

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA

MURILO NOLI DA FONSECA

**GESTÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO EM ÁREAS DE
VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: UMA ABORDAGEM GEOGRÁFICA
FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

CURITIBA
2025

MURILO NOLI DA FONSECA

**GESTÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO EM ÁREAS DE
VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: UMA ABORDAGEM GEOGRÁFICA
FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Documento de tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Escola de Belas Artes e da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito à obtenção do título de Doutor em Gestão Urbana.

Linha de pesquisa:
Gestão e Tecnologias Ambientais

Orientadora: Profa. Dra. Luciene Pimentel da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Mello Garcias

CURITIBA
2025

Dados da Catalogação na Publicação
 Pontifícia Universidade Católica do Paraná
 Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
 Biblioteca Central
 Luci Eduarda Wielganczuk – CRB 9/1118

F676g
 2025

Fonseca, Murilo Noli da
 Gestão e comunicação de risco de inundação em áreas de vulnerabilidade socioambiental : uma abordagem geográfica frente às mudanças climáticas / Murilo Noli da Fonseca ; orientadora: Luciene Pimentel da Silva ; coorientador: Carlos Mello Garcias. – 2025.
 318 f. ; il. : 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2025
 Bibliografia: f. 257-289

1. Planejamento urbano. 2. Catástrofes naturais. 3. Inundações. 4. Controle de inundações. 5. Vulnerabilidade a desastres. 6. Vulnerabilidade social. 7. Desenvolvimento sustentável. I. Silva, Luciene Pimentel da. II. Garcias, Carlos Mello. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. IV. Título.

CDD. 20. ed. – 711.4

Minhas primeiras viagens, ainda na infância, feitas por alguém que não pensava que um dia viesse a se tornar geógrafo, adquiriram, posteriormente, uma importância fundamental. Ao longo da vida, cada impressão que tive da paisagem, de clima ou de tempo, foi por mim interpretada geograficamente mais tarde, por mais recôndita que estivesse na memória. Aos poucos, atingi a noção da organização natural do espaço em face da (des)organização humana do território

Aziz Nacib Ab'Saber
O que é ser geógrafo (2007)

RESUMO

A frequência de eventos climáticos extremos tem aumentado, elevando o risco de desastres, sobretudo, de inundações. A redução dos riscos impostos passa pelo desenvolvimento de estratégias de comunicação e alerta de eventos adversos e desastres. Porém, vários eventos não são objeto de divulgação de alerta em tempo suficiente aos indivíduos expostos, o que gera deslocamento de pessoas, mortes e sofrimento, principalmente em áreas de vulnerabilidade socioambiental. Todavia, ainda são observadas lacunas em pesquisas que tratam da problemática considerando simultaneamente a comunicação e a percepção do risco em áreas de vulnerabilidade socioambiental. O objetivo desta tese foi avaliar o sistema de governança na comunicação do risco de inundações e propor um arranjo metodológico voltado às populações mais vulneráveis. As comunidades envolvidas foram Vila Torres, Boqueirão e Parolin, no município de Curitiba, capital do Paraná. A metodologia envolveu (1) uma revisão sistemática da literatura sobre percepção e comunicação de risco de inundações; (2) a avaliação do potencial de comunicação de risco em áreas de vulnerabilidade socioambiental; (3) o uso de mídias sociais na comunicação de risco; (4) a percepção de risco de pessoas que vivem em áreas de risco; (5) a integração da comunicação na gestão e planejamento por tomadores de decisão. Além disso, a pesquisa incluiu o (6) desenvolvimento de um sistema multicanal para comunicação de risco e disseminação de alertas para eventos adversos, com base em uma perspectiva de interação de risco/meio ambiente/sociedade, bem como um (7) modelo para construção de mensagens de alerta. A pesquisa consolidou suas descobertas em publicações científicas. Os resultados destacam avanços, desafios e lacunas na comunicação de risco de inundação. A revisão da literatura revelou uma desconexão entre mensagens emitidas por agências oficiais e a capacidade de populações vulneráveis de entendê-las. Também identificou fatores que influenciam a percepção de risco, como exposição ao risco, experiência anterior e confiança em instituições, ressaltando a necessidade de estratégias adaptadas às especificidades das comunidades. Ademais, a análise de sistemas de alerta baseados em geolocalização demonstrou seu potencial para entregar mensagens mais precisas e personalizadas, mas também identificou desafios relacionados à integração tecnológica e à inclusão de populações marginalizadas. Finalmente, o uso de mídias sociais foi avaliado como uma ferramenta eficaz para engajamento social, apesar de limitações, como exclusão digital e disseminação de desinformação. Essas descobertas reforçam a importância de abordagens multicanais, tecnológicas e participativas para a comunicação de risco. A etapa final da tese envolveu a modelagem de um sistema multicanal para comunicação de eventos adversos e desastres fundamentado em uma abordagem geográfica, enfatizando o desenvolvimento de uma matriz de risco e ambiente, a estruturação de uma árvore de decisão hierárquica e o alinhamento de escalas espaciais com a natureza dos riscos. O território foi colocado no centro do processo como um elemento-chave para orientar as estratégias de comunicação e disseminar alertas. Outro aspecto da proposta foi a participação pública na comunicação de risco, incorporando as necessidades e prioridades individuais, a influência do formato e conteúdo da mensagem e as preferências e limitações dos canais de transmissão. Essas considerações foram integradas ao novo arcabouço metodológico, visando aprimorar o sistema de governança para comunicação de risco de inundação e garantir maior eficiência e equidade na proteção das populações mais vulneráveis. A proposta final busca fortalecer a resiliência urbana e regional a eventos extremos alinhando tecnologia, territorialidade e participação social em um modelo inovador e inclusivo.

Palavras-chave: Gestão urbana. Sensibilização. Desastres. Resiliência. Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Extreme weather events have become more frequent, which raises the risk of disasters, particularly floods. Reducing such risks involves developing communication strategies and warning systems for adverse events and disasters. However, several events are not communicated with sufficient advance notice to individuals at risk, which leads to displacement, casualties, and suffering that could be avoided, especially in areas of socio-environmental vulnerability. Nevertheless, there are still research gaps regarding this issue, when it comes to simultaneously consider risk communication and risk perception in vulnerable areas. The objective of this thesis was to evaluate the governance system for flood risk communication and thus propose a methodological framework tailored to the most vulnerable populations. The communities involved were Vila Torres, Boqueirão, and Parolin, located in the city of Curitiba, the capital to the State of Paraná. The methodology included: (1) a systematic literature review on flood risk perception and risk communication; (2) an assessment of the potential of flood risk communication in areas of socio-environmental vulnerability; (3) the use of social media in risk communication; (4) the risk perception of people living in at-risk areas; (5) the integrated communication in decision-makers' management and planning. In addition, the research included: (6) the development of a multichannel system for risk communication and alert dissemination for adverse events, based on a risk/environment/society interaction perspective; and (7) a model for constructing alert messages. This research consolidated its findings in scientific publications. The results highlight progress, challenges, and gaps in flood risk communication. The literature review exposed a disconnect between messages issued by official agencies and the ability of vulnerable populations to understand them. It also identified factors that influence risk perception, such as risk exposure, previous experience, and trust in institutions, which emphasizes the need for strategies adapted to community-specific characteristics. Furthermore, the analysis of geolocation-based alert systems demonstrated their potential to deliver more precise and personalized messages, but it also identified challenges related to technological integration and the inclusion of marginalized populations. Finally, social media was evaluated as an effective tool for social engagement, despite limitations such as digital exclusion and the spread of misinformation. Such findings reinforce the importance of multichannel, technological, and participatory approaches to risk communication. The final stage of this thesis involved modeling a multichannel system for adverse events and disasters communication based on a geographic approach. It involved developing a risk and environment matrix, constructing a hierarchical decision tree, and aligning spatial scales with the nature of risks. The territory was placed at the center of the process as a key element to guide communication strategies and disseminate alerts. Another central aspect of the proposal was public participation in risk communication, by incorporating individual needs and priorities, the influence of message format and content, and the preferences and limitations of the transmission channels. Such considerations were integrated into the new methodological framework towards improving the governance system for flood risk communication and ensuring more efficient and equal protection to the most vulnerable populations. The final proposal seeks to strengthen urban and regional resilience to extreme events by aligning technology, territoriality, and social participation in an innovative and inclusive model.

Keywords: Urban management. Awareness. Disasters. Resilience. Sustainable development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posição da comunicação de risco na gestão de risco	46
Figura 2 - Processo de envolvimento público como um continuum de comunicação.....	49
Figura 3 - Mapa de localização do município de Curitiba (Paraná, Brasil).....	61
Figura 4 - Mapa de localização da Vila Torre	64
Figura 5 - Mapa de localização da Vila Parolin	65
Figura 6 - Mapa de localização do Boqueirão	66
Figura 7 - Protocolo de busca da análise bibliométrica nas bases Scopus e WoS.....	86
Figura 8 - Número de publicações sobre a “percepção de risco de inundação”.....	87
Figura 9 - Periódicos com o maior número de publicações entre 2011 e 2020.....	88
Figura 10 - Total de artigos por país de origem dos autores entre 2011 e 2020.....	89
Figura 11 - Redes de coautoria.....	91
Figura 12 - Redes de colaboração entre países	92
Figura 13 - Redes de colaboração entre instituições	93
Figura 14 - Diagrama de palavras-chave	94
Figura 15 - Protocolo de busca da análise bibliométrica nas bases Scopus e WoS	99
Figura 16 - Número de publicações sobre a “comunicação de risco de inundação”	100
Figura 17 - Autores com o maior número de publicações entre 2011 e 2020	101
Figura 18 - Total de artigos por país de origem dos autores entre 2011 e 2020.....	102
Figura 19 - Redes de colaboração entre países	103
Figura 20 - Diagrama de palavras-chave	104
Figura 21 - Tendência de palavras-chave.....	105
Figura 22 - Distribuição espacial dos celulares castrados para receber alerta via SMS.....	110
Figura 23 - Detecção de diferenças espaciais no cadastro de celulares.....	110
Figura 24 - Densidade de pessoas cadastradas para receber alerta de desastre	111
Figura 25 - Matriz de correlação das variáveis socioeconômicas e ambientais	113
Figura 26: Dendrograma das variáveis socioeconômicas e número de celulares	114
Figura 27 - Agrupamento multivariado.....	115
Figura 28 - Problemática do alerta baseado no CEP em áreas de vulnerabilidade.....	118
Figura 29 - Índice local de Moran e Hotspot do Potencial de Alerta no Estado do Paraná	121
Figura 30 - Evolução mensal das publicações conforme a fase prevista no Marco de Sendai	123
Figura 31 - Evolução mensal das publicações conforme a fase prevista no Marco de Sendai	124
Figura 32 - Representatividade dos tipos de mídia nas categorias da Prefeitura	124
Figura 33 - Representatividade dos tipos de mídia nas categorias da Compdec	125
Figura 34 - Índices de engajamento das postagens por categoria e subcategoria - Prefeitura	128
Figura 35 - Índices de engajamento das postagens da Compdec por Categoria e subcategoria	129
Figura 36 - Métricas sociais utilizadas na análise - cota de inundação.....	164
Figura 37 - Métricas sociais utilizadas na análise - risco de inundação (TR-50 anos).....	165
Figura 38 - Métricas sociais utilizadas na análise - risco de inundação decorrente das mudanças climáticas (2050).....	166
Figura 39 - Percentual de setores censitários em áreas de risco de inundação	167
Figura 40 - Áreas de risco de inundação (2050) e setores censitários	168
Figura 41 - Cota de inundação e setores censitários	169

Figura 42 - TR-50 anos e setores censitários.....	170
Figura 43 - Meios de comunicação adaptados às características da área TR-50 anos.....	171
Figura 44 - Meios de comunicação adaptados às características da área "Cota"	172
Figura 45 - Meios de comunicação adaptados às características da área de risco decorrente da mudança climática	173
Figura 46 - Métricas territoriais, sociais e morfológicas utilizadas na análise - Vila Torres	175
Figura 47 - Métricas territoriais, sociais e morfológicas utilizadas na análise – Boqueirão	176
Figura 48 - Métricas territoriais, sociais e morfológicas utilizadas na análise - Vila Parolin	177
Figura 49 - Boqueirão e setores censitários	178
Figura 50 - Vila Torres e setores censitários	179
Figura 51 - Vila Parolin e setores censitários	180
Figura 52 - Meios de comunicação adaptados às características da Vila Parolin.....	182
Figura 53 - Meios de comunicação adaptados às características da Vila Torres.....	183
Figura 54 - Meios de comunicação adaptados às características do Boqueirão.....	184

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos procedimentos metodológicos	32
Quadro 2 - Variáveis utilizadas para caracterizar a vulnerabilidade socioambiental	69
Quadro 3 - Categorias de análise.....	73
Quadro 4 - Categorias de análise.....	82
Quadro 5 - Estatísticas básicas das variáveis numéricas	112
Quadro 6 - Análise fatorial	113
Quadro 7 - 10 maiores assentamentos em 2019 em relação ao número de celulares cadastrados ativos até julho de 2022 e os riscos socioambientais atuais e futuros	116
Quadro 8 - Assentamentos informais em Curitiba em 2019 com limitações parciais ou total do número de CEPs e o número de celulares cadastrados ativos.....	119
Quadro 9 - Índices de engajamento das postagens conforme tipo de mídia	126
Quadro 10 - Índices de engajamento das postagens conforme a fase do Marco de Sendai	127
Quadro 11 - Síntese das variáveis sociodemográficas.....	130
Quadro 12 - Síntese da análise documental.....	137
Quadro 13 - Percentual de mensagens com os elementos necessários para a eficácia do alerta	151
Quadro 14 - Primeira classificação: meios de comunicação adaptados ao território conforme a densidade demográfica e população	155
Quadro 15 - Métricas utilizadas para avaliar a adaptação de um meio de comunicação a um território.....	159
Quadro 16 - Síntese das características sociais e territoriais das manchas de inundação	164
Quadro 17 - Síntese das características sociais e territoriais das áreas analisadas	174
Quadro 18 - Meios de comunicação adaptados às características das áreas analisadas.....	181
Quadro 19 - Meios de comunicação recomendados e não recomendados	187
Quadro 20 - Método recomendado (verde), adequado (laranja) e não adequado (vermelho)..	191
Quadro 21 - Modelo de construção de mensagens de alerta	196

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Métricas do Facebook para envolvimento das partes interessadas.....	74
Tabela 2 - Categorias sociodemográficas	78
Tabela 3 - Indicadores de percepção e comunicação de risco de inundação	78
Tabela 4 - Periódicos com o maior número de publicações	87
Tabela 5 - Instituições com o maior número de publicações	90
Tabela 6 - Periódicos com o maior número de publicações	100
Tabela 7 - Síntese dos resultados das variáveis de percepção de risco.....	132
Tabela 8 - Síntese dos resultados das variáveis de comunicação de risco	133
Tabela 9 - Síntese dos resultados das preferências de meios de comunicação.....	133
Tabela 10 - Relações entre a comunicação e percepção de risco nas comunidades	134
Tabela 11 - Relação entre as variáveis sociodemográficas e a preferência de comunicação..	135
Tabela 12 - Métricas territoriais, sociais e morfológicas utilizadas na análise	154
Tabela 13 - Classificação das áreas de risco	155

LISTA DE ACRÔNIMOS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
API	Application Programming Interface
APP	Área de Preservação Permanente
BRT	Bus Rapid Transit
CADLOG	Sistema de Cadastro de Logradouros
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CEP	Código de Endereçamento Postal
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CIC	Cidade Industrial de Curitiba
COMPDEC	Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
COVID-19	Coronavirus disease 2019
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
GAR	Global Assessment Report
GCA	Grupo Carteiro Amigo
GPS	Global Positioning System
LAI	Lei de Acesso à Informação
NAPI	Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização Não-Governamental
PLANCLIMA	Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de Curitiba
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
RRD	Redução de risco de desastre
SARS-COV-2	Coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

SMS	Short Message Service
TIC	Tecnologia da Informação e da Comunicação
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNDRR	Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres
VGI	Informações Geográficas Voluntárias

SUMÁRIO

PARTE 1 – TRAJETÓRIA, TEMA E DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

CAPÍTULO 1 - COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO: CONSTATAÇÕES, LIMITES E OPORTUNIDADES	19
1.1 TRAJETÓRIA PESSOAL	19
1.2 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	20
1.3 PROBLEMÁTICA	23
1.4. JUSTIFICATIVA.....	25
1.5 HIPÓTESE	27
1.6 OBJETIVOS.....	27
1.6.1 GERAL.....	27
1.6.2 ESPECÍFICOS.....	28
1.7 ORIGINALIDADE.....	28
1.8 ESTRUTURA DA TESE.....	28

PARTE 2 - RISCOS CLIMÁTICOS E GESTÃO DE DESASTRES EM ÁREAS URBANAS

CAPÍTULO 2: MUDANÇAS CLIMÁTICAS, RISCOS, VULNERABILIDADES E DESASTRES NOS AMBIENTES URBANOS	34
2.1 EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES.....	35
2.1.1 PERIGO, RISCO, VULNERABILIDADES E RESILIÊNCIA.....	36
2.1.2 INUNDAÇÕES, ENCHENTES, ENXURRADAS E ALAGAMENTOS.....	39
2.2 GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO	39
2.2.1 DA GESTÃO DE DESASTRE À GESTÃO DE RISCO INTEGRADA.....	40
2.2.2 MACROPROCESSOS DA GESTÃO DE RISCO.....	41
CAPÍTULO 3: COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO	44
3.1 PERCEPÇÃO DE RISCO	44
3.2 COMUNICAÇÃO DE RISCO	45
3.2.1 PROCESSOS UNIDIRECIONAIS, BIDIRECIONAIS E TRIDIRECIONAIS	48
3.2.2 ELEMENTOS DA COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO.....	50

3.2.2.1 ATORES – COMUNICADOR E DESTINATÁRIO	50
3.2.2.2 OBJETIVOS E FUNÇÕES	51
3.2.2.3 CONTEÚDO DA MENSAGEM	52
3.2.3 MODOS, CANAIS E FERRAMENTAS	54
3.2.4 O USO DE TECNOLOGIAS NA COMUNICAÇÃO DOS RISCOS	55
3.2.4.1 MÍDIAS SOCIAIS	56
3.2.4.2 CELL BROADCAST	58
3.2.4.3 SMS BASEADO NA LOCALIZAÇÃO	59

PARTE 3 - ABORDAGENS METODOLÓGICAS PARA ANÁLISE DE PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

CAPÍTULO 4: DELIMITAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	60
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	60
4.1.1 PROBLEMÁTICAS SOCIOAMBIENTAIS EM CURITIBA.....	61
4.1.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM	62
4.1.2.1 VILA TORRES	63
4.1.2.2 VILA PAROLIN	64
4.1.2.3 BOQUEIRÃO	65
CAPÍTULO 5: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	66
5.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E REVISÃO SISTEMÁTICA	67
5.1.1 BASES CONSULTADAS	67
5.1.2 CRITÉRIO DE INCLUSÃO	67
5.1.3 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	68
5.2 COMUNICAÇÃO DE RISCO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE	68
5.2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS VULNERABILIDADES.....	68
5.2.2 ESTATÍSTICA BÁSICA E ANÁLISE MULTIVARIADA.....	70
5.2.3 AUTOCORRELAÇÕES ESPACIAIS.....	70
5.2.4 LOCALIZAÇÃO DOS CELULARES CADASTRADOS.....	70
5.2.5 CELULARES E GRUPOS VULNERÁVEIS.....	71
5.3 POTENCIAL DE ALERTA BASEADO NA LOCALIZAÇÃO EM TEMPO REAL	71
5.4 POTENCIAL DA COMUNICAÇÃO DE RISCO POR MÍDIAS SOCIAIS.....	72

5.4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PÁGINAS DO FACEBOOK	72
5.4.2 COLETA E CARACTERIZAÇÃO DAS POSTAGENS.....	73
5.4.2.1 CODIFICAÇÃO DOS DADOS E MÍDIAS UTILIZADAS	73
5.4.3 ENGAJAMENTO DOS USUÁRIOS	74
5.5 PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO	75
5.5.1 ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO	75
5.5.1.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI	75
5.5.2 CARACTERIZAÇÃO DO QUESTIONÁRIOS	77
5.5.2.1 ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS.....	79
5.5.2.2 AMOSTRA DOS ENTREVISTADOS	79
5.6 PERCEPÇÃO DE RISCO DE GESTORES DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL	80
5.6.1 ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS E ANÁLISE DOCUMENTAL.....	80
5.7 MENSAGENS DE ALERTA.....	81
5.7.1 SISTEMA DE MONITORAMENTO E ALERTA DE DESASTRES NO BRASIL	81
5.7.2 AMOSTRA DAS MENSAGENS.....	82
5.7.3 CODIFICAÇÃO DAS MENSAGENS.....	82
5.7.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	83

PARTE 4 - PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCO: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS E REFLEXÕES TEÓRICAS

CAPÍTULO 6: RESULTADOS	84
6.1 TENDÊNCIAS DA PESQUISA DE PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO	85
6.1.1 DISTRIBUIÇÃO E EVOLUÇÃO TEMPORAL DE ARTIGOS	86
6.1.2 PRINCIPAIS AUTORES NO TEMA	89
6.1.3 PAÍSES E INSTITUIÇÕES	89
6.1.4 IMPACTO ACADÊMICO E ANÁLISE DE CITAÇÕES	90
6.1.5 MAPEAMENTO DAS REDES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA	90
6.1.6 PALAVRAS-CHAVE MAIS FREQUENTES	94
6.1.7 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E MÉTODOS UTILIZADOS NAS PESQUISAS	95
6.1.8 DETERMINANTES DO GRAU DE PERCEPÇÃO DE RISCO	95
6.2 COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO: UMA DÉCADA DE DEBATES	98

6.2.1 EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS PUBLICAÇÕES.....	99
6.2.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E INSTITUCIONAL DA PESQUISA	101
6.2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS ARTIGOS.....	102
6.2.5 REDES DE COLABORAÇÃO	103
6.2.6 MÉTODOS DE PESQUISA	105
6.2.7 ELEMENTOS PARA AVALIAR A EFICÁCIA DA COMUNICAÇÃO DE RISCO.....	106
6.2.8 TEORIAS E ACHADOS EMPÍRICOS.....	106
6.3 POTENCIAL OFERECIDO PELO SISTEMA DE ALERTA DE DESASTRES BASEADO NO CÓDIGO DE ENDEREÇAMENTO POSTAL	108
6.3.1 PANORAMA DOS CELULARES CADASTRADOS.....	109
6.3.2 ANÁLISE MULTIVARIADA	112
6.3.3 ESTATÍSTICA ESPACIAL	114
6.3.4 PANORAMA DOS CELULARES CADASTRADOS EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL	115
6.3.5 IMPACTOS DA (IN)FORMALIDADE NO CADASTRO DE CELULARES.....	117
6.4 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DESEMPENHO ESPACIAL DE ALERTA DE DESASTRE BASEADO NA LOCALIZAÇÃO DO INDIVÍDUO	120
6.5 POTENCIAL OFERECIDO PELAS MÍDIAS SOCIAIS DO GOVERNO LOCAL E O ENGAJAMENTO DOS CIDADÃOS NAS PUBLICAÇÕES	122
6.5.1 CODIFICAÇÃO DAS POSTAGENS POR TIPO DE CONTEÚDO E MÍDIAS	122
6.5.2 ENGAJAMENTO DOS USUÁRIOS NAS PUBLICAÇÕES.....	126
6.6 PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL	130
6.6.1 PERCEPÇÃO DE RISCO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL	131
6.6.2 MODOS DE COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO	132
6.6.3 MEIOS DE COMUNICAÇÃO PREFERIDOS.....	133
6.6.4 RELAÇÕES ENTRE A COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO.....	134
6.6.5 RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS SOCIODEMOGRÁFICAS E OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO PREFERIDOS	135
6.6.6 DETERMINANTES DA COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO	136
6.7 PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO GOVERNAMENTAL DE RISCO DE INUNDAÇÃO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL.....	137
6.7.1 PAPEL DA COMUNICAÇÃO NA PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	138
6.7.2 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO DE RISCO.....	139

6.7.3 MODOS DE COMPARTILHAMENTO DAS INFORMAÇÕES	141
6.7.4 SEGMENTAÇÃO GEOGRÁFICA E SOCIAL	143
6.7.5 ENTENDIMENTO DA MENSAGEM EMITIDA E RECEBIDA	144
6.7.6 MECANISMOS DE AVALIAÇÃO DA COMUNICAÇÃO DE RISCO	146
6.7.7 DESAFIOS DA GESTÃO LOCAL	147
6.7.7.1 ASPECTOS INSTITUCIONAIS NA GESTÃO DE RISCOS	147
6.7.7.2 QUESTÕES SOCIAIS E SUAS IMPLICAÇÕES	148
6.8 ANÁLISE DAS MENSAGENS DE ALERTA.....	148
6.8.1 ESTRUTURA E CONTEÚDO DAS MENSAGENS ENVIADAS	149
6.8.2 CLASSIFICAÇÃO E TIPOLOGIAS.....	151
6.9 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O SISTEMA DE GOVERNANÇA DA COMUNICAÇÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÃO	152
6.9.1 AVALIAÇÃO DOS MEIOS DE COMUNICAÇÃO ANALISADOS	152
6.9.2 DEFINIÇÃO DA ZONA DE ALERTA.....	153
6.9.3 ESTABELECIMENTO DE MÉTRICAS DE ANÁLISE.....	153
6.9.4 CRITÉRIOS PARA ADEQUAÇÃO DOS MEIOS DE COMUNICAÇÃO	158
6.9.5 PRINCIPAIS DESCOBERTAS	163
6.9.5.1 ANÁLISE INICIAL APLICADA AO MUNICÍPIO	163
6.9.5.2 NÍVEL DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO	163
6.9.5.2.1 ARTICULAÇÃO COM OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO	170
6.9.5.3 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE VULNERABILIDADE	174
6.9.5.3.1 MEIOS DE COMUNICAÇÃO ADAPTADOS ÀS ÁREAS DE RISCO	180
6.9.6 LIÇÕES APRENDIDAS COM EVENTOS PASSADOS	185
6.9.7 INTRODUÇÃO DE HIERARQUIAS ENTRE OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO.....	186
6.9.8 ESTRUTURA DE APOIO PARA DISCUSSÕES ESTRATÉGICAS.....	187
6.9.9 DEFINIÇÃO DE MEIOS DE COMUNICAÇÃO IDEAIS PARA CADA ÁREA..	189
6.9.9.1 PROPOSTAS DE REGRAS PARA PRIORIZAÇÃO DE RECURSOS	189
6.9.9.2 APLICAÇÃO PRÁTICA DAS REGRAS EM ÁREAS DE RISCO.....	191
6.9.10 DIRETRIZES PARA UMA POLÍTICA JUSTA DE MEIOS DE COMUNICAÇÃO.....	192
6.9.11 APRIMORAMENTOS NO SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO ESPACIAL.....	194
6.10 PROPOSTA PARA A CONSTRUÇÃO DE MENSAGENS DE ALERTA	195
6.10.1 ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS	195

6.10.2 MODELO PROPOSTO PARA MENSAGENS DE ALERTA EFICAZES	195
CAPÍTULO 7: DISCUSSÃO	197
7.1 DINÂMICAS DA PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCOS.....	198
7.1.1 FATORES DETERMINANTES DA PERCEPÇÃO DE RISCO	199
7.1.1.1 ABORDAGENS TEÓRICAS E METODOLÓGICAS.....	201
7.1.2 DETERMINANTES DA EFICÁCIA NA COMUNICAÇÃO DE RISCO.....	201
7.2 PERCEPÇÕES E PRÁTICAS: A COMUNICAÇÃO DE RISCOS ENTRE COMUNIDADES VULNERÁVEIS E GESTORES LOCAIS	203
7.2.1 A PERCEPÇÃO DE RISCOS EM COMUNIDADES VULNERÁVEIS.....	204
7.2.2 COMUNICAÇÃO DE RISCOS NO PLANEJAMENTO E GESTÃO LOCAL ...	207
7.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO FERRAMENTAS NA GESTÃO DE RISCOS	212
7.3.1 USO DE MÍDIAS SOCIAIS EM CENÁRIOS DE RISCOS E DESASTRES	213
7.3.1.1 ENGAJAMENTO E FLUXO DE INFORMAÇÕES NAS MÍDIAS SOCIAIS	214
7.3.2 TECNOLOGIAS DE GEOLOCALIZAÇÃO NA COMUNICAÇÃO DE RISCOS	217
7.3.3 DESAFIOS E LIMITAÇÕES NA COMUNICAÇÃO DIGITAL DE RISCOS.....	219
7.3.3.1 IMPACTOS DAS VULNERABILIDADES ESTRUTURAIS	219
7.3.3.2 RISCOS ASSOCIADOS A ATAQUES CIBERNÉTICOS.....	220
7.3.3.3 OS PERIGOS DE UM MUNDO HIPERCONECTADO	220
7.3.3.4 BARREIRAS À UNIVERSALIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES DIGITAIS	221
7.3.3.5 INVISIBILIDADE DE POPULAÇÕES URBANAS NO CONTEXTO DE RISCO	222
7.3.3.6 OBSTÁCULOS NA GOVERNANÇA E GESTÃO DE DESASTRES	224
7.4 RUMO À MODELAGEM DE UM SISTEMA MULTICANAL	224
7.4.1 ABORDAGEM GEOGRÁFICA NO PLANEJAMENTO DE SISTEMA MULTICANAL	226
7.4.1.1 DESENVOLVIMENTO DE UMA MATRIZ DE RISCO E MEIO	226
7.4.1.2. ESTRUTURAÇÃO DE UMA ÁRVORE DE DECISÃO HIERÁRQUICA....	229
7.4.1.3 ESCALAS ESPACIAIS NA DISSEMINAÇÃO DE ALERTAS	231
7.4.1.4 ADEQUAÇÃO DA ESCALA À NATUREZA DOS RISCOS.....	231
7.4.1.5 TERRITÓRIO NO CENTRO DO PROCESSO.....	242
7.4.2 PARTICIPAÇÃO DO PÚBLICO NA COMUNICAÇÃO DE RISCOS	245

7.4.2.1 CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES E PRIORIDADES INDIVIDUAIS	247
7.4.2.2. INFLUÊNCIA DO FORMATO E CONTEÚDO DOS ALERTAS	247
7.4.2.3 PREFERÊNCIAS E LIMITAÇÕES DOS CANAIS DE TRANSMISSÃO.....	252
8. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	254
REFERÊNCIAS	259
APÊNDICES	0
ANEXOS	22

CAPÍTULO 1 - COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO: CONSTATAÇÕES, LIMITES E OPORTUNIDADES

Este capítulo introdutório tem como objetivo apresentar os fundamentos da pesquisa, situando o leitor em relação à motivação, ao contexto e aos caminhos teóricos e empíricos percorridos ao longo da tese. Inicia-se com uma breve trajetória pessoal, evidenciando as experiências que despertaram o interesse pelo tema. Em seguida, delinea-se a comunicação e a percepção de risco de inundação como objeto de estudo, destacando lacunas, desafios e oportunidades identificadas na literatura e na prática. A partir dessa apresentação, formulam-se a problemática, a justificativa, a hipótese e os objetivos que nortearam a pesquisa. Por fim, expõe-se a estrutura da tese, indicando a organização dos capítulos e a lógica adotada para o desenvolvimento do trabalho.

1.1 TRAJETÓRIA PESSOAL

Ao longo da jornada acadêmica, pude trilhar um caminho sólido e multifacetado, destacando-me como um profissional versátil e comprometido com os estudos em Geografia e suas interseções com questões ambientais, planejamento urbano e regional e de gestão urbana. A minha formação superior teve início na Universidade Federal do Paraná (UFPR), onde obtive o título de Bacharel em Geografia. Durante a própria graduação, pude fazer a mobilidade acadêmica internacional na Universidade do Porto, em Portugal, onde tive a orientação da professora Doutora Ana Maria Monteiro no tema de "Gestão e percepção de risco de desastre" durante 1 ano letivo (2015/2016). A busca pelo aprimoramento me levou a uma especialização em "Gestão Ambiental de Empresas" pelo Instituto Souza, ampliando o espectro de conhecimento e me habilitando para lidar com desafios relacionados à preservação ambiental no âmbito empresarial.

Atualmente, encontro-me dedicado a uma trajetória de pós-graduação, já trilhei o caminho do mestrado e agora estou empenhado no doutorado em Gestão Urbana. Ambos na Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). A atuação concentra-se em áreas específicas, como Epistemologia da Geografia, Climatologia Geográfica, Cartografia Histórica com foco em toponímias, Ciências Ambientais com ênfase na Gestão de Riscos e Desastres, bem como na Comunicação de Risco, além de

Planejamento Urbano e Regional e Gestão Urbana. O meu comprometimento com a pesquisa e a academia é evidenciado pela participação ativa no Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres do Paraná (CEPED/PR) entre 2017 e 2019. Além disso, o envolvimento em projetos de pesquisa, como o “Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação” (NAPI) - Emergência Climática, que tem apoio financeiro e a bolsa de doutorado da Fundação Araucária; e a Rede de Pesquisa Íbero Americana de “Abordagens e Planos Inclusivos para Ação Climática em Planejamento Local Equitativo”, destaca-se a influência na vanguarda das discussões sobre mudanças climáticas, gestão, percepção e comunicação de riscos, além da articulação entre planejamento urbano e meio ambiente.

A dedicação acadêmica, desde a graduação, é corroborada por uma produção científica, com a publicação de mais de 40 artigos em periódicos nacionais e internacionais de impacto. Essas contribuições representam não apenas um acúmulo de conhecimento, mas também a disseminação ativa de ideias e descobertas relevantes para a comunidade científica e a sociedade. A minha trajetória é marcada pela busca incansável pelo conhecimento, pelo comprometimento com a pesquisa de ponta e pela aplicação prática de descobertas para lidar com desafios contemporâneos relacionados ao meio ambiente, gestão urbana e riscos ambientais. A presença ativa em projetos de relevância internacional atesta uma posição como um acadêmico comprometido com a construção de soluções para um futuro mais sustentável e resiliente das cidades.

1.2 APRESENTAÇÃO DO TEMA

O processo de comunicação de risco de desastres é, normalmente, uma competência soberana – as agências do Estado controlam, administram e executam a comunicação até a população, e são os únicos que têm o direito legal. Mas, o modo como é realizado e os meios adotados apresentam várias limitações para a efetiva redução do risco de desastre (RRD). Os meios de comunicação são variados: tradicionais ou digitais, sonoros ou visuais; variedade de escalas de divulgação e do público-alvo. Essa multiplicidade gera confusão na escolha dos meios a serem acionados pela gestão local e resulta em situações desiguais entre locais. Essa situação estende-se aos cidadãos, os quais buscam identificar os meios disponíveis no território.

No planejamento urbano, há uma diluição da comunicação de risco à medida que se dá o desenvolvimento (Dournel; Gralepois; Douvinet, 2015). A construção do distrito de Grouchy, em Saint-Etienne (França), entre 1990 e 2013, é um exemplo disso. Na sua implementação, não foi considerado o risco de inundação e nenhuma ação foi adotada para comunicá-lo, tampouco a existência de elementos no espaço. Na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Canadá, a falta de comunicação gerou um aumento da vulnerabilidade local (Stewart; Rashid, 2011). Em Palu, Indonésia, a falta de comunicação contribuiu para o desastre em 2018 (Selamet, 2019). Na Europa, há baixos níveis de preparação e penetração da informação, seguidos por desconfiança nas instituições (O'Sullivan *et al.*, 2012). No Reino Unido, o modelo de comunicação continha informações que não atendia às necessidades dos usuários (Bubeck; Botzen; Aerts, 2012), devido à centralização da produção de informações de risco. Na Ásia, os esforços para fornecer informações sobre os riscos não eram compatíveis com os níveis de preparação da sociedade (Chan; Man; Lam, 2019). No litoral do Paraná, região sul do Brasil, o desastre ocorrido em 2011 foi agravado por problemas de comunicação, ausência de sistemas de alerta e despreparo da comunidade e das gestões locais (Pinheiro; Pedroso, 2016). Na França, após o ciclone Xynthia, em 2010, os gestores de La Faute-sur-Mer foram condenados à prisão por não informar à população sobre os riscos, por não preparar a resposta e por ignorar os riscos para favorecer interesses econômicos (Monde, 2018).

Outro aspecto envolvendo a comunicação de risco de inundação diz respeito às limitações dos meios tradicionais. A evolução do processo de urbanização e metropolização do espaço, o aumento da mobilidade dos indivíduos e as mudanças constantes nos métodos de comunicação tornaram, em particular, os meios tradicionais obsoletos. Os dispositivos móveis, como meio de comunicação, têm sido cada vez mais utilizados pelos gestores locais. Na Europa, a Diretiva 1972/2018 do Parlamento Europeu, que estabelece o Código Europeu de Comunicações Eletrônicas, obriga os países membros da União Europeia a adotarem um sistema de alerta baseado na localização do indivíduo. Internacionalmente, alguns estudos avaliaram o potencial de eficácia desse meio (Gonzales *et al.*, 2016; Parker; Jackson, 2015).

No entanto, mesmo com os avanços que aconteceram nas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) e nas previsões e no tempo de emissão de avisos

meteorológicos e alertas, há barreiras que impedem as pessoas de tomarem ações de proteção. A disponibilidade, o acesso e a apropriação da informação local e o envolvimento limitado das pessoas são barreiras iniciais, e transmitir a mensagem às pessoas na iminência do fenômeno pode ser desafiador quando a infraestrutura pode ser atingida (Hogan Carr *et al.*, 2016). A legitimidade de um processo de comunicação que apenas transmite a informação, de forma unidirecional, sem que haja o envolvimento direto dos outros atores também é posta em xeque (Höppner *et al.*, 2012). Além disso, a comunicação dos riscos permanece frequentemente como um nó no final do processo, em vez de ser encadeada ao longo de todo o processo (Fakhruddin *et al.*, 2020).

Portanto, a abordagem social de um sistema de comunicação e alerta de risco de inundação é estudada a partir da avaliação da percepção de risco e de comunicação dos indivíduos e a forma como eles interagem com os diversos meios (Bean *et al.*, 2015; Wood; Miller, 2020). Nem todas essas pesquisas científicas buscaram identificar os fatores sociais e/ou espaciais que exercem influência na aceitação ou não desses meios de comunicação. Poucos estudos oferecem uma visão global dessas soluções em diferentes escalas espaciais, combinando aspectos técnicos, sociais e organizacionais inerentes ao uso desses meios. Ainda, a análise geográfica dos meios comumente utilizados não é considerada. Logo, entende-se que dois aspectos merecem atenção:

- Integração em um contexto territorial: como os meios de comunicação e de alerta se inserem em um território e em seus aspectos técnicos (tecnologias usadas no cotidiano e na iminência de um evento adverso), organizacional (governança, comunicação e tomada de decisão), humanos (cultura, estilos de vida, por exemplo) e ambientais (riscos, morfologia urbana)?
- Consequências socioespaciais: como os meios de comunicação e os sistemas de alerta baseados na localização modificam a espacialidade da mensagem (escalas, organizações, homogeneidade no nível de comunicação nos territórios e práticas)? As diferenças espaciais (em desempenho, percepção/aceitabilidade) são perceptíveis dentro e entre territórios? Se a comunicação não é espacialmente homogênea, quais são as características que podem afetar a eficácia dos meios?

Portanto, a avaliação da percepção e de comunicação de risco de inundação em áreas de vulnerabilidade socioambiental deve ser feita através de uma abordagem global e geográfica. Global, no sentido de que a evolução dos métodos de comunicação e alerta possuem impactos que deverão ser identificados e avaliados, nos aspectos organizacionais, sociais e espaciais. Geográfico, no sentido de que a comunicação se estrutura sobre um território e gera processos espaciais que devem ser identificados e avaliados, sobretudo as desigualdades dos meios adotados.

1.3 PROBLEMÁTICA

Os eventos climáticos extremos estão provocando diversos impactos no território (Gourevitch *et al.*, 2023; Nohrstedt *et al.*, 2021). Nos últimos 50 anos, particularmente, tais eventos resultaram na perda de 3,7 milhões de vidas e causaram 3,6 bilhões de dólares de danos (Birkmann *et al.*, 2022), sobretudo em países em desenvolvimento (Birkmann *et al.*, 2022; Tellman *et al.*, 2021). Pessoas que residem nestes países têm 12 vezes mais probabilidades de serem afetados por desastres do que as que residentes em países desenvolvidos (Brown *et al.*, 2018). A mortalidade é 15 vezes maior em países vulneráveis do que naqueles com vulnerabilidade baixa (Pörtner *et al.*, 2022; Silva; Kawasaki, 2020). Em outras palavras, os desastres não têm origem apenas em fenômenos climáticos, mas são socialmente construídos e vivenciados de forma distinta por indivíduos, que geram múltiplas interpretações. Os eventos climáticos e seus efeitos são agravados pelas mudanças climáticas (Padulano *et al.*, 2021), os quais potencializam a intensidade, duração e a probabilidade da ocorrência de desastres.

Nesse contexto, as inundações emergem como o fenômeno natural mais frequente no mundo. Os danos provocados por esses eventos são potencializados pela expansão desordenada da ocupação urbana, do desenvolvimento de infraestruturas e atividades econômicas nas planícies aluviais (Callaghan *et al.*, 2021; Tedesco; McAlpine; Porter, 2020), sobretudo na América do Sul, África e Ásia (Dottori *et al.*, 2018). No Brasil, país mais populoso da América Latina, foram registrados 243 desastres entre 2000 e 2024 (60% gerados por eventos naturais e 40% tecnológicos). Esses eventos afetaram 56 milhões de pessoas no país, das quais 55,3 milhões ficaram feridas e 7.257 morreram (CRED; UCLouvain, 2025). Além disso, cerca de 8,3 milhões de pessoas e 2,4 milhões

de domicílios estão expostos aos riscos de desastres, dos quais 17,8% são crianças e idosos (IBGE, 2019). Ou seja, para cada 100 habitantes no Brasil, 9 vivem em áreas de risco de desastres (dos Santos Alvalá *et al.*, 2019; Saito *et al.*, 2023).

Esses eventos têm sido desproporcionalmente altos sobre os grupos vulneráveis, que, comumente, residem em assentamentos informais e testemunham privações de necessidades humanas (Sandoval; Hoberman; Jerath, 2019; Sandoval; Sarmiento, 2020). Atualmente, aproximadamente 1 bilhão de pessoas vivem em assentamentos informais no planeta (Satterthwaite *et al.*, 2020). Essas áreas, ainda que façam parte da morfologia das cidades, apresentam diversas lacunas na equidade de acesso a serviços (saúde, educação, transporte, segurança) e infraestrutura urbana (saneamento básico, regularização fundiária). No Brasil, cerca de 17,1 milhões de pessoas residem em 13.151 assentamentos informais (IBGE, 2020). O maior assentamento, em termos de domicílios, está localizado no Distrito Federal, denominado “Sol Nascente”, com 32.081 domicílios.

A redução dos impactos dos eventos adversos também se torna possível com a adoção de estratégias de comunicação de risco. No Brasil, a comunicação de risco é uma competência exclusiva do município (Brasil, 2012), e a produção e divulgação das mensagens de alerta é compartilhada entre os três níveis administrativos do país: município, estado e União. No entanto, ainda não há diretrizes de como a comunicação de risco deve ser realizada no âmbito nacional, regional e local (Ferentz *et al.*, 2021). Por essa razão, os 5.570 municípios brasileiros podem escolher a sua estrutura de trabalho e métodos de execução. As TICs são as mais utilizadas pelos agentes de proteção e defesa civil no país (Marchezini *et al.*, 2022). O seu uso possibilita reduzir a intensidade, frequência e severidade dos desastres e construir comunidades resilientes. A emissão de avisos e alertas para os dispositivos móveis da população permite que as autoridades enviem um alerta de evento adverso de forma rápida e fácil.

Vários países, sejam eles desenvolvidos ou em desenvolvimento, implantaram um sistema de comunicação de risco baseado em dispositivos móveis (Bopp; Douvinet, 2020; Douvinet, 2020; Gonzales *et al.*, 2016; Jagtman, 2010). Na América Latina, países empregam serviços Cell Broadcast (CB) e Short Message Service (SMS) para alertas, como Argentina, Colômbia e Brasil (Americas, 2018). Outros países usam rádio, televisão e mídia social (Costa Rica e Honduras, por exemplo). No entanto, esses

sistemas apresentam limitações em possibilitar a preparação adequada (Chan; Man; Lam, 2019) de diferentes grupos, como os idosos, pessoas analfabetas, em situação de rua e com deficiência. Isso ocorre em virtude da má adaptação das ferramentas aos contextos locais (Bopp; Douvinet, 2020, 2022), às expectativas das populações, às características dos fenômenos, à escala dos espaços, e que dependem, normalmente, de infraestruturas envelhecidas e uma organização complexa.

No Brasil, esse problema é potencializado pela precariedade da comunicação de risco devido às limitações dos órgãos de proteção e defesa civil (Beling Loose; Londe; Marchezini, 2023; Londe *et al.*, 2023; Marchezini *et al.*, 2022; Soriano; Hoffmann, 2016). No desastre ocorrido em fevereiro de 2023 no Litoral Norte de São Paulo, foram registrados mais de 600 mm de chuva em 24 horas, intensidade nunca registrada no país. As pessoas mais afetadas foram aquelas em condições de vulnerabilidade, sobretudo os residentes em assentamentos informais. Os moradores afirmaram que não foram alertados em tempo adequado e que não houve pedido para que deixassem suas casas, mesmo diante do risco de deslizamento e inundações (G1, 2022). No desastre ocorrido no Rio Grande do Sul no início de maio de 2024, a comunicação de risco foi criticada por especialistas, sobretudo por indicar locais inundáveis em regiões altas e afastadas dos cursos hídricos (A Publica, 2024).

1.4. JUSTIFICATIVA

Discutir as formas como os riscos são comunicados pelo poder público e pelos grupos vulneráveis tem reflexos na capacidade de lidar com uma inundação, principalmente em assentamentos informais em um país em desenvolvimento (Okaka; Odhiambo, 2019). Por isso, compreender os fatores que influenciam a percepção do risco e as decisões que resultam dessa compreensão pode ajudá-los a adotar estratégias de comunicação de riscos baseadas em evidências e centradas na comunidade. Isso permite estimular a adaptação a nível da comunidade e do agregado familiar. Ou seja, é crucial garantir que informações sejam disponíveis e acessíveis para todos.

Entretanto, a comunicação é um tema ainda pouco explorado na literatura, sobretudo no âmbito na elaboração de estratégias (Fonseca; da Silva; Garcias, 2023; Höppner *et al.*, 2012; Kellens; Terpstra; De Maeyer, 2013). Essa escassez sobre a

efetividade e eficácia do processo de comunicação de risco na melhoria de prontidão e sensibilização da comunidade limita a compreensão de como as mudanças climáticas podem aumentar a conscientização sobre os riscos e inspirar a adaptação (Broto *et al.*, 2021; Wilson *et al.*, 2020). É um obstáculo que limita a aplicação da ciência à RRD. As práticas de uma comunicação de abordagem vertical possibilitam a criação de um vácuo de conhecimento que poderá ser preenchido por desinformação. Logo, uma lacuna de informação fará com que os indivíduos criem seus próprios modelos mentais para interpretar as informações a que estão expostos e, possivelmente, não executarão as ações de forma adequada quando ocorrer uma inundação.

Por essa razão, pesquisas científicas sobre gestão e comunicação de risco auferem proeminência à medida que a busca pela inclusão da população no processo vem sendo garantida por inúmeros organismos e dispositivos internacionais (Marco de Sendai para a Redução de Risco de Desastres 2015-2030, Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e o seus Objetivos - ODS, e o Acordo de Paris). O Marco de Sendai 2015-2030, por exemplo, reconhece que as pessoas e as comunidades estão no centro dos mecanismos de RRD, e que as formas colaborativas e descentralizadas de governação estão no centro da gestão eficaz dos riscos de desastres a nível nacional, regional e global (Nations, 2015). O ODS 11, por sua vez, busca tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, com a meta 11.5 visando especificamente avaliar a redução dos impactos dos desastres.

Recentemente, o Relatório de Avaliação Global (GAR) sobre o panorama da ciência do desastre do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres incluiu um capítulo sobre comunicação de riscos (UNDRR, 2022). Somado a isso, duas das três áreas de ação prioritárias dizem respeito especificamente à comunicação. A primeira - projetar sistemas que levem em conta a forma como as mentes humanas tomam decisões sobre o risco - reconhece o papel das percepções de risco para superar a lacuna entre a intenção e a ação. A segunda - trabalhar através de processos e avaliar a percepção - abrange uma “linguagem de risco” que perpassa várias disciplinas e melhora a participação, a transparência e o diálogo com os cidadãos.

A inclusão das pessoas fornece o conhecimento local, as redes de comunicação e o capital social necessários para reduzir a vulnerabilidade, impulsionar a preparação e

facilitar uma resposta aos alertas de inundação (Balog-Way; McComas; Besley, 2020; Okaka; Odhiambo, 2019; Wood; Miller, 2020). Ou seja, ao avaliar a percepção de risco, os especialistas e gestores públicos podem adaptar e direcionar melhor as práticas de comunicação. Isso significa investir em pesquisas de “segmentação de audiências” para descobrir o que é importante para as pessoas em suas vidas e na tomada de decisão (Abraham-Dowsing; Godfrey; Khor, 2014). É uma prática frequentemente usada na área dos riscos climáticos (Detenber; Rosenthal, 2020; Metag; Schäfer, 2018) e desastres (Bartolucci *et al.*, 2023; Daellenbach; Parkinson; Krisjanous, 2018; Kim; Madison, 2020).

Portanto, a comunicação, para ter maior assertividade, deve ser adaptada ao contexto local. O envolvimento de indivíduos em processos de diálogo e comunicação abrange um *continuum*. Isso acontece desde a análise instrumentalizada do público (permitir que as mensagens orientadas por especialistas sejam direcionadas) até um envolvimento inclusivo e autêntico na comunicação. Nessa abordagem, o público não é apenas um receptor passivo de conhecimento especializado, mas um coprodutor de conhecimento sobre riscos, o que tem sido denominado de ciência-cidadã (Few; Barclay; Armijos Burneo, 2022; Fraisl *et al.*, 2022; Wolff, 2021).

1.5 HIPÓTESE

O uso de meios de comunicação não adaptados às especificidades dos fenômenos de inundação em ambientes urbanos, às particularidades culturais das populações e às diferentes escalas espaciais no Brasil intensifica significativamente os riscos de desastres. Essa limitação torna-se ainda mais crítica em áreas de vulnerabilidade socioambiental, onde a comunicação ineficaz não apenas agrava as desigualdades existentes, mas também compromete a eficácia dos sistemas de avisos e alertas e dificulta a implementação de uma gestão integrada e eficiente de riscos.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 GERAL

O objetivo é avaliar e espacializar o potencial oferecido pelos meios de comunicação na redução do risco de inundação no contexto brasileiro, principalmente

em áreas reconhecidamente de vulnerabilidade socioambiental. Além disso, propor protocolos metodológicos para o sistema de governança e comunicação de desastres.

1.6.2 ESPECÍFICOS

1. Avaliar os fatores que influenciam no grau de percepção e na eficácia da comunicação de risco de inundação;
2. Estimar o desempenho espacial do sistema de alerta baseado na localização fixa e medir as diferenças que surgem na escala local;
3. Avaliar o potencial de comunicação de risco do sistema de alerta baseado na localização em tempo real e medir as diferenças que surgem na escala regional, metropolitana;
4. Avaliar a capacidade de as mídias sociais serem um meio de comunicação dos riscos e de alerta;
5. Avaliar a percepção de risco de inundação e dos meios de comunicação, levando em consideração fatores sociais e territoriais, e comparar sua eficácia percebida com a dos meios tradicionais e digitais de alerta;
6. Avaliar a percepção de risco de inundação dos gestores de proteção e defesa civil e o grau de integração na gestão local;
7. Propor a adequação da oferta às características territoriais, de modo a subsidiar as escolhas social, territorial e temporal pelo poder público.

1.7 ORIGINALIDADE

A originalidade desta tese reside na construção de uma abordagem integrada, aplicada e territorializada para a comunicação do risco de inundações em áreas de vulnerabilidade socioambiental. A pesquisa propõe um arranjo metodológico inédito que articula diferentes dimensões – percepção, comunicação, tecnologia, governança e análise espacial – com o objetivo de fortalecer os sistemas de alerta e comunicação de desastres, de forma equitativa e adaptada às realidades locais.

A proposta difere significativamente de trabalhos anteriores ao incorporar, de maneira sistemática, a análise geográfica como eixo estruturante da comunicação de

risco. O território não é tratado apenas como cenário dos eventos, mas como elemento ativo que influencia a percepção, a resposta e a capacidade adaptativa das populações. Nesse sentido, o estudo desenvolve uma matriz de risco e ambiente que orienta a criação de mensagens de alerta e a definição dos canais mais eficazes de disseminação, considerando as escalas espaciais compatíveis com a natureza dos riscos e a distribuição desigual de vulnerabilidades.

Outro aspecto inovador é o foco empírico em três comunidades urbanas de Curitiba (Vila Torres, Boqueirão e Parolin), onde foram avaliados os fatores que moldam a percepção de risco, a confiança institucional e o uso real das mídias sociais como ferramentas de engajamento e resposta. A modelagem de um sistema multicanal de comunicação de risco, alinhada a uma árvore de decisão hierárquica e a um modelo participativo de elaboração de mensagens, resulta em uma proposta aplicável a contextos urbanos semelhantes, com potencial de replicação em políticas públicas.

Além disso, a tese avança ao incorporar os desafios contemporâneos da comunicação de risco, como a exclusão digital, a desinformação e a fragmentação institucional, propondo soluções ancoradas na participação social e na justiça climática. A construção de um modelo metodológico que integra diferentes linguagens (científica, institucional e comunitária) amplia as possibilidades de compreensão e ação, especialmente entre os grupos mais expostos.

Em síntese, a originalidade do estudo está na sua capacidade de combinar rigor acadêmico com aplicabilidade prática, oferecendo uma contribuição à governança de riscos em tempos de emergência climática. Ao colocar a dimensão geográfica e a equidade no centro da comunicação de risco, a tese propõe uma mudança de paradigma: da simples emissão de alertas para a construção de processos comunicacionais mais sensíveis ao território, às desigualdades e à voz das comunidades.

1.8 ESTRUTURA DA TESE

A presente tese é estruturada em formato de capítulos organizados em quatro partes principais, conforme a lógica investigativa adotada, articulando-se em torno do eixo central, que examina a percepção e a comunicação de risco de inundação em contextos urbanos vulneráveis. A redação final será apresentada sob forma monográfica,

com base na consolidação e síntese dos artigos desenvolvidos ao longo do processo de doutoramento entre 2021 e 2025. A Parte 1, intitulada “Trajetória, tema e delimitação do estudo”, contempla o Capítulo 1, no qual são apresentados os fundamentos iniciais da pesquisa. Aborda-se a trajetória pessoal do autor, a contextualização do tema, a problemática de pesquisa, a justificativa, os objetivos e a hipótese investigativa.

A Parte 2, “Riscos climáticos e gestão de desastres em áreas urbanas”, reúne os capítulos teóricos (Capítulos 2 e 3), em que são discutidos os marcos conceituais que sustentam a pesquisa. No Capítulo 2, aborda-se a relação entre mudanças climáticas, desastres e vulnerabilidades urbanas, com destaque para os conceitos de risco, perigo e resiliência. No Capítulo 3, desenvolve-se uma análise aprofundada sobre a percepção e a comunicação de risco de inundação, explorando os elementos, processos e tecnologias envolvidos na mediação do risco em contextos urbanos.

A Parte 3, denominada “Abordagens metodológicas para análise de percepção e comunicação de risco de inundação”, abrange os Capítulos 4 e 5. O Capítulo 4 apresenta os materiais e a caracterização das áreas de estudo no município de Curitiba (capital do Paraná), destacando territórios urbanos com distintas vulnerabilidades socioambientais. O Capítulo 5 descreve detalhadamente os procedimentos metodológicos adotados em cada etapa da investigação, incluindo as técnicas de análise bibliométrica e sistemática, os métodos de avaliação do desempenho de ferramentas digitais de comunicação (como SMS por CEP, Cell Broadcast e mídias sociais) e os instrumentos aplicados para aferição da percepção de risco junto à população e aos gestores públicos.

A quarta etapa da pesquisa consistiu na análise crítica da produção científica sobre percepção e comunicação de risco de inundação, aliando abordagens bibliométricas e sistemáticas. Como resultado direto dessas análises, foram elaborados dois artigos científicos. O primeiro, intitulado “Flood risk communication: a decade of debate”, foi publicado na revista *Mercator* e apresenta uma revisão das principais tendências e debates acadêmicos sobre comunicação de risco de inundação na última década (Fonseca et al., 2023a). O segundo, publicado na revista *Confins*, examina os fatores que influenciam a percepção de risco com base em estudos empíricos consolidados, sob o título “Avaliação dos fatores que influenciam na percepção de risco de inundação: uma revisão sistemática de pesquisas empíricas” (Fonseca et al., 2023b).

Além disso, os achados referentes ao desempenho dos sistemas de alerta e à eficácia dos meios digitais de comunicação de riscos resultaram na elaboração de dois produtos acadêmicos. O primeiro é o artigo "Sistema de alerta de desastre baseado no CEP: limites e possibilidades", publicado na revista *Cadernos Metrópole*, que analisa criticamente o sistema de alertas por SMS vinculado ao CEP no Brasil e suas limitações estruturais e operacionais (Fonseca et al., 2023c). O segundo é o artigo apresentado no III Encontro Nacional de Desastres, intitulado "Avaliação e espacialização do potencial de alerta de desastre baseado na localização", que discute métodos para análise espacial da eficácia dos alertas de desastre com base na cobertura e alcance territorial.

Por fim, os dados empíricos obtidos nas oficinas com grupos vulneráveis e nas entrevistas com tomadores de decisão resultaram em dois artigos científicos. O primeiro, focado nas percepções e práticas comunicativas de gestores de defesa civil, foi publicado na revista *International Journal of Disaster Risk Reduction*, com o título "Challenges and Opportunities Regarding Flood Risk Communication in Brazil" (Fonseca et al., 2025). O segundo, voltado às percepções de grupos vulneráveis frente aos riscos de inundação e às estratégias comunicativas adotadas nesses contextos, encontra-se atualmente em avaliação na revista *Hydrological Sciences Journal*.

A tese se encerra com as conclusões e sugestões para trabalhos futuros, seguidas pelas referências, apêndices e anexos, os quais complementam e subsidiam a compreensão das etapas e resultados alcançados.

Quadro 1 - Síntese dos procedimentos metodológicos

Objetivo	Método	Instrumento de Pesquisa	
Específico 1	QUALITATIVO e QUANTITATIVO	a) Análise bibliométrica; b) Revisão sistemática da literatura.	FONSECA, M. N.; GARCIAS, C.M.; SILVA, L. P. Flood risk communication: a decade of debate. MERCATOR (FORTALEZA. ONLINE), v. 21, p. 1-14, 2023 FONSECA, M. N.; GARCIAS, C.M.; SILVA, L. Assessment of factors influencing flood risk perception: a systematic review of empirical research. CONFINS (PARIS), v. 1, p. 1-20, 2023
Específico 2	QUALITATIVO e QUANTITATIVO Análise espacial Análise multivariada	a) Caracterização da vulnerabilidade socioambiental; b) Coleta e georreferenciamento dos celulares cadastrados para receber SMS de alerta de evento adverso e desastre;	FONSECA, M. N.; SILVA, L. P.; GARCIAS, C.M. Sistema de alerta de desastre baseado no CEP: limites e possibilidades. Cadernos Metrópole, v. 25, p. 923-946, 2023
Específico 3	QUALITATIVO e QUANTITATIVO Mineração de dados	a) Coleta e caracterização de dados nas páginas do Facebook da gestão municipal; b) Codificação dos dados e mídias usadas; c) Avaliação do engajamento dos usuários.	Em avaliação no periódico <i>Environmental Communication</i>

Específico 4	QUANTITATIVO Análise espacial Análise estatística	a) Coleta de dados de posse de telefonia móvel e conectividade; b) Estimativa do potencial de alerta; c) Avaliação da eficácia socioespacial	Em avaliação no periódico <i>Applied Geography</i>
Específico 5 Finalizado	QUALITATIVO e QUANTITATIVO Análise espacial Análise estatística	a) Definição de variáveis qualitativas; b) Aplicação do método Delphi; c) Aplicação de questionários estruturados; d) Interpretação estatística de relação entre as variáveis.	Em avaliação no periódico <i>Hydrological Science Journal</i>
Específico 6 Finalizado	QUALITATIVO e QUANTITATIVO Análise do discurso	a) Definição de variáveis qualitativas; b) Aplicação do método Delphi; c) Aplicação de questionários estruturados; d) Interpretação do discurso.	FONSECA, M.N; SILVA, L.P; TEDIM, F. Flood risk communication: Challenges and opportunities in Brazilian cities. <i>International Journal of Disaster Risk Reduction</i> , v. 119, p. 105292, 202
Específico 7 Finalizado	QUALITATIVO e QUANTITATIVO Análise espacial Análise qualitativa comparativa	a) Integração dos resultados obtidos; b) Coleta de dados territoriais (morfologia urbana, risco, população); c) Matriz de atributos espaciais e minimização lógica.	Finalizado

PARTE 2 - RISCOS CLIMÁTICOS E GESTÃO DE DESASTRES EM ÁREAS URBANAS

CAPÍTULO 2: MUDANÇAS CLIMÁTICAS, RISCOS, VULNERABILIDADES E DESASTRES NOS AMBIENTES URBANOS

O referencial teórico desta pesquisa está organizado em dois capítulos, que abordam as dimensões fundamentais para compreender a interseção entre mudanças climáticas, riscos, vulnerabilidades e desastres, bem como os processos de comunicação e percepção de risco associados a inundações. O primeiro capítulo foca na caracterização e gestão de riscos, enquanto o segundo aprofunda os aspectos teóricos e práticos da comunicação e percepção de riscos de inundação. O Capítulo 2 explora os impactos das mudanças climáticas nas cidades, enfatizando a intensificação de eventos climáticos extremos e seus desdobramentos em desastres. Este capítulo discute conceitos fundamentais, como perigo, risco, vulnerabilidade e resiliência, contextualizando-os em eventos hidrológicos, como inundações e alagamentos. A gestão de risco é abordada com ênfase na transição paradigmática da gestão de desastres reativa para uma abordagem integrada e preventiva.

O capítulo 3 se concentra na comunicação e percepção de risco, destacando a complexidade de processos relacionados à disseminação de informações e ao engajamento das populações em cenários de risco de inundação. São apresentados conceitos fundamentais de percepção de risco e comunicação, seguidos por uma análise dos diferentes fluxos comunicativos e dos elementos que compõem a comunicação eficaz de riscos. Outro aspecto abordado neste capítulo é o uso de tecnologias digitais como ferramentas para a comunicação de risco. Diferentes tecnologias são analisadas, com destaque para mídias sociais, sistemas de Cell Broadcast e SMS baseado em localização. Essas tecnologias são avaliadas em termos de suas características e de seu potencial para alcançar diferentes públicos e contextos. Este capítulo reforça a necessidade de integrar essas ferramentas em estratégias de comunicação que sejam inclusivas, acessíveis e eficazes.

Essa estrutura teórica fundamenta a pesquisa ao conectar os desafios impostos pelas mudanças climáticas com as possibilidades e limitações da comunicação de risco, propondo um diálogo entre os conceitos de risco e vulnerabilidade e as práticas de gestão e comunicação. Ao delinear esses conceitos e processos, o referencial

teórico fornece uma base para a análise dos dados empíricos e para a formulação de proposições voltadas à melhoria da comunicação de riscos em contextos urbanos.

2.1 EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES

Desde os primórdios da humanidade, o ser humano possui uma preocupação com os fenômenos que são originados na atmosfera. Essa preocupação é influenciada pela interdependência das condições climáticas e pelas repercussões geradas por tais fenômenos sobre as atividades humanas. Dentre os eventos climáticos, os extremos têm recebido cada vez mais atenção dos gestores públicos, dos pesquisadores e da sociedade devido aos prejuízos gerados no espaço geográfico, pelos danos à sociedade ou pelas previsões de modelos climáticos que apontam um acréscimo de sua frequência numa conjuntura de “mudanças climáticas”. Por ser alvo de múltiplos campos disciplinares, não existe uma definição universal sobre o que é um evento extremo e, por isso, pode apresentar significados similares e antagônicos (Broska; Poganietz; Vögele, 2020). O início do uso do termo ocorreu na meteorologia e focou apenas na magnitude de um evento (Bureau, 1957); mas o termo foi adotado nas ciências sociais, o que ampliou o entendimento para abranger os impactos de um evento em sua definição (McPhillips *et al.*, 2018).

Nesta pesquisa, entende-se que os eventos climáticos extremos apresentam alta dinamicidade e são gerados por uma ruptura na variabilidade natural do ritmo de ocorrência de eventos de natureza climática e meteorológica com repercussões espaço-temporais. Ou seja, um evento extremo, para ser considerado como tal, deve exibir: baixa periodicidade, intensidade anômala ou dimensão e gravidade dos impactos e implicações que exercem sobre a sociedade (Cutter, 2021). Eles ocorrem com maior frequência e intensidade em ambientes urbanos e tendem a extrapolar a capacidade de absorção dos impactos pela sociedade. Normalmente, tais espaços são planejados e organizados apenas com base nos estados médios dos sistemas atmosféricos, ignorando seu ritmo e a sua variabilidade (Monteiro, 1991).

Os impactos de um evento climático extremo, quando extrapolam a capacidade de absorção de uma determinada comunidade, configuram-se como um desastre. No entanto, deve-se salientar a diferença entre desastre e catástrofe. O desastre resulta da ação de eventos perigosos que ocorrem em uma determinada área, sobretudo com condições sociais vulneráveis (como resultado de consequências cumulativas de

decisões individuais e/ou coletivas previamente adotadas), durante um período, gerando danos e prejuízos significativos (Dimitrova; Snair, 2024; Marcillo-Delgado; Alvarez-Garcia; García-Carrillo, 2021). As catástrofes expõem predicados semelhantes ao desastre. A distinção entre ambos reside principalmente na escala ou magnitude dos impactos e, por essa razão, a catástrofe detém dimensões mais amplas, demandando elevados gastos de dinheiro e tempo para o restabelecimento das condições anteriores.

Os desastres podem ser classificados em duas categorias: naturais e tecnológicos, conforme os seguintes critérios: 10 ou mais óbitos; 100 ou mais pessoas afetadas; declaração de estado de emergência; ou pedido de auxílio internacional (CRED; UCLouvain, 2025). No Brasil, o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) classifica os desastres quanto à origem do agente gerador (naturais ou tecnológicos). Embora ocorra o emprego do termo “desastres naturais”, ao longo da história, vários autores destacaram que os desastres não são influenciados exclusivamente pelo impacto e a gravidade dos fenômenos naturais, mas também são por elementos sociais, econômicos, políticos, demográficos e culturais (Ball, 1975; Dynes; Quarantelli, 1975; Kelman, 2018; Lizarralde, 2021; O’Keefe; Westgate; Wisner, 1976). Em outras palavras, nenhum desastre é natural. Assim sendo, será utilizado a expressão “desastres deflagrados por eventos naturais”.

Como forma de minimizar os impactos dos eventos extremos, é necessário conhecer os motivos e as implicações de um desastre, para desenvolver estratégias de RRD. Tais ações devem ser concretizadas antes, durante e depois de um evento.

2.1.1 PERIGO, RISCO, VULNERABILIDADES E RESILIÊNCIA

A matriz conceitual que emerge de estudos sobre risco de desastre é composta pelo uso das palavras “perigo”, “vulnerabilidade”, “resiliência”, “prevenção”, “preparação” e “adaptação”. O perigo delimita processos, fenômenos ou atividades com potencial de causar danos e prejuízos em uma sociedade, naturais ou induzidos pelo ser humano. A palavra “processo” é incluída para reforçar que os perigos são dinâmicos ao longo do tempo e do espaço (Kelman, 2018). Os eventos que não interagem com a sociedade não são perigosos, são eventos que causam a ruptura de um ritmo e ocorrem em uma área. Logo, não há risco sem perigo, mas há perigo sem risco.

O risco é um conceito que representa a perda potencial de vidas, pessoas feridas ou bens destruídos ou danificados que podem ocorrer a um sistema, sociedade ou comunidade num período, determinado probabilisticamente em função do perigo, da exposição, vulnerabilidade e capacidade adaptativa (Kelman, 2018). Acrescentar a vulnerabilidade na equação coloca o risco em outro nível, passando-o de um mero sinônimo de exposição física a um perigo para um conceito que relaciona os ambientes físicos e sociais de forma indissociável. Assim sendo, o risco pode ser compreendido como sendo a tradução de um perigo para aquele que está sujeito ao fenômeno e o percebe como tal. Com relação à tipologia dos riscos, eles podem ser classificados em ambientais, tecnológicos e sociais. Há também os híbridos, cujo predicado é ser, ao mesmo tempo, um risco natural, social e/ou tecnológico, refletindo um processo em que um risco intensifica a ocorrência do outro (Mendonça, 2021).

Ao estar exposta a vários fenômenos, uma parcela da população urbana, sobretudo aquela que vivencia os problemas ligados à segregação socioespacial, passou a corroborar as condições de risco híbrido. Nesse caso, o mais importante na magnitude do desastre não é o tipo de evento, mas a vulnerabilidade da população. Em outras palavras, resulta muito mais da forma como o indivíduo interfere e organiza o espaço do que das características físicas do evento atmosférico. A vulnerabilidade, por sua vez, é um conceito multidimensional que reflete as condições de vida através das condições socioeconômicas, ambientais, físicas, individuais e coletivas (Chumo *et al.*, 2022; Goto *et al.*, 2023; Membele; Naidu; Mutanga, 2022). Ou seja, o conjunto de características que pode potencializar ou minimizar os danos. Em algumas situações, o risco será o mesmo, e até a ocorrência dos perigos e impactos será igual, mas a forma como atingirão lugares e populações será distinta.

Algumas perguntas são vitais em estudos dessa natureza: “vulnerabilidade a quê?”, “onde e quem está vulnerável?”. Comumente, é assinalada a população que possui baixo poder aquisitivo, pois se veem forçados a residir em áreas de degradação e risco ambiental, com ausências ou deficiências de infraestrutura e serviço público. Além disso, há um grupo de pessoas consideradas vulneráveis na sociedade, tais como as crianças, mulheres, pessoas com deficiência, minorias, idosos e grupos de baixa renda (Kantamaneni *et al.*, 2022; Tascón-González *et al.*, 2020). Entretanto, pesquisadores alertam para o risco de estigmatizar, rotular, marginalizar e objetificar comunidades e, assim, negar-lhes a sua ação (Virokannas; Liwski; Kuronen, 2020).

Logo, reduzir a vulnerabilidade não incide em tentar reduzir o perigo, mas envolver-se com as condições e processos sociais e políticos para compreender e agir de forma inclusiva sobre os riscos de desastres (Hilhorst; Bankoff, 2022; Kelman, 2020). Ou seja, os riscos só existem quando há presença humana, do contrário, são apenas eventos naturais que ocorrem em um espaço.

Outro conceito que emerge em estudos dessa natureza é a resiliência, sobretudo nas últimas duas décadas. A resiliência é entendida como a capacidade intrínseca de um sistema, comunidade ou sociedade predisposta a um choque ou *stress* para avançar e adaptar-se a fim de sobreviver, alterando os seus atributos não essenciais e reconstruindo-se (Manyena *et al.*, 2011). No centro dessa concepção está o mecanismo de desenvolvimento humano chamado de “aprendizagem experiencial”. Recentemente, a resiliência estava dividida em três visões e objetivos principais: (1) reduzir impactos e consequências; (2) reduzir o tempo de recuperação; e (3) reduzir vulnerabilidades futuras (Koliou *et al.*, 2020). Essa perspectiva abre a porta a uma quarta visão: a de reduzir o impacto das incertezas. No entanto,

Em boa parte das vezes, no contexto dos países ‘do Sul’, não se deve buscar recompor, em nenhuma hipótese, as condições pré-existentes dos lugares e nem das sociedades impactados por adversidades (riscos) naturais, sociais ou tecnológicas. Por que não? Porque as condições pré-existentes de grande parte das populações e cidades desses países já são excludentes, injustas e degradadas antes mesmo da ocorrência de qualquer evento adverso ou extremo; muitas das situações pré-existentes são situações em si mesmas de total risco e vulnerabilidades diversas a eles, não sendo recomendado o retorno às mesmas. A resiliência encontraria excelente emprego se tomada em outra escala temporal, não aquela datada pela repercussão de um evento extremo; seria necessário voltar às condições anteriores, por exemplo, de uma ocupação em área de risco natural. Uma tal proposição parece encontrar boa aplicação no contexto dos países desenvolvidos, uma vez que ali a condição atual é, em geral, de boa qualidade e condições de vida para a maioria da população e, voltar ao estado anterior, do curto prazo, implica na reconquista das boas condições socioambientais antecedentes ao acidente ou evento extremo (Mendonça, 2017, p.115).

Um estudo holístico sobre riscos, portanto, deve ter três elementos principais: os mais vulneráveis; os espaços expostos a riscos; e os fatores que influenciam e

produzem vulnerabilidade e risco. Além disso, é necessário considerar nas análises as características interseccionais (Chisty *et al.*, 2021).

2.1.2 INUNDAÇÕES, ENCHENTES, ENXURRADAS E ALAGAMENTOS

A chuva é o fenômeno natural responsável pela maior quantidade de desastres no Brasil (Brasil, 2024). Tal evento está atrelado a precipitações extremas e, associadas às características dos lugares, geram fenômenos de ordem negativa, ou seja, inundações, enxurradas e alagamentos. Enchente e inundação não são conceitos que concebem o mesmo processo (Pimentel, 2017). A enchente é um processo natural que ocorre quando a vazão de um rio aumenta significativamente, como após uma chuva intensa. Nesse cenário, o volume de água pode exceder a capacidade do leito menor, espalhando-se para o leito maior. Esse extravasamento permanece dentro dos limites naturais do rio, sem necessariamente causar transbordamentos ou danos. A inundação acontece quando as enchentes extravasam a água para as margens do leito fluvial. Os alagamentos são gerados por um acúmulo de água em uma área, comumente por falhas na drenagem urbana e pela impermeabilização do solo. As enxurradas ocorrem a partir do escoamento superficial de alta energia de transporte, podendo ou não estar ligadas a processos fluviais.

2.2 GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

A gestão de risco de inundação constitui um campo em constante evolução, acompanhando o amadurecimento das políticas públicas e das abordagens técnico-científicas voltadas à RRD. Neste tópico, busca-se discutir a transição conceitual e prática da gestão de desastres — historicamente centrada em ações emergenciais e na resposta a eventos — para uma abordagem integrada de gestão de riscos, orientada pela prevenção, mitigação e construção de resiliência. Essa mudança de paradigma implica compreender o risco como uma construção social e territorial, o que exige a articulação entre diferentes atores, escalas e instrumentos de planejamento. Para aprofundar essa discussão, o item 2.2.1 aborda a trajetória da gestão de desastres à gestão de risco integrada, enquanto o item 2.2.2 apresenta os macroprocessos que estruturam essa gestão, evidenciando as etapas interdependentes que compõem a RRD e sua aplicação à realidade das inundações.

2.2.1 DA GESTÃO DE DESASTRE À GESTÃO DE RISCO INTEGRADA

Incorporar a questão do risco no quadro político-institucional, fortalecer políticas públicas existentes e adotar medidas voltadas para a RRD é vital para a construção de cidades resilientes. Nesse caso, a gestão local se sobressai. Trata-se da escala espacial e institucional mais próxima da população, em que o desempenho da governança de risco é cada vez mais reconhecido (Vallance; Carlton, 2015), e que possibilita maior divulgação de ações preventivas. Segundo, é a entidade nacional legalmente responsável pelo planejamento do território e a sua implementação.

A forma como a administração local abordou as inundações variou ao longo do tempo. Desde o início do século XX, as soluções de engenharia estrutural exercem um papel vital na gestão de riscos. Entre as décadas de 1960 e 1980, a construção de aterros, diques, barragens e estruturas semelhantes foram as principais medidas de controle de inundações empregadas pelos gestores (Glaus *et al.*, 2020; Glaus, 2021). Além dessas ações, adotou-se medidas não-estruturais. Nelas, inclui-se a RRD através de mudanças no uso e ocupação da terra nas bacias hidrográficas, capacitação, sistemas de monitoramento e alerta e a redução da vulnerabilidade.

Contudo, a eficácia e sustentabilidade dessas medidas variam conforme o contexto local e o planejamento. No curto prazo, projetos estruturais de controle de inundações provaram seu desempenho impedindo ocorrências. No longo prazo, porém, algumas das medidas, devido ao desenvolvimento não planejado, ao crescimento populacional desenfreado e às mudanças no uso e cobertura da terra nas planícies de inundação, foram consideradas ineficientes durante o fenômeno. Pois a gestão de risco baseada somente em uma abordagem tecnocrática, sem a inclusão da dimensão social, difere significativamente da percepção de risco da comunidade, o que pode levar ao seu fracasso e ao aumento de perdas (Cass; Shao; Smiley, 2022).

Recentemente, houve uma mudança de paradigma na gestão de risco de inundação. Passa-se de uma abordagem baseada no perigo, principalmente a partir de uma política de resposta e proteção, em direção a uma abordagem integrada estratégica que estabelece uma cultura de risco (Thistlethwaite *et al.*, 2018). Isso requer o envolvimento das pessoas e a inclusão de suas experiências nas ações para alcançar a redução eficaz, sustentável e equitativa dos riscos (Sufri *et al.*, 2020), adequando-as de acordo com as especificidades territoriais e socioeconômicas. A população, que é tradicionalmente vista como simples vítimas de danos causados

pelas inundações, é transformada em participante ativa na gestão. Isto é, as abordagens são orientadas para e colideradas pela comunidade, o que conduz a melhorias no bem-estar (Chambers *et al.*, 2021; Gladfelter, 2018).

Esse intercâmbio tem aumentado nos últimos anos, principalmente após a divulgação da Agenda 21 Local (1992), Marco de Ação de Hyogo 2005-2015, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (2030), Acordo de Paris (2015) e Marco de Sendai para a Redução de Risco de Desastres 2015-2030. Tal situação também ganha destaque com o avanço da tecnologia e da internet, já que meios inovadores, como observatórios de cidadãos por meio da TIC, têm o potencial de fornecer formas de participação, o que gera informações relevantes e políticas orientadas pela demanda (Doermann; Kuligowski; Milke, 2021; Khanal *et al.*, 2022).

Portanto, a gestão do risco de inundação é vista como o processo sistemático de uso de diretrizes administrativas, organizacionais, capacidades e habilidades operacionais para a coleta de dados e informações, análise e avaliação de riscos, tomada de decisão, implementação e revisão de decisões.

2.2.2 MACROPROCESSOS DA GESTÃO DE RISCO

Conhecer o cenário de risco, identificar e analisar os fatores que exercem influência ou determinam as condições de risco de uma área é vital para mudanças comportamentais e a RRD. Essas ações envolvem o planejamento, comunicação e fornecimento de informações sobre os riscos, a fim de aumentar a conscientização, treinamento, simulados e evacuação, e detecção e previsão de inundações e geração de alertas (O'Hare; White, 2018). Ainda que essas ações sejam abundantes, para efeitos de análise, é possível agrupá-las em cinco processos, quais sejam: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Devido ao recorte temático empregado no desenvolvimento dessas ações, na presente tese, será dada atenção somente às três primeiras, as quais compreendem a fase pré-ocorrência do evento.

Na etapa de prevenção, busca-se identificar os riscos, as ameaças e as vulnerabilidades, a fim de reduzi-los ou eliminá-los. A disponibilização de informações sobre as ameaças, riscos e vulnerabilidades e suas consequências, comunicadas em diferentes canais de mídia entre todos os atores do sistema urbano, podem auxiliar na avaliação holística do risco. Junto com a capacitação de todos os envolvidos, essas avaliações devem ser consideradas nos processos de planejamento, gestão e tomada

de decisões imediatas, permitindo a implementação de estratégias mais adaptáveis e eficazes, como o zoneamento e comunicação de risco (Lamond *et al.*, 2019).

Com uma pesquisa estruturada e com profissionais das diversas áreas do conhecimento, é possível realizar a classificação dos riscos, o custo estimado de possíveis intervenções e o desenvolvimento de um banco de dados com mapas de risco, vulnerabilidade e exposição (Harrison *et al.*, 2021; Xu; Zammit, 2020). Porém, os bancos e as bases de dados disponíveis não possuem um padrão ou um setor central de armazenamento. Cada um dos bancos é elaborado e alimentado de forma individual, dificultando o compartilhamento e integração (Adekola; Lamond, 2018).

A fase de mitigação corresponde ao emprego de atividades que visam a diminuição dos impactos dos eventos através de medidas estruturais e não-estruturais. Junto com a prevenção, a mitigação depende da análise multidisciplinar da gestão de uso e ocupação do solo. A redução do risco a partir do planejamento deve considerar como o crescimento populacional e a ocupação de planícies de inundação pode elevar o número de pessoas em situação de risco e a vulnerabilidade. A elaboração de mapas e cartas de risco e o cadastro de famílias e de seu perfil socioeconômico em tal situação, porém, continua sendo problemático, especialmente em virtude das limitações existentes de tempo e recursos humanos e financeiros.

Já a preparação é a etapa final da gestão de riscos. Trata-se um de um conjunto de medidas determinadas na prevenção e de organizar estrategicamente a resposta durante o evento, com a comunicação sendo elemento-chave para a execução dos procedimentos (Fakhruddin *et al.*, 2020; Fonseca; da Silva; Garcias, 2023). Nessa etapa, também é necessário a elaboração de planos e estratégias para redução de riscos, monitoramento de ameaças e mobilização de recursos, divulgando as informações para o conhecimento das ameaças a serem enfrentadas. Isso se torna possível com a implantação de um sistema de monitoramento e alerta. Trata-se de um conjunto de capacidades e habilidades necessárias para gerar e disseminar informações de alerta oportunas e significativas para capacitar todas as pessoas ameaçadas por um perigo para preparar e agir de forma adequada e em tempo hábil para reduzir a possibilidade de dano ou perda (UNDRR, 2022). Nele, as diversas instituições devem cooperar e a informação precisa ser comunicada, disseminada e interpretada ao longo de uma cadeia de diferentes partes, incluindo o público.

O envolvimento da comunidade é um fator-chave nesse processo. Em muitas circunstâncias, o risco pode ser mal interpretado pelas pessoas, principalmente em virtude da ausência de envolvimento suficiente por parte dos fornecedores ou utilizadores. Para garantir uma compreensão adequada das mensagens e uma evacuação bem-sucedida, treinamentos e simulados devem ser realizados. Além do mais, locais e abrigos também precisam ser identificados, rotas mapeadas e meios de transporte fornecidos para quem não possui veículo ou que não tem condições de garantir o transporte por conta própria (Kammerbauer; Minnery, 2019).

Baseado nisso, o capítulo seguinte discutirá o conceito de comunicação de risco de inundação, seus atores e elementos, mensagem e percepção.

CAPÍTULO 3: COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

A comunicação e a percepção de risco estão intimamente conectadas. Para comunicar um risco, ele deve primeiro ser percebido. Ou seja, no início do processo, pelo menos o comunicador deve estar ciente do risco e de sua relevância, caso contrário, não veria necessidade de comunicá-lo. Os destinatários também devem perceber o risco como tal e interpretá-lo como algo que lhes diz respeito. Assim sendo, a percepção de risco exerce influência no êxito da comunicação de risco, já que pode levar a diversos problemas se ignorada, mas também é esperado que esse processo modele a percepção (Ping *et al.*, 2016). Porém, a percepção e comunicação de risco é um processo complexo, pois envolve diferentes temporalidades e espacialidades, e as definições variam conforme as necessidades e/ou prerrogativas de cada ator.

3.1 PERCEPÇÃO DE RISCO

A percepção de risco é um processo pelo qual os riscos são subjetivamente, ou intuitivamente, compreendidos e avaliados por um indivíduo, grupo ou comunidade. Em outras palavras, representa a compreensão de como os indivíduos organizam mentalmente o ambiente que os rodeia no âmbito individual (acesso a informações e a maneira como são expostos na mídia, comunicação de risco, confiança na gestão do risco, emoções, memórias, experiências, interesses e relações com o lugar) e socioeconômico em que estão inseridos (idade, alfabetização, gênero, religião, grupo étnico, renda, patrimônio, escolaridade, idioma, situação econômica) (Bubeck *et al.*, 2020; Guillard; Navarro; Fleury-Bahi, 2019; Wachinger *et al.*, 2013). A percepção é influenciada por elementos do risco, como a magnitude, frequência, tempo de manifestação, área atingida, bem como a velocidade de deflagração, dispersão espacial e distribuição temporal, e dos seus impactos (Xu *et al.*, 2020).

A questão é como chamar a atenção de pessoas que ainda não foram afetadas por inundações. Criar consciência sobre o risco é uma tarefa difícil, já que as pessoas não estão interessadas nelas (Kjellgren, 2013). Particularmente, a “preocupação” foi identificada como um fator para explicar se as pessoas se informam sobre os riscos e se prepararam para um evento (Raaijmakers; Krywkow; van der Veen, 2008). Os residentes dos assentamentos informais normalmente adotam ações reativas e de curto prazo (Mensah; Ahadzie, 2020; Tasantab *et al.*, 2020) e raramente de RRD

(Abubakari; Twum, 2019). É importante sublinhar que os riscos naturais possuem um papel secundário na vida das pessoas (Ziervogel, 2021). A ocorrência do fenômeno e suas consequências não estão presentes no cotidiano das pessoas, como os problemas relacionados ao trânsito, crime e saúde. No Reino Unido, moradores ficaram surpresos ao descobrirem que viviam em áreas de risco e com a possibilidade de serem afetados (Parker; Priest; McCarthy, 2011).

Estudos mostram que existe uma relação estatisticamente significativa e positiva entre a experiência com o risco e a percepção (Mensah; Ahadzie, 2020; Siegrist; Árvai, 2020; Tasantab; Gajendran; Maund, 2023). Isso possibilita aumentar a procura por maior proteção, pois estimula a busca de mais informações e proporciona recordação de aspectos relevantes e maior engajamento (Ogunbode *et al.*, 2019; Siegrist; Árvai, 2020). As pessoas que vivem em regiões atingidas tendem a apresentar maior ciência do risco, estar preparadas e ter uma ideia melhor do que fazer quando há um alerta do que aquelas que vivem em áreas raramente afetadas (Kienzler *et al.*, 2015), mas podem relutar em acessar as informações, pois esperam não ser atingidas (Burningham; Fielding; Thrush, 2008).

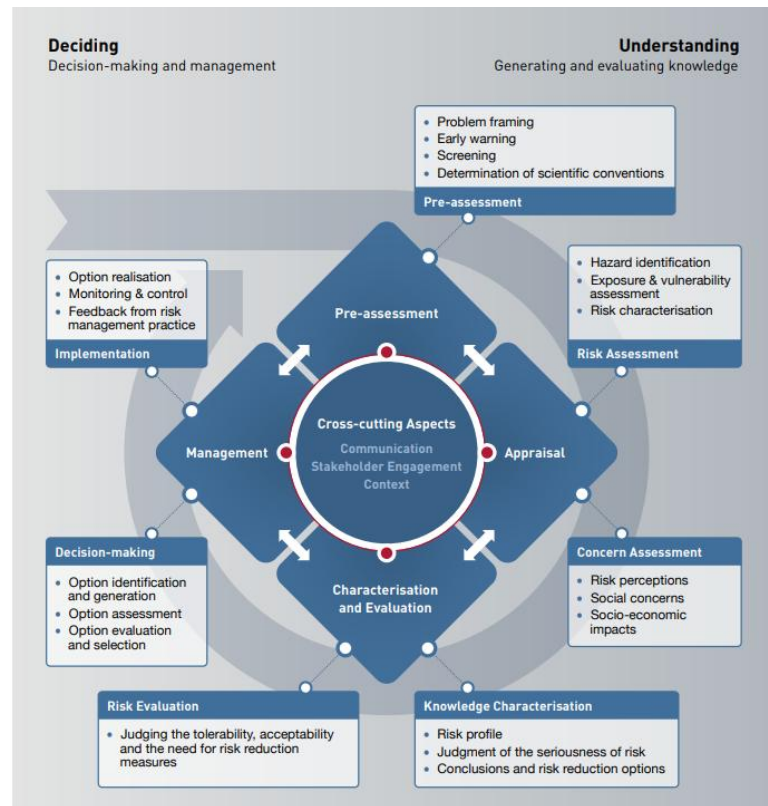
Mesmo em áreas onde os riscos são conhecidos, os moradores mais novos podem estar inconscientes do risco ao comprar um imóvel, pois a informação é inexistente ou difícil de compreender (Burningham; Fielding; Thrush, 2008). Deve-se compreender a ação do poder público na RRD. Há autores que mostram que há uma aproximação entre a percepção dos indivíduos que residem em áreas de risco e a dos gestores sobre o risco e as medidas a serem adotadas (Duzi *et al.*, 2017). Já outros afirmam que ambos percebem os riscos de maneiras díspares e tendem a utilizar termos diferentes para discuti-los (Kammerbauer; Minnery, 2019).

3.2 COMUNICAÇÃO DE RISCO

A comunicação tem sido objeto de compreensão e avaliação em vários campos disciplinares. A literatura sobre o tema tornou-se substancial a partir da década de 1970, sobretudo em relação às áreas da saúde, riscos tecnológicos e químicos, enquanto aqueles dedicados aos naturais são menos desenvolvidos (HÖPPNER *et al.*, 2012). Aplicada ao risco, a comunicação ocupa uma posição central na sua gestão, interligando e facilitando fluxos de informações e diálogos entre os elementos da sua

estrutura (Florin; Bürkler, 2017). No aspecto gerencial, transcende todas as fases do desastre (FIGURA 1). Logo, sem comunicação, a RRD não terá êxito.

Figura 1 - Posição da comunicação de risco na gestão de risco



Fonte: (Florin; Bürkler, 2017).

