população, para reduzir o risco de desastres por meios de melhores práticas na disseminação de informações (Lumbroso, 2018, p. 531).

Também existem iniciativas conduzidas pelos próprios países. Na Indonésia, as inundações são ameaças que ocorrem com maior frequência, e exigem uma previsão meteorológica o mais antecipada possível e divulgação dessas informações a curto prazo. Devido a esse pouco espaço de tempo, o governo atualmente incentiva que instituições estatais e privadas participem nas ações para reduzir as inundações de forma conjunta, mediante o desenvolvimento de um sistema de alerta de desastres de inundação baseado em disseminação de alertas por SMS (Satria *et al.*, 2019, p. 4005). O ministério da saúde do país utiliza-se do sistema de alerta local por SMS, para desenvolver ações preventivas sanitárias e epidêmicas à população.

No panorama norte americano, por sua vez, a *Federal Emergency Management Agency - FEMA* proporciona serviços de mensagens de texto SMS e *multimedia message service (MMS)*, fornecido pelo poder público e parcerias com empresas. O MMS possui tecnologia e modelagem semelhante ao SMS, porém conta com recursos de envio de imagens e sons, que não é possível neste último. Por meio de uma plataforma de tecnologia e serviços associados fornecidos pela FEMA, empresas e entidades terceirizadas podem estar envolvidas na produção de alertas por meio de mensagens móveis com seus usuários, os quais podem se inscrever para receber mensagens em dispositivos sem fio mediante o serviço de SMS (Bean *et al.*, 2015, p. 63).

No contexto europeu, de acordo com a *European Emergency Number Association - EENA* (Vivier *et al.*, 2019, p.9), até 2022, os países que integram essa associação devem assegurar o desenvolvimento e implementação de sistemas de alertas público sobre emergências e desastres iminentes ou em desenvolvimento, que sejam considerados significantes a nível local. Os alertas públicos são transmitidos por provedores de serviços interpessoais baseados em telefonia celular e serviços de comunicação para usuários finais por SMS.

Na Polônia, por exemplo, Goniewicz e Burkle (2019, p. 2) relatam que a legislação nacional obriga as operadoras de telefonia móvel enviar mensagens de texto a todos os clientes dessas redes que se encontrem em determinadas localidades onde haja alto risco de desastres. Essas mensagens são desenvolvidas e disseminadas por SMS, para serem enviadas apenas em situações incomuns, quando houver uma ameaça imediata à saúde ou à vida.

Status mundial sobre os sistemas de alerta por SMS

A partir de pesquisa bibliográfica, limitada aos idiomas português, inglês e espanhol, foi possível identificar os países que utilizavam sistemas de alerta que utilizam a ferramenta SMS para a disseminação das informações à população no período de 2000 a 2021. Cerca de 51 países emitem SMS para alertar a população em seu território, o que representa cerca de 26,42% do total de 193 países em todo o mundo (fig. 2).

De acordo com os resultados da pesquisa, o continente asiático foi o que apresentou o maior número de países que aderem ao uso de SMS como meio de comunicação de alertas. Foram 19 do total de 49 países: Japão, Sri Lanka, Singapura, Turquia, Taiwan, Coreia do Sul, Filipinas, Emirados Árabes, Omã, China, Israel, Tailândia, Laos, Vietnã, Índia, Indonésia, Bangladesh, Líbano e Nepal.

Em seguida o continente europeu apresentou 18 países (do total de 50) dentre eles Alemanha, Áustria, Bélgica, Espanha, Finlândia, Grécia, Islândia, Itália, Holanda, Lituânia, Polônia, Portugal, Noruega, República Tcheca, Romênia, Suécia, Suíça e Reino Unido. Assim, quase 22% dos países que compõem a Europa possuem algum tipo de sistema de alerta que utilizam a tecnologia de SMS para informar a população, de maneira antecipada, a

possibilidade de ocorrências de eventos de desastres e emergências. Países como Alemanha, Bélgica, Espanha, Finlândia, Grécia, Holanda, Islândia, Lituânia, Noruega, República Tcheca, Romênia, Suécia e Suíça, apresentam sistemas de alertas que utilizam sistemas de alertas públicos (*Public Warning System*) e que utiliza ainda sistemas de sirenes, boletins informativos pela televisão, informações pela WEB (*World Wide Web*) e redes sociais.

O continente americano apresentou oito países (do total de 36), Chile, Estados Unidos, Canadá, Brasil, México, República Dominicana, Suriname e Peru. Considerando as subdivisões norte, central e sul, apresenta apenas 20% dos países que possuem sistemas de alertas com a utilização de alertas por SMS. Dentre os países que compõem esse percentual, Estados Unidos, Chile e Brasil demonstram sistemas de alertas mais robustos e que utilizam o SMS como um dos principais meios para realizar a comunicação de risco diante de desastres (fig. 3).

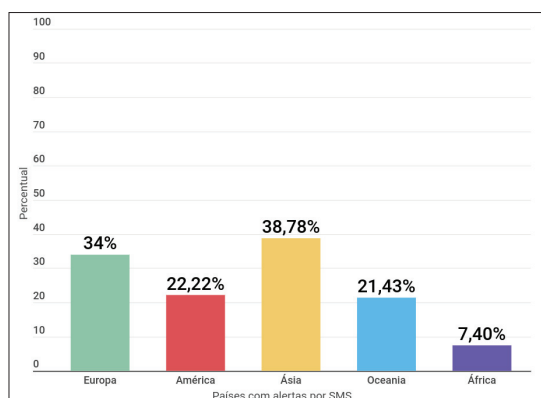


Fig. 3 - Percentual de cobertura dos sistemas de alertas por SMS nos continentes (Fonte: Resultado da pesquisa).

Fig. 3 - Percentage of SMS Early Warning System coverage on different continents (Source: Research result).

