



Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas
Departamento de Administração
Programa de Pós-Graduação em Administração
MBA em Gestão e Governança em Segurança Pública

THIAGO DE BARROS RAMOS

**GESTÃO INTELIGENTE DE DESASTRES: DADOS DE
MOBILIDADE E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ NAS AÇÕES DE
DEFESA CIVIL**

Brasília – DF

2025

THIAGO DE BARROS RAMOS

**GESTÃO INTELIGENTE DE DESASTRES: DADOS DE
MOBILIDADE E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ NAS AÇÕES DE
DEFESA CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Administração como requisito
final a obtenção do título de Especialista em Gestão
e Governança de Segurança Pública.

Professora Orientadora: D^{ra} Josivania Silva Farias

Brasília – DF

2025

THIAGO DE BARROS RAMOS

**GESTÃO INTELIGENTE DE DESASTRES: DADOS DE
MOBILIDADE E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ NAS AÇÕES DE
DEFESA CIVIL**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização *Lato Sensu* em Gestão e Governança de Segurança Pública da Universidade de Brasília do aluno

Thiago de Barros Ramos

Prof^a. D^{ra}. Josivania Silva Farias
Professora-Orientadora

Prof^a. D^{ra}. Gilmara Aparecida de Freitas
Dias
Professora-Examinadora

Prof. Msc. Mateus de Sousa Martins
Professor-Examinador

Brasília, 21 de março de 2025

GESTÃO INTELIGENTE DE DESASTRES: DADOS DE MOBILIDADE E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ NAS AÇÕES DE DEFESA CIVIL

SMART DISASTER MANAGEMENT: MOBILITY DATA AND CITIZEN PARTICIPATION IN CIVIL DEFENSE ACTIONS

RESUMO

A crescente demanda habitacional nas áreas urbanas tem intensificado a ocupação de áreas de risco, aumentando a vulnerabilidade das comunidades a desastres naturais, acentuados pelas mudanças climáticas. A gestão eficiente dessas ocorrências exige respostas ágeis e coordenadas, seja minimizando riscos, seja no atendimento às emergências, especialmente em cidades densamente povoadas. O objetivo deste estudo foi investigar a aplicação de dados de mobilidade e participação cidadã para aprimorar as ações de Defesa Civil, propondo um produto tecnológico que possibilitasse a gestão operacional de vítimas georreferenciadas em eventos críticos, bem como a participação popular na prevenção e preparação para eventos críticos. A metodologia adotou uma revisão da literatura e análise de dados secundários sobre desastres no estado do Rio de Janeiro, buscando consolidar o estado da arte e evidenciar a situação-problema a ser resolvida. Na sequência, seguiu-se a prototipação de uma solução tecnológica. Os resultados indicaram que, embora o uso de dados de mobilidade já tenha sido explorado na resposta a desastres, sua aplicação nas emergências permanece predominantemente reativa. E os mecanismos de participação cidadã nas ações de Defesa Civil foram descritos como escassos ou ineficientes. A solução proposta então contemplou o desenvolvimento de um sistema proativo que utilize a localização de dispositivos móveis para otimizar o controle de vítimas e apoiar as operações de resgate, alicerçado em um aplicativo que permite uma comunicação mais eficaz entre cidadãos e instituições. Conclui-se que a implementação de um aplicativo móvel pode reduzir a incerteza operacional e aumentar a resiliência comunitária, mitigando impactos adversos. Entretanto, desafios relacionados à privacidade, adesão da população e governança dos dados precisam ser superados para viabilizar sua adoção em larga escala.

Palavras-chave: gestão de desastres; mobilidade populacional; geolocalização; defesa civil; participação cidadã.

ABSTRACT

The growing demand for housing in urban areas has intensified the occupation of high-risk areas, increasing the vulnerability of communities to natural disasters, which are exacerbated by climate change. Efficient management of these events requires agile and coordinated responses, whether to minimize risks or respond to emergencies, especially in densely populated cities. The objective of this study was to investigate the application of mobility data and citizen participation to improve Civil Defense actions, proposing a technological product that would enable the operational management of georeferenced victims in critical events, as well as a popular participation in the prevention and preparation for critical events. The methodology adopted a literature review and analysis of secondary data on disasters in the state of Rio de Janeiro, seeking to consolidate the state of the art and highlight the problem situation to be solved. Next, a technological solution was prototyped. The results indicated that, although the use of mobility data has already been explored in disaster response, its application in

emergencies remains predominantly reactive. Citizen participation mechanisms in Civil Defense actions were described as scarce or inefficient. The proposed solution then included the development of a proactive system that uses the location of mobile devices to optimize victim monitoring and support rescue operations, based on an application that allows more effective communication between citizens and institutions. It is concluded that the implementation of a mobile application can reduce operational uncertainty and increase community resilience, mitigating adverse impacts. However, challenges related to privacy, population engagement, and data governance need to be overcome to enable its large-scale adoption.

Keywords: disaster management; population mobility; geolocation; civil defense; citizen participation.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional em países em desenvolvimento, aliado à concentração de recursos e oportunidades em áreas urbanas, tem impulsionado um processo acelerado de urbanização em escala global. De acordo com estimativas do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas - UN DESA, espera-se que até 2050, aproximadamente 68% da população mundial resida em áreas urbanas, um aumento significativo em relação aos 55% registrados em 2018 (UN, 2019).

No Brasil, estima-se que a proporção de pessoas residindo em áreas urbanas seja superior a países como China e Estados Unidos. Cidades como Rio de Janeiro e São Paulo tendem a crescimento na população urbana de 7,3 e 11,9% até 2030, respectivamente, em relação ao último relatório de 2018 (UN, 2019; *idem*, 2018). Este fenômeno está intrinsicamente associado a desafios estruturais, como a pressão sobre infraestrutura urbana e a ocupação de áreas vulneráveis, muitas vezes expostas a riscos naturais e climáticos. Das 1.146 cidades com pelo menos 500 mil habitantes em 2018, 59% estavam em alto risco de exposição a pelo menos um tipo de desastre natural. Juntas, estas cidades abrigavam 1,4 bilhão de pessoas em 2018 (UN, 2018).

As ações antropogênicas contínuas, como a emissão de gases de efeito estufa têm intensificado as alterações climáticas globais, aumentando a frequência e a severidade de eventos extremos, como ciclones tropicais, inundações, ondas de calor e secas (Zscheischler e Lehner, 2021). Quando combinadas à rápida e desordenada urbanização, resultam em um aumento substancial dos riscos de desastres, exacerbados por fatores sociais, econômicos e políticos. No contexto das grandes cidades brasileiras, a urbanização intensifica a ocupação de áreas vulneráveis e, conseqüentemente, a exposição aos riscos, com reflexos nas disparidades econômicas, fomentando divisões sociais e instabilidade política (Diniz e Vieira, 2016).

Particularmente no estado do Rio de Janeiro, além dos frequentes períodos anuais de chuvas intensas, a demanda habitacional contribui com a ocupação de moradias construídas com técnicas de baixo padrão, em áreas de risco de deslizamento de terra, geralmente em bairros pobres (Ehrlich *et al.*, 2021). Cidades com histórico de desastres deste tipo, como Petrópolis e Niterói, possuem 85,80 e 76,58% dos domicílios em aglomerados subnormais em aclives ou declives acentuados, respectivamente (Da Silva, 2016). Na primeira cidade, atingida fortemente em fevereiro de 2022, foi observado que cerca de 60% das construções das áreas de interesse encontravam-se em encostas entre 20 e 60°, sendo considerado relevante fator contribuinte para a magnitude das consequências do desastre (Alcântara *et al.*, 2023).

Em todo o estado, só de 2010 a 2012, mais de mil pessoas perderam suas vidas em desastres naturais relacionados aos riscos hidrológicos. No período de 2015 a 2023, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres contabilizava 406 óbitos em ocorrências semelhantes, totalizando ainda mais de 75 mil desabrigados e desalojados, em um total de mais de um milhão de pessoas afetadas (Brasil, 2023). Só em um evento de 2022, em Petrópolis, foram registradas 231 fatalidades (Alcântara *et al.*, 2023).

O conceito de desastre pode englobar tanto riscos climáticos, como furacões e inundações, quanto perigos naturais não relacionados ao clima, como pandemias, incluindo a COVID-19. Dada a multidimensionalidade desses desafios, torna-se imperativo que as regiões desenvolvam capacidades robustas de preparação, resposta e recuperação para promover a sustentabilidade no desenvolvimento socioeconômico (Crowther, 2010). Mais especificamente acerca das ações de resposta, a disponibilidade de recursos para as agências empregadas pode ser diferencial nas operações, reduzindo o tempo de resgate de vítimas diretas e no apoio às populações atingidas, o que é um desafio recorrente (Rezapour *et al.*, 2018).

Um recurso mais recentemente empregado no enfrentamento desses desafios é a análise dos dados de mobilidade humana, viabilizada pela ampla difusão de dispositivos móveis. *Smartphones* e outros dispositivos de localização têm possibilitado a coleta em larga escala de dados sobre os movimentos populacionais, fornecendo informações detalhadas e em tempo real (Yabe *et al.*, 2022).

A mobilidade humana desempenha um papel crítico no entendimento das dinâmicas associadas a desastres. Grandes eventos de risco, como deslizamentos de terra e furacões, frequentemente causam danos severos a habitações e infraestruturas, desencadeando evacuações em massa, deslocamentos e migrações. Para agências humanitárias e órgãos governamentais, o monitoramento dos fluxos de mobilidade é fundamental para alocar recursos e suprimentos essenciais de maneira eficaz (Huang *et al.*, 2018).

Globalmente, quatro em cada cinco indivíduos com 10 anos ou mais possuem um telefone celular. Nas Américas, esse número corresponde a 89% da população (ITU, 2024). O Brasil possui uma densidade de telefonia móvel de 1,047 por habitante (ANATEL, 2022). Assim, a abrangência de uso possibilita a integração de dados de localização obtidos via dispositivos móveis como uma ferramenta estratégica para aprimorar a resiliência em situações de desastre, otimizando tanto a resposta imediata quanto os esforços de recuperação de longo prazo.

Os dados de localização de telefones celulares fornecem informações em larga escala, com uma amostragem frequentemente composta por milhões de indivíduos, elevada frequência temporal (até 50 pontos de localização por dia) e granularidade espacial de alta resolução (aproximadamente 100 metros de erro). Além disso, possibilitam análises longitudinais, permitindo o monitoramento de mobilidade antes, durante e após eventos de desastre (Xia *et al.*, 2019; Yabe *et al.*, 2022).

A atenção sem precedentes ao uso de dados de localização reflete potencial para enfrentar desafios complexos, como a rastreabilidade de fluxos populacionais e a alocação de recursos essenciais. Embora o crescente interesse nessa abordagem tenha fomentado avanços notáveis, ainda são escassas as experiências com a aplicação proativa destes recursos nas ações de resposta, havendo ainda um lapso temporal entre a eclosão dos desastres e a utilização dos dados georreferenciados (Pojee *et al.*, 2017; Penki *et al.*, 2022; Polo *et al.*, 2022; Nagaraju *et al.*, 2024).

Estudos do grupo de Hossain *et al.* (2020) propuseram um método de busca assistido por *Smartphone*, utilizando a comunicação dispositivo a dispositivo em rede 5G para melhorar a comunicação pós-desastre. Os resultados de simulação demonstraram fluxo de informações de qualidade, porém engloba ações reativas, dependendo da operação dos dispositivos para eficácia do sistema. Os mesmos autores, já haviam sugerido outro sistema, criando funcionalidade para autodetecção do incidente e envio automático de mensagens de emergência com a localização do dispositivo (*idem*, 2016), no entanto, consiste em ação pós-desastre e ainda depende da proximidade dos dispositivos receptores.

As propostas de uso da localização de aparelhos celulares possuem distintas abordagens, mas em linhas gerais, constituindo ação pós desastre, possibilitando que alguns recursos não estejam disponíveis devido à severidade do evento adverso, destruindo redes de telefonia e/ou a transmissão de energia (Al-Sadi *et al.*, 2017; Rahman *et al.*, 2019; Praveen e Kumar, 2024; Reddy *et al.*, 2024).

Outras iniciativas promissoras utilizaram a tecnologia *Bluetooth* e *Wi-Fi* para melhorar

a precisão e reduzir o tempo de resgate de vítimas presas (Hossain, *et al.*, 2016; Yang *et al.*, 2017; Tai e Yu, 2022) sendo um recurso útil na área quente, já delimitada para atuação dos socorristas. Nestes casos, as referências para as buscas são potencializadas com a presença do socorrista no local atingido (Hossain, *et al.*, 2016; Al-Sadi *et al.*, 2017), permanecendo incertezas sobre vítimas reclamadas que podem estar ausentes das áreas de risco.

Com maior aparato tecnológico, alguns sistemas de coleta de informações de desastres utilizam drones ou robôs, minimizando risco para socorristas e ampliando a área de monitoramento (Alejandrino *et al.*, 2021; Depold *et al.*, 2023). Com estudo mais abrangente, Xia *et al.* (2019) observaram eficácia do uso de dados de localização de celulares na análise de distribuição e movimentação de pessoas após um terremoto. Os autores indicam a utilidade para estimar o alcance de impacto do terremoto, subsidiando a tomada de decisões durante as operações de resgate. Seguindo a linha das pesquisas sobre o tema, a utilização dos dados móveis ocorre após o estabelecimento da crise.

É prudente considerar que os avanços no sensoriamento remoto e o advento de algoritmos capazes de prever a ocorrência de eventos precipitadores dos desastres, podem abrir campo para oportunidades da adoção de medidas mitigadoras, que podem incluir o monitoramento prévio da localização de cidadãos residentes em áreas de risco, em situação de alerta. Yasumiishi *et al.* (2015) estudaram dados pretéritos e buscaram padrões de movimento populacional para prever a localização das vítimas, através de dados de uso do celular, sob cenário de desastre com e sem aviso prévio. Concluíram, no entanto, que os fatores divergem e exigem diferentes tipos de planos de resposta. Nestes casos, as informações em tempo real podem ser valiosas.

Em análise retrospectiva sobre a relação entre o uso/acesso a celulares e fatalidades em desastres, Toya e Skidmore (2018) estimaram que um aumento de um desvio padrão no uso de celulares reduz cerca de 50% das fatalidades em desastres. Enfatizaram ainda que o efeito estimado se eleva para quase três quartos para eventos geológicos, em que as vítimas são impactadas, tipicamente, sem aviso. Eles sugerem a influência dos aparelhos para solicitar socorro, o que ainda remete à necessidade da iniciativa da vítima.

Novas tecnologias utilizadas no monitoramento já possibilitam maior assertividade na predição dos eventos e as ferramentas de busca e resgate também têm sido fortalecidas. Em alguns contextos, foram observadas análises de mobilidade populacional contribuindo ainda com a logística humanitária, porém a gestão local das vítimas dos desastres ainda carece do robustecimento de dados relevantes, sobretudo quanto à localização das pessoas consideradas vítimas em potencial da região afetada.

Embora os estudos recentes demonstrem o potencial dos dados de localização para compreender dinâmicas populacionais durante desastres, a maioria das iniciativas tem se concentrado em ações reativas (Anugraha *et al.*, 2019; Kashihara *et al.*, 2019; Basnayake *et al.*, 2024). Desta forma, as lições aprendidas devem constituir base sólida para evolução dos procedimentos de respostas aos desastres.

Uma abordagem proativa, monitorando movimentos populacionais desde os alertas iniciais, pode otimizar as ações e reduzir significativamente os impactos adversos. Apesar do crescente interesse na utilização de dados de mobilidade, poucas iniciativas abordaram sua aplicação contínua desde os primeiros alertas de desastre. Essa lacuna compromete a eficácia de ações preventivas e limita o uso pleno dos dados georreferenciados para salvar vidas em momentos críticos.

Em uma visão ainda mais ampliada, as ações proativas devem englobar as atividades desenvolvidas na prevenção e preparação para desastres, o que inclui o papel fundamental das comunidades vulneráveis. Neste sentido, as tecnologias podem ainda mediar a participação popular, fomentando a difusão de conhecimento e o engajamento do cidadão com as iniciativas dos órgãos de defesa civil, face as experiências já registradas de mapeamento participativo (Coriat *et al.*, 2016; Vahidnia *et al.*, 2019; Zeng *et al.*, 2019)

Desta forma, o problema evidenciado leva à seguinte questão: A utilização de um aplicativo móvel que forneça monitoramento contínuo da localização de *smartphones* desde o acionamento dos alarmes de desastre pode aprimorar o controle de vítimas na gestão de operações e melhorar a participação popular nos programas de prevenção e preparação dos órgãos de Defesa Civil?

Este estudo buscou, então, consolidar o estado da arte no uso de dados de mobilidade populacional para gestão de desastres, com foco no desenvolvimento de um sistema de monitoramento contínuo desde a iminência de eventos críticos, visando otimizar a gestão de vítimas e apoiar operações de busca e salvamento. Adicionalmente, criar um ambiente mediado por tecnologia para a participação popular, com comunicação de informações críticas em fluxo omnidirecional, engajando o cidadão, as instituições e demais partes interessadas.

2 BASE TEÓRICA UTILIZADA

Em contexto de desastres, onde as dificuldades operacionais se conjugam com a demanda por agilidade e assertividade, a implementação de novas ferramentas é vista como oportunidade de aumentar as chances de sobrevivência de vítimas. Ao longo dos anos e passadas experiências marcantes em desastres naturais, as equipes de resgate têm apresentado

equipamentos cada vez mais modernos e eficientes para superar barreiras físicas, para realizar de buscas e gerenciar operações. Porém um componente da equação continua sendo o preponderante, tanto na prevenção, preparação, resposta ou recuperação: a informação (Yang *et al.*, 2020).

Em especial, trata-se da informação crítica, aquela que pode subsidiar ações dos cidadãos ou do poder público, em prol da segurança da comunidade. Uma população bem-informada estará muito mais bem capacitada a se proteger em emergências, assim como os serviços públicos serão mais bem dimensionados e empregados, se tiverem informações críticas fidedignas e ágeis (Andreassen *et al.*, 2020). Ou seja, o fluxo bidirecional tende a produzir melhores resultados. Adiante, considerando a demanda por velocidade e o envolvimento de distintos setores, o fluxo omnidirecional tende a constituir o cenário ideal (Zhou *et al.*, 2022).

Talvez há dez anos não fosse verossímil esta análise, porém, atualmente, com os avanços tecnológicos e o acesso viabilizado ao cidadão comum, encontra-se estabelecida uma nova relação com o poder público. E neste contexto, todos podem ser atores, contribuindo com o bem-estar coletivo (Rachynska, 2020).

O Brasil tem cerca de 1,2 *Smartphones* para cada habitante e a penetração da internet, até o início de 2024, era de aproximadamente 86,6%, segundo o DataReportal sobre o estado do digital no Brasil. No período, de toda a população, cerca de 76% eram adultos e 88% viviam em centros urbanos. As conexões de telefonia celular ativas chegavam a 210,3 milhões, um equivalente a 96,9% da população total. E 76,6% da base total de usuários de internet do Brasil usou pelo menos uma plataforma de mídia social em janeiro de 2024 (DataReportal, 2024).

Este cenário coloca nas mãos dos cidadãos uma ferramenta de interação social poderosa que pode estabelecer a interlocução com as instituições e abrir possibilidades para solução de problemas que antes carecia de comunicação. Neste sentido, o conceito de coprodução de serviços públicos surge como uma resposta à necessidade de construir respostas coletivas para problemas sociais, em contexto de poderes públicos enfraquecidos e de crescente ativismo comunitário. Este modelo, que ultrapassa a visão tradicional da relação administração-cidadão como provedor-cliente, baseia-se na participação ativa da sociedade civil na implementação de soluções (Parés, 2017).

A coprodução envolve os cidadãos além do comprometimento cívico, abrangendo atividades desde a concepção até a implementação conjunta (Brandsen *et al.*, 2018; Kannan e Ai-Mei Chang, 2013). Existem diferentes formatos de coprodução, adaptados a contextos e objetivos específicos (Parés, 2017). O autor enfatiza a versatilidade do modelo, permitindo colaboração entre diferentes serviços e instituições dentro da administração, bem como a

participação do cidadão comum e o terceiro setor.

Os tipos de coprodução são ainda categorizados em co-design, coprodução e co-entrega, com níveis distintos de envolvimento (Kannan e Ai-Mei Chang, 2013). Na situação em que os usuários fornecem informações para melhor funcionamento dos serviços, é identificada a participação diretamente na criação do conteúdo que subsidia ações do poder público. Este tipo de interação é mais comum em escala local, onde há mais proximidade com a realidade, facilitando a compreensão das especificidades e a visualização dos resultados (Parés, 2017).

É necessário, então, compreender as motivações das partes interessadas, principalmente os cidadãos, para que os resultados almejados sejam harmonizados. A população, beneficiária direta dos serviços, pode ser motivada por diversos fatores, como o desejo de melhorar a comunidade, influenciar políticas públicas ou acessar a serviços de forma mais personalizada (Brandsen *et al.*, 2018). Isto pode levar a serviços mais eficazes, eficientes e responsivos, aumentando a confiança nas instituições e o capital social.

Em contrapartida, a coprodução pode enfrentar desafios como a gestão de expectativas, garantia de equidade, responsabilização e potenciais conflitos entre profissionais e cidadãos coprodutores (Brandsen *et al.*, 2018; Osborne, 2010). A mitigação de riscos como a codestruição de valor público, sobrecarga dos cidadãos e falta de responsabilização, é considerada ponto chave para o êxito do processo (Brandsen *et al.*, 2018).

Neste sentido, para garantir o sucesso da coprodução, Sepasgozar *et al.* (2019) apontam para fatores como: liderança facilitadora, comunicação eficaz, plataformas digitais para facilitar a participação e incentivos adequados para os cidadãos. Os autores propuseram um modelo para prever a aceitação de tecnologias urbanas em cidades inteligentes, em que criticam a abordagem descontextualizada, ou seja, que desconsideram a cultura local e o conhecimento pré-existente.

A implementação de novas tecnologias assume um papel crucial neste contexto. A internet, em particular, abre portas para uma especialização das respostas públicas e para novas lógicas de participação online. Através de plataformas digitais, os cidadãos podem contribuir com informação em tempo real, como no caso de aplicações que permitem identificar problemas de funcionamento dos serviços ou apresentar soluções para desafios do Estado (Cavalcante, 2019).

Algumas experiências mostram a utilização de informações provenientes das redes sociais, reforçando que estas se tornaram a principal fonte de notícias para os cidadãos (OECD, 2022). Brandsen *et al.* (2018) citam a utilização de plataformas que combinavam dados de sensores com relatórios de cidadãos oriundas de redes sociais, como o X (antigo *Twitter*), para criar mapas de inundações em tempo real em Jacarta, Indonésia. Nestes contextos, é destacada

a necessidade de desenvolver uma “escuta ativa” para compreender as preocupações e necessidades dos cidadãos, havendo ainda o risco de mau uso da informação para controle e manipulação (Parés, 2017).

É prudente salientar que a inovação e a difusão tecnológica enfrentam desafios, os quais devem ser analisados previamente, buscando a construção de legitimidade com todos os envolvidos e possibilitar melhor cenário de implementação. Ram e Sheth (1989) apontam para barreiras psicológicas ancoradas em tradição, inércia e relutância em mudar hábitos, bem como para riscos dada a incerteza quanto ao desempenho, segurança e custos.

Outros autores abordam ainda fatores que influenciam a adoção, sendo alguns intrínsecos da inovação, como vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, testabilidade e observabilidade (Venkatesh *et al.*, 2003); Fatores contextuais, como pressão competitiva, incerteza na procura, abertura à comunicação (Gatignon e Robertson, 1989); e fatores individuais, como atitudes, normas subjetivas, controle comportamental percebido e autoeficácia (Venkatesh e Morris, 2000; Venkatesh *et al.*, 2003).

A tecnologia tem potencial de causar profundo impacto na sociedade, moldando comportamentos, valores e estruturas sociais (Kelly, 2010). A ampla divulgação de informações e a interação direta com os cidadãos permite ainda a aplicação de “*nudges*”, podendo fomentar o fortalecimento do papel popular na excelência dos serviços públicos prestados (Schmidt, 2017; Sunstein *et al.*, 2018). Neste sentido, dinamizar a responsabilidade individual quanto a prevenção de desastres deve permitir explorar novas oportunidades, incentivando comportamentos e divulgando informações que salvam vidas (Tanaka e Takehashi, 2022).

Thaler e Sunstein (2009) abordam como os “*nudges*” podem ser usados para influenciar as pessoas. Conceitualmente, são entendidos como pequenos incentivos que interferem no comportamento dos indivíduos de forma previsível ou intencional, sem restringir suas opções. Em essência, os “*nudges*” são uma forma de arquitetura de escolha que explora as limitações cognitivas e os vieses comportamentais para levar os sujeitos a tomarem decisões mais alinhadas com os próprios interesses ou com o bem comum. Os autores argumentam que esta é uma ferramenta poderosa para melhorar as políticas públicas, já que são eficazes, de baixo custo e respeitam a liberdade individual (Thaler e Sunstein, 2009).

A coprodução dos serviços públicos com a utilização de mídias sociais pode configurar um passo importante para a aplicação de “*nudges*”, uma vez que possibilita identificar comportamentos e necessidades dos cidadãos (Parés, 2017). Além do alcance, as mídias sociais podem ser relevantes ferramentas de influência, dada a dinâmica de recompensas imediatas ofertadas pela interação social. Assim, as plataformas digitais podem ser utilizadas para

promover comportamentos desejáveis em diversas áreas, como saúde, educação, finanças e, por que não, na prevenção e preparação para desastres (Mirbabaie *et al.*, 2020).

No entanto, é necessário abarcar a análise *ex-ante* de questões éticas importantes, nomeadamente no que diz respeito à privacidade, manipulação e personalização excessiva. Ou seja, o uso dos “nudges” deve ser transparente e respeitar a autonomia dos indivíduos, excluindo de sua base, motivações comerciais e políticas ilegítimas (Schmidt, 2017; Marks, 2019).

A transparência e a comunicação aberta podem ser consideradas importantes aspectos para a aplicação de “nudges” com novas tecnologias. A *Facultad Economía y Negocios - FEN, da Universidad de Chile* (2018) apresentou exemplos de como a participação dos cidadãos em processos de *feedback* e ideação pode levar a soluções inovadoras que os gestores públicos não teriam considerado. Os mecanismos de participação provocam envolvimento no processo de inovação, promovendo apropriação e aceitação das soluções, as quais os cidadãos foram cocriadores.

Um dos casos apresentados na coletânea da FEN foi projetado para prevenção aos desastres. O projeto *Vígia*, um dos vencedores do concurso AULAB Desastres Naturais (2015-2016), surgiu da necessidade de criar uma cultura preventiva e colaborativa em relação aos desastres naturais no Chile. Foi então idealizada uma aplicação móvel que utilizava informações de diversas fontes, incluindo dos usuários, para alertar sobre potenciais desastres naturais.

O projeto se baseou nos princípios de *crowdsourcing* e *open data* para fornecer informações em tempo real sobre eventos adversos como inundações, incêndios e terremotos (FEN, 2018). O *crowdsourcing* pode ser entendido como o processo de obtenção de ideias ou conteúdos através da contribuição de muitas pessoas, geralmente *online* (Nam, 2012). O conceito é baseado na hipótese que a inclusão de diferentes perspectivas e conhecimentos pode levar a soluções mais criativas e inovadoras. A partir disto, surge o *citizen-sourcing*, configurando esta mobilização de inteligência coletiva em prol do interesse público.

Já o conceito de *open data* refere-se a dados que podem ser livremente utilizados, reutilizados e redistribuídos por qualquer pessoa, possibilitando alcance e velocidade na difusão de informações críticas. No entanto, a capacidade de organizar e analisar essas informações serão fator de relevância para o êxito do *citizen-sourcing*, atribuindo a devida qualidade a participação cidadã (Nam, 2012).

Em linhas gerais, o referencial teórico abarcado indica para as forças das ferramentas tecnológicas, notadamente com a utilização de plataforma digitais com comunicação aberta. Indicando ainda oportunidades relevantes para a participação cidadã na melhoria das ações de

Defesa Civil (prevenção, preparação, de resposta a desastres e reconstrução) seja na identificação de riscos, seja no compartilhamento de informações críticas antes, durante e após os eventos adversos.

Dentre as ações de Defesa Civil, as ações estruturais, geralmente a cargo do poder público, envolvem diversas obras de infraestrutura, visando reduzir a vulnerabilidade física dos locais de risco. Já as ações não-estruturais tratam fundamentalmente de informação crítica, que subsidia tanto as instituições quanto a população, para a tomada de decisão antes, durante e após os incidentes. O atual plano de contingência da Secretaria Municipal de Defesa Civil de Petrópolis, por exemplo, cita algumas ações não-estruturais: mapeamento geológico de fragmentos de rocha instáveis; conscientização da população quanto ao lançamento de lixo e entulho em bordas de encostas; cadastramentos de moradias em áreas de perigo de deslizamento de terra; identificação de moradias com problemas de drenagem; orientação à população sobre evitar novas construções em áreas de risco; e demarcação de faixas de proteção das linhas de drenagem perenes ou intermitentes; delimitação das faixas “non-aedificandi” (Prefeitura de Petrópolis, 2017).

Neste contexto, a participação popular é tida como fator de sucesso para redução de sua vulnerabilidade. De acordo com o documento da Prefeitura de Petrópolis, a percepção e conscientização do risco é o principal paradigma a ser quebrado. Isto pode levar a uma postura proativa dos indivíduos, além da cobrança dos órgãos públicos, mas abandonando a passividade, a negligência ou a comum expectativa de solução clientelista (Prefeitura de Petrópolis, 2017).

Um estudo conduzido na cidade de Nova Friburgo entre agosto de 2014 e dezembro de 2017 mapeou instituições municipais e estaduais, sob os aspectos dos programas/esquemas participativos. Os autores apontam que a abordagem participativa tem o potencial de melhorar a tomada de decisões e aumentar a aceitação, a propriedade, bem como o comprometimento com os planos pretendidos e incorporar a experiência em novos planos e desenvolvimentos futuros (Bustillos Ardaya et al., 2019). A comparação dos níveis de governo demonstrou, no entanto, que as instituições locais têm mais facilidade em agregar a participação da sociedade civil, com níveis mais altos de comunicação, enquanto as instituições estaduais assumem a autoridade e o poder (idem, 2019).

A pesquisa avaliou a participação pública no mapeamento de risco na região, em três dimensões: quanto ao nível de impacto nas decisões; como ocorreu a interação na tomada de decisão; e quem era selecionado a participar. Os resultados indicaram que a participação era limitada a especialistas, consultores e pessoas treinadas, havendo pouco espaço para o público;

A participação nas decisões limitava-se aos processos consultivos, sem impacto significativo; E a comunicação era predominantemente unilateral, não alcançando negociações ou desenvolvimento coletivo de preferências (Bustillos Ardaya et al., 2019).

Segundo os autores, os óbices à participação ampla contribuíram para percepção de baixa representatividade e legitimidade das decisões, reduzindo o engajamento popular e aumentando a desmotivação em participações futuras, bem como a desconfiança nas instituições (Bustillos Ardaya et al., 2019).

Matczak e Hegger (2021) avaliaram o estado da arte sobre as estratégias de governança relacionadas ao risco de inundação, apontando que, embora a literatura venha produzindo insights sobre avaliação de risco cada vez mais avançados, o debate social vem recebendo mais atenção, tendo o engajamento cidadão como um tópico claramente emergente. Em outra revisão, Andráško (2021) buscou razões pelas quais indivíduos e grupos privados não adotam medidas de prevenção e mitigação, encontrando o paradigma da ideia de “responsabilidade compartilhada”, em que emerge o papel individual do cidadão na adoção de medidas que protejam sua própria vida que, no entanto, continuam sendo atribuídas exclusivamente ao governo e às instituições.

Gumiran e Daag (2021) propuseram uma estrutura de pesquisa de ação participativa negociada para realizar um sistema precoce multissetorial de alerta de deslizamento de terra. Eles sugerem que as perspectivas das partes interessadas, bem como as percepções de risco das comunidades locais devem integrar o contexto de tomada de decisão para garantir que o sistema seja útil e relevante (Gumiran e Daag, 2021). A metodologia proposta visa superar os conflitos de interesses entre as partes envolvidas, mas requer mais estudo para sua reprodutibilidade em outras comunidades. Uma questão relevante sobre o engajamento da comunidade local trata de hierarquia de necessidades, já que foi observada uma prioridade baixa da população local, devida a demandas básicas urgentes como a segurança alimentar (Gumiran e Daag, 2021).

As diversas abordagens no desenvolvimento das políticas públicas de redução do risco de desastres encontram desafios semelhantes, dada a visão tradicional de ser predominantemente orientada por especialistas, porém direcionada ao nível de base, de comunidades vulneráveis, as quais precisam ser incorporadas nos processos (Baudoin et al., 2016). Neste aspecto, a comunicação eficaz com a população local deve fomentar ambientes de aprendizado e conscientização, para que as informações críticas sejam devidamente acessadas, interpretadas e compreendidas. Os autores citam ainda a necessidade da comunicação por meio de mídia adaptada aos beneficiários.

De semelhante modo, as soluções constantes nos planos de contingência também devem

ser apropriadas ao público-alvo. Um exemplo foi a resistência em realocação de comunidade de Punchi Rattota, Sri Lanka, que alegavam ter que permanecer, pois estavam vivendo nas suas terras ancestrais. Alternativamente, um sistema de monitoramento foi introduzido para gerenciamento da própria população local, para fornecer aviso e facilitar eventual evacuação (Baudoin et al., 2016). É necessário conhecer previamente a comunidade, para realizar a melhor escolha de canal de comunicação e das ações estruturais e não-estruturais.

Dentre as diferentes maneiras de fomentar a participação popular na gestão de riscos e gestão de desastres, foram documentadas limitações significativas, impactando o resultado do processo de redução dos riscos e resiliência. A revisão integrativa de Geekiyanage et al. (2020) encontrou 48 barreiras e desafios com relação ao desenvolvimento inclusivo sensível ao risco de desastres, resumidos em três categorias: contexto (capacidade da comunidade, qualidade dos relacionamentos existentes, cultura organizacional, atitudes e conhecimento); infraestrutura (investimento em infraestrutura e planejamento para apoiar o engajamento da comunidade) e processo (processo de engajamento das partes interessadas, prática inclusiva e acessível).

O estudo também abordou as soluções propostas nos trabalhos analisados, concentrados em transformar a atitude e a capacitação das comunidades, incorporar a dimensão de baixo pra cima na tomada de decisão e fortalecer o elemento participativo, incluindo as partes interessadas como atores sociais (Geekiyanage et al., 2020). Adicionalmente, os autores enfatizam a necessidade de investigar abordagens inovadoras que explorem a mídia social e outros aplicativos digitais para facilitar o engajamento da comunidade.

Em outro ponto, os achados da análise qualitativa da aplicação do mapeamento participativo de risco de inundação em Dharavi, Mumbai/Índia, mostraram, dentre os fatores já citados para aumentar o engajamento local, a incorporação de conotações divertidas e culturais no processo de facilitação como um componente essencial na participação popular (Samaddar et al., 2022).

Estes apontamentos convergem sobre a importância de considerar os aspectos próprios de cada comunidade, sugerindo também que inovação e aplicação de novos métodos possam ser experimentadas por administrações municipais, visando melhor interface com os cidadãos. Além dos objetivos diretos, Fekete et al. (2021) enfatizam a importância de permitir que as pessoas forneçam informações, mesmo que elas não as sigam, visando construir confiança, ser aberto e transparente.

Neste sentido, explorando o potencial inovador das funcionalidades possibilitadas pelos dispositivos móveis, amplamente utilizados pela população, o acesso aos dados de localização, permitidos pelos usuários, podem ser subsídio para análise de mobilidade durante os desastres,

propiciando gestão operacional e buscas mais ágeis e assertivas (Xia *et al.*, 2019; Yabe *et al.*, 2021).

Adicionalmente, uma frequente produção de conteúdo relevante e a possibilidade de protagonismo na ação social, com *feedbacks* de interação indivíduo-indivíduo, indivíduo-poder público ou indivíduo-terceiro setor, podem fomentar a adesão e a agregação de valor à ferramenta.

3 DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

A situação-problema elencada para o presente estudo situa-se no estado do Rio de Janeiro, considerando as características peculiares da capital e de algumas cidades do interior, em consonância com as estatísticas de desastres da série histórica disponível para análise comparativa com outros estados da federação, em que este estado lidera os índices de ocorrências e mortes decorrentes de desastres hidrológicos.

Segundo o Atlas Digital de Desastres no Brasil, no período 2003-2023, em todos os anos foram registradas fatalidades relacionadas a eventos decorrentes de fortes chuvas, com total de 3.950 e uma média de 197,5 óbitos por ano, além de 618,8 mil de feridos/enfermos e 8,2 milhões de desabrigados/desalojados. Os prejuízos totais foram estimados em 144,77 bilhões de reais, com predominância de danos às infraestruturas das cidades atingidas (Brasil, 2023).

O estado do Rio de Janeiro, com grande densidade populacional e relevo caracterizado por aclives de declives que abrigam numerosas moradias de baixo padrão técnico de construção (Alcântara *et al.*, 2023), teve neste mesmo período o registro total de 1.654 vidas perdidas, 15,1 mil feridos/enfermos e 528,7 mil desabrigados/desalojados (Brasil, 2023). As três populações mais atingidas do país são da região serrana do estado do Rio de Janeiro: Petrópolis (474), Nova Friburgo (432) e Teresópolis (365). Tendo ainda a capital, Rio de Janeiro (76), Angra dos Reis (65) e Niterói (65) entre as oito cidades com mais vítimas fatais do país. Os prejuízos financeiros chegaram a 7,25 bilhões de reais (Brasil, 2023).

Os meios de atuação nestes tipos de ocorrências envolvem distintos setores do poder público, a depender da magnitude do desastre e do estágio de ação. A *Federal Emergency Management Agency - FEMA* identifica três estágios de atividades (pré-incidente, incidente, pós-incidente) e cinco meios (prevenção, preparação, resposta, recuperação, mitigação). As fases de incidente (no momento de um desastre) e resposta (o período imediatamente após um desastre) são os momentos cruciais para as equipes de resposta a emergências salvarem vidas (FEMA, 2017), porém grande parte do trabalho estende-se em reduzir os riscos. Esses conceitos são adotados pela maioria das agências do mundo. No Brasil, elas são positivadas pela Política

Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, instituídas pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, e seguidas por todos os estados da federação (Feltrin e Raia Junior, 2012; Brasil, 2012).

Em linhas gerais, a União expede normas para implementação e execução da política nacional, além de apoiar Estados e Municípios nas ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação (Brasil, 2012). Ao governo estadual, através da Secretaria de Estado de Defesa Civil – SEDEC/RJ, compete a execução da PNPDEC, em articulação com a União e os Municípios, para redução dos riscos de desastres e apoio às comunidades atingidas (Rio de Janeiro, 2020). O principal órgão de resposta do sistema estadual é o Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro – CBMERJ, responsável pelas ações de socorro à população de todo o estado, que envolvem basicamente buscas, salvamentos e atendimentos pré-hospitalares, nestes casos.

A SEDEC/RJ é o órgão central do Sistema Estadual de Proteção de Defesa Civil, que atua por meio das Coordenações Regionais de Proteção e Defesa Civil – REDEC, junto às Secretarias Municipais de Proteção e Defesa Civil – SEMPDEC, ou órgãos municipais correspondentes. Os municípios, por sua vez, são responsáveis pelas atividades preventivas, assistenciais e de recuperação, cabendo ao Estado as ações complementares e suplementares, caso excedida a capacidade de atendimento da administração local (Rio de Janeiro, 2020).

Continuamente, a Secretaria de Estado de Defesa Civil – SEDEC/RJ monitora as condições climáticas e os níveis de riscos hidrológicos e geológicos. Só no ano de 2024, foram emitidos 1.702 alertas de risco de deslizamentos de terra, sendo 927 de risco moderado, alto e muito alto (Silva, 2024). Os alertas fazem parte da etapa prévia e de iminência de desastres, quando já entram em curso os planos de contingência das agências envolvidas.

O plano de contingência estadual para chuvas intensas mais atualizado (2024/2025) visa organizar, estabelecer e operacionalizar protocolos, ações e responsabilidades das diversas instituições que compõem o SIEPDEC, em apoio aos municípios, constando o fluxo operacional desde o monitoramento meteorológico até o acionamento das estruturas de suporte (SEDEC/RJ, 2024). O fluxo é baseado em níveis de resposta aliados aos níveis de monitoramento, estabelecidos pelo Centro Estadual de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais – CEMADEN/RJ. A evolução do nível de risco atende a gatilhos previamente estabelecidos, variando em cinco níveis: muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto. Respectivamente, as categorias de monitoramento seguem como vigilância, observação, atenção, alerta e alerta máximo (SEDEC/RJ, 2024).

O CEMADEN/RJ é responsável também pela emissão dos alertas e recomendações de mobilização aos órgãos municipais. Estes, então, devem ativar seus planos de contingência,

mobilizando recursos e orientando a população local, conforme o tipo de alerta de risco emitido (SEDEC/RJ, 2024). Neste contexto, funciona atualmente em dezoito municípios classificados, o sistema remoto de alerta e alarme sonoro, contando com uma rede de 202 estações de alerta e alarme (CEMADEN/RJ, 2023).

Os alertas sonoros podem ser utilizados para difusão de informações úteis de preparação, com ênfase aos avisos meteorológicos. E diante a identificação de risco alto para ocorrência de deslizamentos de terra, é realizado o acionamento das sirenes, as quais indicam que os moradores devem se dirigir aos pontos de apoio preestabelecidos para servirem de abrigo temporário durante a permanência do risco e/ou quando da precipitação do escorregamento de massa (CEMADEN-RJ, 2023). A partir deste momento, a preparação da comunidade, o atendimento às recomendações e a gestão das pessoas pode reduzir as incertezas para atuação eventual das equipes de resgate.

Na prática, os sistemas de monitoramento e de alerta e alarme têm funcionado conforme esperado, porém os resultados não são garantidos, pois a adesão ao chamado pode não ocorrer, muitas vezes por opção de moradores que oferecem resistência às orientações. De todas as formas, havendo a ocorrência do sinistro, a agilidade no fluxo de informações sobre o paradeiro de possíveis vítimas é fator preponderante para a distribuição de equipes de resgate e alocação de recursos.

Atualmente, o controle de vítimas durante o atendimento a um deslizamento de terra em comunidade depende das informações passadas pelos moradores sobre familiares, amigos e vizinhos. As equipes empenhadas são encontradas nos pontos de apoio, onde fazem a verificação dos moradores presentes e coletam informações sobre aqueles moradores cadastrados que estão ausentes (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2024). Considerando a possibilidade de perda de comunicação via dispositivos móveis, a verificação direta das pessoas ausentes é prejudicada. Desta forma, todas as pessoas não verificadas passam a ser consideradas vítimas em potencial, fazendo parte da relação de vítimas a serem procuradas na área quente, de atuação do Corpo de Bombeiro Militar.

Os procedimentos de controle de vítimas, nestes casos, possuem algumas limitações. São elencadas pelo menos três ocasiões distintas para paradeiro de pessoas incomunicáveis que não foram verificadas nos pontos de apoio: i) vítimas não atingidas que estavam na comunidade, mas se deslocaram para outros locais seguros; ii) vítimas não atingidas que estavam fora da comunidade atingida; e iii) vítimas diretamente atingidas. Em que pese o número de cada caso desses possa ser variável, apenas o terceiro deverá ser alvo de buscas das equipes de resgate.

Um novo recurso disponibilizado pela Agência Nacional de Telecomunicações oferece

apoio aos atendimentos de emergência. No final de 2024, a agência anunciou a utilização do *Advanced Mobile Location – AML*. A tecnologia permite o envio da localização de usuários durante chamadas de voz para números dos serviços médicos, da polícia ou dos bombeiros, ou qualquer outro serviço habilitado a receber este tipo de informação (ANATEL, 2024). A funcionalidade é promissora para toda a segurança pública, mas possui limitações ao depender de ação do usuário, que pode ser surpreendido e não ter condições de realizar a chamada de emergência.

Os aspectos descritos envolvem circunstâncias da situação-problema na iminência e na ocorrência do desastre. Mas o sistema de defesa civil pode ser dividido didaticamente em dois âmbitos de gestão: gestão de riscos e gestão de desastres. O primeiro abarca todas as ações pré-incidente (prevenção, mitigação e preparação) e o segundo, as ações pós-incidente (resposta e recuperação) (SEDEC/RJ, 2024). O conjunto das ações visa a redução global dos desastres, apesar do potencial pluviométrico da região.

Os aspectos analisados acima contemplam parte do trabalho de gestão de riscos, ou seja, das ações adotadas em situações de normalidade. A gestão dos riscos complementa a gestão dos desastres e objetivam, em conjunto, a salvaguarda de vidas e bens públicos e privados, protegendo as comunidades.

Em resumo, a situação-problema apresenta duas dimensões para os desafios a serem superados: i) o controle de vítimas do desastre; e ii) a participação popular nos programas de prevenção e preparação. Entretanto, considerando as peculiaridades das diversas comunidades residentes em áreas de risco, serão apresentadas características de três cidades da região serrana frequentemente atingidas por deslizamentos de terra e da capital fluminense, todas classificadas para funcionamento do sistema de alerta e alarmes por sirenes. A tabela a seguir resume as informações coletadas:

Tabela 1. Caracterização dos municípios elencados

Categoria	Nova Friburgo (RJ)	Petrópolis (RJ)	Rio de Janeiro (RJ)	Teresópolis (RJ)
População	População (2022): 189.939 Ranking no país: 159° de 5570 Ranking no estado: 16° de 92	População (2022): 278.881 Ranking no país: 99° de 5570 Ranking no estado: 9° de 92	População (2022): 6.211.223 Ranking no país: 2° de 5570 Ranking no estado: 1° de 92	População (2022): 165.123 Ranking no país: 181° de 5570 Ranking no estado: 20° de 92
Área e Densidade	Área Territorial (2023): 935,429 Km2 Densidade Demográfica	Área Territorial (2023): 791,144 Km2 Densidade Demográfica	Área Territorial (2023): 1.200,33 Km2 Densidade Demográfica	Área Territorial (2023): 773,338 Km2 Densidade Demográfica

	(2022): 203,05 hab./km2	(2022): 352,5 hab./km2	(2022): 5.174,6 hab./km2	(2022): 213,52 hab./km2
Perfil Demográfico	Idade Mediana (2022): 40 anos Cor ou Raça Predominante: Branca Composição Étnica: Branca: 125.897, Preta: 18.825, Amarela: 301, Parda: 44.773, Indígena: 1323	Idade Mediana (2022): 39 anos Cor ou Raça Predominante: Branca Composição Étnica: Branca: 163.706, Preta: 36.835, Amarela: 318, Parda: 77.843, Indígena: 1779	Idade Mediana (2022): 38 anos Cor ou Raça Predominante: Parda Composição Étnica: Branca: 2.821.619, Preta: 968.428, Amarela: 10.514, Parda: 2.403.895, Indígena: 6.53115	Idade Mediana (2022): 38 anos Cor ou Raça Predominante: Branca Composição Étnica: Branca: 97.870, Preta: 16.860, Amarela: 399, Parda: 49.854, Indígena: 13521
Economia	PIB per capita (2021): R\$ 33.000,12 Ranking no país: 1896° de 5570 Ranking no estado: 39° de 92	PIB per capita (2021): R\$ 51.003,69 Ranking no país: 915° de 5570 Ranking no estado: 28° de 92	PIB per capita (2021): R\$ 53.078,23 Ranking no país: 835° de 5570 Ranking no estado: 25° de 92	PIB per capita (2021): R\$ 31.880,03 Ranking no país: 1990° de 5570 Ranking no estado: 42° de 92
Indicadores Sociais	Mortalidade Infantil (2022): 7,08 óbitos/mil nascidos vivos IDEB* (2023): 4,55	Mortalidade Infantil (2022): 14,02 óbitos/mil nascidos vivos IDEB* (2023): 4,811	Mortalidade Infantil (2022): 11,8 óbitos/mil nascidos vivos IDEB* (2023): 5,217	Mortalidade Infantil (2022): 11,25 óbitos/mil nascidos vivos IDEB* (2023): 4,523
Frota de Veículos	Frota de Veículos (2024): 138.771 Ranking no país: 139° de 5570 Ranking no estado: 10° de 92	Frota de Veículos (2024): 190.885 Ranking no país: 95° de 5570 Ranking no estado: 7° de 92	Frota de Veículos (2024): 3.218.892 Ranking no país: 2° de 5570 Ranking no estado: 1° de 92	Frota de Veículos (2024): 113.660 Ranking no país: 169° de 5570 Ranking no estado: 14° de 92

*IDEB -Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.

4 INTERVENÇÃO PROPOSTA

A intervenção proposta seria a utilização de um produto tecnológico (aplicativo móvel) novo que visa atender as duas dimensões da situação-problema elencada. Para verificação das capacidades do produto, propõe-se que sejam utilizados por duas administrações locais distintas: cidade do Rio de Janeiro e cidade de Petrópolis.

Para gerar resultados comparáveis, é relevante que a implementação siga um mesmo protocolo, pois a adesão dos usuários à inovação é fundamental para o alcance de resultados positivos. Vale ressaltar, no entanto, que a aplicação dessa nova ferramenta não requer ou pretende substituir os procedimentos atualmente aplicados pelos órgãos envolvidos (descritos

no item 3), mas complementar as medidas, visando contribuir com a agilidade nas ações de resposta.

As fases internas de implementação deverão compreender:

1. Formatação e customização da plataforma;
2. Gerenciamento do banco de dados;
3. Definição das políticas de utilização;
4. Testes de funcionalidade, usabilidade, compatibilidade, segurança e desempenho;
5. Identificar e corrigir possíveis *bugs*;
6. Fazer o upload para um servidor;
7. Carregar e projetar o conteúdo;
8. Aplicar uma lista de verificação e realizar novos testes; e
9. Monitoramento contínuo para correção de erros e manutenção das funcionalidades.

As fases externas de implementação deverão compreender:

1. Divulgação do produto pelos canais disponíveis;
2. Inclusão de instruções sobre o uso do aplicativo nas palestras, workshops, reuniões e demais interações diretas com as comunidades;
3. Criação de conteúdo relevante e frequente;
4. Monitoramento contínuo para orientar o devido uso da aplicação;
5. Interação com os usuários, principalmente com os usuários ativos na plataforma;
6. Avaliação das funcionalidades e revisão das políticas.

As fases acima tendem a se desenvolver em situações de normalidade, períodos em que é recomendado o trabalho para aumentar a base de usuários, visando viabilizar a geração de dados para avaliação da participação cidadã, bem como do monitoramento proativo em caso de acionamento dos protocolos de emergência.

Por ocasião dos exercícios simulados de desocupação nas comunidades, será possível e recomendável realizar os testes de rastreamento das localizações dos dispositivos. Fazendo da mesma forma, caso ocorra um evento de deslizamento de terra na região.

Algumas outras funcionalidades podem ser implementadas, conforme o processo de amadurecimento da utilização do aplicativo, gerando feedback e recompensa aos usuários, incentivando a participação e gerando engajamento.

É prudente considerar, tecnicamente, que a inovação deve ser considerado um processo complexo, dado que implica no desenvolvimento de novas atitudes e novos comportamentos

nos indivíduos, seja nas instituições, seja nas comunidades. Dos Santos (2014) apresenta a Teoria da Difusão da Inovação, apontando para etapas do processo, iniciando com a comunicação da nova ideia ao longo do tempo entre integrantes de um sistema social, provocando reações de modo a adotar ou rejeitar a inovação. A adoção então, pode ser vista em seis fases: iniciação, adoção, adaptação, aceitação, rotinização e infusão. Este último nível compreende o grau de integração da inovação aos processos existentes e às práticas normais de um sistema, proporcionando aos usuários o uso inovador da tecnologia (Dos Santos, 2014).

Neste sentido, a fase externa de implementação do método proposto no presente trabalho deve adotar um planejamento flexível e considerar as necessidades de adequação ao longo do processo, visando o atingimento da infusão da nova tecnologia. As peculiaridades das comunidades devem impactar diretamente o processo decisório de adoção, uma vez que influenciam a forma como os indivíduos vão perceber as características da nova ferramenta.

Dos Santos (2014) integra os conceitos para alinhar as cinco fases da decisão apontadas por Roger (2003): Conhecimento (em que situam-se as características do decisor, como as variáveis de personalidade, socioeconômicas e comportamento de comunicação); Persuasão (em que situam-se as características percebidas da inovação, como vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, triabilidade e observabilidade); Decisão (em que ocorre a adoção ou rejeição); Implementação (em que se processa a continuidade, a adoção tardia, a descontinuidade ou a rejeição tardia); e Confirmação (em que se espera atingir a infusão).

Com base nas etapas evidenciadas no modelo teórico, é sugerido o cronograma a seguir para a intervenção, visando a análise da utilização da nova tecnologia:

Tabela 2. Cronograma para a intervenção proposta.

Mês/Ano	Fases da adoção	Fases da decisão	Atividades Internas	Atividades Externas	Descrição Geral
Janeiro/2025	Iniciação	Conhecimento	- Planejamento do projeto; - <i>Kickoff</i> e definição de escopo.	- Comunicação preliminar com <i>stakeholders</i> ;	Planejamento e comunicação inicial do projeto.
Fevereiro/2025	Iniciação	Conhecimento	- Formatação e customização da plataforma; - Gerenciamento do banco de dados; - Definição das políticas de utilização.	- Preparação dos materiais de divulgação e instruções para os usuários.	Desenvolvimento inicial e definição dos parâmetros técnicos
Março a maio/2025	Adoção	Persuasão	- Realização de testes de funcionalidade, usabilidade, compatibilidade, segurança e desempenho.	- Planejamento de ações externas; - Criação de conteúdo relevante.	Validação técnica e preparação para a comunicação da inovação.
Abril a maio/2025	Adaptação	Persuasão	- Identificação e correção de bugs - Upload da aplicação para servidor - Carregamento e projeção do conteúdo - Aplicação de checklist e novos testes	- Início dos treinamentos e workshops para usuários	Correção de falhas e finalização do desenvolvimento técnico
Maio/2025	Adaptação	Persuasão	Monitoramento contínuo inicial para correção de erros e manutenção das funcionalidades	- Lançamento beta - Divulgação do produto por canais disponíveis - Inclusão de instruções em palestras, workshops e reuniões	Lançamento beta e monitoramento conjunto, ajustando conforme feedback
Junho a agosto/2025	Aceitação	Decisão	- Ajustes e otimizações com base no feedback dos testes beta - Monitoramento contínuo das funcionalidades	- Intensificação da divulgação - Interação ativa com os usuários e avaliação das funcionalidades - Reuniões para revisão das políticas	Consolidação do uso, com coleta de feedback e ajustes necessários
Julho a agosto/2025	Rotinização	Implementação	- Revisão e atualização das funcionalidades e políticas - Manutenção técnica contínua - Análise das métricas de uso da plataforma.	- Realização de reuniões, workshops e avaliações para reforçar o uso do aplicativo - Monitoramento do uso e engajamento dos usuários	Adoção do aplicativo na rotina dos usuários e aprimoramento contínuo
Agosto/2025	Infusão	Confirmação	- Integração plena da nova tecnologia aos processos internos - Monitoramento avançado e ajustes finos	- Engajamento contínuo com os usuários - Feedback positivo e revisão final das políticas de utilização	Fase final, em que a inovação está completamente incorporada aos processos.

Agosto em diante/2025	Infusão	Confirmação	- Regularização do uso da ferramenta; - Incorporação como medida complementar na gestão de desastres; - Aplicação nas operações reais e simulados de desocupação de comunidades; - Coleta de dados das métricas de uso e efetividade da aplicação nas emergências.	- Consolidação das boas práticas de uso - Divulgação de conteúdo relevante para as comunidades; - Utilização efetiva na comunicação omnidirecional com as comunidades; - Rastreamento das localizações dos usuários cadastrados em operações reais e simulados de desocupação de comunidades.	Divulgação de conteúdo, recebimento de informações críticas e rastreamento em operações e simulados de desocupação.
Agosto/2026	Infusão	Confirmação	- Análise de dados coletados sobre a utilização na gestão de riscos e sobre a efetividade no rastreamento de vítimas nos desastres.	- Manutenção da comunicação com as comunidades; - Divulgação de resultados da utilização do aplicativo.	Estudo da efetividade da ferramenta e divulgação dos resultados.

Rogers (2003) cita que as pesquisas realizadas sobre difusão da inovação indicam que os atributos percebidos da inovação apresentam a maior capacidade de explicação, respondendo por até 87% da variância relativa à taxa de adoção. No entanto, no modelo teórico de Dos Santos (2014), se destacam as fases de persuasão e confirmação, onde ele enfatiza a lacuna existente entre a adoção e a infusão, ressaltando que a efetividade do uso da tecnologia também dependerá dos atributos percebidos.

Visando ampliar a compreensão, o mesmo autor agregou conceitos aos cinco principais fatores que irão influenciar a percepção dos adotantes, apontados por Rogers (2003): vantagem relativa (o quanto a inovação é percebida como sendo melhor do que aquele que está substituindo), compatibilidade (quanto a inovação é percebida como sendo consistente com os valores existentes, necessidades e experiência passada dos adotantes potenciais; e Imagem - o quanto que o uso da inovação é percebido como positivo para a imagem ou status do indivíduo em seu sistema social), complexidade (Facilidade de uso - o quanto a inovação é percebida como sendo difícil de usar; e Voluntariedade - o quanto o uso da inovação é percebida como voluntário e motivado por vontade própria), testabilidade (o quanto é possível experimentar o uso da inovação) e observabilidade (Visibilidade - o quanto é possível observar outros adotantes utilizando a inovação; e Demonstrabilidade dos resultados - o quanto os resultados do uso da inovação são tangíveis e fáceis de serem comunicados e observados).

Em análise *ex-ante*, é preciso abordar todos os fatores, buscando realizar as adequações para melhor inserção do produto, devendo haver ainda monitoramento contínuo, visando a utilização e, de fato, a efetividade das funcionalidades propostas. Este tipo de consideração deverá ser premente em cada local a ser implementado, haja vista as diferenças entre as comunidades.

5 DESCRIÇÃO GERAL DO PRODUTO

Em um cenário de desafios modernos e transformações tecnológicas, o presente estudo apresenta uma solução disruptiva que complementa os métodos tradicionais de gestão de emergências, configurando uma inovação tecnológica no âmbito dos estágios de gestão da defesa civil local.

O produto trata-se de um aplicativo para dispositivos móveis que cumpre duas funções em situações bem específicas, em normalidade e em emergências, integrando uma interface interativa de rede social com os atuais mecanismos de geolocalização e rastreamento em tempo real.

Em situações de normalidade, o aplicativo deverá funcionar como uma rede social de informações críticas, em que usuários, instituições ou o terceiro setor poderão cadastrar seus perfis e compartilhar informações críticas por meio de conteúdos multimídia estrategicamente georreferenciados. As mídias deverão ser distribuídas para os usuários na região de interesse e aqueles com endereço cadastrado naquela comunidade. Desta forma, todos os cidadãos usuários do sistema terão a oportunidade de divulgar informações críticas de interesse de suas comunidades, interagindo não somente com o poder público e instituições, mas contribuindo com o mapeamento participativo de risco da sua região.

Esta abordagem possibilita evidenciar áreas com maior potencial de risco e promover maior mobilização comunitária. Dessa forma, o sistema não apenas estimula a prevenção e o monitoramento contínuo, como também reforça a interação entre o poder público e a sociedade. O aplicativo poderá, então, ser mais um canal de comunicação com a população local, redundando outras vias e incentivando a participação através de um tipo de tecnologia semelhante às mídias sociais, já amplamente utilizadas.

Nas emergências, a mesma estrutura se transforma em um instrumento essencial para a coordenação de ações imediatas. Mais precisamente na iminência dos incidentes, ocasiões em que os alertas tenham sido disparados e as sirenes acionadas, as secretarias municipais de Defesa Civil ou outros órgãos designados para gestão da plataforma, poderão acessar em tempo real, em um painel somente para gestores, as localizações dos dispositivos dos usuários cadastrados que tenham concedido previamente permissão de acesso às localizações dos seus dispositivos nas emergências. Esta ação deve possibilitar o rastreamento dos usuários e a verificação de seus posicionamentos, permitindo identificar rapidamente diferentes cenários de risco – seja para confirmar a transição segura dos cidadãos para áreas de abrigo, orientar aqueles que permanecem em locais vulneráveis ou registrar a última localização dos diretamente atingidos –, otimizando a mobilização e a alocação de recursos de forma inteligente e segura.

O produto poderá ser melhor compreendido através da seguinte sequência explicativa de utilização para o cidadão:

- Acesso as lojas de aplicativos e realiza o *download* gratuito do aplicativo;
- Cadastro na plataforma e concessão de permissão de acesso à localização do dispositivo;
- Recebimento de notificações em *push* quando estiver localizado em área com nível de alerta de risco;
- Recebimento de notificações em *push* quando o nível de alerta for elevado e o sistema de alarme foi acionado, indicando ida para local seguro, informado pelo aplicativo;

- A partir deste nível de acionamento, a localização e número de contato do aparelho celular de usuários presentes na área afetada e com endereço de cadastro na área afetada, passam a ser compartilhados e monitorados em tempo real pelos serviços de resgate, através do aplicativo;
- São esperados quatro cenários distintos para gestão e controle:
 - o Usuários com deslocamento de aparelho celular monitorado até abrigo, poderão ser contactados para confirmação de status próprio e pessoas próximas;
 - o Usuários com localização ainda em local considerado de risco, poderão ser contactados para confirmação de status e orientação de medidas de segurança;
 - o Usuários com localização ainda em local considerado de risco, sem retorno de contato, deverão ser considerados desaparecidos e a última localização obtida utilizada como referência para buscas das equipes de resgate;
 - o Usuários com localização de aparelhos celular fora da área atingida poderão ser contactados para confirmação de status próprio e de pessoas próximas, visando evitar que constem em listas de vítimas desaparecidas.

Ao combinar a versatilidade de uma rede social de informações críticas com a robustez de um sistema de monitoramento em tempo real, o novo produto evidencia uma abordagem altamente aplicável às necessidades atuais, incorporando uma sofisticação técnica que se reflete em sua ampla aceitação e impacto significativo. Em última análise, a solução se posiciona como um marco na evolução da gestão de desastres, transformando a experiência dos usuários e ampliando a eficácia dos serviços prestados pela Defesa Civil, com possibilidade real de melhores resultados em termos de salvaguarda de vidas diante da ocorrência de eventos de grande magnitude, como os deslizamentos de terra que atingem diversas cidades do Brasil anualmente.

Para apresentar as características do produto, foi desenvolvido um protótipo, visando exemplificar e possibilitar a visualização das funcionalidades. A seguir, seguem uma tabela resumida e algumas imagens capturadas da utilização do protótipo.

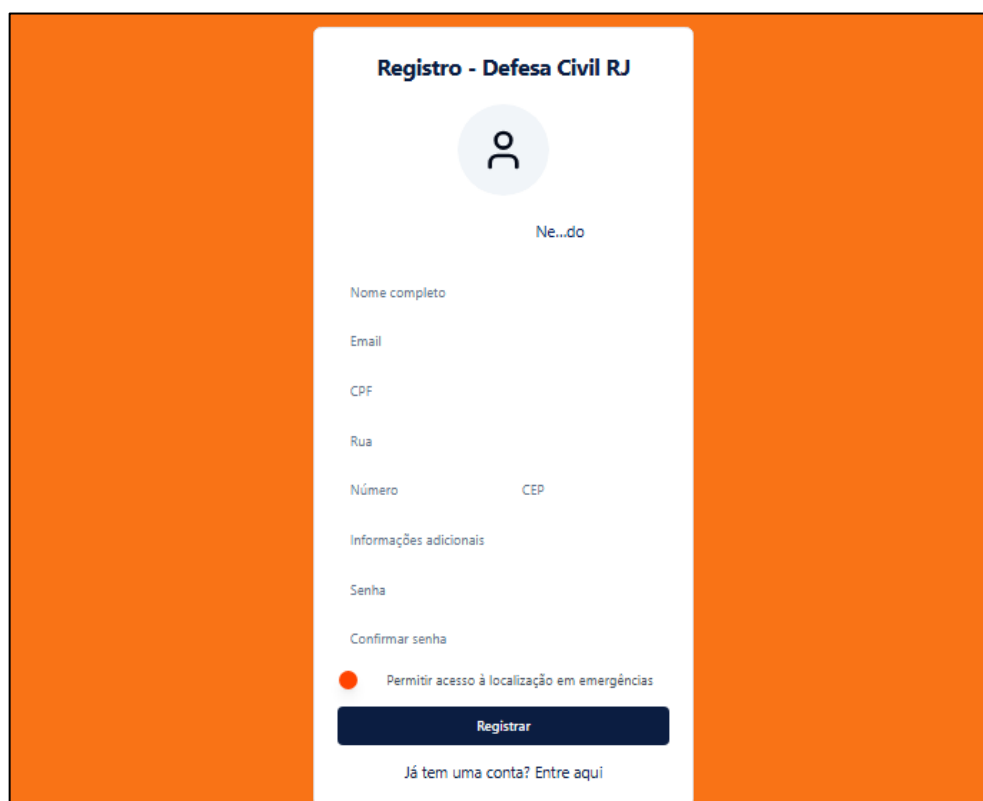
Tabela 3. Características do novo produto tecnológico

Categoria	Descrição
Características	Aplicativo móvel com interface de rede social; integra geolocalização e rastreamento em tempo real em emergências.
Funcionalidades	Cadastro de perfis (usuários, instituições, terceiro setor); compartilhamento de conteúdos multimídia georreferenciados por todos usuários; envio de notificações <i>push</i> pelos gestores; rastreamento de localização em emergências; painel de monitoramento em tempo real exclusivo para gestores.
Testes	Realizados com baixa demanda fora de emergências, com resultados positivos; Proposta de intervenção nas cidades do Rio de Janeiro e Petrópolis.
Perfil de usuários	Técnicos: Gestores da Defesa Civil e órgãos de emergência. Usuários: cidadãos residentes ou presentes em áreas de risco; instituições e/ou terceiro setor.
Licenças de uso	Download gratuito nas lojas de aplicativos; requer permissão do usuário para acesso à localização em emergências.
Facilidade de uso	Interface similar a redes sociais populares; cadastro simples; recebimento de notificações automáticas; utilização baseada em padrões já conhecidos pelo público geral.
Disponibilidade de serviços	Disponível online para cadastro, compartilhamento de informações e recebimento de alertas; monitoramento de localização ativo em situações de emergência (online).



The image shows a login screen for 'Defesa Civil RJ'. It features a white card centered on an orange background. The card has the title 'Defesa Civil RJ' at the top. Below the title are two input fields labeled 'Email' and 'Senha'. A dark blue button labeled 'Entrar' is positioned below the input fields. At the bottom of the card, there is a link that says 'Registrar gratuitamente'.

Figura 1. Tela inicial para autenticação.



The image shows a registration screen for 'Defesa Civil RJ'. It features a white card centered on an orange background. The card has the title 'Registro - Defesa Civil RJ' at the top. Below the title is a circular profile picture placeholder with a person icon. Underneath the profile picture is a text input field labeled 'Ne...do'. Below this are several more input fields: 'Nome completo', 'Email', 'CPF', 'Rua', 'Número', 'CEP', 'Informações adicionais', 'Senha', and 'Confirmar senha'. There is a toggle switch for 'Permitir acesso à localização em emergências' which is currently turned on. A dark blue button labeled 'Registrar' is at the bottom of the card. At the very bottom of the card, there is a link that says 'Já tem uma conta? Entre aqui'.

Figura 2. Tela de cadastro na plataforma



Figura 3. Tela de advertência quanto à permissão de acesso à localização dos dispositivos.

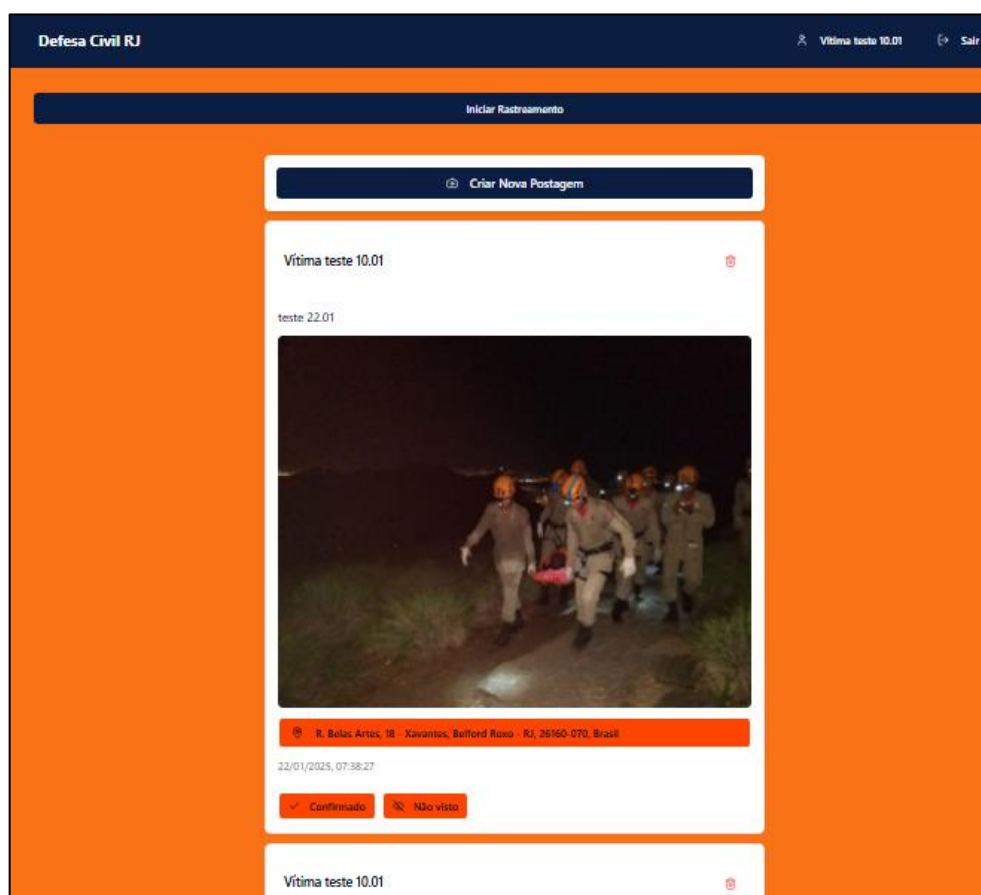


Figura 4. Tela de exemplo do *feed* do usuário.

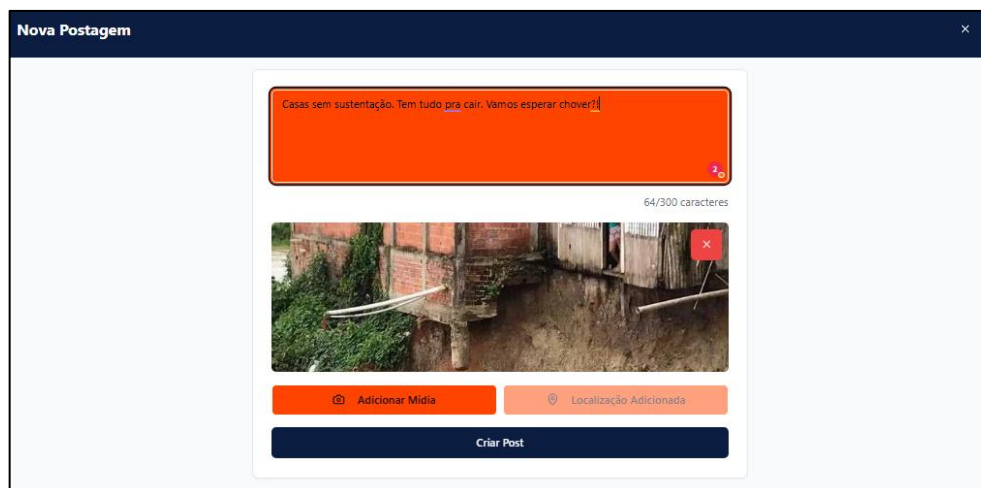


Figura 5. Tela dos usuários, para envio de nova postagem

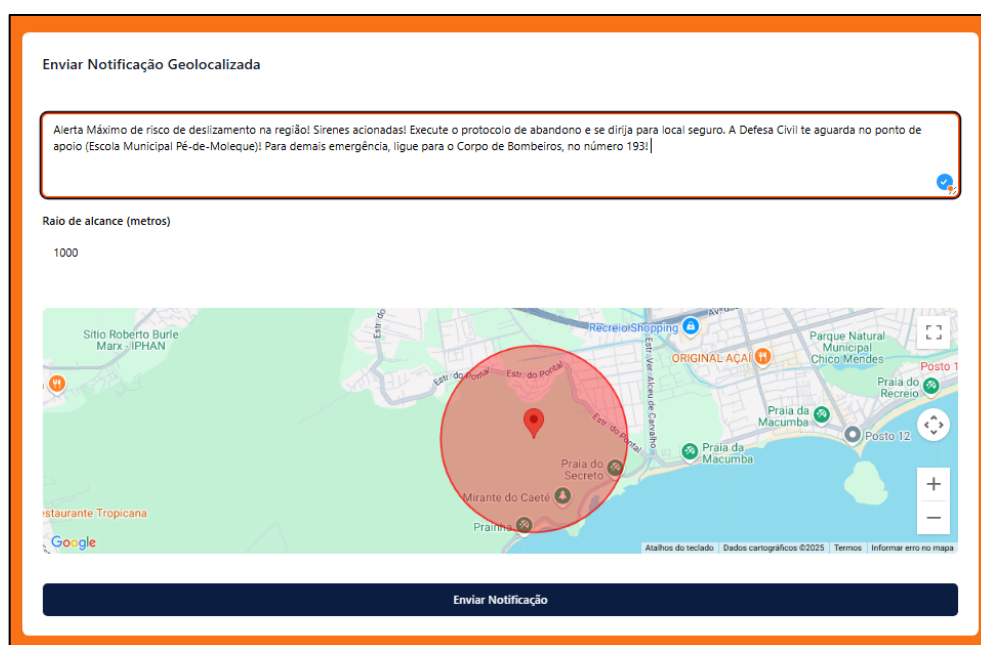


Figura 6. Tela do gestor, para envio de notificações georreferenciadas.

Defesa Civil RJ
Gestor Master
Sair

Localizações dos Usuários

Gestor Master

Latitude: -23.00016428

Longitude: -43.43071765

Precisão: 4.9 metros

Horário: 14/03/2025, 16:56:00

Dispositivo: ("platform":"iPhone","userAgent":"Mozilla/5.0 (iPhone; CPU iPhone OS 17_4_1 like Mac OS X) AppleWebKit/605.1.15 (KHTML, like Gecko) Version/17.4.1 Mobile/15E148 Safari/604.1")

[Ver no Google Maps](#)

Vítima teste 10.01

Latitude: -22.90987472

Longitude: -43.18722957

Precisão: 38 metros

Horário: 14/03/2025, 16:56:00

Dispositivo: ("platform":"iPhone","userAgent":"Mozilla/5.0 (iPhone; CPU iPhone OS 17_4_1 like Mac OS X) AppleWebKit/605.1.15 (KHTML, like Gecko) Version/17.4.1 Mobile/15E148 Safari/604.1")

[Ver no Google Maps](#)

Jorge Luiz

Latitude: -23.00105844

Longitude: -43.43126272

Precisão: 70.33 metros

Horário: 14/03/2025, 16:56:00

Dispositivo: ("platform":"iPhone","userAgent":"Mozilla/5.0 (iPhone; CPU iPhone OS 15_0 like Mac OS X) AppleWebKit/605.1.15 (KHTML, like Gecko) CriOS/125.0.6422.80 Mobile/15E148 Safari/604.1")

[Ver no Google Maps](#)

Carlinda Ramos

Latitude: -22.99994655

Longitude: -43.43063264

Figura 7. Tela de gestão das localizações dos dispositivos móveis.

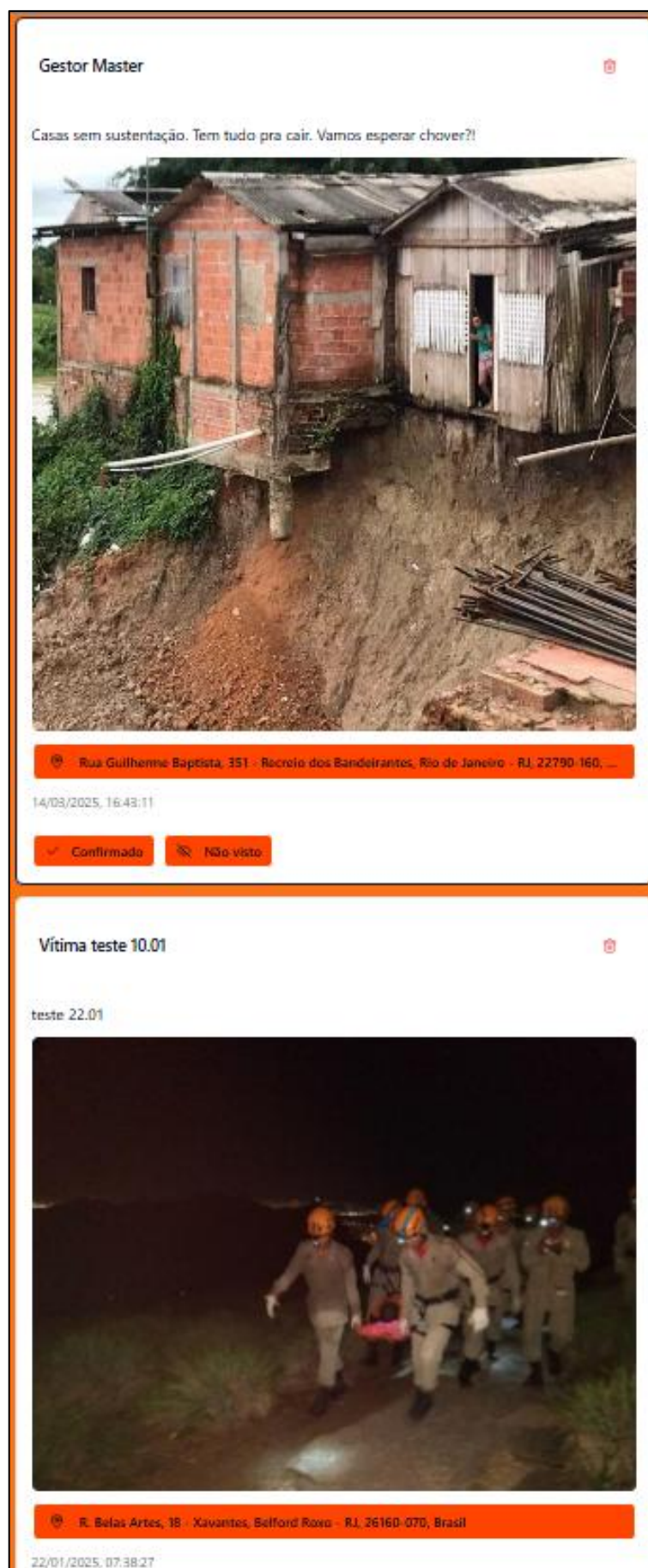


Figura 8. Tela dos usuários, exemplo de *feed* de notícias

Cumpra-se informar que o método acima descrito fora objeto de pedido de depósito de patente no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual - INPI, protocolado por este autor, sob código BR 10 2024 007741-5, sendo considerado depositado para análise formal do instituto.

6 RELEVÂNCIA DO PRODUTO

Considerando os critérios de avaliação dos produtos tecnológicos definidos na Produção Técnica-Grupo de Trabalho da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, a relevância da presente proposta foi apresentada em termos de aplicabilidade, potencial inovador, complexidade, aderência e impacto (CAPES, 2019).

É prudente pontuar, portanto, os conceitos que relacionam as características elencadas, visando situar o enquadramento necessário para avaliação do produto proposto no presente trabalho. Em que pese a publicação da CAPES (2019) tenha sido alvo de críticas quanto a sua validade como referência para tal, conforme Mamede (2023), os critérios supramencionados podem contribuir com a elaboração e/ou adequação de produtos, contribuindo com sua efetividade.

A aderência, considerada critério obrigatório, indica que o produto tecnológico deverá apresentar origens nas atividades oriundas das linhas de pesquisa/atuação e projeto vinculados a estas linhas, devendo descrever o projeto vinculado e a linha de pesquisa (CAPES, 2019). Neste sentido, a presente proposta demonstra forte aderência aos objetivos e necessidades da Defesa Civil, complementando as políticas públicas já definidas, especificamente a área de atuação do discente. O projeto de pesquisa foi definido durante a realização da especialização *lato sensu* em Gestão e Governança de Segurança Pública, estando vinculado à linha de pesquisa voltada para o desenvolvimento de trabalhos que tragam benefícios à segurança pública.

As funcionalidades descritas no trabalho estão alinhadas com práticas recomendadas para gestão de riscos e emergências, como a comunicação eficaz com a população e a agilidade nos resgates durante desastres.

Quanto à aplicabilidade da ferramenta, o critério faz referência à “facilidade com que se pode empregar o produto a fim de atingir os objetivos específicos para os quais foi desenvolvido” (CAPES, 2019). Isto implica em abrangência realizada ou potencial, bem como replicabilidade. Um aplicativo que funcione tanto como uma rede social para informações críticas quanto como uma ferramenta de rastreamento em emergências mostra-se prático e útil. A aplicação tende a ser facilmente compreendida pelo público-alvo (cidadãos e órgãos

públicos) e aproveita a infraestrutura já existente (dispositivos móveis e internet). A descrição detalhada dos cenários de uso demonstra que o produto pode ser rapidamente implementado em localidades propensas a desastres, aumentando a segurança das comunidades.

Deste modo, a abrangência realizada pode ser observada com produtos análogos de mídias sociais, porém, estando em fase de prototipação, o aplicativo demonstra forte abrangência potencial, pois a utilização de um formato semelhante a redes sociais aumenta a aceitação pelos cidadãos, já familiarizados com esse tipo de interface. Além disso, a possibilidade de redundância nos canais de comunicação e a oferta de alertas personalizados reforçam a aderência às estratégias de resiliência comunitária.

A replicabilidade é considerada potencialmente alta, já que o modelo de aplicação pode ser utilizado por distintas comunidades propensas aos desastres naturais. Considerando a alta permeabilidade dos dispositivos móveis e a grande cobertura de dados em áreas urbanas do Brasil e do mundo, o sistema torna-se reproduzível em escala global, desde que devidamente superadas as fases internas e externas de implementação.

O conceito de inovação é amplo e pode ter distintas classificações. Rogers (2003) sugere que a inovação pode ser entendida como “uma ideia, prática ou objeto que é percebido como novo por um indivíduo ou outra unidade de adoção”. A CAPES (2019) destaca, no entanto, que o critério se baseia somente na produção de conhecimento, não considerando a usabilidade, complexidade, impacto ou qualquer outra característica da produção avaliada. Ela adota quatro níveis: Alto teor inventivo (desenvolvimento com base em conhecimento inédito); Médio teor inventivo (Combinação de conhecimentos pré-estabelecidos); Baixo teor inventivo (Adaptação de conhecimento existente); e sem inovação aparente (produção técnica).

Com base nesta classificação, o produto proposto apresenta médio teor inventivo ao combinar funcionalidades de rede social com monitoramento em tempo real de dispositivos móveis. No entanto, o rastreamento durante emergências, ofertando georreferenciamento de potenciais vítimas antes de durante a eclosão de um desastre, fornecendo coordenadas para buscas e controle de vítimas, antes que as redes de comunicação eventualmente sejam perdidas, é algo original no contexto da Defesa Civil, justificando o forte caráter inovador. A possibilidade de rastrear usuários com consentimento prévio para facilitar resgates e reduzir a lista de desaparecidos é um diferencial significativo. Além disso, a ideia de permitir o mapeamento participativo de riscos, onde os próprios moradores podem contribuir com informações críticas, reforça o potencial inovador da solução.

Já o conceito de complexidade abordado pela CAPES (2019) se distingue das definições encontradas na literatura para inovação. Segundo os autores, a complexidade refere-se à

diversidade de atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração do produto. Em contraponto, a literatura aponta na complexidade a facilidade de uso, como um fator que deverá minimizar quaisquer dificuldades na usabilidade do produto (Rogers, 2003).

Desta forma, conforme a CAPES (2019), o presente produto pode ser considerado de alta complexidade, já que envolve conhecimentos de áreas distintas e diferentes atores para o desenvolvimento do produto. É possível relacionar especialistas em engenharia de software, agentes de Defesa Civil, órgãos federais, estaduais e municipais de Defesa Civil (em suas distintas áreas de atuação no sistema nacional), o CEMADEN/RJ, os bombeiros militares, os representantes comunitários e, em última instância, o cidadão. Conforme é possível observar no presente estudo, há uma multiplicidade dos conhecimentos abarcados para o desenvolvimento da solução proposta.

E como último critério, o impacto está relacionado com as mudanças causadas pelo produto no ambiente que está inserido (CAPES, 2019). Ao possibilitar o rastreamento proativo e a comunicação em tempo real, o aplicativo pode contribuir significativamente com o trabalho das equipes de resgate, contribuindo para a melhor alocação de recursos, bem como fornecendo referência mais precisa para a realização de buscas, aumentando as chances de sobrevivência de vítimas. Com uma resposta mais rápida e organizada, é possível obter impacto direto na eficiência dos serviços prestados pela defesa civil durante desastres e, conseqüentemente, na melhoria da experiência do usuário com o serviço público. O produto proposto pode ainda colaborar com o empoderamento das comunidades, já que o aspecto participativo permite que os próprios cidadãos forneçam informações críticas, aumentando a conscientização e o engajamento comunitário, fomentando a cultura de prevenção e a redução de riscos.

Para facilitar a compreensão e a classificação, mediante a Produção Técnica da CAPES (2019), a demanda espontânea pode ser identificada pela necessidade constante, dos órgãos de resposta (bombeiros militares e órgãos de Defesa Civil), de obter o menor tempo-resposta possível nos atendimentos de emergência, bem como levantar as informações críticas sobre vítimas o mais rápido possível, para otimizar, priorizar e orientar a alocação de recursos. Portanto, o objetivo da pesquisa foi de buscar solução para um problema previamente identificado, conforme apresentado no tópico 3 (Diagnóstico e Análise da Situação-Problema). E a área impactada pela produção pode ser entendida pelas comunidades vulneráveis com situações semelhantes às descritas, tendo como foco inicial da fase de testes as cidades do Rio de Janeiro e de Petrópolis. Neste sentido, os impactos esperados são em distintas áreas temáticas: social, econômico, político, já que a mitigação de riscos e a melhoria na agilidade dos resgates tendem à redução na perda de vidas e patrimônios.

Em linhas gerais, o produto proposto destaca-se pela aplicabilidade prática, médio potencial inovador, complexidade alta, forte aderência aos objetivos da Defesa Civil e a possibilidade de gerar impacto direto na preservação de vidas. A combinação de tecnologias familiares (redes sociais e geolocalização) com novas funcionalidades voltadas para a gestão de desastres posiciona essa solução como uma contribuição significativa para a área.

7 DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Embora as oportunidades de melhoria com a utilização da aplicação possam parecer claras, a implementação encontra significativos desafios que tendem a se apresentar de maneiras distintas em cada comunidade. No entanto, é prudente considerar que qualquer inovação tecnológica tende a enfrentar obstáculos de implementação e costumam sofrer adaptações e adequações conforme os aprendizados passam a ser incorporados nas avaliações das funcionalidades.

Um primeiro ponto refere-se à heterogeneidade dos grupos dentro das comunidades, assim como existe grande diversidade entre comunidades, dificultando que a adesão seja máxima e que um mesmo modelo tenha a mesma efetividade em diferentes contextos. Em contraponto, devido a escalabilidade do aplicativo, é possível maior alcance sem precisar multiplicar os esforços, bem como a versatilidade para realizar as adequações necessárias e disponibilizar simultaneamente para todos os usuários.

É elencado um desafio quanto aos investimentos necessários para criação do aplicativo. Em que pese o protótipo já esteja concebido, a ampliação da base de usuários e consequentemente dos dados a serem administrados, deverá exigir aumento também dos custos. A consideração relevante, neste sentido, é que, apesar dos custos, comparativamente tende a ser um investimento baixo para o alcance e as possibilidades de benefício para as ações de Defesa Civil.

Um desafio tecnológico a ser superado refere-se à gestão do aplicativo, já que é preciso adotar e aplicar as políticas de utilização, minimizando riscos de divulgação de informações que não sejam de interesse ou pior, mídias de conteúdo ilegal, ofensivo, etc. E na contramão, parte dos integrantes das comunidades podem ainda não estar familiarizados com as ferramentas tecnológicas, bem como algumas localidades ainda não dispõem de amplos e velozes serviços de dados. Algo a ser verificado previamente.

Em linhas gerais, no entanto, o maior desafio parece estar mesmo relacionado à adesão da população local e, talvez, o obstáculo que exija mais esforços pelas administrações locais. Destaca-se que, embora os dados de localização de telefones celulares ofereçam grande

potencial para a salvar vidas naquela localidade, questões relacionadas à privacidade, governança podem constituir barreiras significativas.

Para a consecução do objetivo final, a colaboração interdisciplinar entre instituições, sociedade civil e governos desponta como um elemento-chave para superar os desafios e ampliar o impacto positivo dessa tecnologia. Superar esses desafios é crucial para maximizar os benefícios na construção de sociedades mais resilientes e adaptáveis a crises.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA AÇÕES FUTURAS

O presente estudo revisou a literatura e dados secundários da Defesa Civil para evidenciar uma situação-problema e o estado da técnica, identificando lacunas e cenário potencial para inovação. Ao tratar da gestão de riscos e gestão de desastres, demandas na participação popular nas ações de prevenção e preparação, bem como no georreferenciamento de vítimas de deslizamentos de terra e inundação, foram destacadas em distintos contextos.

A utilização de dados de mobilidade foi apontada como ferramenta para gestão em distintos cenários, excetuando desastres, já que se considera a perda das redes de comunicação. Alternativamente, não foi encontrado estudo sobre a aplicação dessas informações proativamente no controle de vítimas.

Desta forma, a solução proposta no presente estudo evidencia um produto inovador e de alto potencial de impacto na sociedade. Ao combinar o uso das localizações de dispositivos móveis e as funcionalidades de mídias sociais no mapeamento participativo de risco, o aplicativo possibilita contribuição relevante para as ações de Defesa Civil nas comunidades previamente estudadas, bem como mostra-se reproduzível para distintos cenários no Brasil e no mundo.

As ações futuras recomendadas devem incluir a forte difusão da aplicação nas comunidades e a criação das políticas de uso das plataformas. Adicionalmente, devido ao envolvimento de distintos órgãos, as atribuições de cada instituição deverão ser bem definidas, possibilitando a adequada sinergia no desenvolvimento dos trabalhos, que, frequentemente, exigirão agilidade e precisão.

9 DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS E EVIDÊNCIAS

O produto proposto no presente trabalho fora alvo de prototipação, de forma que o robustecimento do sistema deverá ocorrer, conforme o aceite dos órgãos envolvidos para primeira rodada de testagens. A seguir, o esquema de desenvolvimento da aplicação:

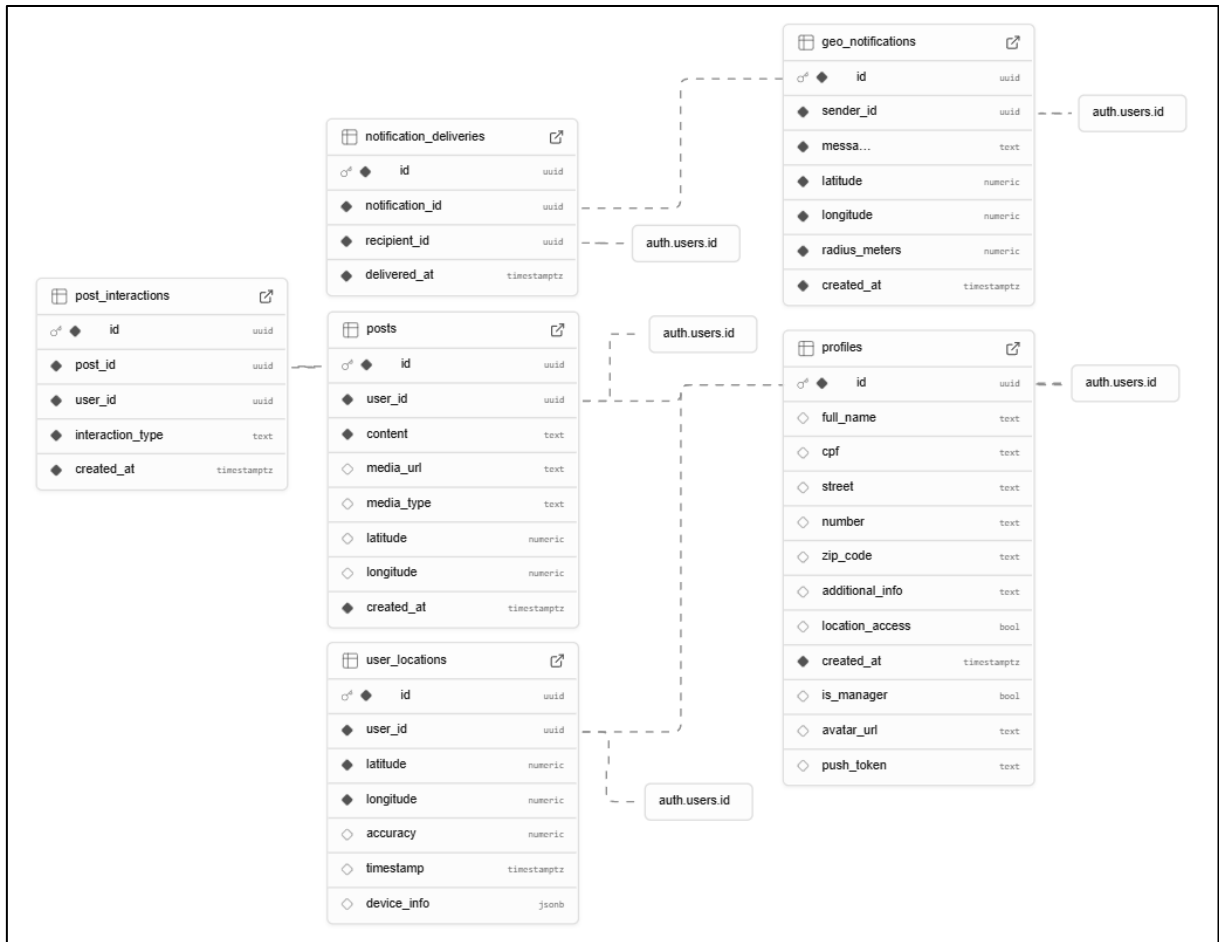


Figura 9. Esquema de desenvolvimento da aplicação.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL. (2022). Infográfico Setorial de Telecomunicações. Recuperado de: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/relatorios-de-acompanhamento/2022>.
- Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL (2024). Novo Serviço de Localização de Emergência está em operação no Brasil. Notícias. Recuperado de: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/novo-servico-de-localizacao-de-emergencia-esta-em-operacao-no-brasil>
- Al-Sadi, A., Al-Theiabat, H., & Awad, F. (2017). Smartphone-assisted location identification algorithm for search and rescue services. 2017 8th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS), 276–281. <https://doi.org/10.1109/iacs.2017.7921984>.
- Alejandrino, J., Concepcion, R., Palconit, M. G., Dadios, E., Bandala, A., & Vicerra, R. R. (2021). Irescue: Tracking Device using RuBee – based Technology. 2021 IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM), 1–6. <https://doi.org/10.1109/hnicem54116.2021.9732045>.
- Andreassen, N., Borch, O., & Sydnæs, A. (2020). Information sharing and emergency response coordination. Safety Science, 130, 104895. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104895>.
- Anugraha, T., Anwar, K., & Jarot, S. P. W. (2019). Cellular Communications-based Detection to Estimate Location of Victims Post-Disaster. 2019 Symposium on Future Telecommunication Technologies (SOFTT), 1–5. <https://doi.org/10.1109/softt48120.2019.9068650>.
- Alcântara, E., Marengo, J. A., Mantovani, J., Londe, L. R., San, R. L. Y., Park, E., Lin, Y. N., Wang, J., Mendes, T., Cunha, A. P., Pampuch, L., Seluchi, M., Simões, S., Cuartas, L. A., Goncalves, D., Massi, K., Alvalá, R., Moraes, O., Filho, C. S., ... Nobre, C. (2023). Deadly disasters in southeastern South America: flash floods and landslides of February 2022 in Petrópolis, Rio de Janeiro. Natural Hazards and Earth System Sciences, 23(3), 1157–1175. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-1157-2023>
- Andráško, I. (2021). Why People (Do Not) Adopt the Private Precautionary and Mitigation Measures: A Review of the Issue from the Perspective of Recent Flood Risk Research. Water. <https://doi.org/10.3390/W13020140>.
- Basnayake, V., Mamed, H., Canalda, P., & Jayakody, D. N. K. (2024). Continuous and Responsive D2D Victim Localization for Post-Disaster Emergencies. IEEE Transactions on Mobile Computing, 23(6), 7422–7437. <https://doi.org/10.1109/tmc.2023.3336353>.
- Baudoin, M.-A., Henly-Shepard, S., Fernando, N., Sitati, A., & Zommers, Z. (2016). From Top-Down to “Community-Centric” Approaches to Early Warning Systems: Exploring Pathways to Improve Disaster Risk Reduction Through Community Participation. International Journal of Disaster Risk Science, 7(2), 163–174. <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0085-6>
- Branden, T., Steen, T., & Verschuere, B. (2018). Co-Production and Co-Creation. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315204956>.
- Brasil. (2012). Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Diário Oficial da União. Recuperado de

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112608.htm

Brasil (2023). Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Brasília: MIDR, 2023.

Bustillos Ardaya, A., Evers, M., & Ribbe, L. (2019). Participatory approaches for disaster risk governance? Exploring participatory mechanisms and mapping to close the communication gap between population living in flood risk areas and authorities in Nova Friburgo Municipality, RJ, Brazil. *Land Use Policy*, 88, 104103. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104103>

CAPES (2019). GT de Produção Técnica. Relatório de Grupo de Trabalho. Brasília: CAPES, 2019. Recuperado de: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf#page=27.10>

Cavalcante, P. L. C. O. (2019). Inovação e Políticas Públicas: superando o mito da ideia. Brasília: Ipea.

Centro Estadual de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais do Rio de Janeiro – CEMADEN-RJ. (2023). Protocolo do Sistema Remoto de Alerta e Alarme Sonoro. Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil (Ano 2023-2024). Disponível em: <<https://painelcemadenrj.defesacivil.rj.gov.br/dashboard/>>. Acesso em: 03 de Dezembro de 2024.

Coriat, F., Fladenmuller, A., Arantes, L., & Marin, O. (2016). Crowdsourcing-based architecture for post-disaster geolocation: A comparative performance evaluation. 2016 IEEE 15th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA), 1–9. <https://doi.org/10.1109/nca.2016.7778583>.

Crowther, K. (2010). Risk-informed assessment of regional preparedness. 2010 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security (HST), 244-250. <https://doi.org/10.1109/THS.2010.5655049>..

Da Silva, C. A. M. (2016). Os desastres no Rio de Janeiro: conceitos e dados. *Cadernos Do Desenvolvimento Fluminense*, 0(8). <https://doi.org/10.12957/cdf.2015.26555>.

DataReportal (2024). Digital 2024: Brazil. Acesso em 20/01/2025. Disponível em: <https://datareportal.com/reports/digital-2024-brazil>.

Depold, A., Dorn, C., Erhardt, S., Weigel, R., & Lurz, F. (2023). A Direction-of-Arrival Estimation System for UAV-Assisted Search and Rescue: Locating Mobile Phones to Improve the Survival Chance of Disaster Victims. *IEEE Microwave Magazine*, 24(3), 59–64. <https://doi.org/10.1109/mmm.2022.3226548>.

Diniz, C., & Vieira, D. (2016). Brazil: accelerated metropolization and urban crisis. *Area Development and Policy*, 1, 155 - 177. <https://doi.org/10.1080/23792949.2016.1202085>..

Dos Santos, A. M. (2011). Fatores influenciadores da adoção e infusão de inovações em TI. *Simpósio de excelência em gestão e tecnologia*, 4.

Ehrlich, M., Luiz, B. J., Mendes, C. G., & Lacerda, W. A. (2021). Triggering factors and critical thresholds for landslides in Rio de Janeiro-RJ, Brazil. *Natural Hazards*, 107(1), 937–952.

<https://doi.org/10.1007/s11069-021-04616-w>

Federal Emergency Management Agency – FEMA (2017). National Incident Management System. U.S. Department of Homeland Security Washington, DC. Third Edition, 2017.

Fekete, A., Aslam, A. B., de Brito, M. M., Dominguez, I., Fernando, N., Illing, C. J., KC, A. K., Mahdavian, F., Norf, C., Platt, S., Santi, P. A., & Tempels, B. (2021). Increasing flood risk awareness and warning readiness by participation – But who understands what under ‘participation’? *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 57, 102157. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102157>

Feltrin, T. F., & Raia Junior, A. A. (2012). Lei 12.608/12: Instrumento de auxílio à gestão da logística humanitária no enfrentamento de desastres causados por fenômenos naturais. In *Anais do IX Convibra Administração–Congresso Virtual Brasileiro de Administração*.

FEN Universidad de Chile & Laboratorio de Gobierno (2018). *Experiencias de Innovación Pública*. Ediciones CEA-FEN Universidad de Chile. 1ª Edición: Santiago de Chile.

Gatignon, H., & Robertson, T. S. (1989). Technology Diffusion: An Empirical Test of Competitive Effects. *Journal of Marketing*, 53(1), 35. <https://doi.org/10.2307/1251523>.

Geekiyanage, D., Fernando, T., & Keraminiyage, K. (2020). Assessing the state of the art in community engagement for participatory decision-making in disaster risk-sensitive urban development. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101847. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101847>

Gumiran, B. A., & Daag, A. (2021). Negotiated participatory action research for multi-stakeholder implementation of early warning systems for landslides. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 58, 102184. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102184>

Hossain, M., Ray, S., & Lota, J. (2020). SmartDR: A device-to-device communication for post-disaster recovery. *J. Netw. Comput. Appl.*, 171, 102813. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102813>.

Hossain, A., Ray, S., & Sinha, R. (2016). A Smartphone-Assisted Post-Disaster Victim Localization Method. 2016 IEEE 18th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 14th International Conference on Smart City; IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS), 1173-1179. <https://doi.org/10.1109/HPCC-SmartCity-DSS.2016.0164>.

Huang, Z., Ling, X., Wang, P., Zhang, F., Mao, Y., Lin, T., & Wang, F. (2018). Modeling real-time human mobility based on mobile phone and transportation data fusion. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. <https://doi.org/10.1016/J.TRC.2018.09.016>. .

International Telecommunication Union – ITU (2024). *Measuring digital development. Facts and Figures 2024*. Switzerland: Geneva, 2024.

Kannan, P. K., & Chang, A. M. (2013). Beyond citizen engagement: Involving the public in co-delivering government services. *IBM Center for The Business of Government*, 11.

Kashihara, S., Yamamoto, A., Matsuzaki, K., Miyazaki, K., Seki, T., Urakawa, G., Fukumoto, M., & Ohta, C. (2019). Wi-SF: Aerial Wi-Fi Sensing Function for Enhancing Search and

Rescue Operation. 2019 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), 1–4. <https://doi.org/10.1109/ghtc46095.2019.9033073>.

Kelly, K. (2012). Para onde nos leva a tecnologia. Porto Alegre: Bookman. 383 p.

Mamede, W. (2023). The technical report of the CAPES' technical production working group: a critical view. Avaliação: Revista Da Avaliação Da Educação Superior (Campinas), 28. <https://doi.org/10.1590/s1414-40772023000100035>.

Marks, J. (2019). Are Corporations Nudging the Nudgers?. The American Journal of Bioethics, 19, 70 - 72. <https://doi.org/10.1080/15265161.2019.1588414>.

Matczak, P., & Hegger, D. (2021). Improving flood resilience through governance strategies: Gauging the state of the art. WIREs Water, 8(4). Portico. <https://doi.org/10.1002/wat2.1532>

Mirbabaie, M., Ehnis, C., Stieglitz, S., Bunker, D., & Rose, T. (2020). Digital Nudging in Social Media Disaster Communication. Information Systems Frontiers, 23, 1097 - 1113. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10062-z>.

Nagaraju, M. S., Kakarala, H., Sai, V., & Vattikunta, V. P. (2024). Mobile Application for Disaster Safety Management. 2024 10th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), 1008–1013. <https://doi.org/10.1109/icaccs60874.2024.10717114>.

Nam, T. (2012). Suggesting frameworks of citizen-sourcing via Government 2.0. Government Information Quarterly, 29(1), 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2011.07.005>.

OECD (2022). Building Trust to Reinforce Democracy: Main Findings from the 2021. OECD Survey on Drivers of Trust in Public Institutions, Building Trust in Public Institutions, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b407f99c-en>.

Osborne, S. P. (Ed.). (2010). The New Public Governance? Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203861684>.

Parés, M. (2017). Repensar la participación de la ciudadanía en el mundo local. Barcelona: Diputación de Barcelona.

Penki, R., Meesala, S. B., & Tanniru, S. (2022). A review of challenges and solutions in adopting a participatory geographical information system for disaster management. Ecocycles, 8(2), 64–73. <https://doi.org/10.19040/ecocycles.v8i2.245>.

Pojee, D., Shaikh, F., Meghani, Mohd. A., & Zulphekari, S. (2017). Intelligent disaster warning and response system with dynamic route selection for evacuation. 2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS), 1–5. <https://doi.org/10.1109/iss1.2017.8389226>.

Polo, A., Rocca, P., Salucci, M., & Massa, A. (2022). Exploiting Wireless Localization for Decision Support in Search-And-Rescue Operations. 2022 11th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCASST), 1–4. <https://doi.org/10.1109/mocast54814.2022.9837566>.

Praveen, P., & Kumar, K. P. (2024). Wearable Location Tracker During Disaster using AI and

IoT. 2024 3rd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC), 208–213. <https://doi.org/10.1109/icaaic60222.2024.10575619>.

Prefeitura de Petrópolis (2017). Plano Municipal de Redução de Risco – 1º (revisão), 2º, 3º, 4º e 5º Distritos – Petrópolis/RJ. Recuperado de: <https://www.petropolis.rj.gov.br/pmp/index.php/defesa-civil/plano-municipal-de-reducao-de-risco>

Prefeitura do Rio de Janeiro (2024). Plano de Contingência 2024/2025. Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil. Recuperado de: <https://defesacivil.prefeitura.rio/wp-content/uploads/sites/35/2025/01/PLANO-DE-CONTINGENCIA-SUBPDEC-2024.2025-300125.pdf>

Rachynska, O. (2020). Communicative partnership as a mechanism for optimizing communicative interaction in public administration. Public administration and local government. <https://doi.org/10.33287/102029>.

Rahman, Md. A., Asaduzzaman, & Forhad, Md. S. A. (2019). Wi-Fi Based Real Time Communication for Disaster and Emergencies. 2019 2nd International Conference on Innovation in Engineering and Technology (ICIET), 1–6. <https://doi.org/10.1109/iciet48527.2019.9290611>.

Ram, S., & Sheth, J. N. (1989). Consumer Resistance to Innovations: The Marketing Problem and its solutions. Journal of Consumer Marketing, 6(2), 5–14. <https://doi.org/10.1108/eum0000000002542>.

Reddy, M. S., Vamsi, C., & Kathambari, P. (2024). Rescue me : AI Emergency Response and Disaster Management System. 2024 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Machine Learning Applications Theme: Healthcare and Internet of Things (AIMLA), 1–5. <https://doi.org/10.1109/aimla59606.2024.10531386>.

Rezapour, S., Naderi, N., Morshedlou, N., & Rezapourbehnagh, S. (2018). Optimal deployment of emergency resources in sudden onset disasters. International Journal of Production Economics. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2018.08.014>.

Rio de Janeiro. (2020). Decreto nº 46.935, de 12 de fevereiro de 2020. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, nº 030 (13 de fevereiro de 2020), pp. 2-4. Recuperado de <https://www.defesacivil.rj.gov.br/images/biblioteca/POLITICA-ESTADUAL-DE-PROTECAO-E-DEFESA-CIVIL.pdf>

Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations. New York: The Free Press.

Samaddar, S., Si, H., Jiang, X., Choi, J., & Tatano, H. (2022). How Participatory is Participatory Flood Risk Mapping? Voices from the Flood Prone Dharavi Slum in Mumbai. International Journal of Disaster Risk Science, 13(2), 230–248. <https://doi.org/10.1007/s13753-022-00406-5>

Secretaria de Estado de Defesa Civil – SEDEC/RJ (2024). Plano de Contingências para Respostas aos Desastres Ocasionados pelas Chuvas Intensas 2024/2025. Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil. Recuperado de: <https://www.defesacivil.rj.gov.br/index.php/para-municipios/plano-de-contingencias-dc>

- Sepasgozar, S. M. E., Hawken, S., Sargolzaei, S., & Foroozanfa, M. (2019). Implementing citizen centric technology in developing smart cities: A model for predicting the acceptance of urban technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.012>.
- Schmidt, A. (2017). The Power to Nudge. *American Political Science Review*, 111, 404 - 417. <https://doi.org/10.1017/S0003055417000028>.
- Silva, A. P. da. Painel Dinâmico dos Alertas de Risco Geológico emitidos pelo Centro Estadual de Monitoramento de Alerta de Desastres Naturais – CEMADEN-RJ (2024). Disponível em <<https://painelcemadenrj.defesacivil.rj.gov.br/dashboard/cemaden-rj/relatorios/estatisticas/risco-deslizamento/>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2024.
- Sunstein, C., Reisch, L., & Kaiser, M. (2018). Trusting nudges? Lessons from an international survey. *Journal of European Public Policy*, 26, 1417 - 1443. <https://doi.org/10.1080/13501763.2018.1531912>.
- Tai, Y., & Yu, T.-T. (2022). Using Smartphones to Locate Trapped Victims in Disasters. *Sensors*, 22(19), 7502. <https://doi.org/10.3390/s22197502>.
- Tanaka, R., & Takehashi, H. (2022). The psychological impacts of nudge-based evacuation advisories. *THE JAPANESE JOURNAL OF EXPERIMENTAL SOCIAL PSYCHOLOGY*. <https://doi.org/10.2130/jjesp.2113>.
- Thaler, R. H. & Sunstein, C. R. (1945). *Nudge – Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness*. Yale University Press: New Haven & London.
- Toya, H., & Skidmore, M. (2018). Cell Phones and Natural Disaster Vulnerability. <https://doi.org/10.20944/preprints201806.0345.v1>
- United Nations - UN, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Urbanization Prospects 2018: Highlights* (ST/ESA/SER.A/421).
- United Nations - UN, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). *The World's Cities in 2018—Data Booklet* (ST/ESA/ SER.A/417).
- Vahidnia, M. H., Hosseinali, F., & Shafiei, M. (2019). Crowdsourcing mapping of target buildings in hazard: the utilization of smartphone technologies and geographic services. *Applied Geomatics*, 12(1), 3–14. <https://doi.org/10.1007/s12518-019-00280-9>.
- Venkatesh, V., & Morris, M. G. (2000). Why Don't Men Ever Stop to Ask for Directions? Gender, Social Influence, and Their Role in Technology Acceptance and Usage Behavior. *MIS Quarterly*, 24(1), 115. <https://doi.org/10.2307/3250981>.
- Venkatesh, Morris, Davis, & Davis. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>.
- Yabe, T., Jones, N. K. W., Rao, P. S. C., Gonzalez, M. C., & Ukkusuri, S. V. (2022). Mobile phone location data for disasters: A review from natural hazards and epidemics. *Computers, Environment and Urban Systems*, 94, 101777. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101777>.

- Yang, Z., Schafer, J., & Ganz, A. (2017). Disaster response: Victims' localization using Bluetooth Low Energy sensors. 2017 IEEE International Symposium on Technologies for Homeland Security (HST). <https://doi.org/10.1109/ths.2017.7943504>.
- Yang, J., Hou, H., Geng, S., Qiao, S., Wang, Y., Tang, F., & Wang, X. (2020). Pesquisa sobre sistema de monitoramento de emergência de desastres naturais. *Int. J. Sens. Redes*, 32, 218-229. <https://doi.org/10.1504/ijnsnet.2020.10028370>.
- Yasumiishi, M., Renschler, C., & Bittner, T. (2015). Spatial and Temporal Analysis of Human Movements and Applications for Disaster Response Management Utilizing Cell Phone Usage Data. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 217-224. <https://doi.org/10.5194/ISPRSANNALS-II-4-W2-217-2015>.
- Xia, C., Nie, G., Xiwei, F., Zhou, J., & Pang, X. (2019). Research on the application of mobile phone location signal data in earthquake emergency work: A case study of Jiuzhaigou earthquake. *PLoS ONE*, 14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215361>..
- Zeng, Y., Jiang, W., Wang, F., & Zheng, X. (2019). Real-time Data Collection and Management System for Emergency Spatial Data Based on Cross-platform Development Framework. 2019 IEEE 4th Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC), 260–265. <https://doi.org/10.1109/iaeac47372.2019.8997646>.
- Zhou, B., Zou, L., Mostafavi, A., Lin, B., Yang, M., Gharaibeh, N., Cai, H., Abedin, J., & Mandal, D. (2022). VictimFinder: Harvesting rescue requests in disaster response from social media with BERT. *Comput. Environ. Urban Syst.*, 95, 101824. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101824>.
- Zscheischler, J., & Lehner, F. (2021). Attributing compound events to anthropogenic climate change. *Bulletin of the American Meteorological Society*. <https://doi.org/10.1175/bams-d-21-0116.1>.