Aplicada ao risco de inundação, a comunicação inclui todo o processo de compreensão do processo, fatores e barreiras de comunicação e avaliação entre vários atores em múltiplas escalas espaciais do que é comunicado como risco de inundação (Schelfaut *et al.*, 2011). Trata-se de um conjunto de ações que busca identificar áreas em risco de inundação, divulgar a informação para o maior número possível de pessoas, aumentar o conhecimento sobre o fenômeno ao possibilitar que saibam a sua relevância e quando é provável que ocorra a inundação e, com isso, auxiliar a tomada de decisão (Maidl; Buchecker, 2015). Ambos os objetivos são vitais para auxiliar as pessoas a se preparar e agir para diminuir as consequências decorrentes de tais eventos (Mol; Botzen; Blasch, 2022; Twomlow *et al.*, 2022).

Diversos modelos de comunicação de risco são identificados na literatura. O modelo linear tem sido a base para a maior parte dos trabalhos sobre comunicação de risco (Shannon, 1948). Nesse modelo, existe uma fonte que envia uma mensagem

através de um canal para um receptor. Outros modelos enfatizam a perspectiva relacional da comunicação pública, já que contempla quatro processos de interação com diferentes públicos, interesses e objetivos. São eles: intrainstitucional, interinstitucional, midiática e comunitária (BRASIL, 2021b). A comunicação intrainstitucional é a interação entre os interlocutores da gestão de risco e contribui para o fortalecimento da confiança e credibilidade entre governo e sociedade. A interinstitucional é a interação entre interlocutores de diversas instituições ligadas à RRD e contribui para compartilhar conceitos, percepções e objetivos. A midiática é uma via de mão dupla entre o governo e os meios de comunicação, de modo a acelerar a disseminação de informações. Por fim, a comunitária é a relação entre o poder público e as pessoas residentes na cidade, sobretudo os mais vulneráveis.

Nesse sentido, a comunicação de risco é um meio de transmitir informações técnicas e científicas precisas e confiáveis relativas a riscos, desde uma fonte conhecida e intencional ao longo dos canais designados, até destinatários específicos. Porém, não há uma relação direta entre transmitir informações sobre riscos e pessoas que tomam decisões ou ações para gerenciá-las, já que receber, interpretar e entender a mensagem transmitida depende do receptor e de sua consciência. A sua eficácia está ligada a fatores internos, que afetam a capacidade de um indivíduo de acessar e usar informações, e externos, relacionados a indivíduos em risco e sua capacidade de se comunicar na comunidade. Outro elemento que pode influenciar é a renda. Na Nigéria, indivíduos com baixa renda são menos propensos a receber informações do que famílias abastadas (LAMOND et al., 2019). O nível educacional também pode influenciar. Para pessoas menos instruídas, a informação pode não ser acessível ou estar num formato adequado (Bhattacharya-Mis; Lamond, 2015).

As falhas na comunicação também estão relacionadas à própria dinâmica do processo comunicativo, como as fontes de informação e as características da mensagem, do remetente, do público e do contexto em que está inserido. Os termos e as condições usadas na mensagem influenciam na eficácia da comunicação. Por isso, uma mensagem pode ser ignorada por ter sido interpretada incorretamente, por haver diferenças nas prioridades e desconfiança, capacidade física ou mental para responder e não estar ciente do risco (Handmer, 2000).

3.2.1 PROCESSOS UNIDIRECIONAIS, BIDIRECIONAIS E TRIDIRECIONAIS

A forma de comunicar o risco de inundação variou ao longo do tempo, principalmente no que diz respeito à incorporação do público no processo. De uma forma geral, passa-se de modelos simples de comunicação para abordagens complexas que levam em conta a complexidade dos riscos e da sociedade. Inicialmente, é concebida de maneira unidirecional entre comunicadores (gestores, especialistas) e destinatários (sociedade). O objetivo é transmitir informações baseadas em probabilidades, conhecimentos e atitudes que os especialistas consideram importantes (Balog-Way; McComas; Besley, 2020; Yamori, 2020). Nesse caso, os comunicadores buscam “alfabetizar” cientificamente os cidadãos e melhorar a compreensão daqueles que se considerava que mais precisavam dos gestores.

Entretanto, esse modelo tem sido criticado e classificado como produtor de um “déficit de informação” e de vulnerabilidade (Demeritt; Nobert, 2014), ao marginalizar as redes locais de informação e comunicação. Aqueles que estão em risco são vistos como dependentes de especialistas para ditar quais informações são importantes e por que o são (Burns; Slovic, 2012). Em outras palavras, os usuários geralmente são excluídos dos processos comunicativos. Essa comunicação - unidirecional - tem efeitos limitados na percepção, pois não aborda as determinantes do comportamento humano (HÖPPNER et al., 2012). Na Inglaterra, Países Baixos e Flandres, as campanhas unidirecionais não foram bem-sucedidas em motivar as pessoas a tomar medidas de proteção contra inundações, já que não abordaram as diferentes atitudes que as pessoas têm em relação às inundações (Europeia, 2021).

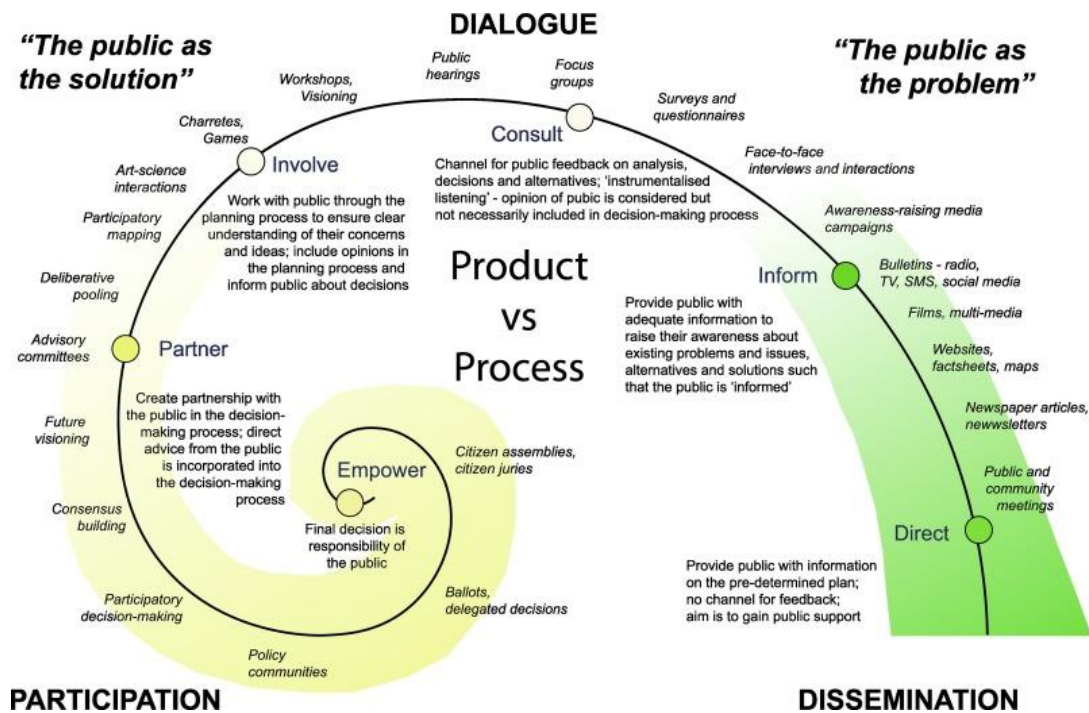
As estratégias unidirecionais governamentais de comunicação podem ser restritivas e problemáticas, especialmente por considerar o comportamento humano como consequência de um déficit de informação. Todavia, essa forma de comunicar o risco ainda permanece como a forma mais empregada na gestão. A escolha dessa estratégia pode ser resumida a quatro fatores principais: (a) baixa avaliação do interesse do público na comunicação; (b) medo de gerar uma reação negativa; (c) falta percebida de recursos necessários, como habilidades e experiência; (d) e falta de pressão por parte do Estado, juntamente com falta de apoio (KJELLGREN, 2013).

Como forma de ter maior eficácia na RRD, desde o início da década de 1990, há uma abordagem mais reflexiva, cujo foco está menos no que o público não sabe e mais no que o indivíduo sabe e nas suas questões e preocupações subsequentes. Ou

seja, o diálogo e a construção de conexões sociais apresentam-se como alternativa à disseminação de informações (Bucchi; Trench, 2021). O comportamento individual tende a refletir uma infinidade de fatores relacionados a determinantes sociais e psicológicos. Pois as pessoas não são apenas passivas, também são destinatárias ativas de informações que são processadas e avaliadas individualmente. Nesta abordagem bidirecional, os diálogos públicos são oportunidades para aproximar a ciência da sociedade (Reincke; Bredenoord; van Mil, 2020).

Nos últimos anos, o aumento do envolvimento público gerou uma rica variedade de interações ciência-sociedade nas quais o público leigo é participante ativo (FIGURA 2). O objetivo é motivar uma conversa social em torno da ciência (BUCCHI; TRENCH, 2021), não apenas entre o público e os cientistas, mas também entre o próprio público em diversos espaços sociais (Devaney *et al.*, 2020; Muradova; Walker; Colli, 2020). É uma abordagem embasada em uma forma mais profunda de envolvimento comunitário associada a ideias mais amplas de democracia participativa, aprendizagem social e coprodução (Stewart, 2024). Em outras palavras, a comunicação torna-se parte de um processo coletivo e contínuo de produção de conhecimento, e não o ato final de transferência de conhecimento, logo, pode ser classificado como sendo um processo de comunicação tridirecional.

Figura 2 - Processo de envolvimento público como um continuum de comunicação



Fonte: Stewart (2024).

É importante ressaltar que um “público geral” homogêneo não existe e que diferentes grupos populacionais podem necessitar de diferentes estratégias de comunicação (HÖPPNER et al., 2012). Comunidades em áreas vulneráveis são compostas por indivíduos de diferentes perfis sociodemográficos, e essas diferenças são refletidas na natureza multidimensional do processo comunicativo. Logo, a comunicação deve ser ajustada às necessidades das pessoas, para que possam avaliar sua situação e receber os meios para tomar decisões apropriadas. Na Europa, por exemplo, os entrevistados desejam informações sobre a previsão de nível de rio e extensão da inundação, para entender seu risco (Rollason *et al.*, 2018).

Portanto, a comunicação de risco pode ser vista como um aspecto-chave para a capacitação social, tanto em termos de aumentar a capacidade e motivação das pessoas para agir quanto em termos de preparação. O conhecimento local é vital para fortalecer a compreensão das comunidades e para comunicar o risco de inundação. No Egito, Mali e na Bélgica, o conhecimento local forneceu observações sobre a duração e o pico da altura de inundações e foi utilizado para categorizar a intensidade da ocorrência desse fenômeno e ajustar os limiares de alerta (Cools; Innocenti; O'Brien, 2016). Ações dessa natureza também podem ser potencializadas pelo crescente desenvolvimento das TICs, que permitem que as comunidades forneçam *feedback* sobre a situação local, em vez de serem receptoras de informações.

3.2.2 ELEMENTOS DA COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

Os principais elementos de uma comunicação de risco de inundação e, por conseguinte, da comunicação de risco de inundação são os comunicadores e os destinatários, os objetivos, o conteúdo das mensagens, as fontes, os canais e os instrumentos.

3.2.2.1 ATORES – COMUNICADOR E DESTINATÁRIO

A comunicação de risco é realizada por uma vasta gama de atores cujas perspectivas devem ser consideradas em diversos níveis sociais e espaciais. Esses atores são nós em redes de comunicação entre as quais a informação flui em uma ou várias direções. A força, a estabilidade, a frequência e a direção do fluxo de informação e a centralidade dos atores são definidos com base nas características de

tais redes. Os principais atores que compõem o processo são os cidadãos, as organizações privadas e públicas, as universidades, a escola, os cientistas e pesquisadores, as organizações não-governamentais (ONG) e os meios de comunicação. Mas é necessário destacar quem são os responsáveis por cada etapa do processo, pois, em alguns casos, pode haver confusão sobre quem está fazendo o quê, onde e quando (Ping *et al.*, 2016).

Primeiramente, há aqueles que são fonte de informações: especialistas, cujo trabalho envolve o desenvolvimento da base científica. Esse grupo inclui, por exemplo, geógrafos, arquitetos, urbanistas, gestores, meteorologistas, hidrólogos, economistas. Segundo, há o grupo de profissionais cujo trabalho envolve o planejamento, a gestão e a comunicação. Em uma abordagem participativa – bi ou tridirecional –, a população também deve ser envolvida nessas duas etapas. Terceiro, inclui-se o público, os receptores da informação de risco. Mas o termo "público" não se limita aos grupos vulneráveis, abrange outros, como o setor privado. De fato, todos eles têm responsabilidades não apenas de se comunicar na interface pública, mas também de atuar como fonte de informação (Faulkner; Jorgensen; Koufariotis, 2019).

3.2.2.2 OBJETIVOS E FUNÇÕES

Os objetivos e as funções da comunicação de riscos são múltiplos e diferem conforme o nível, o comunicador e o destinatário. Além de ser uma ferramenta da gestão de risco, a comunicação faz parte do direito das pessoas de serem informadas. A Convenção de Aarhus (1981) estabelece os direitos dos cidadãos à informação, a serem ouvidos e a terem esses interesses considerados. Logo, visa facilitar os fluxos de informações e diálogos em todos os estágios da gestão de risco e aumentar as capacidades de conhecimento (como agir), atitudinais/motivacionais (motivação para agir), sociais/organizacionais (confiança e relacionamentos) e psicológicas (lidar com o estresse e ansiedade) em diferentes níveis (HÖPPNER *et al.*, 2012). A comunicação também pode ser utilizada para criar e manter confiança junto às autoridades. Além disso, busca um diálogo e entendimento mútuo dos envolvidos e serve ao envolvimento ou participação de todos no processo de tomada de decisão sobre RRD.

3.2.2.3 CONTEÚDO DA MENSAGEM

Desenvolver uma mensagem é vital para tornar a comunicação de risco eficaz. O modo como uma mensagem é enquadrada exerce influência na maneira como as pessoas interpretam e respondem aos alertas (Mileti; Peek, 2000). Uma informação de risco consiste em “informações sobre todas as dimensões do risco, incluindo perigo, exposição, vulnerabilidade e capacidade relacionadas a pessoas, comunidades, organizações” (Nations, 2015). Assim sendo, o conteúdo da mensagem varia conforme com a fase do desastre. No cotidiano, a comunicação deve ser usada para comunicar sobre onde, o que e como as informações sobre riscos de inundação podem ser encontradas e interpretadas. Isso inclui a memória de eventos passados (Kievik *et al.*, 2018). O fornecimento de informações sobre medidas de RRD deve ser fortalecido, possibilitando a sensibilização sobre os riscos.

Na iminência do evento, todos em risco precisam ser alertados. Na década de 1990, surge o primeiro quadro normativo de mensagens de alerta claras, precisas e eficazes (Mileti; Sorensen, 1990). Denominado *Warning Response Model* (WRM), o modelo enfatiza a presença de cinco variáveis em uma mensagem. A primeira variável corresponde ao emissor reconhecível, o qual assegura que os destinatários entendam a mensagem como oficial, urgente e acionável. Alertas que omitem a fonte ou utilizam emissores desconhecidos devido à falta de familiaridade ou ao uso de uma sigla podem reduzir a credibilidade da mensagem (Bean *et al.*, 2015).

O tipo de evento é outra variável que deve estar presente em um alerta. Além de nomear o perigo (que tipo de evento está acontecendo ou prestes a acontecer?), um alerta precisa fornecer detalhes suficientes para que as pessoas compreendam as características do agente perigoso do qual devem se proteger (Mileti; Peek, 2000). Uma outra abordagem é descrever os impactos esperados para a população ou uma área (Potter *et al.*, 2018). Descrever impactos potenciais, além de fornecer uma descrição do perigo e suas características, pode ser importante durante eventos raros e para visitantes, ou seja, quando o perigo é desconhecido (Morss *et al.*, 2018).

A orientação de proteção enfatiza quais ações os destinatários devem realizar para se manterem seguros diante de uma ameaça (Mileti; Peek, 2000), o que inclui instruções sobre como realizar a ação recomendada. Além disso, deve fornecer informações sobre como e por que essas ações reduzirão os danos (Bandura, 2010). Sem essas informações, os alertas servem como um informativo que notifica as

peessoas sobre a existência de uma ameaça. Na verdade, fornecer informações de orientação acionáveis é, muitas vezes, mais crítico do que comunicar o risco (Sutton; Fischer; Wood, 2021; Wood *et al.*, 2012). E durante uma ameaça iminente, as pessoas indicam que desejam mais informações de orientação (Krocak *et al.*, 2023).

As mensagens também precisam indicar os locais em risco. As informações de localização especificam quem está e quem não está em risco de sofrer as consequências de um perigo, além de quem precisa se proteger (Wood; Miller, 2020). Isso significa incluir a descrição de uma área geográfica e da população que podem ser afetadas (Sutton; Olson; Waugh, 2024). A forma como um local é descrito pode aumentar a compreensão da mensagem, a confiança de que a ameaça é relevante e ajudar as pessoas a se localizarem próximas ou não ao risco. Por outro lado, locais genéricos (por exemplo, “na região”) podem levar os destinatários a sentir que não correm o risco de sofrer consequências (Sutton; Fischer; Wood, 2021).

As mensagens também precisam incluir informações relacionadas ao tempo, que se manifestam de três modos. Primeiro, a informação temporal pode indicar o momento do perigo e os seus impactos, o que fornece uma estimativa de quando se espera que um perigo chegue a uma área e a duração do evento (Mileti; Peek, 2000; Wood *et al.*, 2012). Segundo, consiste quando as ações de proteção devem ser iniciadas e por quanto tempo (Mileti; Sorensen, 1990). Terceiro, as mensagens podem incluir o momento em que o evento encerra (Sutton; Olson; Waugh, 2024).

Quando recebem alertas, a percepção é moldada por estágios sequenciais diferentes, caracterizados por ouvir, confirmar, entender, acreditar, personalizar e responder (Mileti; O'Brien, 1992). Mesmo que todos estejam ouvindo a mesma mensagem, diferentes pessoas podem chegar a conclusões distintas sobre o que ouvem, inclusive em relação àqueles que produziram seu conteúdo. O desafio consiste em usar palavras que tenham significado para os destinatários (Wood; Miller, 2020). Por isso, as mensagens devem ser completas e claras, vocabulário simples, sem informações conflitantes (Williams; Eosco, 2021) e termos ambíguos ou desconhecidos (Sutton; Olson; Waugh, 2024). Também se deve evitar a abreviação de palavras, o uso de siglas e de linguagem operacional ou científica (Sivle; Aamodt, 2019). Para que a comunicação seja acessível ao público, as mensagens devem ser escritas em um nível de leitura de quinta ou sexta série (Mani *et al.*, 2021).

O estilo também pode tornar a mensagem mais clara e compreensível e aumentar o senso de urgência usando uma voz imperativa, ponto de exclamação e letras maiúsculas (Sutton; Fischer; Wood, 2021). O emprego de letras maiúsculas é, particularmente, uma prática que deve ser adotada com cautela, pois as mensagens podem ser difíceis de ler (Wood *et al.*, 2018), ao mesmo tempo em que capturam a atenção do leitor. Por essa razão, os alertas que têm um formato de caixa mista (maiúsculas e minúsculas) são mais fáceis de ler e compreender do que aqueles escritos apenas com letras maiúsculas (Whitmer; Sims, 2023). Por último, a estrutura da mensagem, identificada por estudiosos da comunicação persuasiva (Dillard; Shen, 2012), refere-se à forma como o conteúdo é apresentado; isso inclui a ordem do conteúdo e o formato, como se a informação fosse apresentada em um gráfico ou no texto de uma mensagem (Fischer *et al.*, 2023). Outra pesquisa mostra que as percepções eram maiores para as mensagens mais longas (Sutton *et al.*, 2018).

Após a ocorrência de uma inundação, são comunicadas medidas de cuidados, como informações sobre limpeza e reconstrução. Nessa fase, também se busca aprender com o evento, as causas e os antecedentes, e avaliar a gestão de riscos e ajustá-lo (Dottori *et al.*, 2018). Essa fase retorna ao cotidiano, onde a prevenção é o elemento central da comunicação de riscos. Mensagens eficazes elucidam quem deve e quem não deve ser proteger e quando iniciar e concluir as ações em termos que o público possa entender. Na Nova Zelândia, os entrevistados indicaram que as informações mais importantes para este momento são: tempo necessário para chegar a uma área segura, rotas de evacuação e itens a serem protegidos, informações sobre abrigos e segurança da área contra saques (Kievik; Gutteling, 2011).

3.2.3 MODOS, CANAIS E FERRAMENTAS

A comunicação de risco ocorre através de diferentes modos, canais e ferramentas. Eles devem ser convergentes e orientados pelos seus propósitos. O modo pode ser escrito (jornal, relatório), verbal (contação de histórias, conversa) e não verbal/visual (gestos, linguagem corporal e gestual, gráficos, filmes). Eles visam um público específico ou difuso que pode consistir em um, poucos ou muitos atores. No aspecto temporal, a comunicação pode ser vista como uma atividade única, repetida ou contínua (HÖPPNER *et al.*, 2012). Desde a década de 1990, várias ferramentas - assistidas ou não por tecnologia - foram desenvolvidas e implementadas

para visualizar informações sobre os riscos de inundação (Mol *et al.*, 2020). As ferramentas tradicionais incluem fontes impressas (jornais, revistas e folhetos); eletrônicas (televisão, rádio, telefone, filmes, internet); comunicações pessoais; aulas; eventos e ações públicas; e elementos no território (Feldman *et al.*, 2016).

As mídias sociais vêm crescendo como mecanismos de comunicação de informações sobre os riscos de desastres. São ferramentas que se referem a aplicativos e sítios eletrônicos baseados na internet que facilitam o compartilhamento de informações em computadores e dispositivos móveis, como as redes sociais, fóruns de discussão e mensagens de texto (Bryan-Smith *et al.*, 2023). O uso dessas mídias tem crescido em seu uso por agências governamentais, pois são vistas como um veículo para o compartilhamento de informação para vários públicos, criando um canal de comunicação bidirecional entre cidadão e governo. O aplicativo móvel *FloodWatch*, por exemplo, pode informar às pessoas sobre os riscos de inundação para locais e períodos selecionados (Henriksen *et al.*, 2018). Embora possa amplificar ou apoiar fontes tradicionais de informação, não é provável que as substitua.

Até mesmo devido à existência de múltiplos canais de comunicação, as fontes escolhidas pelos cidadãos para receber informações são diversas. Para garantir o efeito desejado, uma variedade de fontes, adaptadas a grupos populacionais e áreas, considerando o contexto social e cultural local, deve ser usada para comunicar o risco de modo eficaz (Sullivan-Wiley; Gianotti, 2017). As pessoas frequentemente confiam em fontes de informação concisas, credíveis, confiáveis, cujas informações são relevantes e capazes de prescrever uma resposta (Houston *et al.*, 2019).

3.2.4 O USO DE TECNOLOGIAS NA COMUNICAÇÃO DOS RISCOS

As TICs são uma das principais formas de disseminar informações direcionadas e acionáveis para públicos diversos, através de fronteiras multiculturais, multidisciplinares e multijurisdicionais (Boersma *et al.*, 2017). Tais tecnologias podem auxiliar a transmitir informações que podem ser consideradas difíceis de visualizar ou compreender, a influenciar percepções, a motivar a mudança de comportamento e a manter a memória social (Khanal *et al.*, 2022; Macchione *et al.*, 2019). Dentre elas merecem destaque os dispositivos móveis e os “jogos sérios”, os quais são ferramentas usadas com mais frequência para transmitir os impactos de desastres que de outra forma seriam abstratas (Mol; Botzen; Blasch, 2022; Twomlow *et al.*,

2022). A implementação de um sistema de comunicação de riscos baseado em dispositivos móveis oferece diversos desafios, sobretudo em locais com poucas pesquisas que analisam o potencial oferecido por esses meios. Em nível internacional, várias pesquisas foram realizadas para avaliar os meios digitais e os sistemas baseados na localização (Aloudat *et al.*, 2014; Bopp; Douvinet, 2020). Sua robustez e confiabilidade foram demonstradas (Bhattacharya-Mis; Lamond, 2016).

3.2.4.1 MÍDIAS SOCIAIS

As redes sociais são um dos tipos de mídias sociais mais populares entre os usuários da Internet. A criação de contas nessas plataformas possibilita que indivíduos estabeleçam contatos com pessoas que compartilham os mesmos interesses, ficar em contato com amigos e familiares, identificar as tendências mundiais, compartilhar e expressar suas ideias, entre outros motivos. O Facebook é uma das redes que mais atraem usuários em todo o mundo. Por isso, pode abranger potencialmente milhões de pessoas em situação de risco. A plataforma fornece acesso a informações relevantes aos usuários, ao vivo e atualizadas, compartilhadas por meio de fontes oficiais e não oficiais em um ritmo mais rápido, com um maior alcance populacional e de maneira mais dinâmica do que por meio de plataformas tradicionais (Lin, 2023).

O Facebook pode ser usado para disseminar, de forma eficaz e eficiente, informações sobre: a ocorrência de perigos; localização de abrigos e fechamento de ruas; oportunidades de arrecadação de fundos; voluntariado; e tranquilizar as pessoas sobre a segurança de familiares e amigos (Jayasekara, 2019). O potencial foi destacado durante vários desastres, dentre eles o terremoto no Haiti (2010), terremoto na Nova Zelândia (2011), desastre de Fukushima, no Japão (2011) (Bird; Ling; Haynes, 2012), e inundação na Malásia, em 2014 (Aisha *et al.*, 2015). Em 2014, o Facebook criou o Safety Check, um serviço que permite aos usuários comunicarem que estão seguros e verificar o *status* de seus conhecidos durante um desastre. Esses esforços mostram a relevância das redes sociais em momentos adversos.

As informações nas redes sociais são compartilhadas entre todos em segundos, o que resulta na criação de estruturas sociais não formalizadas e efêmeras (Hung; Tsai; Chou, 2016). Os indivíduos partilham um momento juntos, sem se conhecerem antes ou permanecerem em contacto depois (Fienen; Lowry, 2012). Também complementam, de forma positiva, os sistemas institucionais: os relatórios

de campo são úteis para recuperar dados em áreas não publicitadas, e ter uma compreensão maior dos danos ou do fenômeno sem estar fisicamente presente. Aqueles localizados mais próximos do epicentro utilizam as tecnologias para enviar mensagens e postar fotos ou vídeos, sem que as autoridades possam se encarregar disso, pois a gestão não foi concebida para gerir temporalidades tão curtas e rápidas.

A circulação instantânea de mensagens exige mudanças, tanto no modo de funcionamento dos serviços operacionais (que já não são os únicos detentores de informação sobre um desastre em curso), como nos ritmos de circulação entre informações e ações necessárias durante a emergência. As autoridades devem se adaptar a essa temporalidade, e uma variedade de ferramentas está disponível para agregar ou analisar as redes sociais para garantir a consciência situacional em tempo real. Ou seja, os serviços do Estado já não são os únicos a deter a informação e a determinar o seu conteúdo, nem a temporalidade da sua difusão, pois os cidadãos podem transmitir um alerta entre si sem sequer irem através das autoridades.

As mídias sociais têm crescido em seu uso por agências governamentais. São consideradas como um veículo para aumentar a transparência, a participação, a colaboração e o compartilhamento de informação. Durante o Ciclone Tropical Tasha, na Austrália, houve a duplicação no número de curtidas na página da Polícia de Queensland (Box *et al.*, 2016). Por meio da interação com o usuário, os gestores podem traçar um perfil a partir dos interesses do público, entender as áreas e os serviços que precisam de atenção e a destinar os recursos de modo assertivo. Logo, é possível subsidiar políticas públicas mais eficazes (Hung; Tsai; Chou, 2016).

Porém, as mídias sociais sofrem limitações. Várias falhas foram observadas durante o furacão Sandy, em 2012 (Schmeltz *et al.*, 2013). A grande quantidade de informação e a velocidade a que esta circula pode criar uma situação em que a informação se torna inutilizável se não puder ser identificada, confirmada, coordenada ou contextualizada. A incapacidade de satisfazer às necessidades conforme os meios disponíveis e de agregar, verificar ou pesquisar a natureza das mensagens podem causar constrangimentos (Visov, 2015). Tal situação remete para o propósito dessas mídias: são ferramentas adotadas por empresas com fins lucrativos. O acesso gratuito dá direito, em contrapartida, à recolha de dados e à sua revenda para fins comerciais.

Na gestão local, tais limitações podem causar desvantagens, sobretudo em virtude de não terem sido construídas para a comunicação de risco e de desastre.

Dentre os principais problemas cita-se os baixos níveis de participação, perda de controle devido à transparência excessiva ou comportamento inadequado dos usuários, questões de privacidade e segurança (Bertot; Jaeger; Grimes, 2010) ou a falta de cultura e o estilo de comunicação. No Facebook, não é possível estruturar o conteúdo em tópicos e áreas geográficas (Magnusson, 2014). Logo, informações podem ser perdidas. Além disso, o Facebook não é um canal adequado para chegar a todos os cidadãos e não pode substituir os meios tradicionais (Lamond *et al.*, 2019).

3.2.4.2 CELL BROADCAST

A tecnologia Cell Broadcast (CB) consiste na difusão, em terminais móveis capazes de suportar a tecnologia, de uma notificação numa zona pré-definida. Tal tecnologia está em operação desde 1997 e não requer conhecimento prévio dos números de telefone (Chan; Tsai, 2023). A mensagem passa pelas antenas de telecomunicações na forma de ondas de rádio através de equipamentos dedicados ao CB, depois é transmitida para os dispositivos móveis localizados na célula. Seu espectro tem capacidade para cerca de 64.000 canais diferentes, com possibilidade de dedicar um canal para cada tipo de mensagem (Aloudat *et al.*, 2014). Portanto, o CB não está sujeito ao risco de congestionamento como podem ser as mensagens difundidas nos canais tradicionais de telecomunicações (Jagtman, 2010).

A principal vantagem é poder alertar rapidamente muitos indivíduos. A conexão a uma rede de telecomunicação (2G, 3G, 4G e 5G) e a capacidade de suportar a tecnologia para receber notificações são necessárias para transmitir a mensagem. A unidade básica para a área de transmissão é a célula (espaço coberto por uma antena retransmissora), mas a área pode incluir várias células, o que possibilita a transmissão do alerta em grandes áreas. As notificações podem ser acompanhadas por um alarme sonoro, que para quando a mensagem é vista pelo usuário, inclusive se o telefone estiver no modo silencioso ou avião. A tecnologia permite detectar a nacionalidade dos usuários por meio de seu número de telefone, e o alerta é traduzido para o idioma do usuário. A autoridade pode definir o horário de transmissão da mensagem.

Por outro lado, não é possível ter conhecimento de quantos indivíduos receberam e leram a mensagem de alerta. Uma pessoa que sai da zona de transmissão não é avisada: logo, o indivíduo não sabe se está seguro (a menos que especificado na mensagem). O CB também é vulnerável em caso de falha na rede e

não funciona em áreas onde as redes falham (Aloudat et al., 2014). Além disso, não é recomendável utilizar o CB em caso de ataque terrorista, pois o som ativado no dispositivo pode revelar a posição de indivíduos escondidos (Chan; Tsai, 2023).

3.2.4.3 SMS BASEADO NA LOCALIZAÇÃO

O sistema de SMS baseado em localização permite que uma mensagem seja enviada para qualquer telefone celular localizado em uma zona predefinida (Bonaretti; Fischer-Preßler, 2021). A mensagem passa pelos canais de telecomunicações através das antenas de retransmissão, depois é entregue a cada um dos telefones conectados à antena. No entanto, não é necessário ter uma infraestrutura dedicada, logo, o custo de implementação é menor. A nível técnico, o SMS baseado na localização apresenta diversas vantagens (Bonaretti; Fischer-Preßler, 2021; Luht-Kallas *et al.*, 2023): é possível saber quantos indivíduos receberam a mensagem em diferentes escalas de tempo; pode enviar várias mensagens; os indivíduos são notificados ao entrar ou sair da área.

Dado o seu funcionamento, o SMS baseado na localização é sensível ao risco de congestionamento, o que é problemático em períodos de emergência e crise. É por isso que o número de indivíduos que podem ser alertados simultaneamente não é tão grande quanto por meio do CB. Por outro lado, o consumo de largura de banda de um SMS é baixo e o risco de congestionamento só deve ser considerado nos casos em que é necessário alertar muitas pessoas ao mesmo tempo (Luht-Kallas et al., 2023). Se a rede estiver indisponível, por exemplo, a mensagem é armazenada e entregue quando a rede ficar disponível (Aloudat et al., 2014). O SMS baseado na localização é uma ferramenta de alerta eficaz localmente ou quando o número de indivíduos a serem informados é limitado. Seu uso não é recomendado quando precisa alertar muitos indivíduos (Bonaretti; Fischer-Pressler, 2021).

PARTE 3 - ABORDAGENS METODOLÓGICAS PARA ANÁLISE DE PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

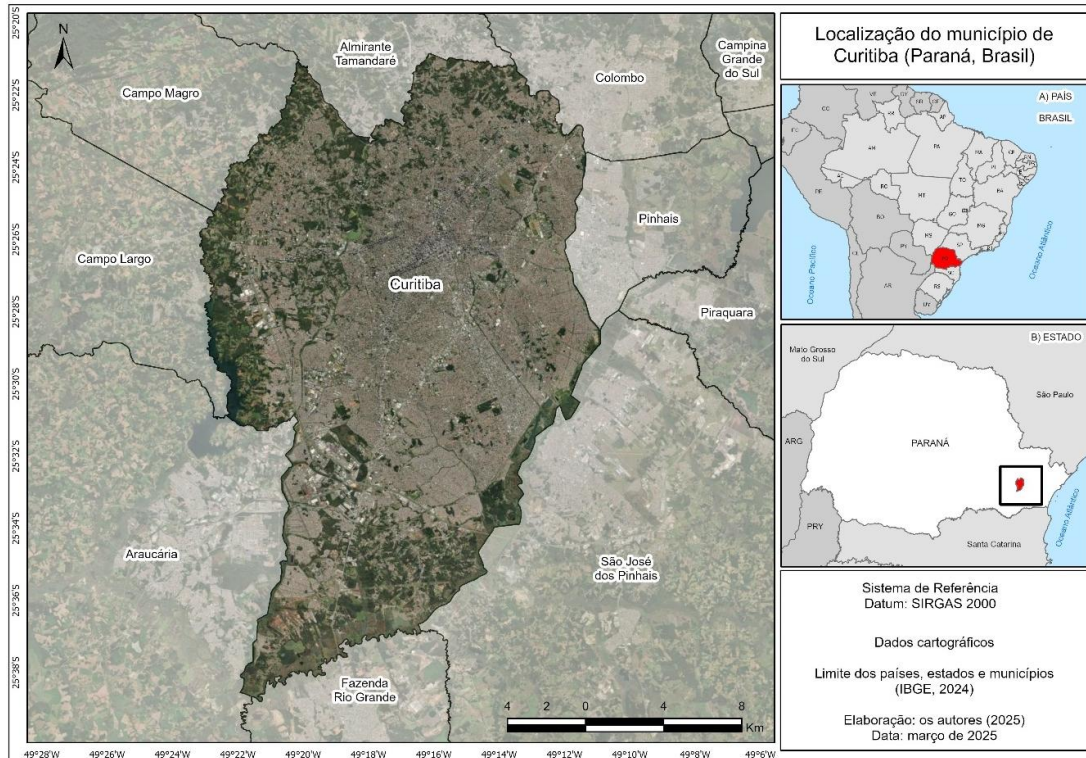
CAPÍTULO 4: DELIMITAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

Este capítulo apresenta a delimitação espacial da pesquisa e a contextualização das áreas investigadas, a fim de fundamentar as análises sobre percepção e comunicação de risco de inundação. Inicialmente, descreve-se a cidade de Curitiba, com foco em suas problemáticas socioambientais relacionadas à ocupação urbana e à gestão de riscos. Em seguida, a atenção se volta à Bacia Hidrográfica do Rio Belém, território onde estão os estudos de caso da pesquisa. As seções subsequentes detalham três recortes específicos da bacia — Vila Torres, Vila Parolin e Boqueirão — evidenciando suas particularidades sociais, ambientais e históricas, além da exposição diferenciada à inundação. A caracterização desses espaços busca revelar as condições que influenciam a percepção dos moradores e as estratégias de comunicação adotadas pelas instituições locais.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Curitiba foi escolhido como unidade territorial de análise. Curitiba fica localizada no Estado do Paraná e é a cidade mais importante da Região Sul do país (FIGURA 3). É o oitavo município mais populoso entre os 5.570 do Brasil, com 1.7 milhões de habitantes (IBGE, 2022). Ainda que reconhecida nacional e internacionalmente como planejada, ecológica e modelo de planejamento urbano (Fryszman; Carstens; Da Cunha, 2019), sobretudo em virtude da introdução do famoso conceito de Bus Rapid Transit (BRT) (Duarte *et al.*, 2016), a cidade evidencia cenários ambientais de degradação e de risco socioambiental em face de eventos meteorológicos extremos e de urbanização (Mendonça *et al.*, 2017).

Figura 3 - Mapa de localização do município de Curitiba (Paraná, Brasil)



Curitiba é uma das cidades integrantes do ICLEI América do Sul (Governos Locais pela Sustentabilidade) e uma das quatro no Brasil que faz parte do Grupo C40 Cidades (Global network of mayors of world's leading cities that are united in action to confront the climate crisis). Os eventos climáticos extremos tendem a se intensificar em cenários de mudanças climáticas para 2030, 2050 e 2100 (Curitiba, 2020a, 2020b).

4.1.1 PROBLEMÁTICAS SOCIOAMBIENTAIS EM CURITIBA

A problemática socioambiental em Curitiba está envolvida de múltiplas maneiras com os impactos derivados do seu processo de urbanização (Mendonça, 2017). As inundações são processos históricos que permeiam a construção da cidade. Seus impactos agravaram-se com a rápida e desordenada urbanização, que possibilitou a ocupação de áreas com elevada fragilidade ambiental e destituídas de infraestrutura básica, como saneamento básico. Inicialmente, esse problema centrava-se na área central de Curitiba, no início e meados do século XX, resultando em intervenções na ótica da contenção de inundações e da criação de parques e projetos de engenharia hidráulica e sanitária (Mendonça, 2017). Todavia, tais obras ignoraram as causas dos problemas e transferiram as consequências para a jusante.

Logo, a expansão urbana e a ocupação das áreas pericentrais e periféricas intensificaram os danos atrelados a inundações. Em outras palavras, as modificações realizadas no ambiente urbano têm potencializado inundações, já que uma menor quantidade de chuva, ao atingir esses espaços, tem gerado impactos significativos.

Esse processo pode ser compreendido através da espacialização das ocorrências de inundação. Além do Centro, os bairros mais atingidos, normalmente, estão nas áreas periféricas da cidade, como CIC, Boqueirão, Uberaba e Cajuru. Sobretudo nestes últimos dois, localizados na porção leste da cidade, na confluência com Pinhais e São José dos Pinhais, há uma correlação entre as áreas historicamente inundáveis e as ocupações irregulares no município (Mendonça, 2017). Esse processo ocorre nos meses de verão e, por isso, encontra-se relacionado a dinâmicas atmosféricas, com as chuvas convectivas de curta duração e grande intensidade.

No âmbito das mudanças climáticas, a vulnerabilidade das infraestruturas e das áreas de ocupações irregulares aumentarão em número e superfície no período de 2071-2100 (Curitiba, 2020a, 2020b). Nos cenários previstos para 2030, 2050 e 2100, espera-se uma maior probabilidade de ocorrência de eventos extremos de tempestades, com potencial para provocar inundações, alagamentos e movimentos de massa (Curitiba, 2020a, 2020b). Além disso, há uma correlação entre a expansão das áreas urbanas e o estado de vulnerabilidade em que se encontram, sobretudo nas áreas periféricas. No caso das inundações e alagamentos, há muito risco no Rio Belém, ao longo do Rio Atuba e próximo ao Rio Barigui, sobretudo ao longo do bairro Cidade Industrial - CIC (Curitiba, 2020a, 2020b). Logo, o que se verifica é uma correlação entre ambientes de (em) risco, vulnerabilidade socioambiental e precipitações com potencial de gerar episódios pluviais extremos, de modo que o conhecimento dessas áreas se configura como um subsídio para medidas de prevenção, adaptação e mitigação no âmbito do município.

4.1.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM

A bacia hidrográfica do Rio Belém está inteiramente dentro de Curitiba. Possui área de 87,85 km², e ocupa 20% da cidade. Sua área é totalmente urbanizada, com um índice de 9,02 m² de área verde/habitante. No ano de 2010, a bacia abrigava 475.606 habitantes em 46 bairros, cerca de 27% da população municipal (IBGE, 2010). A bacia hidrográfica do Rio Belém comporta outros corpos d'água que

deságuam em seu leito, como os rios Pilarzinho, Ivo, Juvevê, Água Verde Vila Guaíra, além de córregos. Historicamente, é um manancial superficial com vários usos, que atravessa parques e áreas densamente povoadas, e que teve seu leito parcialmente retificado e seu corpo hídrico parcialmente canalizado (Heinrich *et al.*, 2015).

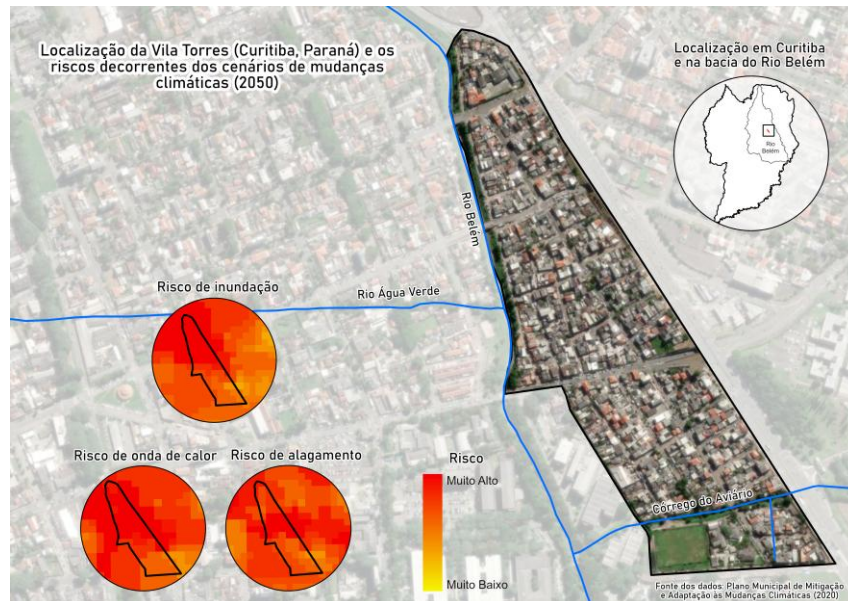
O crescente grau de urbanização ocorreu historicamente por três séculos, com a ocupação gradativa do eixo principal do Rio Belém e de seus afluentes. Esta ocupação teve repercussão em toda extensão da bacia hidrográfica, com a degradação do ecossistema natural, elevada impermeabilização do solo, com queda expressiva da qualidade geral da água (Heinrich *et al.*, 2015). Por estar localizado dentro do perímetro urbano, o rio recebe o esgoto doméstico e industrial de Curitiba, além de apresentar problemas de erosão, poluição e assoreamentos. Estima-se que 43% dos imóveis não estejam ligados à rede coletora de esgoto, o que reflete em altos níveis de poluição por esgotos domésticos (IAT, 2016). O Rio Belém e seus afluentes são classificados como extremamente poluídos (IAT, 2016). A intervenção do poder público com obras de canalização e impermeabilização do solo urbano também contribui para agravar os impactos dos eventos naturais (Mendonça, 2017)..

Do ponto de vista ambiental, a bacia do Rio Belém apresenta alta probabilidade de ocorrência de eventos climáticos extremos (deslizamento, inundação, alagamento e/ou onda de calor) (Curitiba, 2020a, 2020b; Moura; Frenzel; de Moura, 2019). As principais áreas com riscos estão às margens do Rio Belém, como Boqueirão, Hauer, Uberaba, Jardim Botânico, Rebouças, Centro, Prado Velho e Parolin (Curitiba, 2020a, 2020b). Dentro dessas áreas, merecem destaque três comunidades: Vila Torres, Vila Parolin e Boqueirão.

4.1.2.1 VILA TORRES

A Vila Torres teve o seu início na década de 1950, em uma faixa *non aedificandi* na margem direita do Rio Belém. A área está a 2 km da região central de Curitiba, entre os bairros Prado Velho, Jardim Botânico e Rebouças. É delimitada pelas ruas Aquelino Orestes Baglioli, Manoel Martins de Abreu, Guabirota Hipólito de Araújo e avenida Comendador Franco (conhecida por Avenida das Torres, de tráfego intenso, com acesso ao aeroporto de São José dos Pinhais e com saída para os demais estados da região Sul), e pelo Rio Belém, na bacia do Rio Iguaçu (FIGURA 4).

Figura 4 - Mapa de localização da Vila Torre



Fonte:

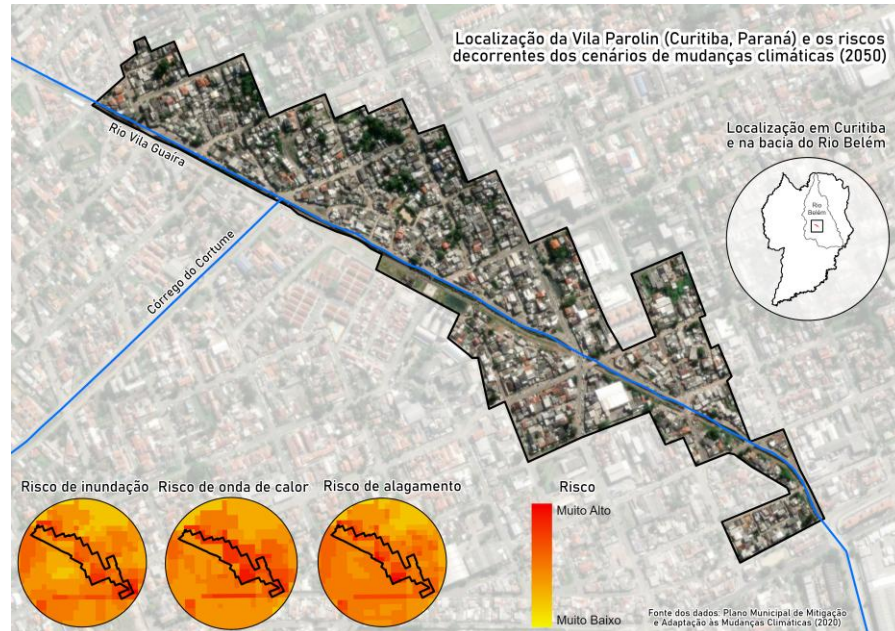
A comunidade contém cerca de 3 mil habitantes (IBGE, 2022). A maior parcela dos residentes possui baixa escolaridade e/ou está em situação de desemprego. Praticamente a totalidade dos domicílios possui saneamento básico (IBGE, 2022). Embora o local seja regularizado, a área apresenta um quadro de urbanização precário, o que maximiza a vulnerabilidade. Cerca de 70% dependem economicamente da reciclagem (Souza, 2016). A triagem ocorre de duas formas: famílias que reciclam pequenas quantidades em suas moradias e os que trabalham para os atravessadores. O motivo da triagem é a distância em relação ao centro. Essa dinâmica faz com que haja várias pessoas em situação análoga à escravidão: em troca do uso do carrinho e do quarto onde dormem, os catadores vendem ao dono do depósito o material recolhido por preços menores do que a média, inclusive, por outros atravessadores, quando comprem os materiais das cooperativas (SOUZA, 2016).

4.1.2.2 VILA PAROLIN

A Vila Parolin é uma das áreas de ocupação irregular mais antigas de Curitiba. A área surgiu na década de 1870 e consolidou-se ao longo do Rio Vila Guaíra, numa Área de Preservação Permanente (APP), na década de 1950, na margem a oeste do bairro Parolin. Está estrategicamente situada na área central de Curitiba (FIGURA 5) e possui 2,26 km² de área (0,52% do município) e 1.507 domicílios (Cohapar, 2019).

É um assentamento precário e sem cobertura vegetal adequada (COHAPAR, 2019) e formada por três assentamentos informais: Morro do Sabão, Morro do Alemão e Cidade de Deus, que foram construídos e urbanizados em diferentes momentos.

Figura 5 - Mapa de localização da Vila Parolin



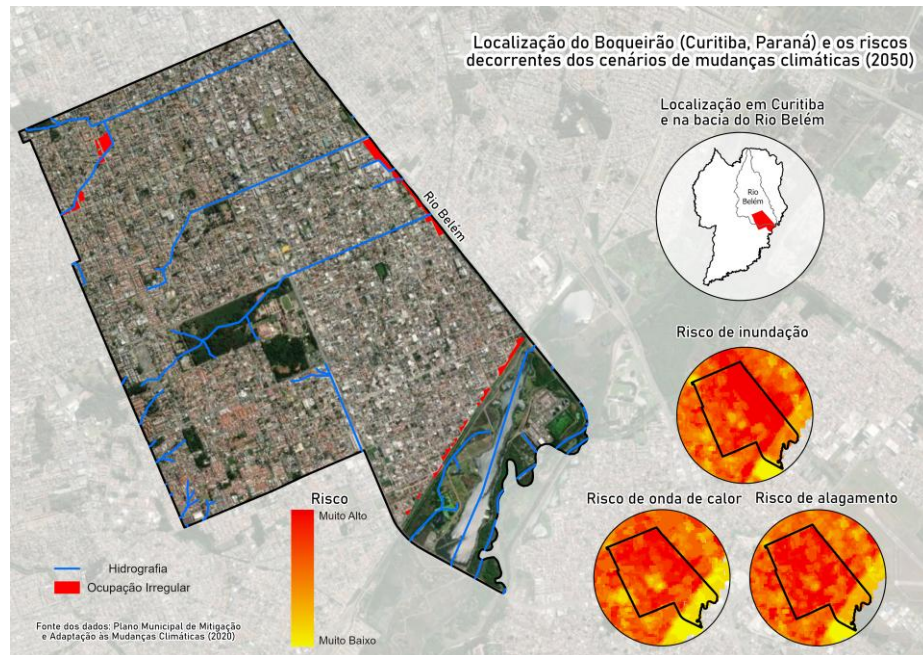
Fonte?

Assim como a Vila Torres, a Vila Parolin tem a presença de moradores que trabalham com a indústria da coleta e reciclagem de resíduos sólidos, muitas vezes depositados em frente às moradias, calçadas, rio e espaços livres (Souza, 2016).

4.1.2.3 BOQUEIRÃO

O Boqueirão, inicialmente, era caracterizado como área de banhado, de difícil acesso e isolada (Magalhães, 2018). A sua ocupação começou em meados do século XIX e foi urbanizada a partir de 1930. É um bairro periférico, sendo uma das principais ligações para São José dos Pinhais (FIGURA 6), e um dos maiores bairros de Curitiba, com 73 mil habitantes (4,2%), predominância da raça branca e de pessoas em idade ativa (IBGE, 2022). Também apresenta uma boa cobertura de água tratada da rede pública, de esgotamento sanitário e de iluminação pública (IBGE, 2022).

Figura 6 - Mapa de localização do Boqueirão



Fonte?

O Boqueirão, pela ocupação desordenada do território, bem como pelas características geográficas do terreno, não foi historicamente uma área prioritária para os investimentos da prefeitura, o que possibilitou o deslocamento de várias associações de catadores para a região. Além disso, as ocupações irregulares na área são consolidadas e estão próximas aos cursos d'água. Duas dessas ocupações estão localizadas em as áreas inundáveis, as vilas Cidadania e Parque Náutico. A Vila Santa Rita de Cássia, assim como as duas, possui problemas com esgotamento sanitário, acúmulo de lixo no córrego e precariedade na infraestrutura urbana.

CAPÍTULO 5: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método consiste na totalidade de regras de escolhas, de atividades sistemáticas e racionais, que direcionam as ações e o emprego de técnicas e instrumentos de pesquisa, auxiliando o alcance dos objetivos e a obtenção de conhecimentos (de Sousa; de Oliveira; Alves, 2021). Esta tese é uma pesquisa transversal de natureza aplicada, pois visa suscitar contribuições para aplicação prática e solução de problemas relacionados à gestão e comunicação de risco. Trata-se de uma pesquisa qualitativa-quantitativa. Esse tipo de pesquisa é recomendado quando a combinação de ambas as abordagens fornece uma melhor compreensão

do problema do que o uso de um único método (Terrell, 2022). Os objetivos possuem caráter exploratório, devido ao pouco conhecimento acumulado de forma sistematizada sobre o tema, o que possibilita formular ou aprimorar ideias.

5.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E REVISÃO SISTEMÁTICA

A revisão sistemática foi elaborada conforme os elementos necessários para a realização de pesquisas dessa natureza (PRISMA-DTA). Assim, elaborou-se um protocolo de estudo que consistiu em formular a questão da pesquisa, definir os critérios de inclusão, desenvolver uma estratégia de busca em bancos de dados, recuperar os estudos, extrair os dados, avaliar os estudos recuperados, sintetizar e relatá-los. A seguir, são apresentadas as etapas do protocolo adotado nesta tese.

5.1.1 BASES CONSULTADAS

Pesquisas sistemáticas foram realizadas nas bases Web of Science e Scopus, as bases com a maior indexação de periódicos, no período entre os dias 01 de janeiro de 2010 e 31 de dezembro de 2020, e em três idiomas: português, inglês e espanhol. Para a percepção, considerou-se “percepção” (‘perception’ e ‘percepción’) e (riesgo de inundación e flood risk). Para comunicação, foram incluídos os seguintes descritores: “comunicação” (comunicación e communication) e “risco de inundação” (riesgo de inundación e flood risk). Em ambos os casos, considerou-se outros termos combinados com os operadores AND para “título, resumo e palavra-chave”. Outro recurso adotado foi a truncagem e de palavras e asterisco para as formas derivadas e plurais no título, palavras-chave ou resumo, a fim de facilitar a busca e seleção.

5.1.2 CRITÉRIO DE INCLUSÃO

Títulos e resumos dos artigos foram selecionados para elegibilidade. Os artigos relevantes foram lidos na íntegra e aqueles que preencheram os critérios de inclusão tiveram seus dados extraídos. Os estudos foram incluídos se atendessem a todos os seguintes critérios de elegibilidade: (1) apenas a modalidade “artigo”; (2) o trabalho foi revisado por pares em um periódico; (3) trabalhos publicados entre os anos de 2010 e 2020; (4) ser empírico; (5) ser realizado com cidadãos; e (6) a comunicação é medida.

5.1.3 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

As informações coletadas foram autor, título, ano, instituição, país, periódico, fator de impacto, citação e palavras-chave. As informações foram analisadas no “Bibliometrix”, a fim de contextualizar a produção, periódicos, autores, afiliação e o país (Aria; Cuccurullo, 2017). Os dados foram representados na forma de gráficos para a análise dos resultados. A segunda parte consiste no mapeamento científico, que foi realizado no VOSviewer. Trata-se de um software que permite visualizar a conexão entre termos e autores relacionados a partir de clusters. Cada cluster é representado por uma cor e agrega todos os itens similares. O tamanho dos círculos mostra o total de ocorrências, e a proximidade representa seu grau de relação. A terceira etapa consiste na revisão sistemática. Embora exerça controle sobre as tendências de pesquisas, as etapas metodológicas tendem a desconsiderar vieses que sustentam as bases pesquisadas, o que exige alternativas de seleção de textos.

5.2 COMUNICAÇÃO DE RISCO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE

O segundo estudo da tese envolveu a aplicação de técnicas estatísticas e espaciais. A análise espacial foi aplicada em um SIG a fim de entender as relações entre as condições de vulnerabilidade socioambiental e o número de celulares cadastrados para receber alertas emitidos pelo órgão de proteção e defesa civil.

5.2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS VULNERABILIDADES

Os dados empregados são relacionados às características socioeconômicas, de moradia e do total de pessoas cadastradas para receber alertas (QUADRO 2). Exceto a primeira, as demais compõem a vulnerabilidade socioambiental.

Quadro 2 - Variáveis utilizadas para caracterizar a vulnerabilidade socioambiental

Variável dependente				
Variável	Tipo	Descrição	Unidade	Fonte
Alerta	Numérico	Número de pessoas cadastradas para receber alerta de eventos adversos	Total	Anatel (2022)
Variável independente				
Variável	Tipo	Descrição	Unidade	Fonte
Saneamento Básico	Numérico	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água	Razão (total de domicílios)	IBGE (2010)
		Domicílios particulares permanentes sem coleta de lixo	Razão (total de domicílios)	
		Domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário	Razão (total de domicílios)	
Condições do Ocupação	Numérico	Domicílios particulares permanentes que não são próprios, alugados e cedidos	Razão (total de domicílios)	
Renda	Numérico	Domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> de até 1 salário-mínimo	Razão (total de domicílios)	
Crianças	Numérico	Total de pessoas entre 0 e 5 anos	Razão (total de moradores)	
Idosos	Numérico	Número de pessoas acima de 60 anos	Razão (total de moradores)	
Alfabetização Mulheres	Numérico	Número de mulheres entre 6 e 14 anos e acima de 60 anos sem alfabetização	Razão (total de moradores)	
Alfabetização Homens	Numérico	Número de homens entre 6 e 14 anos e acima de 60 anos sem alfabetização	Razão (total de moradores)	
Idade	Numérico	Pessoas não alfabetizadas entre 6 e 18 anos e acima de 60 anos	Razão (total de moradores)	

Fonte?

A segmentação da população foi baseada no fato de que os alertas podem ser gerados de forma diferente, conforme a idade das pessoas. Aqui, considerou-se como crianças os menores de 5 anos (BRASIL, 2013). A idade de 6 a 14 anos foi definida para relacionar a faixa etária com a alfabetização. A população acima de 60 anos foi considerada como idosa (BRASIL, 2022). Os dados de domicílios e moradores passaram por análise exploratória. Depois, foram organizados em uma planilha Excel. O conjunto de dados foi formado por uma matriz cujas linhas correspondem aos setores censitários existentes em Curitiba em 2010 ($n = 2.395$), uma vez que os dados

do Censo Demográfico de 2022 não haviam sido divulgados na data desta análise. As feições que caracterizam cada setor são dispostas nas colunas ($n = 10$).

5.2.2 ESTATÍSTICA BÁSICA E ANÁLISE MULTIVARIADA

A análise multivariada buscou verificar quais variáveis socioambientais podem exercer um grau de influência no total de cadastros de celulares para receber alertas de eventos adversos. A análise envolveu matriz de autocorrelação e análise de *cluster*, a qual foi realizada no *software Statistica*, com dendrograma e *k-means*. O dendrograma permite verificar quais variáveis possuem as mesmas características, classificando-as em diferentes grupos com base em sua distância euclidiana. O *k-means* distribui as n observações em k ($\leq n$) conjuntos para reduzir a soma dos quadrados ou variância no cluster. A análise fatorial também foi usada para definir conjuntos de variáveis correlacionadas, que resultam em fatores. Nesta pesquisa, empregou-se a extração de componentes principais com número de fatores igual a 3 e mínimo igual a 1.

5.2.3 AUTOCORRELAÇÕES ESPACIAIS

Os dados foram analisados a fim de verificar relações espaciais entre as variáveis socioambientais e o número de celulares cadastrados. As relações foram analisadas por meio do *Multivariate Clustering* no *ArcGIS Pro 3.0*, com a adoção do *K-means*. Trata-se de um método de aprendizado de máquina não supervisionado que determina agrupamentos naturais de itens com base nos valores de atributo. O agrupamento multivariado pode identificar áreas que apresentam alta vulnerabilidade socioambiental e baixo número de celulares cadastrados para receber alertas.

5.2.4 LOCALIZAÇÃO DOS CELULARES CADASTRADOS

A distribuição espacial dos celulares cadastrados para receber alerta via SMS entre setembro de 2017 e julho de 2022 foi realizada no *software ArcGIS 10.8*. Os dados foram fornecidos pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) via Lei de Acesso à Informação e são de uso público. Na etapa seguinte, espacializou-se os celulares cadastrados ativos a partir do código postal informado pelas pessoas. O processo de transformação do CEP em endereço foi realizado na plataforma Google

Collab, a partir do VIACEP, uma *Application Programming Interface* (API). Trata-se de um *webservice* que converte um código postal para o respectivo endereço, conforme registrado na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos. Posteriormente, utilizou-se a geocodificação dos endereços, a fim de ser tratado no ArcGIS. Com isso, foram identificadas as áreas que possuem celulares cadastrados para receber um alerta.

5.2.5 CELULARES E GRUPOS VULNERÁVEIS

O processo de espacialização buscou verificar se os celulares cadastrados estão localizados em assentamentos informais e áreas de riscos atuais e futuros. Em um primeiro momento, cruzou-se os códigos postais cadastrados pelos cidadãos em relação aos assentamentos informais (Cohapar, 2019), às áreas de risco atual de inundação (IPPUC, 2014), aos riscos de inundação, alagamento e deslizamento decorrentes das mudanças climáticas (Curitiba, 2020a, 2020b), à malha viária (IPPUC, 2022) e aos CEPs existentes no município em 31/12/2022, de acordo com banco de dados adquirido junto à Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (2022).

5.3 POTENCIAL DE ALERTA BASEADO NA LOCALIZAÇÃO EM TEMPO REAL

O processo de avaliação e espacialização do potencial de alerta para as formas de CB, SMS baseado na localização e notificação “push” baseou-se em dois critérios: percentual de posse de telefone móvel e percentual de conectividade, que geram o “Potencial de Alerta”. O percentual de posse de telefone móvel consiste na quantidade de indivíduos que possuem um smartphone. Esse valor foi estimado a partir do número de acessos aos serviços de telefonia móvel em setembro de 2022 (Anatel, 2023b). O percentual de conectividade incide no número de pessoas cobertas por redes de telecomunicação em setembro de 2022 (Anatel, 2023c). As coberturas 2G, 3G, 4G e 5G são necessárias para que o CB e o SMS baseado na localização funcionem. Apenas as áreas abrangidas pelas prestadoras Vivo, Tim, Oi e Claro foram selecionadas. A conexão 2G não é suficiente para operar uma notificação “push”. Assim, foi usada a quantidade de pessoas conectadas via 3G, 4G e 5G. Ainda, foi inferido o número de pessoas que usam Wi-Fi em casa, conforme o total de pessoas que possuem banda larga em sua residência (Anatel, 2023a). Assim sendo, o potencial de alerta estima a percentagem de pessoas cobertas por cada uma das soluções. O potencial resulta da multiplicação da posse de celular pela conectividade.

Os resultados ainda foram analisados a fim de verificar variações na eficácia espacial das soluções. A homogeneidade espacial foi questionada por meio do índice local de Moran, que permite detectar autocorrelações espaciais e medir a intensidade das relações entre proximidade e similaridade. Se o índice estiver próximo de 1, isso indica que os municípios vizinhos tendem a apresentar taxas de alerta semelhantes em relação aos municípios mais distantes. Por outro lado, se for igual a -1, significa que os municípios próximos tendem a apresentar taxas de alerta diferentes entre si em relação aos municípios mais distantes. Também foi realizado um mapeamento de pontos quentes e frios para identificar áreas de alta e/ou baixa eficácia. Esta etapa foi realizada em um SIG através da ferramenta “Hot spot mapping”, empregando para isso a estatística espacial “Getis-Ord” (Ord; Getis, 1995). Essa ferramenta compara a eficácia dos municípios com os territórios vizinhos, o que permite localizar pontos quentes (potencial alto) e pontos frios (potencial baixo) estatisticamente significativos.

5.4 POTENCIAL DA COMUNICAÇÃO DE RISCO POR MÍDIAS SOCIAIS

O Facebook foi a mídia social escolhida como objeto de estudo. É uma plataforma fundada em 2004 e, desde então, tornou-se popular e possui quase 3 bilhões de contas ativas, mais de 100 milhões no Brasil (cerca de metade da população brasileira). Cerca de 90% dos usuários, entre 16 e 64 anos no Brasil, estão no Facebook, enquanto o Instagram é usado por 79% e o Twitter, 48% (Kemp, 2022). A plataforma permite que os usuários criem seu perfil, conectem-se com outras pessoas e compartilhem fotos e vídeos.

5.4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PÁGINAS DO FACEBOOK

A webpage da Prefeitura de Curitiba é notória por sua interatividade com 1 milhão de seguidores (cerca de 52% da população). É a webpage com o maior número de seguidores no Brasil, e um dos casos de sucesso no país (Santana; Souza, 2017). A Prefeitura de São Paulo, maior cidade da América Latina (12 milhões de habitantes), conta com aproximadamente 640 mil seguidores em sua página no Facebook. A webpage da Compdec de Curitiba também serviu como fonte de consulta, pois é o órgão responsável pela gestão de riscos e desastres no âmbito local (Brasil, 2012).

5.4.2 COLETA E CARACTERIZAÇÃO DAS POSTAGENS

Para a coleta de dados (publicações), foi adotado o software livre Facepager (Jünger; Keyling, 2024). Os dados recuperados foram armazenados em uma planilha Excel. O levantamento dos dados ocorreu em 01 de janeiro de 2021, compreendendo o período entre 01/01/2012 e 31/12/2020. A gestão local tem atuação 24 horas e 7 dias da semana. As mensagens não pertinentes às inundações foram removidas. Foi então realizada a análise da evolução temporal do número de postagens. As informações recuperadas foram: mensagem, tipo do conteúdo, data e hora da postagem, link para a postagem e número de reações, comentários e compartilhamentos. Os dados referentes ao número de seguidores da página foram coletados em 01/04/2023.

5.4.2.1 CODIFICAÇÃO DOS DADOS E MÍDIAS UTILIZADAS

A codificação dos conteúdos foi composta por três categorias de análise: prevenção (evitar a criação de um risco), mitigação (reduzir as consequências do risco) e preparação (minimizar os danos e as perdas). Ao todo, são 22 subcategorias, sendo 1 para prevenção, 7 para mitigação e 14 para preparação. As subcategorias foram definidas pela análise de conteúdo (Bardin, 1977) das fases pré-evento adotadas por organismos internacionais e nacionais, como a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Brasil, 2012), Campanha “Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se preparando” e o seu instrumento “Scorecard”, e o Indicador de Preparação de Desastres nas Cidades (Pinheiro *et al.*, 2021). As postagens são enriquecidas com recursos de multimídia que estão presentes no modo de texto (status), imagens (fotos) e audiovisual (vídeos). As mídias foram classificadas assim: link, ao vivo, foto, status e vídeo. No Quadro 3, são apresentadas as categorias e subcategorias de análise.

Quadro 3 - Categorias de análise

Fase	Subcategorias	
Prevenção	Conscientização	
Mitigação	Intervenções estruturais	Capacitação e Educação
	Regras e comportamentos	Intervenções não-estruturais
	Relações interinstitucionais	Gestão de risco
	Novos recursos materiais	

Preparação	Sensibilização	Treinamento e Simulados
	Organização e coordenação	Voluntariado
	Abrigos	Primeiros socorros
	Conscientização	Monitoramento
	Lema e valores	Alerta
	Atividades	Comunicação em tempo real
	Animais	Pedido de ajuda

Fonte: os autores (2025)

As descrições podem ser mais bem visualizadas no Apêndice 1.

5.4.3 ENGAJAMENTO DOS USUÁRIOS

Na avaliação do engajamento dos usuários, a popularidade foi considerada como o número de postagens curtidas, o comprometimento como o número de comentários feitos, a viralidade, como a quantidade de compartilhamentos e o engajamento, que é a soma desses três indicadores (Bonsón; Royo; Ratkai, 2014), como pode ser visualizado na Tabela 1. Tais métricas permitem analisar as tendências do Facebook.

Tabela 1 - Métricas do Facebook para envolvimento das partes interessadas

Categoria	Indicador	Descrição	Unidade de Medida
Popularidade	P1	Número de postagens curtidas/total de postagens	Porcentagem de postagens que foram curtidas
	P2	Curtidas totais/número total de postagens	Número médio de curtidas por postagem
	P3	(P2/número de seguidores) × 1000 seguidores	Número médio de curtidas por postagem por mil seguidores
Comprometimento	C1	Total de postagens com comentários/total de postagens	Porcentagem de postagens com comentários
	C2	Total de comentários/total de postagens	Número médio de comentários por postagem
	C3	(C2/número de seguidores) × 1000 seguidores	Número médio de comentários por postagem por mil seguidores

Viralidade	V1	Total de postagens compartilhadas/total de postagens	Porcentagem de postagens que foram compartilhadas
	V2	Total de compartilhamentos/total de postagens	Número médio de compartilhamentos por postagem
	V3	(V2/número de seguidores) × 1000 seguidores	Número médio de compartilhamentos por postagem por 1.000 seguidores
Engajamento	E	P3 + C3 + V3	Índice de engajamento

Fonte: (Bonsón; Royo; Ratkai, 2014; Kankanamge *et al.*, 2020).

Essa análise revela quais postagens receberam mais ou menos atenção e indica a finalidade com a qual a webpágina tem sido empregada. A codificação foi feita manualmente por apenas um autor e cada postagem foi classificada em um código. Popularidade, comprometimento, viralidade e engajamento foram calculados para ambos os tipos.

5.5 PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

Nesta etapa da tese, analisa-se a percepção e a necessidade de comunicação de risco de inundação de pessoas acima de 18 anos que residem em áreas reconhecidamente de vulnerabilidade socioambiental e de risco de desastre em Curitiba. Para tanto, realiza-se entrevistas estruturadas, verificando elementos que possibilitem entender o perfil do entrevistado, a percepção de risco e a necessidade de comunicação, como os meios adequados e a compreensão das informações relacionadas ao risco. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, segundo o número do parecer: 6.001.120.

5.5.1 ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO

5.5.1.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI

Antes da aplicação na comunidade e com os gestores, foi adotado o método Delphi. Trata-se de uma técnica de grupo que visa obter consenso sobre um

determinado tópico por meio de consultas a um grupo de especialistas com base na aplicação de questionários com *feedback* de opinião. É considerado na literatura científica como um instrumento válido para alcançar consenso e apoiar a tomada de decisões, incluindo em áreas relacionadas aos desastres (Pei; Liu; Han, 2019). Este método também foi escolhido devido à sua capacidade de fornecer um fórum para discussão que pode gerar sugestões relevantes para desenvolvimentos futuros no tema. A aplicação do método Delphi busca responder três questões:

- Os especialistas concordam com o quadro conceitual proposto para a avaliação da percepção e comunicação de risco de inundação?
- A metodologia de avaliação da pesquisa é útil e viável?
- Para cada grupo de perguntas, qual é a importância de cada categoria para alcançar a percepção de risco e a eficácia da comunicação?

A implementação do processo Delphi requer a consideração de várias opções metodológicas, como o número de rodadas/iterações, o limite para definir o consenso e a seleção dos especialistas. A literatura disponível não fornece uma resposta objetiva quanto ao número ideal de rodadas, mas a prática comum é parar quando um consenso for alcançado (Cerè; Rezgui; Zhao, 2019). Nesta pesquisa, foram adotadas duas rodadas, por se mostrarem adequadas e suficientes para alcançar consenso. Esse foi considerado alcançado quando as respostas de pelo menos 51% dos entrevistados em relação às pontuações de cada categoria de análise e pergunta se enquadraram em 4 e 5 (ou seja, “concordo” ou “concordo totalmente”). Quanto ao número de especialistas, também não foi encontrada concordância na literatura. A escolha se dá em função do tempo disponível para participar ou da disponibilidade de especialistas. Além disso, o número de especialistas precisa ter em conta o fato de que, de uma rodada para outra, o número de dispostos a participar pode diminuir.

Na presente pesquisa, a lógica subjacente à seleção dos especialistas baseou-se na sua distribuição geográfica e na heterogeneidade em termos de especialização. O objetivo era envolver um número de especialistas que proporcionasse uma cobertura geográfica adequada dos países da América Latina. Considerando esse raciocínio, uma primeira lista de mais de 498 especialistas foi selecionada com base em revisão da literatura e participação em redes regionais (Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação Emergencias Climáticas do Paraná) e internacionais de pesquisa

(“Cyted Diretrizes, planos, ações em áreas periurbanas: ecossistemas num desenvolvimento equitativo – DPAAPU” e “Climate Labs”). Após um contato inicial, nem todos os pesquisadores concordaram ou puderam participar no processo Delphi. A primeira rodada, portanto, contou com a participação de 53 especialistas de 17 países (29 do Brasil e 24 dos demais, com exceção de Bolívia, Haiti e Venezuela).

As duas rodadas foram conduzidas utilizando a ferramenta Google Forms. Os especialistas foram contatados por e-mail e pelas redes sociais (LinkedIn) e informados sobre o anonimato dos resultados, a duração da pesquisa (10 minutos) e a possibilidade de ter duas ou mais rodadas durante as quais poderiam ajustar suas respostas. Na primeira rodada, pediu-se aos especialistas que atribuíssem pontuações de importância não correlacionadas (de 1 a 10) a cada pergunta. Também foi solicitado que fornecessem justificações para as suas seleções, bem como comentários sobre a estrutura do questionário. Na segunda rodada, após compartilhar os resultados da primeira com os especialistas, eles foram solicitados a avaliar a sua concordância (numa escala de 1 a 5) com os resultados obtidos para cada pergunta. Os especialistas tiveram a oportunidade de revisar as respostas fornecidas na primeira rodada e adicionar comentários. Uma escala de 1 a 5 foi considerada adequada para estabelecer se foi alcançado um consenso durante a segunda rodada. A primeira rodada foi realizada entre setembro e dezembro de 2022, enquanto a segunda em fevereiro de 2023. O número de participantes da segunda rodada foi de 47, sobretudo em virtude do menor intervalo de tempo para a obtenção dos resultados. Uma diminuição no número de participantes entre as rodadas é considerada normal e não há limite para estabelecer se o número de entrevistados é suficiente ou não. O número de participantes foi suficiente para a conclusão da pesquisa.

5.5.2 CARACTERIZAÇÃO DO QUESTIONÁRIOS

A pesquisa foi composta por 20 questões e levou entre 4 e 6 minutos para ser respondida. As questões são classificadas como fechadas, incluindo múltipla escolha e caixas de seleção. Indicadores sobre percepção e comunicação de risco foram retirados da literatura científica (Fonseca; Garcias; Silva, 2023a; Lechowska, 2018, 2022; Rana *et al.*, 2020; Sato *et al.*, 2020). As questões foram organizadas em quatro eixos: (a) perfil sociodemográfico dos participantes; (b) grau de percepção do risco de inundação; (c) grau de conhecimento sobre medidas de prevenção; (d) nível de

necessidade e busca de informações sobre os riscos (APÊNDICE X). As variáveis sociodemográficas para caracterizar o perfil do respondente estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Categorias sociodemográficas

Sociodemográficas	Descrição
Gênero	Homem; Mulher
Idade	Até 19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-64, +65
Raça	Branco; Pardo; Preto; Indígena; amarelo
Escolaridade	Sem escolaridade; Fundamental; Médio; superior
Tempo residência	Menos de 1 ano; Entre 1 e 3 anos; Acima de 4 anos
Pessoas na residência	Eu; Eu e mais 1; eu e mais 2; Eu e mais 3; +4
Residência	Animais; Crianças; Idosos; Pessoas com Deficiência
Distância do rio	Até 50 m; 50 e 100 m; 100 e 150 m; + 150 m
Experiência anterior	Sim; não

Fonte:

Na análise do grau de percepção (TABELA 3), as pessoas foram convidadas a expressar uma preferência numa escala Likert de 5 pontos (1: nada; 5: muito).

Tabela 3 - Indicadores de percepção e comunicação de risco de inundação

Dimensão	Indicador	Pergunta
Percepção de risco	Chance Afetado	Indique o quão provável você acha que pode ser afetado por inundação
	Responsabilidade	Indique em que medida você acredita que se sente responsável por reduzir os riscos
	Confiança	Indique em que medida você confia nas autoridades como fonte de informações
	Autoeficácia	Indique em que medida você se sente capaz de reduzir os riscos de inundação
	Proteção pública	Indique em que medida você acredita que as obras reduzem o risco de inundação
	Preparação	Indique o quão bem você conhece as medidas de preparação
Comunicação de Risco	Suficiência de Informações	Indique a frequência que você costuma buscar informações sobre o risco
	Compreensão	Indique o quão compreensíveis são as informações que você recebe

Conhecimento dos Meios	Indique o quão bem você conhece os meios de receber informações
Necessidade de Informações	Indique se você acredita que precisa receber informações

Fonte: os autores (2025)

Além das perguntas acima, solicitou-se que os moradores indicassem o nível de preferência de meios de comunicação para receber informações de risco de inundação (escala de Likert de 5 pontos). Cada escala recebeu peso sobre o quanto aumenta a percepção de risco (1 = Muito alto, 0,8 = Alto, 0,6 = Moderado, 0,4 = Baixo e 0,2 = Muito baixo). As pontuações foram somadas para chegar a um índice.

5.5.2.1 ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS

Após a coleta dos dados, estatísticas descritivas foram empregadas para estabelecer o perfil das amostras. A avaliação da percepção e comunicação de risco foi realizada através de testes estatísticos. O teste Kruskal-Wallis permite medir a variação de mais de duas variáveis independentes entre diferentes categorias sociodemográficas (Ostertagova; Ostertag; Kováč, 2014). Também foi empregada a Correlação de Pearson (Pallant *et al.*, 2016). O valor de significância (p-valor) foi fixado em 0,05. A análise de regressão linear foi usada para identificar os determinantes sociodemográficos da percepção e comunicação. Dois modelos foram usados para identificar fatores que influenciam a percepção e comunicação de risco. A escolha dos testes foi feita porque os dados atendem aos requisitos para a sua adoção (Birnbbaum, 1956): (a) as variáveis dependentes são medidas em nível ordinal (Likert); (b) as variáveis independentes são compostas por grupos (sociodemográficas); (c) não há relações entre as observações em cada grupo ou entre os próprios grupos; (iv) as variáveis não são normalmente distribuídas.

5.5.2.2 AMOSTRA DOS ENTREVISTADOS

Foi utilizada a fórmula de Yamane para cálculo da amostra, com margem de erro de 5% e nível de confiança de 95%. Para a população estimada (IBGE, 2010), a amostra foi calculada em 330 (Boqueirão), 317 (Vila Torres) e 330 (Vila Parolin). Foi utilizado um questionário on-line na plataforma Google Forms, que facilita a coleta de dados de forma estruturada (Voinov *et al.*, 2016), para recolher os dados. Uma

amostragem aleatória simples foi adotada no processo de coleta de dados, principalmente em virtude da falta de atualização de dados na escala trabalhada.

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Aqui, n é o tamanho da amostra utilizada para análise, N é a população estimada da área de estudo (X) e e é o nível de precisão (0,07).

5.6 PERCEPÇÃO DE RISCO DE GESTORES DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

No Brasil, a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (Compdec) é o órgão responsável pela gestão e comunicação de risco (Brasil, 2012). Por isso, será adotada uma abordagem qualitativa, a partir de análise documental e entrevistas semiestruturadas com agentes dos órgãos locais de proteção e defesa civil.

5.6.1 ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS E ANÁLISE DOCUMENTAL

Para investigar a percepção dos agentes de proteção e defesa civil acerca da comunicação de risco de inundação na gestão local, foi desenvolvido um questionário estruturado (Boholm, 2019b, 2019a; Sataøen *et al.*, 2024). O questionário foi estruturado com base em temas relevantes identificados na revisão da literatura (Ferentz *et al.*, 2021; Fonseca; da Silva; Garcias, 2023; Lechowska, 2018, 2022; Pinheiro *et al.*, 2021). As entrevistas foram realizadas entre os meses de setembro e dezembro de 2023. Ao todo, foram desenvolvidas e aplicadas 15 perguntas abertas aos gestores locais, divididas em sete seções, as quais podem ser visualizadas em detalhe no apêndice 2: (a) papel da comunicação; (b) protocolo de comunicação, (c) compartilhamento, (d) segmentação geográfica e social, (e) mensagem emitida e recebida, (f) mecanismos de avaliação e (g) barreiras.

A fim de garantir o anonimato dos entrevistados, cada um dos profissionais será descrito com uma letra do alfabeto atribuída de forma aleatória. As entrevistas e os documentos foram transferidos para análise temática no NVivo, que é uma abordagem qualitativa de análise que envolve a busca de temas que emergem como importantes para a natureza do fenômeno de pesquisa (Xu; Zammit, 2020). A codificação procedeu utilizando uma abordagem “híbrida” pela qual foram empregados métodos de

codificação dedutiva (literatura) e indutiva - transcrições das entrevistas (Swain, 2018). Também foi realizada uma triangulação das entrevistas com o plano municipal de contingência (2024), plano de saneamento básico (2016), plano de ação climática (2020) e a legislação local de gestão de risco de desastre (Lei nº 11.645, de 22/12/2005). A análise seguiu as mesmas categorias de análise das entrevistas.

5.7 MENSAGENS DE ALERTA

Esta etapa busca examinar as mensagens de alerta de eventos adversos enviadas entre 2018 e 2023 pelos gestores locais de Curitiba à população.

5.7.1 SISTEMA DE MONITORAMENTO E ALERTA DE DESASTRES NO BRASIL

No Brasil, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) é o órgão, no âmbito federal, responsável por monitorar e emitir alertas sobre riscos de desastres geo-hidrológicos. Os alertas produzidos são encaminhados ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad), que é responsável pelo envio das informações para os municípios (Brasil, 2021a). Desde 2017, o governo federal disponibiliza alertas por SMS em parceria com a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), por meio da “Interface de Divulgação de Alertas Públicos” (IDAP). As comunicações são classificadas em três tipos: avisos, boletins e alertas (BRASIL, 2021a). O aviso comunica sobre uma situação meteorológica, hidrológica ou geológica com potencial para tornar-se perigosa. O boletim está relacionado ao estudo de dados e informações sobre qualquer situação anormal. O alerta comunica a possibilidade de um risco de desastre em curto prazo.

As pessoas interessadas em receber os alertas via SMS, de até 160 caracteres, cadastram o seu código de endereçamento postal (CEP). No Brasil, as informações que um alerta deve conter são: categoria do evento (conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres), severidade (baixa, moderada, alta e muito alta), urgência (passado, imediato, esperado, futuro), confiança (improvável, possível, provável e observado), vigência (datas e horário/período esperados para início e fim do evento) e recomendações (o que esperar e o que fazer) (Brasil, 2022, 2023).

5.7.2 AMOSTRA DAS MENSAGENS

A análise é feita a partir do conteúdo das mensagens de alerta por SMS de 160 caracteres enviadas pelos órgãos de proteção e defesa civil no Brasil aos dispositivos móveis dos cidadãos que realizaram o seu cadastro no sistema entre 01 de janeiro de 2018 e 31 de dezembro de 2023 (Anatel, 2024b). A escolha do período justifica-se pelo início da emissão de alertas em 2018, indo até 2024, por trabalhar com anos completos para garantir a integridade dos dados. A amostra é composta por 689 mensagens.

5.7.3 CODIFICAÇÃO DAS MENSAGENS

A primeira etapa consiste na codificação das mensagens de alerta segundo o modelo WRM. Um dos autores do estudo foi responsável pela codificação das mensagens, utilizando como base outras estruturas de codificação (Doermann; Kuligowski; Milke, 2021; Kuligowski *et al.*, 2023; Mileti; Sorensen, 1990; Sutton; Olson; Waugh, 2024). As mensagens foram codificadas considerando a presença: (1) fonte, (2) perigo, (3) localização, (4) orientação, e (5) tempo (QUADRO 4). Cada componente recebeu uma pontuação de 1 (presente) ou 0 (ausente).

Quadro 4 - Categorias de análise

Categoria	Subcategoria	Definição
Fonte	Organização	Nome da organização emissora da mensagem
Perigo	Nome do perigo	Nome do perigo, ameaça ou evento iminente
	Impactos	Consequências potenciais de um perigo
Localização	Área geográfica	Referência espacial (região, cidade, localidade)
Orientação	Ações sugeridas	Ações que as pessoas devem realizar para se proteger
Tempo	Período	Momento em que os impactos serão sentidos e cessarão

Fonte: Adaptado de (Doermann; Kuligowski; Milke, 2021; Kuligowski *et al.*, 2023; Mileti; Sorensen, 1990; Sutton; Olson; Waugh, 2024).

Além das variáveis acima, considerou-se como opcional outras quatro: detalhamento do perigo (intensidade da chuva em milímetro por unidade de tempo, cota altimétrica de inundação, velocidade do vento, por exemplo), detalhamento das ações de proteção (nome do abrigo, por exemplo), sintaxe (correção gramatical e ortográfica, não uso de siglas e abreviações e letras maiúsculas apenas em palavras

estratégicas) e ordem (sequência das informações). No caso da sintaxe, as mensagens parcialmente elaboradas recebem 0,5 se houver (1) uso de letras maiúsculas em toda a frase – (aplica-se o valor de 1 quando letras maiúsculas são utilizadas em palavras estratégicas. Por exemplo: “ALERTA”, “PROTEJA-SE”; e (2) mensagem com abreviações, siglas e palavras escritas de forma incorreta. A mesma situação é válida para “Ordem”. Se seguir parcialmente a sequência, recebe 0,5.

5.7.4 ANÁLISE DOS DADOS

As mensagens codificadas foram submetidas a uma análise estatística básica utilizando o Excel. As pontuações atribuídas para cada elemento foram detalhadas em termos percentuais, refletindo a presença desses componentes nas mensagens. Posteriormente, essas porcentagens foram combinadas para calcular um *score* global, que representa a média das categorias em percentual, e representadas a partir da perspectiva das tipologias da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres – Cobrade (Brasil, 2012). Essa abordagem permite avaliar a qualidade e a completude das mensagens de forma quantitativa, proporcionando uma visão de quais elementos são consistentemente abordados e quais necessitam de melhorias.

PARTE 4 - PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCO: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS E REFLEXÕES TEÓRICAS

CAPÍTULO 6: RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados da tese, estruturados em diferentes seções, que refletem a complexidade e a amplitude da análise desenvolvida. A organização parte de um olhar sobre as tendências da pesquisa em percepção de risco de inundação, abordando a evolução temporal da produção científica, os autores mais influentes, as redes de colaboração estabelecidas e as teorias e métodos empregados. Essa abordagem inicial busca mapear o estado da arte na área, permitindo identificar lacunas de conhecimento, bem como destacar os principais fatores que influenciam a percepção de risco, como aspectos culturais, sociais e econômicos. Na sequência, o foco recai sobre a comunicação de risco, examinando uma década de debates e publicações. Aqui, a distribuição de artigos, as redes de autores e países, e as palavras-chave mais frequentes são analisadas para compreender como o campo evoluiu em termos de abordagens teóricas e práticas. Também são discutidas estratégias de comunicação e metodologias aplicadas à avaliação de impacto, oferecendo um panorama das contribuições interdisciplinares que têm ampliado a eficácia das mensagens de alerta em contextos de desastres.

Outro eixo de análise centra-se no potencial oferecido pelos sistemas de alerta de desastres baseados em tecnologias como o CEP e na avaliação do desempenho dos alertas baseados na localização do indivíduo. Este segmento avalia o cadastro de dispositivos móveis em áreas vulneráveis e discute a formalidade e a informalidade do processo, trazendo uma análise multivariada e estatística espacial que fornece subsídios para aprimorar a governança desses sistemas. O capítulo também explora o papel das mídias sociais governamentais na comunicação de riscos e o engajamento cidadão nas publicações relacionadas a desastres. São analisadas as estratégias comunicativas utilizadas e a receptividade do público, destacando a importância das redes como meio complementar para disseminação de mensagens em tempo real e para o fortalecimento do vínculo entre as instituições e a população.

Por fim, os resultados abrangem uma proposta metodológica inovadora para o aprimoramento do sistema de governança da comunicação de riscos de inundação, estruturada como um Sistema de Suporte à Decisão Espacial. Essa abordagem

integra dados empíricos, percepções de especialistas e análises das características socioterritoriais das áreas de vulnerabilidade, garantindo que os meios de comunicação sejam adaptados às especificidades locais. A proposta enfatiza o papel dessa adaptação no fortalecimento da eficácia das estratégias de comunicação, reconhecendo as peculiaridades demográficas, sociais e espaciais como determinantes para o sucesso das ações de RRD. Além disso, o modelo incorpora diretrizes para a construção de mensagens claras, precisas e inclusivas, projetadas para otimizar o entendimento e o engajamento dos públicos-alvo em cenários de risco. Ao articular diferentes meios de comunicação e explorar suas potencialidades em contextos diversos, a proposta oferece uma abordagem mais eficiente, equitativa e alinhada às complexidades das dinâmicas territoriais, consolidando uma contribuição prática e teórica significativa para os estudos de riscos e desastres.

6.1 TENDÊNCIAS DA PESQUISA DE PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

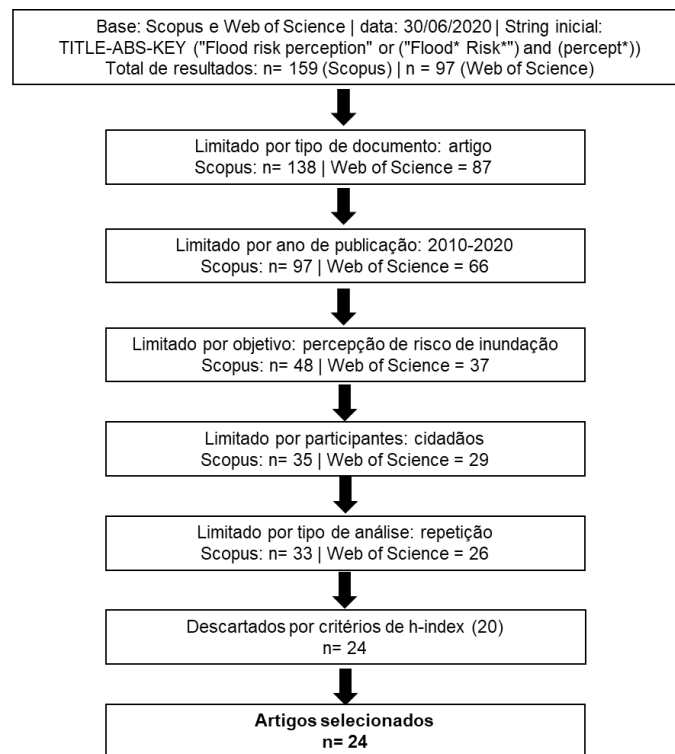
A percepção possui um papel vital na eficácia da gestão de risco de inundação. É um elemento que exerce influência não apenas na preparação e na tomada de decisão de comportamento, mas também na implementação de estratégias de gestão (Bradford *et al.*, 2012; Buchecker; Ogasa; Maidl, 2016). É um preditor das decisões das pessoas para se ajustarem aos riscos. Indivíduos com níveis mais altos de risco percebido são mais propensos a adotar medidas de redução de risco, estar mais bem preparados e ter uma ideia melhor do que fazer quando há um alerta do que aqueles com baixa percepção (Kienzler *et al.*, 2015). Uma percepção baixa pode levar as pessoas a uma falsa sensação de segurança e fazer com que negligenciem o risco.

O objetivo da revisão sistemática foi responder à seguinte questão: como vêm sendo conduzidos os estudos acerca da percepção de risco de inundação entre os anos de 2010 e 2020? Logo, busca-se identificar, quantificar e avaliar as palavras-chave e termos mais comumente usados neste campo, bem como os países, instituições e periódicos que estão envolvidos na produção do conhecimento sobre a comunicação de risco de inundação. A pesquisa também contempla a revisão que procura levantar os fatores que exercem influência no grau de percepção de risco de inundação e na promoção de ações de pré-ocorrência do evento. O conhecimento desses fatores pode contribuir no desenvolvimento de estratégias de RRD e ser um catalisador para ações adaptativas (Abunyewah *et al.*, 2020b, 2020a).

6.1.1 DISTRIBUIÇÃO E EVOLUÇÃO TEMPORAL DE ARTIGOS

Um total de 256 artigos foram identificados. Destes, 232 foram excluídos durante a triagem (leitura do título/resumo e critérios de inclusão/exclusão). Logo, 24 estudos foram incluídos na revisão (FIGURA 7).

Figura 7 - Protocolo de busca da análise bibliométrica nas bases Scopus e WoS

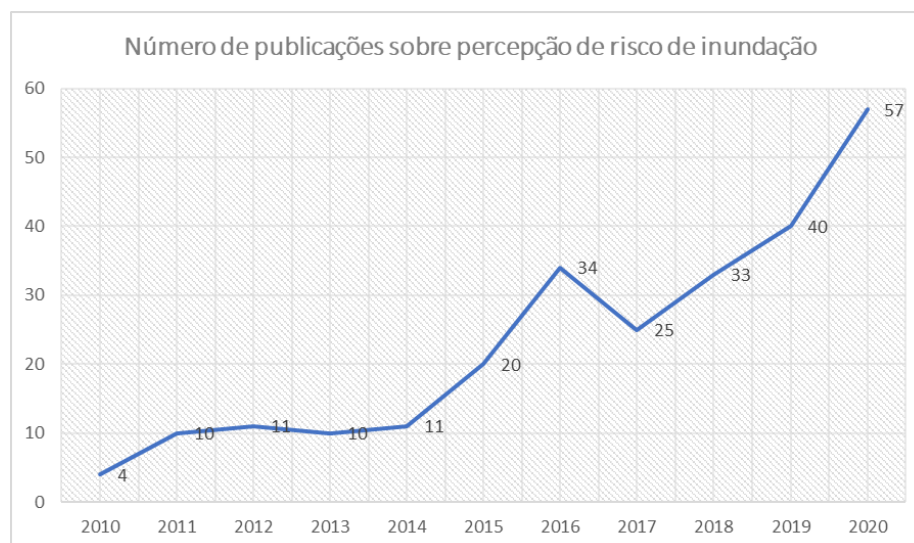


Fonte:

A percepção de risco de inundação é um tema emergente em estudos sobre riscos e desastres. Por isso, observa-se um número crescente de artigos desde 2010, quando foram localizados os primeiros trabalhos (FIGURA 8). No caso dos primeiros quatro artigos, eles versam sobre “*Individual actual or perceived property flood risk: Did it predict evacuation from hurricane isabel in North Carolina, 2003?*” (HORNEY et al., 2010), “*An integrative approach to study and promote natural hazards adaptive capacity: a case study of two flood-prone communities in Puerto Rico*” (Lopez-Marrero, 2010), “*Investigating Homeowners' Interest in Property-Level Flood Protection*” (Kazmierczak; Bichard, 2010) e “*Prior exposure to major flooding increases individual preparedness in high-risk populations*” (Coulston; Deeny, 2010). É possível observar

que 64,3% dos artigos foram publicados nos anos de 2016, 2018, 2019 e 2020, ilustrando uma tendência de crescente interesse pelo tema.

Figura 8 - Número de publicações sobre a “percepção de risco de inundação”



Fonte: os autores (2025)

Os 255 artigos analisados foram publicados em 109 revistas diferentes. Na tabela 4, são apresentados os periódicos que publicaram no mínimo seis artigos: oito revistas. Logo, podem ser vistas como as “principais”. Aqueles que obtiveram no mínimo cinco publicações representam 40,8% do total, indicando que os trabalhos sobre o tema estão sendo publicados em diferentes revistas e áreas de interesse e, ao mesmo tempo, representam um núcleo de difusão de conhecimento sobre o tema. O periódico “*Natural Hazards*” foi aquele em que houve a maior contribuição para as pesquisas sobre percepção de risco de inundação, com 8,9% das publicações. O maior fator de impacto é o apresentado pela *Environmental Science and Policy* (5.581, Q1), seguido pela *International Journal of Disaster Risk Reduction* (4.320, Q1). Por último, todas as revistas científicas mais produtivas pertencem a países europeus.

Tabela 4 - Periódicos com o maior número de publicações

Periódico	País	%	Cit.	SJR	FI
Natural Hazards	Países Baixos	8,85	850	0.76	2.254
International Journal of Disaster Risk Reduction	Reino Unido	8,46	245	1.161	4.320
Risk Analysis	Reino Unido	8,46	805	0.972	3.137
Journal of Flood Risk Management	Dinamarca	6,54	214	1.049	3.884
Natural Hazards and Earth System Sciences	Alemanha	2,69	276	1.122	1.685
Disasters	Reino Unido	2,31	89	0.744	1.937

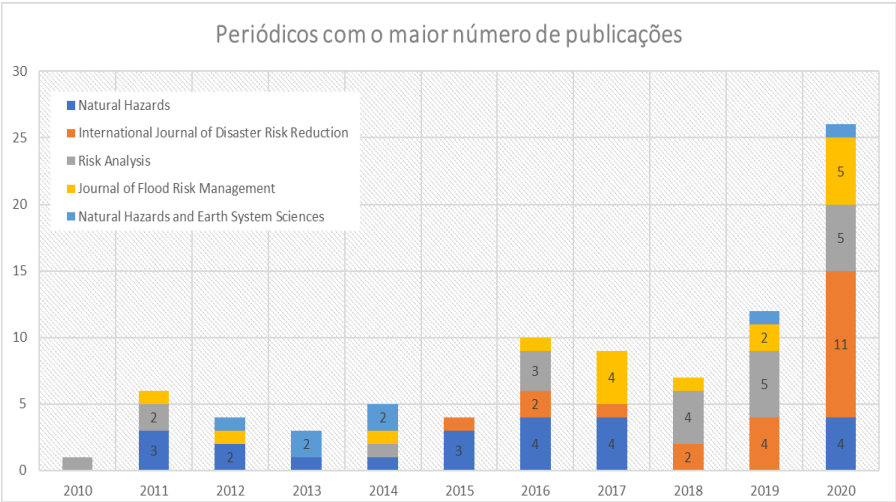
Sustainability	Suíça	2,31	21	0.612	2.576
Environmental Science and Policy	Países Baixos	2,31	216	1.716	5.581

Cit.: citações; SJR: SCImago Journal Rank; FI: fator de impacto

Fonte: os autores (2025)

As revistas “*Risk Analysis*”, “*Geographical Journal*”, “*International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*” e “*Prehospital and Disaster Medicine*” foram aquelas que tiveram os primeiros artigos publicados sobre a percepção de risco de inundação, em 2010. Com exceção de 2010, há pouca diversificação de revistas (FIGURA 9). Nesse caso, destaca-se a “*Natural Hazards*” e a “*Journal of Flood Risk Management*”, que exibem uma constante ao longo dos anos, e a “*International Journal of Disaster Risk Reduction*”, com publicações a partir de 2015.

Figura 9 - Periódicos com o maior número de publicações entre 2011 e 2020



Fonte: os autores (2025)

O fator de impacto dos periódicos oscila entre 0.200 e 10.466. Destes, 26,4% estão entre 0.20 e 1.98 e 51,6% entre 2.067 e 3.967. Esse fator identifica a frequência média com que um periódico é citado em um certo ano, o que permite avaliar a influência dos periódicos de maior destaque. Aqueles que possuem o maior fator de impacto são *Global Environmental Change* (10.466), *Water Research* (9.130), *Science of the Total Environment* (7.963) e *Earth's Future* (7.495). Já os cinco periódicos com o maior número de publicações têm o fator variando entre 1.685 (*Natural Hazards and Earth System Sciences*) e 5.581 (*Environmental Science and Policy*).

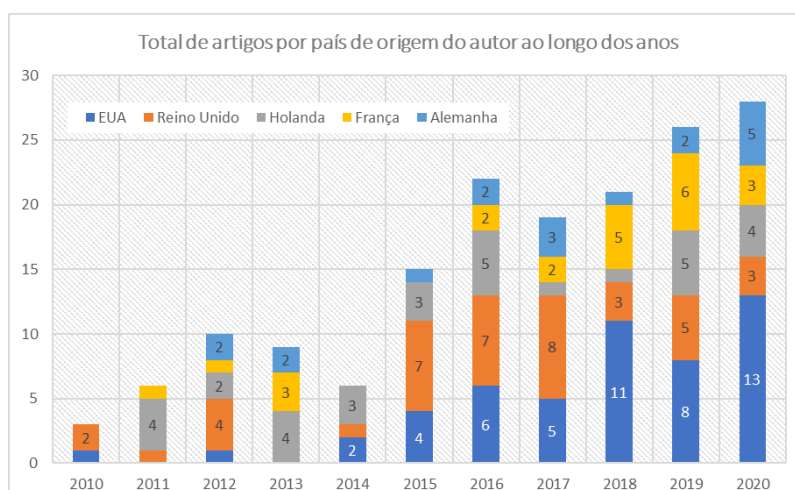
6.1.2 PRINCIPAIS AUTORES NO TEMA

Quanto à autoria, a pesquisa identificou 749 autores relacionados às produções analisadas, tanto autores como os coautores. Para efeitos de análise, considerou-se aqueles que estão presentes no mínimo em cinco artigos. Assim, foram listados os sete autores mais prolíficos na produção de artigos. São eles: Botzen WJW (13 artigos, 689 citações), Fleury-Bahi G (8 artigos, 40 citações), Bubeck P (6 artigos, 210 citações), Navarro O (6 artigos, 38 citações) e Aerts JCJH (6 artigos, 464 citações) e Mercier D (5 artigos, 19 citações). A maior parcela dos artigos (79%) possui entre dois e cinco autores, com destaque para trabalhos contendo quatro autores (24,1%).

6.1.3 PAÍSES E INSTITUIÇÕES

A percepção de risco é tema de pesquisa em diferentes países. Dos 255 artigos publicados, tem-se 60 países envolvidos, considerados autor principal e coautores. Os Estados Unidos são responsáveis por cerca de 14,2% dos artigos, seguido do Reino Unido (11,4%) e Países Baixos (8,9%). Neste caso, há uma concentração de autores europeus, asiáticos e africanos e uma baixa de autores dos demais continentes, sobretudo da América Latina e Oceania. É fundamental a participação desses autores para entender as particularidades de cada localidade, já que a ocorrência de inundações tem causado impactos nesses locais (Kakinuma *et al.*, 2020). Os países mais produtivos apresentam uma regularidade na quantidade de publicações entre 2010 e 2020, sobretudo os EUA (FIGURA 10).

Figura 10 - Total de artigos por país de origem dos autores entre 2011 e 2020



Fonte: os autores (2025)

A instituições mais prolíferas estão localizadas nos países mais produtivos, como Países Baixos, Reino Unido, Alemanha e EUA. Todavia, há participação de diferentes instituições em cada publicação, já que foram identificadas 356 instituições nos países com pesquisas. A maior parte das instituições são universidades (66,4%), seguida de instituições estatais (21,5%) e privadas (12,1%). Os resultados também indicam que as instituições mais produtivas estão no Norte Global (TABELA 5).

Tabela 5 - Instituições com o maior número de publicações

Instituição	País	Total	Citações	1°	2°
VU University Amsterdam	Países Baixos	17	723	2012	2020
Université de Nantes	França	9	42	2018	2020
University College Dublin	Irlanda	8	296	2012	2019
University of Applied Sciences	Alemanha	7	116	2011	2018
University of California	EUA	6	200	2012	2020
University of Potsdam	Alemanha	6	66	2016	2020
Cornell University	EUA	5	9	2018	2020
Texas Christian University	EUA	5	35	2017	2020

Fonte: os autores (2025)

Das dez instituições mais produtivas, apenas uma não é universidade. O *IHE Delft Institute for Water Education* é uma instituição internacional de pós-graduação em água do mundo e está sediada em Delft, Países Baixos. A cidade de Delft é conhecida por ser um centro de conhecimento em infraestrutura hídrica e tecnologia. Outro aspecto a ser levantado é o número de instituições por artigo. Aqui, merecem destaque os artigos com até quatro instituições (81,5% do total).

6.1.4 IMPACTO ACADÊMICO E ANÁLISE DE CITAÇÕES

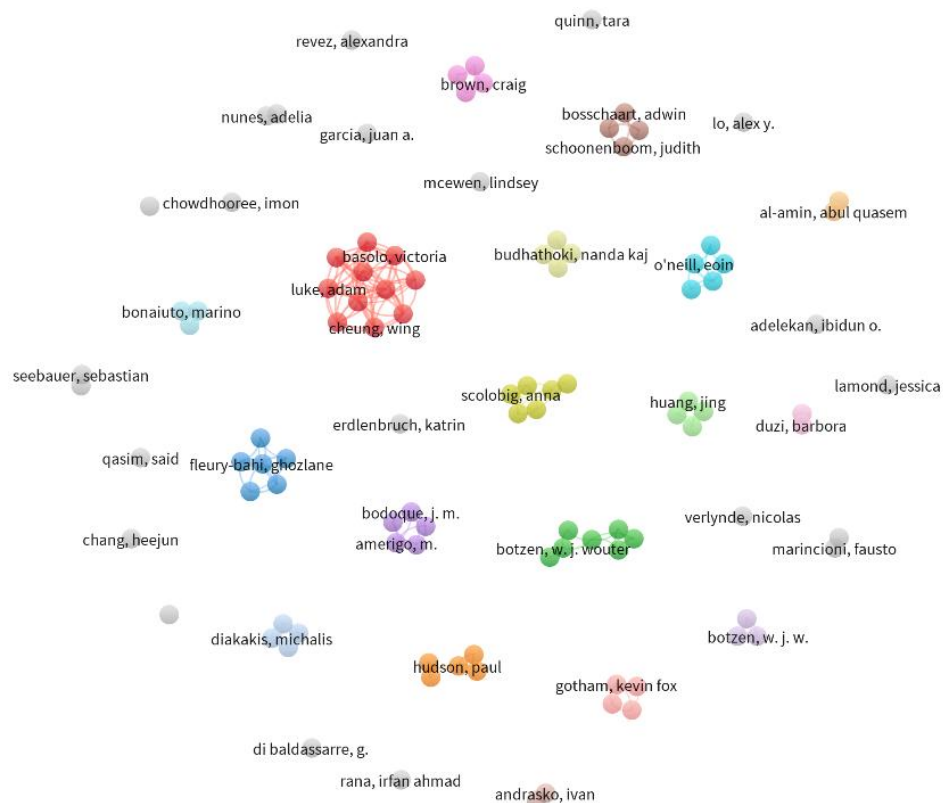
Os artigos levantados receberam 5.212 citações. A maior parcela dos artigos recebeu entre 1 e 20 citações (64,7%), seguido por 21 a 40 (13,7%) e 41 a 60 e nenhum (7,4% cada). Os Países Baixos são o país com o maior número de citações (1.443), seguido pelos EUA (905), Reino Unido (861), Itália (635), Alemanha (508).

6.1.5 MAPEAMENTO DAS REDES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA

Para detectar e interpretar padrões e vínculos entre pesquisadores, instituições e países que estão produzindo sobre o presente tema, foi realizado um conjunto de análises de redes (van Eck; Waltman, 2010). Neste caso, foi construída uma rede de

relacionamento no software VosViewer considerando os 255 artigos da amostra e todos os autores presentes em pelo menos dois documentos. Produziu-se uma rede com 103 autores, distribuídos em 37 clusters, com destaque para grupos com poucos pesquisadores interligados (FIGURA 11). Há dois clusters com mais nós: vermelho e azul. No primeiro, os autores buscam avaliar a percepção de risco de inundação e, a partir disso, desenvolver modelos de risco de inundação de resolução fina e mapas que atendem às necessidades de tomada de decisão (Sanders *et al.*, 2020).

Figura 11 - Redes de coautoria

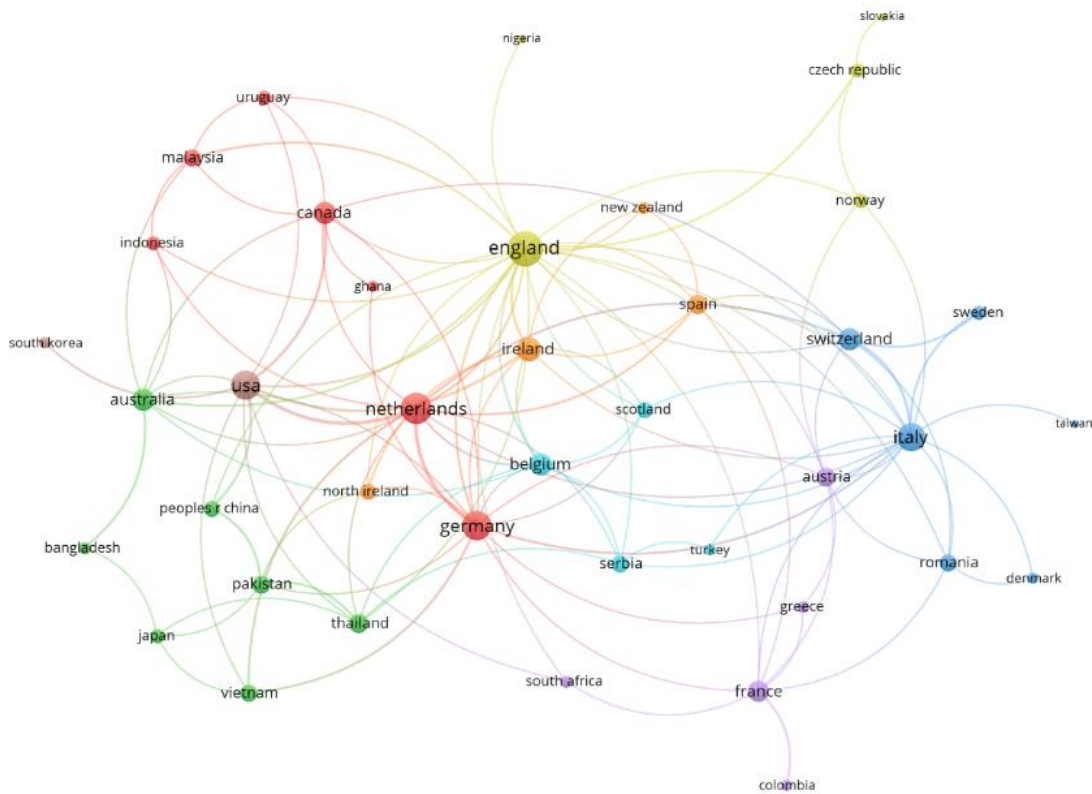


Fonte: os autores (2025)

Além do relacionamento, pode-se observar emergências e tendências de autores, estabelecendo os principais pesquisadores do tema atualmente e a tendência nos próximos anos. De uma forma geral, os autores são oriundos do Paquistão, Uruguai, Eslováquia, Colômbia, Suécia Austrália, Alemanha, EUA, Itália e Colômbia, cujas publicações ocorreram entre 2019 e 2020. Visando identificar os países cujos autores mais publicaram em colaboração, a Figura 12 apresenta a principal rede de países mapeados. Foram considerados países com pelo menos uma publicação em conjunto, neste caso, 40. Com isso, observa-se a formação de oito clusters de

colaboração nas coautorias dos artigos. Dentre eles, merecem destaques aqueles de cor verde musgo, capitaneado pela Inglaterra e que apresenta o maior número de ligações entre todos os países levantados, e o vermelho, pelos Países Baixos.

Figura 12 - Redes de colaboração entre países



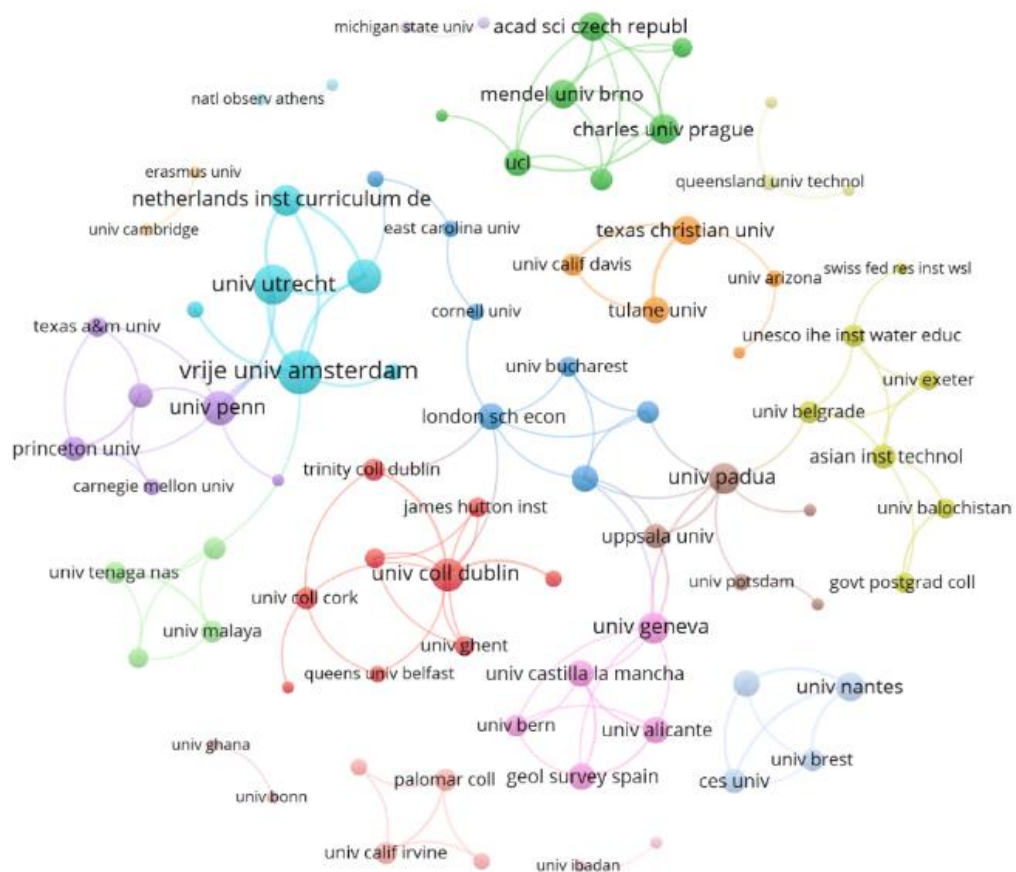
Fonte: os autores (2025)

A Alemanha, a Itália e os Estados Unidos foram os países mais filiados, vinculados a 22 países. Os resultados mostram que as vantagens de uma colaboração internacional não se limitam à ampliação da rede, troca e compartilhamento de conhecimento; a colaboração forma uma estratégia de classificação. Austrália, Canadá, Irlanda, França e China estão entre os países que mais publicam sobre o tema, mas apresentam baixa colaboração internacional. No caso francês, 73,9% dos artigos possuem apenas autores do país, indicando uma colaboração interna.

A TIC tem proporcionado um aumento no número de estudos realizados de modo compartilhado entre autores e instituições de diversos locais e países. Nesse sentido, foi elaborado o diagrama de relacionamento de instituições de afiliação dos autores, considerando aquelas que possuem, no mínimo, uma relação. Dessa maneira, observa-se a existência de quatro clusters principais: azul claro, verde, roxo

e vermelho (FIGURA 13). Dentre eles, é possível identificar relações entre instituições privadas, estatais e de ensino. No primeiro, merece destaque a relação entre instituições de ensino e de pesquisa, com a participação da Queens Univ Belfast (Irlanda do Norte), Trinity Coll Dublin (Irlanda), Univ Coll Cork e Univ Coll Dublin (Irlanda), Univ Ghent (Bélgica), Univ Maryland (EUA), Univ Roma La Sapienza (Itália), Victoria Univ Wellington (Nova Zelândia) e do James Hutton Inst (Reino Unido).

Figura 13 - Redes de colaboração entre instituições



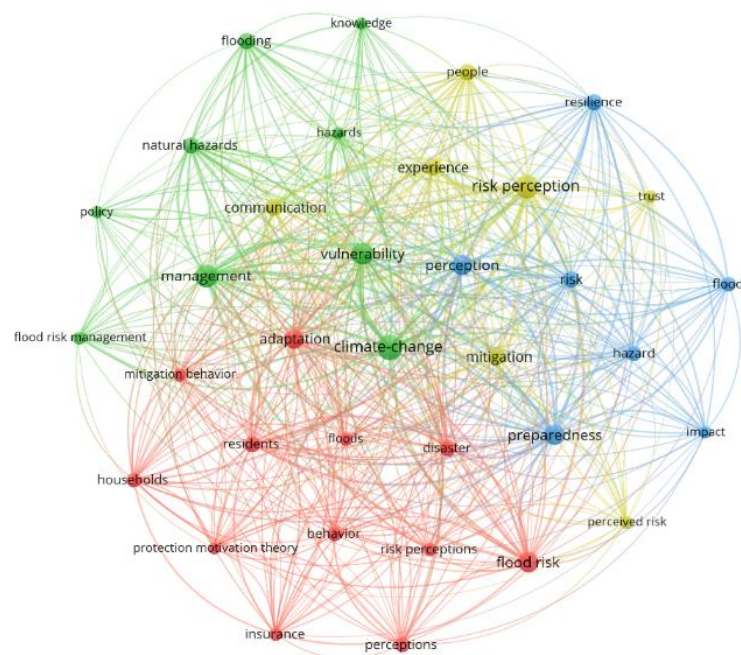
Fonte: os autores (2025)

Já no cluster azul claro, há um caso que merece atenção: a participação de universidades, instituições privadas e de Estado da Alemanha e Países Baixos. No trabalho, os autores avaliam a percepção de risco de inundação a fim de demonstrar a influência dos componentes da avaliação de enfrentamento de inundações em quatro tipos de comportamento de mitigação (Bubeck *et al.*, 2013). Dentre as principais tendências, pode-se destacar instituições da França, EUA, Suécia e Irlanda.

6.1.6 PALAVRAS-CHAVE MAIS FREQUENTES

Utilizando a identificação de palavras-chave do *VOSviewer*, foi construído o diagrama de relacionamento, considerando todas as palavras que tenham sido empregadas pelo menos duas vezes. No total, foram contabilizadas 689 palavras-chave (FIGURA 14). Os nós de tamanho maior representam tópicos de tendência e descrevem os conceitos mais recorrentes. Esta rede é formada por quatro clusters, sendo que o verde musgo contém a palavra-chave *risk communication*, que é aquela que possui o maior número de ocorrências na análise e de ligações entre as demais. Além disso, observa-se palavras-chave como *experience* e *communication*. Há de se destacar os clusters verde, vermelho e azul, cujas palavras mais proeminentes são *climate change*, *flood risk* e *preparedness*, respectivamente. As seis palavras-chave com maior ocorrência foram: *risk perception* (68), *management* (14), *flood risk* (38), *climate change* (34), *vulnerability* (17), *flood risk management* (17).

Figura 14 - Diagrama de palavras-chave



Fonte: os autores (2025)

Dentro do cluster azul “*Households*”, as tendências são principalmente orientadas para percepção de risco, teoria da motivação de proteção e comportamento mitigatório. Por sua vez, o cluster vermelho “*Risk Perception*” tem como tendências de pesquisa a resiliência, mudanças climáticas e adaptação. Por

outro lado, palavras como “residentes”, “inundações”, “desastres”, “risco”, “perigo”, “pessoas” e “confiança” são cada vez menos usadas nesses estudos.

6.1.7 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E MÉTODOS UTILIZADOS NAS PESQUISAS

Os estudos não usam uma estrutura teórica como base para as suas análises. Isso ocorre devido à natureza exploratória das pesquisas, a qual se reflete nas características mensuradas de percepção. Essas diferenças sugerem que não há conformidade sobre os tipos de perguntas ou elementos para mensurar a percepção de risco, resultando em uma miríade de análises. Somente dois artigos utilizam uma estrutura teórica como base. Há autores que empregam uma abordagem psicométrica (Adelekan; Asiyebi, 2016) e a Teoria da Motivação da Proteção (Fox-Rogers *et al.*, 2016). O primeiro descreve o fenômeno social de forma estatística, assumindo que há padrões cognitivos (Kellens; Terpstra; De Maeyer, 2013). O segundo reflete os processos cognitivos que levam a uma motivação de proteção. Vários instrumentos foram usados para avaliar a percepção de risco. São questionários fechados, ligação telefônica ou presencialmente – via autor e colaboradores ou enviado pelo correio. Apenas uma pesquisa não utilizou o questionário, optando pelo grupo focal. Também houve a aplicação de amostragem, por conveniência, estratificada (Thistlethwaite *et al.*, 2018) e *snowball* (Ardaya; Evers; Ribbe, 2017).

6.1.8 DETERMINANTES DO GRAU DE PERCEPÇÃO DE RISCO

Nesta seção, apresentam-se os fatores identificados nos artigos que possuem um grau de influência na percepção de risco de inundação (APÊNDICE 3). Os fatores sociodemográficos são os mais influentes (34,9%), sendo seguidos pelo comportamento (16,6%), experiência (8,6%), consciência (6,3%), aspectos relacionados à inundação e preparação (5,7% cada um) e exposição (5,1%). Os fatores com menor influência encontram-se vinculados às fontes de informação (4,5%), gestão e confiança (3,4% cada um) e responsabilidade (2,3%). A consciência do perigo refere-se ao conhecimento de alguém sobre a gênese de um perigo, seus mecanismos de exposição e tipos de medidas de que podem evitar seus impactos. Em Taiwan, na China e na Sérvia, a maior parte dos entrevistados possui alto conhecimento do risco, sobretudo em virtude da experiência (Cvetkovic *et al.*, 2018;

Roder *et al.*, 2016). Por outro lado, em Lagos (Nigéria), a maior parte dos entrevistados alegou ter pouco acesso à informação (Adelekan; Asiyebi, 2016).

Quando as pessoas não têm conhecimento sobre um perigo, seus julgamentos são baseados no grau em que confiam nas autoridades e nas medidas adotadas por elas. Os resultados mostram que os entrevistados que possuem confiança no governo e em medidas estruturais acreditam que estão seguros e, por isso, não veem motivos para se preparar (Tanner; Arvai, 2018; Wang *et al.*, 2018). Na Grécia, os entrevistados apresentam baixos níveis de confiança nas autoridades e de conhecimento das ações de RRD (Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018). Outros estudos destacam que, onde o estado é percebido realizando ações de RRD, as pessoas são mais propensas a assumir maior responsabilidade (Adger *et al.*, 2016). As pessoas tendem a ter mais confiança nas formas estruturais do que em não estruturais (Box *et al.*, 2016; Buchecker; Ogasa; Maidl, 2016).

A responsabilidade de proteção reflete o grau em que uma pessoa se sente responsável por tomar medidas de proteção contra um perigo. Aqueles que acreditam que eles devem ser responsáveis pela proteção apresentaram maior percepção de risco do que outros grupos. A razão pode ser que essas pessoas geralmente duvidam da eficácia das medidas de proteção públicas. Por outro lado, no Canadá, os proprietários não estão dispostos a aceitar maior responsabilidade, pois subestimam seu risco, mesmo em áreas de alto risco (Thistlethwaite *et al.*, 2018). Na China, a maioria dos entrevistados entende que o governo e os especialistas devem assumir a responsabilidade de proteger o público da inundação (Wang *et al.*, 2018).

Os efeitos da exposição aos riscos e experiências anteriores podem ter efeitos na percepção. A exposição é influenciada pela localização da pessoa, que está atrelada à proximidade do perigo (Bodoque *et al.*, 2016; Roder *et al.*, 2016). Na China, as pessoas que moram perto de rios têm maior percepção do que aquelas que moram longe, e as pessoas que moram perto de um grande rio possuem maior percepção do que aquelas que moram perto de um pequeno rio (Liu *et al.*, 2018). As experiências anteriores aumentam as percepções de risco (Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018; Gotham *et al.*, 2018; Thistlethwaite *et al.*, 2018), a probabilidade de buscar informações e adotar medidas de proteção (Lazrus *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2018). Outras pesquisas mostram que a experiência não é um fator diferenciador para percepções de risco (Tanner; Arvai, 2018). Também há as pessoas que não estão

dispostas a implementar medidas de RRD, devido à sua incapacidade percebida de lidar com um evento (Fox-Rogers *et al.*, 2016).

As características sociodemográficas que apresentam relação estatisticamente significativa são idade, renda, escolaridade e gênero. A idade está positivamente correlacionada com a percepção (Ardaya; Evers; Ribbe, 2017; Box *et al.*, 2016), embora resultados negativos tenham sido encontrados (Babcicky; Seebauer, 2017; Cvetkovic *et al.*, 2018). Os mais velhos apresentam maior conhecimento das inundações e das ações que devem ser tomadas do que os mais jovens (Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018; Wang *et al.*, 2018). Por outro lado, na China, os jovens têm percepções mais altas sobre prevenção e impactos do que os mais velhos (LIU *et al.*, 2018). Entretanto, ambas as faixas etárias têm uma preparação mais baixa, corroborando, dessa maneira, o paradoxo da percepção de risco (Wachinger *et al.*, 2013).

Quanto ao gênero, pesquisas mostram que as mulheres têm, em média, níveis percebidos de riscos mais altos do que os homens. Além disso, as mulheres geralmente tinham *status* socioeconômico mais baixo do que os homens, o que pode levar a uma preocupação com a possibilidade de perdas (Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018). Mas, outros autores apontam relação oposta (CVETKOVIC *et al.*, 2018). Já outros destacam que o gênero não é estatisticamente significativo, ou seja, homens e mulheres sentem o perigo no mesmo nível (BABCICKY; SEEBAUER, 2017). A renda familiar também tem um efeito significativo na percepção de risco, sugerindo que famílias ricas tendem a se perceber em menor risco do que as outras e ter crenças mais fortes de autoeficácia (Babcicky; Seebauer, 2017). As pessoas menos escolarizadas costumam apresentar níveis mais altos de percepção (LIU *et al.*, 2018), pois são mais propensas a se preocupar. Já na Grécia, pessoas com ensino superior apresentaram maior percepção (Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018).

Em relação ao tempo de residência, pessoas que vivem mais tempo na área tendem a ter mais experiência com inundações e uma maior percepção de risco (Ardaya; Evers; Ribbe, 2017). As pessoas que possuem uma casa apresentam maior percepção de risco e probabilidade de adotar medidas de proteção do que aquelas que alugam uma (Thistlethwaite *et al.*, 2018). Em menor grau, o estado civil é um fator que influencia na percepção. Os entrevistados casados e com filhos apresentaram maior percepção (Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018). Indivíduos casados e os pais

são mais propensos a avaliar o risco mais alto e apresentar um comportamento de maior preparação em comparação com os solteiros. Ainda, o tamanho das famílias e a presença de crianças foram características que influenciaram a percepção (LIU et al., 2018). A capacidade de perceber o risco diminuiu com o aumento do número de pessoas em uma casa. Os domicílios com crianças menores de 12 anos tiveram maior percepção do que aqueles sem filhos.

6.2 COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO: UMA DÉCADA DE DEBATES

Compreender o risco de inundação é um pré-requisito para o planejamento e desenvolvimento de estratégias assertivas de redução de risco e adaptação eficazes, bem como uma melhor forma de lidar com os impactos decorrentes desse fenômeno. Assim, a ação de fornecer informações sobre os riscos potenciais às populações que vivem em áreas vulneráveis socioambientalmente e explorar o uso de diferentes canais de comunicação e mensagens em tempo hábil para abordar esta questão, é um dos primeiros passos a ser adotado pelas partes interessadas, principalmente o poder público. O comportamento e as ações são motivados pelo tempo e meio através do qual as informações de risco são recebidas (Chan; Man; Lam, 2019).

O objetivo desta parte é responder à questão: como vem sendo conduzidos os estudos acerca da comunicação de risco de inundação entre 2010 e 2020? Como questões secundárias, têm-se: (1) qual é o desenho da pesquisa (área de estudo e tipo de inundação, número e tipo de respondentes, método de pesquisa)? e (2) quais são as variáveis da pesquisa? Com isso, busca-se identificar, quantificar e avaliar as palavras-chave e termos mais usados neste campo, bem como os países, instituições e periódicos que estão envolvidos na produção do conhecimento sobre a comunicação de risco de inundação¹. A segunda parte abrange a revisão sistemática que avalia os fatores que influenciam nas estratégias de comunicação de risco².

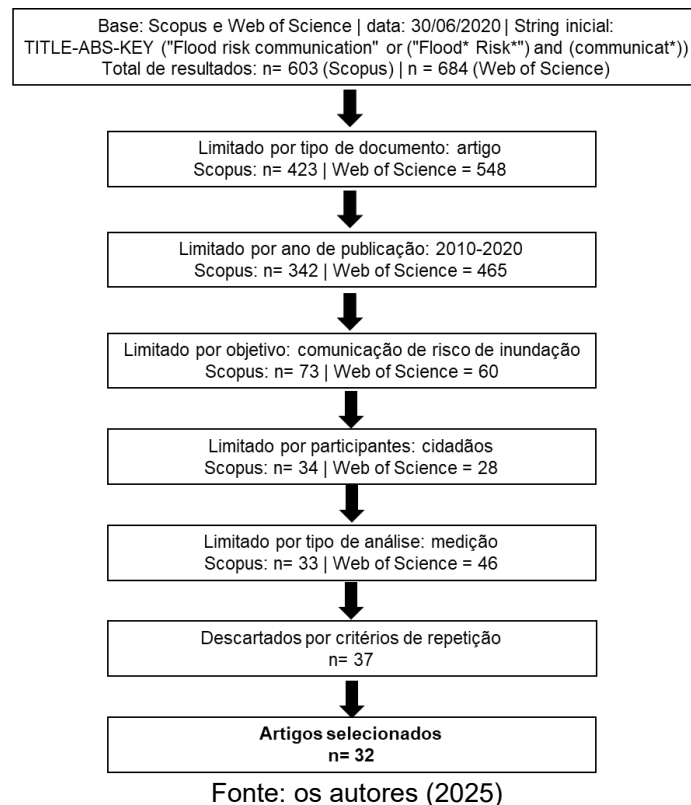
¹ FONSECA, M. N.; GARCAS, C. M.; SILVA, L. P. Flood risk communication: a decade of debate. Mercator (Fortaleza. Online), v. 21, p. 1-14, 2023. <https://doi.org/10.4215/rm2022.e21027>.

² FONSECA, M. N.; GARCAS, C. M.; SILVA, L.P. Avaliação dos fatores que influenciam na eficácia da comunicação de risco de inundação. Submetido na Revista do Departamento de Geografia (USP).

6.2.1 EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS PUBLICAÇÕES

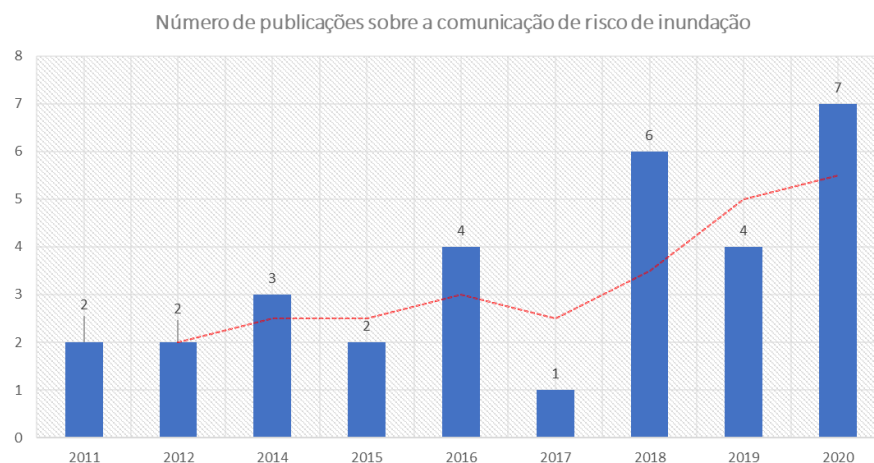
Um total de 1287 artigos foram identificados no levantamento. Destes, 1.208 foram excluídos durante a triagem (leitura do título/resumo e critérios de inclusão/exclusão). Dos 79 trabalhos restantes, 37 foram eliminados por repetição. Dessa maneira, 32 estudos foram incluídos na revisão (FIGURA 15).

Figura 15 - Protocolo de busca da análise bibliométrica nas bases Scopus e WoS



Os resultados indicam um número crescente de artigos desde 2011 (FIGURA 16), quando foram localizados os primeiros trabalhos (taxa de crescimento anual de 11,5%). Um dos primeiros artigos busca avaliar a comunicação de risco a partir de exercícios de evacuação, sobretudo a partir do alerta, velocidade de caminhada e o tempo de percurso até os abrigos (Yamada *et al.*, 2011). Outro trabalho procura identificar as lacunas na comunicação e discutir a criação de estratégias para melhorar o compartilhamento de informações (Stewart; Rashid, 2011).

Figura 16 - Número de publicações sobre a “comunicação de risco de inundação”



Fonte: os autores (2025)

Os 34 artigos estão publicados em 21 revistas. Ao todo, oito periódicos publicaram pelo menos dois artigos - 54,8% do total (TABELA 6). O periódico “*Natural Hazards and Earth System Sciences*” foi aquele em que houve a maior contribuição para as pesquisas sobre a comunicação de risco de inundação (11,9%). Além disso, dois terços das revistas mais produtivas estão em países europeus e 22% nos Estados Unidos e 3,7% cada na África e Ásia. Do ponto de vista temporal, a *Journal of Advanced Transportation* e a *Disasters* são as primeiras revistas com artigos publicados sobre o tema, em 2011. Porém, há pouca diversificação de revistas.

Tabela 6 - Periódicos com o maior número de publicações

Periódico	%	Citação	País	FI	SJR
Natural Hazards and Earth System Sciences	11,9	123	Alemanha	1.685	1.122
International Journal of Disaster Risk Reduction	9,5	43	Reino Unido	4.320	1.161
Journal of Flood Risk Management	7,1	14	Dinamarca	3.884	1.049
Risk Analysis	7,1	39	Reino Unido	3.137	0.972
Disasters	4,7	15	Reino Unido	1.937	0.744
PLoS ONE	4,7	6	EUA	3.240	0.99
Natural Hazards	4,7	21	Países Baixos	2.254	0.76
WasserWirtschaft	4,7	17	Alemanha	0.112	0.134

FI: Fator de impacto; SJR: SCImago Journal Rank.

Fonte: os autores (2025)

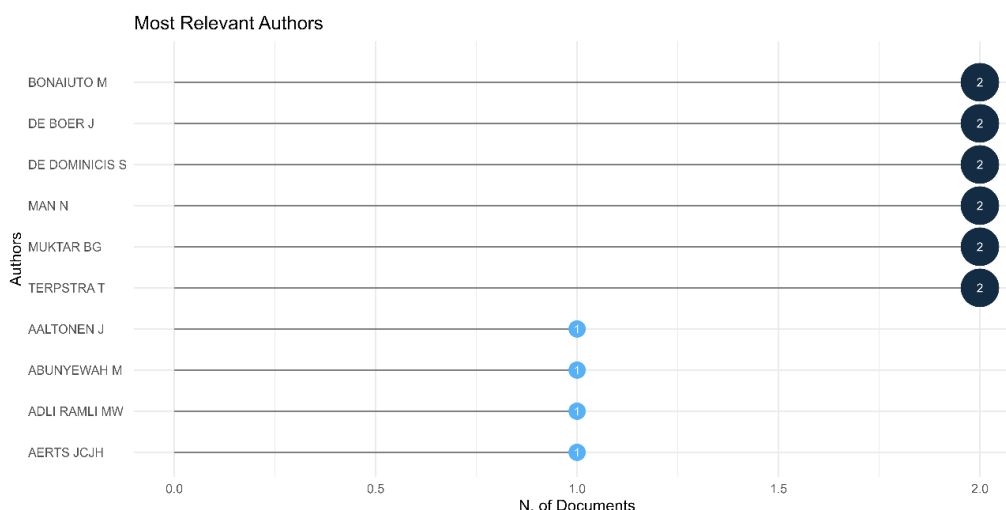
O fator de impacto dos periódicos oscila entre 0.112 e 9.384. Esse fator identifica a frequência média com que um periódico é citado em um ano, o que permite avaliar a influência dos periódicos de maior destaque. O *Bulletin of the American*

Meteorological Society possui o maior fator de impacto (9.384) dentre as revistas analisadas. Aqueles com o maior número de publicações têm o fator variando entre 0.112 (*Wasserwirtschaft*) e 4.320 (*International Journal of Disaster Risk Reduction*).

6.2.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E INSTITUCIONAL DA PESQUISA

A pesquisa identificou 152 autores relacionados às produções analisadas, tanto os principais como os coautores. Os autores com o maior número de trabalhos sobre a temática são: Bonaiuto M e De Dominicis S (2 artigos e 113 citações cada, Itália), De Boer J (2 artigos, Países Baixos), Terpstra T (2 artigos, Países baixos, 46 citações) e Man N e Muktar BG (2 artigos e 5 citações cada; Nigéria e Malásia, respectivamente) (FIGURA 17). Tais autores assinam 35,2% das publicações.

Figura 17 - Autores com o maior número de publicações entre 2011 e 2020

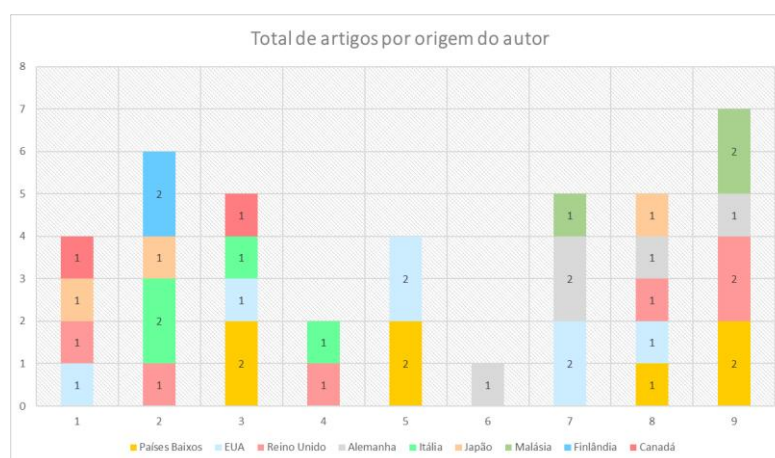


Fonte: os autores (2025)

A maior parcela dos artigos (cerca de 59,5%) possui entre dois e quatro autores. Eles são realizados por pesquisadores do próprio país, gerando uma baixa colaboração internacional (29,4%). A comunicação de risco de inundação é tema de pesquisa em 17 países. Os pesquisadores dos EUA são responsáveis por 16,3% dos artigos, seguido dos Países Baixos (14%) e Reino Unido e Alemanha (11,6% cada um). Há uma concentração de publicações de autores europeus (60,5%), norteamericanos (18,6%) e asiáticos (16,2%). Também é possível verificar a emergência de autores oriundos da Malásia e do Japão (FIGURA 18). Com isso, verifica-se uma baixa produção de autores da Oceania e da África e ausência de autores da América

Latina. Isso se reflete no número de países mais citados, com os Países Baixos em primeiro (166 citações), seguido por Estados Unidos (92) e Reino Unido (80).

Figura 18 - Total de artigos por país de origem dos autores entre 2011 e 2020



Fonte: os autores (2025)

As instituições mais prolíferas estão localizadas nos países mais produtivos. Todavia, há a participação de diferentes instituições em cada publicação. A maior parte das instituições são universidades (68,2%), seguida por estatais (21,2%) e privadas (10,6%). As instituições mais produtivas são oriundas dos Estados Unidos (*Montana State University*, *University of California* e *University of Maryland*), Malásia (*Universiti Teknologi Malaysia* e *Universiti Pura Malaysia*), Nigéria (*Federal University Dutse*), Países Baixos (*IHE Delft Institute for Water Education* e *VU University*).

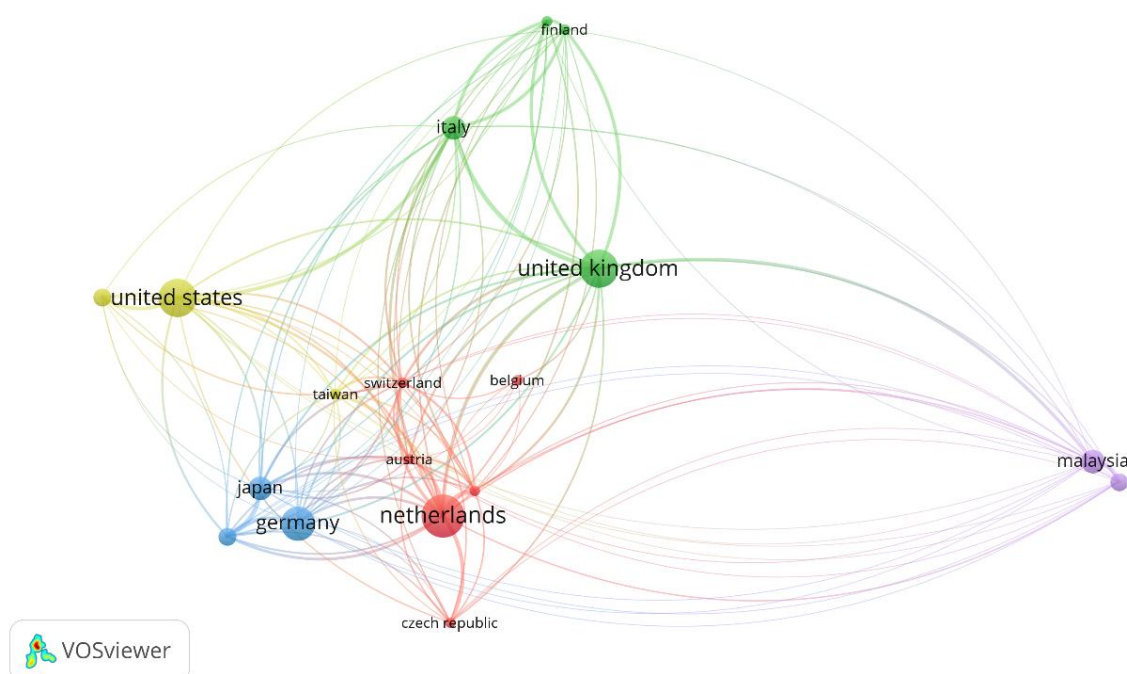
6.2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS ARTIGOS

Os artigos podem ser classificados em três grupos: (a) entender como os grupos populacionais compreendem a comunicação de risco a partir da emissão de alertas (Kreibich *et al.*, 2017); (b) entender quais são as preferências dos usuários e as barreiras e benefícios encontrados nas estratégias elaboradas pelo poder público e pela comunidade (Haer; Botzen; Aerts, 2016; Hogan Carr *et al.*, 2016); (c) e realização de testes com grupos amostrais a fim de entender quais são os efeitos da comunicação (Lieske; Wade; Roness, 2014; Maidl; Buchecker, 2015). O segundo possui a maior quantidade de artigos (50%), seguido pelo terceiro (41,6%) e primeiro (8,4%). Os artigos receberam 798 citações. A maior parcela recebeu, no máximo, 20 citações (61,9%), seguido por 41 a 60 (14,3%) e 21 a 40 (11,9%).

6.2.5 REDES DE COLABORAÇÃO

O mapeamento da origem dos autores que mais publicaram em colaboração contribui para a compreensão de um campo científico. Para esta análise, foram considerados países com pelo menos uma publicação em conjunto. Os resultados indicam seis clusters: vermelho (Áustria, Bélgica, Países Baixos, República Tcheca e Vietnã); verde (Finlândia, Irlanda, Itália e Escócia - que tem o maior número de publicações); azul (Austrália, Alemanha e Japão); verde musgo (Reino Unido, Malásia e Nigéria); roxo (Estados Unidos e Canadá); e azul claro (Suíça) (FIGURA 19).

Figura 19 - Redes de colaboração entre países



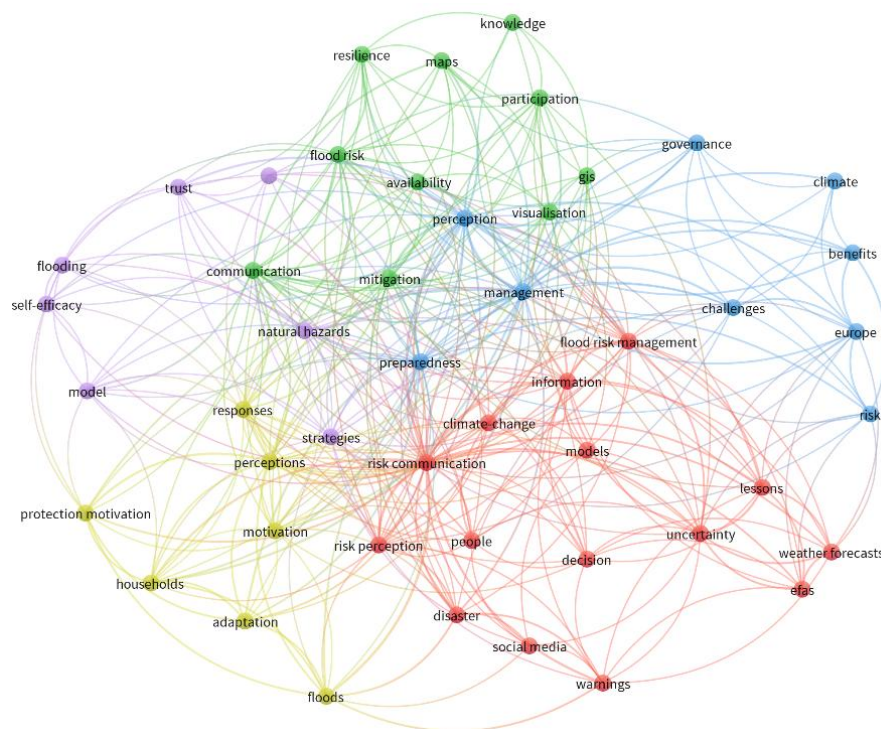
Fonte: os autores (2025)

As vantagens de uma colaboração internacional não se limitam à ampliação da rede e troca de conhecimento; também forma uma estratégia de classificação. Por exemplo, EUA, Reino Unido e Japão estão entre os países que mais publicaram sobre o tema; mas apresentam baixa colaboração internacional. No caso alemão, 80% das publicações possuem autores daquele país, sugerindo uma colaboração interna.

No caso das palavras-chave, a construção do diagrama de relacionamento foi realizada com palavras que tenham sido empregadas pelo menos duas vezes. No total, foram contabilizadas 48 palavras-chave (FIGURA 20). As palavras com maior

ocorrência são: *risk communication* (13), *risk perception* (7), *flood risk* (5), *flood risk management* (4), *floods* (4), *flood risk communication* (3), *Protection motivation Theory* (3) e *adaptation* (3). A rede gerada é formada por cinco clusters principais. O vermelho contém as palavras *risk communication*, que possui o maior número de ocorrências e ligações, *risk perception*, *warnings*, *social media* e *information*. Há de se destacar também o cluster verde, com *participation*, *maps*, *gis*, *availability* e *resilience*.

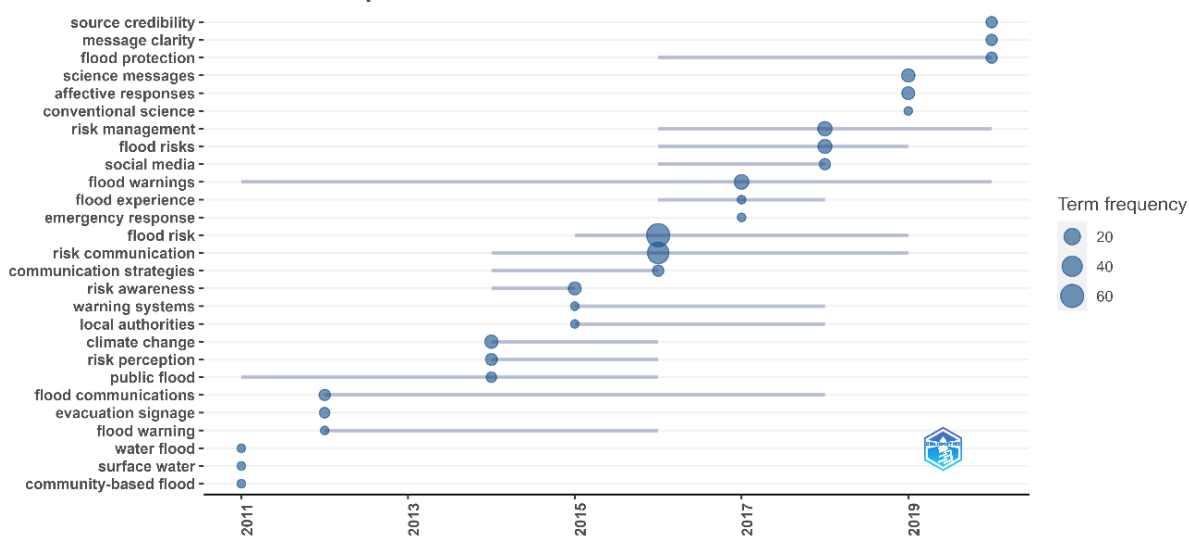
Figura 20 - Diagrama de palavras-chave



Fonte: os autores (2025)

Além do mais, é possível verificar as principais tendências das pesquisas nos últimos anos. Os trabalhos passam de uma perspectiva de comunicação de risco centrada no modelo de déficit de informação, com a participação prioritária de autoridades locais e profissionais, para uma comunicação participativa, sobretudo com a inclusão dos grupos mais vulneráveis. No primeiro aspecto, as principais palavras-chave usadas são voltadas às mudanças climáticas, rotas de evacuação, alertas, probabilidade, planejamento e disseminação de informações (FIGURA 21).

Figura 21 - Tendência de palavras-chave



Fonte: os autores (2025)

Com a participação dos indivíduos, as principais tendências são orientadas para o conhecimento, experiência e padrões de comportamento. Outros elementos são voltados à visualização realista de informações referentes aos riscos, associado ao uso do SIG e das mídias sociais, de forma a tornar as pessoas mais preparadas.

6.2.6 MÉTODOS DE PESQUISA

Os estudos conduziram uma pesquisa transversal com os entrevistados. Este desenho envolve a observação de uma população em um período. A maior parte dos artigos buscou analisar o efeito de estratégias de comunicação na conscientização e mudança de comportamento (Shanahan *et al.*, 2019), seguida pelas abordagens eletrônicas (Heidenreich; Masson; Bamberg, 2020). Em menor grau, estudos avaliaram elementos na paisagem (Mizuki, 2012) e materiais impressos, como mapas (Tanaka *et al.*, 2011) e cartas (Maidl; Buchecker, 2015). Artigos incluíram dados sobre as preferências pelos meios de comunicação (Percival; Gaterell; Hutchinson, 2020). Os trabalhos somam 49.557 pessoas entrevistadas. O maior totaliza 35.000 (Haer; Botzen; Aerts, 2016) e o menor, 16 (Kammerbauer; Minnery, 2019). A população geral é o grupo mais analisado (Melendez-Landaverde; Werner, 2020), seguido pelos vulneráveis (Rollason *et al.*, 2018) e gestores (Kakimoto; Yamada, 2016).

6.2.7 ELEMENTOS PARA AVALIAR A EFICÁCIA DA COMUNICAÇÃO DE RISCO

Após a análise, foi realizada a identificação dos elementos presentes nos questionários utilizados para avaliar a eficácia da comunicação de risco. Os elementos podem ser divididos em quatro grupos: percepção, experiência, comportamento e informações. No primeiro, tem-se a aceitação do risco, conhecimento prévio, dados sociodemográficos, nível de risco, de perigo e os impactos, confiança nas medidas estruturais, avaliação do discurso público (Alias *et al.*, 2020), cognição, emoção, medo, avaliação de ameaças e de enfrentamento (Heidenreich; Masson; Bamberg, 2020), seguro (Guillard; Navarro; Fleury-Bahi, 2019), confiança e responsabilidade (Maidl; Buchecker, 2015) e cidadãos (Snel *et al.*, 2019).

No segundo, cita-se a experiência pessoal e coletiva (Van Kerkvooorde *et al.*, 2018). No terceiro, as atitudes comportamentais no desenvolvimento de ações para a RRD, de forma a lidar melhor com o fenômeno (Binh *et al.*, 2020), como a adaptação (Snel *et al.*, 2019) e evacuação (Alias *et al.*, 2020). No último, salienta-se a avaliação de necessidade, busca e suficiência de informação (Buchecker; Ogasa; Maidl, 2016; Van Kerkvooorde *et al.*, 2018). Além disso, destaca-se a clareza da mensagem e credibilidade da fonte (Abunyewah *et al.*, 2020b), fonte de alertas e seus conteúdos (Melendez-Landaverde; Werner; Verkade, 2020), bem como métodos, fontes e prazos (Feldman *et al.*, 2016; Snel *et al.*, 2019).

6.2.8 TEORIAS E ACHADOS EMPÍRICOS

Os fatores que exercem influência na eficácia da comunicação de risco, que podem ser visualizados no Apêndice 4, são divididos em fontes de informação, obstáculos no conteúdo da mensagem de risco e estratégias para melhorá-lo e os fatores que impactam na comunicação. As fontes de informação mais utilizadas antes e durante uma inundação são o rádio e a televisão (Alias *et al.*, 2020). A idade é um dos elementos que prediz o uso ou a preferência por tipos de fontes de informação. Enquanto a internet é uma importante fonte de informação de risco, sobretudo entre os mais jovens (Snel *et al.*, 2019), os idosos tendem a utilizar canais tradicionais de comunicação, como materiais impressos (Attems *et al.*, 2020a), e televisão, rádio e telefone (Kammerbauer; Minnery, 2019). Os resultados indicam a existência de canais informais de comunicação sobre o risco de inundação. Ou seja, grupos de pessoas

das próprias comunidades são encarregadas de avisar as outras. Nesse caso, são vizinhos, parentes ou amigos (Alias et al., 2020; Attems et al., 2020). Os elementos na paisagem são pouco destacados (Mizuki, 2012).

O modo como uma mensagem é elaborada exerce influência na maneira como as pessoas interpretam e respondem ao fenômeno (Mileti; Sorensen, 1990). As principais dificuldades são a falta de compreensão do risco, falta de participação da população no processo comunicativo, transmissão unidirecional de informações que não atendem às necessidades das pessoas, uso de terminologias técnicas (Percival; Gaterell; Hutchinson, 2020) e a falta de informações de RRD e de emergência (Stewart; Rashid, 2011). Na preparação, há dificuldades na compreensão de ferramentas, mapas e alertas (Kammerbauer; Minnery, 2019).

Nos mapas, os elementos que justificam as dificuldades de entendimento são: a falta de detalhes, escala (Percival; Gaterell; Hutchinson, 2020), probabilidade e período de ocorrência (Attems et al., 2020), falta de *layouts* de ruas e pontos de referência e rota de evacuação (Van Kerkvoorde et al., 2018). Nos alertas, há uma preocupação com o seu significado, o recebimento de alertas vagos e inespecíficos emitidos por um órgão e contraditos por outro (Kammerbauer; Minnery, 2019). Também há pouca confiança nas autoridades e ausência de informações (Parker; Priest; McCarthy, 2011). Isto é, as pessoas sentem que as informações que estão sendo fornecidas lhes dizem quando agir, mas não indicam até que ponto devem agir (Percival; Gaterell; Hutchinson, 2020).

Como forma de melhorar a comunicação, os trabalhos caminham em dois sentidos: mapas de risco e preparação. No primeiro, sugere-se a incorporação da perspectiva da comunidade, incluindo o conteúdo local (por exemplo, quais elementos na paisagem são os mais essenciais para a comunidade, a fim de auxiliar na orientação durante uma evacuação). Ainda, há os impactos potenciais das inundações e o que fazer após a recepção da informação (Van Kerkvoorde et al., 2018). Outros elementos são os mapas topográficos ou de ruas como *background*, uso de cores e símbolos (para as pessoas que possuem dificuldades visuais), explicação de termos técnicos e links para mapas com uma variedade de visualizações baseadas em usuários diferentes (Percival; Gaterell; Hutchinson, 2020). Também foi enfatizada a necessidade de um selo de autenticidade/certificação.

Na preparação, há uma preferência pela conexão dos alertas que contenham em suas mensagens os impactos decorrentes, especificidade espacial e um tempo de aviso mínimo (Parker; Priest; McCarthy, 2011). Ainda, deseja-se um *feedback* pós-evento para reduzir interpretações errôneas e explicar os eventos a fim de reduzir a perda de confiança, bem como explicações sobre o que os níveis de inundação significam para as pessoas e o que podem fazer a partir disso (Percival; Gaterell; Hutchinson, 2020). Uma das ações propostas é a emissão de alertas por pessoas, locais confiáveis e campanhas de conscientização, sobretudo em áreas com pouca ou nenhuma experiência. Em menor grau, há uma busca por informações sobre planos locais e cotas ou níveis de inundação (Stewart; Rashid, 2011).

Os fatores que podem influenciar a eficácia da comunicação podem ser agrupados nas características do indivíduo. São eles: percepção de risco (Attems et al., 2020), experiência anterior, variáveis sociodemográficas (Heidenreich; Masson; Bamberg, 2020) e confiança (Rollason et al., 2018). O comportamento pode ser simplificado em quatro padrões: onisciente autoconfiante, inexperientes reconhecidos, insuscetível confiante e insuficientemente conectado (Snel et al., 2019). O primeiro padrão considera as pessoas que confiam em seus conhecimentos e estão satisfeitas com as práticas de comunicação. No segundo caso, os participantes estão cientes dos riscos, mas não acreditam que suas casas estão protegidas. O terceiro abrange as pessoas que sabem do risco, mas não pensam em tomar medidas de RRD. No quarto, os residentes estão abertos à comunicação.

Outra categoria diz respeito à comunicação. Os principais fatores estão relacionados à abordagem adotada no processo de comunicação – vertical ou horizontal (Haer; Botzen; Aerts, 2016), fontes, necessidades e suficiência de informação e características da mensagem (Attems et al., 2020) e linguagem.

6.3 POTENCIAL OFERECIDO PELO SISTEMA DE ALERTA DE DESASTRES BASEADO NO CÓDIGO DE ENDEREÇAMENTO POSTAL

A redução das ameaças e impactos causados por desastres perpassa, necessariamente, pela implantação de sistemas de monitoramento e aviso/alerta de desastres e planos de contingência. A emissão de avisos e alertas para os dispositivos móveis da população permite que as autoridades enviem um alerta de forma rápida e fácil. Através de um servidor central acessível através de qualquer computador, as

autoridades podem, em poucos minutos, transmitir mensagens pré-gravadas à população. Mas autores mostram a limitação desses sistemas em possibilitar a preparação efetiva de diferentes grupos populacionais (Chan; Man; Lam, 2019).

Como forma de suprir essas e outras deficiências, diversos países implantaram um sistema de alerta baseado na localização, sejam eles desenvolvidos ou em desenvolvimento (Bopp; Douvinet, 2020). Na América Latina, países usam serviços de SMS para alertas, como o Chile, Peru e México (Americas, 2018). No Brasil, a emissão de mensagens de alerta por SMS foi implantada em 2017. Trata-se de um serviço prestado pelo Cenad, que envia avisos de eventos adversos e alertas de eventos geo-hidrológicos para os dispositivos das pessoas que cadastram o CEP do(s) local(is) que desejam receber mensagens. Até o momento, nenhum trabalho avaliou a efetividade desse meio e a sua relação com a vulnerabilidade no Brasil.

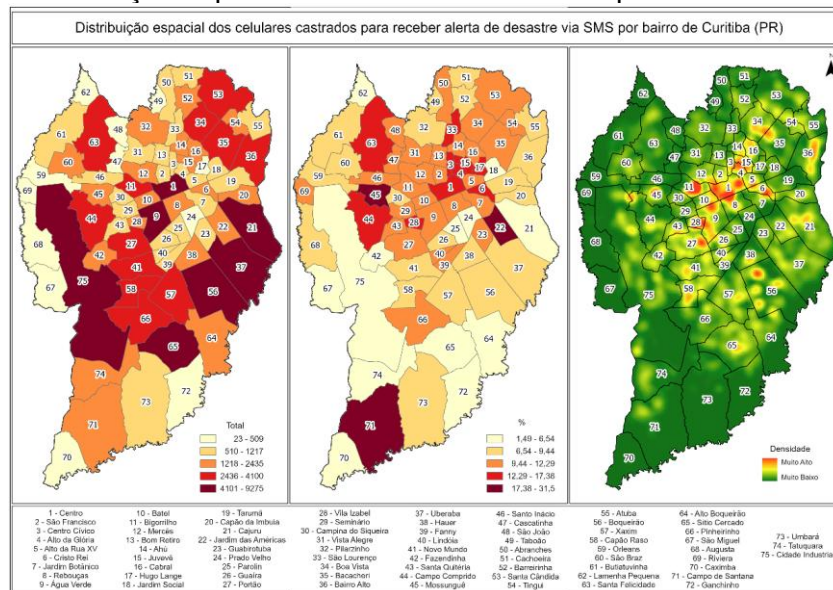
Várias perguntas exigem respostas: a emissão de alertas via SMS com base na localização do CEP cadastrado é um meio eficaz para tornar as pessoas preparadas para a ocorrência de um desastre de forma igual e oportuna? Ou, a plataforma exclui e potencializa as vulnerabilidades de pessoas em áreas de risco? Assim, a primeira parte busca avaliar o grau de associação entre a vulnerabilidade socioambiental e o número de celulares cadastrados para receber alertas de eventos adversos e desastres via SMS emitidos pelos órgãos de proteção e defesa civil. A análise avança na compreensão dessa relação em assentamentos informais, com base em uma perspectiva dos cenários de mudanças climáticas. Para tanto, utilizou-se técnicas de análise estatística multivariada e estatística espacial em um SIG.

6.3.1 PANORAMA DOS CELULARES CADASTRADOS

O município de Curitiba possui 146.616 celulares cadastrados para receber o alerta de desastre via SMS, dos quais 141.366 estão ativos até 31 de julho de 2022, cerca de 7,5% da população. A maior parcela das pessoas cadastrou o CEP no Verão (63,1%) e na Primavera (16,9%), sobretudo em outubro (49,6%). No entanto, o mês de outubro se destaca em virtude de ter sido o mês de lançamento da plataforma no Paraná em 2017, o que resultou em maior divulgação por parte do poder público e dos meios de comunicação. A maior parcela está nos bairros Cidade Industrial (CIC), Boqueirão, e Cajuru. Proporcionalmente, cerca de 60% dos celulares cobrem até 6,5% da população residente em Curitiba, sobretudo os bairros Jardim das Américas

(31,5%), Mossunguê (29,3%) e Campo de Santana (23,7%). Os menores são “São Miguel” (1,5%), Caximba (3,5%) e Prado Velho (4,1%), conforme a figura 22.

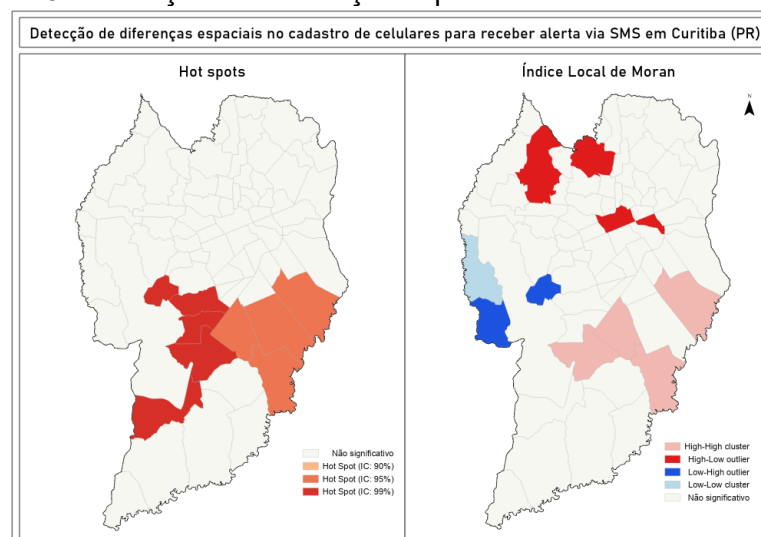
Figura 22 - Distribuição espacial dos celulares cadastrados para receber alerta via SMS



Fonte: os autores (2025)

O valor da autocorrelação espacial mostra uma tendência a quantidades semelhantes entre bairros vizinhos ($IM = 0,43$). Essa tendência à homogeneidade local é uma questão interessante, pois os eventos adversos e desastres costumam impactar várias áreas vizinhas. Este resultado alimenta a hipótese da existência de clusters de alerta alto e de alerta baixo. Ainda, o Índice de Moran mostra homogeneidade (sul) e disparidade (oeste) no total de celulares (FIGURA 23).

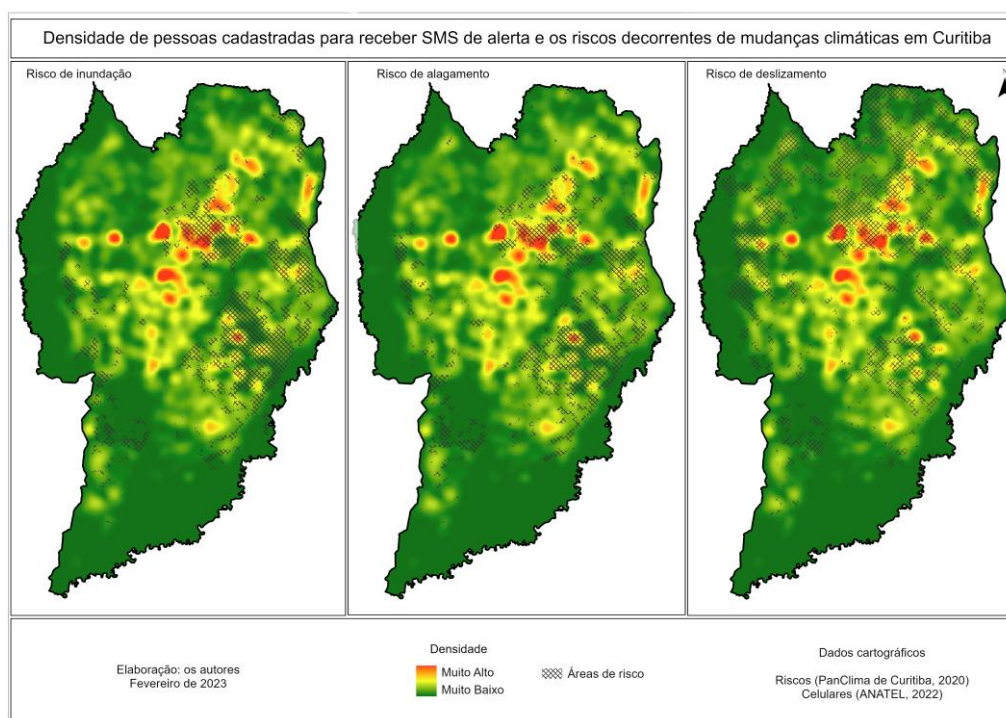
Figura 23 - Detecção de diferenças espaciais no cadastro de celulares



Fonte: os autores (2025)

No âmbito dos riscos ambientais, 45 bairros possuem trechos localizados em áreas de planície de inundação e 60 em áreas de inundação (tempo de retorno de 50 anos), contendo 21,7% da população residente em Curitiba (IBGE, 2010) em ambos os riscos. No caso dos riscos decorrentes dos cenários de mudanças climáticas, 49 bairros possuem locais em áreas de alagamento (28,6% da população), 69 de deslizamento (44,8%) e 43 em áreas de inundação (28,6%). Em particular, merecem atenção os bairros Santa Quitéria, Xaxim, Uberaba, Alto Boqueirão e Parolin, Atuba, Tarumã, Bacacheri, Ganchinho, Bairro Alto, Hauer, Bom Retiro, Santa Cândida, Boqueirão, Sítio Cercado, Cajuru, Tatuquara, Capão da Imbuia e CIC (FIGURA 24). Eles possuem trechos em áreas de risco atual e futuro, como visto antes. Além disso, 47 bairros possuem assentamentos informais, totalizando 274, principalmente nos bairros da CIC, Cajuru, Santa Cândida, Tatuquara, Uberaba e no Sítio Cercado.

Figura 24 - Densidade de pessoas cadastradas para receber alerta de desastre



Fonte: os autores (2025)

A correlação de Spearman indica uma relação positiva entre o número de celulares cadastrados e o número de ocorrências de alagamentos, inundações e deslizamentos ($r = 0,73$). Apesar disso, cerca de 1,7% da população cadastrada está em áreas de planície de inundação, sobretudo nos bairros Mossunguê (15%), Campina do Siqueira (3,6%) e Boqueirão (3,5%), e 1,9% em áreas de risco de

inundação, nomeadamente no Hauer (8,8%), Cristo Rei (8,1%) e Santo Inácio (7,4%). No caso dos riscos decorrentes das mudanças climáticas, há 2,8% da população cadastrada em áreas de inundação, sobretudo nos bairros Rebouças (9,2%) e Hauer (7,2%); 2,2% em áreas de alagamento, principalmente no Rebouças (5,8%), Alto da Rua XV (5,4%) e Boqueirão (5,2%), e 3,1% em áreas de deslizamento, de maneira especial nos bairros Mercês (9,8%), Alto da Glória (9,4%) e São Francisco (8,9%).

6.3.2 ANÁLISE MULTIVARIADA

O quadro 5 mostra as estatísticas básicas para as variáveis independentes e dependentes. A maior parcela dos setores censitários possui quase a totalidade de domicílios com saneamento básico (IBGE, 2010). Os resultados mostram que a proporção de pessoas e domicílios localizados em áreas com as piores médias de “Saneamento”, “Condições da Casa”, “Renda” e “Analfabetismo” é maior em áreas de risco de inundação. Por outro lado, tais áreas apresentam a maior média de celulares.

Quadro 5 - Estatísticas básicas das variáveis numéricas

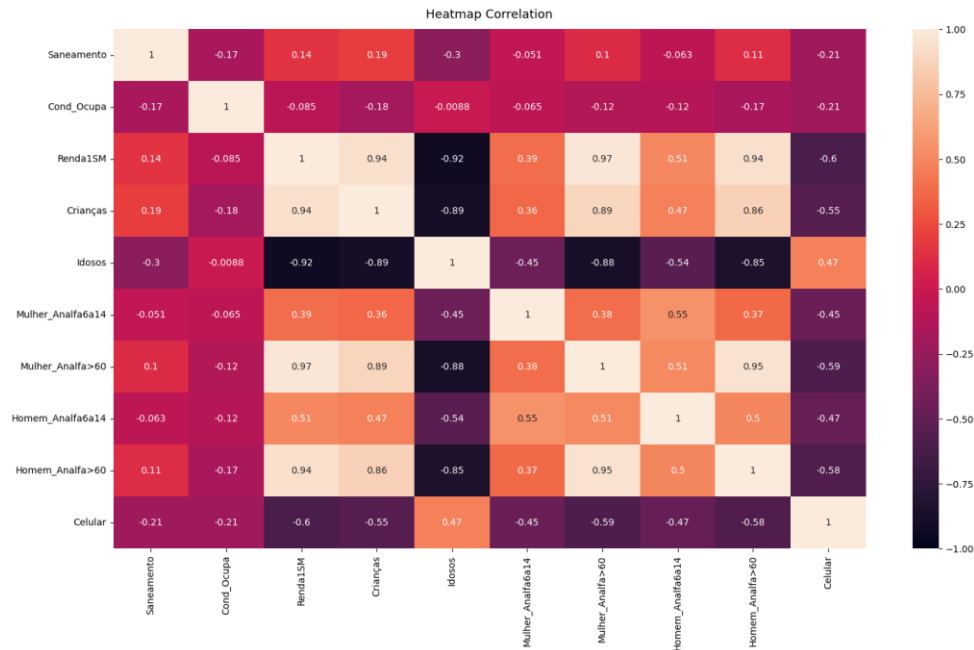
Variáveis	Média (%)	Desvio padrão	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
Saneamento	3.94	7.93	0	0.14	0.79	3.29	65.11
Cond_Ocupa	27.83	12.43	0	20.08	26.29	33.62	99.55
Renda1SM	28.81	19.35	0	11.65	26.47	43.35	83.85
Crianças	7.21	2.55	0	5.56	7.31	8.81	17.78
Idosos	11.64	5.74	0	7.35	10.82	15.13	39.16
Mulher_Analfa6a14	3.86	4.83	0	0.00	2.78	5.88	100
Mulher_Analfa>60	13.04	14.84	0	1.79	7.58	20.00	100
HomemAnalfa6a14	4.38	4.76	0	0.00	3.23	6.67	48.78
Homem_Analfa>60	6.91	9.72	0	0.00	2.94	10.00	64.29
Celular	58.95	71.82	0	10.00	36.00	78.00	66

Fonte: os autores (2025)

A matriz de autocorrelação (FIGURA 25) mostra os coeficientes de Pearson combinados dois a dois. Quanto mais próximo de 1, melhor a correlação. Quando é negativo, indica que o aumento de uma variável resulta na diminuição da outra. O número de celulares cadastrados apresenta coeficiente negativo com a maior parte das variáveis. Logo, quanto maior o número de pessoas localizadas em áreas de vulnerabilidade socioambiental, menor é a proporção de celulares. A única variável

que possui relação positiva é o número de idosos. Ou seja, a população de idosos que vive em área de risco tende a ter a maior quantidade de celulares para receber alertas.

Figura 25 - Matriz de correlação das variáveis socioeconômicas e ambientais



Fonte: os autores (2025)

O quadro 6 apresenta os três fatores de maior importância na explicação de cada variável. Os resultados mostram que poucas variáveis apresentam carga fatorial alta (superiores a 0,5). Nos fatores um e três, é possível encontrar valores expressivos, sendo eles “Renda1SM”, “Crianças”, “Mulher_Analfa>60” e “Homem_Analfa>60”.

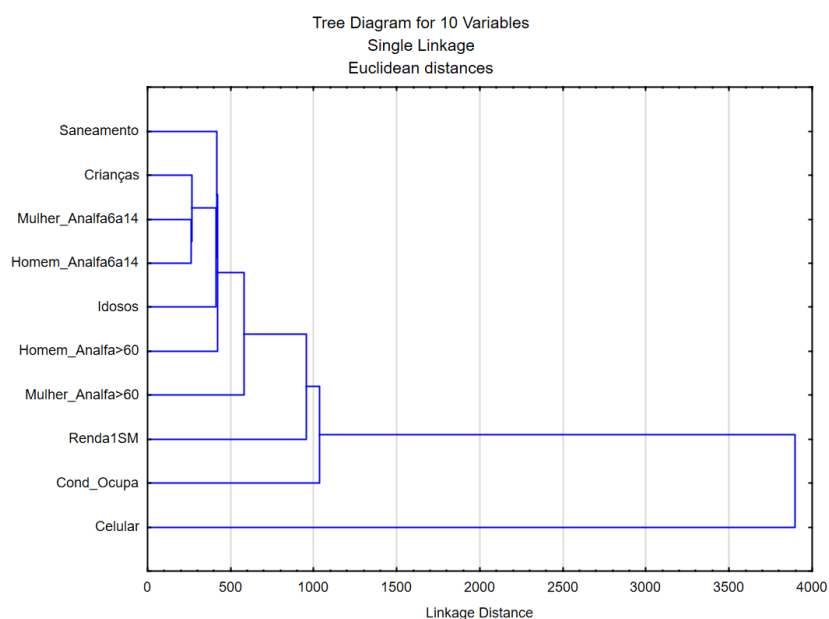
Quadro 6 - Análise fatorial

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Saneamento	-0,250698	-0,024408	0,458445
Cond_Ocupa	-0,113868	-0,484863	-0,397642
Renda1SM	-0,907954	0,097861	0,028123
Crianças	-0,793377	0,138663	0,132446
Idosos	0,550517	-0,423015	0,167495
Mulher_Analfa6a14	-0,439607	-0,593986	-0,092046
Mulher_Analfa>60	-0,865303	0,050502	0,052614
Homem_Analfa6a14	-0,505831	-0,518410	-0,042063
Homem_Analfa>60	-0,816953	0,065095	0,078416
Celular	0,201094	-0,278758	0,775290

Fonte: os autores (2025)

A Figura 26 apresenta o dendrograma e mostra a relação entre celulares e vulnerabilidades. As variáveis que possuem as maiores relações são as socioeconômicas. Um “ramo” do dendrograma pode ser observado com maior clareza. O diagrama contempla as variáveis “Saneamento” e demográficas (“Crianças”, “Mulher_Analfa6a14”, “Homem_Analfa6a14”, “Idosos” e “Homem_Analfa>60”).

Figura 26: Dendrograma das variáveis socioeconômicas e número de celulares



Fonte: os autores (2025)

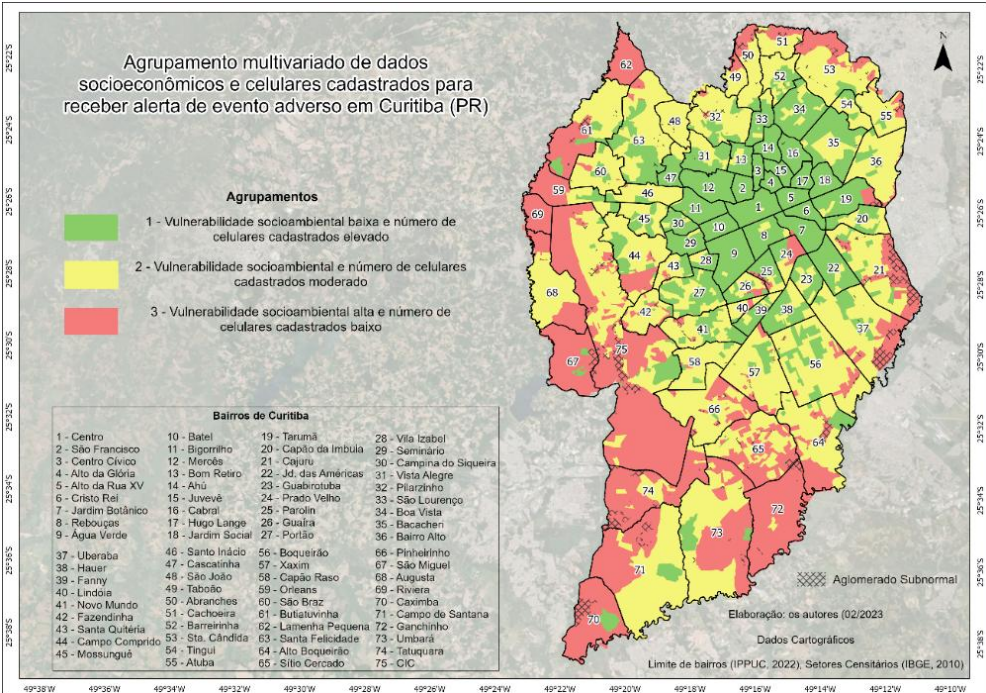
O outro método de agrupamento adotado foi o k-means. Os resultados indicam dois clusters. O primeiro inclui as variáveis “Saneamento”, “Cond_Ocupa”, “Renda1SM”, “Crianças”, “Idosos”, “Mulher_Analfa6a14”, “Mulher_Analfa>60”, “Homem_Analfa6a14”, “Homem_Analfa>60”. O segundo contém os “Celulares”.

6.3.3 ESTATÍSTICA ESPACIAL

As áreas periféricas de Curitiba concentram os clusters caracterizados por alta vulnerabilidade socioambiental e baixo número de celulares cadastrados para receber alertas (FIGURA 27). Tais áreas contêm a maior parcela de assentamentos informais, ou seja, territórios populares originados das estratégias usadas pela população para atender, comumente de forma autônoma e coletiva, às suas necessidades de moradia

e usos associados, diante da insuficiência e inadequação das políticas públicas e investimentos privados dirigidos ao direito à cidade (IBGE, 2025).

Figura 27 - Agrupamento multivariado



Fonte: os autores (2025)

As áreas que apresentam o maior vulnerabilidade e baixo número de celulares cadastrados também merecem maior atenção em virtude dos efeitos decorrentes dos cenários previstos de mudanças climáticas para Curitiba em 2030, 2050 e 2100 (Curitiba, 2020). Os bairros Boqueirão e Caju estão dentro das áreas de risco futuro de inundação e alagamento. Os bairros Abranches e Pilarzinho, na porção norte do município, apresentam a mesma situação, mas em áreas de risco de deslizamento.

6.3.4 PANORAMA DOS CELULARES CADASTRADOS EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

O município de Curitiba possui 274 assentamentos informais - 43 mil domicílios (IBGE, 2025). Os maiores são Moradias 23 de Agosto (1.233), Vila Jardim Acrópole (1.224), Vila Parolin (1.195) e Nova Barigui (1.010). No âmbito dos riscos ambientais, 102 assentamentos estão em planície de inundação (22.638 domicílios) e 75 em área de risco de inundação (tempo de retorno de 50 anos) (20.205 domicílios). Nos cenários

de mudanças climáticas para 2030, 2050 e 2100 na capital paranaense (Curitiba, 2020), 86 aglomerados estão em áreas de risco de inundação (21.093 domicílios), 76 de alagamento (18.033 domicílios) e 120 de deslizamento (18.286 domicílios).

Porém, há 4.288 celulares cadastrados, dos quais 4.178 estavam ativos até julho de 2022 e distribuídos em 522 CEPs. Eles representam 3,3% da população que reside em assentamentos. No caso dos riscos ambientais, tem-se 3,4% da população cadastrada em planícies de inundação e 3,5% em áreas de risco. Nos cenários de mudanças climáticas, cerca de 2,9% das pessoas residem em áreas de alagamento, 3,1% de inundação e 3,6% de deslizamento. A Vila Parolin, situada em área de risco de inundação e de deslizamento, possui 1.195 domicílios e 16 celulares (Quadro 7).

Quadro 7 - 10 maiores assentamentos em 2019 em relação ao número de celulares cadastrados ativos até julho de 2022 e os riscos socioambientais atuais e futuros

Assentamentos	Domicílios	Celular ativo	Cenários de mudanças climáticas (2050)		
			Deslizamento	Inundação	Alagamento
23 de Agosto	1.233	86	Não	Não	Sim
Jardim Acrópole	1.224	162	Não	Sim	Não
Vila Parolin	1.195	16	Sim	Sim	Sim
Nova Barigui	1.010	111	Não	Sim	Sim
29 de Outubro	974	0	Não	Não	Não
Domingos Agrícola	914	70	Não	Sim	Não
Campo Cerrado	781	51	Sim	Sim	Sim
São Domingos	755	68	Não	Sim	Não
Vila Pantanal	696	31	Não	Sim	Não

Fonte dos dados: Domicílios (IBGE, 2019); Celulares ativos (Anatel, 2022); Risco de inundação (SNC-Lavalin Projetos, 2020); Cenários de mudanças climáticas (IPPUC, 2019)

Somado a isso, destaca-se que 124 assentamentos (45%) não possuem pessoas com celulares cadastrados para receber o alerta por SMS (7.314 domicílios). Dentre as principais áreas destacam-se 29 de Outubro (974), Vila Nossa Senhora da Paz (428) e Tiradentes (320). Desse total, 41 estão em planícies de inundação e 25 em área de inundação. Em cenário de mudanças climáticas, 31 assentamentos estão em área de risco de inundação, 46 de deslizamento e 28 de alagamento. Os mais críticos, localizados em todas as áreas, são Vila Nova, Jardim Paranaense, Esmeralda I, Praça das Mamonas e Vila Colombo, totalizando 433 domicílios

6.3.5 IMPACTOS DA (IN)FORMALIDADE NO CADASTRO DE CELULARES

As áreas que possuem um baixo número de celulares cadastrados estão em áreas formais e informais. No primeiro caso, todas as vias existentes em áreas de risco atual e futuro, os quais também se aplicam a 247 assentamentos informais, são regularizadas e possuem um CEP. Isso é uma condição *sine qua non* para possibilitar ao cidadão o cadastro do telefone celular a fim de receber alerta de desastre via SMS. No segundo, no entanto, 27 assentamentos possuem limitações (parcial ou total) na regularização de vias e na existência de CEP. Ao todo, tais áreas contemplam 4638 domicílios. Nos riscos ambientais, oito comunidades estão em planícies de inundação (1912 domicílios), quatro na área de inundação (1613 domicílios). Nos cenários de mudanças climáticas, seis estão em risco de alagamento (889 domicílios), cinco de inundação (789 domicílios) e catorze de deslizamento (2625 domicílios).

Três áreas merecem destaque, sobretudo em virtude de estarem em áreas de risco atual e futuro: 29 de Outubro (974 domicílios), Vila Joanita (90 domicílios), Vila Juliana (100 domicílios) (FIGURA 28). Em ambos os casos, não há a regularização das maiores parcela vias existentes, resultando na inexistência de CEP. No primeiro caso, há 67 vias (uma é regularizada – Avenida do Comércio), um código postal e nenhum celular cadastrado. No segundo, há 20 vias (duas são regularizadas – Avenida Coronel Augusto de Almeida Garret e Rua Cyro Marés de Souza) e dois CEPs, com quatro celulares cadastrados. A Vila Juliana contém 10 vias, das quais apenas uma é regularizada (Rua Francisca Beralde Paolini, via coletora), e 27 celulares.

Quadro 8 - Assentamentos informais em Curitiba em 2019 com limitações parciais ou total do número de CEPs e o número de celulares cadastrados ativos

Assentamento informal	Domicílio	Celular ativo	Vias existentes	Vias oficiais	Vias com CEP
29 de Outubro	974	0	67	1	1
Esperança	530	14	18	11	11
Angra	449	18	29	11	7
Nova Aurora	350	15	10	6	6
Tiradentes	320	0	40	2	2
Unidos do Umbará	240	0	18	5	5
Vila São Miguel	200	0	10	1	1
Nova Primavera	170	0	11	3	3
29 de Março	160	0	6	1	1
Vila Colibri II	140	0	3	2	2
Primeiro de Setembro	140	0	10	1	1
União	135	0	8	3	3
Vila Jardim Veneza	121	0	6	1	1
Vila Camargo	120	0	9	1	1
Atenas	112	0	3	1	1
Leonice	100	0	9	3	3
Vila Juliana	100	0	10	1	1
Joanita	90	55	13	4	4
Nossa Senhora da Glória	84	3	8	2	2
Vila Jardim Maravilha	79	0	4	0	0
Bons Amigos	75	1	16	3	3
Estação Verde	70	0	1	0	0
Vila Cruz	59	25	13	1	1
Vila Tambaú III	50	0	3	1	1
Otto Willis	30	0	4	1	1
Jardim Guarani	30	0	1	0	0
Iolanda	30	0	4	2	2
Costa Neto	30	0	5	0	0

Fonte dos dados: Domicílios (IBGE, 2019); Celulares ativos (Anatel, 2022); Vias oficiais (Curitiba, 2022); Vias com CEP (Correios, 2022)

A informalidade de áreas de vulnerabilidade socioambiental impede a regularização da área e a implementação de código postal dos logradouros bem como a possibilidade de cadastrar o celular para receber o alerta de desastre via SMS.

6.4 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DESEMPENHO ESPACIAL DE ALERTA DE DESASTRE BASEADO NA LOCALIZAÇÃO DO INDIVÍDUO

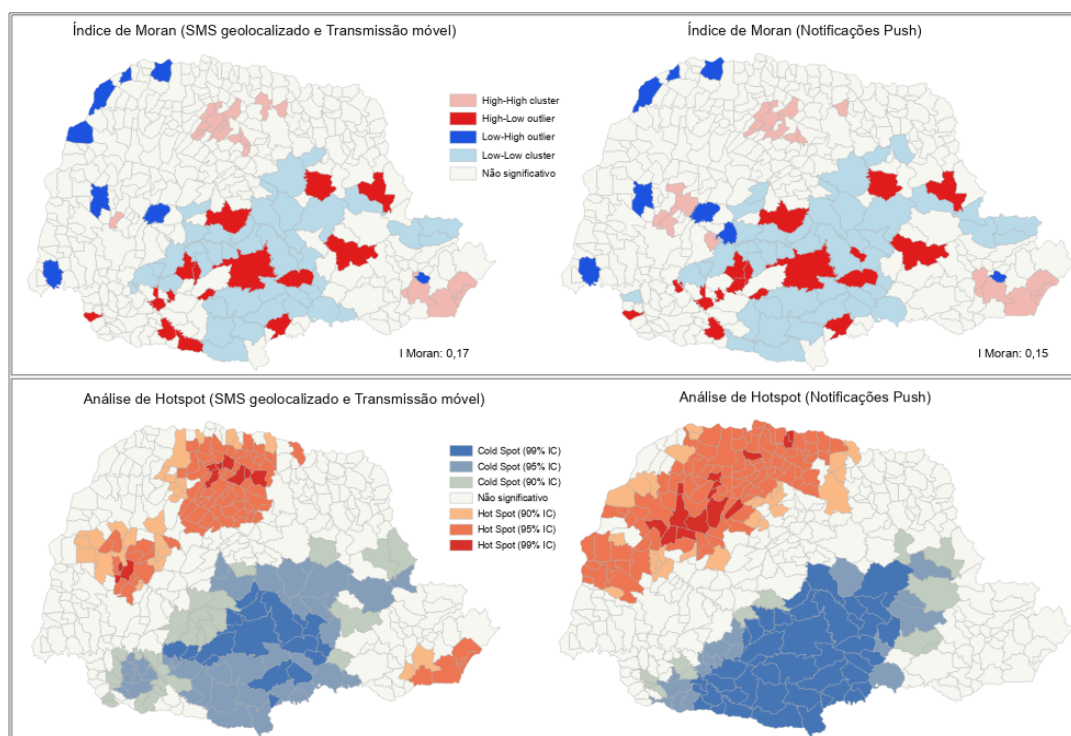
Os resultados da avaliação do potencial oferecido pelo sistema de sistema baseado na localização em tempo real dos indivíduos indicam que 94,79% da população paranaense possui acesso aos serviços de telefonia móvel, 84,63% estão localizadas em áreas cobertas por redes 2G, 3G, 4G, 4.5G (potencial de conectividade aos sistemas de SMS baseado na localização e CB) e 87,63% por redes 3G ou 4G ou conectam seus smartphones ao Wi-Fi doméstico (potencial de conectividade à notificação push). A emissão de alertas por SMS baseado na localização e CB possui um potencial médio de eficácia espacial no Paraná: cerca de 70.1% dos indivíduos seriam alertados por esse modo. Ainda, 86% dos municípios têm um potencial inferior a 75%. A emissão de alertas via “Notificação Push” também possui um potencial médio de eficácia espacial: 67,6% da população é passível de ser alertada. Além disso, 89,5% dos municípios possuem um potencial inferior a 75%. Ainda que seja possível conectar o telefone móvel ao Wi-Fi da residência em áreas sem cobertura de redes 3G ou 4G, nenhum município apresentou um potencial nulo de alerta.

Os grupos de municípios com baixo potencial de alerta via Transmissão Móvel, SMS baseado na localização e CB estão nas regiões Centro-sul, Sudoeste e Vale do Ribeira do Estado. As áreas de alto potencial, por sua vez, estão concentradas nas regiões Noroeste, Oeste, parte do Núcleo Central de Curitiba e poucas cidades do litoral. Do ponto de vista do tamanho, municípios com potencial alto de alerta (acima de 75%) em ambos os casos estão em territórios de pequeno (61,9%), médio (16,7%) e grande porte (21,4%). Juntos, tais territórios contemplam 40,9% da população paranaense, destacando-se Curitiba, Londrina, Maringá, Ponta Grossa, Cascavel e Foz do Iguaçu. Os municípios com a maior e menor taxa de potencial de alerta são Altamira do Paraná (100%) e Coronel Domingos Soares (8,76%), respectivamente.

O valor de autocorrelação espacial mostra uma tendência fraca de desempenhos semelhantes entre municípios vizinhos para ambos os casos ($I_{Moran} = 0,17$ e $0,15$). Essa tendência à homogeneidade local no potencial de alerta é uma questão significativa, pois os desastres costumam atingir e impactar municípios vizinhos. Esse resultado também alimenta a hipótese da existência de clusters de alerta alto e alerta baixo. Esses agrupamentos precisam ser localizados usando outras ferramentas geoestatísticas. No nível municipal, o Índice de Moran mostra

homogeneidade local (noroeste e parte do NUC e litoral) e disparidades locais (região centro-sul) no potencial de alerta (FIGURA 29). Esses agrupamentos são sobrepostos as áreas “quentes” e “frias” do mapa: os clusters de potencial alto estão localizados no noroeste, oeste e parte do NUC e litoral. As áreas de potencial baixo concentram-se na região centro-sul. Portanto, o *hot spot* de potencial alerta também se caracteriza por muita homogeneidade no potencial entre os municípios vizinhos.

Figura 29 - Índice local de Moran e Hotspot do Potencial de Alerta no Estado do Paraná



Fonte: os autores (2025)

Os resultados também indicam que há uma relação positiva entre a eficácia espacial do alerta baseado na localização e a taxa de urbanização ($\rho = 0.46$ para SMS baseado na localização e CB e 0.37 para Notificação Push). Assim, a natureza e dinâmica de um município é um fator na eficácia de um sistema de alerta baseado na localização. O tamanho do município está negativamente relacionado à eficácia desse sistema ($\rho = 0,0082$ para SMS baseado na localização e CB e $\rho = -0,0261$ para Notificação Push), mas o parâmetro mais forte é a densidade populacional. Municípios com baixa densidade populacional possuem o menor potencial de alerta. Este é um fator territorial determinante, pois os coeficientes de correlação são fortes. Mas deve-se lembrar que esses resultados são comparativos e o sistema de alerta

baseado na localização é ineficiente em um número limitado de municípios. Cerca de 30% dos municípios possuem uma taxa de alerta inferior a 50% (28% para SMS baseado na localização e CB e 30% para “Notificações Push”).

6.5 POTENCIAL OFERECIDO PELAS MÍDIAS SOCIAIS DO GOVERNO LOCAL E O ENGAJAMENTO DOS CIDADÃOS NAS PUBLICAÇÕES

A comunicação de risco de inundação no Facebook da gestão municipal de Curitiba teve início no dia 02 de outubro de 2012, na página da Compdec, cuja primeira publicação refere-se ao monitoramento das condições meteorológicas. Na página da prefeitura, esse processo teve início um ano depois, em 11 de dezembro de 2013. No total, foram analisadas 1.702 postagens. Foi observada uma diferença significativa no número de postagens nos dois casos, tanto do ponto de vista do total anual quanto da sazonalidade. A página da prefeitura é usada com pouca frequência, totalizando 119 publicações entre 2013 e 2020. As publicações ocorrem no segundo e quarto trimestres do ano, períodos em que a ocorrência de inundações é menor. Em 2016 e 2020, houve eleições municipais e, por isso, entre abril e outubro foi proibido pela Justiça Eleitoral o uso de redes sociais, o que pode ter interferido na quantidade de publicações.

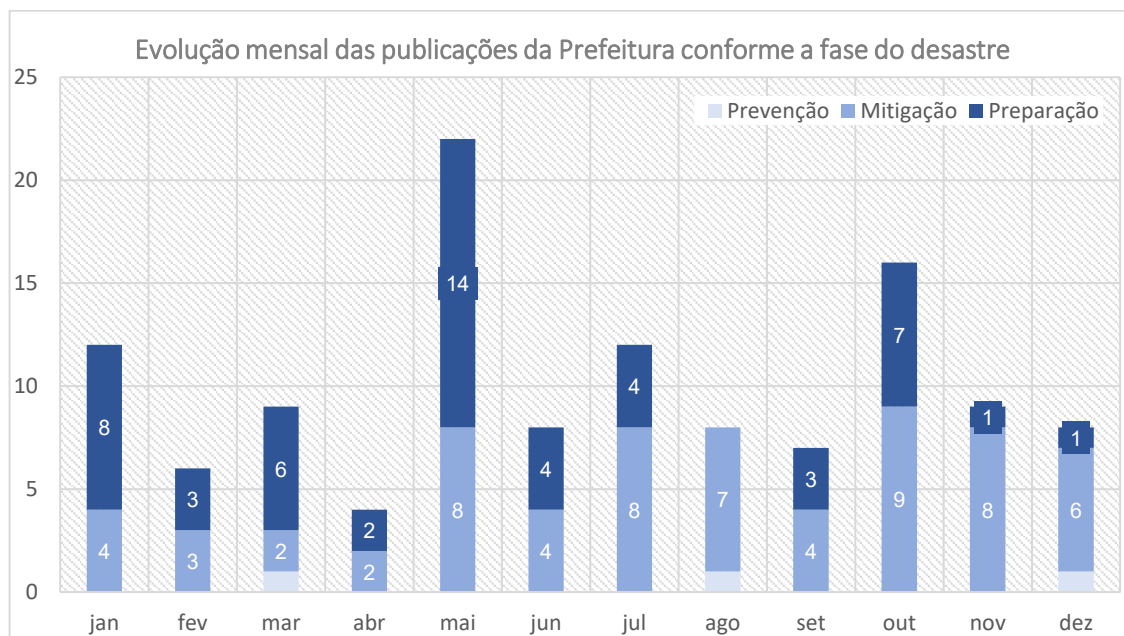
Por outro lado, a página da Compdec tem sido usada com frequência pelo órgão responsável pela coordenação das ações de RRD no município (1.583 postagens entre 2012 e 2020). Na sazonalidade, o maior volume de postagens na página da Compdec ocorre no primeiro e quarto trimestres do ano (janeiro, fevereiro e dezembro), período crítico para ocorrência de inundações. Os meses com menor número de publicações estão entre abril e setembro. Ao contrário da página da Prefeitura de Curitiba em 2012, 2016 e 2020, o uso da página não foi paralisado em virtude das eleições municipais.

6.5.1 CODIFICAÇÃO DAS POSTAGENS POR TIPO DE CONTEÚDO E MÍDIAS

Foi observado que o processo de comunicação nas webpages da Prefeitura e da Compdec são diferenciados segundo o conteúdo e fase do desastre. Na página da Prefeitura, a mitigação possui o maior número de publicações (53,7%), seguida pela preparação (43,8%) e prevenção (2,5%) (FIGURA 30). O mês em que se verificou o maior número de mensagens foi maio. O mês com o menor número de mensagens foi abril. Com relação às fases do desastre, na mitigação, a categoria “intervenções estruturais” possui o maior número de publicações (34,3%), sendo seguida por “gestão de risco”

(25,4%) e “capacitação e educação” (16,4%). Na preparação, a “sensibilização” é a categoria que apresenta o maior número de publicações (39,1%). Essa etapa é seguida pelo monitoramento (34,4%) e alerta (26,6%), que possui mais postagens no verão.

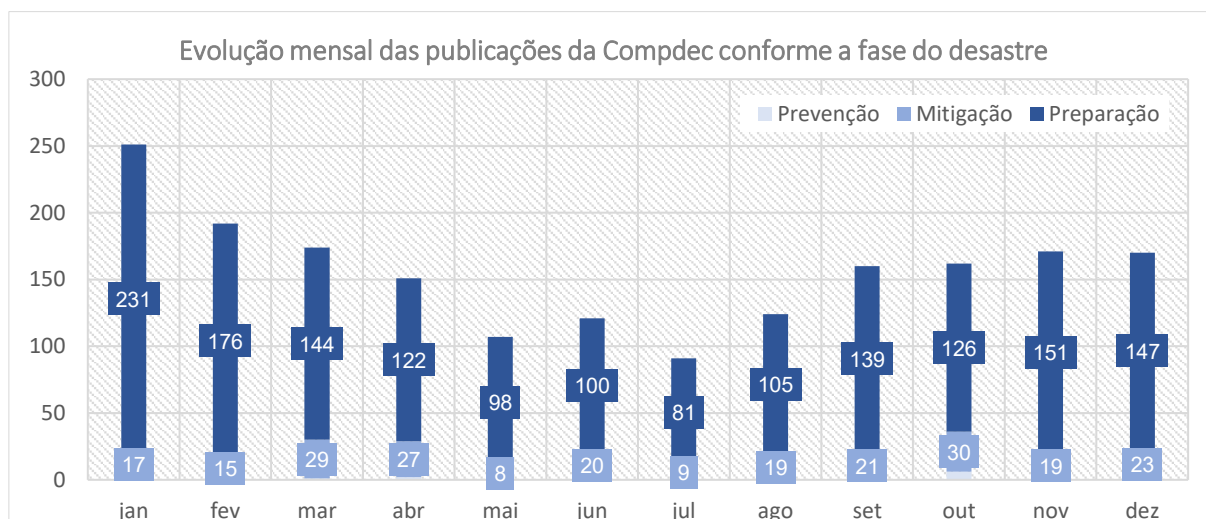
Figura 30 - Evolução mensal das publicações conforme a fase prevista no Marco de Sendai



Fonte: os autores (2025)

No caso da webpage da Compdec, a maior parte das publicações referem-se à preparação (86,5%), mitigação (12,6%) e prevenção (0,9%), como pode ser visto na figura 31. As publicações sobre mitigação e preparação ocorrem em todos os meses, sendo janeiro o que apresenta o maior número. Na mitigação, a “capacitação e educação” possui o maior número de publicações (45,1%), as quais ocorrem com maior prevalência no segundo e quarto trimestre. O “monitoramento” possui o maior número de publicações (79,1%). Em seguida, há a “sensibilização” (18,5%). As demais categorias apresentam valores inferiores a 1%. Já no caso da prevenção, as publicações ocorrem no quarto e primeiro trimestre (70,6%), com destaque para os meses de outubro, janeiro e abril.

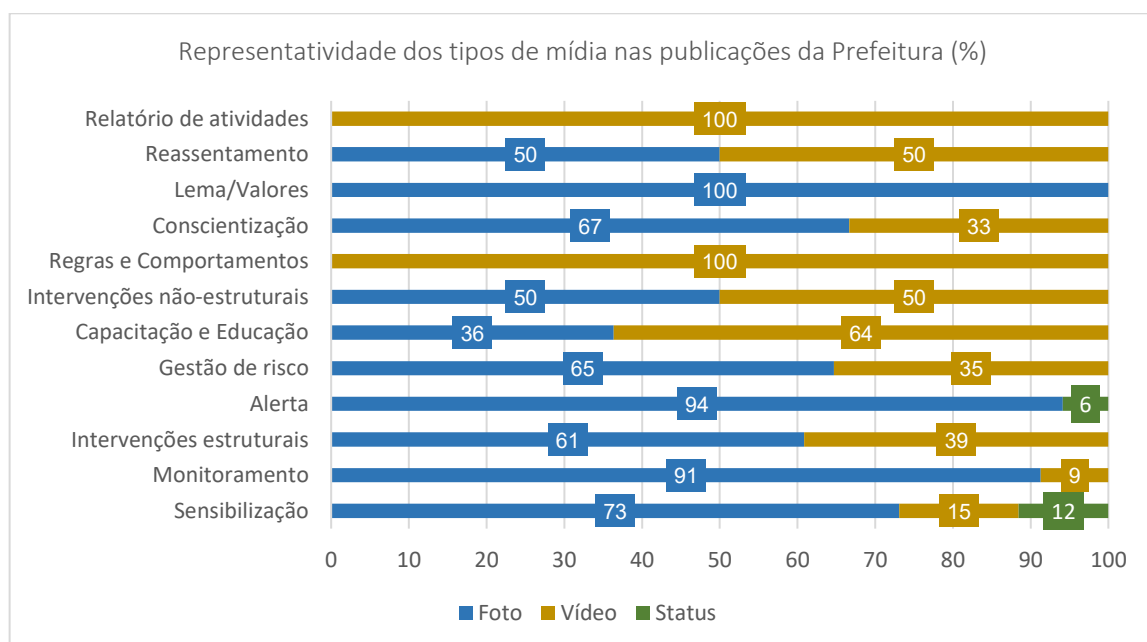
Figura 31 - Evolução mensal das publicações conforme a fase prevista no Marco de Sendai



Fonte: os autores (2025)

Com relação às mídias, as informações publicadas no perfil da Prefeitura ocorrem por intermédio de fotos (68,7%), vídeos (28,4%) e status (2,9%). As fotos são utilizadas nas etapas de preparação (59,6%) e mitigação (38,3%). E o vídeo é mais representativo na mitigação (82,1%). O status foi empregado quatro vezes, apenas na preparação. Na mitigação, a comunicação ocorre por fotos (52,9%) e vídeos (47,1%). Eles são usados nas intervenções estruturais, gestão de risco e capacitação e educação (FIGURA 32). Na preparação há a prevalência de fotos (84,8%), vídeos (9,1%) e status (6,1%).

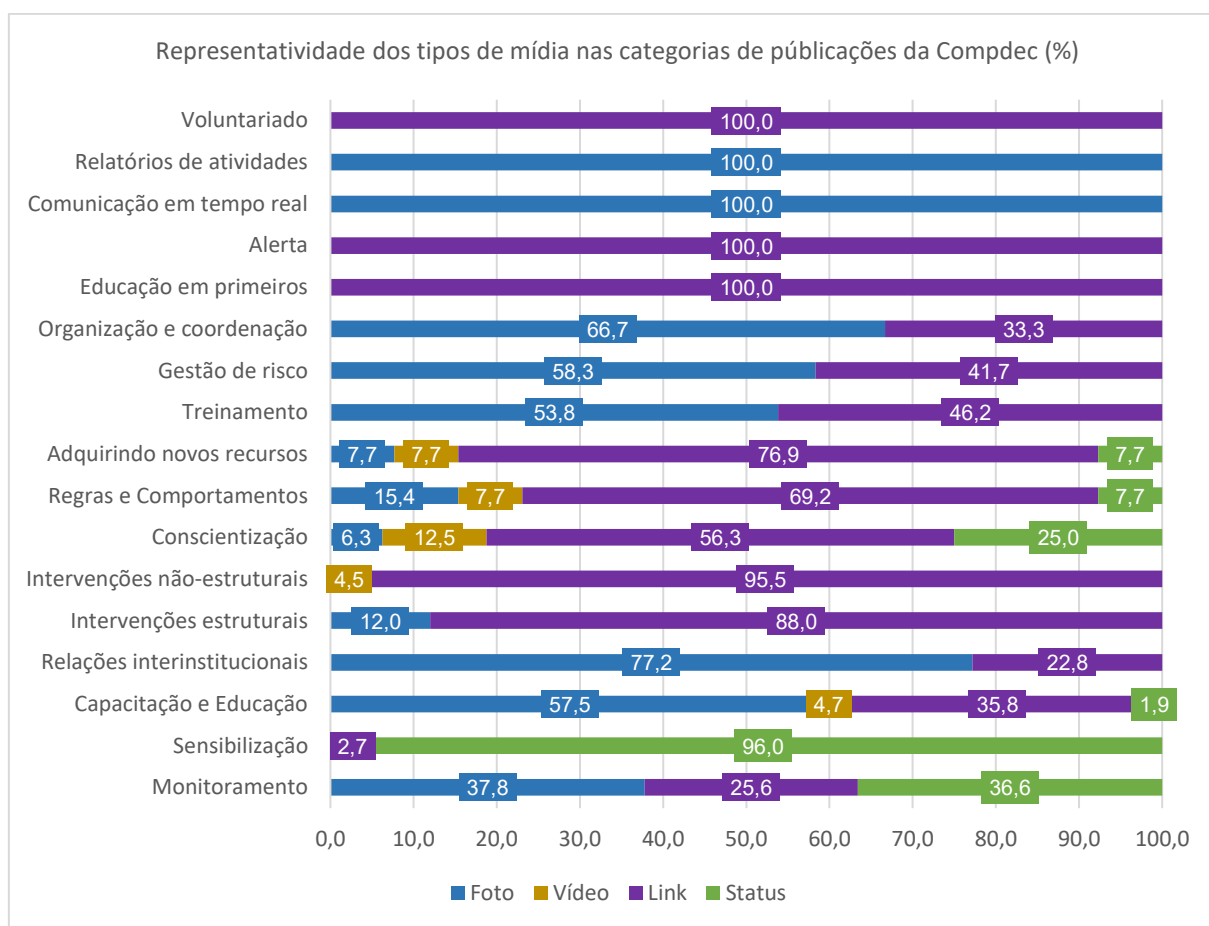
Figura 32 - Representatividade dos tipos de mídia nas categorias da Prefeitura



Fonte: os autores (2025)

Por outro lado, as informações publicadas pela Compdec ocorrem por meio de fotos (38,5%), status (30,6%), link (30,1%) e, em menor escala, vídeos (0,8%). Nos dois primeiros, as informações são utilizadas na preparação (80,8% e 76,3%, respectivamente) e mitigação (19% e 22,9%, respectivamente). O vídeo é mais representativo na mitigação (53,8%) e preparação (30,8%). O link é empregado apenas na preparação (98,3%). Os links são os recursos de multimídia mais empregados na sensibilização (96%) e no monitoramento (36,6%) (FIGURA 33). O status é a única mídia utilizada em todas as publicações sobre “educação em primeiros socorros”, “voluntariado” e “alerta”. Os vídeos representam uma parcela na “aquisição de novos recursos”, “regras e comportamentos”, “conscientização”, “capacitação e educação” e “sensibilização”.

Figura 33 - Representatividade dos tipos de mídia nas categorias da Compdec



Fonte: os autores (2025)

Portanto, pode-se afirmar que a Prefeitura de Curitiba utiliza a sua página no Facebook como uma ferramenta de divulgação de ações mitigatórias, auxiliando na minimização dos riscos e no comportamento. A Compdec utiliza como uma ferramenta

de divulgação de ações preparatórias. Em ambos os casos, as duas páginas colocam em segundo plano as postagens sobre a conscientização e mitigação de eventos adversos.

6.5.2 ENGAJAMENTO DOS USUÁRIOS NAS PUBLICAÇÕES

Com relação ao número de seguidores, coletados em 01/04/2023, a Prefeitura e a Compdec tinham 1 milhão e 5 mil seguidores, respectivamente. No Quadro 9, apresenta-se os valores dos índices de engajamento. Os maiores índices para ambos os websites ocorrem para os vídeos. Não foi observado engajamento por link na webpage da Prefeitura, enquanto na Compdec, o índice apresenta o maior valor. O mesmo obtido para vídeo. O status apresenta baixos índices de engajamento para ambos. As fotos são o segundo tipo de mídia mais atraente, embora seja o mais popular. O status apresenta o menor engajamento, sobretudo em virtude de sua baixa ou quase inexistência de comprometimento e viralidade. Por outro lado, na Compdec, os links e os vídeos geram mais engajamento, seguido pelas fotos. O status apresenta o menor engajamento, sobretudo em virtude da falta de comprometimento, baixa popularidade e viralidade.

Quadro 9 - Índices de engajamento das postagens conforme tipo de mídia

Critério		Foto	Vídeo	Status	Link
Popularidade	Prefeitura	0,98	0,25	0,41	0
	Compdec	1,05	2,01	0,6	1,93
Comprometimento	Prefeitura	0,21	0,41	0,01	0
	Compdec	0,04	0,11	0,04	0,1
Viralidade	Prefeitura	0,45	3,16	0	0
	Compdec	0,18	0,59	0,17	0,67
Engajamento	Prefeitura	1,63	3,82	0,42	0
	Compdec	1,27	2,71	0,8	2,71

Fonte: os autores (2025)

As publicações sobre prevenção apresentam o maior nível de engajamento na webpage da Prefeitura, devido à sua popularidade (Quadro 10). No caso da Compdec, as publicações sobre mitigação possuem mais engajamento do que as demais, sobretudo em virtude de sua popularidade. As publicações sobre a etapa de mitigação são seguidas pelas informações relacionadas à preparação (maior viralidade) e mitigação

(maior comprometimento). O maior engajamento foi para a página da Compdec na mitigação, enquanto o menor, para a Prefeitura na preparação.

Quadro 10 - Índices de engajamento das postagens conforme a fase do Marco de Sendai

Critério		Prevenção	Mitigação	Preparação
Popularidade	Prefeitura	1,1	0,52	0,38
	Compdec	1,17	1,47	1,14
Comprometimento	Prefeitura	0,07	0,05	0,04
	Compdec	0,04	0,08	0,05
Virabilidade	Prefeitura	0,06	0,06	0,05
	Compdec	0,28	0,24	0,35
Engajamento	Prefeitura	1,22	0,63	0,46
	Compdec	1,49	1,79	1,53

Fonte: os autores (2025)

As postagens sobre mitigação relacionadas às intervenções não-estruturais apresentam o maior nível de engajamento, devido a sua popularidade, sendo seguida pela “gestão de risco” e “intervenções estruturais”. Por outro lado, a capacitação e educação apresentam alta viralidade, maior número de postagens compartilhadas (FIGURA 34). Na preparação, as publicações sobre o monitoramento apresentam o maior nível de engajamento. Ao contrário das fases discutidas anteriormente, a preparação apresenta um grande nível de comprometimento, isto é, um maior número de comentários nas publicações, que contribuem significativamente para o engajamento.

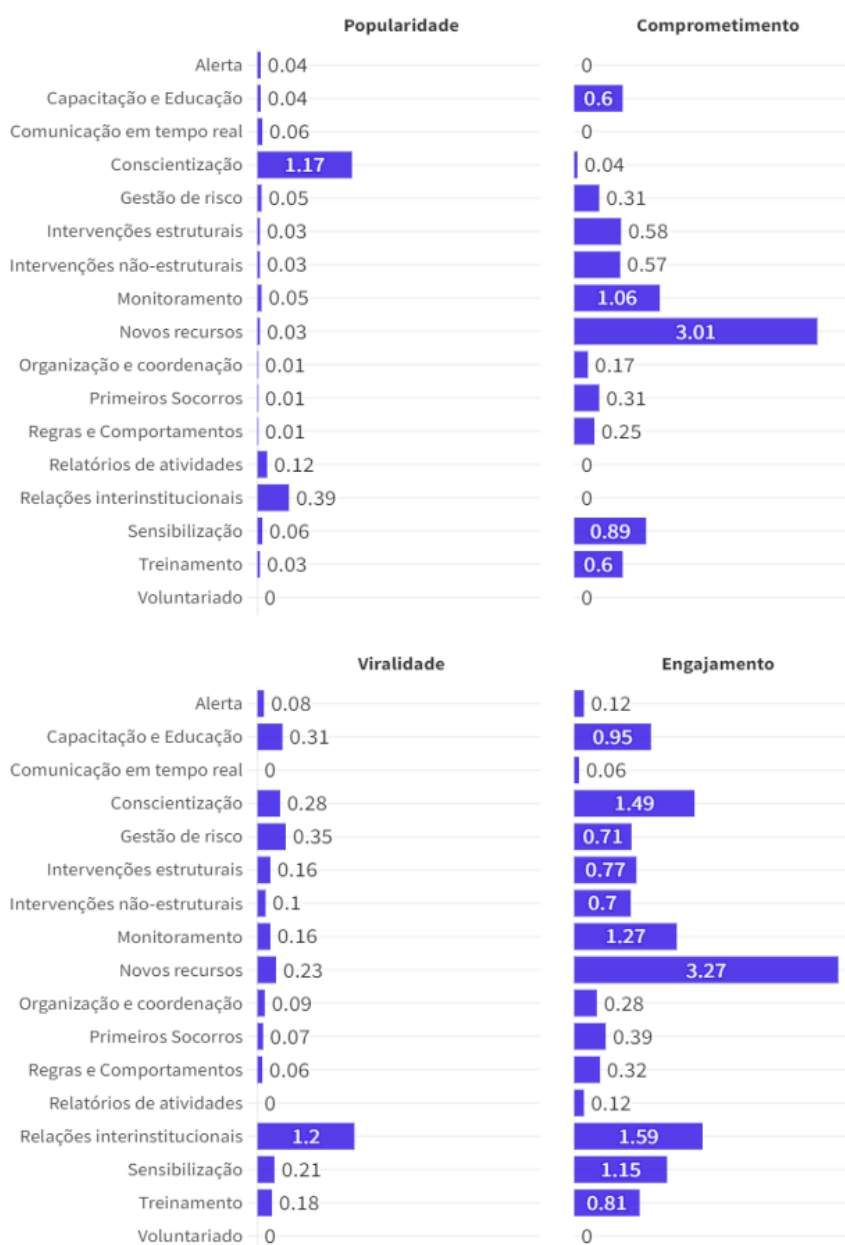
Figura 34 - Índices de engajamento das postagens por categoria e subcategoria - Prefeitura



Fonte: os autores (2025)

A figura 35 apresenta esses resultados de análise para a webpage da Compdec. As publicações sobre mitigação apresentam o maior nível de engajamento, sendo seguida pela preparação (maior viralidade) e mitigação (maior comprometimento). Na mitigação, as postagens atreladas às “relações interinstitucionais” apresentam o maior engajamento, sendo seguida por “capacitação e educação” e “intervenções estruturais”.

Figura 35 - Índices de engajamento das postagens da Compdec por Categoria e subcategoria



Fonte: os autores (2025)

Na preparação (Compdec), as publicações sobre a aquisição de “novos recursos” apresentam o maior engajamento, sobretudo em virtude de seu comprometimento. Por outro lado, “voluntariado”, “comunicação em tempo real” e “alerta” dispõem dos menores níveis de engajamento. No primeiro caso, a participação cidadã é nula.

6.6 PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

A pesquisa foi respondida por 975 pessoas nas áreas analisadas. O quadro 11 mostra que há uma maior quantidade de mulheres respondentes do que homens. A distribuição etária demonstra uma presença significativa de pessoas entre 20 e 59 anos (77,6%). Há uma variação na distribuição racial entre as áreas, com destaque para as pessoas que se declaram negras (58,9%). A maioria possui pelo menos o Ensino Fundamental (44%). É preponderante a quantidade de entrevistados que reside há mais de 4 anos no local (79,7%), o que permite estimar que possuem maior conhecimento das inundações que já ocorreram na região. A maior parte das pessoas compartilham o local de moradia com pelo menos mais duas pessoas (67,4%), sobretudo crianças, idosos e pessoas com deficiência (50,2%). A maior parcela dos respondentes reside a cerca de 50 metros da fonte do perigo (47,8%)

Quadro 11 - Síntese das variáveis sociodemográficas

Demografia		Curitiba					
		Vila Torres		Parolin		Boqueirão	
		Total	%	Total	%	Total	%
Idade	Até 19	12	3,8	12	3,6	8	2,4
	20 - 29	60	18,9	66	20,1	64	19,4
	30 - 39	63	19,9	68	20,7	59	17,9
	40 - 49	63	19,9	72	21,9	58	17,6
	50 - 59	63	19,9	68	20,7	52	15,8
	60 - 64	30	9,5	27	8,2	26	7,9
	65	25	7,9	16	4,9	63	19,1
Gênero	Homem	120	37,9	148	45	151	45,8
	Mulher	187	59	171	52	167	50,6
Raça	Branco	103	32,5	94	28,6	205	62,1
	Pardo	168	53	195	59,3	74	22,4
	Preto	45	14,2	40	12,2	51	15,5
	Indígena	0	0	0	0	0	0
	Amarelo	0	0	0	0	0	0
Educação	Sem escolaridade	56	17,7	78	23,7	28	8,5
	Fundamental	161	50,8	159	48,3	109	33
	Médio	68	21,5	74	22,5	152	46,1
	Superior	31	9,8	8	2,4	41	12,4
	< 1 ano	11	3,5	11	3,3	40	12,1

Tempo residência	1 a 3 anos	51	16,1	24	7,3	57	17,3
	> 4 anos	254	80,1	294	89,4	230	69,7
Tamanho da família	1	5	1,6	8	2,4	45	13,6
	2	72	22,7	98	29,8	74	22,4
	3	168	53	189	57,4	89	27
	4	33	10,4	30	9,1	64	19,4
	4	39	12,3	4	1,2	57	17,3
Grupo vulnerável	Sim	176	55,5	113	34,3	201	60,9
	Não	141	44,5	216	65,7	129	39,1
Distância do rio	Até 50 m	194	61,2	182	55,3	89	27
	50 a 100 m	50	15,8	89	27,1	102	30,9
	100 a 150 m	45	14,2	55	16,7	67	20,3
	Acima de 150 m	27	8,5	3	0,9	72	21,8
Experiência	Sim	152	47,9	210	63,8	137	41,5
	Não	165	52,1	119	36,2	193	58,5

Fonte: os autores (2025)

Os resultados indicam que aproximadamente 51% dos entrevistados, em todas as áreas analisadas, foram afetados por uma inundação. O perfil preponderante é de mulheres (55,9%), pessoas que se autodeclararam pardas ou pretas (64,5%), com idade entre 30 e 59 anos e que possuem Ensino Fundamental (51,7%). Além disso, a maior parte das pessoas que foram afetadas residem, pelo menos, há quatro anos no local (83,1%) e a cerca de 50 metros de um curso hídrico (55,7%).

6.6.1 PERCEPÇÃO DE RISCO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

A média de percepção é de 0,48, o que indica uma percepção moderada em relação aos aspectos avaliados. A Vila Torres possui o menor valor. A média de chance de ser afetado é de cerca de 0,45. As áreas que foram afetadas recentemente por inundações, sobretudo a Vila Parolin, apresentam as maiores probabilidades percebidas de serem afetadas por uma inundação. Isso pode ser atribuído a outros fatores, como a proximidade do perigo e medidas estruturais (TABELA 7).

Tabela 7 - Síntese dos resultados das variáveis de percepção de risco

Área	Chance Afetado	Responsabilidade	Confiança	Autoeficácia	Obras	Preparação	Média
Boqueirão	0,38	0,32	0,63	0,33	0,75	0,29	0,45
Vila Parolin	0,59	0,33	0,62	0,35	0,73	0,27	0,48
Vila Torres	0,37	0,35	0,6	0,3	0,71	0,28	0,44
Média	0,45	0,33	0,62	0,33	0,73	0,28	0,48

Fonte: os autores (2025)

A média de responsabilidade individual na RRD e da autoeficácia é baixa (0,33 em ambas as categorias), indicando um nível baixo de confiança na capacidade individual de lidar com a RRD e, assim, uma necessidade de maior sensibilização sobre a participação comunitária. Por outro lado, a média de respondentes que consideram confiar na proteção pública e nas autoridades é alta (0,73 e 0,62, respectivamente). No conhecimento das medidas de preparação, como as rotas de evacuação, alertas e ações comportamentais, a média é baixa (0,28). A Vila Parolin apresenta o menor valor, o que pode refletir diferenças na sensibilização, acesso a treinamentos e simulados, bem como a capacidade de mobilização da comunidade diante um evento. O teste de Kruskal-Wallis revelou diferenças significativa nas respostas à chance de ser afetado entre as diferentes localidades ($H = 424,1850$, $p < 0,001$), responsabilidade individual ($H = 18,62167$, $p = 0,0286$), confiança no poder público ($H = 23,24016$, $p = 0,0057$). Ou seja, as variáveis de percepção de risco variam entre as diferentes áreas de vulnerabilidade socioambiental analisadas.

6.6.2 MODOS DE COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

A média da comunicação é de 0,43. O conhecimento sobre os modos de comunicação é vital para uma RRD eficaz. Porém, a média é de 0,32 nas áreas, o que indica um nível baixo de familiaridade com os canais de comunicação disponíveis para receber informações (TABELA 8). Os maiores valores são encontrados em Curitiba, especialmente no Boqueirão e na Vila Torres. A média de busca por informações é de 0,30, o que indica um nível baixo na busca ativa por informações. Apesar disso, o nível de compreensão adequada das informações é moderado 0,41. A necessidade de informações para a RRD é elevada (0,67), principalmente na Vila Torres.

Tabela 8 - Síntese dos resultados das variáveis de comunicação de risco

Área	Conhecimento dos Meios	Busca de Informações	Compreensão	Necessidade de Informações	Média
Boqueirão	0,35	0,3	0,42	0,68	0,44
Parolin	0,29	0,3	0,41	0,63	0,41
Vila	0,32	0,29	0,39	0,7	0,43
Média	0,32	0,3	0,41	0,67	0,43

Fonte: os autores (2025)

O teste de Kruskal-Wallis revelou diferenças significativa nas respostas ao conhecimento dos meios para receber informações sobre o risco de inundação ($H = 48,64391$ e $p = 0,0000$), busca de informações ($H = 40,53691$ e $p = 0,0000$), compreensão das informações recebidas ($H = 41,39770$ e $p = 0,0000$) e necessidade de informações ($H = 99,48163$ e $p = 0,0000$). Em todos os casos, o valor p é menor que um nível de significância comum, indicando que há evidências estatísticas para rejeitar a hipótese nula de que não há diferença entre as medianas das diferentes áreas de vulnerabilidade para essas variáveis.

6.6.3 MEIOS DE COMUNICAÇÃO PREFERIDOS

Em relação aos meios de comunicação preferidos, a análise mostra que os entrevistados têm pouco interesse por material impresso (0,27). O uso de meios audiovisuais, como televisão e rádio, é maior (0,65) (TABELA 9). O uso de meios digitais é moderado (0,54). Isso reflete a crescente importância da internet, redes sociais e aplicativos na disseminação de informações. Apesar da popularidade dos smartphones, o envio de mensagens de texto não é o meio preferido pelos respondentes para receber informações sobre o risco de inundação (0,28), o que pode estar relacionado com a baixa escolaridade dos respondentes.

Tabela 9 - Síntese dos resultados das preferências de meios de comunicação

Área	Material impresso	Audiovisual	Digital	SMS	Sonoro	Sinalização	Contato pessoal	Média
Boqueirão	0,25	0,57	0,49	0,31	0,51	0,35	0,37	0,43
Vila Parolin	0,27	0,7	0,61	0,24	0,65	0,52	0,56	0,55
Vila Torres	0,29	0,68	0,51	0,28	0,72	0,49	0,66	0,56
Média	0,27	0,65	0,54	0,28	0,63	0,45	0,53	0,55

Fonte: os autores (2025)

O contato pessoal por meio de lideranças locais ou comunitárias tem uma preferência moderada (0,53). Isso pode indicar que, apesar de eficaz em certas

situações, o contato direto é menos utilizado como meio de comunicação. As vilas Parolin e Torres possuem uma alta utilização desse meio, o que pode estar atrelado ao papel que agentes de saúde exercem nesses locais.

6.6.4 RELAÇÕES ENTRE A COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO

A relação positiva entre a percepção da chance de ser afetado por uma inundação e a necessidade de informações é uma constatação que aponta para a centralidade da comunicação no enfrentamento do risco (TABELA 10). Indivíduos que se percebem em situação de risco exigem mais informações para mitigar as incertezas e adotar medidas protetivas. Mas essa necessidade não se traduz em preparação. A correlação negativa entre percepção e preparação revela um paradoxo significativo: mesmo aqueles que percebem um alto risco não estão preparados para agir. Esse fenômeno pode ser explicado por múltiplos fatores. Por exemplo, a percepção não garante o acesso ou a compreensão das informações para agir de maneira proativa. A complexidade das mensagens, somada ao baixo conhecimento dos meios e à ausência de busca por informações, sugere uma falha na comunicação de risco.

Tabela 10 - Relações entre a comunicação e percepção de risco nas comunidades

Variável		Percepção						Comunicação			
		Chance Afetado	Responsabilidade	Confiança	Autoeficácia	Proteção Pública	Preparação	Conhecimento dos Meios	Busca de Informações	Satisfação	Necessidade de Informações
Percepção	Chance Afetado	1									
	Responsabilidade	-0,171	1								
	Confiança	0,163	-0,164	1							
	Autoeficácia	-0,095	0,129	-0,091	1						
	Proteção Pública	0,171	-0,203	0,174	-0,164	1					
	Preparação	-0,125	0,188	-0,12	0,147	-0,118	1				
Comunicação	Conhecimento dos meios	-0,269	0,186	-0,115	0,148	-0,23	0,178	1			
	Busca de Informações	-0,165	0,156	-0,103	0,059	-0,202	0,126	0,151	1		
	Compreensão	-0,289	0,16	-0,077	0,09	-0,212	0,107	0,228	0,135	1	
	Necessidade de Informações	0,335	-0,246	0,213	-0,189	-0,327	-0,217	-0,37	-0,452	-0,287	1

Fonte: os autores (2025)

A confiança nas autoridades tem um papel crucial na comunicação de risco. Os entrevistados que confiam mais nas autoridades tendem a acreditar que as medidas públicas serão eficazes, o que reduz sua motivação para adotar ações de preparação, conforme visto na correlação negativa entre confiança e preparação individual. Esse

cenário sugere um caminho perigoso, em que a confiança excessiva nas autoridades pode diminuir o engajamento na RRD. Por outro lado, aqueles que se sentem responsáveis pela própria segurança são mais ativos na busca de informações, na preparação e no entendimento das mensagens, destacando a importância de promover um senso de responsabilidade compartilhada entre cidadãos e instituições.

A autoeficácia também é um fator-chave na resposta ao risco, com indivíduos que acreditam em sua capacidade de agir sendo mais propensos a se prepararem adequadamente. Essa autoconfiança pode levar à subestimação do risco, refletindo a "falácia do otimismo". Por outro lado, a percepção está negativamente correlacionada com o conhecimento dos meios de comunicação e a busca por informações. Ou seja, indica que os mais vulneráveis tendem a desconhecer ou não utilizar os canais de informação disponíveis. Isso aponta para um gargalo na comunicação de risco, pois a disponibilidade de informações não garante sua compreensão e aplicação eficaz, exigindo estratégias mais acessíveis e adaptadas às necessidades da população.

6.6.5 RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS SOCIODEMOGRÁFICAS E OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO PREFERIDOS

A análise das preferências de meios de comunicação revela que a idade influencia a escolha dos canais de informação. Os entrevistados mais velhos tendem a utilizar meios audiovisuais e sonoros devido à menor familiaridade com tecnologias digitais, enquanto os mais jovens, com maior escolaridade, preferem meios digitais e evitam material impresso. A escolaridade também desempenha um papel crucial na escolha dos meios de comunicação. Indivíduos com maior nível educacional preferem meios digitais, impressos e evitam sonoros e audiovisuais, buscando fontes de informação mais atualizadas e interativas. A interação entre escolaridade e tempo de residência sugere que aqueles com alta escolaridade e longo tempo de residência são mais adaptáveis às novas formas de comunicação, enquanto o maior nível de escolaridade influencia negativamente o uso de meios tradicionais (TABELA 11).

Tabela 11 - Relação entre as variáveis sociodemográficas e a preferência de comunicação

Variável	Idade	Gênero	Raça	Escolaridade	Tamanho família	Tempo Residência	Distância perigo	Grupo Vulnerável	Experiência
Material Impresso	-0,226	-0,028	-0,021	0,31	0,023	-0,001	0,002	-0,032	-0,209
Audiovisual	0,324	0,029	0,096	-0,4	0,123	0,142	-0,384	0,039	0,656
Digital	-0,733	-0,016	0,075	0,179	0,025	-0,012	0,006	-0,144	-0,078

SMS	-0,281	-0,003	0,035	0,12	0,189	-0,029	-0,031	-0,109	0,049
Sonoro	0,365	0,009	0,07	-0,302	0,068	0,128	-0,324	0,101	0,31
Sinalização	-0,081	0,032	0,075	-0,047	0,049	0,037	-0,122	-0,066	0,091
Contato pessoal	0,218	0,062	0,061	-0,113	0,005	0,115	-0,237	0,049	0,101

Fonte: os autores (2025)

A distância da fonte do perigo e o tamanho da família afetam a escolha dos meios de comunicação de maneiras específicas. Famílias maiores tendem a usar SMS e meios audiovisuais para coordenar informações, enquanto indivíduos mais distantes do risco utilizam menos meios audiovisuais e sonoros, optando por canais que oferecem informações gerais e não imediatas. Isso indica que a proximidade ao perigo e o tamanho da família influenciam a urgência e a forma como as informações são compartilhadas. Finalmente, a experiência prévia afeta a preferência por meios de comunicação. Indivíduos com experiência anterior preferem meios audiovisuais e sonoros, que fornecem atualizações rápidas e acessíveis durante crises, enquanto evitam material impresso e meios digitais, que podem ser menos imediatos. Esses padrões destacam a necessidade de estratégias de comunicação adaptadas às características sociodemográficas, garantindo que a informação sobre riscos seja eficazmente transmitida e acessível a todos os grupos populacionais.

6.6.6 DETERMINANTES DA COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO

A regressão linear foi aplicada para verificar os determinantes socioeconômicos da comunicação e percepção de risco. O Modelo 1 verificou cada variável socioeconômica (independente) com a média de comunicação (dependente), enquanto o Modelo 2 verificou cada variável socioeconômica (independente) com percepção (dependente). Os resultados mostram que a idade tem um coeficiente positivo significativo ($p < 0.001$) na percepção e comunicação. Da mesma forma, a distância até o rio apresenta uma influência positiva e significativa ($p < 0.001$), sugerindo que indivíduos que residem mais próximos ao rio tendem a perceber o risco de forma mais acentuada. A presença de grupos vulneráveis demonstra uma relação positiva e significativa ($p < 0.001$) com a percepção, e negativa com a comunicação ($p < 0.001$). A escolaridade, por sua vez, também exerce uma influência positiva e significativa ($p < 0.001$) na comunicação, sugerindo que níveis mais elevados de escolaridade estão associados a uma maior probabilidade de comunicação.

6.7 PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO GOVERNAMENTAL DE RISCO DE INUNDAÇÃO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

Ao analisar os documentos relacionados à gestão de risco de desastres das diversas cidades brasileiras, fica evidente que a comunicação de risco de inundação é abordada com maior ênfase com a emissão de alertas. Em municípios como Belo Horizonte, Petrópolis, Recife e Rio de Janeiro, a comunicação de risco não se limita apenas aos momentos de crise, mas é uma atividade contínua e integrada à rotina dos agentes locais (Quadro 12). Em ambos os casos, o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil enfatiza que a comunicação de risco é um dos pilares para garantir a RRD e a preparação diante de eventos adversos, principalmente através de campanhas educativa, treinamentos e simulados (Belo Horizonte, 2023; Petrópolis, 2023a; Recife, 2023a; Rio de Janeiro, 2021b). No caso de Belo Horizonte, Recife e Curitiba, os planos de Ação Climática reforçam a importância da comunicação antes e durante um evento adverso. Isso indica um esforço em integrar a comunicação de risco como estratégia de prevenção e capacitação contínua.

Quadro 12 - Síntese da análise documental

Município	Normalidade	Alerta	Protocolo	Meios	Segmentação	Avaliação
Belém - PA						
Belo Horizonte - MG						
Blumenau - SC						
Curitiba - PR						
Gaspar - SC						
Mafra - SC						
Morretes - PR						
Petrópolis - RJ						
Recife - PE						
Rio de Janeiro - RJ						
Rio do Sul - SC						

Legenda: Vermelho: não há menção; Verde: há menção.

Fonte: os autores (2025)

Por outro lado, em municípios como Blumenau, Gaspar Mafra, Morretes e Rio do Sul, a ênfase nos documentos analisados está predominantemente nos sistemas

de alerta e monitoramento, com menor detalhamento das atividades de comunicação de risco durante a normalidade. No caso de Mafra, por exemplo, o plano menciona apenas que "veículos de comunicação, rádios, jornais, televisão, internet, telefone de emergência da Proteção e Defesa Civil" (Mafra, 2021), sem detalhar ações preventivas ou educacionais contínuas. Isso revela uma lacuna na abordagem de comunicação de risco em períodos de calma, o que destaca a necessidade de incorporar e integrar fortemente as ações de prevenção, educação e treinamento contínuo da população nas estratégias de gestão e comunicação de risco.

Em linha gerais, enquanto algumas cidades, como Rio de Janeiro e Belo Horizonte, apresentam uma abordagem robusta e integrada à comunicação de risco em períodos de normalidade e prevenção, outras, como Curitiba, Mafra, Gaspar e Rio do Sul, ainda necessitam de uma maior consolidação dessas práticas em suas estratégias de gestão de risco. Isso evidencia a necessidade de uma abordagem mais uniforme e abrangente para fortalecer a comunicação de risco em todas as fases da gestão de desastres. No próximo tópico, serão analisados os resultados das entrevistas, as quais serão complementadas com dados levantados durante a análise documental.

6.7.1 PAPEL DA COMUNICAÇÃO NA PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

A análise das entrevistas revela uma intrincada rede de desafios no processo de comunicar o risco de inundação. O processo de disseminação de informações, promoção de conscientização e sensibilização pública são práticas previstas em todos os planos analisados. Porém, nos relatos, a comunicação de risco é frequentemente percebida como uma atividade limitada à emissão de avisos e alertas durante a iminência de eventos adversos. Essa visão estreita, muitas vezes, relega a importância da comunicação em situações de normalidade, quando a conscientização e a preparação da comunidade são etapas fundamentais para a redução dos impactos dos desastres. Mas, ao longo das entrevistas, os participantes destacam uma série de atividades que, embora não sejam explicitamente identificadas como comunicação de risco, possuem um papel crucial na conscientização. Entre essas atividades, a educação e a capacitação emergem como elementos essenciais, pois capacitam os residentes a compreenderem os riscos e a adotarem medidas preventivas adequadas.

6.7.2 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO DE RISCO

A análise das entrevistas revela uma série de aspectos cruciais relacionados à comunicação de risco e aos protocolos associados a esse processo. Os entrevistados destacam o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PlamCon), embora não seja denominado como um protocolo. A partir das respostas fornecidas, observa-se que há uma estrutura que abarca desde a prevenção até a recuperação, como mencionado por um dos participantes: "seria no plano de contingência, que dá um passo-a-passo para toda a ação, tanto de prevenção, mitigação e preparação, quanto da resposta e recuperação" (ENTREVISTADO B). Apesar disso, não há um capítulo dedicado ao tema, tampouco uma definição clara de objetivos, grupos-alvo e mensagens, elementos para um protocolo eficaz de comunicação de risco. Normalmente, constata-se apenas os canais de comunicação utilizados e as responsabilidades de cada um dos órgãos durante a iminência de um evento adverso.

Embora o texto destaque a existência de um plano de contingência, é importante notar que alguns entrevistados apontam a ausência de protocolos específicos voltados exclusivamente para a comunicação de risco, sobretudo no período de normalidade. Como um dos entrevistados afirma: "eu desconheço um documento oficial dizendo que tem que ser desse jeito, desconheço. O que eu conheço, assim, existe muitos trabalhos acadêmicos que falam sobre isso" (ENTREVISTADO C). Outro destaca que "hoje não tem um trabalho específico para fazer essa comunicação em período de normalidade" (ENTREVISTADO J). Isso indica uma lacuna na definição clara dos procedimentos a serem seguidos em situações de risco, sobretudo no que diz respeito à comunicação com a população. Assim, é uma oportunidade para o desenvolvimento de diretrizes mais detalhadas e abrangentes.

Uma constatação central é a importância do órgão de Defesa Civil, que desempenha um papel preponderante, conforme um dos entrevistados: "Uma das responsabilidades da Defesa Civil é a comunicação do risco" (ENTREVISTADO K). Porém, fica evidente que essa responsabilidade não é exclusiva desse órgão; a responsabilidade é compartilhada entre diferentes setores da gestão local, como ressalta outra resposta: "Então não é só a defesa civil a única responsável" (ENTREVISTADO I). A maneira como essas responsabilidades são exercidas varia conforme cada município. Durante a normalidade, a Defesa Civil exerce papel principal na comunicação com atividades de sensibilização, criação de Núcleos

Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), capacitação e treinamentos. Mas não existe uma atribuição clara de responsabilidades e papéis na comunicação de risco, o que pode levar a uma falta de coordenação e consistência nas mensagens.

Na iminência do evento, o sistema de monitoramento e alerta de eventos adversos é uma competência compartilhada entre os três entes da federação, de acordo com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Brasil, 2012). Internamente, com a assessoria de comunicação, como evidenciado pelo seguinte trecho: "a gente passa para assessoria de comunicação que é responsável e eles autorizam a gente lançar" (ENTREVISTADO E). Nesse caso, o PlamCom apresenta uma caracterização do processo de comunicação, da responsabilidade dos envolvidos e dos canais utilizados. Contudo, em poucos municípios há uma equipe ou uma pessoa da área de comunicação no quadro de funcionários da Defesa Civil.

Os relatos dos gestores de proteção e defesa civil também evidenciam uma problemática significativa: a ausência de capacitação formal em comunicação de risco. Em várias entrevistas, foi relatado que as equipes dependem predominantemente da experiência empírica e do treinamento informal interno para lidar com a comunicação de risco. Por exemplo, em um determinado município, a capacitação é realizada por meteorologistas experientes que treinam os novos membros da equipe, sem a intervenção de especialistas externos em comunicação. Já em outros municípios, a orientação sobre quando e como comunicar alertas é baseada na vasta experiência de um único gestor, que toma decisões críticas sem um protocolo estabelecido, ressaltando a falta de uma formação padronizada.

Diversos entrevistados, como de Gaspar e Recife, indicaram que, embora existam capacitações gerais e seminários, estes raramente focam especificamente em comunicação de risco. Em Recife, por exemplo, foi mencionado que a comunicação de risco e a mediação de conflitos foram recentemente identificadas como áreas necessitando de maior atenção, mas ainda há uma carência de capacitação formal estruturada para esses fins. Essa falta de treinamento especializado contribui para a comunicação ineficaz, pois informações críticas podem ser mal interpretadas ou não compreendidas pelo público, exacerbando a vulnerabilidade das comunidades em situações de risco de inundação.

Embora o texto aponte para a existência de um plano de contingência e protocolos para situações de risco, há uma falta de clareza e detalhamento em relação

aos objetivos, mensagens, canais de comunicação, responsabilidades e métricas de avaliação das atividades. Essa lacuna pode comprometer a eficácia das estratégias de comunicação adotadas e a capacidade de avaliar seu impacto na população.

6.7.3 MODOS DE COMPARTILHAMENTO DAS INFORMAÇÕES

O compartilhamento de informações com os cidadãos e outros órgãos é essencial para garantir a eficácia das ações de redução de risco. A variedade de canais de comunicação utilizados é notável, desde os meios tradicionais até as plataformas digitais. O uso de redes sociais ganha destaque, permitindo uma ampla disseminação de informações. Como destacado por um dos entrevistados: "Nós possuímos vários grupos de WhatsApp, tanto da prefeitura quanto das comunidades, onde informamos diariamente sobre o status das condições climáticas e os possíveis riscos" (ENTREVISTADO C). Outro ressalta que "o grupo de WhatsApp é o canal direto entre a equipe técnica e a população" (ENTREVISTADO B).

Outros meios de comunicação, como sites e aplicativos móveis, são usados para garantir que as informações cheguem à população (Blumenau, 2016; Rio de Janeiro, 2021a; Rio do Sul, 2022). Como destacado por um dos participantes: "Desenvolvemos um aplicativo específico da defesa civil, onde os cidadãos podem receber notificações e atualizações sobre condições climáticas e medidas de segurança recomendadas" (ENTREVISTADO F). Outro ressalta que "a emissão dos alertas é feito através do site, do aplicativo, a gente tem um site que é aberto ao público, os avisos são sempre emitidos através do site" (ENTREVISTADO J).

Além dos meios digitais, são usados meios tradicionais, como rádio e televisão, para alcançar aqueles que podem não ter acesso à tecnologia. Como um dos participantes explicou: "Realizamos programas de rádio regulares, onde fornecemos atualizações sobre as condições climáticas e compartilhamos dicas de segurança" (ENTREVISTADO B). Outro destaca: "a gente tenta via rádio, né? Aqui o pessoal escuta muito rádio ainda" (ENTREVISTADO J). Em Curitiba, por exemplo, a gestão local divulga as cotas de inundação na "Guia amarela" (Curitiba, 2017), um documento que fornece informações sobre um imóvel com parâmetros da região onde está localizado, como "Usos Permitidos e Parâmetros Construtivos".

Além disso, a comunicação direta com a comunidade é enfatizada como uma prática essencial. Em Recife, as ações de comunicação são realizadas de janeiro a

abril, período que antecede o período chuvoso, visando a sensibilização da população. As equipes intensificam o trabalho de comunicação, “porta a porta”, que consiste em realizar visitas em todas as residências das áreas de risco, dos trechos mais críticos, para orientação aos moradores sobre os riscos, os alertas de chuvas, os pontos de abrigo e demais práticas seguras, com vistas a salvaguardar a vida da população (Recife, 2023b). Além disso, a Defesa Civil realiza a formação as lideranças comunitárias e moradores das áreas de risco. A formação é realizada em parceria com a Universidade e demais secretarias municipais (Recife, 2023b). Outro participante destaca que “a estratégia é focada no contato com a liderança comunitária, com os voluntários, com os agentes de saúde” (ENTREVISTADO A).

A realização de capacitações, reuniões comunitárias, palestras educativas e simulados são outras estratégias relatadas pelos participantes. Como um dos entrevistados ressaltou: “organizamos regularmente reuniões nos bairros mais vulneráveis para discutir planos de evacuação, medidas de segurança e como se preparar” (ENTREVISTADO D). Em Petrópolis, a comunidade é previamente preparada, com a escolha de ponto de apoio e demarcação de rotas de fuga; recebem material como capas de chuva, lanternas e apitos (Petrópolis, 2023b). Os voluntários são treinados sobre noções básicas de meteorologia, sistema de alerta, evacuação e primeiros socorros. Os moradores são treinados a entender os toques de apitos e diferenciar cada um dos sons. No fim deste processo, é realizado um simulado. Além disso, as empresas de ônibus e os motoristas são treinados para identificar situações de risco e lidar com os imprevistos. Por outro lado, alguns destacam que campanhas de sensibilização não são amplamente adotadas.

Além dos aplicativos, o uso de meios sonoros é visto como uma ferramenta importante de alerta. Em apenas três localidades, a instalação e manutenção desses equipamentos são priorizadas para garantir uma comunicação de risco. Em Belo Horizonte, a Defesa Civil realiza parcerias com os moradores e comerciantes, considerando a importância estratégica da participação comunitária para mitigação de riscos e veiculação de informações preventivas por meio de sistemas de som nos estabelecimentos locais, como shopping centers e estações de metrô e de ônibus. Como mencionado por um dos entrevistados, “o som emitido pela sirene é muito alto, justamente para atingir toda aquela área de risco” (ENTREVISTADO G).

Esse tipo de alerta sonoro é fundamental para alcançar até mesmo aqueles que possuem limitações visuais ou de acesso a outros meios de comunicação. Contudo, é importante reconhecer que existem desafios na comunicação, como a necessidade de adaptar as estratégias às diferentes realidades locais e às limitações de acesso à tecnologia. Como mencionado por um dos entrevistados, "sirenes têm baterias, elas têm equipamentos que vão tentar dar uma sobrevida para esses equipamentos" (ENTREVISTADO A). Nesse caso, no município do Rio de Janeiro, a Defesa Civil busca mobilizar as pessoas para os pontos de apoio por meio dos agentes e/ou líderes comunitários (Rio de Janeiro, 2021a). Essas contingências são essenciais para garantir que a comunicação não seja interrompida em situações adversas, como a falta de energia elétrica ou sobrecarga nas redes de telefonia.

Além disso, há os elementos na paisagem, os quais são destacados em apenas duas localidades. Em Petrópolis, as ações envolvem o fechamento das principais vias de acesso à área de risco de inundação com alto poder de arraste por meio de cancelas automáticas, através dos alertas à população, por meio do sistema de sirene e do aplicativo Waze (Petrópolis, 2023b). Além dessa ação, também foram implementadas "ilhas de segurança" com o intuito de servir como ponto de apoio em momentos críticos (Petrópolis, 2023b). Nesse sentido, as ilhas de segurança são linhas demarcadas em ruas perpendiculares às vias interditadas, que informam sobre os riscos em caso de ameaça, onde a população vulnerável pode desviar sua rota e aguardar em segurança até que o rio volte ao seu leito normal.

6.7.4 SEGMENTAÇÃO GEOGRÁFICA E SOCIAL

A eficácia da comunicação de risco depende da capacidade do poder público de adaptar suas mensagens de acordo com o público-alvo e o contexto geográfico. Em apenas um caso é destacado a segmentação geográfica dos alertas. No Rio de Janeiro, o aplicativo COR.Rio possibilita ao Centro de Operações selecionar regiões específicas para enviar alertas, por meio da tecnologia de georreferenciamento (Rio de Janeiro, 2021a). Assim, os alertas relacionados a acidentes, inundações, deslizamentos, quedas de árvores, entre outras tipologias, chegam somente aos usuários que estão nos locais que podem ser afetados pelas ocorrências.

No entanto, é perceptível a dificuldade em segmentar as mensagens para públicos específicos. Segundo um dos entrevistados, "nós ainda não conseguimos

fazer com que a mensagem seja direcionada de forma individualizada" (ENTREVISTADO C). Isso sugere uma lacuna na personalização das comunicações que pode afetar a eficácia da resposta. Ainda, há uma dicotomia entre enviar alertas para áreas específicas ou para toda a cidade. Enquanto alguns defendem a segmentação geográfica para garantir maior precisão, outros ressaltam a necessidade de alcançar o maior número de pessoas. Como mencionado, "a ideia é sempre abranger a maior parte da população" (ENTREVISTADO A). Já outros destacam a natureza do fenômeno: "a situação de risco evolui muito rapidamente" (ENTREVISTADO G), o que pode justificar a preferência por alertas amplos.

A utilização de diferentes canais de comunicação também é mencionada como uma estratégia importante. Desde redes sociais até SMS e grupos de WhatsApp, os órgãos municipais de proteção e defesa civil exploram diversas plataformas para disseminar informações de segurança. Isso também pode gerar desafios de coordenação e consistência das mensagens. Por fim, a complexidade do desafio exige uma abordagem cuidadosa e adaptável na comunicação. Isso implica em contínua reflexão e aprimoramento das estratégias por parte dos órgãos de defesa civil. Por exemplo, "a estratégia de chegar até essa população de formas mais efetivas teria através realmente de a formação de grupos de WhatsApp" (ENTREVISTADO C).

6.7.5 ENTENDIMENTO DA MENSAGEM EMITIDA E RECEBIDA

A avaliação da acessibilidade e clareza das mensagens recebidas e divulgadas pela Defesa Civil é crucial para garantir que as informações sobre riscos e medidas de segurança sejam compreendidas pela população e influenciem na tomada de decisão. A partir das entrevistas, é possível identificar que os órgãos responsáveis pela Proteção Civil enfrentam desafios e adotam estratégias para melhorar a eficácia da comunicação. Uma das questões levantadas é a clareza e acessibilidade das mensagens recebidas de órgãos governamentais de instâncias superiores. Como observado pelo entrevistado F, a previsão meteorológica precisa ser adaptada para o contexto local, já que os alertas do governo federal abrangem uma área ampla, o que pode resultar em previsões imprecisas para um local. O entrevistado ressaltou que as informações são recebidas com clareza, o que permite uma transmissão adequada para a população: "Essa informação, ela chega com a clareza com a população, porque são de várias formas por melhor entendimento" (ENTREVISTADO E).

A clareza das mensagens transmitidas pela Defesa Civil é uma prioridade, conforme evidenciado por outro entrevistado: "A gente sempre tenta fazer o trabalho da forma mais clara e sucinta possível" (ENTREVISTADO B). Todavia, a quantidade excessiva de informações disponíveis e a limitação de caracteres em plataformas como SMS pode dificultar a filtragem do que é relevante para a realidade local. O desafio está em discernir quais informações são pertinentes e adaptá-las à realidade do local: "Existe a maior dificuldade em discernir dentro desse grande volume de informação o que é palpável para a nossa realidade ou não" (ENTREVISTADO F) ou, ainda, a "enxurrada de informações simultâneas" (ENTREVISTADO K) pode fazer com que mensagens cruciais sobre os riscos percam sua credibilidade.

Outro ponto crítico diz respeito à interpretação e divulgação das informações recebidas pelos órgãos de defesa civil. É essencial que as mensagens sejam objetivas, claras e adaptadas ao público-alvo, de modo a facilitar a compreensão e a adoção de medidas preventivas. A capacitação dos profissionais envolvidos na comunicação de riscos também foi destacada como uma necessidade, incluindo o desenvolvimento de habilidades na interpretação de imagens de satélite e na elaboração de alertas mais precisos e eficazes. Apenas no município de Petrópolis foi observado a presença de uma pessoa da área de comunicação como integrante da equipe técnica da Defesa Civil. Cabe a essa equipe realizar, dentre outras tarefas, a definição de técnicas e mídia para atingir os resultados pretendidos e a avaliação dos resultados das campanhas de sensibilização, com relação aos objetivos, durante e após sua realização, parametrizando seus dados (Petrópolis, 2023b).

Além disso, a interação entre os diferentes órgãos e a comunidade local desempenha um papel crucial na gestão de riscos. A criação de canais eficazes de comunicação e o estabelecimento de parcerias estratégicas podem melhorar significativamente a disseminação de informações e a resposta a emergências. Como mencionado por uma das entrevistadas, a participação da população na gestão de riscos é fundamental para garantir que as mensagens sejam relevantes e compreensíveis para aqueles que serão afetados pelos eventos adversos. Mas ainda há desafios a serem superados, incluindo a necessidade de maior clareza em relação às ações de defesa civil e à importância de garantir que as mensagens sejam confiáveis e baseadas em evidências científicas. Como observado por uma das

entrevistadas, a falta de respaldo jurídico pode dificultar a tomada de decisões e levar a conflitos legais, sobretudo em casos em que medidas preventivas são contestadas.

6.7.6 MECANISMOS DE AVALIAÇÃO DA COMUNICAÇÃO DE RISCO

A avaliação da eficácia da comunicação de risco e do engajamento da população é essencial para garantir a segurança e o bem-estar das comunidades. Nem todos os órgãos analisados possuem sistemas formais e institucionalizados para coletar e analisar *feedback* da população. Em muitos dos relatos, é destacado que a avaliação da eficácia da comunicação é realizada de maneira informal, com base na experiência ou no contato com a comunidade, como destacado pelo seguinte entrevistado: "é uma maneira informal de medir a eficácia do trabalho" (ENTREVISTADO C). Em outras situações, ressalta-se o contato da comunidade com os agentes, conforme relato do seguinte entrevistado: "eu vi o senhor falando aquele dia lá sobre (...) às vezes na rua, ou na comunidade ali que vai ele falar. Então, acredito que dessa forma eu chamei a atenção delas de alguma forma" (ENTREVISTADO I).

Poucos entrevistados destacam um monitoramento institucionalizado, que inclui a análise das redes sociais, telefones e métricas quantitativas, como o volume de acessos ao site e a quantidade de downloads de conteúdo. A medição da eficácia da comunicação deve ir além do simples monitoramento de métricas quantitativas. É fundamental avaliar se as mensagens estão sendo compreendidas e se as pessoas estão adotando ações de RRD e proteção apropriadas. Como observado por um entrevistado, "é necessário saber se as pessoas estão recebendo isso adequadamente" (ENTREVISTADO C). Isso ressalta a importância de uma abordagem holística, que considere o alcance das mensagens, sua compreensão e o impacto real na tomada de decisões e comportamentos da comunidade.

Embora essa abordagem forneça *insights* valiosos, há uma necessidade de formalização e sistematização de métodos mais robustos e baseados em evidências para avaliar o impacto da comunicação de risco. Como observado por um entrevistado, "não temos esses dados mensurados" (ENTREVISTADO D). Esse reconhecimento abre oportunidades para pesquisas e colaborações entre os órgãos responsáveis e instituições acadêmicas, visando desenvolver abordagens robustas e baseadas em evidências para avaliar a eficácia da comunicação de risco.

6.7.7 DESAFIOS DA GESTÃO LOCAL

6.7.7.1 ASPECTOS INSTITUCIONAIS NA GESTÃO DE RISCOS

A comunicação dos riscos realizada por diversos municípios apresenta uma série de desafios multifacetados, que vão desde questões financeiras e tecnológicas até barreiras sociais e de conhecimento. As reflexões trazidas por profissionais e gestores municipais revelam um panorama complexo, em que diferentes fatores interagem e impactam os esforços comunicacionais. Um dos pontos é a necessidade de recursos financeiros para a elaboração e aplicação de iniciativas de comunicação de risco. A falta de investimento limita a capacidade dos órgãos de defesa civil de desenvolver ações eficazes de redução de risco e implementar estratégias de comunicação. Como observado por um entrevistado, "Sempre existe uma ferramenta mais atual [...] então a gente vai caminhando conforme a nossa possibilidade, porque recursos são sempre escassos dentro de uma defesa civil" (ENTREVISTADO J).

Além das restrições financeiras, as limitações tecnológicas também são destacadas como uma barreira significativa. A falta de infraestrutura tecnológica adequada dificulta a disseminação eficaz de alertas e informações sobre riscos de inundação. Como mencionado por um dos entrevistados, "A tecnologia nós temos que avançar mais para a gente atingir o maior número de pessoas" (ENTREVISTADO F). A questão da conscientização da população surge como um desafio. Muitos entrevistados ressaltam a necessidade de aumentar a compreensão dos residentes sobre os riscos e sobre como agir diante dessas situações. "Culturalmente, o Brasil é um país reacionário e não preventivo", observa o entrevistado D, destacando a conscientização como uma das barreiras para a comunicação eficaz de riscos.

As limitações institucionais também são mencionadas, incluindo a falta de coordenação entre diferentes órgãos e a necessidade de sistemas integrados de gerenciamento de informações. A ausência de um sistema unificado de coleta e análise de dados é visto como algo que dificulta o planejamento e a resposta eficaz às situações de risco. Outra questão relevante é a falta de recursos humanos capacitados. A escassez de pessoal qualificado impacta a capacidade das equipes de defesa civil de conduzir atividades de comunicação de risco de forma abrangente e eficiente. "O desafio realmente é esse", expressa o entrevistado G, evidenciando a necessidade de mais pessoas para lidar com as demandas existentes.

Em resumo, os desafios na comunicação dos riscos de inundação para os residentes dos municípios envolvem uma combinação complexa de fatores, desde limitações financeiras e tecnológicas até questões sociais e de conhecimento. Superar essas barreiras requer uma abordagem abrangente e coordenada, envolvendo investimentos adequados, capacitação de pessoal, conscientização da população e melhoria da infraestrutura tecnológica e institucional. Como observado por um dos entrevistados, "Eu acho que a gente precisa capacitar mais nossos profissionais, a gente precisa capacitar a população" (ENTREVISTADO C).

6.7.7.2 QUESTÕES SOCIAIS E SUAS IMPLICAÇÕES

As barreiras sociais, como a falta de engajamento da população em treinamentos e simulados, são destacadas pelos entrevistados como um desafio para os esforços de RRD e resposta a desastres. As barreiras sociais também são relevantes, incluindo a disseminação de informações falsas ou distorcidas, conhecidas como *fake news*. Como mencionado pelo entrevistado E, "é raro a gente ter uma *fake news*, uma informação que não é verdadeira", mas, quando ocorrem, podem causar confusão e pânico na população, minando a confiança nas autoridades e nos sistemas de alerta. Além disso, a resistência à mudança de comportamento por parte de alguns cidadãos pode dificultar a adoção de medidas preventivas e a resposta adequada a emergências. Mesmo quando as informações são disponibilizadas, nem todos os residentes estão dispostos ou aptos a agir de acordo com as orientações fornecidas.

6.8 ANÁLISE DAS MENSAGENS DE ALERTA

A análise das mensagens enviadas pelo órgão de proteção e defesa civil de Curitiba revela que, das 726 mensagens enviadas entre 01 de janeiro de 2018 e 31 de dezembro de 2024, a maioria é relativa a chuvas intensas (88%), seguida por alagamentos (3,4%), inundações (3,3%), doenças virais (2,3%) e estiagem (2%). Devido ao recorte temático adotado nesta pesquisa, somente os dados relativos às chuvas intensas, alagamentos, inundações e enxurradas serão analisados (689). Assim, a palavra "aviso" está presente em 77,2% das mensagens enviadas, seguida por "alerta" (12,9%). Por outro lado, cerca de 9,9% das mensagens não contêm nenhuma das categorias previstas nas comunicações por SMS (alerta, aviso, boletim). Este padrão pode indicar (1) uma falta de alinhamento entre a prática de comunicação

do órgão e os procedimentos estabelecidos e (2) uma parte das comunicações não ser relevante ou pode ser redundante. Isso pode gerar confusão entre os destinatários, diminuindo a clareza das mensagens durante desastres. O ano de 2023 teve o maior número de mensagens enviadas pela defesa civil (19,9%), seguido por 2024 (16%) e 2019 (14,5%). A análise também revela variações sazonais, com picos de mensagens durante a primavera e o verão (80,8%), sobretudo em janeiro (20,2%), dezembro (13,6%) e fevereiro (13,5%), meses associados à estação chuvosa.

6.8.1 ESTRUTURA E CONTEÚDO DAS MENSAGENS ENVIADAS

Os resultados mostram que 60,8% (419) das mensagens de alerta enviadas pelo órgão de proteção e defesa civil por SMS pode ser considerado completa, em outras palavras, apresenta fonte, nome do perigo, área, ação de proteção e período. No caso das categorias, a identificação da fonte é um aspecto essencial para garantir a credibilidade e a confiabilidade dos alertas. Os resultados indicam que 100% das mensagens analisadas identificaram a fonte, assegurando que o público saiba a origem das informações. Isso é vital, pois a clareza sobre a fonte das informações ajuda a reforçar a confiança da população nas autoridades, garantindo que as ações recomendadas sejam seguidas de maneira adequada. Além disso, a inclusão da fonte facilita a coordenação entre diferentes entidades envolvidas na resposta ao desastre.

O nome ou categorização do alerta é fundamental para que a população compreenda rapidamente a natureza do perigo. Os resultados mostram que 100% das mensagens incluíram um evento adverso claro. Isso permite que as pessoas reconheçam de imediato o tipo de evento em curso, o que é crucial para a compreensão da situação e a tomada de decisões informadas. Todavia, nenhuma das mensagens enviadas ofereceu um detalhamento do perigo. A descrição dos impactos potenciais é outra parte crucial dos alertas, pois ajuda a entender a gravidade da situação. Porém, apenas 0,4% das mensagens forneceram informações sobre os impactos. Essa escassez de detalhes pode comprometer a capacidade da população de se preparar adequadamente. A falta de detalhamento e inclusão dos impactos pode limitar a compreensão do risco por parte da população, subestimando a gravidade do evento e diminuindo a eficácia das medidas preventivas adotadas.

A localização das regiões afetadas foi destacada em 96,8% das mensagens, o que indica uma consistência na comunicação espacial do risco. A clareza na

delimitação das áreas impactadas é crucial para que a população possa avaliar se está em risco e tomar as devidas precauções. A precisão identificação da área foi moderada, com 89,2% das mensagens detalhando uma região ampla que poderia ser afetada (por exemplo, Estado do Paraná ou Região Metropolitana), 51,5% mencionando o município e 9,9% uma localidade. Essa imprecisão pode resultar em uma resposta inadequada ou mal coordenada, com áreas potencialmente vulneráveis não sendo devidamente alertadas, o que pode aumentar os riscos para a população.

As ações de proteção recomendadas são essenciais nos alertas, orientando a população sobre como se proteger antes e durante um evento adverso. Os dados mostram que 89,6% das mensagens incluíram alguma forma de ação sugerida. Mas a especificidade das ações foi limitada. Por exemplo, apenas 0,7% das mensagens mencionaram a necessidade de evacuar, o que pode indicar uma subestimação do risco. Recomendações como "evitar áreas de risco" e "entrar em contato com autoridades" foram mencionadas em 80,5% das mensagens. Ações críticas como "monitorar o desenvolvimento do evento" e "proteger bens pessoais" foram mencionadas em apenas 4,5% e 0,1% das mensagens, respectivamente. Isso sugere que a comunicação poderia ser aprimorada com orientações mais detalhadas, ajudando a população a se preparar e responder de forma mais eficaz.

A inclusão de datas e horários precisos nas mensagens de alerta é fundamental para que a população saiba por quanto tempo deve permanecer vigilante. Os resultados indicam que 80,3% das mensagens especificaram a data de início e 61,1% a data de fim do alerta. A precisão nos horários também foi variada, com 80,2% indicando o horário de início e 61,1% o horário de término. Essa inconsistência pode prejudicar a capacidade da população de se preparar e agir de forma oportuna. Garantir que todas as mensagens de alerta incluam informações claras sobre o período de vigência do risco é crucial para a eficácia da resposta da população.

A sintaxe correta e a ordem lógica das informações são essenciais para a clareza e compreensão das mensagens de alerta. O quadro mostra que 19,1% das mensagens mantiveram uma sintaxe adequada, mas a ordem lógica foi observada em apenas 50% dos casos. Isso significa que metade das mensagens pode ter apresentado informações de maneira confusa ou desorganizada. Mensagens estruturadas, que seguem uma ordem e fáceis de entender são vitais para que a população possa assimilar rapidamente as informações e agir conforme as

recomendações das autoridades. Melhorar a ordem das informações nas mensagens de alerta pode aumentar a eficácia da comunicação em situações de emergência.

6.8.2 CLASSIFICAÇÃO E TIPOLOGIAS

O Quadro 13 revela uma análise sobre a presença de elementos essenciais e complementares nas mensagens de alerta, destacando discrepâncias entre categorias e tipos de eventos analisados. Apesar da conformidade universal em relação à inclusão de fonte e nome do evento (100% em todas as categorias), há uma lacuna na presença de informações sobre impactos, que aparecem em percentuais ínfimos ou inexistentes, como em alagamentos (0%) e chuva intensa (0,47%). Além disso, enquanto categorias como inundação e enxurrada alcançam 100% na indicação de área afetada e ações protetivas, outras, como alagamento (52% e 65,6%, respectivamente), apresentam níveis mais baixos. A inclusão do período, um elemento crítico para a eficácia do alerta, também varia amplamente, com destaque negativo para alagamento (16%) e completa ausência em enxurrada e inundação.

Quadro 13 - Percentual de mensagens com os elementos necessários para a eficácia do alerta

	Categoria	Alagamento (%)	Chuva intensa (%)	Enxurrada (%)	Inundação (%)
Obrigatório	Fonte	100	100	100	100
	Nome	100	100	100	100
	Impactos	0	0,47	0	0
	Área	52	98,4	100	100
	Ação Prot.	65,6	98,7	100	100
	Período	16	75,6	0	0
Opcional	Sintaxe	84	13,4	100	100
	Ordem	50	50,0	50	50
	Detalhamento perigo	0	0	0	0
	Detalhamento ação	0	0	0	0
Score		58,9	67,2	66,1	72,4
SMS completo		12	65,3	0	0

Fonte: os autores (2025)

Na categoria de elementos opcionais, a análise expõe um padrão de ausência em aspectos que poderiam enriquecer a compreensão do alerta, como detalhamento do perigo e das ações protetivas. A disparidade é evidente no uso de sintaxe adequada, que alcança 100% em enxurrada e inundação, mas cai em chuva intensa (13,4%). O impacto dessa heterogeneidade é evidente nos scores, com inundação

obtendo o maior índice (72,4%) e alagamento o menor (58,9%). A completude dos SMS reflete essas inconsistências, com taxas baixas para alagamento (12%) e ausência para enxurrada e inundação. Esses resultados sugerem uma falta de padronização na elaboração das mensagens, o que pode comprometer a eficácia da comunicação em contextos de risco e demanda ajustes no modelo de alerta.

6.9 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O SISTEMA DE GOVERNANÇA DA COMUNICAÇÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÃO

O município é o nível administrativo mais baixo para a realização da comunicação de risco no Brasil (Brasil, 2012). As prefeituras são responsáveis pela definição da estrutura de atuação, escolha dos meios de comunicação a serem usados e a forma de usá-los e acioná-los. Porém, são poucas as pesquisas que questionam a adaptabilidade dos meios de alerta na escala local (Bopp; Douvinet, 2022). No Brasil, em especial, não há doutrina para orientar os prefeitos na escolha dos meios a serem usados quando surgir um perigo (Ferentz *et al.*, 2021). Esta seção pretende propor um método empírico e adaptativo para adequar a comunicação de risco a características locais. Ou seja, busca-se orientar os gestores locais em sua estratégia de comunicação de risco e indicar a eles uma lista de meios adequados em seu território. A análise é realizada em dupla escala: municipal e local.

6.9.1 AVALIAÇÃO DOS MEIOS DE COMUNICAÇÃO ANALISADOS

Um meio de comunicação de risco e alerta de eventos adversos é considerado adequado para um município se estiverem reunidas as três condições seguintes:

- O município tem capacidade técnica, humana e financeira para implementar o sistema de comunicação de risco e alerta de eventos adversos;
- O meio tem capacidade técnica para difundir um alerta (seja vocal, textual, sonoro e/ou visual) em pelo menos parte do município;
- O meio é relevante em pelo menos parte do município. O termo "relevância" refere-se à ideia de que o meio é adequado para divulgar um alerta de forma rápida, eficiente e fácil, sem exigir muito esforço por parte do município.

Para cada meio, o resultado esperado é binário: ou o meio se adapta aos critérios selecionados ou não. Para isso, foi necessário fazer escolhas, em particular, definir limiares, que podem ser modificados. O resultado consiste em listar um conjunto de meios que podem ser utilizados em cada área. A pesquisa restringiu a análise a uma lista de 16 meios de comunicação, que foram categorizados em:

- **Tradicionais:** Carro de som (CAR), Paineleletrônico (PE), Porta a porta/Megafone (PAP), Rádio/televisão (RDTV), Sinais visuais (SIVIS), Sirene (SIR) e Transporte público (TP).
- **Digitais:** Alert box (CA), Aplicativos móveis (APP), Cell broadcast (CB), Ligação telefônica automatizada (LTA), Redes sociais (RS) e SMS baseado na localização (SMS).

A definição dos meios adotados levou à criação de um método de dupla entrada: 1) uma análise do perfil do município; e 2) uma análise nas áreas de risco. O método, portanto, deve fornecer respostas para a seguinte pergunta: há áreas de risco onde os meios são adequados e outras onde nenhum meio é adequado?

6.9.2 DEFINIÇÃO DA ZONA DE ALERTA

Uma zona de alerta é uma área exposta a um risco e na qual as pessoas estão localizadas. Foram identificados dois níveis de zonas de alerta: nível 1 e nível 2. A primeira zona (Z1) corresponde à área de risco. A segunda zona de alerta (Z2) corresponde aos setores censitários localizados dentro da Z1. Aqui, considerou-se que é possível distinguir os meios de comunicação em uma mesma zona Z1, sobretudo quando as configurações socioespaciais o exigem. Assim sendo, quando há mais de um setor censitário em uma Z1, entendeu-se que as zonas Z2 são necessárias. Neste caso, o Z2 é calculado e aparece nos resultados do município para dar ao tomador de decisão a escolha entre meios “globais” ou “precisos”.

6.9.3 ESTABELECIMENTO DE MÉTRICAS DE ANÁLISE

Vários dados foram recolhidos ao nível do município: o número de indivíduos alertados (nível de investimento a ser realizado pelo município para dotar-se de meios de alerta); os serviços de emergência que podem assegurar um papel de

comunicação; a cobertura das redes de telecomunicações (2G, 3G e 4G) para testar o SMS. Esses dados foram coletados de áreas de risco, para obter uma diversidade de perfis, escolhendo diferentes áreas de risco conforme o número de habitantes, o nível de cobertura das redes de telecomunicações, o número e a natureza dos riscos.

No âmbito da análise das áreas de risco, a intensidade e a velocidade de deflagração de um evento perigoso são critérios importantes em um sistema de monitoramento e alerta de desastres (Fathollahzadeh *et al.*, 2024; Haque *et al.*, 2024). Tais critérios possibilitam compreender o tempo necessário para determinar o momento da ocorrência do perigo e a duração dos seus efeitos. Eventos rápidos exigem métodos de comunicação imediatos e eficazes (ex. sirenes, Cell Broadcast), enquanto eventos mais lentos permitem o uso de métodos mais planejados (ex. rádio, televisão) (TABELA 12). O nível de classificação deve refletir essa situação. Logo, considerou-se os seguintes limiares para determinar a emissão do alerta a partir da detecção do perigo de inundação: Crítica – nível 1 (VP < 15 min), Alta – nível 2 (VP < 30 min), Moderada – nível 3 (VP < 1 h) e Baixa – nível 4 (VP > 1 h). Os dados sociais são referentes à escala do setor censitário, a menor unidade territorial (IBGE, 2022).

Tabela 12 - Métricas territoriais, sociais e morfológicas utilizadas na análise

Categoria	Métricas	Abreviação	Fonte dos dados
Perigo	Tamanho da área de risco	TAR	(BRASIL, 2023)
	Número de indivíduos em risco	NIA	(BRASIL, 2023)
População	Número de indivíduos fora de risco	NIFR	(BRASIL, 2023)
	Taxa de analfabetismo	TAL	(IBGE, 2022)
	Taxa de idosos	TID	(IBGE, 2022)
	Densidade populacional	DP	(IBGE, 2022)
	Código de Endereçamento Postal	CEP	(IBGE, 2022)
Território	Largura das vias	LAV	(Curitiba, 2024)
	Localização da via principal	LEP	(Curitiba, 2024)
	Localização de estações de ônibus	LEO	(Curitiba, 2024)
	Topografia	TOPO	(Curitiba, 2024)
	Taxa de cobertura de telecomunicação	TCT	(ANATEL, 2024a)
	Taxa de cobertura vegetal	TCV	(Curitiba, 2024)

Fonte: os autores (2025)

A análise também considera os indivíduos em suas residências 24 horas por dia, 7 dias por semana, devido à ausência de dados em outras escalas. Foram diferenciadas três classes de indivíduos a serem alertados e três níveis de agregação (TABELA 13). Para efeitos de classificação, foram adotados limiares para avaliar a capacidade dos meios de emitir um alerta: altamente massivo (mais de 10.000 indivíduos), massivo (entre 5001-10.000 indivíduos), direcionado (entre 5.000 e 1.001 indivíduos) e altamente direcionado (menos de 1.000 indivíduos).

Tabela 13 - Classificação das áreas de risco

Classificação		Indivíduos a serem avisados/alertados			
		Muito grande (MG) > 10.000	Grande (G) (5001 – 10.000)	Pequeno (P) (5000 – 1001)	Muito Pequeno (MP) < 1000
Agregação	A+ >10.000 hab./km ²	MGA+	GA+	PA+	MPA+
	A (3.000 - 10.000 hab./km ²)	MGA	GA	PA	MPA
	A- < 3.000 hab./km ²	MGA-	GA-	PA-	MPA-

Fonte: os autores (2025)

A densidade populacional é outra variável importante para meios sonoros e direcionados (Zunkel, 2015). Áreas de alta densidade requerem métodos de comunicação que alcancem muitas pessoas rapidamente e de maneira eficaz, enquanto áreas de baixa densidade podem utilizar métodos direcionados e personalizados. Os limiares de densidade adotados são baixa (< 3.000 hab./km²), média (3.000 – 10.000 hab./km²) e alta (> 10.000 hab./km²). Com essas duas variáveis, densidade demográfica e população, uma primeira classificação de meios de comunicação adequados ao território pode ser estabelecida (QUADRO 14).

Quadro 14 - Primeira classificação: meios de comunicação adaptados ao território conforme a densidade demográfica e população

CAT	SUB	Digital						Tradicional						
		APP	CA	CB	SMS	LTA	RS	CAR	PAP	PE	RTV	SIR	SIV	TP
MGA+	Crítica			x								x		
	Alta			x								x		
	Moderada	x		x	x	x	x				x			x
	Baixo	x		x	x	x	x			x	x			x

N	33	12	42	24	43	24	12	12	16	24	16	12	18

Fonte: os autores (2025)

O tamanho da área de risco considerada grande requer métodos de comunicação que possam cobrir vastas áreas de maneira eficaz, enquanto uma área pequena pode ser gerida com métodos mais concentrados, como porta a porta e megafone (Nishino *et al.*, 2021). São ferramentas móveis e uma área grande exige uma quantidade grande de veículos, muitos agentes com um longo atraso de divulgação, enquanto meios de massa são eficientes. As áreas de risco de inundação são oriundas da gestão local (Curitiba, 2012, 2020b). Os limiares adotados para esta variável são: pequena ($< 1 \text{ km}^2$), média ($1\text{-}5 \text{ km}^2$) e grande ($> 5 \text{ km}^2$).

Também foram avaliados quatro tipos de infraestrutura: vias principais (Curitiba, 2024), estações de ônibus (Curitiba, 2024), antenas e cobertura de telecomunicações (Anatel, 2024a). Uma via principal que atravessa uma área de risco, bem como uma estação de ônibus, justifica a adoção de painéis eletrônicos (Piciullo; Calvello; Cepeda, 2018). Os meios que utilizam telefonia dependem da qualidade da cobertura das telecomunicações (Anatel, 2024a) e cobertura florestal (Bopp; Douvinet, 2020; Fonseca; Da Silva; Garcias, 2023; Nandi *et al.*, 2016). Os limiares de cobertura florestal são: baixa ($< 30\%$), média ($30\text{-}60\%$) e alta ($> 60\%$). A topografia também pode afetar a propagação de ondas de rádio, do som e a visibilidade de sinais (Nandi *et al.*, 2016). Nesse caso, considerou-se: plano ($< 10^\circ$ de inclinação), ondulado ($10\text{-}30^\circ$ de inclinação) e acidentado ($> 30^\circ$ de inclinação).

A taxa de cobertura das telecomunicações consiste no número de indivíduos cobertos pelas redes de telecomunicações em relação à população (até 4G para ligações automatizadas e SMS; 4G para Cell Broadcast, redes sociais e aplicativos) (Americas, 2018; Berec, 2020; Marshall; Wilson; Dale, 2023). Estas ferramentas podem não ser eficazes em áreas com menos de 75% de cobertura (Bopp; Douvinet, 2022). Antenas de telecomunicações também foram analisadas. Polígonos de Voronoi foram criados para modelar as células e medir o efeito de borda. Também foi considerada a existência de CEP, pois os assentamentos informais no Brasil geralmente têm acesso limitado a serviços e infraestruturas básicas, como a ausência parcial e/ou total de CEP (Fonseca; Garcias; Silva, 2023b).

A análise das taxas de alfabetização e de idosos em uma área é crucial na seleção de meios de comunicação eficazes para alertas de desastres. Áreas com alta

taxa de analfabetismo (> 10%) exigem meios de comunicação que não dependam apenas de texto, como SMS ou aplicativos móveis, devido à dificuldade de leitura e compreensão das mensagens por parte da população afetada (Fonseca; Garcias; Silva, 2023b, 2023a). Alternativas mais adequadas incluem alertas sonoros, visuais ou porta a porta. Em regiões com alta taxa de idosos (> 10%), a seleção de métodos de comunicação deve considerar a familiaridade e a habilidade dos idosos com a tecnologia. Pesquisas mostram que idosos têm dificuldades com o uso de dispositivos digitais e aplicativos móveis, o que pode comprometer a efetividade de alertas (Fathollahzadeh *et al.*, 2024; Parida; Moses; Rahaman, 2021). A presença de serviços de emergência também foi considerada na análise, sobretudo como ponto de apoio para emissão de alertas sonoros. Logo, abordagens tradicionais podem ser mais eficazes e garantir que os alertas alcancem essa parcela da população.

6.9.4 CRITÉRIOS PARA ADEQUAÇÃO DOS MEIOS DE COMUNICAÇÃO

O objetivo é avaliar os meios de comunicação mais relevantes em relação às características territoriais e sociais. Para isso, foi criado um quadro síntese (QUADRO 15). Por exemplo, as sirenes não são uma ferramenta espacialmente precisa e devem ser evitadas em áreas com baixa densidade demográfica (Douvinet *et al.*, 2021; Siliézar *et al.*, 2023; Wanniarachchi; Lakmal, 2020). O alerta via meios de comunicação pode ser demorado (contato com representantes da empresa, publicação da mensagem e disseminação) e não é adequado para um perigo rápido.

Quadro 15 - Métricas utilizadas para avaliar a adaptação de um meio de comunicação a um território

Meio	Descrição	Métricas	Velocidade do Perigo
Alert box	Solução cara em relação ao número de moradores a serem alertados	NIA < 1.000	VP < 15 min (Crítica – nível 1)
	Recomendado para áreas com alta densidade populacional	DP > 1.000 hab./km ²	
	Recomendado para áreas de moderada extensão	TAR < 1-5 km ²	
	Recomendado para áreas com baixa cobertura vegetal	VEG < 30%	
Cell Broadcast	Recomendado para áreas com alta densidade populacional	DP > 1.000 hab./km ²	VP < 15 min (Crítica – nível 1)
	Recomendado para grande número de indivíduos em risco	NIA > 1000	
	Efeito de borda relacionado à rede	NIA/NIFR > 0.5	
	Rede de telecomunicações deve ser eficiente	TCT (4G) > 75%	
	Recomendado para áreas de grande extensão	TAR > 5 km ²	
	Recomendado para áreas com moderada cobertura vegetal	VEG < 60%	
	Recomendado para áreas planas	TOPO < 10°	
Ligação telefônica automatizada	Rede de telecomunicações deve ser eficiente	TCT > 75%	VP < 15 min (Crítica – nível 1)
	Risco de congestionamento da rede	NIE < 20.000 - VP < 1h	
		NIE < 1.000 - VP < 15 min	
	Recomendado para áreas com alta densidade populacional	DP > 1.000 hab./km ²	
	Recomendado para áreas com alta taxa de envelhecimento populacional	TID > 10%	

	Recomendado para áreas com alta taxa de analfabetismo	TAL > 10%	
Sirene	Recomendado quando há elevado número de indivíduos em risco	NIA > 1000	VP < 15 min (Crítica – nível 1)
	Recomendado em áreas com alta densidade demográfica	DP > 1.000 hab./km ²	
	Recomendado em áreas com baixa cobertura de telecomunicações	TCT < 75%	
	Recomendado para áreas com alta taxa de analfabetismo	TAL > 10%	
Aplicativo móvel	Rede de telecomunicações deve ser eficiente	TCT (2G-3G-4G) > 75%	VP < 30 min (Alta - nível 2)
	Risco de congestionamento da rede	NIE < 30.000 - VP < 1h	
		NIE < 10.000 - VP < 15 min	
	Recomendado para áreas com moderada cobertura vegetal	VEG < 60%	
	Recomendado para áreas com alta densidade populacional	DP > 1.000 hab./km ²	
SMS	Efeito de borda relacionado à rede	NIA/NIFR > 0.5	VP < 30 min (Alta - nível 2)
	Risco de congestionamento da rede	NIE < 30.000 - VP < 1h	
		NIE < 10.000 - VP < 15 min	
	Rede de telecomunicações deve ser eficiente	TCT (2G-3G-4G) > 75%	
	Recomendado para áreas com baixa taxa de analfabetismo	TAL < 20%	
	Recomendado para áreas com Código de Endereçamento Postal	Existência de CEP	
	Recomendado para áreas com moderada cobertura vegetal	VEG < 60%	
	Recomendado para áreas planas	TOPO < 10°	

Redes sociais	Recomendado para áreas com alta densidade populacional	DP > 1.000 hab./km ²	VP < 30 min (Alta - nível 2)
	Recomendado para áreas com um número grande de pessoas	NIA > 1.000	
	Rede de telecomunicações deve ser eficiente	TCT (4G) > 75%	
	Recomendado para áreas com baixa taxa de analfabetismo	TAL < 10%	
	Recomendado para áreas com moderada cobertura vegetal	VEG < 60%	
Carro e moto de som e megafone	Recomendado para alertas envolvendo poucas pessoas	NIA < 1000	VP < 1h (Moderada - nível 3)
	Recomendado para alertas envolvendo alta densidade populacional	DP > 1.000 hab./km ²	
	Recomendado para áreas de moderadas dimensões	TAR > 1 km ²	
	Recomendado em regiões com baixa taxa de cobertura de telecomunicações	TCT < 75%	
	Recomendado em regiões com alta taxa de analfabetismo	TAL > 20%	
	Recomendado para áreas planas	TOPO < 10°	
	Recomendado para áreas com alta taxa de idosos	TID > 20%	
	Recomendado para áreas com ruas largas	≥ 5 metros	
Porta a porta	Recomendado para áreas com poucas pessoas	NIA < 100	VP > 1h (Baixa – nível 4)
	Recomendado para áreas com baixa densidade populacional	DP > 10000 hab./km ²	
	Recomendado para áreas de pequena extensão	TAR < 1 km ²	
	Rede de telecomunicações deve ser deficiente	TCT (2G-3G-4G) < 75%	

	Recomendado para áreas com alta taxa de analfabetismo	TAL > 10%	
	Recomendado para áreas com alta taxa de idosos	TID > 10%	
Rádio/Televisão	Recomendado para áreas com alta densidade populacional	DP > 1.000 hab./km ²	VP > 1h (Baixa – nível 4)
	Recomendado para áreas com grande número de indivíduos em risco	NIA > 1.000	
	Recomendado para regiões extensas	TAR > 5 km ²	
	Recomendado para áreas com baixa taxa de cobertura de telecomunicações	TCT > 75%	
	Recomendado para áreas com alta taxa de envelhecimento populacional	TID > 10%	
	Recomendado para áreas com alta taxa de analfabetismo	TAL > 10%	
Painel eletrônico	Recomendado quando uma via principal passa por uma área de risco	LEP em área de risco	VP > 1h (Baixa – nível 4)
	Recomendado em áreas com alta densidade populacional	DP > 1000 hab./km ²	
Transporte Público	Recomendado para alertar rapidamente muitas pessoas em trânsito	LEO em área de risco	VP > 1h (Baixa – nível 4)
Sinais Visuais	Recomendado em áreas de alta densidade populacional	DP > 1000 hab./km ²	VP > 1h (Baixa – nível 4)
	Recomendado para áreas de pequena extensão	TAR < 1 km ²	
	Recomendado para áreas com baixa cobertura vegetal	VEG < 30%	

Fonte: os autores (2025)

Problemas de congestionamento de rede podem afetar a eficácia da telefonia móvel (BEREC, 2020; Bopp; Douvinet, 2022; Leo *et al.*, 2015). O congestionamento depende do número de pessoas em cada célula de telecomunicação (Aloudat *et al.*, 2014; Bonaretti; Fischer-Preßler, 2021). As ligações automatizadas estão mais sujeitas a congestionamentos do que os aplicativos móveis, enquanto o Cell Broadcast não (Sanders, 2011). Ainda, Cell Broadcast e SMS podem ter efeitos de borda, isto é, quando a área de alerta não é idêntica à área da célula de telecomunicação. Essa questão é importante em territórios onde as áreas de risco são pequenas, mas as células são grandes. Quando o número de indivíduos que não está em risco é o dobro do número de pessoas em risco, o Cell Broadcast e o SMS não são apropriados (BEREC, 2020; Bopp; Douvinet, 2022).

A integração dessas métricas no SIG permite uma avaliação detalhada da adequação dos diferentes meios de comunicação e alerta de desastres, considerando as características territoriais e sociais específicas. Para cada meio, o resultado esperado é binário: ou o meio se adapta aos critérios selecionados ou não.

6.9.5 PRINCIPAIS DESCOBERTAS

A adaptação é estudada no nível municipal e, posteriormente, relacionada ao nível das áreas de risco.

6.9.5.1 ANÁLISE INICIAL APLICADA AO MUNICÍPIO

O município de Curitiba é caracterizado por um elevado número de habitantes, alta taxa de indivíduos cobertos por redes de telecomunicações e pela presença de serviços de emergência. Portanto, nenhum dos meios de comunicação foi retirado.

6.9.5.2 NÍVEL DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO

Os resultados evidenciam a relação entre a vulnerabilidade demográfica e a exposição ao risco de inundação. A densidade demográfica varia de forma significativa, com a área de risco de inundação decorrente das mudanças climáticas (2050) apresentando a maior densidade (13.026,08 hab./km²), seguida por TR-50 anos (8.307,02 hab./km²) e cota de inundação (4.987,75 hab./km²) (QUADRO 15).

Essa diferença reflete a ocupação de cada região, impactando a distribuição de serviços e a necessidade de meios de comunicação adaptados ao contexto local.

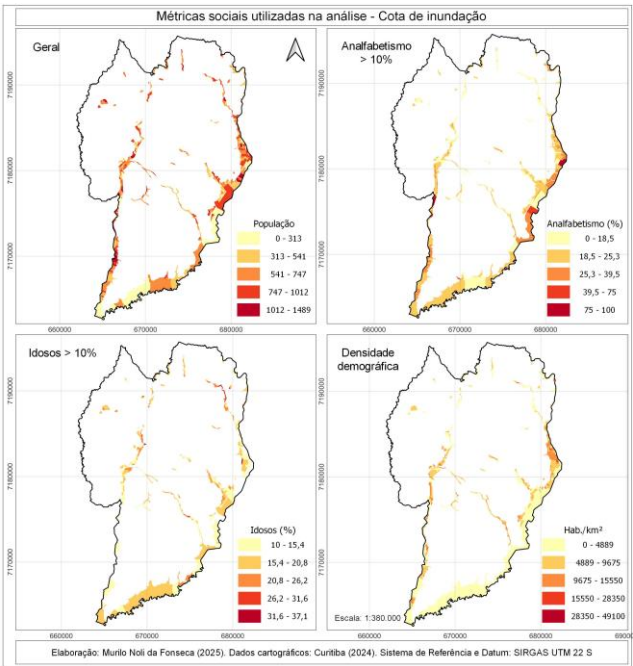
Quadro 16 - Síntese das características sociais e territoriais das manchas de inundação

Área	Cota	TR-50 anos	Mudança Climática
População	389.543	368.001	754.210
Área (km²)	78,1	44,3	57,9
Densidade demográfica (hab./km²)	4.987,75	8.307,02	13.026,08
Analfabetismo (%)	20,5	18,9	17,8
Idosos (%)	15,4	16,9	17,7
Telecomunicação (%)	100	100	100
CEP (%)	99,8	99,8	100
Vegetação (%)	14,0	18,4	11,2
Via principal	Sim	Sim	Sim
Estações de ônibus	Sim	Sim	Sim

Fonte: os autores (2025)

Do ponto de vista social, os índices de analfabetismo diminuem de cota (20,5%) para mudança climática (17,8%), de acordo com a figura 36. A proporção de idosos cresce de forma progressiva, de 15,4% em Cota para 17,7% na área de mudança climática, destacando a importância de métodos de comunicação acessíveis e inclusivos, considerando as limitações físicas e cognitivas dessa faixa etária.

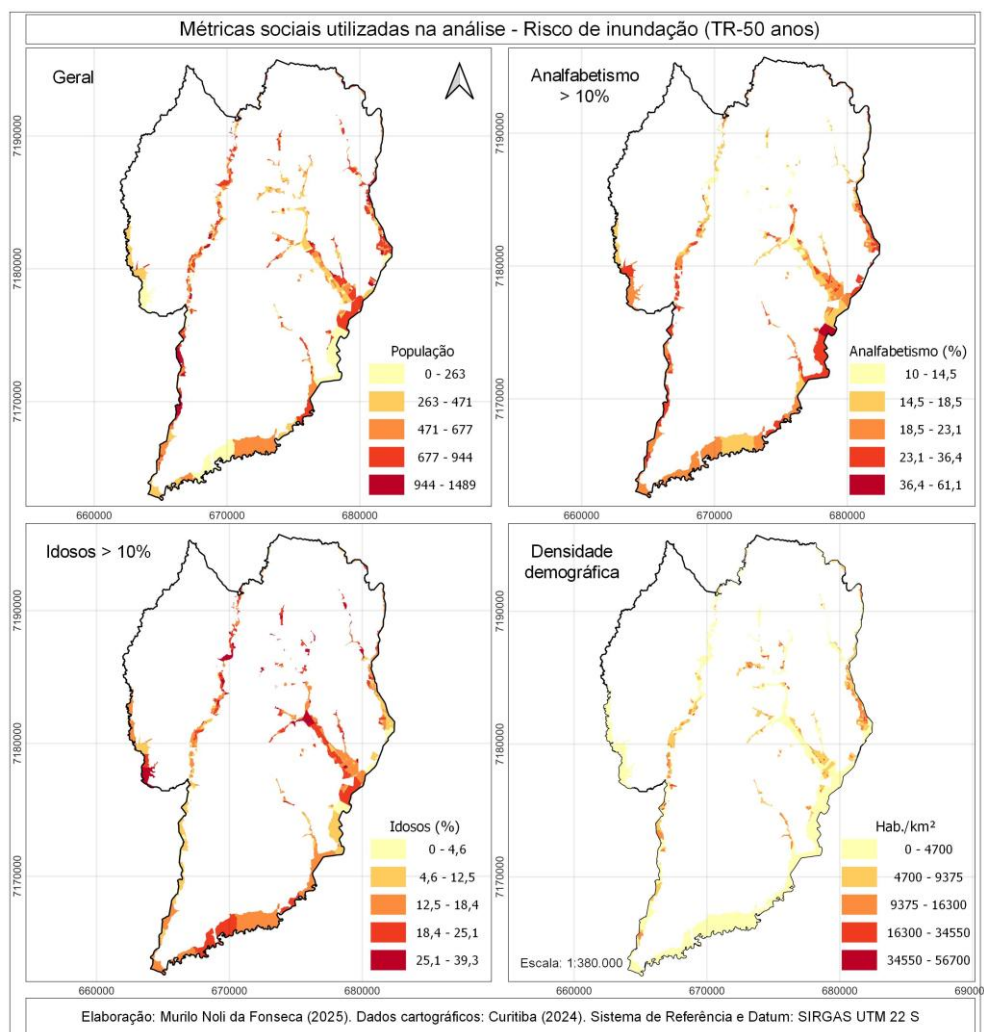
Figura 36 - Métricas sociais utilizadas na análise - cota de inundação



Fonte: os autores (2025)

A infraestrutura tecnológica é homogênea entre as áreas, com cobertura total de telecomunicações e próximo de 100% de presença CEP. Isso possibilita o uso de ferramentas digitais de alerta, mas exige uma análise da capacidade da população de acessar e interpretar essas mensagens. No que diz respeito ao ambiente físico, a cobertura de vegetação apresenta diferenças notáveis, sendo mais elevada em TR-50 anos (18,4%) e cota de inundação (14,0%) em comparação à mudança climática (11,2%) (FIGURA 37). Esses elementos podem influenciar a percepção em relação a eventos climáticos, bem como as estratégias de evacuação e alocação de recursos.

Figura 37 - Métricas sociais utilizadas na análise - risco de inundação (TR-50 anos)

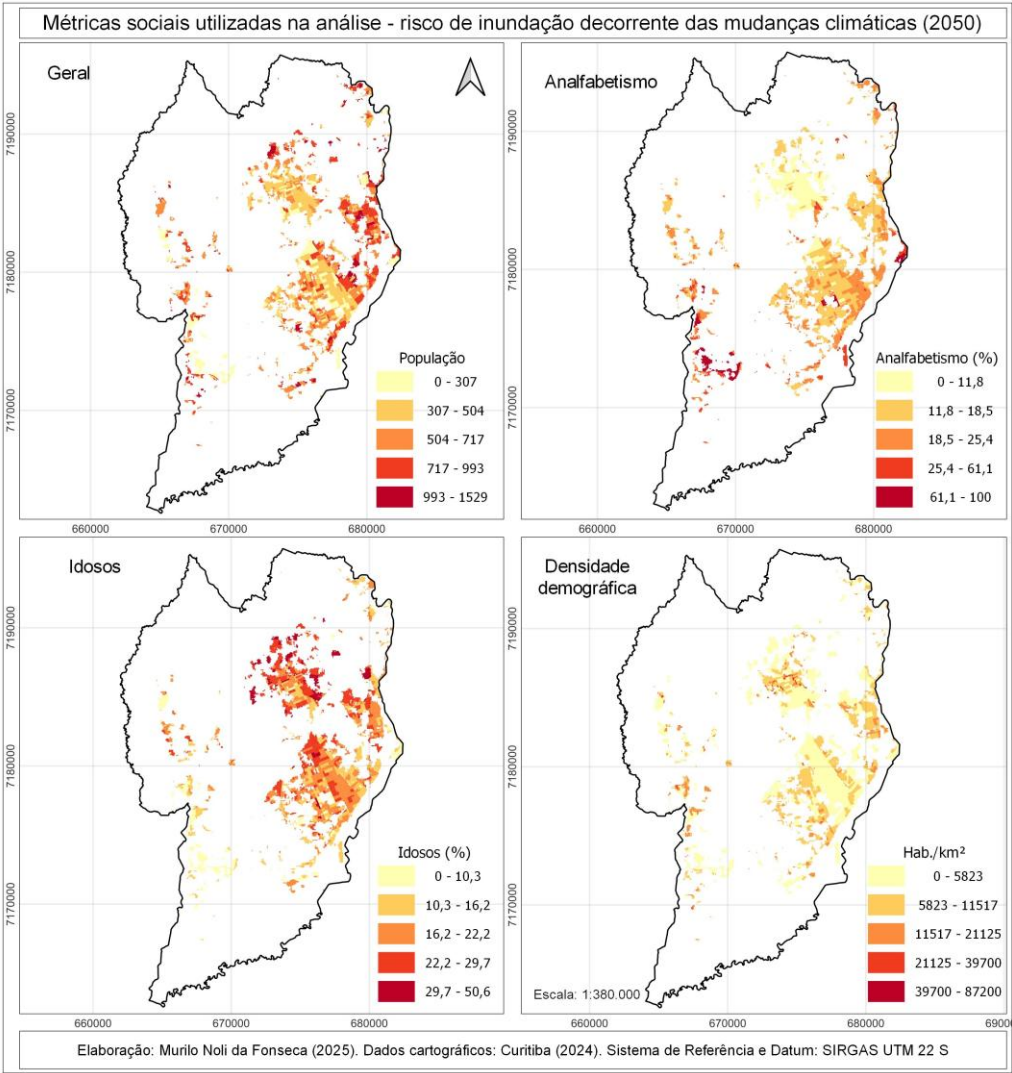


Fonte: os autores (2025)

Além disso, as áreas são servidas por vias e estações de ônibus, favorecendo a mobilidade e o acesso à informação em casos de emergência. A elevada densidade populacional da área no cenário de mudança climática pode demandar soluções

robustas e ágeis (FIGURA 38), considerando os desafios de circulação e resposta rápida. Essa análise reforça a necessidade de adaptar as estratégias de comunicação às particularidades de cada área, considerando as condições sociodemográficas e estruturais.

Figura 38 - Métricas sociais utilizadas na análise - risco de inundação decorrente das mudanças climáticas (2050)

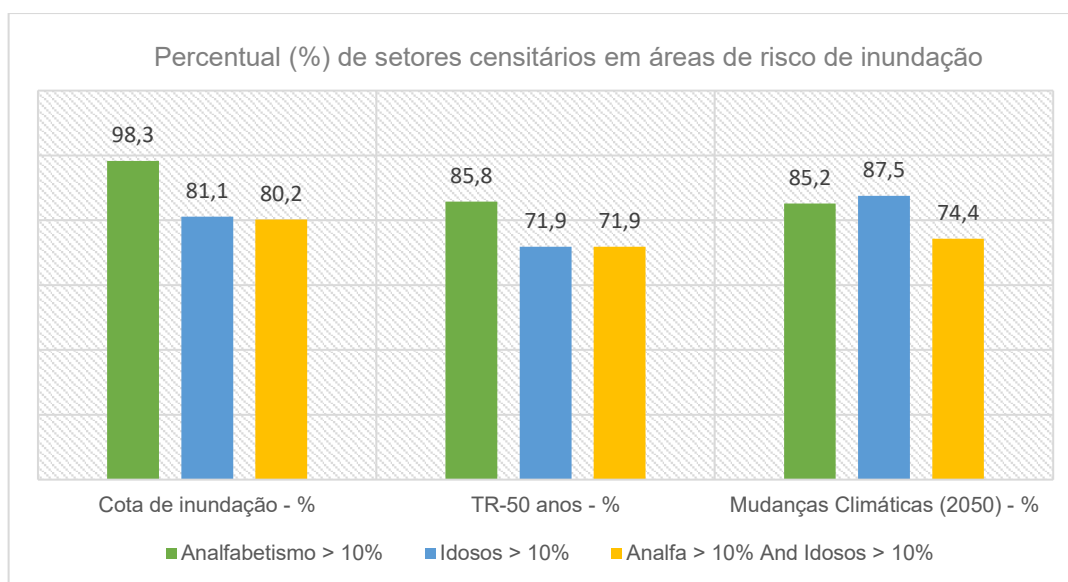


Fonte: os autores (2025)

No âmbito dos setores censitários, o percentual de setores expostos a inundações no cenário de mudanças climáticas alcança 85,2% e 87,5%, respectivamente, para "Analfabetismo > 10%" e "Idosos > 10%" (FIGURA 39). Os setores que acumulam ambas as vulnerabilidades correspondem a 74,4%. No caso da cota de inundação e TR-50 anos, a exposição permanece alta. Cerca de 85,8%

dos setores com "Analfabetismo > 10%" estão na faixa de TR-50 anos, enquanto 71,9% com "Idosos > 10%". Para cotas, os percentuais são 98,3% e 81,1%, respectivamente, para as categorias "Analfabetismo > 10%" e "Idosos > 10%". A sobreposição de vulnerabilidades em setores censitários "Analfabetismo > 10% e Idosos > 10%" atinge 71,9% para TR-50 anos e 80,2% para cotas de inundação.

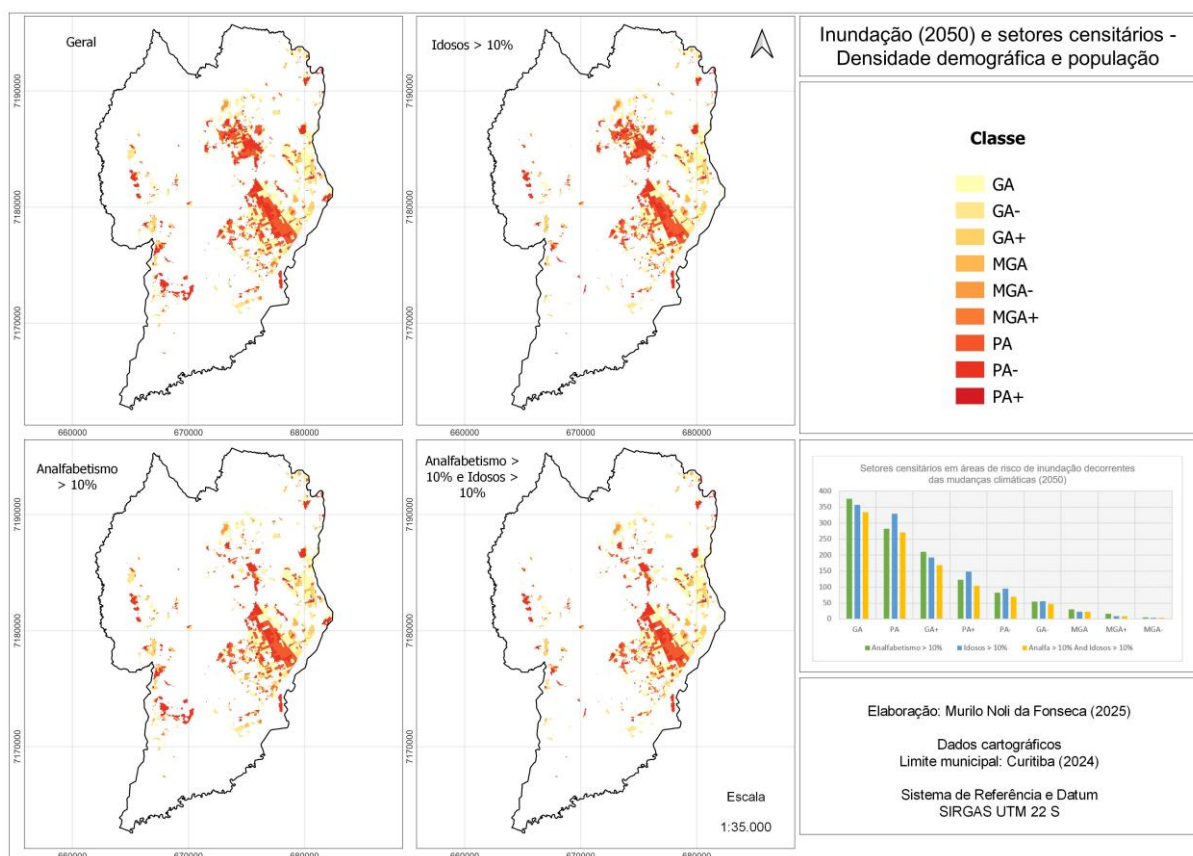
Figura 39 - Percentual de setores censitários em áreas de risco de inundação



Fonte: os autores (2025)

Os dados referentes ao cenário de risco de inundação decorrente das mudanças climáticas mostram que as categorias GA (Grande, agregação média) e PA (Pequeno, agregação média) concentram o maior número de setores censitários em áreas vulneráveis (376 e 283 setores, respectivamente). Esses setores destacam-se pela alta proporção de analfabetismo e idosos. A sobreposição dessas vulnerabilidades aumenta o risco nessas áreas, pois tanto a baixa escolaridade quanto o envelhecimento populacional influenciam na compreensão e na resposta às mensagens de alerta. Nas categorias de menor densidade populacional, como MGA- e PA-, os números são proporcionalmente menores, com 5 e 83 setores censitários, respectivamente (FIGURA 40). Todavia, a dispersão populacional nesses setores representa um desafio para a comunicação, evidenciando a necessidade de abordagens que considerem a baixa densidade e as limitações tecnológicas.

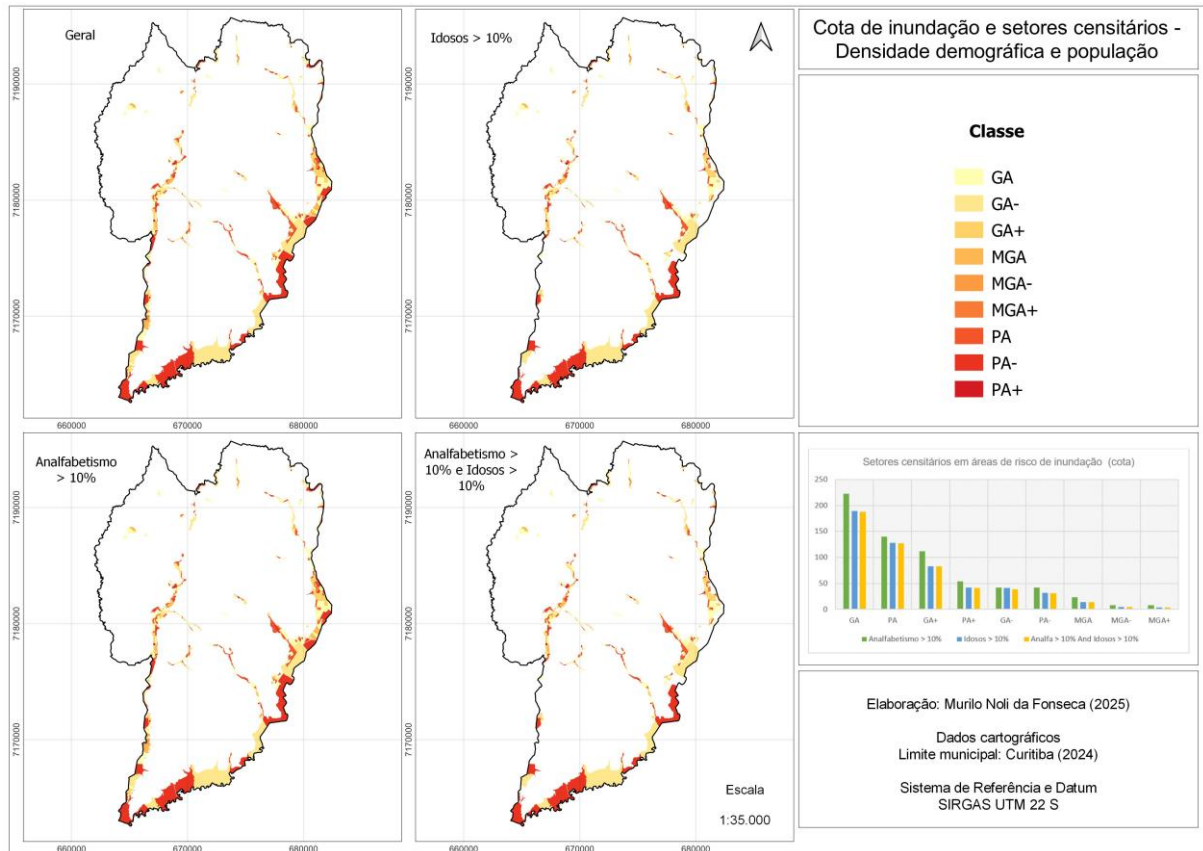
Figura 40 - Áreas de risco de inundação (2050) e setores censitários



Fonte: os autores (2025)

O cenário de cota de inundação apresenta padrões semelhantes, com GA e PA concentrando 188 e 127 setores censitários vulneráveis, respectivamente. Aqui, as categorias GA+ e PA+ também possuem números expressivos (83 e 41 setores, respectivamente). Essa distribuição reafirma que os setores censitários mais densos apresentam maior vulnerabilidade potencial, exigindo estratégias de comunicação capazes de lidar com grandes populações em curto período. As áreas dispersas no cenário de inundação, como GA- e PA-, apresentam um panorama desafiador, com 39 e 41 setores censitários afetados por altas taxas de analfabetismo e presença de idosos (FIGURA 41). Esses setores requerem estratégias de comunicação de risco que não dependam apenas de meios digitais, pois barreiras como infraestrutura precária e baixa conectividade podem limitar a eficácia desses canais. Métodos como rádio comunitário e sirenes são mais adequados para alcançar essas populações.

Figura 41 - Cota de inundação e setores censitários

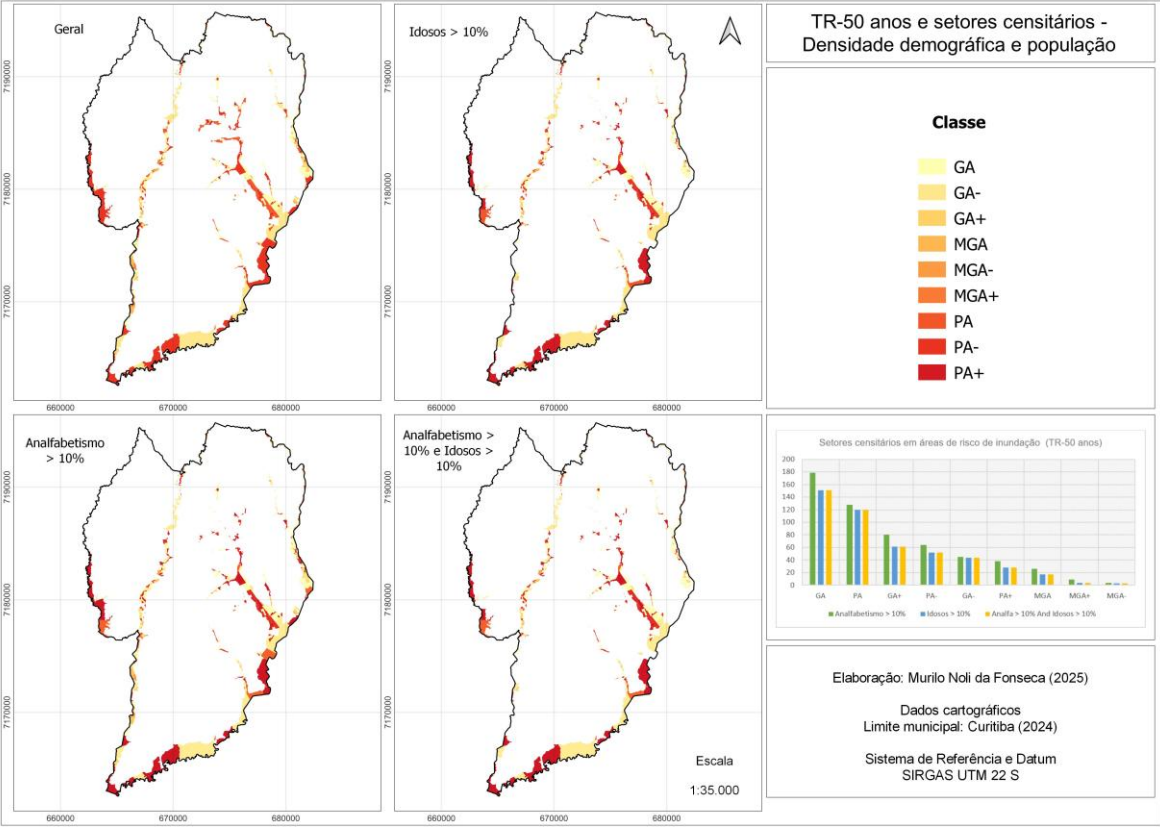


Fonte: os autores (2025)

No cenário de TR-50 anos, há uma distribuição mais uniforme dos setores censitários vulneráveis (151 setores em GA e 120 em PA). Essa diminuição no número de setores afetados em relação aos cenários anteriores sugere um impacto potencial mais diluído. Porém, as áreas densamente povoadas permanecem prioritárias, devido à concentração de pessoas e ao potencial para perdas massivas caso os alertas não sejam compreendidos e acionados adequadamente. Setores densos, como GA+ e PA+, continuam sendo um ponto de atenção (73 e 54 setores vulneráveis, respectivamente). Nessas áreas, a sobreposição de vulnerabilidades – alta densidade populacional, analfabetismo e idosos – requer estratégias de comunicação rápidas, claras e acessíveis. A inclusão de elementos visuais e sonoros em mensagens digitais pode ampliar o alcance e a eficácia das ações preventivas. Por outro lado, os setores de baixa densidade, como MGA- e PA-, apresentam desafios distintos, com 31 e 39 setores vulneráveis, respectivamente (FIGURA 42). Nesses locais, além das barreiras

tecnológicas, a dispersão populacional dificulta ações centralizadas, exigindo uma abordagem comunitária e descentralizada para a comunicação e o manejo do risco.

Figura 42 - TR-50 anos e setores censitários



Fonte: os autores (2025)

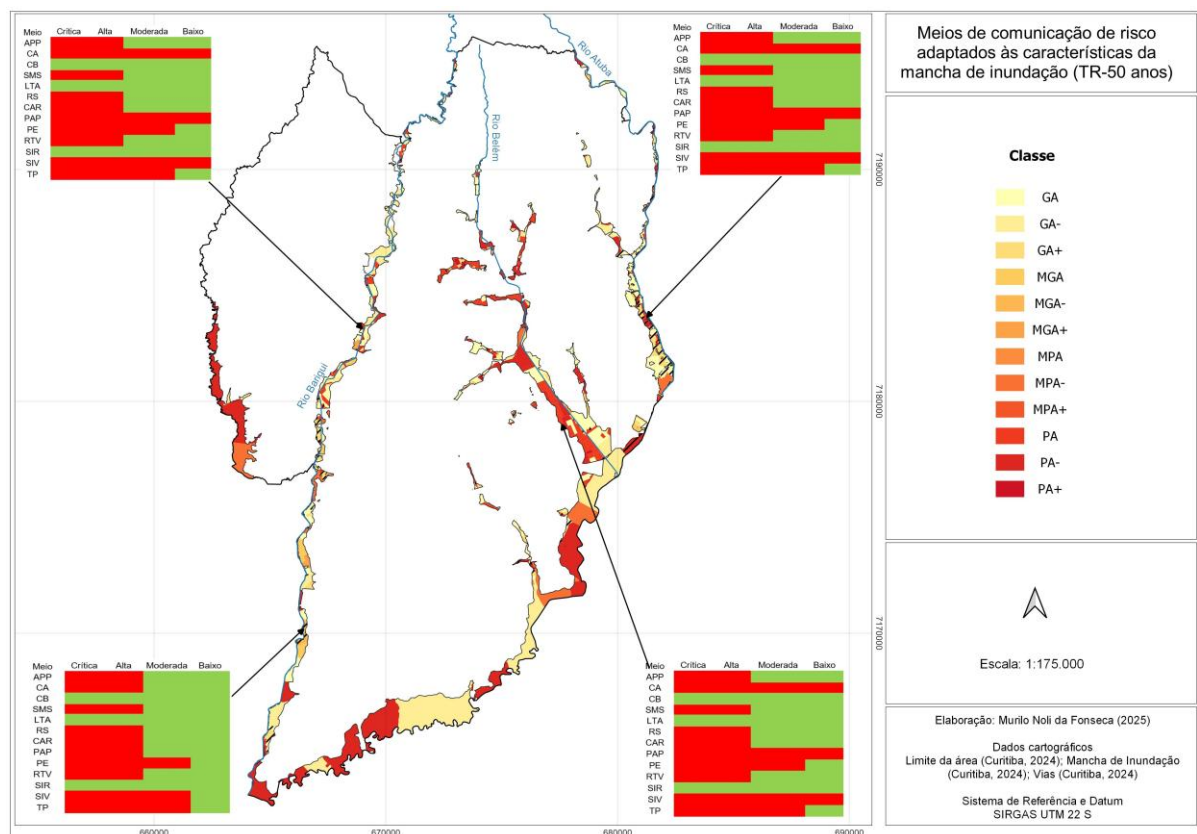
Comparando os três cenários, é evidente que o padrão de distribuição das vulnerabilidades demográficas permanece consistente, com maior concentração em classes de agregação média e menores números em classes dispersas. Cada cenário apresenta especificidades que demandam respostas diferenciadas. A projeção de 2050 sugere um aumento no total de setores vulneráveis, enquanto os cenários de cota e tempo de retorno frequentes destacam soluções rápidas e localizadas.

6.9.5.2.1 ARTICULAÇÃO COM OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO

Ao relacionar os resultados obtidos com o quadro que estabelece os meios de comunicação adaptados às categorias de classes, fica evidente a necessidade de combinar estratégias para alcançar as populações em risco. A análise dos setores censitários demonstra que a escolha dos meios de comunicação deve ser feita com

base nas características socioespaciais, como níveis de analfabetismo, presença de idosos, total de moradores em uma área e densidade populacional, e do território, como a existência de CEP e taxa de cobertura vegetal. As categorias de alta densidade demográfica, como MGA+ e GA+, são mais adequadas para soluções digitais, como aplicativos e mensagens SMS, devido à alta concentração de indivíduos em áreas relativamente pequenas. Por outro lado, as categorias dispersas, como MGA- e GA-, demandam uma abordagem mista que combine soluções tradicionais, como sirenes, com meios digitais mais personalizadas. A classe MGA+, por exemplo, é classificada como crítica e alta nos cenários de 2050 e cota, exigindo intervenções que priorizem a cobertura digital para alertar rapidamente uma grande massa populacional (FIGURA 43). O SMS emerge como ferramenta eficaz nesse contexto, dadas as altas taxas de cobertura de telecomunicações nas áreas estudadas.

Figura 43 - Meios de comunicação adaptados às características da área TR-50 anos

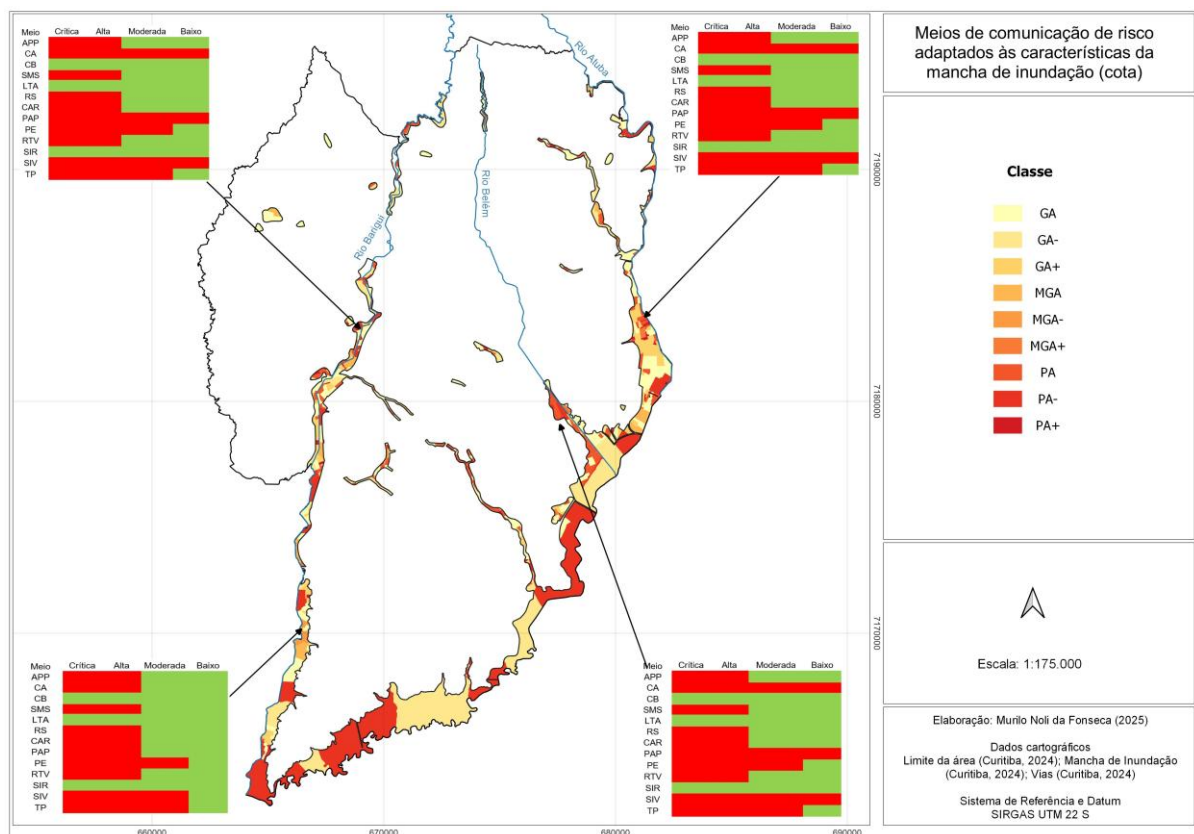


Fonte: os autores (2025)

Em setores densamente povoados, como GA e PA, os meios digitais, como aplicativos móveis (APP) e SMS, são eficazes para alcançar rapidamente grandes

populações. No entanto, o alto analfabetismo em algumas áreas exige a inclusão de mensagens de voz ou audiovisuais para assegurar a compreensão, principalmente em áreas reconhecidamente de vulnerabilidade socioambiental. Nas categorias dispersas, como GA- e PA-, os desafios de comunicação são intensificados pela menor conectividade e pela dispersão populacional. Nesse sentido, estratégias de comunicação como sirenes, veículos de som e transmissões em rádio e televisão tornam-se essenciais, especialmente em comunidades que possuem alto nível de analfabetismo. Aqui, é crucial o envolvimento de líderes comunitários para reforçar a disseminação das mensagens e garantir que a população compreenda os alertas.

Figura 44 - Meios de comunicação adaptados às características da área "Cota"

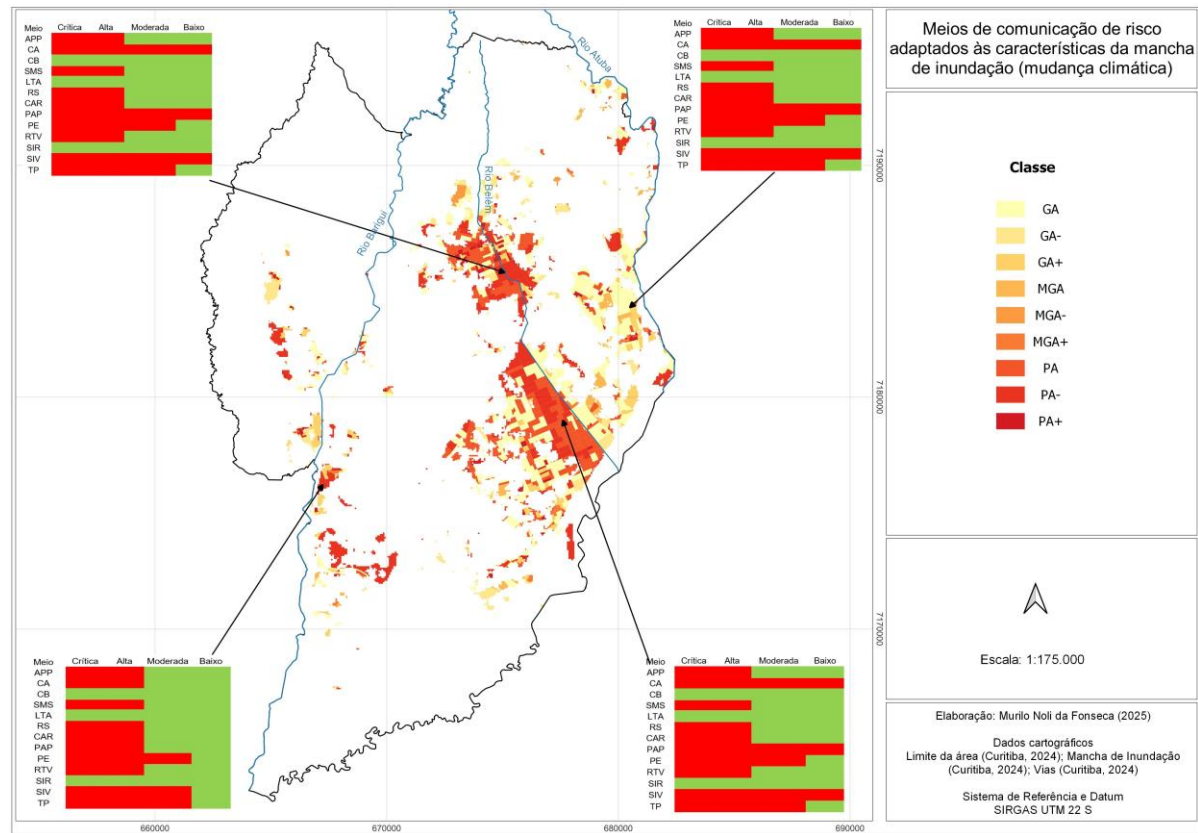


Fonte: os autores (2025)

Outro ponto é a relação entre os meios de comunicação e os índices de analfabetismo e presença de idosos. Em setores com alta taxa de analfabetismo, a dependência de mensagens textuais pode ser ineficaz, como demonstrado nos resultados obtidos na avaliação do alerta baseado no CEP. Da mesma forma, setores com alta proporção de pessoas idosas podem enfrentar barreiras no uso de meios

digitais. Assim, é fundamental que os alertas sejam multimodais, combinando texto, áudio e vídeo. Para classes GA+ e PA+, que possuem densidade populacional intermediária, mas alta proporção de idosos, a adoção de uma abordagem diversificada torna-se necessária (FIGURA 45). Meios digitais como aplicativos podem ser utilizados para atingir adultos e mais familiarizados com a tecnologia, enquanto meios tradicionais são cruciais para comunicar idosos ou indivíduos sem acesso a recursos tecnológicos.

Figura 45 - Meios de comunicação adaptados às características da área de risco decorrente da mudança climática



Fonte: os autores (2025)

Os resultados mostrados acima ainda sugerem que a comunicação em setores densos deve ser redundante, utilizando múltiplos canais para garantir que as mensagens alcancem toda a população. Em setores onde há alta dispersão populacional e barreiras tecnológicas, a estratégia mais eficiente envolve uma combinação de métodos tradicionais e digitais. Por exemplo, em setores GA-, o uso de sirenes para alertas iniciais, seguido por mensagens de rádio com instruções

detalhadas, pode otimizar a resposta. Essa abordagem híbrida é particularmente relevante em áreas com baixa infraestrutura digital. Por fim, é essencial que as estratégias de comunicação sejam adaptadas às características locais e integradas às políticas de gestão de risco. A presença de analfabetos e idosos em setores vulneráveis exige uma abordagem inclusiva, que combine inovação tecnológica com soluções tradicionais e comunitárias. A redundância nos meios de comunicação é a chave para maximizar a eficácia dos alertas e reduzir os impactos dos desastres.

Os resultados evidenciam que as estratégias de comunicação devem ser fundamentadas na análise detalhada dos setores censitários e suas características. A combinação de tecnologias digitais com métodos tradicionais, adaptados às necessidades específicas de cada setor, pode minimizar as vulnerabilidades e melhorar a eficácia dos alertas de desastres, salvando vidas e reduzindo impactos.

6.9.5.3 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE VULNERABILIDADE

A análise das características sociodemográficas e urbanísticas das áreas de estudo revela diferenças significativas que impactam o planejamento de estratégias de comunicação de risco. Em termos populacionais, o Boqueirão se destaca como a maior área, com 74.952 habitantes, enquanto a Vila Torres e a Vila Parolin possuem populações menores, de 3.341 e 3.345 moradores, respectivamente (QUADRO 17).

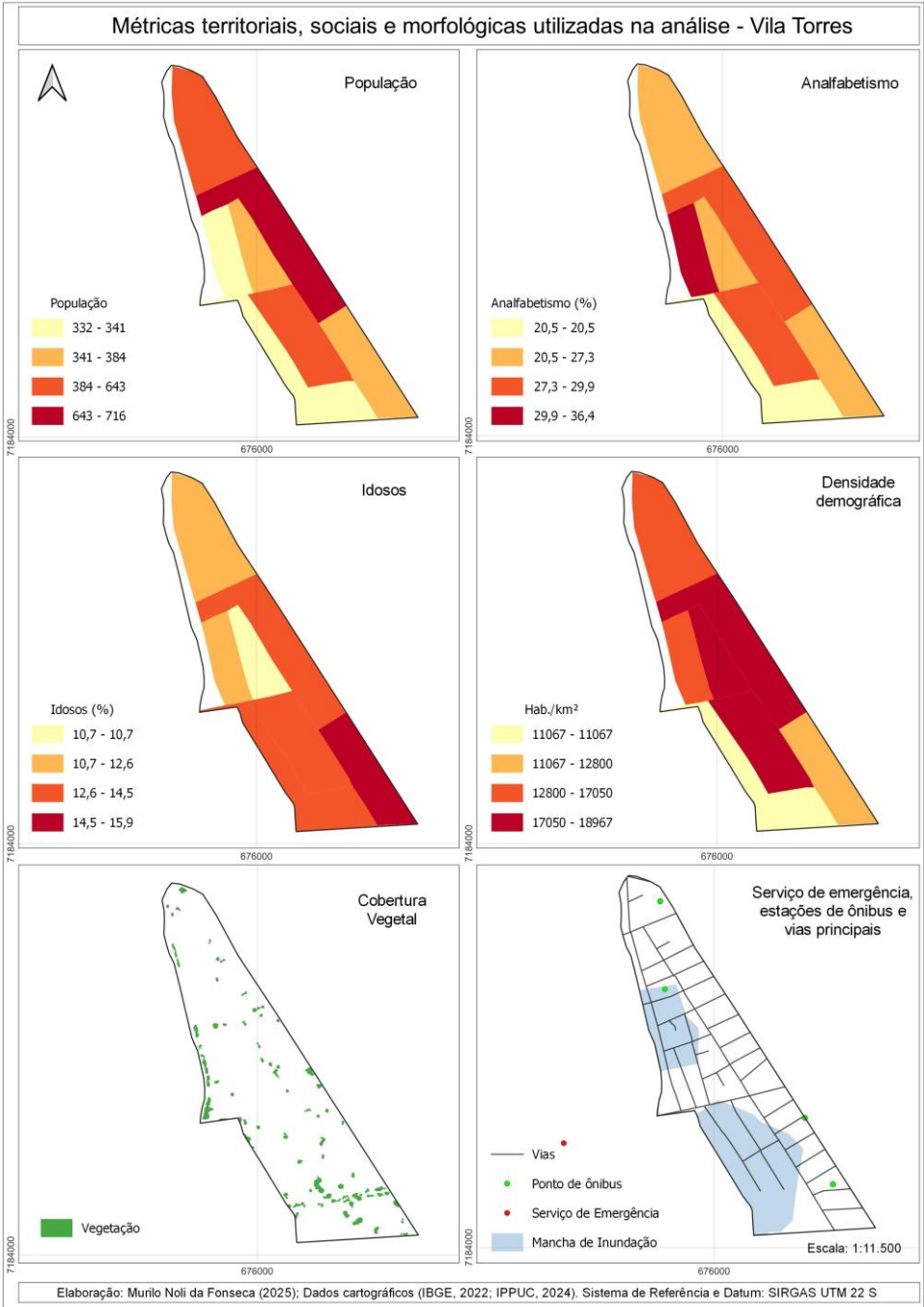
Quadro 17 - Síntese das características sociais e territoriais das áreas analisadas

Área	Vila Parolin	Vila Torres	Boqueirão
População	3.345	3.341	74.952
Área (km²)	1,21	1,29	19,4
Densidade demográfica (hab./km²)	2.764,46	2.589,92	3.863,5
Analfabetismo (%)	31,02	27,78	17,9
Idosos (%)	10,2	13,2	18,7
Telecomunicação (%)	100	100	100
CEP (%)	100	100	100
Vegetação (%)	1,57	0,83	0,0022
Largura média das vias (m)	8	10	10
Via principal	Sim	Sim	Sim
Estações de ônibus	Sim	Sim	Sim

Fonte: os autores (2025)

A densidade demográfica mostra uma lógica inversa: a Vila Torres apresenta a maior densidade (10.866,1 hab./km²), seguida pela Vila Parolin (9.033,4 hab./km²), enquanto o Boqueirão tem a menor densidade dentre as três áreas analisadas, com 6.160,3 hab./km² (FIGURA 46). Essas diferenças refletem os contrastes nos padrões de ocupação urbana, com áreas mais densas exigindo abordagens mais específicas para evitar sobrecarga dos serviços e garantir a efetividade da comunicação de risco.

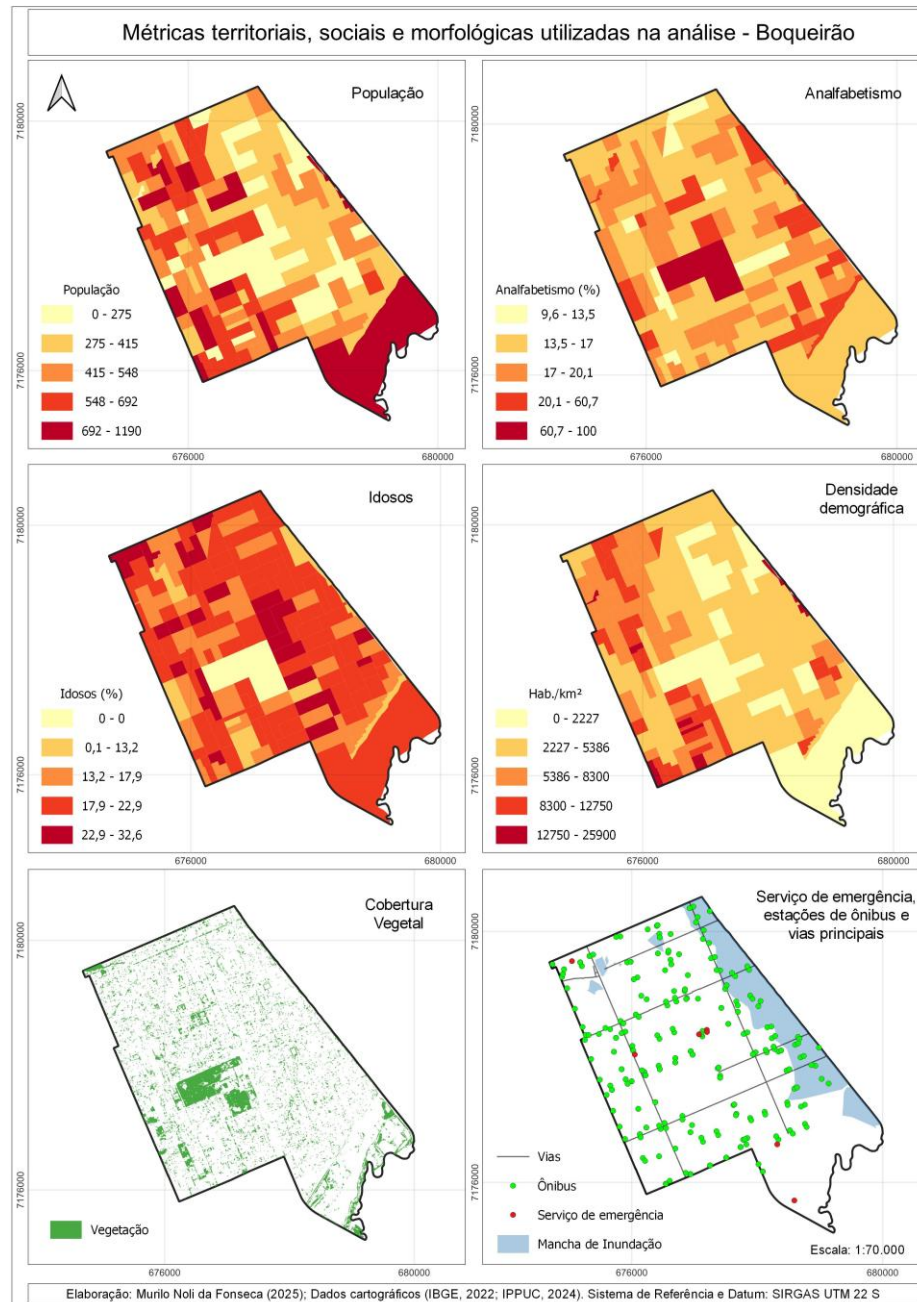
Figura 46 - Métricas territoriais, sociais e morfológicas utilizadas na análise - Vila Torres



Fonte: os autores (2025)

A vulnerabilidade social nas três áreas também apresenta nuances que merecem ser destacadas (FIGURA 47). As taxas de analfabetismo são mais altas na Vila Torres (24,1%) e na Vila Parolin (23,6%), enquanto o Boqueirão possui um índice menor (18,1%). Já o envelhecimento populacional, com maior proporção de idosos, é mais expressivo no Boqueirão (18,6%), o que pode demandar estratégias de comunicação adaptadas às limitações cognitivas ou físicas dessa população.

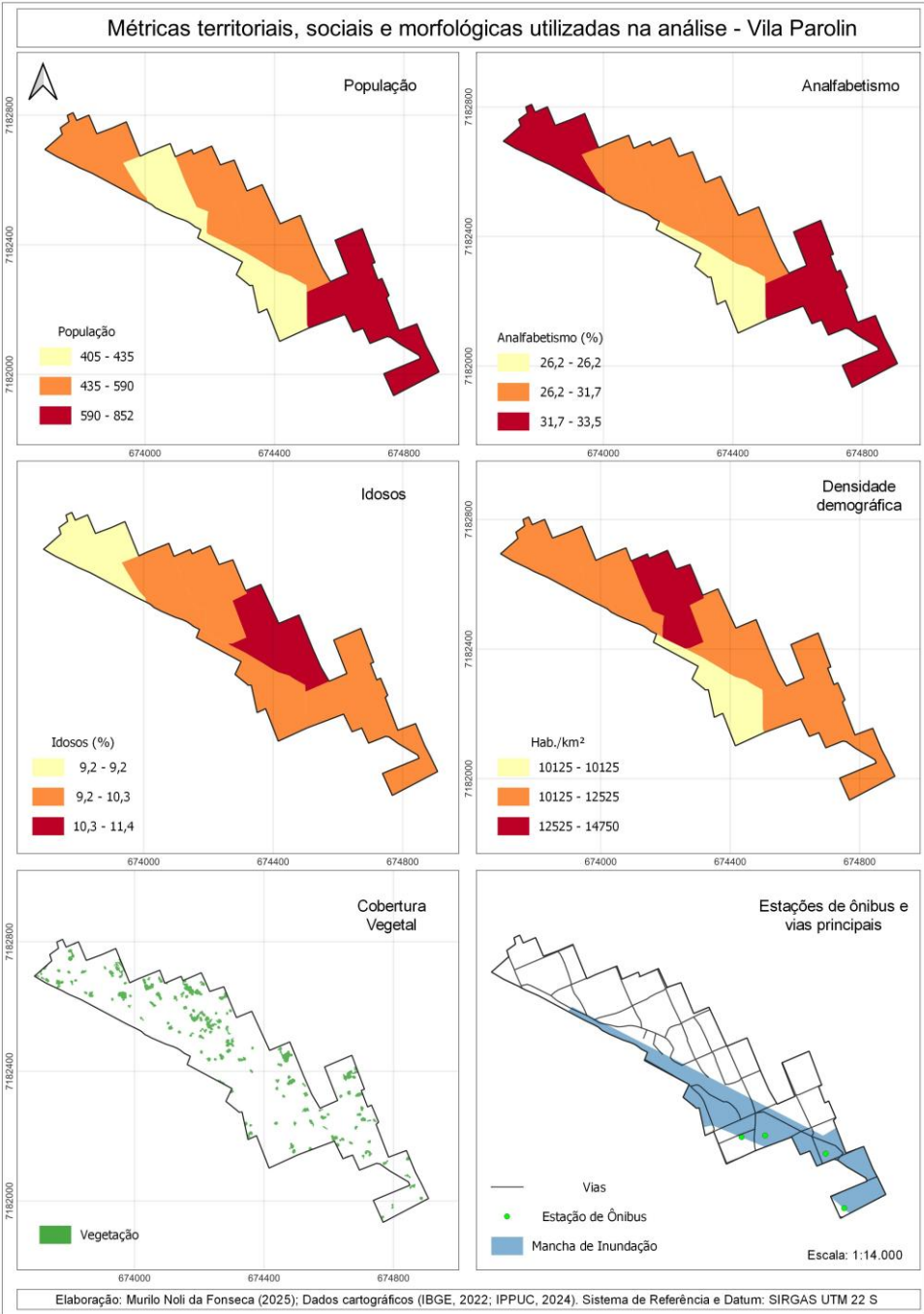
Figura 47 - Métricas territoriais, sociais e morfológicas utilizadas na análise – Boqueirão



Fonte: os autores (2025)

Apesar dessas diferenças, todas as áreas possuem cobertura total de telecomunicações, o que possibilita o uso de ferramentas como Cell broadcast. Mas, a capacidade de interpretação das mensagens pode variar devido aos índices de analfabetismo. Além disso, elementos como largura das vias e vegetação, baixa em todas as áreas, influenciam a dinâmica do espaço urbano e podem ser fatores secundários no planejamento de evacuações ou intervenções (FIGURA 48).

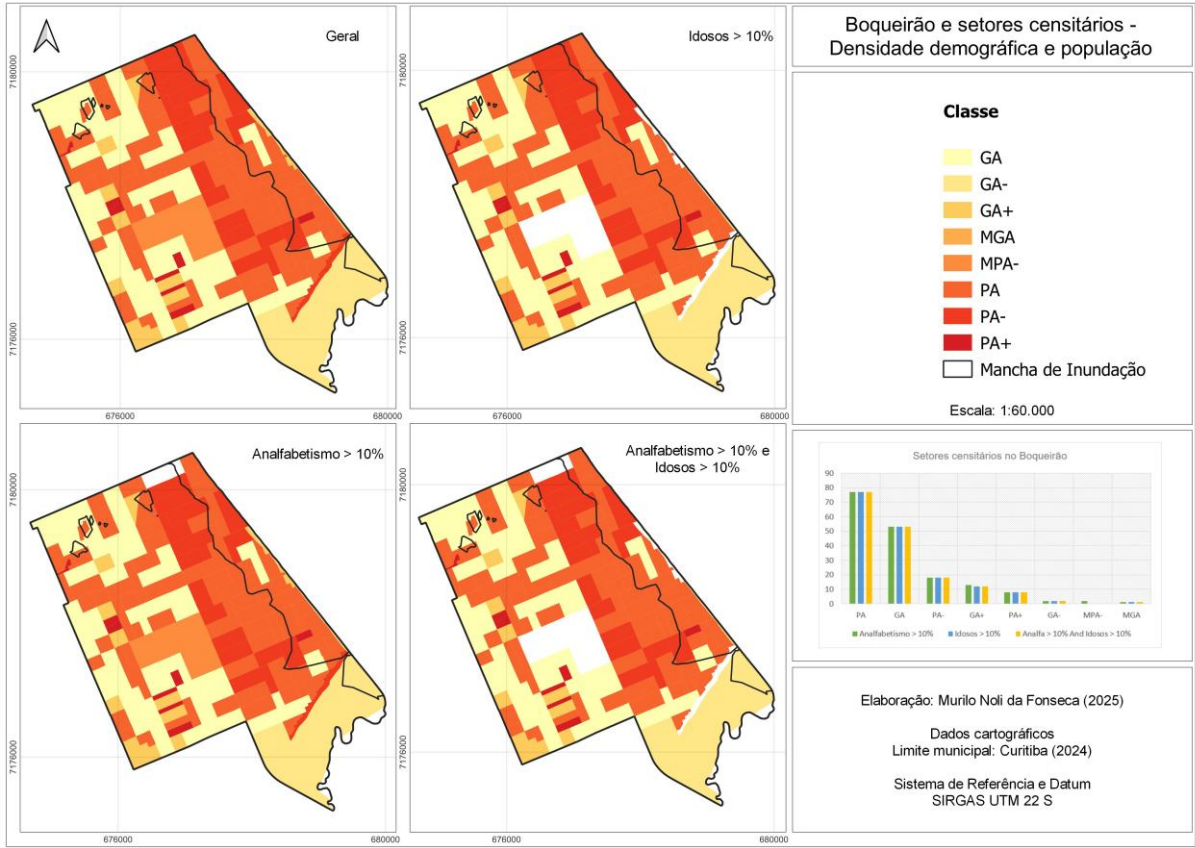
Figura 48 - Métricas territoriais, sociais e morfológicas utilizadas na análise - Vila Parolin



Fonte: os autores (2025)

Os dados referentes às três áreas também evidenciam padrões consistentes de vulnerabilidade demográfica e desafios logísticos para a comunicação de riscos. No Boqueirão, as categorias PA e GA concentram o maior número de setores censitários vulneráveis (FIGURA 49). Essas áreas apresentam altas proporções de analfabetismo e de idosos, o que amplifica significativamente os riscos em caso de desastres. A sobreposição dessas vulnerabilidades implica na necessidade de estratégias de comunicação que priorizem clareza e acessibilidade. As categorias de menor densidade populacional, como PA- e GA-, embora apresentem números absolutos menores, enfrentam desafios relacionados à dispersão populacional e à infraestrutura precária, dificultando ações centralizadas de mobilização.

Figura 49 - Boqueirão e setores censitários

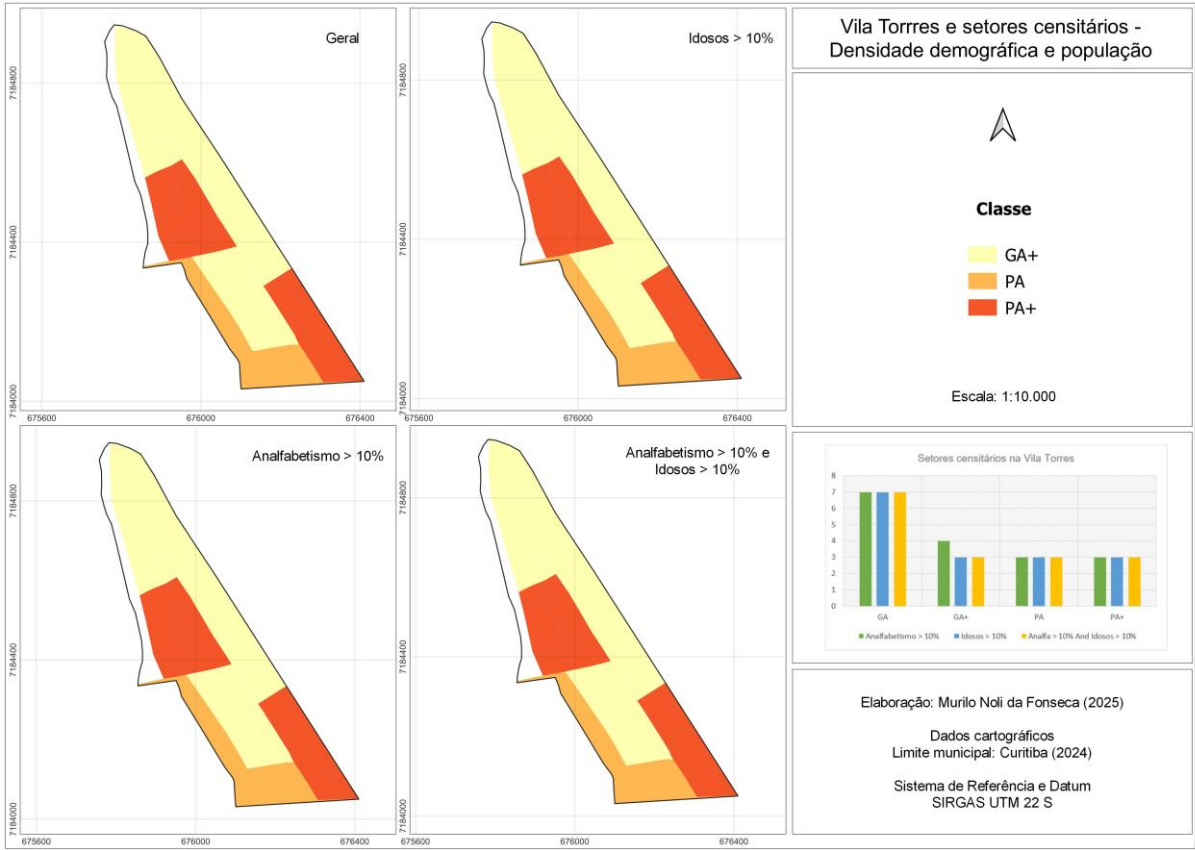


Fonte: os autores (2025)

Na Vila Torres, o padrão é caracterizado pela concentração de setores nas categorias PA+ e GA+, em áreas com altos índices de analfabetismo e idosos (FIGURA 50). Essa alta densidade populacional exige estratégias de comunicação rápidas e eficazes para atender uma grande quantidade de indivíduos em curto

período. As áreas dispersas, embora menos numerosas, requerem abordagens específicas, como o uso de alertas sonoros, dadas as barreiras sociais e tecnológicas.

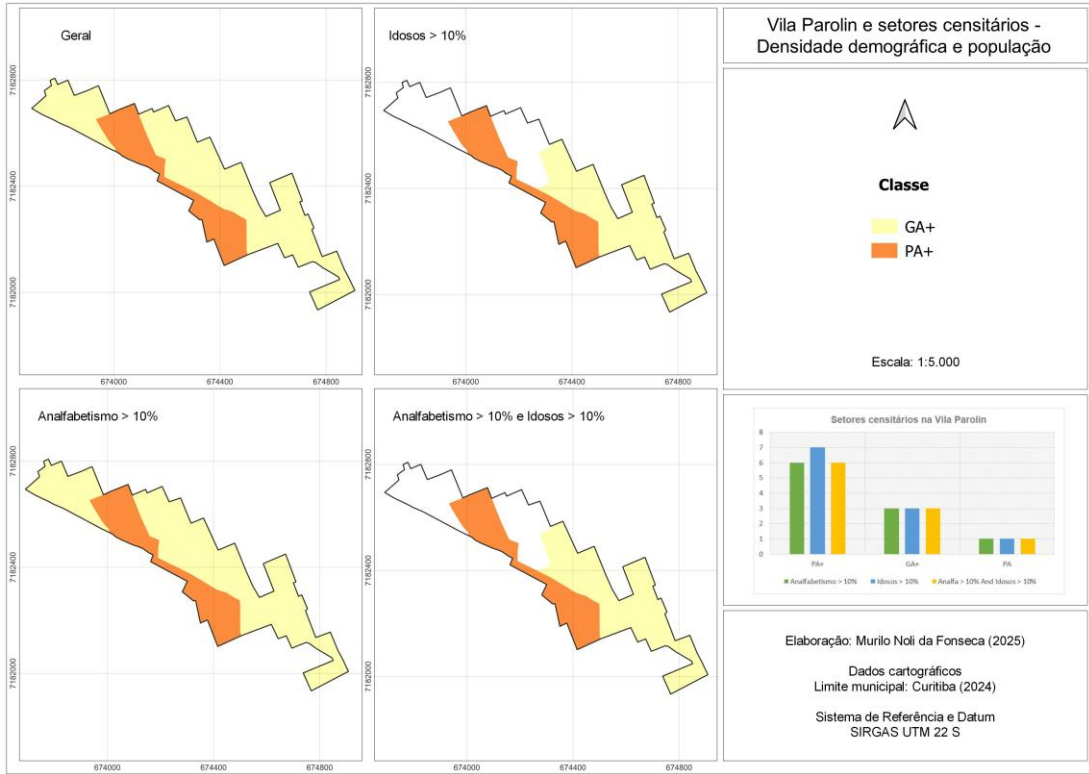
Figura 50 - Vila Torres e setores censitários



Fonte: os autores (2025)

Na Vila Parolin, a categoria GA se destaca, seguida por GA+ e PA+ (FIGURA 51). A presença de uma população idosa significativa e taxas altas de analfabetismo reforçam a necessidade de ações de comunicação que considerem as limitações de compreensão e acesso à tecnologia nessas áreas. Apesar de menor em extensão, o Parolin apresenta desafios que exigem estratégias digitais e presenciais, como sirene e porta a porta, para garantir que os alertas alcancem as populações em risco.

Figura 51 - Vila Parolin e setores censitários



Fonte: os autores (2025)

Comparando as três áreas de risco analisadas nesta pesquisa, observa-se que Boqueirão concentra o maior número de setores censitários vulneráveis, seguido pelas vilas Parolin e Torres. Esse padrão reforça a importância de estratégias diferenciadas para áreas densas e dispersas. Enquanto as áreas mais densas demandam comunicação ágil e direcionada para grandes populações, as áreas dispersas exigem abordagens mais localizadas e comunitárias. A alta proporção de analfabetismo e de idosos em todas as áreas ressalta a necessidade de mensagens de alerta que combinem elementos visuais, sonoros e de fácil compreensão. Esses dados reforçam que estratégias integradas e adaptadas às especificidades de cada localidade são cruciais para a gestão eficaz do risco de inundações em Curitiba.

6.9.5.3.1 MEIOS DE COMUNICAÇÃO ADAPTADOS ÀS ÁREAS DE RISCO

A análise dos meios de comunicação recomendados para as três áreas teste – Vila Parolin, Vila Torres e Boqueirão – evidencia padrões distintos na aplicação de sistemas de alerta e informação de risco (QUADRO 17). Os critérios utilizados para

definir a adequação de cada meio incluíram variáveis como densidade populacional, área total, cobertura vegetal, e eficiência da rede de telecomunicações, entre outros. Os resultados destacam a necessidade de diversificar os canais de comunicação de acordo com as especificidades locais, garantindo maior efetividade na disseminação de mensagens de alerta e na redução de vulnerabilidades. Os meios considerados mais universais, como Cell Broadcast e aplicativos de mensagens, são vistos como adequados para as três áreas. Esses meios se beneficiam de uma infraestrutura de telecomunicações eficiente e de uma densidade populacional elevada, o que aumenta o alcance e a capilaridade das mensagens. A combinação dessas tecnologias reforça o papel da comunicação digital como um pilar central na gestão de riscos, sobretudo em áreas densamente povoadas e com acesso a tecnologias móveis.

Quadro 18 - Meios de comunicação adaptados às características das áreas analisadas

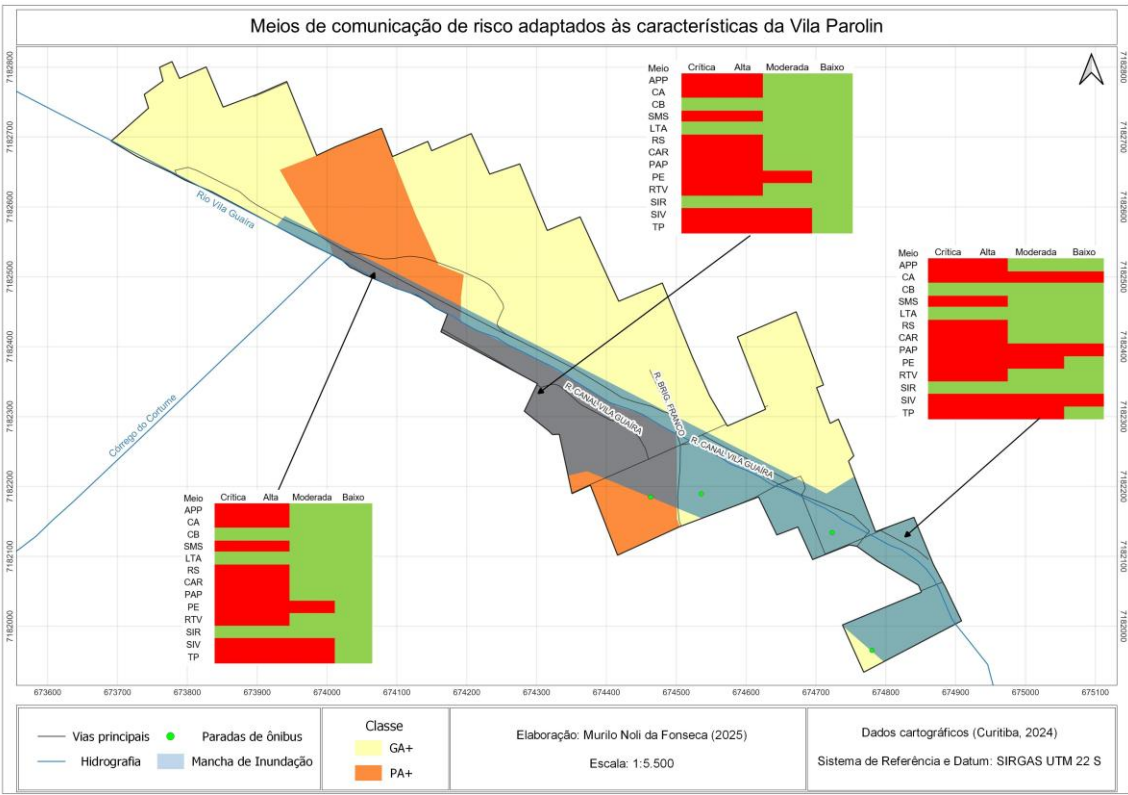
Meio de comunicação	Vila Parolin	Vila Torres	Boqueirão
Alert box			
Cell Broadcast			
Ligação telefônica automatizada			
Sirene			
Aplicativo móvel			
Aplicativo de mensagem			
SMS			
Redes sociais			
Carro e moto de som e megafone			
Porta a porta			
Rádio/Televisão			
Painel eletrônico			
Transporte Público			
Sinalização			

Verde: meio de comunicação adaptado; Vermelho: meio de comunicação não adaptado.

Fonte: os autores (2025)

No caso de meios de alerta voltados à comunicação presencial, como carro de som, megafone e porta a porta, observou-se uma recomendação limitada ao perfil das áreas. Esses sistemas foram considerados adequados para Vila Parolin e Vila Torres (FIGURA 52), mas não para Boqueirão. Isso pode estar relacionado às diferenças na extensão territorial e na densidade populacional das áreas, que tornam tais métodos inviáveis em regiões maiores ou com distribuição menos concentrada de habitantes. Apesar de serem eficazes em áreas menores e com populações específicas, esses métodos demandam maior tempo para execução e possuem alcance limitado.

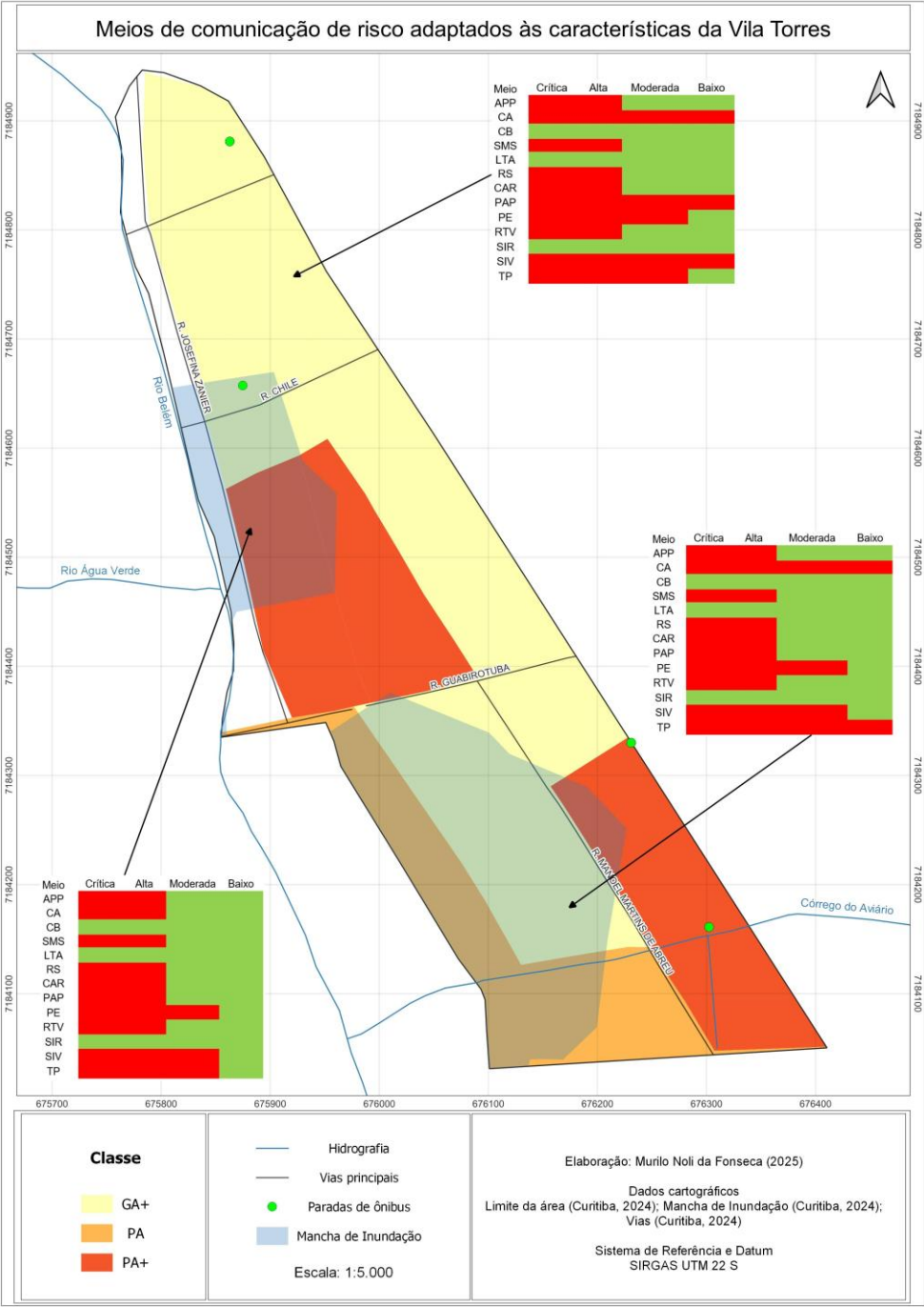
Figura 52 - Meios de comunicação adaptados às características da Vila Parolin



Fonte: os autores (2025)

As sirenes, por sua vez, foram recomendadas para todas as áreas, indicando sua viabilidade em cenários variados, desde que sejam projetadas para cobrir eficientemente áreas com alta densidade demográfica e baixa cobertura de telecomunicações (FIGURA 53). Este sistema é relevante em situações de perigo iminente, quando a disseminação rápida de alertas é essencial. No entanto, a dependência da infraestrutura de instalação e manutenção pode representar desafios para sua implementação em localidades com orçamentos mais restritos.

Figura 53 - Meios de comunicação adaptados às características da Vila Torres

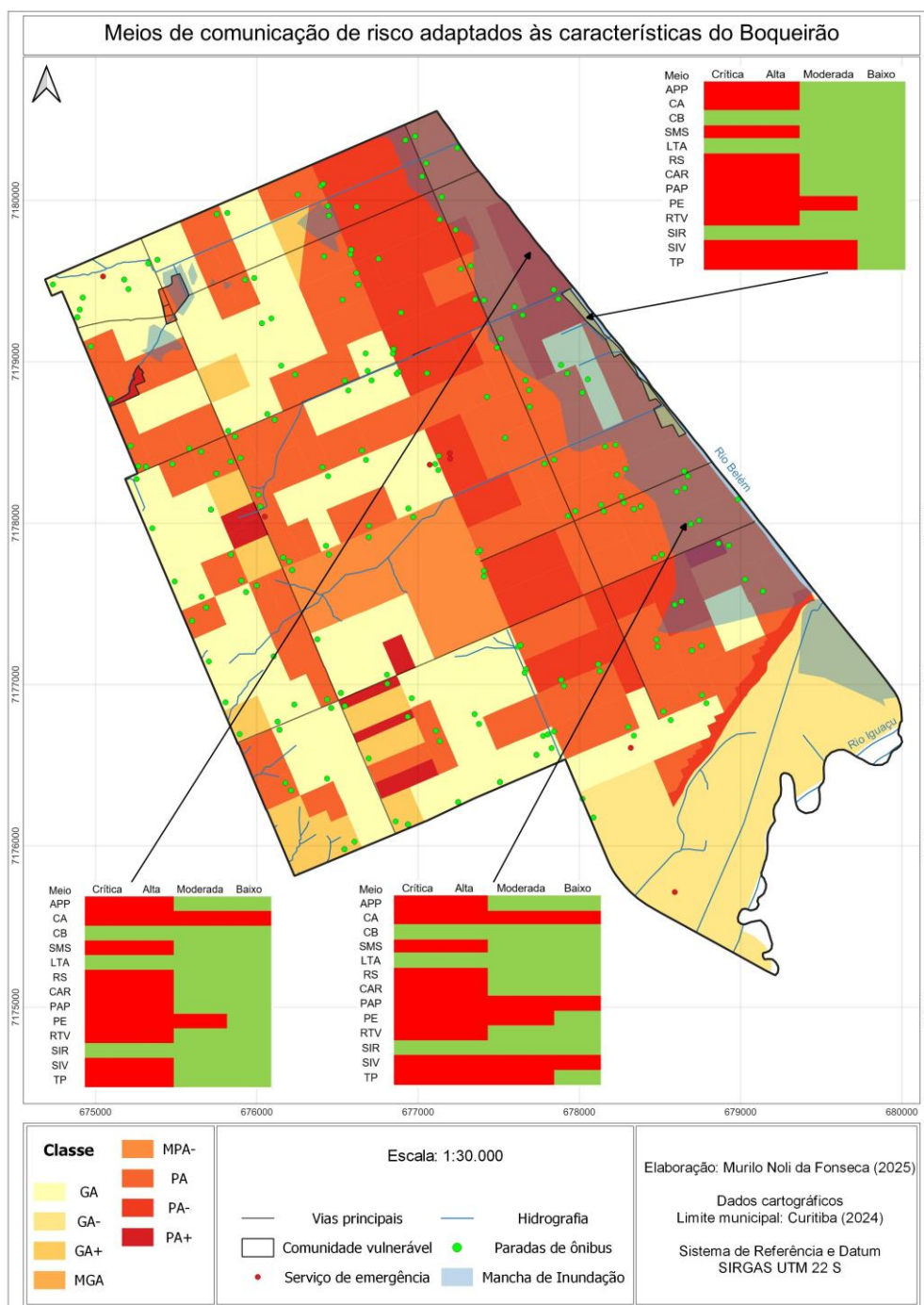


Fonte: os autores (2025)

Os meios de comunicação mais tradicionais, como rádio e televisão, também foram indicados para todas as três áreas, apesar de sua velocidade de propagação de mensagens ser menor. Esses meios continuam a desempenhar um papel importante, especialmente em regiões onde o acesso à internet é limitado ou onde há uma população com altas taxas de envelhecimento e analfabetismo. Sua abrangência

e confiabilidade em cenários de crise justificam sua inclusão como parte complementar de uma estratégia integrada de comunicação de risco.

Figura 54 - Meios de comunicação adaptados às características do Boqueirão



Fonte: os autores (2025)

Um aspecto relevante da análise é a ausência do uso de alert box em todas as áreas. Este método, embora eficaz em contextos com alta densidade populacional e

baixa cobertura vegetal, foi considerado inviável devido ao alto custo proporcional à população a ser alertada e à necessidade de áreas bem delimitadas. Isso ressalta a necessidade de avaliar a relação custo-benefício na escolha de meios de alerta, priorizando opções com maior capilaridade e escalabilidade. Finalmente, é notável que os meios menos tecnológicos, como sinais visuais e painéis eletrônicos, foram considerados adequados para todas as áreas. Apesar de sua limitada capacidade de atingir rapidamente muitas pessoas, esses meios exercem um papel relevante em áreas urbanas, onde podem complementar outras estratégias de comunicação, sobretudo em locais de tráfego intenso ou com risco localizado.

Portanto, os resultados apontam para a necessidade de um sistema de alerta híbrido, que combine métodos tradicionais e digitais, conforme as particularidades de cada área. A diversidade de meios permite atender às especificidades das populações em risco, garantindo maior efetividade na RRD e na minimização de impactos. Esse tipo de análise evidencia a importância de considerar a relação custo-benefício e a infraestrutura disponível na formulação de políticas públicas voltadas à RRD.

6.9.6 LIÇÕES APRENDIDAS COM EVENTOS PASSADOS

O sistema de suporte à decisão espacial proposto nesta tese oferece aos gestores locais a oportunidade de equipar seu território com ferramentas de alerta relevantes. Eventos adversos e desastres recentes mostraram a importância de usar as ferramentas certas de acordo com o contexto. Durante a primeira quinzena de outubro de 2023, por exemplo, o bairro da Caximba, principalmente a comunidade “29 de Outubro”, foi atingido por uma inundação do Rio Barigui: várias ruas e casas ficaram alagadas e 26 famílias ficaram desalojadas (G1, 2023). O alerta foi transmitido pelo órgão de proteção e defesa civil na forma de SMS, o que claramente não era a maneira mais apropriada, dada (1) a elevada quantidade de pessoas sem escolaridade e (2) a inexistência de CEP na totalidade das ruas existentes na comunidade, conforme demonstrado anteriormente. Muitas das pessoas residentes na comunidade foram alertadas por um vizinho ou pela entrada de água em sua casa. Após aplicar o sistema de suporte à decisão espacial na comunidade “29 de Outubro”, identificou-se que Cell Broadcast, carro e moto de som, megafone, porta a porta e sirene eram os meios de comunicação adequados nessa situação.

6.9.7 INTRODUÇÃO DE HIERARQUIAS ENTRE OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO

Os resultados evidenciam diferenças significativas na adaptação dos meios de alerta entre os territórios analisados. Embora todos os três territórios analisados (Boqueirão, vilas Torres e Parolin) apresentem uma cobertura ampla de meios recomendados, a ausência ou inadequação de alguns métodos compromete a eficácia dos alertas em emergências. Por exemplo, o Alert Box é um meio não recomendado e não utilizado em nenhum dos territórios, o que, embora possa ser substituído por tecnologias como Cell Broadcast, reduz a diversidade de opções em contextos críticos. Além disso, métodos interruptivos e diretos, como o porta a porta e o carro de som, são recomendados, mas não utilizados, indicando a necessidade de investimentos direcionados para a implementação desses meios.

Na Vila Parolin e na Vila Torres, a ausência de SMS, um meio eficiente e capaz de entregar mensagens claras e personificadas, representa uma limitação significativa. Embora aplicativos de mensagens e redes sociais sejam utilizados e adequados, eles não substituem completamente a capacidade de interrupção e universalidade do SMS. No caso do Boqueirão, a situação é ligeiramente melhor, já que o SMS é utilizado, mas a dependência excessiva de meios secundários, como redes sociais, ainda deixa lacunas importantes. Além disso, a falta de meios interruptivos, como sirenes ou painéis eletrônicos bem distribuídos e utilizados, compromete a capacidade de transmitir urgência em situações críticas.

Essas diferenças entre os territórios refletem a importância de considerar as especificidades locais ao planejar e implementar políticas de alerta. Métodos mais explícitos, como porta a porta e Cell Broadcast, devem ser priorizados em áreas como a Vila Parolin e a Vila Torres, onde a carência de métodos interruptivos cria uma vulnerabilidade mais evidente. Já o Boqueirão pode se beneficiar da expansão do uso de meios complementares, como aplicativos móveis e sinalização, para reforçar a cobertura e melhorar a capacidade de resposta da população. Dessa forma, seria possível reduzir desigualdades territoriais no acesso a alertas eficazes.

Portanto, os resultados reforçam a necessidade de uma política pública que contemple a hierarquização dos meios de alerta com base em sua eficácia e adaptabilidade às características locais. Municípios como Curitiba, que possuem territórios vulneráveis como as Vilas Torres, Parolin e Boqueirão, devem ser apoiados por programas estaduais que priorizem investimentos em meios interruptivos e

personalizados, como porta a porta e Cell Broadcast. Tal abordagem contribuiria não apenas para reduzir as lacunas de cobertura, mas também para fortalecer a resiliência das comunidades frente aos riscos, promovendo maior equidade no sistema de alerta.

6.9.8 ESTRUTURA DE APOIO PARA DISCUSSÕES ESTRATÉGICAS

A análise dos métodos de alerta utilizados pelo município de Curitiba nas comunidades vulneráveis de Vila Parolin, Vila Torres e Boqueirão revela uma predominância de estratégias classificadas como recomendadas, mas ainda não adotadas (QUADRO 19). A presença de meios como sirenes, carros de som, painéis eletrônicos e sinalização nessa categoria sugere lacunas significativas na execução de estratégias identificadas como eficazes. Por outro lado, a utilização de métodos recomendados, como aplicativos de mensagens, redes sociais, rádio/televisão e SMS, demonstra que o município tem inserido tecnologias modernas para a disseminação de alertas. A classificação para SMS nas vilas Torres e Parolin indica uma contradição: o uso de um método não recomendado, ainda que difundido no Brasil.

Quadro 19 - Meios de comunicação recomendados e não recomendados

Meio de comunicação	Vila Parolin	Vila Torres	Boqueirão
Alert box			
Cell Broadcast			
Ligação telefônica automatizada			
Sirene			
Aplicativo móvel			
Aplicativo de mensagem			
SMS			
Redes sociais			
Carro e moto de som e megafone			
Porta a porta			
Rádio/Televisão			
Painel eletrônico			
Transporte Público			
Sinalização			

Legenda: Vermelho: meio não recomendado e não utilizado; Azul: meio não recomendado e utilizado; Laranja: meio recomendado e não utilizado; Verde: meio recomendado e utilizado.

Fonte: os autores (2025)

Entre os métodos classificados como "Vermelho", o alert box chama atenção pela sua ausência em todas as comunidades analisadas. Este recurso, embora utilizado em países com maior desenvolvimento tecnológico, exige uma infraestrutura robusta e recursos financeiros que sejam proporcionais ao número de pessoas alertas que Curitiba ainda não possui. Por outro lado, a ausência de utilização de outros meios recomendados e implementáveis, como as sirenes e o porta a porta, evidencia uma falta de integração entre estratégias mais tradicionais e os métodos digitais. Isso é especialmente preocupante em comunidades com alta proporção de analfabetismo e idosos, como essas, onde métodos analógicos e presenciais poderiam complementar as limitações dos alertas digitais, ampliando a efetividade da comunicação de risco.

O destaque vai para os aplicativos de mensagens e redes sociais, classificados como "Verde" em todas as comunidades analisadas. Esses métodos refletem uma adaptação às mudanças nos hábitos de comunicação da população, sobretudo entre os mais jovens, que frequentemente utilizam dispositivos móveis e redes sociais como fontes primárias de informação. Ainda assim, sua dependência de conectividade à internet e de infraestrutura digital pode limitar a eficácia em áreas mais carentes, evidenciando a necessidade de combinar esses métodos com outros mais acessíveis para todos os perfis populacionais. A baixa implementação de meios como carros de som e transporte público, ambos recomendados, demonstra uma subutilização de recursos que poderiam alcançar moradores sem acesso a canais digitais.

A análise geral aponta para a necessidade de um maior alinhamento entre as recomendações técnicas e a implementação prática dos meios de alerta em Curitiba. Métodos não recomendados, como SMS no Boqueirão, poderiam ser reavaliados, considerando seu alcance e eficácia comprovados em outros contextos. Por outro lado, a subutilização de meios recomendados e acessíveis, como sirenes, painéis eletrônicos e o porta a porta, indica a urgência de estratégias mais inclusivas. O fortalecimento de métodos que combinam tecnologia com abordagens comunitárias, como carros de som e megafones, pode ser uma solução viável para superar as limitações tecnológicas e atender à diversidade das comunidades analisadas. Essa

integração é essencial para tornar o sistema de alerta de Curitiba mais eficaz e abrangente diante dos desafios de comunicação de risco em áreas vulneráveis.

6.9.9 DEFINIÇÃO DE MEIOS DE COMUNICAÇÃO IDEAIS PARA CADA ÁREA

O objetivo é propor um método de apoio à decisão para escolher os meios ótimos em cada zona. Por exemplo, muitas áreas são adequadas para Cell Broadcast, aplicativos móveis ou porta a porta, mas como distinguir qual destes meios implementar do ponto de vista estratégico ao nível de uma área? Para responder a esta pergunta, propõe-se adotar uma série de regras que visa cumprir vários objetivos.

6.9.9.1 PROPOSTAS DE REGRAS PARA PRIORIZAÇÃO DE RECURSOS

O primeiro objetivo é garantir que o meio escolhido seja capaz de emitir um alerta, qualquer que seja a velocidade de deflagração do fenômeno. Com efeito, no método anteriormente definido, determinados meios são capazes de alertar uma área para uma inundação de velocidade lenta ou rápida, mas não repentina. É o caso, por exemplo, do SMS, que pode estar sujeito a risco de congestionamento quando os alertas são transmitidos em menos de 15 minutos em áreas com mais de 10.000 pessoas. Este primeiro objetivo visa, portanto, usar um e o mesmo meio dentro de cada zona, independentemente da velocidade do fenômeno (na medida do possível).

Regra nº 1: escolha o meio de alerta que se adapte à velocidade mais rápida de deflagração do perigo que possa ameaçar a área de risco

Caso de aplicação: dois meios "A" e "B" são adequados para uma área de risco, mas meios "B" não são adequados se a ocorrência do perigo ocorrer em menos de 15 minutos → o meio "A" deve ser preferido. O segundo objetivo é garantir que o alerta seja devidamente compreendido pelos indivíduos. Portanto, é necessário priorizar os meios de alerta mais explícitos. A explicitação de um meio de alerta é julgada por: 1) sua capacidade de ser personificada (a mensagem é difundida para cada indivíduo individualmente); 2) sua capacidade de entregar uma mensagem (se possível, escrita, para poder lê-la novamente); 3) sua capacidade de interromper e traduzir a urgência do perigo. Logo, os meios de alerta mais explícitos são (em ordem):

- Porta a porta (mensagem oral entregue pessoalmente pelos serviços de emergência ou cidadãos treinados com a possibilidade de estabelecer diálogo e fazer perguntas por parte do indivíduo);
- Cell broadcast, que consiste numa mensagem interruptiva, mesmo quando o telefone está no silencioso ou modo avião;
- SMS baseado na localização, aplicativos móveis e de mensagem ou redes sociais, os quais emitem uma mensagem de texto menos interruptiva do que o Cell Broadcast;
- Ligação automatizada, cuja mensagem é apenas vocal;
- Alert box (sem mensagem, mas sua ativação torna a informação da chegada do perigo extremamente concreta);
- Rádio e televisão, cuja mensagem audiovisual permite mais conhecimento da situação, mas pode ser demorado pra ser ativado;
- Carro de som, megafone, cuja mensagem pode ser ouvida de um ponto móvel sobre o qual o indivíduo não pode atuar;
- Sirene, cujo som é explícito, mas que não informa sobre o tipo do perigo nem sobre as instruções;
- Painel eletrônico, transporte público e sinalização, cuja mensagem pode ser vista somente se as pessoas estiverem circulando pelo local.

Regra nº 2: escolha o meio mais explícito de alerta

Classificação dos meios de acordo com seu grau de “explicitude”. O terceiro objetivo é minimizar o esforço do meio de comunicação. Isso significa minimizar o número de diferentes meios de alerta dentro do município. A primeira prioridade é manter, à escala de uma área de risco, os mesmos meios de alerta. A segunda é harmonizar os meios de alerta ao nível do município. Se numa área são possíveis dois meios de alerta, mas um dos meios já é ótimo para outra área do município, então este meio deve ser privilegiado para não multiplicar as soluções à escala municipal.

Regra nº3: minimize o número de meios diferentes na escala de um município

Caso de aplicação: Dois meios "A" e "B" podem ser usados em um município, mas o meio "A" pode ser usado em mais áreas do que o meio "B" → escolha o meio "A" em todas as áreas onde um determinado meio pode ser usado.

6.9.9.2 APLICAÇÃO PRÁTICA DAS REGRAS EM ÁREAS DE RISCO

A análise dos métodos de alerta utilizados nas comunidades de Vila Parolin, Vila Torres e Boqueirão, à luz dos critérios de explicitude, evidencia que muitos dos meios disponíveis não atendem plenamente ao objetivo de garantir a compreensão e a urgência do alerta pelos indivíduos. Os métodos classificados como “adequados, mas não implementados”, como o porta a porta, destacam-se por sua alta capacidade de explicitação, combinando uma mensagem entregue pessoalmente, diálogo interativo e possibilidade de responder dúvidas, tornando-o o meio mais explícito e eficaz para alcançar populações vulneráveis. No entanto, sua ausência na prática de comunicação de risco reforça uma lacuna crítica, especialmente em comunidades onde o acesso à tecnologia é limitado ou a alfabetização é uma barreira.

Quadro 20 - Método recomendado (verde), adequado (laranja) e não adequado (vermelho)

Meio de comunicação	Vila Parolin	Vila Torres	Boqueirão
Alert box			
Cell Broadcast			
Ligação telefônica automatizada			
Sirene			
Aplicativo móvel			
Aplicativo de mensagem			
SMS			
Redes sociais			
Carro e moto de som e megafone			
Porta a porta			
Rádio/Televisão			
Painel eletrônico			
Transporte Público			
Sinalização			

Entre os meios recomendados e utilizados, o Cell Broadcast, sobretudo no formato sonoro, aparece como uma solução eficiente, pois é interruptivo e não depende de conexão com a internet, garantindo capacidade de entrega e explicitação da mensagem. Este método, adotado nas três comunidades, posiciona-se como uma ferramenta prioritária dentro do sistema de alerta. Por outro lado, os aplicativos de mensagens e redes sociais são menos interruptivos e exigem que o indivíduo já esteja conectado ou atento às notificações, o que pode reduzir sua eficácia em momentos de crise. Embora sejam úteis em cenários urbanos mais conectados, sua dependência de tecnologia pode limitar seu alcance em áreas com populações mais vulneráveis.

O SMS é classificado como "não adequado" em Vila Parolin e Vila Torres, mas "recomendado" em Boqueirão, principalmente em virtude da elevada taxa de analfabetismo nas áreas e por ser um meio pouco preferido pelos entrevistados nesta pesquisa, conforme demonstrado anteriormente. Além disso, métodos como ligações automatizadas, classificados como "adequado", possuem capacidade de interrupção e transmissão vocal, o que os posiciona acima de opções como sirenes e painéis eletrônicos em termos de explicitação, mas continuam subutilizados.

Finalmente, os métodos menos explícitos, como sirenes, painéis eletrônicos e sinalização, são amplamente classificados como "adequado" nas três comunidades, indicando que são recomendados, mas não implementados. Esses métodos, embora úteis como complementos, oferecem pouca ou nenhuma informação sobre a natureza do perigo ou as ações necessárias, restringindo sua eficácia na comunicação do risco. A priorização de meios altamente explícitos, como o porta a porta e o Cell Broadcast, seguida pela expansão do uso de métodos intermediários, como SMS e aplicativos móveis, seria essencial para alcançar uma comunicação de risco mais inclusiva e eficaz. A integração equilibrada desses meios contribuiria para ampliar a compreensão da mensagem e mitigar os impactos de eventos adversos. Portanto, estas regras permitem obter um meio "ótimo", ou seja, um meio preferencial, para cada área de risco. Todavia, é preferível configurar pelo menos dois meios adicionais de alerta por zona, pois o alerta multicanal é mais robusto em tempos de crise.

6.9.10 DIRETRIZES PARA UMA POLÍTICA JUSTA DE MEIOS DE COMUNICAÇÃO

A análise dos métodos de alerta aplicados nas comunidades de Vila Parolin, Vila Torres e Boqueirão reforça a necessidade de uma política estatal mais justa e

equitativa no que diz respeito à alocação de equipamentos e recursos de alerta. A constatação de que muitas áreas utilizam meios inadequados ao seu território evidencia um desequilíbrio estrutural na gestão de riscos, agravando vulnerabilidades e perpetuando desigualdades territoriais. Nesse caso, seria prudente a criação de uma doutrina estatal orientadora, que leve em conta as particularidades de cada território e ofereça suporte técnico e financeiro para garantir a eficácia dos sistemas de alerta.

A proposta de uma “grade para orientar uma política justa de emprego de meios de comunicação de risco” deve considerar os critérios de explicitação dos métodos de alerta e as características socioeconômicas de cada município. Territórios onde poucos meios são adaptados devem receber atenção prioritária na alocação de equipamentos e na implementação de meios mais eficazes, como o porta a porta e o Cell Broadcast. Estes meios, por sua alta capacidade de explicitação e acessibilidade, seriam particularmente valiosos em comunidades vulneráveis com acesso limitado a tecnologias ou alfabetização. Uma abordagem diferenciada pode reduzir os riscos enfrentados por essas áreas e contribuir para a diminuição das desigualdades.

Além disso, a padronização da infraestrutura de alerta deve ser acompanhada por esforços de capacitação e engajamento das comunidades locais. O fortalecimento das capacidades locais de resposta, aliado a investimentos em tecnologias acessíveis e interruptivas, como o Cell Broadcast e aplicativos de mensagens, pode ampliar a resiliência dos territórios frente à ocorrência de desastres. Ao mesmo tempo, o Estado deve garantir que métodos complementares, como sirenes e painéis eletrônicos, sejam adequadamente distribuídos e utilizados, de modo a reforçar a cobertura dos alertas sem comprometer a compreensão das mensagens pelos indivíduos.

Por fim, a criação dessa doutrina representaria um avanço significativo na governança de riscos no Brasil, pois alinharia os sistemas de alerta às particularidades territoriais e promoveria uma gestão mais equitativa. A redução da vulnerabilidade de municípios e áreas de risco mal equipados e a busca pela justiça territorial devem ser os pilares de uma política nacional de RRD que priorize tanto a proteção da vida quanto a promoção da igualdade entre os diferentes contextos urbanos e rurais. Dessa forma, o Estado não apenas responderia aos desafios do presente, mas também construiria uma base sólida para um futuro mais seguro e inclusivo.

6.9.11 APRIMORAMENTOS NO SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO ESPACIAL

O sistema de suporte à decisão espacial proposto nesta tese é baseado na adequação ou inadequação de meios de comunicação em diferentes zonas de alerta. Este método levanta duas questões. Primeiro, a visão binária (adaptada/não adaptada) pode ser mais flexível através da construção de um gradiente de adaptabilidade de cada meio a cada zona de alerta. Entretanto, é necessário calibrar esses gradientes de forma semelhante para todos os meios. A natureza diversa dos meios significa que alguns não serão 100% perfeitamente adaptados a uma área. Portanto, é necessário que a literatura científica e/ou técnica assuma a análise de sistemas e ferramentas de alerta por meio de *feedback* pós-desastre. Muitas vezes, o sistema de alerta é avaliado em sua capacidade de detectar o fenômeno e não de alertar indivíduos. Uma melhor compreensão dos pontos fortes e limitações dos meios de alerta durante um desastre pode melhorar a calibração dos limites usados nesta tese para justificar a adaptabilidade das ferramentas de alerta aos territórios.

A segunda questão diz respeito aos limites abaixo dos quais os meios de comunicação não são considerados adequados. Esses limites não só podem ser debatidos, mas também adaptados, dependendo se meios muito bem adaptados são procurados, ou se as autoridades aceitam o uso de meios menos adaptados. Combinações de meios de comunicação também podem levar a um nível muito eficaz de alertabilidade (a complementaridade entre diferentes ferramentas de comunicação de risco merece ser estudada). Este ponto também se refere à discussão sobre a taxa aceitável de indivíduos alertáveis, que parece complexa de ser entendida e definida. A análise de *feedback* é uma maneira de estudar a complementaridade entre ferramentas e a precisão dos limites de adaptabilidade usados nesta tese.

O uso de sirene para uma população não capacitada e treinada deveria ser pensado com cautela, pois ela não transmite nenhuma mensagem ou instruções comportamentais. No nível individual, a identificação e consideração de indivíduos que não estão equipados com telefones celulares pode melhorar a eficácia do alerta. Aqui, novamente, a multimodalidade e a complementaridade de ferramentas devem ser estudados. Parâmetros relativos à governança do município, ou seus meios humanos e financeiros, também poderiam ser integrados para melhorar a precisão do modelo. A migração pendular e a população turística também pode ser considerada.

6.10 PROPOSTA PARA A CONSTRUÇÃO DE MENSAGENS DE ALERTA

A última etapa desta tese consiste na construção de um modelo de construção de mensagens sobre inundação, seus impactos para a população em risco e as ações de proteção necessárias (Harrison *et al.*, 2021), a partir do modelo WRM descrito anteriormente. As mensagens foram compiladas num documento *Microsoft Word*. Por fim, a lista de mensagens foi comparada com a literatura científica e das agências de gestão de riscos nacionais e internacionais (Stringer; Aragón, 2020).

6.10.1 ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS

Após o desenvolvimento de mensagens de ação protetora e das consequências do perigo, foram realizadas entrevistas com especialistas em risco de desastres para verificar sua precisão. Eles foram contactados por e-mail a responder um questionário estruturado com perguntas fechadas no Google Formulários a fim de validar as mensagens elaboradas. Após isso, os participantes foram informados de que iriam rever a codificação feita e as mensagens de ação de proteção. Os pesquisadores foram solicitados a fornecer (1) avaliação do conteúdo da mensagem elaborado; e (2) recomendações de ações de proteção que devem ser feitas diante, durante e após uma inundação. Com as sugestões, o autor avaliou a sua pertinência e apresentou aos pesquisadores as mensagens para validação. Na penúltima etapa, foram consultados especialistas em comunicação que forneceram *feedback* sobre a linguagem usada em cada declaração através de um questionário. Foi solicitado aos participantes que analisassem o conteúdo das mensagens com foco na simplicidade da mensagem, eliminando o uso de palavras e frases empregadas para transmitir informações técnicas, que, normalmente, não são bem compreendidas pelo público (Shulman; Bullock, 2020), e identificar consequências não intencionais de frases. A concordância do grupo foi obtida para cada conteúdo das mensagens.

6.10.2 MODELO PROPOSTO PARA MENSAGENS DE ALERTA EFICAZES

O modelo de mensagens de alerta validado por pesquisadores da área de riscos de desastres e de comunicação resultou em um quadro com declarações de impactos potenciais e ações de proteção recomendadas (QUADRO 21). Palavras específicas são apresentadas em letras maiúsculas para ajudar o leitor a identificar o

conteúdo da mensagem (por exemplo, PREPARE-SE). O uso de letras maiúsculas ajuda a transmitir um senso de urgência (por exemplo, SAIA AGORA). O modelo apresenta conteúdo entre colchetes [], permitindo que o gestor local selecione os conteúdos. Os conteúdos em *itálico* sinalizam onde editar o local, a hora e informações adicionais sobre a organização (por exemplo, URL ou número de telefone).

Quadro 21 - Modelo de construção de mensagens de alerta

Etapas	Pré-Evento	Durante	Pós-Evento
Fonte	Defesa Civil	Defesa Civil	Defesa Civil
Perigo	Inundação	Inundação	Inundação
Impactos do perigo	INUNDAÇÃO esperada no Parolin pode causar alagamentos	INUNDAÇÃO no Parolin está causando congestionamento	INUNDAÇÃO no Parolin terminou
Local do perigo	INUNDAÇÃO pode acontecer no Parolin	INUNDAÇÃO acontecendo no Parolin	-
Local de resposta	Selecione pontos de referência conhecidos; cidade/bairro; estrada(s)	Vá ao abrigo na escola [nome], na rua [nome], e siga as placas até lá.	-
Ação de proteção	ACOMPANHE os boletins meteorológicos e os alertas no site da Defesa Civil	EVACUE imediatamente	RETORNE a sua casa apenas quando orientado pelas autoridades
Tempo	Antes de (hora); até (hora)	AGORA	-
Orientação extra	FIQUE ligado no [fonte], ou acesse [site] para mais informações	FIQUE ligado no [fonte], ou acesse [site] para mais informações	-

Fonte: os autores (2025)

Os resultados desta pesquisa são integrados em um único documento destinado a dar suporte aos comunicadores de risco na redação de mensagens de alerta de ameaça iminente (APÊNDICE 5).

CAPÍTULO 7: DISCUSSÃO

Esta seção é estruturada para articular as principais contribuições científicas e práticas, conectando os resultados às lacunas teóricas e metodológicas previamente identificadas. O primeiro eixo, denominado “dinâmicas da percepção e comunicação de riscos”, busca aprofundar o entendimento sobre os fatores que moldam a percepção de risco de inundações e a eficácia das estratégias de comunicação. Este segmento explora não apenas os aspectos teóricos e metodológicos que sustentam essas análises, mas também destaca os determinantes críticos que influenciam a forma como as mensagens de risco são recebidas e interpretadas, principalmente em cenários marcados por vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais.

O segundo eixo, “tecnologias digitais e comunicação de riscos”, concentra-se na interface entre inovação tecnológica e gestão de desastres. Nesse caso, são analisadas as oportunidades e limitações no uso de mídias sociais e tecnologias de geolocalização para a comunicação de riscos. A análise considera como essas ferramentas têm potencial para ampliar o engajamento dos públicos e personalizar os alertas com base em localizações, mas também aponta desafios relacionados ao fluxo de informações e à coordenação interinstitucional em contextos de crise.

Na sequência, o terceiro eixo, “percepções e práticas: a comunicação de riscos entre comunidades vulneráveis e gestores locais”, examina a dinâmica da percepção de risco em duas frentes complementares: a das comunidades vulneráveis, que vivenciam cotidianamente as consequências de eventos extremos, e a dos gestores locais, responsáveis pela formulação e execução de estratégias de comunicação de risco. Essa abordagem destaca como percepções distintas podem gerar desafios e oportunidades para o planejamento integrado e colaborativo em nível local.

O quarto eixo, “vulnerabilidades e desafios na comunicação digital de riscos”, aprofunda os entraves estruturais e tecnológicos que impactam negativamente a eficácia da comunicação em um mundo cada vez mais interconectado. Dentre os aspectos abordados, destacam-se as vulnerabilidades em infraestrutura, os riscos de ataques cibernéticos, as desigualdades no acesso às tecnologias e os perigos associados à invisibilidade urbana, onde populações marginalizadas frequentemente permanecem fora do alcance das estratégias de comunicação.

Por fim, o eixo “perspectivas: rumo à modelagem de um sistema multicanal” propõe avanços na estruturação de sistemas de alerta e comunicação de riscos. Com

base em uma análise interdisciplinar e prática, são apresentadas recomendações voltadas para a integração de escalas espaciais, o uso estratégico de canais diversificados e a centralidade do território no planejamento. Este segmento também enfatiza a necessidade de envolver os indivíduos no processo de comunicação, promovendo mensagens mais claras, detalhadas e alinhadas às especificidades dos contextos geográficos e sociais. A conclusão desta seção reflete não apenas os avanços alcançados, mas também identifica direções para trabalhos futuros que possam expandir as fronteiras do conhecimento na gestão de riscos e desastres.

7.1 DINÂMICAS DA PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RISCOS

A seção "dinâmicas da percepção e comunicação de riscos" explora os principais fatores que influenciam a forma como indivíduos e grupos percebem e respondem a riscos, com foco específico no contexto de desastres deflagrados por eventos naturais. Inicialmente, analisa a percepção de risco, destacando os aspectos psicológicos, sociais e culturais que moldam as atitudes e comportamentos das comunidades diante de ameaças. A percepção é, muitas vezes, distorcida por fatores como experiências passadas, mediações sociais e a forma como as informações sobre riscos são transmitidas, o que influencia diretamente a eficácia da comunicação.

A comunicação de riscos desempenha um papel crucial nesse contexto, pois é através desse processo que informações sobre ameaças são compartilhadas com a população. A análise dos determinantes da eficácia na comunicação de riscos revela que fatores como clareza, confiabilidade e acessibilidade das mensagens são essenciais para garantir que as pessoas compreendam a gravidade da situação e tomem as ações necessárias para sua proteção. Além disso, a comunicação de risco deve ser adaptada às características do território e do público-alvo, considerando aspectos como nível de escolaridade e canais preferenciais de informação.

A seção também aborda os aspectos teóricos e metodológicos na análise da percepção de risco, discutindo como diferentes abordagens teóricas, como o modelo psicológico do risco e a teoria do comportamento social, podem ser aplicadas para entender melhor como as pessoas processam e reagem aos riscos de desastres. A análise metodológica explora os métodos quantitativos e qualitativos utilizados em estudos de percepção de risco, como pesquisas de campo, entrevistas e análise de dados secundários, destacando os desafios e limitações dessas abordagens.

Por fim, a dinâmica entre a percepção e a comunicação de riscos é analisada em um contexto interativo, pois a forma como os riscos são percebidos pelas comunidades influencia as estratégias de comunicação adotadas pelos gestores locais de proteção e defesa civil. A seção destaca a necessidade de uma abordagem integrada, que leve em consideração tanto os aspectos psicológicos e sociais da percepção de risco quanto os avanços tecnológicos na comunicação, visando melhorar a resposta coletiva a desastres e fortalecer a resiliência das comunidades.

7.1.1 FATORES DETERMINANTES DA PERCEPÇÃO DE RISCO

A análise da percepção de risco, juntamente com a implementação de estratégias de comunicação, é vital na RRD (Botzen; de Boer; Terpstra, 2013; Wachinger *et al.*, 2013). Estudos distinguem fatores que influenciam a percepção, mas, muitas vezes, os resultados são contraditórios e requerem um processo de sistematização. Os resultados desta tese indicam que 35 fatores, pelo menos, influenciam o grau de percepção de risco de inundação. As características sociodemográficas são a principal, sobretudo a idade, o gênero e a escolaridade. O gênero é uma variável que está relacionada às avaliações e atitudes. Mulheres e homens não estão em risco por causa de sua localização no tempo e lugar, mas por causa de um complexo número de fatores que incluem papéis e responsabilidades, vulnerabilidades, relações sociais, tradições e estruturas institucionais. Dada a localização social dos homens em uma sociedade patriarcal, eles geralmente têm menor percepção (Xiao; McCright, 2013). Os resultados corroboram esses estudos e sugerem que as mulheres têm níveis percebidos de riscos mais altos do que os homens (Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018; Yu *et al.*, 2021).

A exposição física, sobretudo a proximidade de um rio, é outro fator que influencia a percepção do risco, embora essa relação seja ambígua. Estudos constataram que as pessoas que vivem perto de um rio apresentam maior disposição para adotar comportamentos protetores (Botzen; Aerts; van den Bergh, 2013). Essa descoberta não está de acordo com estudos de viés cognitivo, os quais indicam que as pessoas percebem um perigo como mais grave quanto mais distante estiver delas; rotulado de “hipermetropia ambiental” (Uzzell, 2000). Esse viés é baseado na ideia de que a interpretação da realidade circundante se torna mais abstrata quanto mais distante esta realidade estiver do observador. Os resultados encontrados corroboram

os estudos anteriores e acrescentam a necessidade de maior atenção com a diferença de percepção de risco em relação às dimensões dos cursos hídricos.

Ter a experiência de uma inundação é outro fator que molda a percepção (Kellens; Terpstra; De Maeyer, 2013; Marlon *et al.*, 2019; Wachinger *et al.*, 2013). Isso pode reforçar o comportamento de precaução. Mas também pode ter um efeito negativo (baixa gravidade e eventos raramente experimentados podem gerar uma falsa sensação de segurança). Aqueles que vivenciaram uma inundação tendem a ter maior percepção, sobretudo se sofreram danos ou se sentiram preocupados por sua família, por si mesmos ou por suas casas. Nesta tese especificamente, pessoas com experiência tiveram maior percepção e perceberam o perigo como mais frequente; elas também se veem como futuras vítimas, o que aumenta a busca por informações e motivação para se engajar em comportamentos de proteção. Esses resultados também confirmam a hipótese de que pessoas sem experiência apresentam baixa consciência e consideram-se seguras, logo, são mais propensas a subestimar um evento futuro. Em outras palavras, parte-se da ideia de que, “se no passado o evento não me atingiu, também não serei afetado futuramente”.

O nível de responsabilidade do ser humano na tomada de ações preventivas está ligado à sua confiança em diferentes atores institucionais, fontes de informação e medidas de proteção. Os resultados sugerem que a confiança no governo e nas medidas estruturais leva à redução da percepção e as ações de prevenção. As pessoas que residem nessas áreas têm uma falsa sensação de segurança que resulta na baixa consciência e na diminuição da preparação. Ambos os resultados podem subsidiar estratégias de comunicação de risco que possibilitem aos moradores uma melhor preparação. As informações são mais prováveis de serem adotadas quando transmitidas por comunicadores confiáveis (Seebauer; Babicky, 2018). Mesmo que se saiba que se sentir informado não se traduz necessariamente em adotar um comportamento correto durante um evento, certamente é um fator crítico.

Estudos anteriores mostraram que a percepção e a adoção de medidas de proteção foram menores entre as pessoas que atribuíram essa responsabilidade às autoridades. Aqui, uma parte dos entrevistados considera que a responsabilidade é igualmente distribuída entre instituições e cidadãos, revelando uma vontade de assumir algumas ações para lidar com as adversidades. Essa atitude abre oportunidades para um processo de comunicação que inclua a participação cidadã na

RRD, em um esforço para aumentar a eficácia da resposta. A necessidade de aumentar a conscientização das pessoas sobre o fato de que a proteção contra riscos é, também, uma responsabilidade pessoal, embora seja questionado por outros. Indivíduos que acreditam nisso têm uma tendência a tomar ações de proteção.

7.1.1.1 ABORDAGENS TEÓRICAS E METODOLÓGICAS

Os paradigmas teóricos da pesquisa de percepção de risco podem ser amplamente delimitados ao longo de construções psicológicas, normativas, culturais, cognitivas e sociais. São diversos os paradigmas existentes nesse campo, incluindo: (1) modelos mentais; (2) paradigma psicométrico; (3) disposições orientadoras como afetos e visões de mundo; (4) modelos socioeconômicos e demográficos; (5) teoria cultural; (6) conceitos orientados para a confiança; (7) conceitos orientados para localização e experiência; e (8) a teoria da motivação de proteção (Birkholz *et al.*, 2014). A aplicação de estruturas teóricas, portanto, torna-se necessária a fim de desenvolver hipóteses robustas, pesquisas sólidas, instrumentos de medição validados e análises de dados sofisticadas (Kellens; Terpstra; De Maeyer, 2013). Porém, a maioria dos estudos analisados absteve-se de usar teorias, corroborando outras pesquisas (Bubeck; Botzen; Aerts, 2012; Kellens; Terpstra; De Maeyer, 2013; Lechowska, 2018, 2022). Assim sendo, abordagens e métodos são heterogêneos, o que torna complexa comparação de resultados.

A análise da percepção de risco não pode ser limitada apenas a dados estatísticos, mas também deve incluir a interpretação dos contextos socioculturais e histórico-políticos. Por isso devem ser introduzidos métodos qualitativos que permitam identificar fatores subestimados na literatura científica. Um método qualitativo promissor é a abordagem dos modelos mentais. Trata-se de um método que captura como as pessoas pensam sobre sua situação de perigo, o que sabem e o que percebem sobre os fatos e processos relacionados à causação, dano e mitigação de perigos (Lechowska, 2018). Avaliar o que o público-alvo já sabe ou acredita sobre um assunto é importante para elaborar mensagens eficazes de comunicação de riscos.

7.1.2 DETERMINANTES DA EFICÁCIA NA COMUNICAÇÃO DE RISCO

Embora a comunicação de risco de inundação seja reconhecida como um elemento essencial na RRD, os resultados desta pesquisa indicam que a

comunicação é um tema pouco explorado, abordada por pesquisadores de países europeus e norte-americanos. Essa escassez limita a compreensão de como as pessoas de outros continentes avaliam a situação de risco e quais são os meios mais utilizados para receber informações, bem como as evidências de mudanças climáticas que podem aumentar a conscientização sobre os riscos e inspirar a adaptação em áreas vulneráveis como os países em desenvolvimento. Somado a isso, comunidades em áreas de risco de inundação são compostas por indivíduos de diferentes perfis sociais, econômicos e demográficos, e essas diferenças são refletidas na complexidade e natureza multidimensional da comunicação (Ping *et al.*, 2016).

Logo, comunicar o risco é um desafio para todas as partes interessadas, sobretudo os responsáveis por esse processo. Nenhuma abordagem única funciona para todas as populações ou para todas as situações de risco. A comunicação e os meios utilizados devem ser ajustados às necessidades de diferentes grupos populacionais (adultos, crianças, idosos, pessoas com deficiência e aquelas que vivem em situação de rua), para que possam avaliar a sua situação de maneira objetiva e receber os meios para tomar decisões assertivas (Kellens; Terpstra; De Maeyer, 2013). A comunicação de risco de forma verbal, face a face, por exemplo, é considerada mais eficaz para pessoas idosas do que apenas fornecer informações pela internet e mídias sociais. Esse tipo de comunicação possibilita ao receptor a oportunidade de buscar esclarecimentos e fazer perguntas ao comunicador, que podem aumentar sua compreensão das informações. Entretanto, o impacto da intervenção diminui com o passar do tempo. Ou seja, para estratégias de comunicação voltadas para eventos que possuem uma baixa recorrência, o público deve receber informações regulares sobre o significado desse método.

O papel que a confiança exerce na aceitação da comunicação identificado neste artigo corrobora estudos anteriores. As pessoas prestam mais atenção às informações fornecidas de maneira oportuna, consistente, fácil de entender e advindas de fontes confiáveis. A confiança passa pela avaliação em relação às intenções dos gestores e dos especialistas envolvidos na comunicação de risco (Dayamba *et al.*, 2018). Se as pessoas acreditam que os gestores demoram a responder ou omitem informações, a confiança diminui. Mesmo uma estratégia de comunicação bem projetada, voltada para públicos específicos, dificilmente terá sucesso em um ambiente de desconfiança (Lorenzoni; Pidgeon, 2006).

Outro aspecto que merece atenção é a identificação dos fatores que influenciam na resposta à comunicação de risco. Os artigos mostram que o desenvolvimento das estratégias pré-evento é influenciado pela percepção de risco, experiência, tipo de estratégia, confiança nas medidas estruturais, incertezas, fontes de informação e confiança nelas. Pessoas que acreditam que não estão em perigo têm menos probabilidade de evacuar no caso de um alerta, e aquelas que conseguem identificar o problema e sentem que podem fazer algo tendem a ser mais receptivas às informações de risco. Isso é corroborado se tiverem experiência anterior em que não foram diretamente afetados pelo evento. As pessoas que sofreram o impacto de uma inundação são mais receptivas a alertas e ordens de evacuação. Há evidências de que as pessoas que passaram por inundações, mas não sofreram danos às suas próprias propriedades ou ferimentos, continuam a acreditar que estão protegidas contra possíveis perigos de desastres iminentes (Fonseca; Ferentz, 2020, 2021).

Como o risco é uma questão de consciência, é vital entender a comunicação no contexto de sistemas de conhecimento, que moldam como as pessoas processam, interpretam e reagem às mensagens (O'Sullivan *et al.*, 2012). Ou seja, reconhecer que os sujeitos são receptores ativos de informações de risco e, por isso, precisam ser vistos como iniciadores e criadores de esquemas alternativos, em vez de meros receptores (Ping *et al.*, 2016). Uma das formas encontradas foi a emissão de alertas por pessoas locais confiáveis. Ações dessa natureza podem ser potencializadas pelas TICs, as quais permitem que as comunidades forneçam *feedback* sobre a situação local. No Egito, Mali e na Bélgica, esse processo foi usado para classificar a intensidade das inundações e ajustar os limiares de alerta (Cools; Innocenti; O'Brien, 2016).

7.2 PERCEPÇÕES E PRÁTICAS: A COMUNICAÇÃO DE RISCOS ENTRE COMUNIDADES VULNERÁVEIS E GESTORES LOCAIS

Este tópico analisa as dinâmicas de comunicação de riscos entre dois grupos-chave: as comunidades vulneráveis, que enfrentam riscos elevados de desastres, e os gestores locais, responsáveis pela implementação de estratégias de mitigação e resposta. A comunicação eficaz entre esses grupos é fundamental para melhorar a compreensão mútua e fortalecer a capacidade de resposta da comunidade frente a eventos adversos. A análise das percepções de risco de inundação entre as

comunidades vulneráveis revela que, frequentemente, as preocupações e prioridades locais não são totalmente compreendidas ou integradas pelos gestores de risco. Fatores como a falta de acesso à informação, a confiança nas autoridades locais e as experiências passadas com desastres influenciam a forma como as pessoas percebem os riscos e a sua disposição para agir diante das ameaças. Além disso, as diferenças culturais e socioeconômicas podem criar barreiras à comunicação eficaz, exigindo abordagens personalizadas para engajar a população de forma significativa.

A prática da comunicação de riscos no planejamento e gestão local, por outro lado, reflete a tentativa de superar essas barreiras e envolver as comunidades de forma mais direta nas estratégias de RRD. No entanto, a análise revela que, muitas vezes, os gestores locais enfrentam desafios relacionados à falta de recursos, ao desconhecimento das necessidades específicas das comunidades e à dificuldade em transmitir mensagens claras e compreensíveis. A comunicação de risco, portanto, não deve ser apenas informativa, mas também educativa e participativa, com foco na construção de confiança e no fortalecimento das capacidades locais. Nesse sentido, propõe-se uma reflexão sobre a importância de adotar práticas de comunicação inclusivas, que considerem as especificidades locais e promovam um diálogo contínuo entre gestores e comunidades. A melhoria da comunicação de riscos depende da colaboração entre esses dois grupos, com a integração de canais de comunicação tradicionais e digitais e a capacitação de ambos para compreender e agir de forma eficaz em situações de risco. A relação entre percepção e prática é um processo dinâmico e contínuo, essencial para garantir uma gestão de riscos mais eficiente.

7.2.1 A PERCEPÇÃO DE RISCOS EM COMUNIDADES VULNERÁVEIS

A compreensão e análise da percepção de risco de inundação, juntamente com o desenho e implementação de estratégias de comunicação de risco, são etapas fundamentais na eficácia da RRD, especialmente em áreas de vulnerabilidade socioambiental (Siegrist; Árvai, 2020; Tasantab; Gajendran; Maund, 2023, 2022). Assim sendo, diversas pesquisas distinguem fatores que exercem influência na percepção, entretanto, muitas vezes, os resultados são contraditórios e requerem um processo de sistematização. Nas comunidades estudadas em Curitiba e Recife, a média geral de percepção dos participantes é de 0,48 e de comunicação é 0,43. Isso indica uma percepção moderada em relação aos aspectos avaliados pelos moradores.

Os resultados mostram que a idade, a escolaridade, a proximidade da fonte do perigo, a presença de grupos vulneráveis e a experiência anterior exercem uma influência na percepção e comunicação do risco de inundação (Ahmad; Afzal, 2022). Por outro lado, não houve diferenças de gênero na percepção e comunicação, contrastando pesquisas (Gotham; Lauve-Moon; Powers, 2017). Ou seja, homens e mulheres percebem o perigo no mesmo nível (Babcicky; Seebauer, 2017). Entre os grupos etários, os mais velhos perceberam um risco de inundação mais elevado do que os mais jovens (Ardaya; Evers; Ribbe, 2017), mas contrasta com outros achados (Cvetkovic *et al.*, 2018). Embora apresentem maior probabilidade percebida de serem afetados e necessidade de mais informações, as pessoas mais velhas apresentam menor preparação e capacidade de lidar com a RRD (Qasim; Qasim, 2020; Qasim *et al.*, 2015; Shah *et al.*, 2021; Ullah *et al.*, 2020).

A educação é um fator crucial na percepção. Os entrevistados com maior escolaridade são mais jovens e apresentam uma percepção mais elevada do que os demais, o que refletiu em maior capacidade de preparação e de lidar com a RRD. Esse resultado corrobora outras pesquisas, as quais mostram que pessoas com níveis mais elevados de educação têm maior probabilidade de compreender os alertas de inundação emitidos pelas autoridades, permitindo-lhes tomar medidas adequadas e oportunas durante eventos de inundação (Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018). Por outro lado, indivíduos com nível de escolaridade baixa podem enfrentar desafios na compreensão dos alertas e na localização de recursos, tornando-os potencialmente mais vulneráveis aos impactos das inundações (Yu; Wang; Li, 2022).

O nível de responsabilidade individual na prevenção está ligado à confiança em diferentes atores e medidas de proteção. Os respondentes, sobretudo os mais velhos e aqueles que foram afetados por inundações, possuem confiança elevada nas autoridades públicas e na adoção de medidas estruturais. Isso leva à redução da capacidade individual de lidar com RRD e ao menor conhecimento das medidas de preparação e dos meios de comunicação (Johns; Dixon; Pontes, 2020). Ou seja, a dependência de meios de proteção, que apresentam limitações de eficácia a longo prazo (Lupp; Zingraff-Hamed, 2021), pode causar efeitos indesejáveis na preparação e resposta a uma inundação. Pois, normalmente, as pessoas residentes nessas áreas têm uma falsa sensação de segurança, que resulta na baixa consciência e diminuição da preparação (Buchecker; Ogasa; Maidl, 2016).

Nas vilas Torres e Parolin, em Curitiba, comunidades caracterizadas pela presença da indústria do material reciclável como vetor econômico dos residentes, uma parcela dos respondentes considera uma responsabilidade expressiva dos cidadãos no processo de RRD, revelando uma vontade de assumir algumas ações para lidar com as adversidades, principalmente no âmbito dos resíduos sólidos. Essa atitude abre oportunidades para um processo de comunicação que inclua a participação cidadã como elemento-chave na gestão do risco de inundação, em um esforço conjunto para aumentar as chances de sucesso da resposta.

A proximidade da fonte do perigo foi usada para avaliar a percepção de risco. Os resultados revelaram que as pessoas residentes perto da margem do rio tinham uma percepção de risco consistentemente elevada em comparação com aqueles que residem em locais mais afastados (Kurata *et al.*, 2022, 2023). Apesar de estarem mais expostas, as pessoas que vivem às margens dos rios apresentam menor preparação e autoeficácia e maior confiança em medidas estruturais (Liu; Wang, 2018). Os indivíduos também possuem pouco conhecimento dos meios de comunicação, compreensão e busca das informações. Esse resultado contrasta com estudos de viés cognitivo, que indicam que as pessoas percebem um perigo como mais grave quanto mais distante estiver delas, chamado de “hipermetropia ambiental” (Uzzell, 2000).

Da mesma forma, as experiências anteriores de inundações afetaram positivamente a comunicação e percepção. Ou seja, as pessoas com mais experiência, sobretudo as mais velhas e pardas/negras, perceberam o perigo como mais frequente e se veem como futuras vítimas (Mashi *et al.*, 2020; Mensah; Ahadzie, 2020; Thistlethwaite *et al.*, 2018). Isso pode reforçar o comportamento de prevenção. No entanto, essa sensação não reflete na autoeficácia, preparação, responsabilidade individual, busca e compreensão de informações e conhecimento dos meios de comunicação. É um resultado que contrasta com várias pesquisas, as quais mostram a existência de uma relação significativa entre a experiência e a preparação (Kurata *et al.*, 2022; Kusumastuti *et al.*, 2021).

Por outro lado, o tempo de ocorrência da última inundação também exerce um papel importante na percepção de risco, pois é de se esperar que a experiência ocorrida há muito tempo tenha pouca influência na percepção atual. Os resultados na Vila Torres confirmam a hipótese de que as pessoas sem experiência apresentam baixa consciência e consideram-se seguras, assim sendo, são mais propensas a

subestimar um evento futuro. Ou seja, parte-se da ideia de que, “se no passado o evento não me atingiu, também não serei afetado futuramente”. É menos a experiência “em si” e mais a gravidade dos efeitos que moldam as percepções.

Portanto, os resultados podem subsidiar estratégias de comunicação que possibilitem aos moradores uma melhor preparação diante do risco de inundação. A manutenção deste estado de preparação requer capacitação contínua e a institucionalização de uma cultura de RRD. As informações são mais prováveis de serem adotadas quando transmitidas por comunicadores confiáveis (Seebauer; Babicky, 2018). Mesmo que se saiba que se sentir informado não se traduz necessariamente em adotar um comportamento durante um evento, este é um fator crítico.

7.2.2 COMUNICAÇÃO DE RISCOS NO PLANEJAMENTO E GESTÃO LOCAL

A análise da integração da comunicação de risco de inundação no planejamento e na gestão em municípios do Brasil revela uma teia de desafios interconectados, como aspectos institucionais e questões sociais e tecnológicas. Em um primeiro momento, a percepção restrita do conceito de comunicação de risco como uma ação limitada à emissão de avisos e alertas e de natureza *top-down* é uma barreira significativa. São poucos os relatos de uma comunicação que ocorre na normalidade e de maneira participativa. O sucesso no engajamento comunitário na normalidade está correlacionado à eficácia das estratégias de redução de risco (Danaa, 2024; Sataøen *et al.*, 2024), a fim de possibilitar uma melhor preparação e resposta. Os mecanismos institucionais e protocolos com diretrizes adequadas para comunicar o risco, desde o período da normalidade até a iminência do evento, são necessários para uma redução de risco coordenada e eficaz (Dsouza *et al.*, 2023). Isso tem influência na aplicação da informação de risco e é representado em que e como a comunicação ocorre, bem como através de quais canais, por quem e para quem (Ardaya; Evers; Ribbe, 2019; Bergsma, 2019; Davids; Thaler, 2021).

Contudo, a análise revela lacunas importantes. Apesar de abranger diversos aspectos da gestão de risco, falta estruturação em relação à comunicação de risco, sobretudo na normalidade. A ausência de um documento e/ou capítulos dedicados, objetivos claros e segmentação geográfica e de grupos-alvo comprometem a eficácia desses protocolos. Entre a entrevista e a escrita desta seção, apenas um município

inseriu um tópico sobre comunicação de risco em seu plano. É um avanço, embora o desenvolvimento de um plano eficaz de comunicação de riscos leve tempo. Fazer isso requer experiência e conhecimento específicos em pensamento e comunicação. Muitas vezes, cientistas e engenheiros assumem que a necessidade de atenção elaborada se limita à preparação de documentos técnicos mais detalhados.

Além disso, desenvolver materiais eficazes de comunicação de riscos destinados a leigos não é uma tarefa simples. Adaptar uma mensagem técnica a um público não técnico com o nível apropriado de nuances e detalhes é uma tarefa desafiadora que é, muitas vezes, subvalorizada. Incluir pessoas com formação em comunicação nas equipes técnicas e proporcionar ao pessoal técnico oportunidades de formação em comunicação são essenciais para comunicar riscos com sucesso. Em quase todas as atividades de comunicação de riscos, o papel do comunicador de riscos deve ser elevado na liderança e direção do projeto. A fragmentação de responsabilidades entre diferentes setores pode levar à inconsistência nas mensagens transmitidas, o que é um desafio reconhecido em vários países.

O compartilhamento de informações com cidadãos e outros órgãos através de diversos canais é um aspecto positivo identificado nas entrevistas. As tecnologias digitais, como redes sociais, aplicativos móveis e grupos de WhatsApp, são as mais utilizadas pelos gestores para disseminação de informações, corroborando diversas pesquisas (Beling Loose; Londe; Marchezini, 2023; Londe *et al.*, 2023). Contudo, a dependência dessas tecnologias apresenta desafios, sobretudo em áreas com acesso limitado à internet ou a dispositivos móveis, e limitações em possibilitar a preparação adequada (CHAN; MAN; LAM, 2019) de diferentes grupos populacionais, como os idosos (Walkling; Haworth, 2020), as pessoas com deficiência e não letrados. O sistema de alerta baseado no cadastro voluntário do CEP potencializa o risco de desastre em assentamentos informais, já que nessas áreas, normalmente, não há endereço e, por conseguinte, CEP (Fonseca; Garcias; Silva, 2023b). A integração de métodos tradicionais, como televisão, porta a porta, com tecnologias digitais é essencial para alcançar uma audiência ampla e diversificada. A literatura apoia essa abordagem, destacando que a diversidade de canais aumenta a probabilidade de que as mensagens alcancem todos os segmentos da população (Fonseca; Garcias, 2020; Fonseca; da Silva; Garcias, 2023).

A adaptação das mensagens de comunicação de risco ao contexto socioespacial é outro aspecto destacado nas entrevistas. Todavia, a dificuldade em personalizar essas mensagens aponta para uma lacuna significativa. Nenhuma abordagem única funciona para todas as populações ou para todas as situações de risco. Estudos demonstram que a personalização socioespacial da comunicação de risco pode melhorar a compreensão, a preparação e a resposta da população aos alertas (Fonseca; Garcias; Silva, 2023b; Fonseca; Da Silva; Garcias, 2023; Walkling; Haworth, 2020). As mídias digitais, por exemplo, são uma fonte de informação entre os mais jovens (Bean *et al.*, 2015). Já os idosos tendem a usar os meios tradicionais de comunicação, como jornais, televisão, rádio e boca a boca (Tang *et al.*, 2015). Pessoas com deficiência, dificuldades de ler e escrever podem não ser capazes de interpretar e responder a uma mensagem de alerta em um celular. Por isso, a comunicação verbal possibilita ao receptor a oportunidade de buscar esclarecimentos e fazer perguntas ao comunicador que podem aumentar sua compreensão das informações. Entretanto, o impacto da intervenção diminui com o tempo. Para estratégias voltadas para eventos que possuem uma baixa recorrência, o público deve receber informações regulares sobre o significado desse método.

A avaliação da clareza e acessibilidade das mensagens emitidas e recebidas, bem como da existência de mecanismos de avaliação das atividades realizadas, são temas centrais na discussão sobre a eficácia da comunicação de risco. Contudo, os entrevistados indicam que isso é uma prática que ocorre de maneira informal, baseada na experiência do agente, e não significa, necessariamente, que seja incorporada no planejamento. Logo, a formalização de métodos de avaliação baseados em evidência, incluindo o uso de métricas quantitativas e qualitativas, é essencial para uma análise robusta e para a melhoria contínua das estratégias de comunicação e uma mudança de comportamento (Bartolucci; Magni, 2016). A capacitação contínua dos profissionais envolvidos no processo de comunicação de riscos é fundamental para a interpretação precisa de dados, bem como para a transmissão eficaz das informações.

A integração da comunidade no processo de comunicação, bem como o seu *feedback*, são outras práticas realizadas e recomendadas para aumentar a eficácia da comunicação de risco. Porém, de acordo com os relatos, o que se percebe é uma abordagem vertical da gestão e comunicação de risco. Estudos indicam que, na abordagem vertical, os comunicadores buscam “alfabetizar” os cidadãos. No entanto,

esse modelo tem sido classificado como produtor de um “déficit de informação” e de vulnerabilidade (Demeritt; Nobert, 2014), ao marginalizar as redes locais de informação e comunicação. As características culturais das comunidades são frequentemente ignoradas na análise das estratégias de comunicação dos riscos de inundações nas economias emergentes. Aqueles que estão em risco são comumente enquadrados como necessitados e dependentes de especialistas para ditar quais informações de risco são importantes e por quê (Burns; Slovic, 2012). Em outras palavras, os usuários são excluídos dos processos de criação de comunicação.

Nos últimos anos, o aumento do envolvimento público gerou uma rica variedade de interações ciência-sociedade nas quais o público leigo é participante ativo. O objetivo é motivar uma conversa social em torno da ciência (Bucchi; Trench, 2021), não apenas entre o público e os cientistas, mas também entre o próprio público em diversos espaços sociais (Devaney *et al.*, 2020; Muradova; Walker; Colli, 2020). É uma abordagem embasada em uma forma mais profunda de envolvimento comunitário associada a ideias mais amplas de democracia participativa, aprendizagem social e coprodução (Stewart, 2024). Em outras palavras, a comunicação torna-se parte de um processo coletivo e contínuo de produção de conhecimento, e não o ato final de transferência de conhecimento, logo, pode ser classificado como sendo um processo de comunicação tridirecional.

As barreiras institucionais, como a falta de recursos financeiros e tecnológicos, são desafios comuns enfrentados por muitos municípios e impedem a implementação de estratégias abrangentes de comunicação de risco (Ferentz *et al.*, 2021; Fonseca; Garcias, 2020, 2021; Londe *et al.*, 2023; Marchezini *et al.*, 2022; Pinheiro *et al.*, 2021). A coordenação entre diferentes órgãos de uma gestão local e a integração de sistemas de gerenciamento de informações também são barreiras que impactam negativamente na eficácia da comunicação e da redução de risco. A criação de estruturas de governança claras e a definição de responsabilidades são, portanto, essenciais para a melhoria da coordenação e eficácia da comunicação. A implementação de plataformas integradas de gestão de risco pode facilitar a coordenação e a troca de informações entre diferentes entidades.

Além das barreiras institucionais, as barreiras sociais representam desafios significativos à eficácia do processo de comunicação de risco. A conscientização da população, participação limitada em atividades de prevenção e preparação e a

resistência à mudança de comportamento são fatores que podem comprometer a eficácia da comunicação. "Culturalmente, o Brasil é um país reacionário e não preventivo", observa um entrevistado, destacando a importância da conscientização como uma das maiores barreiras para a comunicação eficaz de riscos. A literatura sugere que a promoção de uma cultura de prevenção e a educação contínua são essenciais para superar essas barreiras sociais (McEwen *et al.*, 2014). Campanhas de conscientização e programas educacionais podem aumentar o engajamento da comunidade e reduzir a resistência à adoção de medidas preventivas.

Outro fator que merece atenção na comunicação dos riscos é a disseminação de informações falsas. A luta contra a disseminação das chamadas *fake news* é fundamental para manter a credibilidade das informações oficiais e garantir que a população tome decisões informadas (Algan; Malgouyres; Senik, 2020; Hunt; Agarwal; Zhuang, 2022). As estratégias de comunicação devem incluir mecanismos para monitorar e desmentir informações falsas rapidamente. Estudos mostram que a transparência e a comunicação proativa por parte das autoridades podem ajudar a construir confiança e a minimizar o impacto das *fake news*. Além disso, parcerias com organizações de mídia e influenciadores locais podem ser eficazes para amplificar mensagens corretas e combater a desinformação.

Em resumo, os desafios na comunicação do risco de inundação envolvem uma combinação complexa de fatores. Superar essas barreiras requer uma abordagem abrangente e coordenada, envolvendo investimentos adequados, capacitação de pessoal, conscientização contínua da população e melhoria da infraestrutura tecnológica e institucional. A comunicação de risco eficaz exige uma abordagem integrada que considere as complexas interações entre fatores institucionais, tecnológicos e sociais. A adoção de práticas baseadas em evidências, a formalização de métodos de avaliação e a promoção de uma cultura de prevenção são passos essenciais para melhorar a resiliência das comunidades frente a desastres. A colaboração entre diferentes setores, o investimento em tecnologia e a educação contínua da população são componentes-chave para superar as barreiras identificadas e fortalecer a comunicação de risco em nível municipal e nacional.

7.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO FERRAMENTAS NA GESTÃO DE RISCOS

A revolução promovida pela Internet e pelas TIC tem transformado profundamente as dinâmicas de gestão urbana e a relação entre gestores públicos e cidadãos (Brandtner *et al.*, 2017; Höglund; Svärdsten, 2018). No campo da comunicação de riscos, essas tecnologias têm desempenhado um relevante papel ao permitir monitoramento mais preciso, detecção antecipada de ameaças e disseminação eficiente de alertas. Essas capacidades têm potencial para fortalecer as fases de prevenção e preparação, particularmente em eventos previsíveis e de evolução lenta.

Entre os principais avanços proporcionados pelas TIC, destaca-se o uso crescente das mídias sociais em cenários de desastres. Essas plataformas emergem como espaços dinâmicos para a troca de informações em tempo real, possibilitando que gestores disseminem alertas rapidamente, enquanto cidadãos compartilham informações locais. O engajamento promovido por essas redes é, no entanto, um desafio contínuo. A eficácia da comunicação depende não apenas da velocidade de transmissão, mas também da qualidade, clareza e confiabilidade das mensagens. Além disso, as tecnologias de geolocalização têm redefinido a personalização das estratégias de comunicação de risco. Por meio da integração de dados espaciais e alertas direcionados, os gestores podem emitir mensagens adaptadas a públicos específicos, maximizando o impacto das informações em áreas diretamente afetadas.

Portanto, este tópico analisa o impacto das TICs na gestão de riscos e desastres, destacando como as ferramentas digitais transformaram a detecção de perigos, a disseminação de alertas e a interação entre gestores urbanos e cidadão, principalmente em eventos de início lento e previsíveis. Aborda principalmente o uso das mídias sociais para engajamento e compartilhamento de informações em tempo real, ressaltando os desafios da desinformação, e explora as tecnologias de geolocalização, que permitem alertas mais direcionados e eficazes. Além disso, discute os desafios enfrentados pela adoção dessas tecnologias, como desigualdade no acesso e riscos cibernéticos, propondo soluções para superar essas barreiras e garantir uma comunicação de risco mais inclusiva e eficiente.

7.3.1 USO DE MÍDIAS SOCIAIS EM CENÁRIOS DE RISCOS E DESASTRES

As agências governamentais têm utilizado as mídias sociais para ampliar sua comunicação com a sociedade, já que possibilitam a criação de comunidades virtuais e ambientes colaborativos (Bhuvana; Arul Aram, 2019; Ghosh; Arora, 2021; Jayasekara, 2019). O emprego das mídias sociais permite compreender o que a gestão local está compartilhando, quais são os enfoques e os tipos de mídia usados. Dentre as ferramentas utilizadas pelos usuários estão as redes sociais. O Facebook é a rede social com mais usuários registrados no mundo, com mais de 2 bilhões de usuários, e está entrelaçado à vida diária de muitas pessoas. No Brasil, estima-se que cerca de 75% da população utiliza a plataforma, sendo o terceiro país no mundo com mais cadastrados (Twist, 2022). Logo, possui potencial para que os órgãos de gestão de riscos e desastres o incorpore em suas operações, fortaleça conexões com seus públicos (Wang *et al.*, 2016) e se torne uma fonte de dados para análise (Rajput *et al.*, 2020). É possível aprimorar a sensibilização através da implementação de medidas de proteção ao vincular as informações de geolocalização de “o que aconteceu” com “onde aconteceu”.

Esta preocupação, pelo emprego de ferramentas como o Facebook por parte da gestão local, pôde ser observada durante a coleta de dados e sugere abordagens possíveis para tais melhorias. Os resultados indicam diferenças expressivas na comunicação do risco pela Prefeitura e pela Compdec. Enquanto a Prefeitura utiliza com pouca frequência a sua webpage no Facebook para publicar ações sobre esse fenômeno, a Compdec faz uso extensivo, com postagens diárias sobre as condições meteorológicas e, semanalmente, recomendações comportamentais sobre como agir em um período de normalidade ou quando da possibilidade de um evento adverso. No Sri Lanka, o baixo uso do Facebook para a comunicação de risco foi um fator que influenciou a não utilização da plataforma para compartilhar alertas durante a inundação de 2016 (Jayasekara, 2019), pois os cidadãos não levaram a sério os alertas.

Os gestores públicos de Curitiba consideram preparar a população para lidar com o risco como a questão mais importante, mais do que divulgar informações relacionadas à prevenção, ou seja, fazer com que os indivíduos conheçam os riscos a que estão expostos e os principais elementos que contribuem para a sua existência, como a vulnerabilidade. A comunicação de risco é uma parte essencial desses esforços, dessa maneira, não aproveitar ao máximo as oportunidades de interação oferecidas pelo Facebook e focar apenas em divulgar informações sobre as condições meteorológicas

(Compdec), mitigatórias e preparatórias, notadamente alertas de chuva forte (Prefeitura), pode ser uma oportunidade perdida. Em Calgary, Canadá, na iminência da inundação em 2013, as pessoas buscaram no Facebook da gestão local informações sobre como, quando e para onde evacuar (Magnusson, 2014). Durante a inundação ocorrida em Wuhan, China, em 2016, o nível de atividade das mídias sociais foi correlacionado positivamente com a intensidade da precipitação (Fang *et al.*, 2019).

A comunicação pode ser potencializada através da alocação de tempo e recursos necessários para a disseminação de tais informações, pois, devido à disposição dos cidadãos em compartilhá-las, o alcance de tais mensagens podem ser largamente ampliado. Ainda, há a possibilidade de uma maior interação entre a página da Compdec e da Prefeitura ou um maior uso da página da Prefeitura. Por isso, os gestores públicos e sua equipe técnica devem incluir recursos multimídia ricos e evitar o uso de mensagens na forma de status e links. Enquanto em estudos anteriores foi identificado que os governos locais empregam sobretudo links (Bonsón; Royo; Ratkai, 2014) e raramente adicionam fotos e vídeos em suas postagens no Facebook (Hofmann *et al.*, 2013), a presente pesquisa indica que a página da Prefeitura de Curitiba depende de recursos multimídia ao publicar conteúdos no Facebook, notadamente fotos e vídeos (96,1%), enquanto a Compdec utiliza status e link (60,7%), especialmente na preparação. No caso da Prefeitura, isso é particularmente bom do ponto de vista do engajamento, pois, conforme este estudo demonstra, fotos e vídeos têm um efeito positivo na interação dos indivíduos. A natureza envolvente das fotos também foi comprovada na gestão e comunicação de risco e desastres via mídias sociais em Nova York (Mergel, 2012).

7.3.1.1 ENGAJAMENTO E FLUXO DE INFORMAÇÕES NAS MÍDIAS SOCIAIS

O engajamento nas publicações da Compdec é maior do que nas da Prefeitura, notadamente devido a sua elevada popularidade. Apesar disso, e de ter o maior número de publicações, este estudo confirma as preocupações de diversos autores, sobretudo no que diz respeito à Compdec, de que o Facebook é frequentemente usado por agências governamentais como um canal de compartilhamento de informações de um para muitos, sem solicitar ou analisar o *feedback* dos cidadãos (Criado; Guevara-Gómez; Villodre, 2020; Wukich, 2019). Ou seja, a Compdec não tem sido capaz de estimular ao máximo a interação entre a comunidade e o governo. Isso é corroborado por várias pesquisas, as quais afirmam que o sucesso da comunicação via rede social pode ser verificado a partir

do número de comentários (Izzati *et al.*, 2018). Enquanto a Prefeitura somou 21.956 comentários, a Compdec totalizou 392. Isso pode ser explicado pela falta de capacitação (Beling Loose; Londe; Marchezini, 2023; Londe *et al.*, 2023; Marchezini *et al.*, 2022) para trabalhar com dados que podem ser obtidos na webpage.

Oposto aos estudos que apontam que os vídeos apresentam um menor engajamento (Luarn; Lin; Chiu, 2015), o envolvimento dos usuários nas duas páginas apresentou-se maior para as publicações desse formato, com maior popularidade e comprometimento (Compdec) e viralidade (Prefeitura). Esse perfil vai ao encontro dos resultados obtidos por outros trabalhos que apresentam alto envolvimento nas postagens contendo vídeos (Garcias *et al.*, 2020; Sabate *et al.*, 2014). Na Alemanha, as postagens que contêm fotos ou vídeos são quatro a cinco vezes mais curtidas ou comentadas do que aquelas sem (Hofmann *et al.*, 2013). As fotos são o segundo recurso com maior engajamento, sendo o tipo mais curtido na página da Prefeitura. Na Europa, as fotos geram mais engajamento (Bonsón; Royo; Ratkai, 2014). A preferência dos usuários por esse formato se dá pela rapidez, tanto no compartilhamento quanto na visualização do conteúdo. O crescimento do uso do Instagram reforça essa tendência (Blackwood *et al.*, 2023)). Nos vídeos, além do tempo de edição, é necessário assisti-los. Além disso, a página da Compdec corrobora e o da Prefeitura contrasta estudos que mostram que a reação contribui para um maior engajamento (Meltzer; Ștefănescu; Ozunu, 2018).

No que se refere à fase do desastre, as mensagens sobre a prevenção apresentaram o maior engajamento, devido a sua regularidade na popularidade, comprometimento e viralidade em ambas as páginas. A mitigação e a preparação apresentam maior engajamento na página da Compdec do que na da Prefeitura. Porém, dentre os tipos de conteúdo, as publicações sobre o monitoramento das condições meteorológicas, sobretudo o aviso da possibilidade da ocorrência de chuva forte, sensibilização e declaração de alerta na página da Prefeitura de Curitiba foram as que mais provocaram engajamento. Tal situação corrobora os achados de outros trabalhos (Bonsón; Royo; Ratkai, 2014), os quais afirmam que as publicações mais engajadas são aquelas que afetam a vida dos cidadãos e estão relacionadas ao caráter noticioso da postagem. Ou seja, mensagens com um tom negativo podem atrair o público em virtude de seu valor dramático e de choque, como os impactos de uma chuva forte.

As intervenções não-estruturais, especialmente as ações de serviço de limpeza, varrição das vias públicas e limpeza de rios, também parecem ser um fator importante

para envolver as partes interessadas nas interações online. Mensagens alinhadas com a agenda organizacional para promover relações interinstitucionais também geram engajamento. As intervenções estruturais, sobretudo as obras de engenharia, também geraram engajamento acima da média. Enquanto isso, as instruções de segurança são publicadas como uma lista simples de dicas de segurança na forma de status e acompanhada de imagens da cidade e o céu com nuvens carregadas, ou seja, na iminência da possibilidade da ocorrência do evento (Prefeitura). No caso da Compdec, a análise mostra que o comportamento se baseia na divulgação de informações de forma tradicional, sem adaptar seus hábitos de comunicação às características particulares das redes sociais, visto que o mesmo formato é encontrado no website da coordenadoria. Esse processo de comunicação com abordagem top-down encontrada em Curitiba, tanto na página da prefeitura quanto da Compdec, é corroborado por estudos que mostram as limitações existentes na gestão e comunicação de risco e desastre no Brasil (Beling Loose; Londe; Marchezini, 2023; Londe *et al.*, 2023; Marchezini *et al.*, 2022).

Embora tenham baixo engajamento, as publicações sobre ações de reassentamento são acompanhadas de depoimentos dos cidadãos. Tal ocasião gera normalmente um efeito positivo no engajamento (Ramanadhan *et al.*, 2013). Quanto aos baixos níveis de interatividade do treinamento, regras e comportamentos, educação em primeiros socorros, reassentamento, organização e coordenação, eventos, relatório de atividades, comunicação em tempo real e voluntariado, o estudo descobriu que uma das possíveis explicações para isso é o tipo de mídia utilizado: 43% das publicações ocorrem através de links, ou seja, trata-se de um recurso menos envolvente que os vídeos, que são empregados apenas 17% das vezes. Mas esse problema é complexo; logo, se a gestão local integrar a comunicação de risco no seu cotidiano no Facebook, uma avaliação das necessidades das partes interessadas deve ser realizada para entender sua percepção de risco. Ou seja, mesmo se houver indicações para o uso apropriado do Facebook para a comunicação de risco, os cidadãos dificilmente irão interagir com esse tipo de conteúdo. É mais provável que eles interajam com postagens sobre as condições meteorológicas, intervenções estruturais e relações interinstitucionais.

Logo, a mídia social, com seu conteúdo gerado pelo usuário e alto grau de interatividade, permite que os indivíduos enviem, recebam e processem o conteúdo para uso de outras pessoas. Mas o uso da mídia social não deve substituir outros canais de informação, como a televisão e o rádio (Ogie *et al.*, 2022), os quais, comumente,

apresentam limitações espaço-temporais em atender às necessidades de comunicação dos diferentes grupos populacionais. Há desafios envolvidos no uso dessas plataformas como instrumentos de comunicação de risco, como as limitações das tecnologias baseadas na web (acesso a um dispositivo, abastecimento de energia, limites de download de dados, competência técnica e recursos de linguagem). A exclusão digital, por exemplo, é vista como as diferenças entre o acesso/adoção da internet entre as comunidades e as características socioeconômicas (como renda, educação, idade) que influenciam o acesso e a adoção da internet (Borowska-Stefańska *et al.*, 2022).

A Internet e as mídias sociais também são um terreno fértil para fatos alternativos e notícias falsas (Algan; Malgouyres; Senik, 2020; Hunt; Agarwal; Zhuang, 2022), pois ainda não há um sistema de checagem de fatos. Informação e *fake news* se fundem, cabendo ao usuário filtrar um grande volume de informações segundo suas capacidades, muitas vezes influenciadas por vieses cognitivos, falta de vontade de verificar os fatos, letramento digital inadequada e conhecimento precário dos riscos. Esses rumores constituem fatos que não foram verificados por fonte oficial e é essa falta de comunicação que está na origem. Os rumores são amplificados pelas lacunas entre o impacto emocional e a cobertura mediática. Na ausência de uma declaração oficial, os indivíduos podem agir com base nas informações recebidas antes de serem verificadas.

A multiplicação de fontes, as quais não são obrigadas a seguir códigos de cores oficiais ou que comunicam em diferentes níveis de informação, dificulta a leitura das informações oficiais. A falta de conhecimentos científicos de alguns meios de comunicação “não especializados”, também desconhecedores da complexidade dos órgãos institucionais responsáveis pela gestão de crises, contribui para confundir as mensagens relevantes. A ausência de consideração dos preconceitos cognitivos leva a negligenciar a recepção de uma mensagem pelos públicos envolvidos (Gisclard, 2017). São necessárias instruções comportamentais específicas baseadas no contexto, mais do que instruções gerais sem relevância. As desigualdades no acesso também não devem ser ignoradas. Além da divisão espacial, induzida pelas diferenças na cobertura da telefonia móvel e da internet, há uma divisão social e demográfico em termos de uso.

7.3.2 TECNOLOGIAS DE GEOLOCALIZAÇÃO NA COMUNICAÇÃO DE RISCOS

Os resultados obtidos indicam um baixo número de celulares cadastrados ativos em Curitiba (7,5% da população), com diferenças do ponto de vista espaço-

temporal. Nos assentamentos informais, que estão sob um risco maior às consequências dos eventos adversos, o valor é menor: cerca de 3,3% das pessoas estão cadastradas para receber o alerta. As áreas com as menores coberturas de pessoas residentes são aquelas em que há um valor significativo de ocorrências de eventos adversos. Além disso, a aplicação de estatísticas avançadas destaca que a vulnerabilidade socioambiental exerce um papel inversamente proporcional ao número de celulares cadastrados para receber o alerta. Em outras palavras, quanto maior o número de pessoas em tal situação, menor será o número de celulares cadastrados. Essas pessoas estão localizadas nas áreas periféricas de Curitiba, que concentram o maior número de assentamentos informais e são atingidas recorrentemente por eventos adversos e desastres (Goto *et al.*, 2023). Tais áreas também estão inseridas nas áreas de risco de inundação, alagamento e deslizamento nos cenários de mudanças climáticas na cidade (Curitiba, 2020a, 2020b).

A proporção de domicílios cuja renda não ultrapassa 1 salário-mínimo em 2010 (510 reais ou 80 dólares) apresenta uma das maiores correlações negativas. A situação econômica precária afeta o acesso aos recursos, e diminui a possibilidade de aquisição de bens materiais para subsistência, bem como a capacidade de recuperação após um desastre. Esta informação é uma prioridade no campo da RRD (Tselios; Tompkins, 2019). A identificação da desigualdade de renda entre diversas áreas pode contribuir para a formulação de políticas públicas voltadas para a melhoria das condições econômicas da população vulnerável. Os riscos desempenham, geralmente, um papel secundário na vida das pessoas (Tumini; Poletti, 2019), pois o fenômeno e suas consequências não estão no cotidiano.

Homens, mulheres, crianças, idosos e adultos reagem de maneira diferente quando se deparam com um evento adverso; e conhecer as suas vulnerabilidades pode ajudar a definir as áreas prioritárias para as ações de RRD antes, durante e após um desastre (Eini *et al.*, 2020). As áreas que possuem um alto número de crianças e pessoas sem alfabetização entre 6 e 14 anos e acima de 60 anos apresentam correlação negativa alta com o número de celulares. Esses grupos requerem cuidados especiais, dada sua maior dependência quando a locomoção autônoma é necessária, bem como sua capacidade diminuída de resistir a possíveis lesões.

O gênero e a sua alfabetização exercem uma relação inversamente proporcional com o número de celulares cadastrados. No entanto, não se observou

uma diferença entre homens e mulheres. De qualquer modo, estudos destacam o papel das mulheres (Oktari *et al.*, 2021) e do seu nível de escolaridade como determinante da situação de risco a que estão expostas (Perera *et al.*, 2020). Em outras palavras, as mulheres com níveis mais baixos de educação provavelmente teriam níveis mais baixos de renda e menor capacidade de adaptação. Essa característica pode ajudar a incluir a dimensão do gênero em políticas públicas e identificar ações direcionadas às mulheres, como aumentar o acesso à educação e oferecer oportunidades para ajudá-las a melhorar sua adaptação.

Por isso, identificar os grupos vulneráveis é um dos passos necessários para melhorar a qualidade dos alertas. É imperativo adequar o meio de alerta aos interesses, necessidades e valores dos diferentes grupos populacionais e faixas etárias. As mídias digitais são uma fonte de informação entre os mais jovens (Bean *et al.*, 2015). Os idosos tendem a usar os meios tradicionais de comunicação, como jornais, televisão, rádio e boca-a-boca (Tang *et al.*, 2015). Pessoas com deficiência, dificuldades de ler e escrever e idosos podem não ser capazes de interpretar e responder uma mensagem de alerta em um celular. No Brasil, existem cerca de 11 milhões de pessoas analfabetas - o analfabetismo funcional atinge cerca de 29% da população (IBGE, 2023). Ainda há 17,2 milhões de pessoas acima de 2 anos com deficiência (8,4%), sobretudo com 60 anos ou mais (24,8%) (IBGE, 2021).

7.3.3 DESAFIOS E LIMITAÇÕES NA COMUNICAÇÃO DIGITAL DE RISCOS

Apesar das vantagens das tecnologias observadas neste capítulo, também é importante destacar alguns elementos que ainda precisam ser aprimorados.

7.3.3.1 IMPACTOS DAS VULNERABILIDADES ESTRUTURAIS

As tecnologias operam a partir de redes (elétricas, de Internet, antenas de telecomunicações) que são vulneráveis a diversos perigos. Durante o furacão Irma, que atingiu Saint Martin Island, na área do Caribe, em 2017, as comunicações móveis e Internet foram comprometidas, pois as redes elétricas e de telecomunicações foram severamente afetadas (Rey *et al.*, 2019). O corte durou de quatro dias a três meses, dependendo do local. Este é um problema central relacionado ao uso de redes digitais em tempos de emergência. Esta vulnerabilidade é tanto mais importante quanto as redes de telecomunicações constituem um sistema, e um único ponto é suficiente para

afetar toda a rede. Paradoxalmente, são os meios de comunicação antigos que são os mais confiáveis logo após um desastre e, de maneira especial, as comunicações por ondas de rádio. Essas soluções já foram testadas com sucesso para comunicação em diversas situações pós-desastre (Hajdarevic; Konjicija, 2015).

7.3.3.2 RISCOS ASSOCIADOS A ATAQUES CIBERNÉTICOS

Falhas na segurança também podem ser exploradas, e o envio malicioso de alertas falsos para a população é possível. A forma *phishing* (ou “fishing”) consiste em atrair um usuário da Internet (ou usuário de um dispositivo conectado) para induzi-lo a comunicar dados pessoais se passando por um terceiro confiável (neste caso, pelo Estado). A possibilidade de recuperação de dados privados também é um assunto que deve ser levado em consideração (Egelman; Felt; Wagner, 2013). Na Holanda, dois meses após o lançamento do aplicativo NL-Alert, o governo pediu aos cidadãos que o desinstalasse, pois os dados pessoais foram hackeados. O problema foi resolvido, mas pode ter prejudicado a confiança nessa solução (que complementa o CB já implantado). Em geral, as tecnologias de geolocalização conferem aos objetos um caráter intrusivo que também é pouco percebido pela população.

7.3.3.3 OS PERIGOS DE UM MUNDO HIPERCONECTADO

O uso massivo de dispositivos móveis no cotidiano levanta questões que afetam os estilos de vida, a saúde e a segurança global. A questão da segurança privada é levantada em diversas pesquisas (Ardelet *et al.*, 2017; Arts; Van der Wal; Adams, 2015). Pesquisadores destacam a baixa confiabilidade dos dados de cidadãos, sobretudo em tempos de crise (Cavalière *et al.*, 2016; Senaratne *et al.*, 2017). A democratização das TIC levou à criação de uma quantidade muito grande de dados e informações. Os smartphones atraem o usuário por meio de notificações sonoras e exibições visuais que chamam a atenção. Isso resulta em aumento dos sintomas de desatenção e hiperatividade (Kushlev; Proulx; Dunn, 2016). Pesquisas destacam o perigo das ferramentas digitais para crianças, com casos semelhantes ao autismo em crianças que tiveram contato prolongado com essas ferramentas (Freund, 2018). Todavia, o conceito de sistema de comunicação baseado na localização incentiva as pessoas a terem seu celular sempre consigo, mesmo que essa atitude não seja recomendada (Samaha; Hawi, 2016).

Por fim, vale mencionar o impacto ecológico indireto do sistema de alerta baseado na localização. O uso de minerais, necessários para a concepção de muitas ferramentas digitais, tem graves consequências para o meio ambiente (poluição do solo, atividades industriais poluentes) e para as sociedades (expropriações, explorações, conflitos armados), em particular nos países em desenvolvimento ou emergentes, onde as minas estão localizadas (Pitron, 2020). A energia necessária para operar dispositivos e armazenar dados também é considerável (Shehabi *et al.*, 2016). Numa altura em que os compromissos das Conferências das Partes (COP) parecem difíceis de sustentar, é paradoxal implementar uma política de RRD a partir do emprego de ferramentas com um custo energético tão elevado.

7.3.3.4 BARREIRAS À UNIVERSALIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES DIGITAIS

Apesar de uma elevada taxa de penetração móvel em áreas urbanas, uma parte da população não será alertada pela tecnologia, por não possuir um dispositivo móvel. O termo “não usuários” (Sally, 2010) refere-se a indivíduos que não utilizam uma tecnologia. Eles, comumente, apresentam menor renda e escolaridade e maior idade (Jauréguiberry, 2012). Diante da ocorrência de um evento adverso ou desastre, os indivíduos sem tecnologia serão mais vulneráveis. A questão das desigualdades de uso é mais significativa do que de acesso. Entre os “não usuários”, há os “desistentes voluntários” (não usam mais a tecnologia por opção pessoal); “abandonadores involuntários” (que foram forçados a deixar de usar a tecnologia); os “excluídos”, que não têm acesso por falta de infraestrutura ou meios; e os “resistentes”, que não usam a tecnologia por opção (Goniewicz; Burkle, 2019).

Outros autores preferem falar de “não-posse” (Bergier, 2016). Isso pode ser explicado pela grande desconfiança suscitada por estes objetos, pelo fato de os telefones móveis serem percebidos como inúteis ou pelo seu custo. A falta de manejo com essas ferramentas também é referida por indivíduos que não as utilizam voluntariamente. Porém, não ter celular não impede que os indivíduos permaneçam conectados por meio de outras ferramentas (computador e telefone fixo em particular). Em relação aos objetos conectados, a não-posse voluntária parece ainda mais forte. Os consumidores mostram ambivalência em relação a eles: objetos conectados facilitam o dia a dia, melhoram o desempenho humano, oferecem oportunidades de

relações sociais e proporcionam prazer por um lado, mas por outro lado, são percebidos como complexos e temporalizados (Ardelet *et al.*, 2017).

7.3.3.5 INVISIBILIDADE DE POPULAÇÕES URBANAS NO CONTEXTO DE RISCO

A permanente exposição da ocupação humana seguida de instalações materiais precárias tem aumentado os espaços de riscos, induzindo a uma ocupação diferenciada do território e à exposição de indivíduos a situações de vulnerabilidade socioeconômica. Os eventos adversos e desastres afetam de forma mais recorrente e efetiva essas populações, em um cenário caracterizado pela privação, exclusão, desigualdade e pela inequidade de acesso às urbanidades, que é potencializado pelos efeitos das mudanças climáticas, contribuindo para injustiça socioambiental. No caso da pandemia causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2), conhecida como Coronavirus disease 2019 (Covid-19), os impactos - em termos de vidas humanas perdidas e de impactos socioeconômicos profundos - foram atrelados à desigualdade de renda, com impactos de acesso à saúde, como de alimentação, renda, moradia (García *et al.*, 2022; Vicino *et al.*, 2022).

Comumente, tais áreas são caracterizadas por condições ambientais inadequadas e edificações instaladas de forma imprópria, acompanhada por ausências ou deficiências de serviços básicos e infraestrutura urbana. Assim, os resultados indicam a falta de identificação e a regularização de logradouros nos assentamentos informais, o que implica na inexistência de endereço e CEPs e, assim, impossibilita grupos vulneráveis de receberem alerta via SMS. Um endereço é um conjunto de dados que oferece as condições necessárias para a localização de um logradouro em um território. Tais dados são acompanhados de um CEP, que é um código identificador de uma entidade geográfica formado por um conjunto numérico de oito algarismos, usado para acelerar o tratamento e entrega de objetos postados pela Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos. A concessão de um CEP depende exclusivamente que um município com população superior a 50 mil habitantes reconheça uma via e um bairro por meio de decreto, a inclua no Sistema de Cadastro de Logradouros (CADLOG) e solicite aos Correios a atribuição de um código postal.

As disfunções causadas pela ausência de regularização do assentamento e de endereço se manifestam no comprometimento de ações tributárias, de planejamento, monitoramento, fiscalização ou qualquer tipo de investimento público ou privado.

Serviços de emergência exigem meios que orientem a sua atividade. Saber que uma pessoa mora ao lado de um campo talvez não seja suficiente para que um policial ou bombeiro encontre um endereço em tempo hábil de prestar o socorro. Ainda, tem-se o impedimento do exercício de direitos civis e contratuais por parte da população, que depende da comprovação de endereço para realizar diferentes cadastros, como a matrícula de uma criança na rede de ensino. As áreas que não constam no CADLOG não são atendidas pelas equipes do Programa Saúde da Família, do Sistema Único de Saúde (SUS), pois as visitas domiciliares não podem ser realizadas.

Como forma de suprir essa carência, encontram-se relatos sobre a atuação de ‘carteiros improvisados’ ou a ilegalidade no acesso aos serviços de água e energia, para compensar a ausência do Estado nessas áreas. Alguns casos de serviços de entrega de correspondência realizados mediante o pagamento de taxas às milícias ou às associações de moradores (Freeman, 2014) e atuação de uma empresa local de serviço postal em diferentes comunidades cariocas (Araujo; Salles; Freitas, 2017). No município do Rio de Janeiro, estima-se que cerca de 29,8% do território seja controlado por milícias (GENI-UFF, 2022). Na comunidade da Rocinha (RJ), o Grupo Carteiro Amigo (GCA) estabeleceu um sistema de orientação próprio, a fim de viabilizar a operação de serviços postais privados, partindo da experiência prévia de alguns moradores como recenseadores do IBGE e do reconhecimento da complexidade de orientação no território (Araujo; Salles; Freitas, 2017).

No Complexo da Maré, maior conjunto de assentamentos informais do Rio de Janeiro, a Associação Redes de Desenvolvimento da Maré e o Observatório de Favelas coordenou a cartografia local em um guia de ruas, nomeando as vias existentes a partir de sugestões dos próprios moradores (Maré, 2019). Um dos objetivos foi a divulgação de informações qualificadas que permitissem maior articulação com outros grupos, para potencializar os resultados obtidos através de ações desenvolvidas no Complexo (Maré, 2019). Os resultados foram entregues ao governo local e utilizados como referência para a atualização da base cartográfica local e a reivindicação de CEP para as vias “desconhecidas”.

Portanto, a atribuição de um CEP se revela como elemento estrutural comum do urbano e do cidadão, contribuindo no planejamento e na gestão urbana, no domínio e administração do território e no reconhecimento e exercício de direitos dos cidadãos. A falta de regulação nesses locais indica que o problema pode ser comum em

assentamentos informais e revela fragilidade na soberania do Estado sobre o território. Isso coloca em risco ações de monitoramento e alerta de eventos adversos e desastres baseado no CEP, o que potencializa os riscos de grupos vulneráveis, sobretudo na ausência de outros meios de comunicação, como o caso das sirenes.

7.3.3.6 OBSTÁCULOS NA GOVERNANÇA E GESTÃO DE DESASTRES

A gestão local e o órgão de proteção e defesa civil são peças-chave na RRD. Dentre as competências do órgão está a definição de sistemas de alerta e alarme de eventos adversos. No entanto, a situação atual do SINPDEC em relação aos recursos é preocupante, tendo em vista a escassez e a falta de agentes em diversos municípios. Sem equipe e recursos, as ações de RRD não pode ser efetuada de maneira eficaz. Outro fator que chama a atenção se refere à rotatividade dos coordenadores e da equipe técnica, já que tais cargos são assumidos pela indicação das novas gestões. Muitos daqueles que assumem a responsabilidade de Proteção e Defesa Civil não possuem qualificação, assim como exclusividade de tempo, acumulando cargos que não permitem a total atenção à gestão de riscos de desastres.

7.4 RUMO À MODELAGEM DE UM SISTEMA MULTICANAL

As populações humanas estão cada vez mais móveis, tanto em ambientes de alta como de baixa renda (Kraemer *et al.*, 2020). As sociedades são dinâmicas, movendo-se diariamente, sazonalmente e anualmente, resultando em densidades que mudam rapidamente. Logo, saber onde as pessoas estão é essencial para avaliações precisas de impacto e planejamento de intervenções, sobretudo aquelas focadas em questões de saúde, segurança alimentar, mudanças climáticas e desastres deflagrados por eventos naturais. Em vários países, o aumento da mobilidade humana está criando condições favoráveis para a persistência de doenças que estavam em vias de ser eliminadas, como a malária (Marshall *et al.*, 2016), e a disseminação de patógenos emergentes, como o SARS-CoV-2 (Askitas; Tatsiramos; Verheyden, 2021). Nas metrópoles brasileiras, preocupações dessa natureza são potencializadas pela mobilidade diária de pessoas que saem de um município para outro, seja para trabalhar ou estudar, e retornam para o município onde moram todos os dias. Em São Paulo e Rio de Janeiro, o percentual atinge 24,1% (643.391 pessoas)

e 35,4% (909.324 pessoas), respectivamente (IBGE, 2010). O uso do CEP como base para o envio de alerta mostra-se como fator limitante diante de um evento adverso.

A adequação entre os meios de alerta e o território, a aceitabilidade dos meios de alerta e sua usabilidade (capacidade das autoridades de usar um meio de alerta e implementá-lo em um sistema) deve ser avaliada. As técnicas de emissão de alertas baseados em localização em tempo real usando redes de telecomunicações, por exemplo, têm a capacidade de atingir muitas pessoas em um curto espaço de tempo. Em 2018, uma mensagem CB, enviada pelas autoridades dos EUA, atingiu 75% da população do país (Bopp; Douvinet, 2020). São números relevantes, principalmente em áreas onde a cobertura espacial de outros meios é insuficiente para emitir um alerta massivo à população. O SMS baseado na localização permite saber, por exemplo, o número exato de indivíduos atingidos e aqueles que não viram ou não receberam a mensagem. Quando os indivíduos recebem o alerta, eles podem acusar o recebimento e a informação volta para as autoridades. As autoridades podem reenviar o alerta para aqueles que não o receberam até que o tenham visto. Por fim, é possível alertar os indivíduos que entram e saem da área de alerta em tempo real.

Mas essas soluções estão sujeitas a medos legítimos entre alguns indivíduos. O uso secundário de dados privados e a identificação é uma grande preocupação. Em 2020, o governo dos Países Baixos, solicitou aos cidadãos que excluíssem o aplicativo NL-Alert, pois os dados pessoais haviam sido hackeados (Bopp; Douvinet, 2020). Logo, a vulnerabilidade do sistema de alerta baseado na localização fixa ou em tempo real são argumentos para a instalação de um sistema de alerta multicanal adaptado aos territórios e às pessoas. No caso dos riscos, a temporalidade do perigo é um fator-chave na escolha dos meios. O momento de deflagração de um evento perigoso também pode determinar os meios a serem acionados de acordo com a localização dos indivíduos. As sirenes devem estar localizadas em áreas não cobertas por redes de telecomunicações, especialmente diante de perigos cuja deflagração é veloz.

A adequação dos meios de alerta também deve ser feita em relação aos indivíduos e comunidades. As fontes de informação mais utilizadas antes e durante uma inundação é o rádio e a televisão (Lamond *et al.*, 2019; Stewart; Rashid, 2011). Isso sugere que as fontes de informação baseadas na web não são uma escolha universal para receber informações de risco. Ainda, a idade é um dos elementos que prediz o uso ou a preferência por tipos particulares de fontes de informação de risco.

Enquanto a internet é uma importante fonte de informação de risco, sobretudo entre os mais jovens (Stewart; Rashid, 2011), os idosos tendem a utilizar canais tradicionais de comunicação como fonte de informação, como materiais impressos, televisão, rádio, telefone e boca-a-boca (Tang *et al.*, 2015). Em países muçulmanos, por exemplo, os aparelhos sonoros de chamadas para orações em mesquitas podem servir como meio de alerta de evento adverso.

Pessoas com deficiência (física, visual, auditiva, mental) e dificuldades de ler e escrever e idosos também podem não ser capazes de interpretar uma mensagem de alerta em um telefone celular. Entretanto, desconhece-se a proporção de pessoas com deficiência com telefone celular e que foram consideradas como pessoas passíveis de alerta. Cabe ao governo local, portanto, identificar esses indivíduos e incluí-los no processo de emissão de alertas, mas esse esforço não é suficientemente alcançado. Empresas privadas oferecem soluções de alerta adaptadas a essas categorias de população, como ligar para eles por telefone em vez de enviar um SMS.

7.4.1 ABORDAGEM GEOGRÁFICA NO PLANEJAMENTO DE SISTEMA MULTICANAL

A criação de uma plataforma multicanal de comunicação de risco de desastre é objeto de inúmeras discussões na literatura científica. Várias questões devem ser respondidas, em particular: (1) motivos de uso (para quais eventos a plataforma deve ser ativada?), (2) identidade (as responsabilidades de comunicação devem ser estendidas a todos os atores competentes ou restringir o acesso à Defesa Civil? Neste caso, o quadro legislativo deve ser modificado?), (3) distribuição geográfica (como integrar as novas espacialidades inerentes ao uso das tecnologias tradicionais e digitais, sobretudo através do dispositivo móvel baseado na geolocalização?) e (4) percepção de risco (quais são as expectativas dos indivíduos em relação aos métodos de alerta, em particular o formato dos alertas?). A resposta a essas questões leva à formulação de recomendações, as quais estruturaram este último capítulo.

7.4.1.1 DESENVOLVIMENTO DE UMA MATRIZ DE RISCO E MEIO

A gestão de desastres enfrenta desafios crescentes diante das mudanças climáticas, da expansão urbana desordenada e da persistência de desigualdades sociais em países em desenvolvimento como o Brasil. Em áreas de risco e

assentamentos informais, a comunicação do risco desempenha um papel fundamental na redução de danos e na promoção da resiliência comunitária. Contudo, o sucesso dessa comunicação depende de sua capacidade de integrar as dimensões do perigo, das características socioterritoriais e do meio de comunicação, de forma a propor intervenções na prevenção e no momento do alerta. Assim sendo, esta tese propõe um modelo baseado na construção de uma matriz de perigo/meio, uma ferramenta capaz de correlacionar as características do risco com os meios mais eficazes para mitigar seus impactos, considerando especificidades territoriais e socioculturais.

Nas áreas de assentamentos informais, a vulnerabilidade é uma construção social e histórica, frequentemente associada à ausência de políticas públicas integradas. Essas áreas, caracterizadas pela precariedade da infraestrutura, alta densidade populacional e localização em regiões ambientalmente frágeis, tornam-se epicentros de desastres quando eventos adversos ocorrem. O contexto urbano brasileiro é particularmente complexo, marcado pela coexistência de tecnologias avançadas de comunicação e lacunas críticas na acessibilidade digital. Aproximadamente 21% da população brasileira em 2023 ainda não possuía acesso à internet de qualidade (Anatel, 2023b), uma barreira significativa para estratégias de comunicação de risco de desastre baseadas exclusivamente em tecnologias digitais.

Na prevenção, o objetivo da comunicação de risco deve ser a construção de uma cultura de prevenção. Em áreas de risco, essa tarefa requer a incorporação de métodos de longo prazo que articulem meios digitais e tradicionais de sensibilização comunitária. Redes sociais, aplicativos móveis e plataformas de mensagens instantâneas apresentam potencial, mas são insuficientes para alcançar grupos em situações de vulnerabilidade, como aqueles com baixa conectividade digital ou alfabetização limitada. Estratégias complementares, como oficinas presenciais, campanhas educativas nas escolas e uso de rádios comunitárias, são cruciais para criar um senso coletivo de responsabilidade. A fase de alerta exige uma abordagem diametralmente oposta. Aqui, a prioridade recai sobre a velocidade, a precisão e a acessibilidade do alerta. Para comunidades em áreas de inundação rápida, métodos como Cell Broadcast e sirenes tendem a apresentar resultados mais eficazes, desde que previamente testados e compreendidos pelos moradores. Em contrapartida, para inundações lentas, o planejamento pode incluir meios como anúncios via rádio e televisão, que permitem um alcance mais amplo e tempo suficiente para a evacuação.

A matriz de perigo/meio busca preencher lacunas existentes na integração entre as características do perigo e os meios de comunicação disponíveis. Por exemplo, em áreas urbanas com alta densidade populacional e infraestrutura limitada, sirenes podem ser mais adequadas para alertas rápidos. Já em zonas rurais ou periurbanas, onde o acesso à tecnologia digital é frequentemente restrito, métodos como rádios comunitárias e visitas porta a porta demonstram maior efetividade, sobretudo em contextos de alerta precoce. A inclusão de variáveis socioculturais e demográficas, como índices de analfabetismo e a presença de populações idosas, é indispensável para evitar a exclusão de grupos vulneráveis. Em comunidades com elevada proporção de idosos, estratégias como ligações telefônicas automatizadas podem superar barreiras tecnológicas e promover uma comunicação mais inclusiva. Esse dado reforça a necessidade de uma abordagem que vá além do uso de novas tecnologias, incorporando soluções híbridas que combinem inovação e acessibilidade.

A construção de uma matriz de perigo/meio demanda a consideração de dimensões político-institucionais. A governança de desastres no Brasil é fragmentada, marcada por sobreposições de competências entre os níveis municipal, estadual e federal (dos Santos Alvalá *et al.*, 2019). Esse cenário cria desafios adicionais para a padronização de estratégias de comunicação. Um modelo matricial pode funcionar como um instrumento norteador, permitindo a alocação de recursos e a definição de protocolos claros, alinhados às particularidades locais. Além disso, a matriz deve incluir elementos de *feedback* comunitário, garantindo que as estratégias de comunicação sejam continuamente avaliadas e aprimoradas. Meios participativos, como consultas públicas e grupos focais, podem ser incorporados à prevenção, criando um ciclo virtuoso entre governo e comunidades. Essa abordagem não apenas aumenta a probabilidade de eficácia das mensagens, mas também fortalece a confiança na gestão local, um elemento crítico em cenários de alta vulnerabilidade.

Um exemplo da aplicação dessa matriz pode ser observado na resposta às inundações em Petrópolis, no Rio de Janeiro, em 2022. A falta de integração entre os meios de comunicação utilizados contribuiu para atrasos na evacuação e perda de vidas (Oda; Riondet-Costa; Vieira Mattos, 2022). Uma matriz de perigo/meio, ao correlacionar a densidade populacional com a necessidade de comunicação simultânea e redundante, poderia ter mitigado os impactos, orientando o uso de múltiplos meios. A inclusão de cenários prospectivos é outra dimensão para o sucesso

da matriz. Modelos baseados em inteligência artificial e aprendizado de máquina podem ser usados para prever padrões de comportamento populacional em situações de crise, permitindo ajustes em tempo real nos meios de comunicação (Hunt; Agarwal; Zhuang, 2022). Tecnologias emergentes, como drones equipados com sistemas de alerta audiovisual, também podem ser exploradas em áreas remotas, expandindo a aplicabilidade da matriz para contextos em que a conectividade tradicional é limitada. Em um cenário em que a governança ambiental encontra várias limitações em países em desenvolvimento (Ardaya; Evers; Ribbe, 2019), essa ferramenta pode servir como base para políticas públicas que conciliem eficiência técnica e justiça social, promovendo uma RRD integrada e equitativa.

A análise aqui apresentada reforça a ideia de que a comunicação de risco não é apenas um processo técnico, mas um elemento central da governança adaptativa. Ao conectar dimensões sociais, tecnológicas e ambientais, a matriz de perigo/meio transcende seu caráter operacional, tornando-se um instrumento de transformação social. Mais do que reduzir danos, a comunicação tem o potencial de criar comunidades resilientes, conscientes e preparadas para enfrentar um futuro marcado por incertezas climáticas. Por fim, a proposta desta matriz evidencia a necessidade de pesquisas interdisciplinares, que articulem conhecimento científico, inovação tecnológica e participação comunitária. O desenvolvimento de estratégias eficazes de comunicação de risco requer não apenas o entendimento das características dos desastres, mas também um compromisso com a redução das desigualdades sociais que agravam seus impactos. A matriz de perigo/meio oferece uma visão sistêmica e integrada, pavimentando o caminho para uma etapa na RRD.

7.4.1.2. ESTRUTURAÇÃO DE UMA ÁRVORE DE DECISÃO HIERÁRQUICA

Para orientar a escolha do meio a ser utilizado, propõe-se uma árvore de decisão hierárquica, tomando tanto critérios contextuais quanto territoriais. A escolha de estratégias de comunicação para alertas deve considerar a velocidade do perigo e variáveis contextuais, como densidade populacional, cobertura tecnológica e características ambientais. Em cenários de perigo crítico ($VP < 15$ minutos), áreas altamente densas ($DP > 10.000$ hab./km²) com pequenas extensões ($TAR < 1-5$ km²) e baixa cobertura vegetal ($VEG < 30\%$) demandam o uso de sistemas de Alert Box, que permitem comunicação rápida e precisa. Quando a área é maior ($TAR > 5$ km²) e

a cobertura vegetal é moderada ($VEG < 60\%$), o Cell Broadcast é preferível, enquanto regiões com vegetação reduzida ($VEG < 30\%$) requerem o uso de sirenes.

Ainda em situações críticas, a comunicação por ligação telefônica automatizada se destaca em áreas densas com infraestrutura de telecomunicações eficiente ($TCT > 75\%$), sobretudo onde há alta taxa de envelhecimento ou analfabetismo. Para áreas com densidade moderada ($DP > 1.000 \text{ hab./km}^2$), sirenes são adequadas quando a cobertura tecnológica é limitada ($TCT < 75\%$), enquanto aplicativos de mensagens e SMS são ideais em contextos de telecomunicação eficiente ($TCT > 75\%$). Para inundações de alta velocidade ($VP < 30 \text{ minutos}$), as estratégias variam conforme a densidade populacional e o número de indivíduos em risco. Em áreas densas ($DP > 10.000 \text{ hab./km}^2$), situações com grandes contingentes de pessoas em risco ($NIA > 10.000$) demandam comunicação via redes sociais. Já para grupos moderados ($NIA > 1.000$), o uso de aplicativos móveis é mais adequado. Em áreas de densidade moderada ($DP > 1.000 \text{ hab./km}^2$), aplicativos móveis ou SMS são preferidos em cenários de telecomunicação eficiente ($TCT > 75\%$), enquanto carros e motos de som são mais indicados quando a cobertura tecnológica é insuficiente ($TCT < 75\%$).

Nos casos de perigo moderado ($VP < 1 \text{ hora}$), a densidade populacional continua sendo um fator crucial. Regiões com alta densidade ($DP > 10.000 \text{ hab./km}^2$) podem ser atendidas com carros de som, megafones, rádio ou televisão, que são eficazes na disseminação de informações para grandes públicos. Em áreas com densidade populacional moderada ($DP > 1.000 \text{ hab./km}^2$), o uso de carros ou motos de som e megafones é a solução preferida, dada a eficiência desses meios em cobrir áreas urbanas e periféricas. Quando o perigo é de baixa velocidade ($VP > 1 \text{ hora}$), o tamanho da área e as condições locais tornam-se mais relevantes.

Em regiões de grande extensão ($TAR > 5 \text{ km}^2$), a comunicação por rádio e televisão é fundamental para alcançar grandes populações. Por outro lado, áreas pequenas ($TAR < 1 \text{ km}^2$) demandam abordagens personalizadas. Nessas áreas, a comunicação porta a porta é eficaz quando a cobertura tecnológica é limitada ($TCT < 75\%$), sobretudo em comunidades vulneráveis. Em vias com risco (LEP), painéis eletrônicos podem ser usados para alertar motoristas e pedestres. Locais com alta circulação de pessoas, como áreas de transporte público (LEO), são beneficiados por mensagens nos sistemas de transporte. Em áreas com baixa cobertura vegetal ($VEG < 30\%$), sinais visuais, como placas, oferecem um método direto de comunicação.

A combinação de ferramentas para alertas, alinhada às condições locais e à velocidade do perigo, é essencial para otimizar a comunicação de riscos. Ao integrar diferentes estratégias baseadas em variáveis contextuais, é possível garantir que as mensagens sejam acessíveis, compreensíveis e acionáveis, minimizando os impactos dos desastres em diferentes cenários urbanos e rurais.

7.4.1.3 ESCALAS ESPACIAIS NA DISSEMINAÇÃO DE ALERTAS

A integração de novos perigos em uma plataforma multicanal levanta questões sobre a escala espacial de divulgação. Dependendo da natureza do dano potencial e dos territórios impactados, duas estratégias principais podem ser discutidas: 1) uma estratégia “focada no risco”, que consiste em divulgar o alerta dentro de um perímetro geográfico ao redor do risco; 2) uma estratégia “territorializada”, que consiste em definir bacias de distribuição centradas em unidades territoriais coerentes.

7.4.1.4 ADEQUAÇÃO DA ESCALA À NATUREZA DOS RISCOS

Até o momento, as estratégias de alerta favorecem a abordagem “centrada no risco”, e os meios de alerta que são ativados geralmente estão na zona de risco. Essa estratégia pode ser perpetuada selecionando antenas de telecomunicações localizadas em áreas de risco. Com base nessa observação, três abordagens “centradas no risco” devem ser consideradas: 1) disseminação restrita à área exposta que será impactada; 2) maior disseminação, na escala de uma bacia hidrográfica; e 3) uma difusão diferenciada no tempo (velocidade de deflagração dos eventos adversos) e no espaço, dependendo do alcance e dos impactos a serem temidos.

a. Fixação do alerta na área de risco: uma solução fácil, mas, às vezes, imperfeita

A divulgação de alertas em áreas de risco, particularmente em relação a fenômenos como as inundações rápidas, é uma prática que se traduz em uma abordagem intuitiva e aparentemente simples. A divulgação envolve a definição de perímetros para as zonas expostas, que são então integradas em plataformas de comunicação, utilizando SIG. A identificação das antenas de telecomunicações, cujas células de transmissão cobrem a área de risco, representa uma estratégia eficaz para a ativação rápida de alertas, permitindo que as populações sejam informadas de forma

imediate sobre a iminência de um desastre. Quando um perigo é detectado, as células de transmissão associadas ao risco podem ser rapidamente ativadas, ampliando a eficiência da comunicação em cenários críticos, como o risco de inundação repentina.

Em princípio, esse modelo de fixação do alerta nas áreas de risco parece ser um mecanismo de comunicação eficiente e fácil de implementar, principalmente em áreas com riscos mapeados, como as principais bacias hidrográficas no Brasil. O modelo permite que as mensagens de alerta sejam antecipadas e pré-gravadas, garantindo uma resposta rápida, caso o risco seja iminente. No entanto, à medida que a complexidade do território e a dinâmica dos eventos de risco se ampliam, esse modelo apresenta limitações evidentes. A principal limitação é a dificuldade em delimitar com precisão as áreas que serão impactadas, principalmente quando o risco não é amplamente mapeado ou ainda é subestimado. Algumas áreas de risco podem, por exemplo, ser desconhecidas ou não consideradas de forma adequada na previsão de eventos de inundação, levando à subnotificação de populações vulneráveis.

Outra limitação crucial dessa abordagem é a simplificação da comunicação de risco para uma escala geograficamente restrita, centrada nas áreas expostas. Ao fazer isso, corre-se o risco de obscurecer a dimensão espacial mais ampla dos fenômenos, não considerando adequadamente os impactos de áreas periféricas que também podem ser afetadas pelas mudanças nas dinâmicas de risco, como a propagação das águas de uma inundação. Em muitos contextos urbanos, principalmente nas grandes cidades brasileiras com assentamentos informais, os fluxos hidrológicos podem atingir áreas distantes do ponto inicial da inundação. Assim sendo, limitar a divulgação do alerta apenas às áreas de risco imediato pode gerar uma fragmentação das bacias hidrográficas de alerta, a qual não reflete a real extensão do fenômeno, prejudicando a comunicação para populações em áreas adjacentes, mas igualmente vulneráveis.

No entanto, a adaptação do modelo de fixação do alerta ao nível das bacias de risco pode ajudar a mitigar essa fragilidade, permitindo uma ampliação do alcance espacial da comunicação. As bacias de risco, como unidades naturais e socioterritoriais, são mais amplas e podem capturar os impactos de inundação não apenas no seu epicentro, mas também em regiões circunvizinhas, considerando o comportamento das águas e suas interações com os sistemas urbanos. O uso dessa unidade territorial pode garantir que a comunicação de risco atenda de maneira mais eficaz a toda a área de impacto, não apenas ao perímetro imediato. Assim, a

adaptação da divulgação de alertas às bacias de risco permite que diferentes escalas de perigo sejam comunicadas com maior acuracidade, proporcionando um alerta mais preciso, especialmente para áreas que estão fora do foco imediato de atenção.

Além disso, a granularidade das células de telecomunicações, uma característica fundamental dessa abordagem, desencadeia um conjunto de problemas relacionados aos efeitos de borda. Esses efeitos ocorrem quando a cobertura da antena não alcança de maneira completa ou homogênea a área de risco, resultando em falhas na transmissão do alerta para zonas limítrofes. A intensidade e a extensão desses efeitos variam consideravelmente dependendo da densidade das antenas de retransmissão e da complexidade topográfica do terreno, fatores particularmente críticos em áreas urbanas densamente ocupadas, como as regiões periféricas de grandes cidades brasileiras. Nessas áreas, a topografia irregular e a concentração de construções podem criar zonas de sombra de sinal, onde a comunicação de risco se torna ineficaz ou fragmentada, prejudicando o alcance do alerta.

Outra questão a ser considerada é o impacto da densidade das antenas de telecomunicações nas áreas de risco. A fragmentação da cobertura de sinal nas zonas limítrofes das células de transmissão pode resultar em uma comunicação de risco ineficiente. Em áreas urbanas, sobretudo em assentamentos informais, a distribuição das antenas pode ser desigual, criando falhas no acesso às mensagens de alerta. A utilização de tecnologias emergentes, como a integração de redes de sensores em sistemas de monitoramento hidrológico e de telecomunicações, pode ajudar a melhorar essa cobertura, mas a adoção dessas soluções requer investimentos em infraestrutura e coordenação entre diferentes esferas de governo e atores privados.

A solução para esses problemas passa, então, pela adoção de uma abordagem holística e integrada para a comunicação de risco. Isso envolve não apenas a segmentação das áreas expostas de forma mais precisa, mas também a utilização de sistemas tecnológicos que combinem diferentes fontes de dados, como informações meteorológicas, sensores de nível de água e dados socioeconômicos das populações vulneráveis. A combinação desses dados permitiria uma antecipação mais eficaz dos riscos e uma comunicação mais segmentada, que considere a complexidade do território, as dinâmicas dos eventos e as vulnerabilidades locais. Além disso, a participação da comunidade na construção de sistemas de alerta também deve ser incentivada, para garantir que a mensagem chegue de forma compreensível e útil para

todos os grupos, especialmente para aqueles em assentamentos informais, que muitas vezes não têm acesso pleno a canais tradicionais de comunicação.

Portanto, embora a fixação do alerta nas áreas expostas seja uma solução rápida e de fácil implementação, esse processo precisa ser refinado e contextualizado para lidar com as complexidades territoriais e as vulnerabilidades das populações mais expostas a desastres, como as que habitam os assentamentos informais. A comunicação de risco deve ser flexível, adaptada às especificidades locais e capaz de abranger não apenas as áreas de risco imediato, mas também os efeitos periféricos e as consequências de médio e longo prazo dos eventos de inundação. A combinação de uma abordagem técnica avançada, como as bacias de alerta, com uma compreensão profunda da realidade social e urbana, é fundamental para garantir uma resposta eficaz e inclusiva diante dos desafios impostos pelas inundações no Brasil.

b. Definir o alerta no nível das bacias hidrográficas

A segunda abordagem, a qual visa definir o alerta nas bacias de risco, representa uma estratégia mais ampla e integrada em relação à comunicação de risco de inundação. Ao invés de se limitar aos limites municipais ou identificar precisamente as áreas que serão diretamente impactadas pelo evento, essa abordagem permite que a comunicação de risco seja disseminada em uma escala superior, abrangendo toda a bacia de risco. Em termos práticos, isso significa que o alerta é emitido para uma unidade territorial coesa e funcional, que considera as dinâmicas naturais do território, como as bacias hidrográficas. Esta estratégia é particularmente eficiente em contextos de risco de inundação repentina, onde a previsibilidade do evento pode ser imprecisa, mas a bacia, como unidade de análise, oferece uma cobertura mais abrangente e adaptada à realidade geográfica e hidrológica.

Ao adotar a bacia como unidade de alerta, a comunicação de risco se torna mais eficiente, já que não depende da precisão exata do perímetro da área a ser afetada. Em vez disso, considera-se a totalidade da bacia hidrográfica como um espaço de risco potencial, com base nas informações hidrológicas e meteorológicas disponíveis. Essa abordagem elimina a necessidade de um mapeamento exato do evento de risco, permitindo uma resposta mais flexível e rápida. Em cenários de inundação, onde os efeitos podem se propagar para além da área imediatamente

visível, a difusão do alerta para toda a bacia de risco garante que todas as áreas suscetíveis ao fenômeno sejam comunicadas adequadamente, reduzindo os riscos de subnotificação e aumentando a eficácia do sistema de alerta.

Porém, essa estratégia exige um planejamento prévio detalhado para identificar as bacias de risco relevantes, que podem variar em tamanho e características, dependendo da natureza do evento. As bacias de risco de inundação podem se estender por múltiplos municípios e cobrir diferentes contextos socioeconômicos, incluindo assentamentos informais e áreas de alta vulnerabilidade. Essa variabilidade espacial requer um entendimento profundo do comportamento hidrológico e da ocupação do solo, além da criação de uma infraestrutura de telecomunicações que possa ativar rapidamente a comunicação de alerta para as antenas de retransmissão em toda a extensão da bacia de risco. A integração de dados em tempo real sobre precipitações, níveis de água e condições do solo, junto ao uso de SIG, permite identificar e definir essas bacias, garantindo uma resposta eficaz ao evento.

Esse tipo de abordagem possibilita que a comunicação de risco se sobreponha a diferentes tipos de risco, como inundações e deslizamentos de terra, os quais podem ocorrer em simultâneo ou em sequência, em áreas contíguas. Em áreas urbanas brasileiras, com uma geografia marcada pela presença de bacias hidrográficas interligadas e assentamentos informais nas margens dos rios, essa sobreposição de riscos é uma característica comum e deve ser considerada ao definir as zonas de alerta. O uso de bacias como unidades de alerta permite a coordenação entre diferentes tipos de resposta a desastres, como a evacuação de áreas inundáveis e o controle de incêndios em áreas de risco simultâneo. Ao combinar múltiplos tipos de risco, essa abordagem torna-se uma solução holística para a gestão de desastres, que considera a interdependência entre diferentes ameaças naturais.

Além disso, a definição do alerta nas bacias de risco torna a comunicação mais inclusiva, já que não se limita a áreas específicas, mas abrange todas as regiões sob risco potencial dentro da bacia. Isso significa que áreas periféricas, que poderiam ser negligenciadas em um modelo de alerta restrito, são igualmente contempladas. A implementação dessa abordagem pode ser especialmente importante em contextos de assentamentos informais, onde as populações vulneráveis, muitas vezes em condições precárias, podem não ter acesso a sistemas de alerta tradicionais. A transmissão de uma mensagem de alerta em uma escala mais ampla, considerando

toda a bacia, permite que essas populações sejam informadas de maneira mais eficiente, mesmo que não estejam diretamente dentro da área de risco imediato. Isso é particularmente relevante em regiões onde a ocupação irregular e a falta de infraestrutura dificultam a implementação de sistemas de alerta convencionais.

Para que a definição do alerta nas bacias de risco seja eficaz, é necessário um sistema de monitoramento contínuo e uma infraestrutura robusta de telecomunicações, capaz de operar em diferentes escalas de risco e de garantir que as informações de alerta cheguem a todos os habitantes da bacia. O uso de tecnologias de telecomunicação, como redes móveis e satélites, pode ajudar a superar as limitações de infraestrutura em áreas isoladas ou de difícil acesso. Além disso, a integração de dados de diversos sensores e sistemas de monitoramento hidrológico pode fornecer informações em tempo real, permitindo que a definição da bacia de risco seja constantemente atualizada e ajustada com base nas condições climáticas e ambientais. Isso não apenas aumenta a eficácia da comunicação de risco, mas também melhora a capacidade de resposta das autoridades e da população.

Uma das limitações dessa abordagem é o desafio logístico de implementar um sistema de alerta que abranja áreas tão amplas e complexas. A ativação das antenas de telecomunicações em toda a bacia de risco exige uma coordenação precisa entre diferentes esferas de governo e operadoras de telecomunicações, além de uma estrutura de gestão eficiente para garantir que as mensagens sejam transmitidas sem falhas. Isso pode ser desafiador em regiões com grande desigualdade social e em assentamentos informais, onde as condições de infraestrutura são frequentemente precárias. Nesse caso, é crucial que as políticas de gestão de risco considerem as especificidades locais e as necessidades das populações mais vulneráveis, garantindo que as tecnologias de alerta sejam acessíveis e eficazes para todos.

Por fim, a definição do alerta nas bacias requer uma abordagem integrada e coordenada que combine tecnologias avançadas, uma análise precisa das dinâmicas hidrológicas e uma atenção especial às vulnerabilidades sociais e econômicas das comunidades em risco. A utilização de bacias como unidades de alerta não apenas amplia a cobertura da comunicação de risco, mas também melhora a capacidade de resposta dos sistemas de emergência, garantindo que todas as populações, incluindo aquelas nos assentamentos informais, sejam protegidas diante de desastres. Isso

representa um avanço para a gestão de risco de desastres no Brasil, contribuindo para a construção de um sistema de alerta mais inclusivo, eficaz e resiliente.

c. Alerta tendo em conta a evolução espaço-temporal dos perigos

Uma abordagem inovadora e mais dinâmica para a comunicação de risco de desastres envolve a adaptação do alerta com base na evolução espaço-temporal dos perigos. Em vez de definir zonas estáticas para a disseminação do alerta, essa abordagem permite uma flexibilidade tanto no tempo quanto no conteúdo das mensagens, conforme o evento se desenvolve e seus impactos se tornam mais claros. Essa adaptação oferece uma vantagem significativa, pois permite que as autoridades de defesa civil ajustem o alerta de forma mais precisa e informada, considerando não apenas o perigo iminente, mas também a progressão do fenômeno ao longo do tempo e sua interação com o território afetado. Com isso, torna-se possível entregar alertas mais direcionados, com informações relevantes para os diferentes contextos locais, como áreas mais vulneráveis ou que sofrerão maior intensidade do risco.

O diferencial dessa abordagem é sua flexibilidade, que permite a personalização do alerta de acordo com a evolução do evento e o impacto esperado no território. Enquanto as abordagens anteriores se baseiam em uma avaliação prévia do risco e na definição estática das áreas de alerta, esta abordagem coloca ênfase no monitoramento contínuo do fenômeno, ajustando o tempo e o conteúdo do alerta à medida que o evento se desenrola. Em caso de uma inundação repentina, é possível emitir um alerta inicial baseado nas previsões meteorológicas e hidrológicas, mas, à medida que a situação se desenvolve, os alertas podem ser atualizados, com informações detalhadas sobre os pontos mais afetados, a necessidade de evacuação, ou mudanças nas rotas de acesso. Isso reduz o risco de alertas desnecessários ou excessivamente abrangentes, tornando a comunicação mais precisa e eficiente.

No entanto, essa abordagem exige uma estrutura robusta de monitoramento e um sistema de comunicação ágil. Para que a transmissão do alerta seja eficaz, as autoridades precisam ter acesso a plataformas em tempo real, com a capacidade de acompanhar a evolução do evento de forma constante. Isso envolve não apenas a coleta e análise de dados meteorológicos, hidrológicos e ambientais, mas também uma compreensão aprofundada das dinâmicas locais e das consequências potenciais

do evento. Além disso, é necessário que os sistemas de alerta estejam interligados com as equipes de resposta, para garantir que as decisões sejam tomadas rapidamente e que os alertas sejam emitidos em tempo hábil, com a precisão necessária. A integração de dados em tempo real, como imagens de satélite e informações de sensores hidrológicos, facilita essa adaptação do alerta, garantindo que este seja sempre relevante e adequado às circunstâncias do momento.

Uma das dificuldades dessa abordagem é a complexidade envolvida na análise do evento à medida que ocorre. Ao contrário das abordagens anteriores, que se concentram em áreas de risco predefinidas, essa abordagem exige um entendimento contínuo e dinâmico do fenômeno em evolução. Isso pode ser especialmente desafiador em contextos de riscos múltiplos, como a interação de diferentes tipos de desastres (inundações, incêndios florestais, deslizamentos de terra, por exemplo), que podem se sobrepor em um mesmo território, exigindo a emissão de alertas diferenciados e a coordenação entre diferentes serviços de emergência. Nesse sentido, a abordagem baseada na evolução espaço-temporal dos perigos precisa ser complementada por uma estrutura de governança eficiente, capaz de integrar diferentes setores e especialistas, para garantir uma resposta coordenada e eficaz.

Além disso, ao focar na adaptação do conteúdo do alerta de acordo com a evolução do evento, a abordagem também permite uma comunicação mais contextualizada e relevante para a população. Por exemplo, um alerta sobre uma inundação iminente pode inicialmente focar em evacuação de áreas mais baixas, mas, à medida que a inundação progride, o conteúdo pode ser ajustado para fornecer informações sobre a localização exata das áreas afetadas, o nível das águas e as rotas de fuga. Isso aumenta a capacidade da população de tomar decisões informadas e rápidas, reduzindo a ansiedade e aumentando a eficácia das ações de mitigação. A personalização do conteúdo do alerta também é uma estratégia importante para alcançar diferentes públicos, considerando as especificidades de cada grupo, como idosos, pessoas com deficiência ou residentes de assentamentos informais, que podem precisar de informações diferenciadas para garantir sua segurança.

No entanto, essa abordagem não é isenta de desafios. O processo de adaptação do alerta de forma polifásica (diferenciada no espaço) e assíncrona (diferenciada no tempo) pode ser demorado e exigir recursos significativos. Em contextos de risco extremo, como grandes desastres naturais, o tempo é um fator

crítico, e as autoridades precisam agir rapidamente. Assim, enquanto a adaptação contínua do alerta oferece uma vantagem estratégica, pode também aumentar a complexidade e a demora na emissão de alertas, o que pode comprometer sua eficácia em situações de risco iminente. O trade-off entre a precisão e a rapidez na disseminação das mensagens de alerta é um ponto central dessa abordagem, e precisa ser cuidadosamente equilibrado, levando em consideração o perfil do risco e a capacidade das autoridades de responderem a tempo a ocorrência do fenômeno.

Além disso, a utilização dessa abordagem requer uma infraestrutura tecnológica avançada, capaz de processar grandes volumes de dados em tempo real e transmitir informações com alta precisão. A integração de diferentes tecnologias de monitoramento e comunicação é essencial para garantir que as autoridades possam ajustar os alertas de acordo com as condições mais recentes. A implementação de tais tecnologias, no entanto, demanda investimentos significativos, não apenas em infraestrutura, mas também em treinamento e capacitação das equipes responsáveis pela emissão e acompanhamento dos alertas. Esses desafios podem ser particularmente evidentes em regiões mais remotas ou com limitações tecnológicas, o que torna necessária uma abordagem gradual para a adoção dessa estratégia.

Por fim, a abordagem de alerta baseada na evolução espaço-temporal dos perigos pode ser considerada como um passo importante para a evolução dos sistemas de comunicação de risco de desastres. Esse tipo de abordagem oferece a flexibilidade necessária para responder de forma mais precisa e adaptativa às dinâmicas complexas dos desastres naturais, melhorando a eficiência dos sistemas de alerta e, conseqüentemente, a segurança das populações expostas. No entanto, sua implementação bem-sucedida depende de uma combinação de monitoramento avançado, gestão coordenada e uma infraestrutura tecnológica robusta, que, em conjunto, garantam a disseminação de alertas eficazes e oportunos. Dessa forma, essa abordagem complementa as estratégias anteriores, proporcionando uma solução mais integrada e holística para a gestão de desastres.

d. Efeitos colaterais significativos

A área de distribuição de um alerta por Cell Broadcast é definida por células de telecomunicações que, embora eficazes em termos de abrangência, apresentam uma

série de desafios relacionados à sua precisão espacial. Essas células representam a menor unidade de transmissão possível e têm uma forma poligonal, com cada uma cobrindo uma área geográfica específica. Quando uma mensagem de alerta é enviada, todos os indivíduos localizados dentro dessa célula e que possuem um celular compatível com a tecnologia de broadcast receberão o alerta. Assim sendo, o uso de células oferece uma solução simples e eficiente para disseminação em larga escala, mas apresenta limitações importantes quando se considera a variação espacial da granularidade das células, especialmente em áreas urbanas e rurais, que exigem uma análise detalhada de seus efeitos na eficácia dos alertas.

A densidade das células de telecomunicações, que tende a ser maior em áreas urbanas devido à necessidade de evitar congestionamentos de rede, torna a granularidade mais fina nesses locais. Por outro lado, em regiões rurais, onde a dispersão geográfica é maior e a necessidade de cobertura é mais espaçada, as células tendem a ser maiores. Essa diferença de tamanho e forma das células pode resultar em efeitos de borda indesejáveis, que afetam diretamente a precisão dos alertas. Nesses casos, o número de indivíduos que realmente necessitam de um alerta pode ser subestimado, ou, ao contrário, um número excessivo de pessoas pode ser alertado em momentos inoportunos. Isso gera um risco considerável, pois tanto a exclusão de indivíduos em áreas de risco quanto a sobrecarga de informações para quem não está exposto ao perigo podem comprometer a eficácia do sistema de alerta.

O conceito de “efeito de borda” refere-se à falha na cobertura da área de risco, quando uma célula de telecomunicação não coincide com o perímetro da área afetada. Esse fenômeno é exacerbado quando as células de telecomunicações são grandes, como acontece em áreas rurais, onde os limites de cobertura da antena podem exceder os limites da área de risco. A implicação disso é que, muitas vezes, as células incluem regiões não expostas ao risco, resultando no envio de alertas para indivíduos que não estão em perigo. Essa falha pode levar a um aumento da ansiedade e do cansaço psicológico, pois as pessoas recebem informações que não são relevantes para sua situação. Por outro lado, o alerta pode não alcançar todas as pessoas que estão efetivamente em risco, caso a célula não cubra a área exposta.

O efeito de borda é mais significativo na escala dos municípios, uma vez que as áreas locais são menores do que a abrangência das células de telecomunicações. Em contextos em que um alerta é gerado a partir de um gestor local, a necessidade

de atingir toda a população em risco pode implicar o envio de mensagens para antenas de retransmissão localizadas fora do território municipal. Isso faz com que um grande número de pessoas nos municípios vizinhos também receba o alerta, embora não estejam necessariamente em risco. Esse fenômeno de transbordamento de alertas pode ser problemático, pois pode levar a uma disseminação excessiva da mensagem, comprometendo a percepção de urgência do alerta e gerando alertas desnecessários em áreas que não são impactadas pelo evento.

O desafio de garantir que o alerta atinja precisamente a população em risco está atrelado à diferença entre os limites geográficos das células de telecomunicações e as áreas de risco propriamente ditas. Os limites das antenas de telecomunicações não seguem, por exemplo, os limites municipais ou os perímetros das bacias de risco, o que gera inconsistências na distribuição espacial do alerta. Essa discrepância pode ser minimizada, em parte, por meio de técnicas avançadas como o geofencing, que permite a verificação da localização do usuário via GPS. Essa tecnologia possibilita que o sistema determine se o celular está dentro da área específica que necessita ser alertada, ajustando a distribuição da mensagem de forma mais precisa.

Embora o geofencing ofereça uma solução promissora para mitigar os efeitos de borda, essa técnica ainda apresenta desafios significativos, principalmente em termos de custo e implementação. A adoção do geofencing exige infraestrutura adicional e maior integração tecnológica nos sistemas de alerta, o que pode não ser viável em contextos de baixo orçamento ou em sistemas de alerta já estabelecidos que não foram projetados para incorporar essas tecnologias de rastreamento em tempo real. Além disso, a integração dessa tecnologia ao sistema de alerta civil, como o “Defesa Civil Alerta”, ainda é incerta, dado que não há garantias de que essa funcionalidade será adotada e disponibilizada para todos os municípios e regiões.

Por outro lado, a utilização do geofencing, se implementada corretamente, pode transformar a eficácia dos alertas, tornando-os mais específicos e reduzindo tanto os alertas desnecessários quanto as falhas de cobertura (Shevchenko; Reips, 2023). A precisão no envio de mensagens a indivíduos dentro de uma área de risco é crucial para a maximização da eficácia do sistema de alerta. O uso do GPS para rastrear a posição dos celulares, por exemplo, pode garantir que apenas aqueles localizados dentro de áreas geograficamente definidas recebam o alerta. Isso tornaria o sistema mais eficiente, economizando recursos e evitando a sobrecarga de informações.

Porém, mesmo com os avanços proporcionados por tecnologias, é importante reconhecer que nenhum sistema de alerta será completamente livre de falhas. A natureza imprevisível e dinâmica dos desastres exige uma abordagem multifacetada e integrada, que combine tecnologias de comunicação com sistemas tradicionais de alerta. A eficiência do Cell Broadcast e do geofencing dependerá de uma implementação cuidadosa e de um monitoramento da infraestrutura tecnológica, para garantir que os benefícios de precisão e abrangência sejam plenamente aproveitados, sem comprometer a eficácia e a confiabilidade do sistema de alerta.

7.4.1.5 TERRITÓRIO NO CENTRO DO PROCESSO

No contexto da gestão de riscos de inundação e desastres no Brasil, a comunicação de risco deve ser entendida como um processo que ultrapassa a simples disseminação de informações. A comunicação deve estar intimamente ligada às dinâmicas territoriais, que envolvem desde as características físicas do território até as realidades sociais e econômicas das comunidades. Esse processo é especialmente desafiador em assentamentos informais, onde a falta de infraestrutura, o adensamento urbano desordenado e a fragilidade das redes de proteção social tornam a população extremamente vulnerável a eventos de inundação rápida e lenta. Nesse cenário, as bacias de alerta emergem como uma das unidades territoriais mais eficazes para organizar e direcionar as estratégias de comunicação de risco, sendo, portanto, essencial aprofundar a análise dessa configuração territorial.

As bacias de alerta, enquanto unidades espaciais de organização da gestão de risco, devem ser desenhadas a partir de uma compreensão detalhada dos fluxos hidrológicos e da ocupação do solo. No caso das inundações, sobretudo as de caráter rápido e lento, as bacias hidrográficas desempenham um papel central na definição da dinâmica da propagação das águas. As bacias hidrográficas são unidades naturais que não apenas delimitam a drenagem de um sistema fluvial, mas também refletem a interação entre os corpos d'água e os ecossistemas urbanos, afetando a vulnerabilidade das áreas adjacentes. A identificação dessas bacias como zonas de alerta possibilita uma abordagem de comunicação mais localizada, ajustada às particularidades de cada região e às características de sua infraestrutura.

No entanto, a aplicação das bacias de alerta no Brasil deve considerar as especificidades dos assentamentos informais, que frequentemente se localizam em

áreas de alto risco e nas margens de rios, canais e vales. Nessas áreas, a ocupação desordenada e a falta de planejamento urbano tornam as bacias de alerta ainda mais relevantes, pois elas permitem uma visualização e articulação territorial que refletem a forma como a água se comporta nas zonas mais vulneráveis. As bacias de alerta devem ser adaptadas para considerar os diferentes tipos de risco presentes nesses assentamentos, como as enchentes de pequenos cursos d'água, a saturação do solo e a degradação da vegetação, que agravam a magnitude e os efeitos das inundações.

Em regiões urbanas com assentamentos informais, a segmentação das bacias de alerta pode ser refinada através da identificação de subunidades territoriais que correspondam a áreas de risco elevado, como morros, encostas e vales urbanos. A análise geoespacial detalhada, utilizando SIG, permite mapear essas áreas de forma precisa, incluindo as infraestruturas de drenagem e as áreas de maior vulnerabilidade social. Isso proporciona uma visão mais granular do risco, permitindo que os alertas sejam enviados para zonas mais específicas, que muitas vezes não estão diretamente contempladas nas bacias hidrográficas tradicionais. A segmentação de bacias de alerta nesse nível de detalhe pode também auxiliar no planejamento de estratégias de evacuação, garantindo que a comunicação de risco seja mais eficaz e direcionada.

Além da segmentação das bacias de alerta em áreas urbanas, a questão da resiliência das comunidades de assentamentos informais deve ser levada em consideração na definição dessas zonas. Muitas dessas áreas enfrentam uma falta crônica de serviços essenciais, como abastecimento de água, saneamento básico e sistemas de drenagem adequados, tornando-as ainda mais suscetíveis aos efeitos das inundações. O mapeamento de áreas com diferentes graus de resiliência, que considere a capacidade das comunidades de se adaptar e reagir a eventos climáticos extremos, pode ser um critério adicional para a delimitação das bacias de alerta. Esse tipo de abordagem permite que a comunicação de risco seja não apenas informativa, mas também orientada à ação, com a entrega de mensagens específicas que contemplem a vulnerabilidade das populações mais expostas.

Um dos principais desafios da utilização das bacias de alerta no Brasil é a necessidade de integrar dados técnicos e científicos com informações sociais e comportamentais, especialmente nas áreas de assentamentos informais. Para que os sistemas de alerta sejam eficazes, é fundamental que as mensagens de risco sejam adaptadas ao nível de compreensão das comunidades, levando em conta não apenas

o conhecimento prévio dos perigos, mas também as barreiras de acesso à informação. A falta de educação formal e a limitação no acesso a tecnologias de comunicação em muitos assentamentos informais exigem que os alertas sejam difundidos por múltiplos canais — desde SMS e rádio comunitária até aplicativos móveis adaptados a dispositivos de baixo custo — para garantir que a população vulnerável tenha acesso imediato às informações essenciais sobre a iminência de um desastre.

No caso de inundações rápidas, as bacias de alerta podem se tornar ferramentas cruciais para fornecer avisos antecipados e diretrizes sobre a necessidade de evacuação. O desafio, porém, está na capacidade de monitorar em tempo real os níveis de água e os comportamentos hidrológicos dentro das bacias. O uso de tecnologias de sensores remotos e a colaboração com sistemas de previsão climática podem fornecer dados mais precisos para prever os picos de inundação e alertar as comunidades afetadas com a antecedência necessária para minimizar os danos. Em relação às inundações lentas, as bacias de alerta devem ser adaptadas para identificar não apenas os riscos imediatos, mas também os processos de acumulação de água ao longo do tempo. Nessas situações, a previsão de longo prazo e o monitoramento contínuo dos níveis de precipitação e do fluxo dos corpos d'água são essenciais para permitir a emissão de alertas com a antecedência necessária. Além disso, deve-se considerar a implementação de estratégias de adaptação que envolvam a melhoria da infraestrutura de drenagem e a promoção de práticas de uso do solo que reduzam o risco de alagamento, sobretudo em assentamentos informais.

A implementação de bacias de alerta eficazes exige uma abordagem multidisciplinar e colaborativa, envolvendo não apenas as autoridades de defesa civil, mas também os órgãos de planejamento urbano, os especialistas em hidrologia e os moradores das comunidades vulneráveis. A integração de diferentes formas de conhecimento é crucial para garantir que os sistemas de alerta sejam não apenas precisos, mas também sensíveis às realidades de quem mais necessita de proteção. A criação de mecanismos de diálogo entre as comunidades e os gestores locais, além de ser um aspecto importante na criação de sistemas de alerta eficazes, fortalece a capacidade de resposta e a resiliência local. Logo, as bacias de alerta têm o potencial de transformar a gestão de riscos no Brasil, oferecendo uma resposta mais rápida e direcionada, que contemple as variáveis ambientais e sociais. A reconfiguração das bacias de alerta, para além de sua função técnica de delimitação territorial, deve ser

uma oportunidade para repensar as políticas públicas de RRD, promovendo a justiça social e a igualdade no acesso à segurança e à proteção contra desastres.

7.4.2 PARTICIPAÇÃO DO PÚBLICO NA COMUNICAÇÃO DE RISCOS

Os sistemas de alerta, apesar da multiplicidade de meios de comunicação disponíveis, continuam a ser predominantemente instrumentos unidimensionais, nos quais a comunicação segue um fluxo “de cima para baixo”. Nesse modelo, os cidadãos são geralmente vistos como receptores passivos, sem o devido reconhecimento de seu potencial comunicativo, que, muitas vezes, é subestimado pelos operadores de sistemas de alerta. Essa realidade é particularmente contraditória no contexto da sociedade da informação, quando a comunicação entre indivíduos em plataformas variadas é cada vez mais fluida e ativa. Em um mundo onde o Estado não detém mais de forma exclusiva o monopólio da informação, a “palavra” das autoridades locais frequentemente chega atrasada, especialmente quando comparada à rapidez das redes sociais e dos sites de notícias. Além disso, a crescente desconfiança em relação às autoridades e o fosso entre o Estado e os cidadãos quanto ao acesso à informação têm ampliado o distanciamento no processo de comunicação de risco.

Essa subestimação do potencial comunicativo dos cidadãos pode ser corrigida por meio da integração ativa dos indivíduos no processo de alerta, um conceito que pode ser explorado através da ideia do sensor-cidadão (Goodchild, 2007). Esse conceito ressalta a capacidade dos indivíduos de não apenas perceber e interpretar os fenômenos de risco, mas também de comunicá-los de forma eficaz. Os cidadãos, como os primeiros a testemunhar, medir e experimentar os impactos de eventos perigosos, são as fontes primárias de informação, podendo relatar suas observações utilizando dispositivos móveis. Além disso, o conhecimento local das comunidades lhes confere uma vantagem crucial na detecção precoce dos sinais de risco, permitindo que eles se tornem uma rede de monitoramento espontânea e eficaz.

Outro conceito relevante é o de Informação Geográfica Voluntária (VGI), que define a contribuição dos cidadãos em tempos de crise ao fornecer dados geográficos sobre os fenômenos que percebem (Goodchild, 2007). Embora o VGI não tenha sido amplamente institucionalizado nos sistemas de alerta (Douvinet, 2020), a informação representa uma tendência crescente, especialmente em contextos locais onde os cidadãos estão mais próximos dos eventos. Esse tipo de contribuição tem o potencial

de enriquecer os sistemas de alerta, fornecendo dados que complementam as informações oficiais e melhoram a precisão das previsões. A mídia social também tem se mostrado um campo valioso de estudo nesse contexto, pois as reações e postagens nas redes sociais podem servir como um termômetro da intensidade de um fenômeno, ajudando a identificar áreas afetadas e a gravidade do impacto.

A utilização das contribuições dos cidadãos não implica necessariamente uma mudança nas doutrinas existentes ou na estrutura hierárquica dos sistemas de alerta, mas sugere a criação de canais de comunicação que permitam a captura dessas informações externas. Esse fluxo de informações pode melhorar a precisão dos alertas, proporcionando uma visão ampla e detalhada do evento em questão. Para que isso seja viável, é essencial que sejam estabelecidos mecanismos eficazes para integrar as observações dos cidadãos no processo de alerta, criando uma rede colaborativa que complemente os dados de monitoramento. Essa colaboração ativa pode contribuir para uma resposta mais eficaz e coordenada aos eventos de risco.

O papel dos cidadãos, nesse contexto, é mais proativo do que simplesmente ser receptor de alertas. Ao se tornarem participantes ativos, eles ajudam a aumentar a conscientização sobre os riscos e a garantir que as informações mais relevantes cheguem aos gestores de emergência. Alguns aplicativos de alerta já incorporam o cidadão no centro do processo, permitindo que o indivíduo escolha o tipo de perigo que observa, descreva a intensidade do evento e até compartilhe uma foto para ilustrar sua percepção. Esse tipo de contribuição não só amplia a base de dados disponíveis, mas também fortalece o envolvimento dos cidadãos com o sistema de gestão de risco.

Esse modelo de comunicação mais colaborativo e interativo aumenta a conscientização situacional tanto para os cidadãos quanto para os gestores de risco. Ao ampliar as fontes de informação com dados coletados de quem está no local do evento, o sistema de alerta se torna dinâmico e sensível às mudanças rápidas no cenário de risco. Essa abordagem promove uma maior confiança entre a população e as autoridades, uma vez que os cidadãos veem suas contribuições sendo valorizadas e integradas ao processo de tomada de decisão. Em última análise, integrar os indivíduos no processo de comunicação de risco não apenas melhora a eficiência do sistema de alerta, mas também fortalece a resiliência comunitária diante de desastres.

7.4.2.1 CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES E PRIORIDADES INDIVIDUAIS

Esta última seção insiste nas necessidades dos indivíduos, que devem ser consideradas, independentemente dos casos de uso ou da doutrina de usos da plataforma. A ideia é mensurar a apreensão e os sentimentos dos indivíduos ao receber o alerta (pela reprodução nos canais, formato e conteúdo das mensagens).

7.4.2.2. INFLUÊNCIA DO FORMATO E CONTEÚDO DOS ALERTAS

a. Conteúdo essencial de uma mensagem de alerta

A análise das mensagens enviadas pelo órgão de proteção e defesa civil de Curitiba revela lições que transcendem as circunstâncias locais e temporais. Os resultados mostram que 60,8% das mensagens de alerta podem ser consideradas completas, ou seja, apresentam fonte, nome do perigo, localização, ação de proteção e o tempo do alerta e que aumentam a probabilidade de que os indivíduos tomem medidas de proteção (Liu *et al.*, 2017; Mileti; Sorensen, 1990; Sutton; Kuligowski, 2019). Esse resultado contrasta pesquisas recentes, as quais mostram que mensagens incompletas de alertas emitidas pelas autoridades públicas são comuns (Kuligowski *et al.*, 2023). Nos Estados Unidos, por exemplo, apenas 8,5% dos alertas enviados entre 2012 e 2022 são completos (Sutton; Olson; Waugh, 2024) e, no caso da Covid-19, menos de 3% das mensagens continham os elementos sugeridos (Bean *et al.*, 2022). No desastre ocorrido no Rio Grande do Sul em 2024, apenas 1,83% das mensagens de alerta eram completas (Fonseca *et al.*, 2024). Ao fornecer os tipos de informação necessários para agir, os alertas podem reduzir a busca de informações, insuficiência de informação (Gutteling; Terpstra; Kerstholt, 2018) o atraso nas ações protetoras (Sutton; Fischer, 2021).

A comunicação antes e durante uma crise é um elemento crucial que pode salvar vidas e minimizar danos. No caso de Curitiba, cerca de 77,2% das mensagens continham a palavra "aviso". A combinação de alertas com informações preventivas é vital para aumentar a resiliência da população diante de desastres (Krocak *et al.*, 2023; Zabini *et al.*, 2021). Os desafios observados em Curitiba também refletem questões que são relevantes em qualquer cenário. Por exemplo, o desastre ocorrido no litoral norte de São Paulo em 2022 demonstrou como uma comunicação inadequada pode

levar a consequências desastrosas. As mensagens de alertas enviadas pelas autoridades locais, as quais não deram ênfase à dimensão das chuvas (G1, 2022), ilustram um problema universal: a subestimação dos riscos. Esse mesmo padrão foi observado em Curitiba, onde 0,4% das mensagens detalharam os impactos potenciais. A inclusão desses detalhes é crucial para que a população compreenda a gravidade da situação, não subestime o risco (Potter *et al.*, 2018) e adote medidas de RRD e autoproteção diante de eventos adversos (Wood *et al.*, 2018).

Essa problemática não é exclusiva dos eventos mencionados acima. Em diversas partes do mundo, as falhas na comunicação de desastres podem ser atribuídas a uma falta de visão sistêmica que integre todas as dimensões do risco. Por exemplo, no Brasil, eventos como as chuvas intensas em Pernambuco em 2022, que resultaram em dezenas de mortes, mostram que a comunicação muitas vezes se concentra em um aspecto do desastre, como inundações, mas negligenciam outros, como deslizamentos, que podem ser igualmente devastadores. As mensagens que enfatizam apenas o aspecto imediato sem fornecer informações detalhadas sobre os impactos potenciais, como interrupções nos serviços essenciais, falham em preparar adequadamente a população. Em Curitiba, o foco em alertas sem a inclusão de instruções detalhadas sobre como agir, como rotas de evacuação ou medidas para proteger infraestruturas críticas, evidenciou essa lacuna na comunicação.

A comunicação inclusiva, que considera as necessidades de grupos vulneráveis, como idosos, crianças e pessoas com deficiência, é outro aspecto que deve ser incorporado em qualquer estratégia de comunicação de risco. A inclusão de orientações específicas para esses grupos é um desafio comum em todo o mundo (Lindell *et al.*, 2016). Em Curitiba, a análise revelou que os alertas falharam em abordar de forma adequada as necessidades desses grupos, com poucas mensagens oferecendo orientações sobre como ajudar essas populações a se protegerem adequadamente. Outra ação de proteção que pode ser incluída é a recomendação para a criação de kits de emergência. Instruções detalhadas sobre os itens essenciais que devem compor esses kits, como água, alimentos não perecíveis, medicamentos e documentos importantes, podem aumentar a resiliência da população durante desastres. Pesquisas mostram que a elaboração de kits de emergência pode reduzir significativamente os impactos dos desastres (Reynolds-Tylus; Martinez Gonzalez, 2021). Além disso, a preparação de rotas de evacuação deve ser abordada nas

mensagens de alerta. Orientações sobre quais rotas evitar, condições das estradas e a localização de pontos de apoio ao longo das rotas podem fazer uma diferença significativa na segurança pública (Liu; Chen; Chen, 2021).

A precisão geográfica também emerge como elemento crítico para a eficácia da comunicação de risco, como evidenciado em situações de evacuação durante furacões ou tsunamis. Em Curitiba, a falta de precisão geográfica nas mensagens (apenas 9,9% detalharam as localidades específicas) pode ter levado a uma preparação inadequada e a uma resposta insuficiente em áreas gravemente afetadas. Quando a localização é generalizada, inespecífica ou ausente, as pessoas podem sentir-se ansiosas e procurar mais informações para reduzir a sua ansiedade, resultando num atraso na ação protetora (Sutton; Olson; Waugh, 2024). Essa imprecisão também pode fazer com que as pessoas subestimem a ameaça ou assumam erroneamente que estão seguras, resultando em evacuações desordenadas e em maiores riscos para a segurança pública (Sutton *et al.*, 2023). Porém, a imprecisão espaço-temporal pode ser explicada pelas incertezas inerentes aos perigos - lacuna entre a previsão e a ocorrência (Fakhruddin *et al.*, 2020).

Outro aspecto destacado na análise é a importância da credibilidade das fontes e da clareza na comunicação. Independentemente do contexto, a confiança do público na informação fornecida é essencial para garantir uma resposta eficaz. No Rio Grande do Sul, todas as mensagens incluíram a identificação clara da fonte, nomeadamente a Defesa Civil, o que é crucial para garantir a confiança do público. A clareza na identificação da fonte facilita a coordenação entre diferentes entidades envolvidas na resposta ao desastre e assegura que as ações recomendadas sejam seguidas adequadamente pela população (Sutton; Olson; Waugh, 2024).

Portanto, a análise das mensagens emitidas pelas autoridades locais de Curitiba oferece *insights* valiosos para a formulação de estratégias de RRD. A comunicação de risco é uma ferramenta essencial para a construção de resiliência, e os princípios identificados – como a necessidade de uma comunicação abrangente, adaptativa, precisa e inclusiva – são atemporais e relevantes em qualquer contexto. A eficácia da comunicação de risco também depende do uso de palavras comuns que sejam inequívocas e não necessitem de interpretação para instruir os receptores da mensagem sobre as ações que eles devem tomar (Sutton; Fischer, 2021). Convenções de estilo de mensagem (por exemplo, o uso de todas as letras

maiúsculas) podem dificultar a atenção dos leitores (Sutton; Kuligowski, 2019). A urgência pode ser comunicada ainda mais com a adoção de letras maiúsculas somente em palavras estratégicas, como as palavras AGORA ou IMEDIATAMENTE.

O uso de siglas, abreviações e jargões técnicos também pode diminuir a compreensão e atrasar a ação (Bean *et al.*, 2016). Além disso, a ordem do conteúdo afeta a compreensão da mensagem, a crença e a tomada de decisão (Wood *et al.*, 2020). Para mensagens que possuem entre 90 e 280 caracteres, o conteúdo deve ser apresentado da seguinte forma: fonte, perigo, local, hora, orientação. Para mensagens que atingem 360 caracteres, a seguinte ordem é convencional: fonte, perigo, local, orientação, hora (Bean *et al.*, 2016). Frequentemente, as mensagens terão alguma integração de conteúdo entre categorias. Por exemplo, a localização pode ser integrada à descrição do perigo e às informações de orientação. Além disso, o tempo é frequentemente integrado em declarações de orientação como parte da instrução, como pelo uso das palavras “agora”, “imediatamente” ou “até novo aviso” (Sutton; Kuligowski, 2019). A seguinte estrutura possibilita a construção de qualquer mensagem de alerta (Doermann; Kuligowski; Milke, 2021):

1. Fonte: qual agência deve ser listada como fonte desta mensagem?
2. Perigo: que tipo de evento perigoso está acontecendo ou prestes a acontecer?
3. Impactos de risco: quais são as consequências dessa ameaça que o público deve estar ciente ou como isso o afetará pessoalmente?
4. Localização do risco: onde o evento perigoso está ocorrendo? Se o perigo estiver se movendo, em que direção está se movendo ou se moverá?
5. Localização de resposta: existe um local específico que deve ser evacuado ou evitado pelas pessoas? Se sim, para onde as pessoas devem ir?
6. Orientação para ações de proteção: quais são as ações específicas que as pessoas que recebem a mensagem devem tomar?
7. Tempo: quando as pessoas devem tomar medidas de proteção? Quando a mensagem irá expirar? Quando as pessoas devem receber uma atualização?
8. Orientação adicional: onde as pessoas devem procurar atualizações?

Apesar da construção de um modelo, uma mensagem de alerta idêntica não implica o mesmo comportamento por parte dos indivíduos. Os indivíduos só

concordam em colocar as instruções em prática quando têm certeza de sua utilidade, e a desconfiança em relação às instituições afeta negativamente a percepção das mensagens (Kim *et al.*, 2019). Além disso, existem duas categorias de indivíduos durante as crises: aqueles que tendem a evacuar e aqueles que preferem ficar em casa. A disseminação de informações precisas e transparentes para a população melhoraria a aceitabilidade das instruções comportamentais.

b. Mensagens detalhadas, em vez de curtas e imprecisas

A eficácia de uma mensagem de alerta aumenta com o seu comprimento e o detalhe da informação que é transmitida (Wood *et al.*, 2020). Porém, ainda não há um consenso na literatura científica qual é o limite ideal de caracteres que uma mensagem deve conter. De uma forma geral, pesquisas mostram que mensagens de alerta com até 90 ou 140 caracteres, por exemplo, podem alertar pessoas em risco, mas também podem gerar confusão e medo devido à falta de informações específicas (Sciences *et al.*, 2018; Sutton *et al.*, 2018; Wood *et al.*, 2018). Além disso, mensagens mais curtas costumam conter siglas, abreviação de palavras, terminologia técnica, modificação de pontuação e gramática ou outros atalhos verbais que podem limitar a clareza ou a nuance da mensagem (Kuligowski *et al.*, 2023). Assim, pesquisadores e profissionais do paradigma da otimização de mensagens adotam a suposição de que mensagens mais longas (por exemplo, até 360 caracteres) têm mais probabilidade de persuadir as pessoas a tomar medidas de autoproteção (Doermann; Kuligowski; Milke, 2021; FEMA, 2024; Fischer *et al.*, 2023; Kuligowski *et al.*, 2023; Sciences *et al.*, 2018; Sutton; Olson; Waugh, 2024). Porém, é necessário evitar mensagens que não são muito atraentes para ler. Isto é, se as mensagens devem ser detalhadas e precisas, também devem ser sintéticas para ir direto ao ponto e não perder o destinatário da mensagem na quantidade de informações recebidas (Carlson *et al.*, 2024; Grant; Smith, 2019).

c. A importância da informação espacial nas mensagens de alerta

A informação espacial em uma mensagem de alerta é primordial e claramente desejada. Na Inglaterra, um estudo que transmitiu várias mensagens Cell Broadcast para uma amostra de 96 alunos da *Universidade de Hull* mostrou que a localização

da zona de perigo era o elemento de conteúdo mais desejado pelos alunos (Grant; Smith, 2019): 60% dos alunos indicaram que a localização do perigo era essencial, à frente da gravidade do perigo (58%), das instruções de comportamento (51%) e da duração do evento (40%). Outras informações espaciais são desejadas, como o local de destino e as estradas a serem evitadas. De acordo com esse estudo, a expressão da informação espacial numa mensagem de alerta deve ser feita prioritariamente por um link para um mapa (mais de 60% dos inquiridos), por um texto detalhado (30% dos inquiridos), por endereços postais (30% dos entrevistados). No entanto, para além dos alertas emitidos num setor residencial, os indivíduos têm uma relação geográfica heterogénea (ambas em termos de localização e sua relação com o ambiente).

Torna-se, portanto, imperativa a disseminação de informações espacializadas precisas para orientar os indivíduos em sua segurança, principalmente quando os indivíduos estão em um ambiente desconhecido. Para remediar isso, aclama-se a localização cartográfica e/ou a divulgação de coordenadas espaciais do local de encontro. Também é aconselhável usar nomes simples (“ponto de montagem em frente ao supermercado”, por exemplo), e não usar nomes oficiais, que nem sempre são conhecidos, mesmo para quem “pratica” os locais. Mas, o valor agregado da informação cartográfica é ambíguo. Os mapas não têm um efeito significativo na interpretação das mensagens, porque os indivíduos reagem de forma diferente dependendo de sua capacidade de ler um mapa (Wood *et al.*, 2020). Os mapas melhoram pouco a compreensão das mensagens de alerta e apenas os mapas que fornecem informações adicionais aos textos melhoram (pouco) a compreensão geral das mensagens (Liu *et al.*, 2017). Ainda, o reconhecimento, em um mapa, de um local desconhecido pode demandar tempo de interpretação por parte dos usuários. Quando a mensagem se torna longa, os participantes também podem reler o SMS mais vezes, e discuti-lo na comunidade para ter a confirmação do local identificado para a coleta.

7.4.2.3 PREFERÊNCIAS E LIMITAÇÕES DOS CANAIS DE TRANSMISSÃO

A comunicação e os meios usados devem ser ajustados às necessidades de diferentes grupos populacionais, para que possam avaliar a sua situação de maneira objetiva e tomar decisões assertivas. Nesta pesquisa, os resultados revelam que a idade é um dos elementos que prediz a preferência por tipos de fontes de informação. Os meios digitais são fontes de informação de risco, sobretudo entre os mais jovens

e com escolaridade elevada (Alias *et al.*, 2020; Snel *et al.*, 2019). Porém, as pessoas mais velhas e aquelas com baixa escolaridade tendem a utilizar meios audiovisuais e sonoros (Kammerbauer; Minnery, 2019). Esse padrão se repete na proximidade da fonte do perigo e na experiência prévia, ou seja, quanto mais próximo de um rio, maior é a preferência por meios audiovisuais e sonoros.

Esse resultado é crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes, considerando que a maioria dos órgãos de proteção e defesa civil no Brasil utiliza meios digitais para comunicar riscos à população (Londe *et al.*, 2023). Isso inclui o uso de redes sociais e o envio de avisos meteorológicos e alertas de eventos adversos para dispositivos móveis por SMS com base no CEP. Entretanto, pesquisas recentes indicam que a maior parte dos assentamentos informais no Brasil não possui endereço formal e, por isso, impede que seus residentes recebam alertas por SMS (Fonseca; Garcias; Silva, 2023b). Assim sendo, é essencial considerar essas limitações ao elaborar e implementar estratégias de comunicação de riscos, para garantir que todos os segmentos da população possam ser devidamente informados e protegidos.

Outro resultado é a relação entre a idade e a preferência por contato pessoal. A correlação positiva moderada sugere que pessoas mais velhas e com baixa escolaridade têm uma tendência a buscar interações pessoais como meio de comunicação. São lideranças comunitárias, vizinhos, parentes ou amigos (Attems *et al.*, 2020a, 2020b) que podem suprir essa necessidade e as limitações dos meios digitais. Esse tipo de comunicação fomenta e promove o desenvolvimento de redes sociais que facilitam a partilha de informações (Shahid *et al.*, 2022; Tammar; Abosuliman; Rahaman, 2020). Além disso, possibilita ao receptor da informação a oportunidade de buscar esclarecimentos e fazer perguntas ao comunicador que podem aumentar sua compreensão das informações. No entanto, o impacto dessa estratégia de intervenção diminui com o passar do tempo. Ou seja, para estratégias de comunicação voltadas para eventos que possuem uma baixa recorrência, o público deve receber informações regulares sobre o significado desse método.

Como o risco é uma questão de consciência, é essencial entender a comunicação no contexto de sistemas de conhecimento, os quais moldam como as pessoas processam, interpretam e reagem às mensagens (O'Sullivan *et al.*, 2012). Em outras palavras, reconhecer que as pessoas são receptores ativos de informações e precisam ser vistos como iniciadores e criadores de esquemas alternativos, em vez

de meros receptores (Ping *et al.*, 2016). Logo, ações de RRD e preparação devem centrar-se no nível comunitário como uma estratégia crucial para aumentar a resiliência dos indivíduos. No âmbito da comunicação, por exemplo, uma das formas encontradas foi a emissão de alertas por lideranças comunitárias confiáveis. Ações dessa natureza podem ser potencializadas pelo uso da tecnologia da informação, a qual permite que as comunidades forneçam feedback sobre a situação local.

Portanto, a comunicação de risco deve basear-se num modelo simples, contendo os elementos essenciais que devem constar numa mensagem de alerta. Devem ser suficientemente detalhados e incluir informações precisas e localizadas e, se necessário, ilustradas cartograficamente. Estudos adicionais devem ser feitos para levar a uma mudança na doutrina de divulgação do alerta à população.

8 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A presente tese explora de forma abrangente a complexa relação entre a comunicação de risco de desastres e a vulnerabilidade socioambiental nas cidades brasileiras, com foco especial em áreas propensas a inundações. A hipótese de que o uso de meios de comunicação não adaptados aos contextos locais, às percepções das populações, às especificidades dos fenômenos naturais e à escala dos espaços urbanos potencializa significativamente os riscos de desastres foi rigorosamente examinada e, de forma inequívoca, confirmada pelos resultados. As análises evidenciam que, em regiões de alta vulnerabilidade, a comunicação não apenas falha em mitigar os riscos, mas frequentemente contribui para a exacerbação destes, acentuando as desigualdades e dificultando a gestão eficaz do risco.

A recuperação dos objetivos centrais da pesquisa ressalta a hipótese de que a comunicação ineficaz não é meramente um problema técnico, mas também sociocultural. A tese se baseia na proposição de que o uso de meios de comunicação não adaptados às especificidades dos fenômenos de inundação, às particularidades culturais e às diferentes escalas espaciais no Brasil intensifica significativamente os riscos de desastres, sobretudo em áreas de vulnerabilidade socioambiental. Esses desafios tornam ainda mais evidente a necessidade de avaliação crítica e especializada dos meios de comunicação no contexto da redução de riscos.

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar e espacializar o potencial oferecido pelos meios de comunicação na redução do risco de inundação no Brasil, sobretudo

em áreas de alta vulnerabilidade. Para tanto, foram perseguidos objetivos que incluem: (1) avaliar os fatores que influenciam a percepção e eficácia da comunicação de risco de inundação; (2) estimar o desempenho espacial de sistemas de alerta em diferentes escalas; (3) examinar o potencial de comunicação de riscos em tempo real; (4) investigar a eficácia das mídias sociais como ferramentas de alerta; (5) analisar a percepção de risco e os meios de comunicação em diversos contextos; (6) compreender a percepção dos gestores locais e seu papel na gestão integrada; e (7) propor adequações metodológicas alinhadas às características territoriais.

Um dos aspectos mais críticos abordados nesta tese é a relação entre percepção de risco e comunicação eficaz. A percepção de risco não é uma variável estática; é moldada por experiências anteriores, contextos socioeconômicos, níveis de confiança nas autoridades e nas infraestruturas disponíveis, além de ser profundamente influenciada pela memória coletiva dos desastres passados. Este estudo identificou que, em muitos casos, a comunicação de risco não alcança os públicos-alvo de maneira eficaz devido à falta de alinhamento com essas percepções locais. A desconexão entre a avaliação técnica dos riscos e a percepção comunitária cria um vácuo que não só compromete a eficácia das intervenções de RRD, mas também mina a confiança nas autoridades e nos sistemas de alerta.

A pesquisa também levanta questões fundamentais sobre a invisibilidade urbana e como esta agrava a vulnerabilidade. Assentamentos informais, que abrigam milhões de brasileiros, são frequentemente excluídos dos sistemas formais de comunicação de desastres devido à ausência de endereços reconhecidos e à dificuldade de integrar essas áreas nas infraestruturas tecnológicas existentes. Essa exclusão sistemática não só marginaliza ainda mais essas populações, mas também cria um cenário em que a proteção civil e as estratégias de RRD não são equitativas e, portanto, ineficazes para uma parcela significativa da população.

Diante desses desafios, a tese propõe uma reorientação das estratégias de comunicação de risco, destacando a necessidade de sistemas de alerta multicanal que possam ser adaptados às especificidades territoriais e socioculturais. A implementação de sistemas baseados em localização em tempo real, embora promissora, deve ser acompanhada de medidas que garantam a inclusão de todos os segmentos da sociedade, especialmente os mais vulneráveis. A pesquisa indica que estratégias baseadas exclusivamente em tecnologia digital podem falhar em alcançar

as populações mais necessitadas, sublinhando a importância de abordagens complementares, como a comunicação comunitária face a face e o uso de meios tradicionais, como rádio e sirenes, em conjunto com novas tecnologias.

Outro ponto discutido é a legitimidade dos assentamentos informais e o papel fundamental que desempenha na redução de riscos. A formalização desses territórios não é apenas uma questão de reconhecimento legal, mas um passo essencial para integrar essas áreas nos sistemas de gestão de risco. A legitimação permite que as comunidades vulneráveis sejam visíveis aos olhos do poder público, possibilitando a implementação de políticas de RRD mais inclusivas e equitativas. Além disso, a formalização está associada a melhorias na infraestrutura local, o que pode reduzir a exposição ao risco de desastres e fortalecer a resiliência comunitária.

A análise também destaca que a fragmentação institucional é um dos principais entraves à comunicação eficaz. A ausência de coordenação entre os diferentes níveis de governo e entre as agências responsáveis pela gestão de riscos resulta em mensagens contraditórias ou conflitantes, dificultando a mobilização da população e a implementação de estratégias coesas de RRD. A pesquisa evidencia que uma comunicação integrada, aliada à capacitação de gestores locais, pode reduzir os impactos de desastres, especialmente em áreas de alta vulnerabilidade.

A participação comunitária emergiu como um elemento central para a eficácia da comunicação de risco. Pesquisas mostram que iniciativas que envolvem as comunidades na elaboração e disseminação de mensagens conseguem superar barreiras culturais e linguísticas que frequentemente comprometem os sistemas tradicionais de alerta. No contexto brasileiro, a adoção de práticas participativas não só reforça a legitimidade das políticas públicas, mas também fortalece o tecido social, criando redes de apoio que são essenciais em momentos de crise. As contribuições desta tese são múltiplas e abrangem tanto a formulação de novos protocolos metodológicos para a comunicação de desastres quanto o fortalecimento de uma perspectiva interdisciplinar na gestão de riscos. A pesquisa avança no entendimento das interações entre percepção de risco, confiança institucional e eficácia comunicacional, oferecendo ferramentas práticas e analíticas para os gestores locais.

As limitações do estudo, como a dependência de dados de uma única cidade para algumas análises, e a exclusão de certas fontes de literatura, sugerem a necessidade de pesquisas futuras que ampliem e aprofundem a compreensão dos

desafios comunicacionais em contextos de alta vulnerabilidade. A tese argumenta que futuras investigações devem explorar mais profundamente as interações entre percepção de risco, confiança nas instituições e eficácia da comunicação em diferentes contextos culturais e socioeconômicos. A inclusão de métodos de pesquisa qualitativa e a análise de casos em diversas regiões geográficas poderão oferecer *insights* valiosos para a formulação de estratégias de comunicação mais eficazes e culturalmente sensíveis.

Uma das sugestões para trabalhos futuros é a criação de metodologias que combinem dados qualitativos e quantitativos para avaliar a eficácia das mensagens de alerta em tempo real. Estudos longitudinais que acompanhem o impacto dessas mensagens ao longo de vários eventos podem oferecer uma perspectiva mais detalhada sobre as lacunas existentes e os avanços necessários na comunicação de risco de desastres. Além disso, é crucial que novas pesquisas investiguem o impacto das mudanças climáticas na percepção de risco e na capacidade de resposta das populações urbanas. As cidades brasileiras estão enfrentando uma crescente frequência e intensidade de eventos extremos, o que exige sistemas de comunicação mais resilientes e adaptativos. Assim, estudos que analisem a integração de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e big data, na formulação de estratégias de comunicação de risco podem trazer contribuições para o campo.

Em última análise, esta tese contribui significativamente para o campo da comunicação de risco de desastres ao evidenciar que a eficácia dos sistemas de alerta depende não apenas de avanços tecnológicos, mas também de uma compreensão profunda e contextualizada das dinâmicas sociais e culturais das populações afetadas. A comunicação de risco deve ser um processo participativo, em que as vozes das comunidades vulneráveis sejam não apenas ouvidas, mas também integradas na construção de estratégias de RRD. A implementação de protocolos metodológicos para a comunicação de desastres, que considerem essas complexidades, é imperativa para a construção de cidades mais resilientes e seguras na América Latina.

Por fim, a tese reafirma a necessidade de uma visão integrada e inclusiva na gestão de riscos de desastres, que vá além das abordagens tecnocráticas e reconheça a centralidade da justiça social e da equidade na formulação de políticas públicas. A comunicação de risco, quando adequadamente contextualizada e

adaptada, não é apenas uma ferramenta de mitigação, mas um catalisador para o empoderamento das comunidades e para a construção de uma resiliência capaz de enfrentar os desafios emergentes das mudanças climáticas e da urbanização desordenada. Essa conclusão sublinha a importância de uma abordagem interdisciplinar e colaborativa na comunicação de riscos, envolvendo não apenas especialistas e gestores, mas também as comunidades que estão na linha de frente, garantindo que as soluções sejam eficazes e sustentáveis a longo prazo.

REFERÊNCIAS

A PUBLICA. **Sistema de alertas sobre tragédia no Rio Grande do Sul falhou, dizem especialistas.** [S. l.], 2024.

BRAHAM-DOWSING, Kavita; GODFREY, Anna; KHOR, Zoe. Reframing the evidence debates: a view from the media for development sector. **Bridging Theory and Practice, Research Dissemination Series Working Paper**, [s. l.], v. 7, 2014.

ABUBAKARI, Mohammed; TWUM, Kwaku Owusu. Cities and floods: A pragmatic insight into the determinants of households' coping strategies to floods in informal Accra, Ghana. **Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1–14, 2019.

ABUNYEWAH, Matthew *et al.* Linking information provision to behavioural intentions: Moderating and mediating effects of message clarity and source credibility. **International journal of disaster resilience in the built environment**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 100–118, 2020a.

ABUNYEWAH, Matthew *et al.* Strengthening the information deficit model for disaster preparedness: Mediating and moderating effects of community participation. **International journal of disaster risk reduction**, [s. l.], v. 46, p. 101492, 2020b.

ADEKOLA, Olalekan; LAMOND, Jessica. A media framing analysis of urban flooding in Nigeria: current narratives and implications for policy. **Regional Environmental Change**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 1145–1159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1253-y>.

ADELEKAN, I O; ASIYANBI, A P. Flood risk perception in flood-affected communities in Lagos, Nigeria. **NATURAL HAZARDS**, [s. l.], v. 80, n. 1, p. 445–469, 2016.

ADGER, W N *et al.* Sharing the Pain: Perceptions of Fairness Affect Private and Public Response to Hazards. **ANNALS OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF GEOGRAPHERS**, [s. l.], v. 106, n. 5, p. 1079–1096, 2016.

AHMAD, Dilshad; AFZAL, Muhammad. Flood risk public perception in flash flood-prone areas of Punjab, Pakistan. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 29, n. 35, p. 53691–53703, 2022.

AISHA, Tengku Siti *et al.* Exploring the use of social media during the 2014 flood in Malaysia. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 211, p. 931–937, 2015.

ALGAN, Yann; MALGOUYRES, Clément; SENIK, Claudia. Territories, well-being and public policy. **Notes du conseil danalyse economique**, [s. l.], v. 55, n. 1, p. 1–12, 2020.

ALIAS, N E *et al.* Community responses on effective flood dissemination warnings-A case study of the December 2014 Kelantan Flood, Malaysia. **JOURNAL OF FLOOD RISK MANAGEMENT**, [s. l.], v. 13, 2020.

ALLOUDAT, Anas *et al.* Social acceptance of location-based mobile government services for emergency management. **Telematics and informatics**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 153–171, 2014.

AMERICAS, 5G. **Public Warning Systems in the Americas.** [S. l.: s. n.], 2018.

ANATEL. **Acessos de Telefonia Fixa.** [S. l.: s. n.], 2023a.

ANATEL. **Acessos de Telefonia Móvel**. [S. l.: s. n.], 2023b.

ANATEL. **Cobertura Móvel**. [S. l.], 2024a.

ANATEL. **Cobertura nas localidades**. [S. l.: s. n.], 2023c.

ANATEL. **Detalhamento dos Alertas**. [S. l.], 2024b.

ARAUJO, Fernando Oliveira de; SALLES, Joabe do Nascimento; FREITAS, Andrew. Um passarinho na mão ou dois voando? Dilemas do grupo carteiro amigo entre se expandir organicamente na favela da Rocinha ou se arriscar para além da zona de conforto. **READ. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)**, [s. l.], v. 23, 2017.

ARDAYA, A Bustillos; EVERS, M; RIBBE, Lars. 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**, [s. l.], v. 88, p. 104103, 2019.

ARDAYA, A B; EVERS, M; RIBBE, L. What influences disaster risk perception? Intervention measures, flood and landslide risk perception of the population living in flood risk areas in Rio de Janeiro state, Brazil. **INTERNATIONAL JOURNAL OF DISASTER RISK REDUCTION**, [s. l.], v. 25, p. 227–237, 2017.

ARDELET, Caroline *et al.* Entre crainte et désir pour les objets connectés: comprendre l'ambivalence des consommateurs. **Décision Marketing**, [s. l.], n. 2, p. 31–46, 2017.

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157717300500>.

ARTS, Koen; VAN DER WAL, René; ADAMS, William M. Digital technology and the conservation of nature. **Ambio**, [s. l.], v. 44, p. 661–673, 2015.

ASKITAS, Nikolaos; TATSIRAMOS, Konstantinos; VERHEYDEN, Bertrand. Estimating worldwide effects of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 incidence and population mobility patterns using a multiple-event study. **Scientific reports**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1972, 2021.

ATTEMS, M S *et al.* Risk communication and adaptive behaviour in flood-prone areas of Austria: A Q-methodology study on opinions of affected homeowners. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 5, 2020a.

ATTEMS, M S *et al.* The influence of tailored risk communication on individual adaptive behaviour. **INTERNATIONAL JOURNAL OF DISASTER RISK REDUCTION**, [s. l.], v. 49, 2020b.

BABCICKY, Philipp; SEEBAUER, Sebastian. The two faces of social capital in private flood mitigation: Opposing effects on risk perception, self-efficacy and coping capacity. **Journal of Risk Research**, [s. l.], v. 20, n. 8, p. 1017–1037, 2017.

BALL, Nicole. **The myth of the natural disaster**. [S. l.]: National Emergency Training Center, 1975.

BALOG-WAY, Dominic; MCCOMAS, Katherine; BESLEY, John. The evolving field of risk communication. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 40, n. S1, p. 2240–2262, 2020.

BANDURA, Albert. Self-Efficacy. In: THE CORSINI ENCYCLOPEDIA OF PSYCHOLOGY. [S. l.]: Wiley, 2010. p. 1–3.

BARDIN, Laurence. L'analyse de contenu [Content analysis]. **Paris, France: PUF**, [s. l.], 1977.

BARTOLUCCI, ANDREA *et al.* Effectiveness of audience segmentation in instructional risk communication: A systematic literature review. **International journal of disaster risk reduction**, [s. l.], p. 103872, 2023.

BARTOLUCCI, Andrea; MAGNI, Michele. Influence rather than control: A new approach for disaster education in the immediate aftermath of a disaster. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 19, p. 112–117, 2016.

BEAN, Hamilton *et al.* Disaster warnings in your pocket: How audiences interpret mobile alerts for an unfamiliar hazard. **Journal of Contingencies and Crisis Management**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 136–147, 2016.

BEAN, Hamilton *et al.* Exploring whether wireless emergency alerts can help impede the spread of Covid-19. **Journal of Contingencies and Crisis Management**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 185–203, 2022.

BEAN, Hamilton *et al.* The study of mobile public warning messages: A research review and agenda. **Review of Communication**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 60–80, 2015. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924762949&doi=10.1080%2F15358593.2015.1014402&partnerID=40&md5=b818cba64e9c033bc329f78525e60996>.

BELING LOOSE, Eloisa; LONDE, Luciana R.; MARCHEZINI, Victor. Communication of civil defense agencies in Brazil: Highlighting risks or disasters? **Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 165, 2023. Disponível em: <https://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/114>.

BELO HORIZONTE. **Plano de contingência 2023/2024 para enfrentamento de desastres em Belo Horizonte**. [S. l.: s. n.], 2023.

BEREC. **Guidelines on how to assess the effectiveness of public warning systems transmitted by different means**. [S. l.: s. n.], 2020.

BERGIER, Bertrand. **Sans «mobile» apparent**. [S. l.]: Chronique sociale, 2016.

BERGSMA, Emmy. The development of flood risk management in the United States. **Environmental science & policy**, [s. l.], v. 101, p. 32–37, 2019.

BERTOT, John C; JAEGER, Paul T; GRIMES, Justin M. Using ICTs to create a culture of transparency: E-government and social media as openness and anti-corruption tools for societies. **Government information quarterly**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 264–271, 2010.

BHATTACHARYA-MIS, N; LAMOND, J. Mapping community knowledge of vulnerability of value: A case study in the UK. **International Journal of Safety and Security Engineering**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 266–279, 2015.

BHATTACHARYA-MIS, N; LAMOND, J. Risk perception and vulnerability of value: a study in the context of commercial property sector. **International Journal of Strategic Property Management**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 252–264, 2016.

BHUVANA, N; ARUL ARAM, I. Facebook and Whatsapp as disaster management tools during the Chennai (India) floods of 2015. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 39, p. 101135, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420918303923>.

BINH, P T *et al.* Risk communication, women's participation and flood mitigation in Vietnam: An experimental study. **LAND USE POLICY**, [s. l.], v. 95, 2020.

BIRD, Deanne; LING, Megan; HAYNES, Katharine. Flooding Facebook-the use of social media during the Queensland and Victorian floods. **Australian Journal of Emergency Management, The**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 27–33, 2012.

BIRKHOLZ, S *et al.* Rethinking the relationship between flood risk perception and flood management. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 478, p. 12–20, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969714000709>.

BIRKMANN, Joern *et al.* Poverty, livelihoods and sustainable development. [s. l.], 2022.

BIRNBAUM, Z W. On a use of the Mann-Whitney statistic. *In*., 1956. **Proceedings of the Third Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Contributions to the Theory of Statistics**. [S. l.]: University of California Press, 1956. p. 13–18.

BLACKWOOD, Gemma *et al.* Natural disaster on Instagram: Examining representations of the 2018–2019 Tasmanian fires. **Annals of Tourism Research Empirical Insights**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 100082, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666957922000507>.

BLUMENAU. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Blumenau**. Blumenau: [s. n.], 2016.

BODOQUE, J. M. *et al.* Enhancing flash flood risk perception and awareness of mitigation actions through risk communication: A pre-post survey design. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 568, p. 769–779, 2019.

BODOQUE, J M *et al.* Improvement of resilience of urban areas by integrating social perception in flash-flood risk management. **JOURNAL OF HYDROLOGY**, [s. l.], v. 541, p. 665–676, 2016.

BOER, Joop De; BOTZEN, W J Wouter; TERPSTRA, Teun. Improving flood risk communication by focusing on prevention-focused motivation. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 309–322, 2014.

BOERSMA, F K *et al.* Communicating disaster risk. **Science for disaster risk management 2017: knowing better and losing less**, [s. l.], p. 386–392, 2017.

BOHOLM, Åsa. Lessons of success and failure: practicing risk communication at government agencies. **Safety science**, [s. l.], v. 118, p. 158–167, 2019a.

BOHOLM, Åsa. Risk communication as government agency organizational practice. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 39, n. 8, p. 1695–1707, 2019b.

BONARETTI, Dario; FISCHER-PRESSLER, Diana. The problem with SMS campus warning systems: An evaluation based on recipients' spatial awareness. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 54, p. 102031, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420920315338>.

BONSÓN, Enrique; ROYO, Sonia; RATKAI, Melinda. Facebook Practices in Western European Municipalities: An Empirical Analysis of Activity and Citizens' Engagement. **Administration & Society**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 320–347, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0095399714544945>.

BOPP, Esteban; DOUVINET, Johnny. Alerting people prioritising territories over technologies. A design framework for local decision makers in France. **Applied Geography**, [s. l.], v. 146, p. 102769, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622822001400>.

BOPP, Esteban; DOUVINET, Johnny. Spatial performance of location-based alerts in France. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 50, p. 101909, 2020.

BOROWSKA-STEFANİSKA, Marta *et al.* Emergency management of self-evacuation from flood hazard areas in Poland. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s. l.], v. 107, p. 103307, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920922001353>.

BOTZEN, W J W; AERTS, J.C.J.H.; VAN DEN BERGH, J.C.J.M. Individual preferences for reducing flood risk to near zero through elevation. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 229–244, 2013.

BOTZEN, W Wouter; DE BOER, Joop; TERPSTRA, Teun. Framing of risk and preferences for annual and multi-year flood insurance. **Journal of Economic Psychology**, [s. l.], v. 39, p. 357–375, 2013.

BOX, P *et al.* Shared responsibility and social vulnerability in the 2011 Brisbane flood. **NATURAL HAZARDS**, [s. l.], v. 81, n. 3, p. 1549–1568, 2016.

BRADFORD, R A *et al.* Risk perception - issues for flood management in Europe. **NATURAL HAZARDS AND EARTH SYSTEM SCIENCES**, [s. l.], v. 12, n. 7, p. 2299–2309, 2012.

BRANDTNER, Christof *et al.* A comparative study of governance configurations in Sydney and Vienna. **Urban Studies**, [s. l.], v. 54, n. 5, p. 1075–1091, 2017. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26151400>.

BRASIL. **Guia prático de utilização de alertas do Governo Federal para ações de preparação para desastres**. [S. l.: s. n.], 2021a.

BRASIL. **Atlas Digital de Desastres no Brasil entre os anos de 1991 e 2023**. [S. l.: s. n.], 2024.

BRASIL. **Capacitação para uso da Interface de Divulgação de Alertas Públicos (IDAP)**. Florianópolis: [s. n.], 2022.

BRASIL. **GIRD+10 Gestão Integrada de Riscos e Desastres**. [S. l.: s. n.], 2021b.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. [S. l.: s. n.], 2012.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC. [S. l.: s. n.], 2012.

BRASIL. Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013. [S. l.: s. n.], 2013.

BRASIL. Lei nº 14.423, de 22 de julho de 2022. [S. l.: s. n.], 2022.

BRASIL. Nota Técnica nº 1/2023/SADJ-VI/SAM/CC/PR: Atualização dos critérios e indicadores para a identificação dos 1942 municípios mais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais. [S. l.: s. n.], 2023.

BRASIL. Portaria nº 2.216, de 4 de JULHO de 2023. Define procedimentos para o envio de alertas à população sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, em articulação com os órgãos e entidades estaduais, distritais e municipais de proteção e defesa civil, e para utilização do sistema Interface de Divulgação de Alertas Públicos (IDAP). [S. l.: s. n.], 2023.

BROSKA, Lisa Hanna; POGANIETZ, Witold-Roger; VÖGELE, Stefan. Extreme events defined—A conceptual discussion applying a complex systems approach. **Futures**, [s. l.], v. 115, p. 102490, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328719303520>.

BROTO, Vanesa Castán *et al.* Climate urbanism as critical urban theory. **Urban Geography**, [s. l.], v. 42, n. 6, p. 715–720, 2021.

BROWN, Philip *et al.* Natural disasters, social protection, and risk perceptions. **World development**, [s. l.], v. 104, p. 310–325, 2018.

BRYAN-SMITH, Lydia *et al.* Real-time social media sentiment analysis for rapid impact assessment of floods. **Computers & Geosciences**, [s. l.], v. 178, p. 105405, 2023.

BUBECK, P *et al.* Detailed insights into the influence of flood-coping appraisals on mitigation behaviour. **GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE-HUMAN AND POLICY DIMENSIONS**, [s. l.], v. 23, n. 5, p. 1327–1338, 2013.

BUBECK, P *et al.* Using Panel Data to Understand the Dynamics of Human Behavior in Response to Flooding. **RISK ANALYSIS**, [s. l.], v. 40, n. 11, p. 2340–2359, 2020.

BUBECK, P; BOTZEN, W J W; AERTS, JCJH. A Review of Risk Perceptions and Other Factors that Influence Flood Mitigation Behavior. **RISK ANALYSIS**, [s. l.], v. 32, n. 9, p. 1481–1495, 2012.

BUCCHI, Massimiano; TRENCH, Brian. Rethinking science communication as the social conversation around science. **Journal of Science Communication**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. Y01, 2021.

BUCHECKER, M; OGASA, D M; MAIDL, E. How well do the wider public accept integrated flood risk management? An empirical study in two Swiss Alpine valleys. **Environmental**

Science and Policy, [s. l.], v. 55, p. 309–317, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84947214206&doi=10.1016%2fj.envsci.2015.07.021&partnerID=40&md5=5f21b855d017f90ddb08de77a2a2447e>.

BUREAU, Weather. **Rainfall intensity-frequency regime**. [S. l.]: US Department of Commerce, Weather Bureau, 1957.

BURNINGHAM, K; FIELDING, J; THRUSH, D. “It’ll never happen to me”: understanding public awareness of local flood risk. **DISASTERS**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 216–238, 2008.

BURNS, William J; SLOVIC, Paul. Risk Perception and Behaviors: Anticipating and Responding to Crises. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 579–582, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01791.x>.

CALLAGHAN, Max *et al.* Machine-learning-based evidence and attribution mapping of 100,000 climate impact studies. **Nature Climate Change**, [s. l.], v. 11, n. 11, p. 966–972, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01168-6>.

CARLSON, Elizabeth J. *et al.* Do 360-character Wireless Emergency Alert messages work better than 90-character messages? Testing the risk communication consensus. **Journal of Contingencies and Crisis Management**, [s. l.], v. 32, n. 2, 2024.

CASS, Evan; SHAO, Wanyun; SMILEY, Kevin. Comparing public expectations with local planning efforts to mitigate coastal hazards: A case study in the city of New Orleans, USA. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 74, p. 102940, 2022.

CAVALIÈRE, Camille *et al.* Analyser des tweets géolocalisés pour explorer les réponses sociales face aux phénomènes météorologiques extrêmes. *In:* , 2016. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:193723025>.

CERÈ, Giulia; REZGUI, Yacine; ZHAO, Wanqing. Urban-scale framework for assessing the resilience of buildings informed by a delphi expert consultation. **International journal of disaster risk reduction**, [s. l.], v. 36, p. 101079, 2019.

CHAMBERS, Josephine M *et al.* Six modes of co-production for sustainability. **Nature Sustainability**, [s. l.], v. 4, n. 11, p. 983–996, 2021.

CHAN, E Y Y; MAN, A Y T; LAM, H C Y. Scientific evidence on natural disasters and health emergency and disaster risk management in Asian rural-based area. **BRITISH MEDICAL BULLETIN**, [s. l.], v. 129, n. 1, p. 91–105, 2019.

CHAN, Hao-Yung; TSAI, Meng-Han. Alert notifications for governmental disaster response via instant messaging applications. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 96, p. 103984, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420923004648>.

CHISTY, Musabber Ali *et al.* Intersectionality, vulnerability and resilience: Why it is important to review the diversifications within groups at risk to achieve a resilient community. **Continuity & Resilience Review**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 119–131, 2021.

CHUMO, Ivy *et al.* Unmet Needs and Resilience: The Case of Vulnerable and Marginalized Populations in Nairobi’s Informal Settlements. **Sustainability**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 37, 2022.

COHAPAR, Companhia de Habitação do Paraná. **Plano Estadual de Habitação de Interesse Social do Paraná**. 2019.

COOLS, Jan; INNOCENTI, Demetrio; O'BRIEN, Sarah. Lessons from flood early warning systems. **Environmental Science and Policy**, [Cools, Jan O'Brien, Sarah] Milieu Ltd, Chaussee Charleroi 112, B-1060 Brussels, Belgium. [Innocenti, Demetrio] Univ Antwerp, Inst Dev Policy & Management, Prinsstr 13, B-2000 Antwerp, Belgium. Cools, J (reprint author), Milieu Ltd, Chaussee Charleroi 112, v. 58, p. 117–122, 2016.

COULSTON, J E; DEENY, P. Prior Exposure to Major Flooding Increases Individual Preparedness in High-Risk Populations. **PREHOSPITAL AND DISASTER MEDICINE**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 289–295, 2010.

CRED, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters; UCLOUVAIN, University of Louvain. **EM-DAT - The international disaster database**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.emdat.be/>. Acesso em: 21 jan. 2025.

CRIADO, J Ignacio; GUEVARA-GÓMEZ, Ariana; VILLODRE, Julián. Using Collaborative Technologies and Social Media to Engage Citizens and Governments during the COVID-19 Crisis. The Case of Spain. **Digit. Gov.: Res. Pract.**, New York, NY, USA, v. 1, n. 4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3416089>.

CURITIBA. **Avaliação de Riscos Climáticos da Cidade de Curitiba**. [S. l.: s. n.], 2020a. Disponível em: <https://mid.curitiba.pr.gov.br/2020/00305799.pdf>.

CURITIBA. **Avaliação de Vulnerabilidade Ambiental e Socioeconômica para o Município de Curitiba**. Curitiba: [s. n.], 2012.

CURITIBA. **Dados Geográficos de Curitiba**. [S. l.], 2024.

CURITIBA. **Plano Municipal de Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas**. Curitiba: [s. n.], 2020b.

CURITIBA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. [S. l.: s. n.], 2017.

CUTTER, Susan L. The Changing Nature of Hazard and Disaster Risk in the Anthropocene. **Annals of the American Association of Geographers**, [s. l.], v. 111, n. 3, p. 819–827, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/24694452.2020.1744423>.

CVETKOVIC, V M *et al.* The Role of Gender in Preparedness and Response Behaviors towards Flood Risk in Serbia. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH**, [s. l.], v. 15, n. 12, 2018.

DAELLENBACH, Kate; PARKINSON, Joy; KRISJANOUS, Jayne. Just how prepared are you? An application of marketing segmentation and theory of planned behavior for disaster preparation. **Journal of nonprofit & public sector marketing**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 413–443, 2018.

DANAA, Samuel. Enhancing Public Institutions' Risk-informed Communication to address Multifaceted Crises for Disaster Risk Reduction, Resilience and Climate Action. [s. l.], 2024.

DAVIDS, Peter R; THALER, Thomas. Flood-resilient communities: How we can encourage adaptive behaviour through smart tools in public–private interaction. **Urban Planning**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 272–282, 2021.

DAYAMBA, Djibril S *et al.* Assessment of the use of Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA) approach by farmers to manage climate risk in Mali and Senegal. **Climate Services**, [s. l.], v. 12, p. 27–35, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880718300025>.

DE DOMINICIS, S *et al.* Vested interest and environmental risk communication: improving willingness to cope with impending disasters. **JOURNAL OF APPLIED SOCIAL PSYCHOLOGY**, [s. l.], v. 44, n. 5, p. 364–374, 2014.

DE SOUSA, Angélica Silva; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, [s. l.], v. 20, n. 43, 2021.

DEMERITT, D; NOBERT, S. Models of best practice in flood risk communication and management. **Environmental Hazards**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 313–328, 2014. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84907170574&doi=10.1080%2f17477891.2014.924897&partnerID=40&md5=df931919c172f636f70e379f5f23bd16>.

DETENBER, Benjamin H; ROSENTHAL, Sonny. 22. Climate change audience segmentation: an international review. **Research handbook on communicating climate change**, [s. l.], p. 214, 2020.

DEVANEY, Laura *et al.* Ireland's citizens' assembly on climate change: Lessons for deliberative public engagement and communication. **Environmental Communication**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 141–146, 2020.

DIAKAKIS, Michalis; PRISKOS, Georgios; SKORDOULIS, Michalis. Public perception of flood risk in flash flood prone areas of Eastern Mediterranean: The case of Attica Region in Greece. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 28, p. 404–413, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242091730345X>.

DILLARD, James; SHEN, Lijiang. **The SAGE Handbook of Persuasion: Developments in Theory and Practice**. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States: SAGE Publications, Inc., 2012.

DIMITROVA, Mariya; SNAIR, Megan. Classifying disaster risk reduction strategies: conceptualizing and testing a novel integrated approach. **Globalization and Health**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 7, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12992-023-01006-8>.

DOERMANN, Jessica L; KULIGOWSKI, Erica D; MILKE, James. From social science research to engineering practice: Development of a short message creation tool for wildfire emergencies. **Fire Technology**, [s. l.], v. 57, p. 815–837, 2021.

DOS SANTOS ALVALÁ, Regina Célia *et al.* Mapping characteristics of at-risk population to disasters in the context of Brazilian early warning system. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 41, p. 101326, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242091930545X>.

DOTTORI, Francesco *et al.* Increased human and economic losses from river flooding with anthropogenic warming. **Nature Climate Change**, [s. l.], v. 8, n. 9, p. 781–786, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0257-z>.

DOURNEL, Sylvain; GRALEPOIS, Mathilde; DOUVINET, Johnny. Les projets urbains en zones inondables communiquent-ils sur les risques? Regard sur les politiques d'aménagement de quartiers à Saint-Étienne, Orléans et Nantes. **Belgeo. Revue belge de géographie**, [s. l.], n. 1, 2015.

DOUVINET, J *et al.* Are sirens effective tools to alert the population in France? **Natural Hazards and Earth System Sciences**, [s. l.], v. 21, n. 10, p. 2899–2920, 2021. Disponível em: <https://nhess.copernicus.org/articles/21/2899/2021/>.

DOUVINET, Johnny. L'alerte par sirènes: une priorité discutable en France. **Annales de géographie**, [s. l.], v. 731, n. 1, p. 5–32, 2020. Disponível em: https://www.cairn.info/load_pdf.php?ID_ARTICLE=AG_731_0005.

DSOUZA, Viola Savy *et al.* A sentiment and content analysis of tweets on monkeypox stigma among the LGBTQ+ community: A cue to risk communication plan. **Dialogues in Health**, [s. l.], v. 2, p. 100095, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772653322000958>.

DUARTE, Fábio *et al.* What to expect from the future leaders of Bogotá and Curitiba in terms of public transport: Opinions and practices among university students. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, [s. l.], v. 38, p. 7–21, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847815002053>.

DUZI, B *et al.* Household measures for river flood risk reduction in the Czech Republic. **JOURNAL OF FLOOD RISK MANAGEMENT**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 253–266, 2017.

DYNES, Russell R; QUARANTELLI, Enrico L. Community conflict: Its absence and its presence in natural disasters. [s. l.], 1975.

EGELMAN, Serge; FELT, Adrienne Porter; WAGNER, David. Choice architecture and smartphone privacy: There's a price for that. *In*: THE ECONOMICS OF INFORMATION SECURITY AND PRIVACY. [S. l.]: Springer, 2013. p. 211–236.

EINI, Mohammad *et al.* Hazard and vulnerability in urban flood risk mapping: Machine learning techniques and considering the role of urban districts. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 50, p. 101687, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420920303484>.

EUROPEIA, União. **Interreg Europe 2014-2020**. [S. l.: s. n.], 2021.

FAKHRUDDIN, Bapon *et al.* Should I stay or should I go now? Why risk communication is the critical component in disaster risk reduction. **Progress in disaster science**, [s. l.], v. 8, p. 100139, 2020.

FANG, Jian *et al.* Assessing disaster impacts and response using social media data in China: A case study of 2016 Wuhan rainstorm. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 34, p. 275–282, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420918309749>.

FATHOLLAHZADEH, Abazar *et al.* Challenges of disaster risk communication from the perspectives of experts and affected people: A conventional content analysis. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 108, p. 104553, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420924003157>.

FAULKNER, Nicholas; JORGENSEN, Bradley; KOUFARIOTIS, Georgina. Can behavioural interventions increase citizens' use of e-government? Evidence from a quasi-experimental trial. **Government Information Quarterly**, [s. l.], v. 36, n. 1, 2019.

FELDMAN, David *et al.* Communicating flood risk: Looking back and forward at traditional and social media outlets. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 15, p. 43–51, 2016.

FEMA. **Wireless Emergency Alerts**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.fema.gov/sr/emergency-managers/practitioners/integrated-public-alert-warning-system/public/wireless-emergency-alerts>. Acesso em: 20 jan. 2025.

FERENTZ, Larissa Maria da Silva *et al.* A utilização de instrumentos globais para a avaliação da resiliência a desastres na área da comunicação de risco. **Cadernos De Comunicação**, [s. l.], v. 25, n. 2, 2021.

FEW, Roger; BARCLAY, Jenni; ARMIJOS BURNEO, Teresa. Working with communities on disaster risk research: reflections from cross-disciplinary practice. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 70, 2022.

FIENEN, Michael N; LOWRY, Christopher S. Social. Water—A crowdsourcing tool for environmental data acquisition. **Computers & Geosciences**, [s. l.], v. 49, p. 164–169, 2012.

FISCHER, Laura *et al.* You Have to Send the Right Message: Examining the Influence of Protective Action Guidance on Message Perception Outcomes across Prior Hazard Warning Experience to Three Hazards. **Weather, Climate, and Society**, Boston MA, USA, v. 15, n. 2, p. 307–326, 2023. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/wcas/15/2/WCAS-D-22-0092.1.xml>.

FLORIN, Marie-Valentine; BÜRKLER, Marcel Thomas. Introduction to the IRGC risk governance framework. [s. l.], 2017.

FONSECA, Murilo Noli *et al.* Disaster warning messages in Rio Grande do Sul: challenges and opportunities in risk communication. **Redes (St. Cruz Sul, Online)**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 1–20, 2024. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/19701>. Acesso em: 18 dez. 2024.

FONSECA, Murilo Noli; DA SILVA, Luciene Pimentel; GARCIAS, Carlos Mello. Avaliação e espacialização do potencial de alerta de desastre baseado na localização. *In*: 2023, Niterói. **III END - Encontro Nacional de Desastres da ABRHidro**. Niterói: [s. n.], 2023. p. 1–4.

FONSECA, Murilo Noli; DA SILVA, Luciene Pimentel; GARCIAS, Carlos Mello. Flood risk communication. **Mercator**, [s. l.], v. 21, 2023.

FONSECA, Murilo Noli da; FERENTZ, Larissa Maria da Silva. Percepção sobre as consequências e prejuízos de inundações: estudo aplicado em Pinhais, Paraná. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, [s. l.], v. 12, n. 23, p. 415–443, 2020.

FONSECA, Murilo Noli; FERENTZ, Larissa Maria da Silva. Percepção sobre as estratégias de resposta e adaptação aos riscos ambientais: estudo aplicado em Pinhais, Paraná sob a ótica das inundações. **Caminhos de Geografia**, [s. l.], v. 22, n. 83, p. 01–18, 2021.

FONSECA, Murilo Noli da; GARCIAS, Carlos Mello. Comunicação de risco de inundação. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, [s. l.], v. 10, p. 1139–1159, 2020.

FONSECA, Murilo Noli; GARCÍAS, Carlos Mello. Os desafios da comunicação na redução do risco de inundação. **Caminhos de Geografia**, [s. l.], v. 22, n. 81, p. 01–14, 2021.

FONSECA, Murilo Noli da; GARCÍAS, Carlos Mello; SILVA, Luciene Pimentel da. Avaliação dos fatores que influenciam na percepção de risco de inundação: uma revisão sistemática de pesquisas empíricas. **Confin. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, [s. l.], n. 58, 2023a.

FONSECA, Murilo Noli da; GARCÍAS, Carlos Mello; SILVA, Luciene Pimentel da. Sistema de alerta de desastre baseado no CEP: limites e possibilidades. **Cadernos Metrópole**, [s. l.], v. 25, 2023b.

FOX-ROGERS, L *et al.* Is there really “nothing you can do”? Pathways to enhanced flood-risk preparedness. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 543, p. 330–343, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85002125748&doi=10.1016%2fj.jhydrol.2016.10.009&partnerID=40&md5=a83cb009fe052d1c7c2a6828d7606d90>.

FRAISL, Dilek *et al.* Citizen science in environmental and ecological sciences. **Nature Reviews Methods Primers**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 64, 2022.

FREEMAN, James. Raising the Flag over Rio de Janeiro’s Favelas: Citizenship and Social Control in the Olympic City. **Journal of Latin American Geography**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 7–38, 2014. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/24395835>.

FREUND, N. Ecrans et développement langagier de l’enfant: quels constats, quelles réponses. **Santé et épanouissement de l’enfant: dans quel environnement**, [s. l.], p. 201–207, 2018.

FRYSZMAN, Flavia; CARSTENS, Danielle Denes Dos Santos; DA CUNHA, Sieglinde Kindl. Smart mobility transition: a socio-technical analysis in the city of Curitiba. **International Journal of Urban Sustainable Development**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 141–153, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19463138.2019.1630414>.

FUCHS, S *et al.* Flood risk perception and adaptation capacity: a contribution to the socio-hydrology debate. **HYDROLOGY AND EARTH SYSTEM SCIENCES**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 3183–3198, 2017.

G1. **Chuva provoca alagamentos em ruas e casas da Caximba, em Curitiba**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2023/10/09/chuva-provoca-alagamentos-em-ruas-e-casas-da-caximba-em-curitiba.ghtml>. Acesso em: 20 jan. 2025.

G1. Governo de SP e Prefeitura de São Sebastião foram avisados de risco de desastre 2 dias antes, diz diretor de órgão nacional de monitoramento. <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/02/22/governo-de-sp-e-prefeitura-de-sao-sebastiao-foram-avisados-de-risco-de-desastre-2-dias-antes-diz-diretor-de-orgao-nacional-de-monitoramento.ghtml>, [s. l.], 2022.

GARCÍA, Martha Jiménez *et al.* Factores sociales que influyen en aumentar el contagio de la covid-19 en México. **RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo**, [s. l.], v. 12, n. 24 SE-Artículos Científicos, 2022. Disponível em: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1140>.

GARCÍAS, Carlos Mello *et al.* O engajamento dos usuários do Facebook em relação à comunicação da Covid-19: uma análise da Prefeitura Municipal de Curitiba (Paraná, Brasil). **Liinc em Revista**, [s. l.], v. 16, n. 2 SE-Perspectivas e desafios informacionais em tempos da pandemia da Covid-19, p. e5353–e5353, 2020. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/5353>.

GENI-UFF, Grupo de Estudos dos Novos Ilegalismos da Universidade Federal Fluminense. **Mapa dos grupos armados no Rio de Janeiro**. [S. l.], 2022.

GHOSH, Bipashyee; ARORA, Saurabh. Smart as (un)democratic? The making of a smart city imaginary in Kolkata, India. **Environment and Planning C: Politics and Space**, [s. l.], 2021.

GISCLARD, Béatrice. **L'innovation sociale territorialisée: un levier de réappropriation du risque inondation par les habitants L'exemple des crues rapides dans les territoires ruraux du Gard et du Vaucluse**. [S. l.: s. n.], 2017.

GLADFELTER, Sierra. The politics of participation in community-based early warning systems: Building resilience or precarity through local roles in disseminating disaster information? **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 30, p. 120–131, 2018.

GLAUS, A *et al.* How flood risks shape policies: flood exposure and risk perception in Swiss municipalities. **REGIONAL ENVIRONMENTAL CHANGE**, [s. l.], v. 20, n. 4, 2020.

GLAUS, Anik. Politics of flood risk management in Switzerland: Political feasibility of instrument mixes. **Environmental Policy and Governance**, [s. l.], v. 31, n. 5, p. 492–519, 2021.

GONIEWICZ, Krzysztof; BURKLE, Frederick M. Disaster early warning systems: the potential role and limitations of emerging text and data messaging mitigation capabilities. **Disaster medicine and public health preparedness**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 709–712, 2019.

GONZALES, D *et al.* Geo-targeting Performance of Wireless Emergency Alerts in Imminent Threat Scenarios. **Published in: Geo-Targeting Performance of Wireless Emergency Alerts in Imminent Threat Scenarios (Washington, DC: US Department of Homeland Security (DHS) Science and Technology (Sandt) Directorate**, [s. l.], v. 2, p. 130, 2016.

GOODCHILD, Michael F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, [s. l.], v. 69, n. 4, p. 211–221, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>.

GOTHAM, Kevin Fox *et al.* No Title. [s. l.], v. 38, n. 2, p. 345–356, 2018.

GOTHAM, K F; LAUVE-MOON, K; POWERS, B. Risk and Recovery: Understanding Flood Risk Perceptions in a Postdisaster City-The Case of New Orleans. **SOCIOLOGICAL SPECTRUM**, [s. l.], v. 37, n. 6, p. 335–352, 2017.

GOTO, Erica Akemi *et al.* Do the type of impact and vulnerability dimension matter when assessing natural hazard vulnerability? **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 98, p. 104069, 2023.

GOUREVITCH, Jesse D *et al.* Unpriced climate risk and the potential consequences of overvaluation in US housing markets. **Nature Climate Change**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 250–257, 2023.

GRANT, S; SMITH, K. Emergency alerting in England: Warning simulation exercise. **Internal report, Department for Environment Food & Rural Affairs et de l'Environnement Agency, Royaume-Uni**, [s. l.], 2019.

GUILLARD, M; NAVARRO, O; FLEURY-BAHI, G. Flooding experience and assessment of climate change: implication of psychological distance, risk perception and place attachment / Experiencia de inundaciones y evaluación del cambio climático: implicaciones de la distancia psicológica, la percepción de. **Psychology**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 287–312, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85071346642&doi=10.1080%2F21711976.2019.1622347&partnerID=40&md5=05702fb094bb8c53b08fc02714626e48>.

GUTTELING, Jan M.; TERPSTRA, Teun; KERSTHOLT, José H. Citizens' adaptive or avoiding behavioral response to an emergency message on their mobile phone. **Journal of Risk Research**, [s. l.], v. 21, n. 12, p. 1579–1591, 2018.

HAER, T; BOTZEN, W J W; AERTS, J.C.J.H. The effectiveness of flood risk communication strategies and the influence of social networks-Insights from an agent-based model. **Environmental Science and Policy**, [s. l.], v. 60, p. 44–52, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84962613513&doi=10.1016%2Fj.envsci.2016.03.006&partnerID=40&md5=d0eb6061d2090801f28ec37eb8b53628>.

HAJDAREVIC, K; KONJICIJA, S. A low energy computer infrastructure for radio VOIP supported communication and SDR APRS in education and disaster relief situations. *In*: 2015. **2015 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)**. [S. l.: s. n.], 2015. p. 556–561.

HANDMER, John. Are emergency services becoming private? **Australian Journal of Emergency Management, The**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 42–45, 2000.

HANGER, S *et al.* Insurance, Public Assistance, and Household Flood Risk Reduction: A Comparative Study of Austria, England, and Romania. **RISK ANALYSIS**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 680–693, 2018.

HAQUE, Anisul *et al.* An integrated risk-based early warning system to increase community resilience against disaster. **Progress in Disaster Science**, [s. l.], v. 21, p. 100310, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590061723000376>.

HARRISON, Sara E *et al.* 'Where oh where is the data?': Identifying data sources for hydrometeorological impact forecasts and warnings in Aotearoa New Zealand. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 66, p. 102619, 2021.

HEIDENREICH, A; MASSON, T; BAMBERG, S. Let's talk about flood risk - Evaluating a series of workshops on private flood protection. **INTERNATIONAL JOURNAL OF DISASTER RISK REDUCTION**, [s. l.], v. 50, 2020.

HEINRICH, Alessandra Belotserkovets *et al.* Gerenciamento de sedimentos do desassoreamento do rio belém na área urbana de Curitiba: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s. l.], v. 39, 2015.

HENRIKSEN, Hans Jørgen *et al.* Participatory early warning and monitoring systems: A Nordic framework for web-based flood risk management. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 31, p. 1295–1306, 2018.

HENSTRA, D *et al.* Flood risk management and shared responsibility: Exploring Canadian public attitudes and expectations. **JOURNAL OF FLOOD RISK MANAGEMENT**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2019.

HILHORST, Dorothea; BANKOFF, Greg. Introduction: Why vulnerability still matters 1. *In*: **WHY VULNERABILITY STILL MATTERS**. [S. l.]: Routledge, 2022. p. 1–12.

HOFMANN, Sara *et al.* What makes local governments' online communications successful? Insights from a multi-method analysis of Facebook. **Government Information Quarterly**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 387–396, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X13000749>.

HOGAN CARR, Rachel *et al.* Effectively Communicating Risk and Uncertainty to the Public: Assessing the National Weather Service's Flood Forecast and Warning Tools. **Bulletin of the American Meteorological Society**, [s. l.], v. 97, n. 9, p. 1649–1665, 2016. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/BAMS-D-14-00248.1>.

HÖGLUND, Linda; SVÄRDSTEN, Fredrik. Strategy work in the public sector—A balancing act of competing discourses. **Scandinavian Journal of Management**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 225–232, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956522116301713>.

HÖPPNER, Corina *et al.* Linking social capacities and risk communication in Europe: a gap between theory and practice? **Natural Hazards**, [s. l.], v. 64, n. 2, p. 1753–1778, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0356-5>.

HOUSTON, D *et al.* The Influence of Hazard Maps and Trust of Flood Controls on Coastal Flood Spatial Awareness and Risk Perception. **ENVIRONMENT AND BEHAVIOR**, [s. l.], v. 51, n. 4, p. 347–375, 2019.

HUNG, Shin-Yuan; TSAI, Jacob Chia-An; CHOU, Shin-Tzu. Decomposing perceived playfulness: A contextual examination of two social networking sites. **Information & Management**, [s. l.], v. 53, n. 6, p. 698–716, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378720616300088>.

HUNT, Kyle; AGARWAL, Puneet; ZHUANG, Jun. Monitoring Misinformation on Twitter During Crisis Events: A Machine Learning Approach. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 42, n. 8, p. 1728–1748, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/risa.13634>.

IAT. **Recursos hídricos: monitoramento**. 2016.

IBGE. **Censo Demográfico de 2010**. [S. l.: s. n.], 2010.

IBGE. **Censo Demográfico de 2022**. [S. l.: s. n.], 2022.

IBGE. **Em 2022, analfabetismo cai, mas continua mais alto entre idosos, pretos e pardos e no Nordeste**. 2023.

IBGE. **Favelas e Comunidades Urbanas**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-favelas-e-comunidades-urbanas.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 21 jan. 2025.

IBGE. **Favelas e Comunidades Urbanas: IBGE muda denominação dos aglomerados subnormais**. 2020.

IBGE. **PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência**. 2021.

IBGE. **População em áreas de risco no Brasil**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2019.

IPPUC. **Avaliação de vulnerabilidade ambiental e socioeconômica para o Município de Curitiba**. [S. l.: s. n.], 2014.

IPPUC. **Dados Geográficos**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>.

IZZATI, Afifah Nurul *et al.* Kategorisasi Jenis Interaksi antara Pemerintah dan Masyarakat dan Popularitas Media Sosial Pemerintah Daerah. **Jurnal Sistem Informasi**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1–8, 2018.

JAGTMAN, H M. Cell broadcast trials in The Netherlands: Using mobile phone technology for citizens' alarming. **Reliability Engineering & System Safety**, [s. l.], v. 95, n. 1, p. 18–28, 2010.

JAURÉGUIBERRY, Francis. Retour sur les théories du non-usage des technologies de communication. **Connexions: communication numérique et lien social**, [s. l.], p. 335–350, 2012.

JAYASEKARA, Prasadi Kanchana. Role of Facebook as a disaster communication media. **International Journal of Emergency Services**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 191–204, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJES-04-2018-0024>.

JOHNS, Rebecca A; DIXON, Barnali; PONTES, Rachelle. Tale of two neighbourhoods: biophysical and socio-economic vulnerability to climate change in Pinellas County, Florida. **Local Environment**, [s. l.], v. 25, n. 9, p. 697–724, 2020.

JÜNGER, Jakob; KEYLING, Till. **Facepager**. [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: <https://github.com/strohne/Facepager>.

KAKIMOTO, R; YAMADA, F. Autonomous evacuation and local community. **INTERNATIONAL JOURNAL OF DISASTER RESILIENCE IN THE BUILT ENVIRONMENT**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 374–387, 2016.

KAKINUMA, Kaoru *et al.* Flood-induced population displacements in the world. **Environmental Research Letters**, [s. l.], v. 15, n. 12, p. 124029, 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abc586>.

KAMMERBAUER, Mark; MINNERY, John. Risk communication and risk perception: lessons from the 2011 floods in Brisbane, Australia. **Disasters**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 110–134, 2019.

KANKANAMGE, Nayomi *et al.* Determining disaster severity through social media analysis: Testing the methodology with Southeast Queensland Flood tweets. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 42, p. 101360, 2020.

KANTAMANENI, Komali *et al.* Impact of coastal disasters on women in urban slums: a new index. **Sustainability**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 3472, 2022.

KAZMIERCZAK, A; BICHARD, E. Investigating Homeowners' Interest in Property-Level Flood Protection. **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 157–172, 2010.

KELLENS, W; TERPSTRA, T; DE MAEYER, P. Perception and Communication of Flood Risks: A Systematic Review of Empirical Research. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 24–49, 2013. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84872375694&doi=10.1111%2fj.1539-6924.2012.01844.x&partnerID=40&md5=12d9b43e92a240a956e93030f740bca4>.

KELMAN, Ilan. **Disaster by choice: How our actions turn natural hazards into catastrophes**. [S. l.]: Oxford University Press, 2020.

KELMAN, Ilan. Lost for Words Amongst Disaster Risk Science Vocabulary? **International Journal of Disaster Risk Science**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 281–291, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13753-018-0188-3>.

KEMP, Simon. **Digital 2022: global overview report**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-global-overview-report>.

KHANAL, Shishir *et al.* Virtual and augmented reality in disaster management technology: a literature review of the past 11 years. **Frontiers in Virtual Reality**, [s. l.], v. 3, p. 30, 2022.

KIENZLER, S *et al.* After the extreme flood in 2002: changes in preparedness, response and recovery of flood-affected residents in Germany between 2005 and 2011. **NATURAL HAZARDS AND EARTH SYSTEM SCIENCES**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 505–526, 2015.

KIEVIK, M *et al.* Making it stick: Exploring the effects of information and behavioral training on self-protectiveness of citizens in a real-life safety setting. **SAFETY SCIENCE**, [s. l.], v. 101, p. 1–10, 2018.

KIEVIK, Milou; GUTTELING, Jan M. Yes, we can: motivate Dutch citizens to engage in self-protective behavior with regard to flood risks. **Natural hazards**, [s. l.], v. 59, p. 1475–1490, 2011.

KIM, Grace *et al.* Wireless Emergency Alert messages: Influences on protective action behaviour. **Journal of Contingencies and Crisis Management**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 374–386, 2019.

KIM, Do Kyun David; MADISON, T Phillip. Public risk perception attitude and information-seeking efficacy on floods: A formative study for disaster preparation campaigns and policies. **International Journal of Disaster Risk Science**, [s. l.], v. 11, p. 592–601, 2020.

KJELLGREN, Stina. Exploring local risk managers' use of flood hazard maps for risk communication purposes in Baden-Württemberg. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, [s. l.], v. 13, n. 7, p. 1857–1872, 2013.

KOLIOU, Maria *et al.* State of the research in community resilience: Progress and challenges. **Sustainable and resilient infrastructure**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 131–151, 2020.

KRAEMER, Moritz U G *et al.* Mapping global variation in human mobility. **Nature Human Behaviour**, [s. l.], v. 4, n. 8, p. 800–810, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0875-0>.

KREIBICH, Heidi *et al.* New insights into flood warning reception and emergency response by affected parties. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, [s. l.], v. 17, n. 12, p. 2075–2092, 2017.

KROCAK, Makenzie J *et al.* Public information priorities across weather hazards and time scales. **Bulletin of the American Meteorological Society**, [s. l.], v. 104, n. 4, p. E768–E780, 2023.

KULIGOWSKI, Erica D *et al.* Ember alerts: Assessing wireless emergency alert messages in wildfires using the warning response model. **Natural hazards review**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 04023009, 2023.

KURATA, Yoshiaki B *et al.* Determining factors affecting perceived effectiveness among filipinos for fire prevention preparedness in the national capital region, Philippines: integrating protection motivation theory and extended theory of planned behavior. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 85, p. 103497, 2023.

KURATA, Yoshiaki B *et al.* Factors affecting perceived effectiveness of Typhoon Vamco (Ulysses) flood disaster response among Filipinos in Luzon, Philippines: An integration of protection motivation theory and extended theory of planned behavior. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 67, p. 102670, 2022.

KUSHLEV, Kostadin; PROULX, Jason; DUNN, Elizabeth W. “Silence your phones” Smartphone notifications increase inattention and hyperactivity symptoms. *In:*, 2016. **Proceedings of the 2016 CHI conference on human factors in computing systems**. [S. l.: s. n.], 2016. p. 1011–1020.

KUSUMASTUTI, Ratih Dyah *et al.* Knowledge management and natural disaster preparedness: A systematic literature review and a case study of East Lombok, Indonesia. **International journal of disaster risk reduction**, [s. l.], v. 58, p. 102223, 2021.

LAMOND, Jessica *et al.* Information for Adaptation and Response to Flooding, Multi-Stakeholder Perspectives in Nigeria. **Climate**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 46, 2019.

LAZRUS, H *et al.* “Know What to Do If You Encounter a Flash Flood”: Mental Models Analysis for Improving Flash Flood Risk Communication and Public Decision Making. **RISK ANALYSIS**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 411–427, 2016.

LECHOWSKA, Ewa. Approaches in research on flood risk perception and their importance in flood risk management: a review. **Natural Hazards**, [s. l.], v. 111, n. 3, p. 2343–2378, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05140-7>.

LECHOWSKA, E. What determines flood risk perception? A review of factors of flood risk perception and relations between its basic elements. **Natural Hazards**, [s. l.], v. 94, n. 3, p. 1341–1366, 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85053894500&doi=10.1007%2fs11069-018-3480-z&partnerID=40&md5=889a9906448608c4db8ec4e9b91a5aef>.

LEO, Yannick *et al.* Taking benefit from the user density in large cities for delivering SMS. *In:.*, 2015. **Proceedings of the 12th ACM Symposium on Performance Evaluation of Wireless Ad Hoc, Sensor, & Ubiquitous Networks**. [S. l.: s. n.], 2015. p. 55–61.

LIESKE, David J; WADE, Tracey; RONESS, Lori Ann. Climate change awareness and strategies for communicating the risk of coastal flooding: A Canadian Maritime case example. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [s. l.], v. 140, p. 83–94, 2014.

LIN, Carolyn A. Flood Risk Management via Risk Communication, Cognitive Appraisal, Collective Efficacy, and Community Action. **Sustainability**, [s. l.], v. 15, n. 19, p. 14191, 2023.

LINDELL, Michael K *et al.* Perceptions and expected immediate reactions to tornado warning polygons. **Natural Hazards**, [s. l.], v. 80, n. 1, p. 683–707, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1990-5>.

LIU, D L *et al.* Flood risk perception of rural households in western mountainous regions of Henan Province, China. **INTERNATIONAL JOURNAL OF DISASTER RISK REDUCTION**, [s. l.], v. 27, p. 155–160, 2018.

LIU, Brooke Fisher *et al.* Is a picture worth a thousand words? The effects of maps and warning messages on how publics respond to disaster information. **Public Relations Review**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 493–506, 2017.

LIU, Jia; CHEN, Yun; CHEN, Yong. Emergency and disaster management-crowd evacuation research. **Journal of Industrial Information Integration**, [s. l.], v. 21, p. 100191, 2021.

LIU, Q; WANG, D W. Water Disaster Risk Perception and Behavior Strategy Analysis Based on the Neurology of Consciousness. **NEUROQUANTOLOGY**, [s. l.], v. 16, n. 5, p. 165–171, 2018.

LIZARRALDE, Gonzalo. **Unnatural disasters: Why most responses to risk and climate change fail but some succeed**. [S. l.]: Columbia University Press, 2021.

LONDE, Luciana R. *et al.* Communication in the Brazilian civil defense system. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 95, p. 103869, 2023.

LOPEZ-MARRERO, T. An integrative approach to study and promote natural hazards adaptive capacity: a case study of two flood-prone communities in Puerto Rico. **GEOGRAPHICAL JOURNAL**, [s. l.], v. 176, p. 150–163, 2010.

LORENZONI, Irene; PIDGEON, Nick F. Public Views on Climate Change: European and USA Perspectives. **Climatic Change**, [s. l.], v. 77, n. 1, p. 73–95, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9072-z>.

LUARN, Pin; LIN, Yu-Fan; CHIU, Yu-Ping. Influence of Facebook brand-page posts on online engagement. **Online Information Review**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 505–519, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/OIR-01-2015-0029>.

LUDY, J; KONDOLF, G M. Flood risk perception in lands “protected” by 100-year levees. **NATURAL HAZARDS**, [s. l.], v. 61, n. 2, p. 829–842, 2012.

LUHT-KALLAS, Kadi *et al.* Assessing the comprehensibility of SMS warnings: an example of crisis communication in the Estonian trilingual landscape. **International journal of disaster risk reduction**, [s. l.], v. 97, p. 104014, 2023.

LUPP, Gerd; ZINGRAFF-HAMED, Aude. Nature-Based Solutions—Concept, Evaluation, and Governance. **Sustainability**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 3012, 2021.

MACCHIONE, Francesco *et al.* Moving to 3-D flood hazard maps for enhancing risk communication. **Environmental modelling & software**, [s. l.], v. 111, p. 510–522, 2019.

MAFRA. **Plano de Contingência Municipal de Proteção e Defesa Civil - Município de Mafra (SC)**. [S. l.: s. n.], 2021.

MAGALHÃES, Giovana Simokado. **Planejamento urbano com perspectiva de gênero: o plano de Bairro do boqueirão**. 2018.

MAGNUSSON, Monika. Information seeking and sharing during a flood—a content analysis of a local government's facebook page. *In:*, 2014. **Proceedings of the European Conference on Social Media. Academic Conferences Limited, Reading, UK**. [S. l.: s. n.], 2014. p. 305–311.

MAIDL, E; BUCHECKER, M. Raising risk preparedness by flood risk communication. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, [s. l.], v. 15, n. 7, p. 1577–1595, 2015.

MANI, Nandita S. *et al.* A health literacy analysis of the consumer-oriented COVID-19 information produced by ten state health departments. **Journal of the Medical Library Association**, [s. l.], v. 109, n. 3, 2021.

MANYENA, Bernard *et al.* Disaster resilience: a bounce back or bounce forward ability?. **Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability**, [s. l.], v. 16, n. 5, p. 417–424, 2011.

MARCHEZINI, Victor *et al.* Perceptions About Climate Change in the Brazilian Civil Defense Sector. **International Journal of Disaster Risk Science**, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 664–674, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13753-022-00444-z>.

MARCILLO-DELGADO, Juan C; ALVAREZ-GARCIA, Alicia; GARCÍA-CARRILLO, Agueda. Analysis of risk and disaster reduction strategies in South American countries. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 61, p. 102363, 2021.

MARÉ, Redes da. **Censo Maré**. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.redesdamare.org.br/br/info/12/censo-mare..>

MARLON, Jennifer R. *et al.* How Hope and Doubt Affect Climate Change Mobilization. **Frontiers in Communication**, [s. l.], v. 4, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fcomm.2019.00020/full>.

MARSHALL, John M *et al.* Key traveller groups of relevance to spatial malaria transmission: a survey of movement patterns in four sub-Saharan African countries. **Malaria journal**, [s. l.], v. 15, p. 1–12, 2016.

MARSHALL, Amber; WILSON, Carrie-Ann; DALE, Allan. Telecommunications and natural disasters in rural Australia: The role of digital capability in building disaster resilience.

Journal of Rural Studies, [s. l.], v. 100, p. 102996, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0743016723000530>.

MASHI, S A *et al.* Community perception, response and adaptation strategies towards flood risk in a traditional African city. [s. l.], v. 103, n. 2, p. 1727–1759, 2020.

MCEWEN, L *et al.* Using role-play for expert science communication with professional stakeholders in flood risk management. **Journal of Geography in Higher Education**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 277–300, 2014. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899768351&doi=10.1080%2f03098265.2014.911827&partnerID=40&md5=ac972ac3c0e4ecff326a1296c9c02d72>.

MCPHILLIPS, Lauren E *et al.* Defining Extreme Events: A Cross-Disciplinary Review. **Earth's Future**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 441–455, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2017EF000686>.

MELENDEZ-LANDAUVERDE, E R; WERNER, M; VERKADE, J. Exploring protective decision-making in the context of impact-based flood warnings. **JOURNAL OF FLOOD RISK MANAGEMENT**, [s. l.], v. 13, n. 1, 2020.

MELTZER, Monika; ȘTEFĂNESCU, Lucrina; OZUNU, Alexandru. **Keep Them Engaged: Romanian County Inspectorates for Emergency Situations' Facebook Usage for Disaster Risk Communication and Beyond**. [S. l.: s. n.], 2018.

MEMBELE, Garikai Martin; NAIDU, Maheshvari; MUTANGA, Onesimo. Examining flood vulnerability mapping approaches in developing countries: A scoping review. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 69, p. 102766, 2022.

MENDONÇA, Francisco *et al.* Resiliência socioambiental-espacial urbana às inundações: possibilidades e limites no bairro Cajuru em Curitiba (PR). **Revista da ANPEGE**, [s. l.], v. 12, n. 19, p. 279–298, 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6383>.

MENDONÇA, Francisco. **Riscos híbridos**. [S. l.]: Oficina de Textos, 2021.

MENDONÇA, Francisco. Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica. **Revista da ANPEGE**, [s. l.], v. 7, n. 01, p. 111–118, 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6557>.

MENSAH, Henry; AHADZIE, Divine Kwaku. Causes, impacts and coping strategies of floods in Ghana: a systematic review. **SN Applied Sciences**, [s. l.], v. 2, p. 1–13, 2020.

MERGEL, Ines. The social media innovation challenges in the public sector. **Info. Pol.**, NLD, v. 17, n. 3,4, p. 281–292–281–292, 2012.

METAG, Julia; SCHÄFER, Mike S. **Audience segments in environmental and science communication: Recent findings and future perspectives**. [S. l.]: Taylor & Francis, 2018.

MILETI, Dennis S; O'BRIEN, Paul W. **Warnings during disaster: Normalizing communicated risk**. US: University of California Press, 1992.

MILETI, Dennis S; PEEK, Lori. The social psychology of public response to warnings of a nuclear power plant accident. **Journal of hazardous materials**, [s. l.], v. 75, n. 2–3, p. 181–194, 2000.

MILETI, D S; SORENSEN, J H. **Communication of emergency public warnings: A social science perspective and state-of-the-art assessment**. United States: [s. n.], 1990. Disponível em: <https://www.osti.gov/biblio/6137387>.

MILLS, M *et al.* Perceived and projected flood risk and adaptation in coastal Southeast Queensland, Australia. **CLIMATIC CHANGE**, [s. l.], v. 136, n. 3–4, p. 523–537, 2016.

MIZUKI, Chiharu. Flood risk communication from the viewpoint of disaster prevention awareness in an urban area of Tokyo, Kita Ward. **Journal of Disaster Research**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 595–603, 2012. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84867516750&doi=10.20965%2Fjdr.2012.p0595&partnerID=40&md5=b0da9238c170453ee4791fc833caa08a>.

MOL, J M *et al.* Insights into Flood Risk Misperceptions of Homeowners in the Dutch River Delta. **RISK ANALYSIS**, [s. l.], v. 40, n. 7, p. 1450–1468, 2020.

MOL, Jantsje M; BOTZEN, W J Wouter; BLASCH, Julia E. After the virtual flood: Risk perceptions and flood preparedness after virtual reality risk communication. **Judgment and Decision Making**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 189–214, 2022.

MONDE, Le. **Tempête Xynthia: l'Etat et la commune de La Faute-sur-Mer vont indemniser des victimes**. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: [https://www.lemonde.fr/societe/article/2018/03/07/tempete-xynthia-l-etat-et-la-commune-de-Tempete-Xynthia: l'Etat et la commune de La Faute-sur-Mer vont indemniser des victimes-la-faute-sur-mer-vont-indemniser-des-victimes_5266871_3224.html](https://www.lemonde.fr/societe/article/2018/03/07/tempete-xynthia-l-etat-et-la-commune-de-Tempete-Xynthia-l-Etat-et-la-commune-de-La-Faute-sur-Mer-vont-indemniser-des-victimes-la-faute-sur-mer-vont-indemniser-des-victimes_5266871_3224.html).

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. [S. l.]: Editora da UFSC, 1991.

MORSS, Rebecca E. *et al.* Is storm surge scary? The influence of hazard, impact, and fear-based messages and individual differences on responses to hurricane risks in the USA. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 30, p. 44–58, 2018.

MOURA, Edilberto Nunes; FRENZEL, Ariadne Stradiotto; DE MOURA, Isabela Ignácio. Inundações no Meio Urbano e Vulnerabilidade Social: estudo de caso em Curitiba, Brasil. **Redes**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 122–142, 2019. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/13251>.

MURADOVA, Lala; WALKER, Hayley; COLLI, Francesca. Climate change communication and public engagement in interpersonal deliberative settings: Evidence from the Irish citizens' assembly. **Climate Policy**, [s. l.], v. 20, n. 10, p. 1322–1335, 2020.

NANDI, Somen *et al.* Computing for rural empowerment: enabled by last-mile telecommunications. **IEEE Communications Magazine**, [s. l.], v. 54, n. 6, p. 102–109, 2016.

NATIONS, United. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030**. 2015.

NISHINO, Akihiko *et al.* A Model for Calculating the Spatial Coverage of Audible Disaster Warnings Using GTFS Realtime Data. **Sustainability**, [s. l.], v. 13, n. 23, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/23/13471>.

NOHRSTEDT, Daniel *et al.* Exposure to natural hazard events unassociated with policy change for improved disaster risk reduction. **Nature Communications**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 193, 2021.

ODA, Paula Sayeko Souza; RIONDET-COSTA, Daniela; VIEIRA MATTOS, Enrique. National Civil Defense and Protection Policy and Municipal Master Plan: Collaboration for Natural Disaster Risk Management in Petrópolis, Brazil. **SSRN Electronic Journal**, [s. l.], 2022.

OGIE, R I *et al.* Social media use in disaster recovery: A systematic literature review. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 70, p. 102783, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420922000024>.

OGUNBODE, Charles A *et al.* The resilience paradox: flooding experience, coping and climate change mitigation intentions. **Climate Policy**, [s. l.], v. 19, n. 6, p. 703–715, 2019.

O'HARE, Paul; WHITE, Iain. Beyond 'just' flood risk management: the potential for—and limits to—alleviating flood disadvantage. **Regional Environmental Change**, [s. l.], v. 18, p. 385–396, 2018.

OKAKA, Fredrick Okoth; ODHIAMBO, Beneah D.O. Households' perception of flood risk and health impact of exposure to flooding in flood-prone informal settlements in the coastal city of Mombasa. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 592–606, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCCSM-03-2018-0026/full/html>.

O'KEEFE, Phil; WESTGATE, Ken; WISNER, Ben. Taking the naturalness out of natural disasters. **Nature**, [s. l.], v. 260, n. 5552, p. 566–567, 1976. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/260566a0>.

OKTARI, Rina Suryani *et al.* Gender mainstreaming in a Disaster-Resilient Village Programme in Aceh Province, Indonesia: Towards disaster preparedness enhancement via an equal opportunity policy. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 52, p. 101974, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242092031476X>.

OLSEN, V B K *et al.* An approach for improving flood risk communication using realistic interactive visualisation. **JOURNAL OF FLOOD RISK MANAGEMENT**, [s. l.], v. 11, p. S783–S793, 2018.

ORD, J. K.; GETIS, Arthur. Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application. **Geographical Analysis**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 286–306, 1995.

OSTERTAGOVA, Eva; OSTERTAG, Oskar; KOVÁČ, Jozef. Methodology and application of the Kruskal-Wallis test. **Applied mechanics and materials**, [s. l.], v. 611, p. 115–120, 2014.

O'SULLIVAN, J *et al.* Enhancing flood resilience through improved risk communications. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, [s. l.], v. 12, n. 7, p. 2271–2282, 2012. Disponível em: <https://nhess.copernicus.org/articles/12/2271/2012/>.

PADULANO, Roberta *et al.* Propagation of variability in climate projections within urban flood modelling: A multi-purpose impact analysis. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 602, p. 126756, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169421008064>.

PALLANT, Julie F *et al.* Assessment of the dimensionality of the Wijma delivery expectancy/experience questionnaire using factor analysis and Rasch analysis. **BMC pregnancy and childbirth**, [s. l.], v. 16, p. 1–11, 2016.

PARIDA, Debadutta; MOSES, Sandra; RAHAMAN, Khan Rubayet. Analysing media framing of cyclone Amphan: Implications for risk communication and disaster preparedness. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 59, p. 102272, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420921002387>.

PARKER, Andrew M; JACKSON, Brian A. Exploring the Effect of the Diffusion of Geo-Targeted Emergency Alerts: The Application of Agent-Based Modeling to Understanding the Spread of Messages from the Wireless Emergency Alerts Systems. *In:*, 2015. **United States. Department of Homeland Security; United States. Department of Homeland Security. Science and Technology Directorate**. [S. l.]: United States. Department of Homeland Security; United States. Department of ..., 2015.

PARKER, D J; PRIEST, S J; MCCARTHY, S. Surface water flood warnings requirements and potential in England and Wales. **Applied Geography**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 891–900, 2011.

PEI, Jingjing; LIU, Wen; HAN, Lu. Research on evaluation index system of Chinese city safety resilience based on Delphi method and cloud model. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 16, n. 20, p. 3802, 2019.

PERCIVAL, S E; GATERELL, M; HUTCHINSON, D. Effective flood risk visualisation. **NATURAL HAZARDS**, [s. l.], v. 104, n. 1, p. 375–396, 2020.

PERERA, Duminda *et al.* Identifying societal challenges in flood early warning systems. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 51, p. 101794, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420920312966>.

PETRÓPOLIS. **Plano de Contingência Municipal de Petrópolis**. [S. l.: s. n.], 2023a.

PETRÓPOLIS. **Plano Municipal de Contingência de Proteção e Defesa Civil de Petrópolis**. [S. l.: s. n.], 2023b.

PICIULLO, Luca; CALVELLO, Michele; CEPEDA, José Mauricio. Territorial early warning systems for rainfall-induced landslides. **Earth-Science Reviews**, [s. l.], v. 179, p. 228–247, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825217302209>.

PIMENTEL, Luciene. **Hidrologia: engenharia e meio ambiente**. [S. l.]: Elsevier Brasil, 2017.

PING, N S *et al.* Towards two-way flood risk communication: Current practice in a community in the UK. **Journal of Water and Climate Change**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 651–664, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85003000486&doi=10.2166%2fwcc.2016.015&partnerID=40&md5=9f24cdb000ff377307997e3da29b378d>.

PINHEIRO, Eduardo Gomes *et al.* Disaster preparedness indicators. An application in the state of Paraná, Brazil. **Cidades. Comunidades e Territórios**, [s. l.], n. Sp21, 2021.

PINHEIRO, Eduardo Gomes; PEDROSO, Frederico Ferreira Fonseca; PEDROSO, Frederico Ferreira Fonseca. **Construindo um Estado Resiliente: o modelo paranaense para a gestão do risco de desastres**. Curitiba, 2016.

PITRON, Guillaume. La guerre des métaux rares ou la face cachée de la transition énergétique et numérique. *In:* , 2020. **Annales des Mines-Responsabilité et environnement**. [S. l.]: Cairn/Softwin, 2020. p. 74–75.

PÖRTNER, Hans-Otto *et al.* Technical summary. **Climate change**, [s. l.], p. 37–118, 2022.

POTTER, Sally H. *et al.* The influence of impact-based severe weather warnings on risk perceptions and intended protective actions. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 30, p. 34–43, 2018.

QASIM, Said *et al.* Risk perception of the people in the flood prone Khyber Pukhthunkhwa province of Pakistan. [s. l.], v. 14, p. 373–378, 2015.

QASIM, S; QASIM, M. An indicator-based approach for assessing household's perceptions of landslide risk in Murree hills of Pakistan. **NATURAL HAZARDS**, [s. l.], v. 103, n. 2, p. 2171–2182, 2020.

RAAIJMAKERS, R; KRYWKOW, J; VAN DER VEEN, A. Flood risk perceptions and spatial multi-criteria analysis: exploratory research for hazard mitigation. **NATURAL HAZARDS**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 307–322, 2008.

RAJPUT, Akhil Anil *et al.* Temporal network analysis of inter-organizational communications on social media during disasters: A study of Hurricane Harvey in Houston. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 46, p. 101622, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242091931595X>.

RAMANADHAN, Shoba *et al.* Social media use by community-based organizations conducting health promotion: a content analysis. **BMC Public Health**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 1129, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1129>.

RANA, Irfan Ahmad *et al.* Characterizing flood risk perception in urban communities of Pakistan. [s. l.], v. 46, p. 101624, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420919309161>.

RECIFE. **Plano de Contingência 2024**. [S. l.: s. n.], 2023a.

RECIFE. **Plano Municipal de Contingência de Proteção e Defesa Civil de Recife**. [S. l.: s. n.], 2023b.

REINCKE, Cathelijne M; BREDENOORD, Annelien L; VAN MIL, Marc H W. From deficit to dialogue in science communication: the dialogue communication model requires additional roles from scientists. **EMBO reports**, [s. l.], v. 21, n. 9, 2020.

REY, Tony *et al.* **Coastal Processes and Influence on Damage to Urban Structures during Hurricane Irma (St-Martin & St-Barthélemy, French West Indies)**. [S. l.: s. n.], 2019.

REYNOLDS-TYLUS, Tobias; MARTINEZ GONZALEZ, Andrea. The Utility of Choice-Enhancing Language in Emergency Preparedness Messages: An Application of Psychological Reactance Theory. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 282–285, 2021.

RIO DE JANEIRO. **Plano Municipal de Contingência de Proteção e Defesa Civil do Rio de Janeiro**. [S. l.: s. n.], 2021a.

RIO DE JANEIRO. **Plano de Contingência 2021-2022**. [S. l.: s. n.], 2021b.

RIO DO SUL. **Plano Municipal de Contingência de Proteção e Defesa Civil de Rio do Sul**. [S. l.: s. n.], 2022.

RODER, G *et al.* Natural hazards knowledge and risk perception of Wujie indigenous community in Taiwan. **NATURAL HAZARDS**, [s. l.], v. 81, n. 1, p. 641–662, 2016.

ROLLASON, E *et al.* Rethinking flood risk communication. **Natural Hazards**, [s. l.], v. 92, n. 3, p. 1665–1686, 2018.

SABATE, Ferran *et al.* Factors influencing popularity of branded content in Facebook fan pages. **European Management Journal**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 1001–1011, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263237314000607>.

SAITO, Silvia Midori *et al.* População urbana exposta aos riscos de deslizamentos, inundações e enxurradas no Brasil. **Sociedade & Natureza**, [s. l.], v. 31, p. e46320, 2023.

SALLY, Wyatt. Les non-usagers de l'Internet. Axes de recherche passés et futurs. **Questions de communication**, [s. l.], v. 18, 2010.

SAMAHA, Maya; HAWI, Nazir S. Relationships among smartphone addiction, stress, academic performance, and satisfaction with life. **Computers in human behavior**, [s. l.], v. 57, p. 321–325, 2016.

SANDERS, B F *et al.* Collaborative Modeling With Fine - Resolution Data Enhances Flood Awareness, Minimizes Differences in Flood Perception, and Produces Actionable Flood Maps. **EARTHS FUTURE**, [s. l.], v. 8, n. 1, 2020.

SANDERS, Peter. Displaying cell broadcast messages. *In:*, 2011. **2011 The 14th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)**. [S. l.]: IEEE, 2011. p. 1–5.

SANDOVAL, Vicente; HOBEBMAN, Gabriela; JERATH, Meenakshi. Urban informality: Global and regional trends. [s. l.], 2019.

SANDOVAL, Vicente; SARMIENTO, Juan Pablo. A neglected issue: informal settlements, urban development, and disaster risk reduction in Latin America and the Caribbean. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, [s. l.], v. 29, n. 5, p. 731–745, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/DPM-04-2020-0115>.

SANTANA, Marília Barreto de; SOUZA, Cristiane Gabriela Boesing de. Uso Das Redes Sociais Por Órgãos Públicos no Brasil e Possibilidades de Contribuição do Monitoramento para Gestão. **Gestão.Org**, [s. l.], v. 15, n. Special, p. 99–107, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/231120/26093>.

SATAØEN, Hogne L *et al.* Municipal risk communication challenges in the Nordic context: Organizing risk ownership. **Risk, Hazards & Crisis in Public Policy**, [s. l.], 2024.

SATO, Akiko *et al.* Reviews on common objectives and evaluation indicators for risk communication activities from 2011 to 2017. **PeerJ**, [s. l.], v. 8, 2020.

SATTERTHWAITE, David *et al.* Building resilience to climate change in informal settlements. **One Earth**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 143–156, 2020.

SCHELFAUT, K *et al.* Bringing flood resilience into practice: the FREEMAN project. **ENVIRONMENTAL SCIENCE & POLICY**, [s. l.], v. 14, n. 7, p. 825–833, 2011.

SCHMELTZ, Michael T *et al.* Lessons from hurricane sandy: a community response in Brooklyn, New York. **Journal of urban health**, [s. l.], v. 90, p. 799–809, 2013.

SCIENCES, National Academies *et al.* Emergency alert and warning systems: Current knowledge and future research directions. [s. l.], 2018.

SEEBAUER, S; BABICKY, Philipp. Trust and the communication of flood risks: comparing the roles of local governments, volunteers in emergency services, and neighbours. **Journal of Flood Risk Management**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 305–316, 2018.

SELAMET, Juhri. Identifying criteria for designing risk communication system in Palu, Sulawesi, Indonesia. **Journal of Disaster Research**, [s. l.], v. 14, n. 9, p. 1346–1352, 2019.

SENARATNE, Hansi *et al.* A review of volunteered geographic information quality assessment methods. **International Journal of Geographical Information Science**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 139–167, 2017.

SHAH, Ashfaq Ahmad *et al.* Multidimensional six-stage model for flood emergency response in schools: A case study of Pakistan. **Natural Hazards**, [s. l.], v. 105, p. 1977–2005, 2021.

SHAHID, Maheen *et al.* Quantifying the role of social capital for enhancing urban resilience against climate crisis: Empirical evidence from formal and informal settlements of Pakistan. **Cities**, [s. l.], v. 130, p. 103851, 2022.

SHANAHAN, E A *et al.* Characters matter: How narratives shape affective responses to risk communication. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 14, n. 12, 2019.

SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. **Bell System Technical Journal**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 379–423, 1948.

SHAO, W Y *et al.* A sequential model to link contextual risk, perception and public support for flood adaptation policy. **WATER RESEARCH**, [s. l.], v. 122, p. 216–225, 2017.

SHEHABI, Arman *et al.* United states data center energy usage report. [s. l.], 2016.

SHEVCHENKO, Yury; REIPS, Ulf-Dietrich. Geofencing in location-based behavioral research: Methodology, challenges, and implementation. **Behavior Research Methods**, [s. l.], v. 56, n. 7, p. 6411–6439, 2023.

SHULMAN, Hillary C; BULLOCK, Olivia M. Don't dumb it down: The effects of jargon in COVID-19 crisis communication. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 10, p. e0239524-, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239524>.

SIEGRIST, Michael; ÁRVAI, Joseph. Risk perception: Reflections on 40 years of research. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 40, n. S1, p. 2191–2206, 2020.

SILIÉZAR, Jonathan *et al.* Case study on the audibility of siren-driven alert systems. [s. l.], v. 10, n. 1, Noise Mapping, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/noise-2022-0165>.

SILVA, M.M.G.T. De; KAWASAKI, Akiyuki. A local-scale analysis to understand differences in socioeconomic factors affecting economic loss due to floods among different communities. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 47, p. 101526, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420919313664>.

SIVLE, Anders D; AAMODT, Thomas. A dialogue-based weather forecast: adapting language to end-users to improve communication. **Weather**, [s. l.], v. 74, n. 12, p. 436–441, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wea.3439>.

SNEL, K A W *et al.* More than a one-size-fits-all approach? tailoring flood risk communication to plural residents? perspectives. **WATER INTERNATIONAL**, [s. l.], v. 44, n. 5, p. 554–570, 2019.

SORIANO, Érico; HOFFMANN, Wanda Aparecida Machado. A informação e o conhecimento no contexto da comunicação dos riscos de desastres naturais. **Caderno Prudentino de Geografia**, [s. l.], v. 1, n. 37 SE-Artigos/Articles/Artículos/Articles, p. 110–123, 2016. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3168>.

SOUZA, Cintia. **Resistência, justiça ambiental e política pública: urbanização de áreas de vulnerabilidade socioambiental consolidadas em Curitiba, PR – Vila Torres e Vila Parolin (1980-2014)**. [S. l.: s. n.], 2016.

STEWART, I S. Advancing disaster risk communications. **Earth-Science Reviews**, [s. l.], v. 249, p. 104677, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825224000047>.

STEWART, Robert M; RASHID, Harun. Community strategies to improve flood risk communication in the Red River Basin, Manitoba, Canada. **Disasters**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 554–576, 2011.

STRINGER, Ernest T; ARAGÓN, Alfredo Ortiz. **Action research**. [S. l.]: Sage publications, 2020.

SUFRI, Sofyan *et al.* Enhancing community engagement in disaster early warning system in Aceh, Indonesia: opportunities and challenges. **Natural Hazards**, [s. l.], v. 103, n. 3, p. 2691–2709, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04098-2>.

SULLIVAN-WILEY, Kira A; GIANOTTI, Anne G Short. Risk perception in a multi-hazard environment. **World Development**, [s. l.], v. 97, p. 138–152, 2017.

SUTTON, Jeannette *et al.* Communicating Hazard Location through Text-and-Map in Earthquake Early Warnings: A Mixed Methods Study. **Natural Hazards Review**, [s. l.], v. 24, n. 4, 2023.

SUTTON, Jeannette *et al.* Designing effective tsunami messages: Examining the role of short messages and fear in warning response. **Weather, climate, and society**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 75–87, 2018.

SUTTON, Jeannette; FISCHER, Laura M. Understanding Visual Risk Communication Messages: An Analysis of Visual Attention Allocation and Think-Aloud Responses to Tornado Graphics. **Weather, Climate, and Society**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 173–188, 2021.

SUTTON, Jeannette; FISCHER, Laura; WOOD, Michele M. Tornado Warning Guidance and Graphics: Implications of the Inclusion of Protective Action Information on Perceptions and Efficacy. **Weather, Climate, and Society**, [s. l.], 2021.

SUTTON, Jeannette; KULIGOWSKI, Erica D. Alerts and Warnings on Short Messaging Channels: Guidance from an Expert Panel Process. **Natural Hazards Review**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 04019002, 2019. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29NH.1527-6996.0000324>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SUTTON, Jeannette; OLSON, Michele; WAUGH, Nicholas. The Warning Lexicon: A Multiphased Study to Identify, Design, and Develop Content for Warning Messages. **Natural Hazards Review**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 04023055, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1061/NHREFO.NHENG-1900>.

SWAIN, Jon. **A Hybrid Approach to Thematic Analysis in Qualitative Research: Using a Practical Example**. 1 Oliver's Yard, 55 City Road, London EC1Y 1SP United Kingdom: SAGE Publications Ltd, 2018.

TAMMAR, Abdurazag; ABOSULIMAN, Shougi Suliman; RAHAMAN, Khan Rubayet. Social capital and disaster resilience nexus: a study of flash flood recovery in Jeddah City. **Sustainability**, [s. l.], v. 12, n. 11, p. 4668, 2020.

TANAKA, K *et al.* Information support systems for community-based flood risk management. **Journal of Flood Risk Management**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 156–164, 2011. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-80052216981&doi=10.1111%2fj.1753-318X.2011.01100.x&partnerID=40&md5=c276566c449f8a5eb42d7bc828d252be>.

TANG, Zhenghong *et al.* Examining the role of social media in California's drought risk management in 2014. **Natural Hazards**, [s. l.], v. 79, n. 1, p. 171–193, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1835-2>.

TANNER, A; ARVAL, J. Perceptions of Risk and Vulnerability Following Exposure to a Major Natural Disaster: The Calgary Flood of 2013. **RISK ANALYSIS**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 548–561, 2018.

TASANTAB, Jerry Chati *et al.* Perceptions and deeply held beliefs about responsibility for flood risk adaptation in Accra Ghana. **International journal of disaster resilience in the built environment**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 631–644, 2020.

TASANTAB, Jerry Chati; GAJENDRAN, Thayaparan; MAUND, Kim. Expanding protection motivation theory: The role of coping experience in flood risk adaptation intentions in informal settlements. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 76, p. 103020, 2022.

TASANTAB, Chati Jerry; GAJENDRAN, Thayaparan; MAUND, Kim. How the past influences the future: flood risk perception in informal settlements. **Environmental Hazards**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 201–220, 2023.

TASCÓN-GONZÁLEZ, Laura *et al.* Social vulnerability assessment for flood risk analysis. **Water**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 558, 2020.

TEDESCO, M; MCALPINE, S; PORTER, J R. Exposure of real estate properties to the 2018 Hurricane Florence flooding. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 907–920, 2020. Disponível em: <https://nhess.copernicus.org/articles/20/907/2020/>.

TELLMAN, B *et al.* Satellite imaging reveals increased proportion of population exposed to floods. **Nature**, [s. l.], v. 596, n. 7870, p. 80–86, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03695-w>.

TERRELL, Steven R. **Writing a proposal for your dissertation: Guidelines and examples**. [S. l.]: Guilford Publications, 2022.

THISTLETHWAITE, Jason *et al.* How flood experience and risk perception influences protective actions and behaviours among Canadian homeowners. **Environmental management**, [s. l.], v. 61, n. 2, p. 197–208, 2018.

TSELIOS, Vassilis; TOMPKINS, Emma L. What causes nations to recover from disasters? An inquiry into the role of wealth, income inequality, and social welfare provisioning. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 33, p. 162–180, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242091830712X>.

TUMINI, Irina; POLETTI, Angela. Natural disaster and informality (re)production in Chile. **City, Culture and Society**, [s. l.], v. 19, p. 100312, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187791661930195X>.

TWIST. **Conheça a demografia das mídias sociais de 2022**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.twist.systems/pt-br/blog/2020/01/29/demografia-das-midias-sociais-de-2022/>.

TWOMLOW, Anna *et al.* A user-centred design framework for disaster risk visualisation. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 77, p. 103067, 2022.

ULLAH, Farman *et al.* Flood risk perception and its determinants among rural households in two communities in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. [s. l.], v. 104, n. 1, p. 225–247, 2020.

UNDRR. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction - 2022. [s. l.], 2022.

UZZELL, DAVID L. The psycho-spatial dimension of global environmental problems. **Journal of Environmental Psychology**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 307–318, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494400901750>.

VALLANCE, Suzanne; CARLTON, Sally. First to respond, last to leave: Communities' roles and resilience across the '4Rs'. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 14, p. 27–36, 2015.

VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, [s. l.], v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.

VAN KERKVOORDE, M *et al.* Evaluation of web maps for the communication of flood risks to the public in Europe. **International Journal of Cartography**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 49–64, 2018.

VICINO, Thomas J *et al.* Urban Crises and the Covid-19 Pandemic: An Analytical Framework for Metropolitan Resiliency. **Urban Planning; Vol 7, No 3 (2022): The Resilient Metropolis: Planning in an Era of Decentralization - 10.17645/up.v7i3.5376**, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www.cogitatiopress.com/urbanplanning/article/view/5376>.

VIROKANNAS, Elina; LIUSKI, Suvi; KURONEN, Marjo. The contested concept of vulnerability—a literature review: Vulnerability-käsitteen kiistanalaiset merkitykset—systemaattinen kirjallisuuskatsaus. **European Journal of Social Work**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 327–339, 2020.

VISOV. **Utilisation des médias sociaux en gestion d’urgence (MSGU) pour améliorer la connaissance de la situation et l’aide à la décision**. [S. l.: s. n.], 2015.

VOINOV, Alexey *et al.* Modelling with stakeholders—next generation. **Environmental Modelling & Software**, [s. l.], v. 77, p. 196–220, 2016.

WACHINGER, Gisela *et al.* The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 33, n. 6, p. 1049–1065, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01942.x>.

WALKLING, Ben; HAWORTH, Billy Tusker. Flood risk perceptions and coping capacities among the retired population, with implications for risk communication: A study of residents in a north Wales coastal town, UK. [s. l.], v. 51, p. 101793, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420920312954>.

WANG, Z *et al.* Analysis of the public flood risk perception in a flood-prone city: The case of Jingdezhen city in China. **Water (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 11, 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85055964340&doi=10.3390%2fw10111577&partnerID=40&md5=cac1011d7c789cc82f77e270877263da>.

WANG, Yandong *et al.* **Using Social Media for Emergency Response and Urban Sustainability: A Case Study of the 2012 Beijing Rainstorm**. [S. l.: s. n.], 2016.

WANNIARACHCHI, K H; LAKMAL, A H. Optimum locations suitability: Analysis for tsunami warning centres. [s. l.], 2020.

WHITMER, Daphne E.; SIMS, Valerie K. Fear Language in a Warning Is Beneficial to Risk Perception in Lower-Risk Situations. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, [s. l.], v. 65, n. 4, p. 618–635, 2023.

WILLIAMS, Castle A; EOSCO, Gina M. Is a Consistent Message Achievable? Defining “Message Consistency” for Weather Enterprise Researchers and Practitioners. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston MA, USA, v. 102, n. 2, p. E279–E295, 2021. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/102/2/BAMS-D-18-0250.1.xml>.

WILSON, Robyn S *et al.* From incremental to transformative adaptation in individual responses to climate-exacerbated hazards. **Nature Climate Change**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 200–208, 2020.

WOLFF, Erich. The promise of a “people-centred” approach to floods: types of participation in the global literature of citizen science and community-based flood risk reduction in the

context of the Sendai Framework. **Progress in Disaster Science**, [s. l.], v. 10, p. 100171, 2021.

WOOD, Michele M *et al.* Communicating actionable risk for terrorism and other hazards*. **Risk Analysis: An International Journal**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 601–615, 2012.

WOOD, M *et al.* **Comprehensive testing of imminent threat public messages for mobile devices: updated findings**. [S. l.: s. n.], 2020.

WOOD, Michele M *et al.* Milling and public warnings. **Environment and Behavior**, [s. l.], v. 50, n. 5, p. 535–566, 2018.

WOOD, Erik; MILLER, Sarah K. Cognitive Dissonance and Disaster Risk Communication. **Journal of Emergency Management and Disaster Communications**, [s. l.], v. 02, n. 01, p. 39–56, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1142/S2689980920500062>.

WUKICH, Clayton. Preparing for Disaster: Social Media Use for Household, Organizational, and Community Preparedness. **Risk, Hazards & Crisis in Public Policy**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 233–260, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/rhc3.12161>.

XIAO, Chenyang; MCCRIGHT, Aaron M. Gender Differences in Environmental Concern: Revisiting the Institutional Trust Hypothesis in the USA. **Environment and Behavior**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 17–37, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0013916513491571>.

XU, Dingde *et al.* Information credibility, disaster risk perception and evacuation willingness of rural households in China. **Natural Hazards**, [s. l.], v. 103, p. 2865–2882, 2020.

XU, Wen; ZAMMIT, Katina. Applying thematic analysis to education: A hybrid approach to interpreting data in practitioner research. **International journal of qualitative methods**, [s. l.], v. 19, p. 1609406920918810, 2020.

YAMADA, F *et al.* Implementation of community flood risk communication in Kumamoto, Japan. **Journal of Advanced Transportation**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 117–128, 2011. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79954539311&doi=10.1002%2fatr.119&partnerID=40&md5=b70f9cb8010db03e55ce25feaa3de320>.

YAMORI, Katsuya. **Disaster Risk Communication**. [S. l.]: Springer, 2020.

YU, Tianlong *et al.* Scientometric Analysis of Disaster Risk Perception: 2000–2020. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 24, p. 13003, 2021.

YU, Qian; WANG, Yanyan; LI, Na. Extreme flood disasters: comprehensive impact and assessment. **Water**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 1211, 2022.

ZABINI, Federica *et al.* How do people perceive flood risk? Findings from a public survey in Tuscany, Italy. **Journal of Flood Risk Management**, [s. l.], v. 14, n. 1, 2021.

ZIERVOGEL, Gina. Climate urbanism through the lens of informal settlements. **Urban Geography**, [s. l.], v. 42, n. 6, p. 733–737, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02723638.2020.1850629>.

ZUNKEL, Paul. The spatial extent and coverage of tornado sirens in San Marcos, Texas. **Applied geography**, [s. l.], v. 60, p. 308–312, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS DE ANÁLISE DO FACEBOOK

Fase	Subcategorias	Descrição	
Prevenção	Conscientização	Histórico de inundações, precipitação, causas, consequências, danos	Tempo médio de dias em que as infraestruturas ficam sem funcionar
		Risco, ameaças, vulnerabilidade, áreas de risco	Distribuição dos estratos populacionais vulneráveis
		Estimativa de danos e prejuízos	Intervenções realizadas antes, durante e após uma inundação
Mitigação	Intervenções estruturais	Obras previstas de engenharia em pequena e larga escala	Descrição das obras em execução e concluídas
	Regras e comportamentos	Regras e recomendações comportamentais	Apoio à construção e ao uso adaptado
	Relações interinstitucionais	Relações com grupos vulneráveis, voluntários, conselhos, instituições religiosas, privados e de ensino, ONGs	
	Capacitação e Educação	Capacitação e educação em Proteção e Defesa Civil	Participação e realização de eventos para e com a comunidade
	Intervenções não-estruturais	Ações de reassentamento	Limpeza e varrição das vias, das caixas de captação de água e rios
	Gestão de risco	Atividades, responsabilidades e contatos das autoridades	Instrumentos de gestão do risco de inundação
	Novos recursos materiais	Aquisição de recursos materiais para melhorar a resposta	
Preparação	Sensibilização	Recomendações para a autoproteção	Como construir um "Plano familiar de inundação"
	Organização e coordenação	Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil	Contatos e a localização de serviços de emergência
	Abrigos	Descrição e localização dos abrigos e/ou locais seguros	
	Conscientização	Atividades de educação realizadas anteriormente	
	Lema e valores	Eventos como o Dia da Redução de Risco de Desastres	
	Atividades	Relatórios sobre as atividades da Compdec	
	Animais	Como lidar com animais e o resgate	
	Treinamento e Simulados	Mensagens promovendo treinamentos	Planos e exercícios de evacuação
	Voluntariado	Voluntariado (como ajudar no trabalho de resposta a emergências)	
	Primeiros socorros	Maneira correta de prestar primeiros socorros.	
	Monitoramento	Monitoramento das condições meteorológicas, dados pluviométricos, nível e vazão dos rios, escoamento pluvial e fluvial	
	Alerta	Probabilidade de ocorrência de um risco em um determinado momento	
	Comunicação em tempo real	Evolução gerada por uma inundação em tempo real	Situação de infraestruturas críticas e do trânsito
	Pedido de ajuda	Pedir ajuda durante as intervenções	

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO APLICADO EM COMUNIDADES VULNERÁVEIS

Percepção e Comunicação de risco de inundação

- 1) Indique a sua idade
- 2) Indique se você é homem ou mulher
 - a. Homem
 - b. Mulher
- 3) Indique como você se identifica racialmente
 - a. Branco
 - b. Pardo
 - c. Preto
- 4) Indique a sua escolaridade
 - a. Sem escolaridade (não estudei)
 - b. Ensino Fundamental (1ª a 8ª série)
 - c. Ensino Médio (1ª a 3ª ano)
 - d. Ensino Superior (Faculdade)
- 5) Indique a distância da fonte do perigo (rio)
 - a. Até 50 metros
 - b. Entre 50 e 100 metros
 - c. Entre 100 e 150 metros
 - d. Acima de 150 metros
- 6) Indique a quantidade de pessoas que residem com você
 - a. Somente eu
 - b. Eu e mais 1
 - c. Eu e mais 2
 - d. Eu e mais 3
 - e. Mais do que 4
- 7) Indique há quanto tempo você mora na área
 - a. Há menos de 1 ano
 - b. Entre 1 e 3 anos
 - c. Acima de 4 anos
- 8) Indique se há grupos vulneráveis na sua residência (pessoas com deficiência, idosos ou crianças)
 - a. Existe
 - b. Não existe
- 9) Indique se você já foi afetado por uma inundação
 - a. Sim
 - b. Não
- 10) Indique o quão provável você acha que pode ser afetado por inundação
 - a. Muito baixa
 - b. Baixa Chance
 - c. Chance moderada
 - d. Alta chance
 - e. Muito alta chance

- 11) Indique em que medida você acredita que se sente responsável por reduzir os riscos
- a. Nenhuma responsabilidade
 - b. Baixa responsabilidade
 - c. Responsabilidade moderada
 - d. Alta responsabilidade
 - e. Muita responsabilidade
- 12) Indique em que medida você confia nas autoridades como fonte de informações
- a. Nenhuma confiança
 - b. Baixa confiança
 - c. Confiança moderada
 - d. Alta confiança
 - e. Muita Confiança
- 13) Indique em que medida você se sente capaz de reduzir os riscos de inundação
- a. Não me sinto capaz
 - b. Pouco capaz
 - c. Moderadamente capaz
 - d. Capaz
 - e. Muito capaz
- 14) Indique em que medida você confia em obras como medida de redução do risco de inundação
- a. Nenhuma confiança
 - b. Baixa confiança
 - c. Confiança moderada
 - d. Alta confiança
 - e. Muita Confiança
- 15) Indique o quão bem você conhece as medidas de preparação
- a. Nenhum conhecimento
 - b. Pouco conhecimento
 - c. Conhecimento moderado
 - d. Bom conhecimento
 - e. Excelente conhecimento
- 16) Indique o quão bem você conhece os meios de receber informações sobre o risco de inundação
- a. Nenhum conhecimento
 - b. Pouco conhecimento
 - c. Conhecimento moderado
 - d. Bom conhecimento
 - e. Excelente conhecimento
- 17) Indique a frequência que você costuma buscar/receber informações sobre o risco de inundação
- a. Nunca
 - b. Raramente
 - c. Às vezes
 - d. Frequentemente

- e. Sempre
- 18) Indique o quão compreensível (fáceis de entender) são as informações que você recebe sobre o risco de inundação
- a. Muito pouco compreensíveis
 - b. Pouco compreensíveis
 - c. Moderadamente compreensíveis
 - d. Compreensíveis
 - e. Muito compreensíveis
- 19) Indique se você acredita que precisa receber informações
- a. Não preciso de informações
 - b. Pouco necessário
 - c. Moderadamente necessário
 - d. Necessário
 - e. Muito necessário
- 20) Indique o seu nível de preferência de meios de comunicação para receber informações de risco de inundação
- a. Não prefiro
 - b. Pouco preferido
 - c. Moderadamente Preferido
 - d. Muito preferido
 - e. Extremamente preferido
- () Material impresso (Periódicos, Folhetos, Carta)
- () Audiovisual (Televisão, Rádio)
- () Digital (Internet, WhatsApp, Redes Sociais)
- () Eletrônico (, E-mail, Chamada de voz, SMS)
- () Sonoro (Sonido del coche, Alto-falante, Sirena)
- () Sinalização
- () Contacto personal (boca-a-boca)
- 21) Indique o formato preferido para receber informações de risco de inundação
- a. Não prefiro
 - b. Pouco preferido
 - c. Moderadamente Preferido
 - d. Muito preferido
 - e. Extremamente preferido
- () Imagens () Texto () Áudio () Vídeos

APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO APLICADO COM GESTORES LOCAIS DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

Papel da comunicação na Defesa Civil

1. A agência possui alguma responsabilidade na comunicação de risco de inundação? Se sim, quais são as responsabilidades e atribuições?
2. Quais outras agências estão envolvidas na comunicação dos riscos? Quais são os papéis e as funções dos envolvidos?

Protocolo de comunicação de risco

3. Há um protocolo sobre comunicação do risco? Ou seja, há a definição de objetivos, grupos-alvo, mensagens, canais, responsabilidades e métricas.
4. Há uma equipe responsável pelo planejamento, definição e elaboração de materiais e mensagens de risco? **Se não há**, a equipe participa de treinamentos e capacitações regulares para atualização de conhecimentos e habilidades relacionadas à comunicação de risco?

Compartilhamento de informações

5. Como ocorre o processo de compartilhamento de informações com os cidadãos e as demais agências? O compartilhamento ocorre em quais etapas?
6. Quais são os meios de comunicação usados para comunicar o risco? (por exemplo: campanha educacional, alerta por SMS, sirene, aplicativos, reuniões, rádio, televisão, sites, revistas, jornais, redes sociais). Por quê?

Geo-Targeted

7. Os materiais e as mensagens de comunicação de risco variam de acordo com o público-alvo e área geográfica em que estão sendo disseminadas? Ou são transmitidas de forma geral?

Resposta

8. Como o órgão avalia a acessibilidade e clareza das mensagens recebidas das demais agências e aquelas fornecidas aos moradores?
9. Quais são as medidas adotadas para garantir que as informações sejam compreensíveis e acessíveis aos diferentes grupos-alvo, considerando barreiras linguísticas, culturais ou outros desafios?
10. A agência realiza revisões ou atualizações das estratégias com base nos resultados da avaliação de acessibilidade e clareza?
11. A cidade estabelece parcerias com especialistas, instituições acadêmicas ou organizações não governamentais para obter insights e conhecimentos na comunicação de risco?

Participação/Envolvimento

12. Como acontece a participação da população e outras agências no processo de comunicação do risco?

Eficácia

13. Como a agência monitora e mede a eficácia de seus meios e atividades de comunicação? (por exemplo, pesquisas de acompanhamento após workshops, análises de mídia social do conteúdo nas mídias sociais)
14. Como o órgão obtém feedback da população para avaliar a eficácia e a adequação das mensagens de comunicação de risco?

Barreiras

15. Quais são as principais lacunas ou dificuldades nos esforços de comunicação dos riscos de inundação dos municípios para os residentes?
16. Quais são os principais desafios ou obstáculos que os residentes enfrentam ao receber/responder às informações/mensagens?

APÊNDICE 4 - FATORES QUE INFLUENCIAM NO GRAU DE PERCEPÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

Estudo	País do Estudo	Nº de participantes	Instrumento de pesquisa	Correlação significativa	Correlação pouco significativa
(Ardaya; Evers; Ribbe, 2017)	Brasil	217 pessoas e funcionários públicos	Questionário e entrevista semiestruturada presencial	Experiência; Localização; Gênero; Meios de comunicação; Renda; Influência local e das instituições públicas; Fontes de informação	Idade; Anos de residência; Medidas sustentáveis; fazer parte da Defesa Civil;
(Box <i>et al.</i> , 2016)	Austrália	62 pessoas atingidas por inundações	Questionário e entrevista presencial	Medidas estruturais; Alerta; Fontes de informação;	-
(Mills <i>et al.</i> , 2016)	Austrália	420 pessoas	Ligações telefônicas e pesquisa online	Experiência; