EXCLUSÃO DIGITAL EM SISTEMAS DE ALERTA PRECOCE DE DESASTRES HIDROGEOLÓGICOS NO BRASIL

Ana Harumi de Paula Soares [1] ; Jeferson Schreiner Junior [2]; Mateus Seiji Saito [3]; Matheus Ferreira Marques Saldanha [4] ; Heloise Garcia Knapik [5]

Palavras-Chave – Exclusão digital, Sistemas de alerta precoce, Desastres

INTRODUÇÃO

Um alerta de desastre somente cumpre sua função quando completa uma cadeia de etapas interdependentes: a informação de risco precisa ser produzida a partir do conhecimento e do monitoramento da ameaça, disseminada por um canal capaz de alcançar o público exposto, recebida e compreendida por esse público e, por fim, convertida em ação protetiva. A literatura internacional consolidou essa cadeia em quatro elos de um sistema de alerta precoce eficaz e centrado nas pessoas: conhecimento do risco; monitoramento, análise e previsão; disseminação e comunicação dos alertas; e capacidade de preparação e resposta (UNISDR, 2006 e WMO, 2022). A falha em qualquer um destes compromete o sistema como um todo. No contexto brasileiro, Marchezini e Londe (2018) destacam que a comunicação de risco não pode ser tratada como mera transmissão unilateral de informação: é necessário considerar as vulnerabilidades e as capacidades dos diferentes grupos sociais que recebem o alerta. Nesse sentido, uma mensagem eficaz deve reunir cinco elementos: fonte emissora, ameaça, localização, orientação protetiva e tempo. No contexto brasileiro, a análise de 73.701 mensagens SMS enviadas pelas Defesas Civis de cada estado entre 2018 e 2023 revelou que apenas 1,83% delas continham todos esses elementos (FONSECA; PIMENTEL DA SILVA, 2025).

Nos últimos anos, o investimento público em disseminação de alertas no Brasil concentrou-se em canais digitais: o SMS 40199, redes sociais das Defesas Civis e, principalmente, o Defesa Civil Alerta (DCA), baseado na tecnologia cell broadcast e implantado gradualmente por região entre dezembro de 2024 e outubro de 2025. O DCA, contudo, exige que o aparelho esteja conectado a redes 4G ou 5G e seja compatível: categoria 3GPP CAT 4 ou superior, em geral modelos lançados a partir de 2020 (BRASIL, 2026). Trata-se, ainda, de canais essencialmente textuais, cuja compreensão pressupõe alfabetização funcional.

Neste contexto, o presente artigo investiga se a concentração dos sistemas de alerta em canais digitais e textuais produz uma exclusão digital nas populações expostas a desastres. Cruzam-se três dimensões em 80 municípios brasileiros com histórico recorrente de desastres hidrogeológicos: a frequência de reconhecimentos federais de desastre, a cobertura de telefonia móvel 4G/5G e a taxa de alfabetização.

METODOLOGIA

Foram selecionados 80 municípios, sendo 20 para cada uma de quatro categorias da Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE): inundações (1.2.1.0.0), enxurradas (1.2.2.0.0), alagamentos (1.2.3.0.0) e deslizamentos (1.1.3.2.1). A seleção considerou os municípios com pelo menos um

[1]) UFPR. Av. Cel. Francisco H. dos Santos nº 100, anaharumips@gmail.com
[2]) UFPR. Av. Cel. Francisco H. dos Santos nº 100, jeferson.schreiner@hotmail.com
[3]) PPGERHA/UFPR, Av. Cel. Francisco H. dos Santos nº 100, mateussaito@hotmail.com
[4]) UFPR. Av. Cel. Francisco H. dos Santos nº 100, ferreiramatheus@ufpr.br
5) PPGERHA/UFPR/Departamento de Hidráulica e Saneamento, heloise.dhs@ufpr.br

lançamento de ocorrência com status “Reconhecido” pelo Governo Federal no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) entre 2013 e 2024. A partir deste conjunto, ranqueou-se os municípios com base em uma pontuação ponderada, calculada a partir do número de ocorrências com status “Reconhecido” e “Registro”, desconsiderando-se as classificadas como “Não Reconhecido”. Para este cálculo, foi atribuído peso de 70% às ocorrências com status “Reconhecido” e de 30% às com status “Registro”, de forma a priorizar os municípios com número de lançamentos oficialmente validados. Empates foram desfeitos por um fator marginal baseado no identificador do município, sem alterar a pontuação final.

Para cada município, levantaram-se: (i) os sistemas de comunicação de alerta à população ativos e documentados (SMS 40199, DCA e portais das Defesas Civis), classificados quanto ao tipo de canal (digital ou não digital) e à tecnologia de sinal requerida; (ii) a existência de monitoramento ativo, verificada no Mapa Interativo do CEMADEN e nas séries históricas do portal Hidroweb, registrada de forma binária; (iii) o percentual de moradores cobertos por redes 4G/5G, extraído do painel de cobertura móvel da Anatel (ANATEL, 2026); e (iv) a taxa de alfabetização da população de 15 anos ou mais, do Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2023).

A análise cruzou as três dimensões, identificando: (a) municípios simultaneamente no quartil superior de frequência de desastres e no quartil inferior de cobertura; e (b) municípios em situação de "dupla exclusão digital", definida operacionalmente como cobertura 4G/5G inferior a 80% dos moradores combinada com taxa de alfabetização inferior a 90%. As leituras foram feitas utilizando a soma de ocorrências com status “Registro” e “Reconhecido” sem peso.

RESULTADOS

O primeiro resultado é estrutural: em todos os municípios analisados, os canais de alerta de abrangência nacional são exclusivamente digitais e textuais. Não foi encontrada uma base nacional centralizada que documente, de forma padronizada, a existência de sirenes ou outros meios não digitais ou textuais de disseminação, embora iniciativas locais desse tipo existam, como o Sistema de Alerta e Alarme de Angra dos Reis (RJ), que mantém 26 sirenes em áreas de risco geológico e hidrológico, com testes mensais (ANGRA DOS REIS, 2026). Isso sugere que, no plano formal federal, a disseminação dos alertas depende principalmente da infraestrutura de telefonia móvel e da capacidade de leitura dos destinatários, enquanto os meios utilizados em nível local, municipal ou estadual permanecem fragmentados, pouco documentados e de difícil avaliação quanto ao alcance e à real efetividade.

Essa dependência é crítica porque a cobertura é desigual. A média de moradores cobertos por 4G/5G nos 80 municípios analisados é de 78,5%, mas 34 municípios (42,5% da amostra) ficam abaixo de 80% e sete abaixo de 50%, com extremos como Jenipapo dos Vieiras (MA), com 17,8%, Angelina (SC), com 28,3%, Careiro da Várzea (AM), com 29,7%, e Prainha (PA), com 30,4%. Quanto à alfabetização, 24 municípios ficam abaixo de 90% e sete abaixo de 80%. A categoria inundações concentra a pior combinação de indicadores (cobertura média de 73,4% e alfabetização média de 88,1%), com forte presença de municípios amazônicos. A Figura 1 sintetiza o cruzamento.

Dezoito municípios (22,5% da amostra) encontram-se na zona de dupla exclusão digital. O caso mais crítico é Tarauacá (AC), que acumula 16 reconhecimentos federais por inundação, cobertura de 57,4% dos moradores e alfabetização de 78,5%. No cruzamento destacam-se ainda Óbidos (PA), com 18 reconhecimentos por enxurrada e 63,1% de cobertura, além de Bocaina do Sul e Major Vieira (SC), o que demonstra que a lacuna não é exclusivamente amazônica.

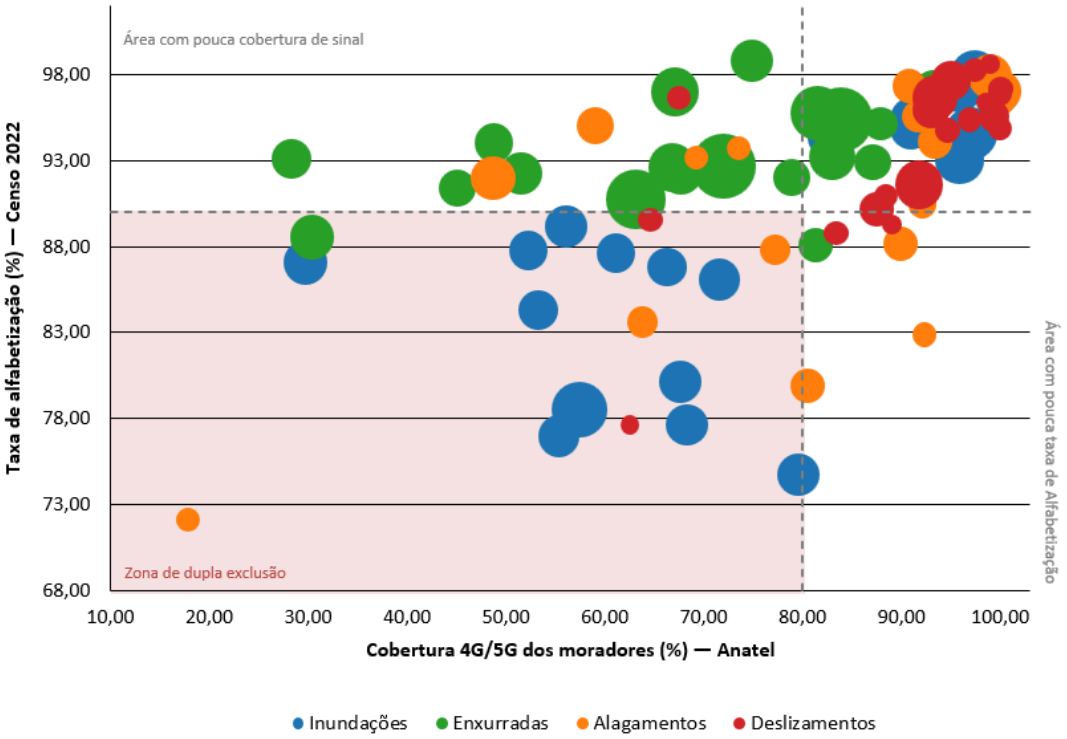


Figura 1. Cobertura 4G/5G × Alfabetização. 80 municípios (tamanho = frequência de desastres). Fonte: autoria própria.

Os dados indicam, portanto, que há uma falha na disseminação dos municípios onde há frequência de desastres: parcela expressiva dos moradores dessas áreas não dispõe de sinal 4G/5G para receber o DCA e, mesmo entre os que recebem a mensagem, parte relevante pode não compreendê-la de forma clara por limitação de alfabetização, uma vez que os canais disponíveis são textuais.

Há ainda um terceiro elo fragilizado: a capacidade de resposta e a confiança da população no canal. Em um episódio em junho de 2026, o Defesa Civil Alerta sofreu uma invasão cibernética e disparou uma notificação falsa na categoria "alerta extremo" (capaz de soar mesmo com o aparelho em modo silencioso). A mensagem possuía apenas a palavra "misantropia" (em algumas versões "misantropi4"), que alcançou diferentes regiões do país. A plataforma foi retirada do ar preventivamente, e apenas por volta de 1h30, horas após os primeiros disparos, e a Polícia Federal foi acionada (G1, 2026). Sem instruções na mensagem e sem treinamento prévio, grande parte da população não soube identificar que o alerta era falso nem como agir, gerando pânico. Episódios como esse enfraquecem a confiança e o senso de urgência associados ao canal, comprometendo a eficácia de alertas verdadeiros futuros. Em estudo, entrevistas com agentes de proteção e defesa civil de dez municípios brasileiros confirmam esse quadro: a comunicação de risco ainda é percebida como atividade meramente emergencial, sem protocolos específicos, segmentação de públicos ou capacitação formal das equipes (FONSECA; GARCIAS; PIMENTEL DA SILVA, 2024). Isso reforça a advertência de Marchezini e Londe (2018) de que sistemas de alerta centrados nas pessoas exigem participação, educação para riscos e simulações, e não apenas infraestrutura de disparo.

CONCLUSÕES

Os principais achados podem ser sintetizados nos seguintes destaques: (i) os canais de alerta de abrangência nacional disponíveis nos 80 municípios analisados são exclusivamente digitais e

textuais; canais não digitais, como sirenes, existem apenas como iniciativas municipais ou estaduais fragmentadas, sem registro nacional centralizado que permita verificá-los sistematicamente; (ii) 42,5% deles têm menos de 80% dos moradores cobertos por redes 4G/5G, requisito técnico do Defesa Civil Alerta; (iii) 22,5% acumulam baixa cobertura e alfabetização, configurando dupla exclusão digital concentrada na Amazônia Legal, mas presente também na Região Sul; e (iv) o alerta falso de junho de 2026 evidenciou a fragilidade do sistema, demonstrando a falta de confiança pública e a ausência de preparo da população para interpretar e reagir aos alertas.

Como limitações do estudo, a amostra restringe-se a municípios com reconhecimento federal no S2iD, o que subestima ocorrências não reconhecidas, e a cobertura da Anatel refere-se ao agregado municipal, não às áreas de risco específicas. Este artigo integra pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso, em desenvolvimento, sobre exclusão digital e social nos sistemas de alerta brasileiros. Como próximas etapas, propõem-se o estudo de alternativas de estruturas de sistemas de alerta precoce adequadas às necessidades e às capacidades de cada população, e implantação eficaz destas, dependente do fortalecimento dos vínculos entre poder público e comunidades em risco, sobretudo nas zonas de dupla exclusão identificadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANGRA DOS REIS. Prefeitura Municipal (2026). "Pontal receberá 'Defesa Civil nos Bairros'". Angra dos Reis, 30 jun. 2026. Disponível em: https://angra.rj.gov.br/noticias/30-06-2026/pontal-recebera-defesa-civil-nos-bairros. Acesso em: 3 jul. 2026.

ANATEL – AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (2026). Painel de Cobertura Móvel. Disponível em: https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/infraestrutura/cobertura-movel. Acesso em: 1 mai. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (s.d.). Defesa Civil Alerta. Governo Federal. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/defesa-civil-alerta. Acesso em: 20 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (s.d.). Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD). Disponível em: https://s2id.mi.gov.br/. Acesso em: 3 abr. 2026.

FONSECA, M. N. da; GARCIAS, C. M.; PIMENTEL DA SILVA, L. (2024). "Desafios e oportunidades na comunicação de risco de inundação nas cidades brasileiras". Anais do IV Encontro Nacional de Desastres. ABRHidro.

FONSECA, M. N.; SILVA, L. P. (2025). “Disaster warning messages: challenges and opportunities based on Brazil's experience”. Progress in Disaster Science, v. 26, 100440. DOI: 10.1016/j.pdisas.2025.100440.

G1 (2026). “Falso alerta da Defesa Civil: o que se sabe sobre mensagem enviada a celulares em várias cidades”. G1, 20 jun. 2026. Disponível em: https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2026/06/20/falso-alerta-da-defesa-civil-o-que-se-sabe-sobre-mensagem-enviada-a-celulares-em-varias-cidades.ghtml. Acesso em: 25 jun. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (s.d.). Censo Demográfico 2022: Universo – Alfabetização. SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2022/universo-alfabetizacao. Acesso em: 1 mai. 2026.

MARCHEZINI, V.; LONDE, L. R. (2018). "Sistemas de alerta centrados nas pessoas: desafios para os cidadãos, cientistas e gestores públicos". Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v.7, n. esp., p.525–558.

UNISDR – UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2006). Developing Early Warning Systems: a checklist. Third International Conference on Early Warning (EWC III). Bonn: UN/ISDR.

WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2022). Early Warnings for All: Executive Action Plan 2023–2027. Genebra: WMO.