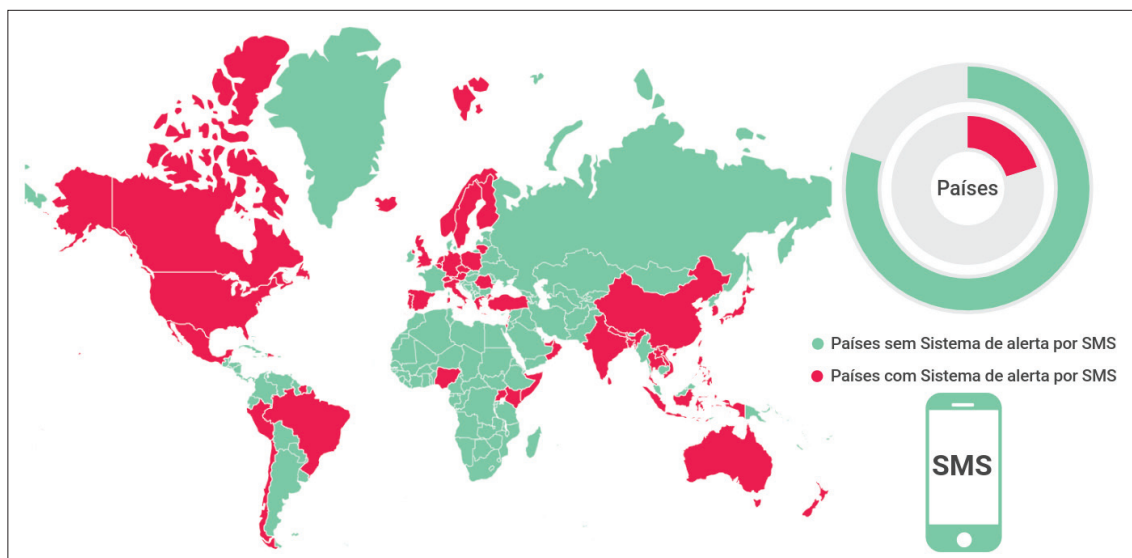


Fig. 2 - Distribuição do uso do SMS em sistemas de alertas de desastres identificados pela pesquisa (Fonte: Resultado da pesquisa).

Fig. 2 - Distribution of SMS use in disaster Early Warning Systems identified by the study (Source: Research result).

Também foi possível identificar que dentre as ameaças, que ensejam o monitoramento e previsão realizado pelos sistemas de alertas e que apresentam maior frequência na disseminação de alertas, foram os de origem meteorológica e hidrológica (baseada na classificação proposta pelo Center for Research on the Epidemiology of Disaster - CRED/EM-DAT). Os alertas de origem meteorológica representam quase 33% do monitoramento ou implementação de sistemas de alertas no mundo, seguido pelos eventos hidrológicos que alcançam o patamar de pouco mais de 27% (fig. 4).

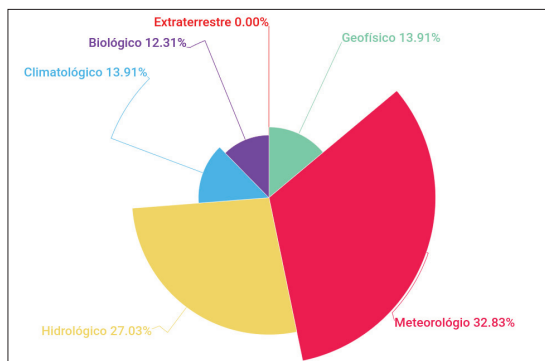


Fig. 4 - Percentual de ameaças naturais ocorridas em países usuários sistemas de alertas por SMS (Fonte: Resultado da pesquisa).

Fig. 4 - Percentage of natural hazards occurring in countries using SMS Early Warning System (Source: Research result).

As ameaças representadas pelos eventos geológicos e climatológicos, ambos ensejam o mesmo percentual, 13,91%, em relação aos sistemas de alertas implementados e identificados na pesquisa. Quanto aos eventos de origem extraterrestre que podem deflagrar desastres, no que se refere ao clima espacial e impactos advindos dessa natureza, não foram identificados na pesquisa nenhum sistema de alerta que realize tal monitoramento, previsão ou algum tipo de emissão de alerta.

Materiais e métodos

Para a análise do contexto brasileiro foi realizada consulta em base de dados oficiais do governo federal, organizada pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), órgão regulador do serviço de telefonia fixa e móvel em todo o país. A consulta realiza na base de dados tem o objetivo de verificar os Estados que fazem parte do sistema brasileiro de alerta de desastres e que realizam a comunicação de risco por meio de alertas por SMS e reflete as informações quantitativas sobre a aplicação do uso do SMS em alertas de desastres dentre o período de 2017 a 2021.

Após a pesquisa bibliográfica e documental sobre uso da tecnologia SMS como uma das formas de comunicação de risco, houve a organização das informações encontradas mediante tabelas e planilhas eletrônicas do programa Microsoft Office Excel 2010 e a produção de gráficos e recursos visuais utilizando aplicativos como *Canvas* e *Infogram*.

Resultados

A divulgação dos alertas SMS no Brasil

No Brasil, o processo de emissão dos alertas conta com diversos atores realizando a previsão, monitoramento e alerta (Silva *et al.*, 2017, p. 96). O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) é o órgão na esfera federal responsável por monitorar e emitir alertas sobre riscos de desastres, especificamente aqueles associados a movimentos de massa e eventos hidrológicos. O CEMADEN trabalha em parceria com outras instituições como o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Departamento de Controle de Espaço Aéreo (DECEA) e centros estaduais de monitoramento meteorológico. De acordo com Marchezini *et al.* (2014, p. 299), outras agências federais como a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) subsidiam informações em relação aos dados hidrológicos e geológicos, além dos órgãos do executivo como o Ministério da Integração e Ministério das Cidades que realizam o levantamento das informações sobre a vulnerabilidade a desastres de determinadas regiões e as análises de risco (fig. 5).

Outros atores também contribuem para o aprimoramento do sistema de alerta nacional e o desenvolvimento científico tecnológico de monitoramento, previsão, comunicação e resposta diante dos alertas emitidos. Os institutos de pesquisa e as universidades realizam diversas pesquisas afetas ao sistema de alerta, de maneira multidisciplinar, que podem subsidiar o conhecimento científico, através de novas e melhores metodologias, mediante informações de bancos de dados atinentes aos desastres e criar produtos tecnológicos como mapas de risco e cartas de suscetibilidade.

A Portaria Conjunta n.º 148/2013 (BRASIL, 2013) prevê que os alertas produzidos pelo Cemaden sejam encaminhados ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), que por sua vez, é responsável pela articulação das informações para as Defesas Civas, ao Ministério da Saúde, Gabinete de Segurança Institucional (GSI).

O Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), por sua vez, realiza a recepção das informações dos órgãos federais e boletins informativos,

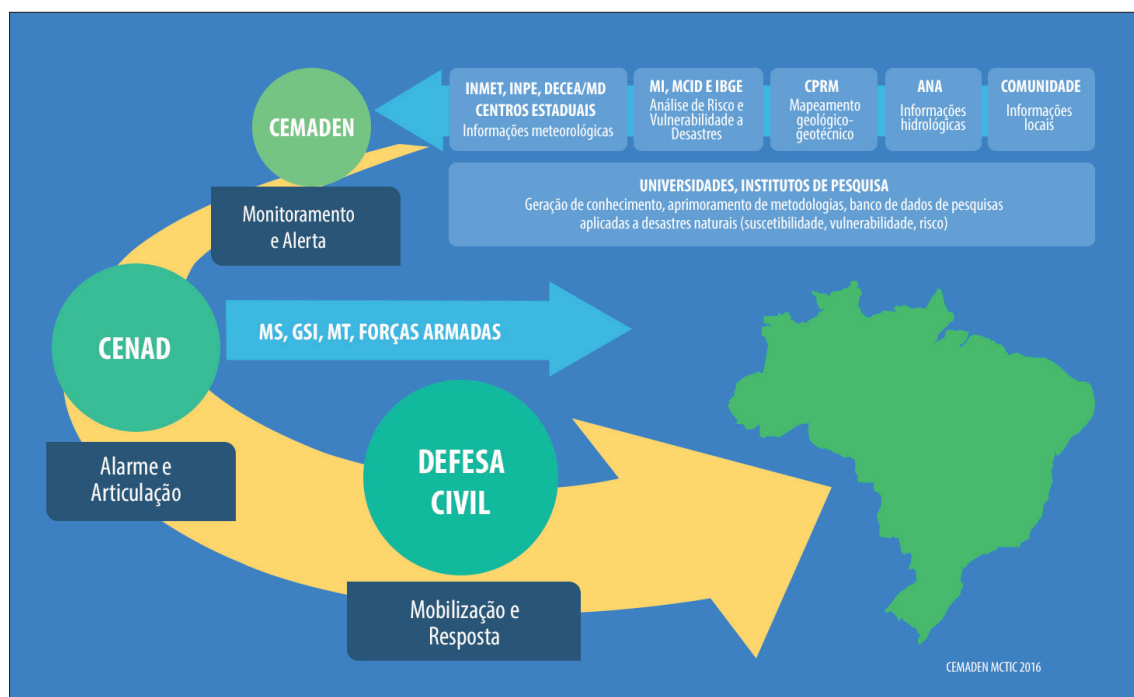


Fig. 5 - Fluxo de informações do sistema de alertas no Brasil (Fonte: Cemaden, 2019).

Fig. 5 - Brazilian Early Warning System information flow (Source: Cemaden, 2019).

e realiza a articulação entre a esfera federal e estadual. Os órgãos estaduais de Proteção e Defesa Civil recebem esses dados, utilizando sua estrutura regional e municipal para a difusão dos alertas à comunidade (Cunha *et al.*, 2019, p.51).

A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) é responsável pela gestão do serviço nacional de difusão de alertas de desastres no país. A partir do ano de 2017, a SEDEC disponibilizou serviço de alertas por SMS à população em parceria com a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), por meio da plataforma Interface de Divulgação de Alertas Públicos (IDAP). As pessoas interessadas em receber essas informações por meio de SMS, fazem um cadastro simples com seu código de endereçamento postal. Essa busca de novas alternativas tecnológicas para a emissão de alertas, tem o objetivo de alcançar o maior número de pessoas expostas aos riscos de desastres (BRASIL, 2021).

No contexto brasileiro foi possível identificar que no período analisado de 2017 a 2021, cinco Estados (Mato Grosso do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio de Janeiro), além do Distrito Federal, possuem sistemas de alertas a desastres que utilizam-se da ferramenta SMS para a comunicação de risco. Os Estados de Santa Catarina e Rio de Janeiro apresentam um alcance populacional de 7% com a emissão dos alertas por SMS, de acordo com os números apresentados na base de dados ANATEL, em fevereiro de 2022. Esses alertas apresentam informações relacionadas a desastres de natureza climatológica,

meteorológica, hidrológica e biológica. Também foi possível identificar alguns dados relativos ao alcance que cada Estado possui, em relação aos alertas por SMS, considerando a estimativa populacional publicada pelo IBGE (2022) (fig. 6).

Dentre os Estados que implementam o sistema de alerta por SMS, destacam-se Rio de Janeiro e Santa Catarina, onde o alcance dos alertas por SMS atinge 7% de toda a população presente em cada Estado, seguido pelo Distrito Federal com pouco mais de 6% da população e São Paulo com mais de 5% da população. Entretanto, quando analisada a quantidade de pessoas nos estados (milhão de pessoas), podemos verificar que São Paulo atinge um maior número de pessoas na emissão dos alertas por SMS. Logo na sequência, o Rio de Janeiro e posteriormente Santa Catarina.

Estados como São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina realizam a disseminação de alertas por SMS. Em Santa Catarina, o Centro Integrado de Gerenciamento de Riscos e Desastres do Estado (CIGERD), vinculado à Defesa Civil estadual, realiza envios de mensagens via SMS à população catarinense por meio da Interface IDAP. Esse serviço está disponível para as pessoas que realizam o cadastro telefônico na plataforma, semelhante ao que ocorre na esfera federal. O CIGERD está localizado na capital Florianópolis, e conta com os serviços da Defesa Civil do Estado, onde são realizados a previsão e monitoramento de eventos climáticos e hidrometeorológicos, emissão de avisos e

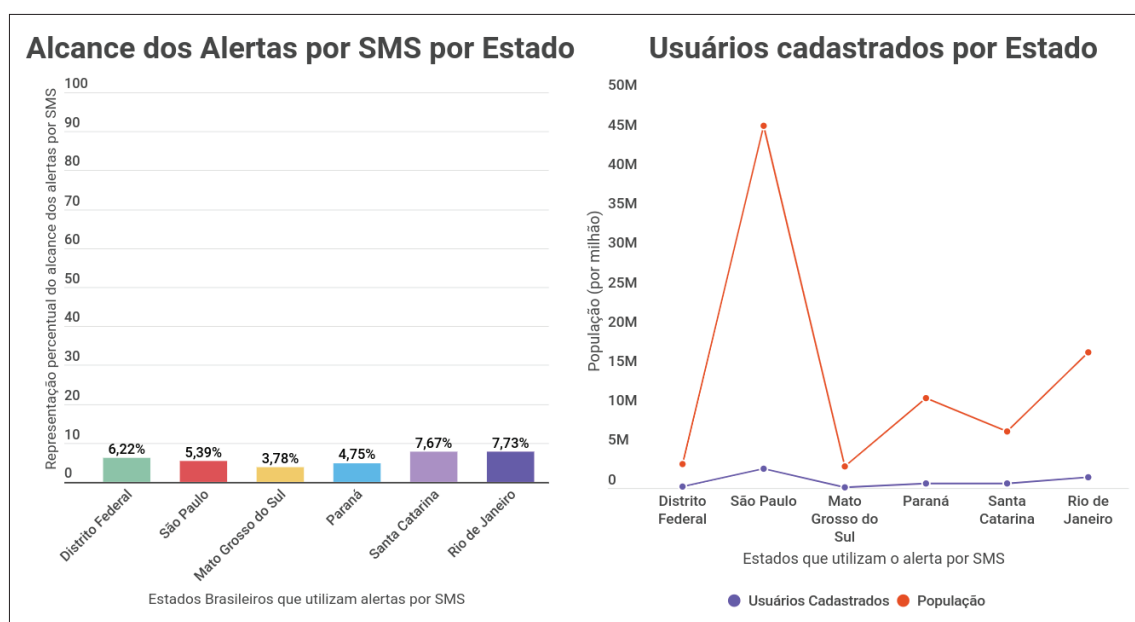


Fig. 6 - Atual cenário brasileiro do sistema de alerta por SMS (Fonte: Resultado da pesquisa).

Fig. 6 - Current Brazilian scenario of SMS Early Warning System (Source: Research result).

alertas, serviços de hidrologia, entre outras ações de proteção aos cidadãos, centralizando as informações (Vazquez, 2018, p. 72).

De acordo com a Defesa Civil de Santa Catarina (2021), o Estado iniciou o projeto piloto com 20 municípios selecionados de comum acordo entre a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Coordenadores Regionais, Diretoria de Prevenção e técnicos de monitoramento de alerta. Também levou em consideração critérios apontados pela ANATEL em 2017, tais como o número total de habitantes desses municípios - deveriam atingir no mínimo 500 mil habitantes - além de considerar os municípios com pouca ou nenhuma estrutura de Defesa Civil e tipologia de eventos climáticos.

O projeto foi realizado inicialmente com aplicação da ferramenta teste em municípios piloto e após a fase de testes foi realizada a expansão do serviço para todo o Estado. O cadastramento foi realizado pelos próprios usuários do sistema de alerta, utilizando o código de endereçamento postal (CEP) e posteriormente emissão dos alertas por georreferenciamento utilizando as torres de telefonia móvel (SANTA CATARINA, 2021).

Na cidade do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro, o desastre ocorrido em fevereiro de 1996 levou à criação do Sistema de Alarme e Alerta (ALERTA RIO), com o objetivo de enviar alerta à população e órgãos municipais sobre o risco de fortes chuvas que podem desencadear inundações e deslizamentos na cidade (Dolif *et al.*, 2013, p. 1832). O sistema, desde a sua criação vem sendo aprimorado, e atualmente envia informações de previsão do tempo para o Sistema de Alerta Comunitário, que tem

como objetivo informar potenciais ações de evacuação de áreas de risco previamente identificadas.

Após as fortes chuvas que atingiram os municípios de Nova Friburgo e Petrópolis, região serrana do Estado do Rio de Janeiro, onde registrou-se cerca de 911 mortos e 35 mil pessoas desabrigadas, houve a iniciativa de implementar um sistema de alerta mais efetivo. Após esse marco, foi desenvolvido em 2012 o plano de emergência para a cidade do Rio de Janeiro (PEM-Rio), que estabelece objetivos para garantir a preservação da vida humana, dentre eles a criação de um canal gratuito para envio de alertas emitidos pelas operadoras de telefonia móvel por meio de SMS (Amoriam *et al.*, 2014).

Discussão

Ao longo desse estudo foi possível identificar que dentre os elementos-chave que compõem os sistemas de alerta de desastres, o eixo de Comunicação e Disseminação demonstra ser um grande desafio, não apenas no contexto brasileiro, mas também mundial. Segundo Khan *et al.* (2020) a comunicação de informações relativas à iminência de potenciais desastres é um requisito crítico de sucesso para reduzir substancialmente seus impactos, tanto em nível regional quanto nacional, pois garante que os alertas cheguem aos indivíduos e comunidades expostos e contribuam para o gerenciamento dos desastres.

Em vista disso, muitos países utilizam uma rede comunicação de alertas de múltiplos canais como forma de fortalecer e melhorar a disseminação das informações, com o objetivo de evitar falhas na entrega

de algum canal e manter redundâncias para assegurar que a informação seja recebida pelo público alvo (Kumar *et al.*, 2022). Deste modo, o Brasil pode ser considerado como um desses países que utiliza essa rede difusa de disseminação de alerta, considerando que o alerta por SMS é apenas um dos meios de comunicação empregado, de maneira integrada pelo IDAP. O sistema de alerta nacional, além do SMS, faz uso de outras formas de comunicação do alerta, disseminado via televisão por assinatura e pelo Google Alertas Públicos (BRASIL, 2021).

Segundo Kumar *et al.* (2022) a efetividade de um sistema de alerta em relação ao elemento chave comunicação e disseminação está intrinsecamente ligada com a diversidade de canais de comunicação, como mídia de massa, rádio, acesso e penetração de televisão e internet, redes móveis e canais locais e comunitários, pois sistemas de alertas baseados em rede única ou considerada não redundante pode estar indisponível ou não-funcional quando necessário ou durante os desastres (Khan *et al.*, 2020).

Nesse aspecto, o sistema de alerta nacional demonstra atender às boas práticas e recomendações internacionais, utilizando o alerta por SMS como meio de comunicação em massa e de baixo custo, por empregar redes de operadoras de telefonia móvel já implementadas pelo território brasileiro, de maneira integrada com os demais meios de comunicação articulado pelo IDAP. Ainda assim, segundo a Defesa Civil Nacional, foi implementado no ano de 2022 a divulgação de alertas por mídias sociais, por meio do aplicativo *Telegram* e é o primeiro país do mundo a realizar a entrega de alertas de desastres pela rede social *WhatsApp* (BRASIL, 2022).

Embora os alertas por SMS possam parecer uma excelente iniciativa de alertar o público em massa, em que qualquer pessoa que possua um dispositivo de telefonia móvel, independente da geração de tecnologia utilizada, receberá as informações sobre o desastres de forma rápida, simples e barata, é necessário indicar algumas limitações que tal ferramenta apresenta no Brasil e que podem afetar de maneira significativa a redução do risco de desastres.

Na Europa e na Ásia, grande parte dos sistemas de alertas que utilizam o SMS como um dos meios de disseminação de alertas de desastres e de emergências, utilizam a tecnologia *Cell Broadcast* nas redes de telecomunicações móveis devido à padronização utilizada nos países pertencentes a esses continentes (Vivier *et al.*, 2019). Esta tecnologia está disponível em todas as redes, desde o 2G até o 5G, os alertas são recebidos por todos os dispositivos conectados a essa rede em uma área de destino específica, ou seja, um sistema construído baseado na localização do usuário independente de cadastro ou adesão a qualquer tipo de serviço relacionado (GSMA, 2013).

No Brasil, para que as pessoas recebam os alertas emitidos por SMS pelo sistema de alertas nacional, é necessário que o usuário realize a adesão ao serviço de alertas por SMS, enviando uma mensagem de seu dispositivo de telefonia móvel, informando o código de endereçamento postal, o qual será utilizado para identificar a região que poderá ser afetada pelos desastres (BRASIL, 2021). Esse cadastramento prévio pode limitar a potencialidade que a ferramenta SMS apresenta bem como alcance de boa parte da população, uma vez que a iniciativa em receber tais informações depende quase que exclusivamente da percepção de risco que a população apresenta diante das ameaças existentes no seu ambiente. Marchezini *et al.* (2017) orientam que no sistema de alertas brasileiro a percepção de risco da população e dos gestores públicos têm forte influência no resultado das iniciativas de redução do risco de desastres.

Outro fator importante de se destacar, é que os alertas de SMS apresentam-se como uma estratégia de redução de risco de desastres inovadora no âmbito brasileiro, em que considera o risco o produto entre os elementos de vulnerabilidade e ameaça, seja ela implementada em um sistema de alerta comunitário ou de abrangência regional ou nacional (UNISDR, 2006). Embora para afirmar seu êxito e contribuição, seja necessário realizar a avaliação de sua aplicação de maneira científica, real e concreta, com vistas a ponderar todos os seus benefícios e deficiências de acordo com a realidade de cada país e dos sistemas de alertas existentes (ActionAid, 2006).

De fato, durante a pesquisa realizada, alguns documentos foram encontrados que remetem a resultados obtidos de avaliações específicas de sistemas de alerta que utilizam o SMS, realizadas em pequenas localidades de alguns países como Indonésia (Budi; Rokhman, 2012) e Sri Lanka (GSMA, 2013). Em relação ao Brasil não foi encontrada especificamente nenhuma avaliação do sistema de alerta utilizado no país sobre os alertas por SMS. Uma contribuição embrionária foi a publicação em 2021 de um guia prático sobre a utilização dos alertas bem como sua capacitação (BRASIL, 2021). Outras publicações tratam sobre temas correlatos, como avaliação dos usuários dos alertas do Cemaden (Saito *et al.*, 2019) ou das vulnerabilidades institucionais (Marchezini *et al.*, 2017).

De acordo com as pesquisas realizadas pela empresa inglesa *Telegrafia* (2016), os países com maior disponibilidade financeira utilizam os alertas por SMS como ferramenta de comunicação complementar aos demais meios de comunicação em seus sistemas de alertas, enquanto países com baixa disponibilidade de recursos apresenta essa ferramenta como única solução, o que pode ser considerado uma vulnerabilidade, face aos prejuízos humanos, patrimoniais, ambientais e econômicos ocasionados por desastres. Por conseguinte, apesar do Brasil não ter um grande destaque em relação

à redução dos riscos de desastres (UNDP, 2013), o país apresenta no momento da pesquisa uma expansão em seus meios de comunicação de alertas com uso de aplicativos (e.g. WhatsApp e Telegram), mas ainda fazendo uso de alertas disseminados por SMS.

No que se refere ao elemento chave monitoramento e previsão, grande parte dos sistemas de alertas asiáticos e europeus realizam o monitoramento das ameaças e realizam as estimativas de previsão por meio de órgãos técnicos especializados oriundos de seus próprios países (Vivier *et al.*, 2019; Khan *et al.*, 2020). Muitos países da América Central e África não dispõem de tecnologia necessária, como radares meteorológicos, telemetria em tempo real, para identificar determinados tipos de ameaças e em consequência disso apresentam dependência de informações de países que detêm tal aparato tecnológico (Villagrán De León, 2013). Neste aspecto, o sistema de alerta brasileiro realiza monitoramento de ameaças e previsão de desastres ainda pouco integrado, em que instituições públicas articulam as informações provenientes de diversos produtos tecnológicos e análises de risco (vulnerabilidade e ameaça) para realizar a produção de diferentes alertas meteorológicos, hidrometeorológicos, avisos etc. (Marchezini *et al.*, 2017).

Conclusões e recomendações

As mensagens de alerta trazem em seu conteúdo informações sobre ameaças iminentes que possuem grande potencial de causar desastres e devem chegar a todos os cidadãos, autoridades, instituições de segurança pública, assistência social e saúde, bem como organizações de resposta a emergências e principalmente as comunidades em risco. Diante disto as mensagens de SMS são um dos meios de comunicação de baixo custo e de grande capilaridade na sociedade brasileira e do mundo, considerando o avanço tecnológico e o número de adesão de pessoas que utilizam dispositivos de telefonia móvel em todo o globo (GSMA, 2020; ITU, 2020).

Apesar do baixo custo, os países com menor disponibilidade financeira ainda carecem de aplicação dessa tecnologia e muitos deles do próprio desenvolvimento de um sistema de alerta. Os recursos econômicos e a percepção sobre risco em desastres ainda têm forte influência na eficiência dos alertas e na decisão do emprego de tal ferramenta por muitos países, apesar dos resultados positivos alcançados pelos sistemas de alerta.

Outro fator de destaque é que na grande maioria dos países que utilizam o SMS como uma das formas de comunicação dos alertas, em conjunto com outras ferramentas de comunicação, como tv, rádio, boletins informativos e mídias sociais. O emprego de alertas públicos que interagem com outras plataformas de

comunicação de forma concomitante, é uma tendência dos países que apresentam uma maior frequência de desastres e uma melhor interface entre as autoridades públicas e a comunidade local (Vivier *et al.*, 2019).

O Brasil também acompanha a tendência mundial em associar os SMS com outros meios de comunicação. Cabe destacar que devido a grande extensão territorial brasileira, em relação aos países europeus e alguns asiáticos, os quais apresentam um maior número de aplicação do SMS em sistemas de alerta, é válida a comparação deste parâmetro.

A tecnologia SMS é uma ferramenta de grande potencial, pois tem uma menor vulnerabilidade à continuidade do serviço em relação aos demais meios de comunicação. No Brasil o emprego dessa tecnologia nos sistemas de alerta ainda é muito incipiente, por isso, recomenda-se que o uso dessa ferramenta seja ampliada exponencialmente a nível nacional, devido seu potencial significativo no alcance de pessoas e comunidades vulneráveis a ameaças naturais. Idealmente, sugere-se a implementação de um sistema de alerta precoce baseado em *Cell Broadcast* (CB), já que o alerta é enviado a dispositivos móveis de determinadas localidades independente de cadastro, interesse ou a percepção de risco que o usuário final possui. As informações sobre uma ameaça iminente ou uma emergência em curso tem o potencial de alcançar um maior número de segmentos ou mesmo toda a população.

Por fim, durante a pesquisa bibliográfica foi identificada a escassez de trabalhos acadêmicos e avaliações da aplicação da tecnologia SMS em boa parte dos países que a utilizam nos sistemas de alertas a desastres. A pesquisa utilizou em sua grande parte, relatórios de órgãos e entidades governamentais, para coletar informações sobre os sistemas de alerta e a utilização do SMS para a disseminação das informações. Deste modo recomenda-se o incentivo a pesquisas acadêmicas que tenham como foco esses sistemas de alerta como também os meios de comunicação utilizados para o compartilhamento das informações de risco.

Referências bibliográficas

- ActionAid, International ActionAid UK. (2006). Successful people-centred early warning systems: 10 essential ingredients. Prevention Web. 2006. Retrieved Apr 28, 2021 from https://www.preventionweb.net/files/4648_Peoplecentredearlywarningsystems-march06forbonnconference.pdf
- Amorim, M. F., Quelhas, O. L. G., & Motta, A. L. T. S. (2014). The resilience of cities across the torrential rains: Case study of the contingency plan of the city of Rio de Janeiro (Brazil) [Review of The resilience of cities across the torrential rains: Case study of the contingency plan of the city of Rio de Janeiro (Brazil)]. *Sociedade e Natureza*, 26, 519-534.

- Basher, Reid (2006). Global Early Warning System for Natural Hazards: systematic and people-centred. *Philosophical Transaction of The Royal Society A*, 364, 2167-2182.
- Bean, H., Liu, B. F., Madden, S., Sutton, J., Wood, M. M., & Mileti, D. S. (2015). The Study of Mobile Public WarningMessages: A Research Review and Agenda [Review of The Study of Mobile Public WarningMessages: A Research Review and Agenda]. *Review of Communication*, 15(1), 60-80.
- Bean, H., Liu, B. F., Madden, S., Sutton, J., Wood, M. M., & Mileti, D. S. (2016). Disaster warnings in your pocket: How audiences interpret mobile alerts for an unfamiliar hazard. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 24(3), 136-147.
- BRASIL, SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (2012). Classificação e Codificação Brasileira de Desastres. Retrieved from https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf
- BRASIL (2021). PORTARIA CONJUNTA No - 148, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2013. Retrieved from <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=24/12/2013&jornal=1&pagina=58&totalArquivos=168>
- BRASIL, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2021). *Alertas de Desastres*. Retrieved Juny 08, 2021, from <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/alertas-de-desastres>
- BRASIL, DEFESA CIVIL NACIONAL (2022). Brasil é o primeiro país do mundo a enviar alertas de desastres da Defesa Civil pelo WhatsApp. Retrieved 15, 2022, from <https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2022/11/brasil-e-o-primeiro-pais-do-mundo-a-enviar-alertas-de-desastres-da-defesa-civil-pelo-whatsapp>
- Budi, S., & Rokhman. (2012). Ewars - Early Warning Alert and Response System - Sms (Short Message Service). Based at Health Department of Purworejo District [Review of Ewars - Early Warning Alert and Response System - Sms (Short Message Service). Based at Health Department of Purworejo District]. *Australian Journal of Asian Country Studies*, 47-53.
- CRED | EM-DAT. (2009). Retrieved May 16, 2021, from <https://www.emdat.be/classification>
- Climate Adapt (2022) European Early Warning System. Evidence on climate and health. Retrieved Nov 23, 2022, from <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/evidence/health-early-systems/european-early-warning-systems>
- CTIA - CELLULAR TELECOMMUNICATIONS & INTERNET ASSOCIATION (2010). The Wireless Association® Announces Semi-Annual Wireless Industry Survey Results. [Review of The Wireless Association® Announces Semi-Annual Wireless Industry Survey Results.]. [https://\(https://api.ctia.org/wp-content/uploads/2022/09/Summary-of-CTIAs-Wireless-Industry-Survey-2010.pdf\)](https://(https://api.ctia.org/wp-content/uploads/2022/09/Summary-of-CTIAs-Wireless-Industry-Survey-2010.pdf)
- Cunha, A. P. M. do A., Marchezini, V., Lindoso, D. P., Saito, S. M., & Alvalá, R. C. dos S. (2019). The challenges of Consolidation of a Drought-Related Disaster Risk Warning System to Brazil. *Sustentabilidade em Debate*, 10(1), 43-76. DOI: <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v10n1.2019.19380>
- Di Giulio, G. M., Bedran-Martins, A. M., Vasconcellos, M. P., & Ribeiro, W. C. (2017). Climate change, risks and adaptation in the megacity of São Paulo, Brazil [Review of Climate change, risks and adaptation in the megacity of São Paulo, Brazil]. *Sustentabilidade em Debate*, 8(2), 75-87.
- Dolif, G., Engelbrecht, A., Jabotá, A., Silva, A.J.D., Gomes, J.O., Borges, M.R.S., Nobre, C.A., & Carvalho, P.V.R. (2013). Resilience and brittleness in the ALERTA RIO system: a field study about the decision-making of forecasters [Review of Resilience and brittleness in the ALERTA RIO system: a field study about the decision-making of forecasters]. *Natural Hazards*, 65, 1831-1847.
- Falade, A. J., Mohammed, O., Abdulrahman, A. Y., & Kadir, L. (2016). Tower sharing and the associated constraints in multi-operator GSM base transceiver station. *International Journal of Wireless and Mobile Computing*, 11(3), 198. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijwmc.2016.10002155>
- Goniewicz, K., & Burkle, F. M. (2019). Disaster Early Warning Systems: The Potential Role and Limitations of Emerging Text and Data Messaging Mitigation Capabilities. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 13(4), 709-712. DOI: <https://doi.org/10.1017/dmp.2018.171>
- Goerlandt, F., Li, J., Reniers, G. (2022). The landscape of safety management systems research: A scientometric analysis. *Journal of Safety Science and Resilience*, 3(3), 189-208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2022.02.003>
- GSMA, GLOBAL SYSTEM MOBILE ASSOCIATION (2013) Mobile Network Public Warning System and Rise of Cell Broadcast (n.d.). *Disaster Response*. Retrieved Out 12, 2021. from <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2013/01/Mobile-Network-Public-Warning-Systems-and-the-Rise-of-Cell-Broadcast.pdf>

- GSMA, GLOBAL SYSTEM MOBILE ASSOCIATION (2013) Towards a Code of Conduct: Guidelines for the use of SMS in Natural Disasters (n.d.). *Souktel and The Qatar Foundation*. Retrieved Oct 25, 2021. from <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2013/02/Towards-a-Code-of-Conduct-SMS-Guidelines.pdf>
- GSMA, GLOBAL SYSTEM MOBILE ASSOCIATION (2020) The Mobile Economy. (n.d.). *Representing the worldwide mobile communications industry*. Retrieved May 10, 2021, from <https://www.gsma.com/mobileeconomy/#regional>
- ITU - INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (2020). *World Telecommunication/ICT Indicators Database 2020* [Review of World Telecommunication/ICT Indicators Database 2020]. ITU-ICT Statistics, 24.
- JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY (2010). Earthquake Early Warning: How Can Earthquake Alert Be Announced Before Tremors Are Felt? URL: <http://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/how.pdf>
- JICA - JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (2012). Estudio de Recopilación de Datos para el Sistema Integral de Información de Desastre y Sistema de Alerta Temprana. CTI Engineering International Co. Retrieved Aug, 21, from https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12067591_01.pdf
- Kamigaichi, O., Saito, M., Doi, K., Matsumori, T., Tsukada, S., Takeda, K., Shimouama, T., Nakamura, K., Kiyomoto, M., & Watanabe, Y. (2009). Earthquake Early Warning in Japan: Warning the General Public and Future Prospects [Review of Earthquake Early Warning in Japan: Warning the General Public and Future Prospects]. *Seismological Research Letters*, 80(5), 717-726.
- Khan, A., Gupta, S., Gupta, S.K. (2020). Multi-hazard Disaster Studies: Monitoring, detection, recovery, and management, based on emerging technologies and optimal techniques. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101642>
- Kodera, Y., Hayashimoto, N., Tamaribuchi, K., Noguchi, K., Moriwaki, K., Takahashi, R., Morimoto, M., Okamoto, K., Hoshiba, M. (2021). Developments of the Nationwide Earthquake Early Warning System in Japan After the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki Earthquake. *Frontiers in Earth Science*. 9:726045. DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2021.726045>
- Kumar, A., Speck, R.M., Honoré, C. (2022). Global status of multi-hazard early warning systems: Target G. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Retrieved Nov 28, 2022, from <https://www.undrr.org/publication/global-status-multi-hazard-early-warning-systems-target-g>
- Lappalainen, J. (2017). Overcoming Obstacles to Implementing SMS: Discussion Paper 2017-18. *International Transport Forum*. OECD/ITF.
- Lumbroso, D. (2017). How can policy makers in sub-Saharan Africa make early warning systems more effective? The case of Uganda. [Review of How can policy makers in sub-Saharan Africa make early warning systems more effective? The case of Uganda]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 27, 530-540.
- Macherera, M, Chambaril, M. (2016). A review of studies on community based early warning systems. *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*, 8. DOI: <https://doi.org/10.4102/jamba.v8i1.206>
- Marchezini, V., Londe, L. de R., Bernardes, T., Conceição, R.S. da, Santos, E.V. dos, Saito, . M., Soler, L.de S., Silva, A. E. P. da, Bortoletto, K. C., & Medeiros, M.das D. S. (2017). *Sistema de alerta de risco de desastres no Brasil: desafios à redução da vulnerabilidade institucional*. Rima.
- MBOX, Inc. (2010). *The Role of SMS in Business Communications*. Mobile Marketer. Retrieved May 18, 2021, from <https://pt.scribd.com/document/218936735/Role-of-SMS-in-Biz-Communication>
- Meier, P., Munro, Rob (2010). The Unprecedented Role of SMS in Disaster Response: Learning from Haiti. *SAIS Review* 30(2), 91-103. DOI: <https://doi.org/10.1353/sais.2010.0009>
- Mercado, R. J. M. (n.d.). *Design of wireless sensor networks using embedded Programmable System on Chip (PSoC) as applied to community based flood early warning systems*, 214-223.
- MHEWS - THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTI-HAZARD EARLY WARNING SYSTEM (2022). From Stock Take to Scale on Target G: Accelerating the Knowledge and Practice of MHEWS for Risk-Informed Resilience. Retrieved Ago 22, 2022, from <https://globalplatform.undrr.org/multi-hazard-early-warning-conference-iii>
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (n.d.). Alertas de Desastres. Retrieved Juny 08, 2021, from <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/alertas-de-desastres>
- ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2020). Early Warning Systems. United Nations. Retrieved May 18, 2021, from <https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/early-warning-systems#>
- REAP - RISK INFORMED EARLY WARNING PARTNERSHIP (2021). Framework for Action. Retrieved Jun 29, 2021, from <https://www.early-action-reap.org/reap-framework-action#:~:text=The%20Framework%20for%20Action%20of,Partnership%20between%20now%20and%202025>

- Saito, S. M. (2018). Vulnerabilidades no contexto de sistemas de alerta de risco de desastres. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 7, 618-630.
- Saito, S. M., Lima, G. R. T., Assis, M. C. A. (2019). Evaluation by the end-users of disaster risk warnings in Brazil. *ustainability in Debate*, 10(2), 38-53.
DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v10n2.2019.24908>
- Samarajiva, R., & Waidyanatha, N. (2009). Two complementary mobile technologies for disaster warning. *Info*, 11(2), 58-65.
DOI: <https://doi.org/10.1108/14636690910941885>
- SANTA CATARINA, DEFESA CIVIL (2021.) *Municípios pilotos do projeto de alerta via SMS são definidos - Defesa Civil de SC*. Retrieved September 13, 2022 from <https://www.defesacivil.sc.gov.br/noticias/municipios-pilotos-do-projeto-de-alerta-via-sms-sao-definidos/>
- Satria, D., Yana S., Munadi R., & Syahreza, S. (2017). Prototype of Google Maps Based Flood Monitoring System Using Arduino and GSM Module. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(10), 1044-1047.
- Satria, D., Yana S., Yusibani, E., Syahreza, S., & Zufan. (2019). Implementation of the SMS Gateway in the Flood Early Warning Information System for Village Warning and Community Information. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8, 4005-4009.
- Silva, G.F.P., Belderrain, M.C.N., & Malere, J.P.P. (2017). Modelo de dinâmica de sistemas para emissão de alertas de desastres naturais - um estudo de caso. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 9(18), 84-111.
- Tanaka, A. (2011). *Rewarding scientific knowledge for sustainable development*. UN Chronicle, 48(3), 18-19.
DOI: <https://doi.org/10.18356/8ac3a2f2-en>
- Telegrafia, Natural Disaster Warning System (2016). Mass Warning via SMS - Is it a good idea or not? *Telegrafia Documents*. Retrieved Dez 12, 2021, from <http://www.electronic-sirens.com/mass-warning-via-sms-good-idea-not/>
- UNDP - UNITED NATION DEVELOPMENT PROGRAMME (2013). *Climate Change Adaptation*. Retrieved May 20, 2021, from <https://www.adaptation-undp.org/strengthening-climate-information-and-early-warning-systems-climate-resilient-development>
- UNISDR - UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (2006). *Early Warning - From Concept to Action: the Conclusions of the Third International Conference on Early Warning* (EWC III).
- UNISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015- 2030 (Versão em português não-oficial -31 de maio de 2015). (n.d.). https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf
- Villagrán de León, J. C., Pruessner, I., & Breedlove, H. (2013). Alert and warning frameworks in the context of early warning systems. A comparative review. *Intersections*, 12, Bonn Unu-Ehs, p.90.
- Vivier, B., Van Arun, C., Strume, H., Grangeat, A., Gomez, P. (2019). Public Warning Systems Update Version 3.0. Emergency Number Association. (3).
- WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2017). *Multi-hazard Early Warning Systems: A Checklist*. In Chairperson Publications Board.
- Yamasaki, E. (2012). What We Can Learn From Japan's Early Earthquake Warning System. *Momentum*, 1(1), Article 2. [http:// repository.upenn.edu/momentum/vol1/iss1/2](http://repository.upenn.edu/momentum/vol1/iss1/2)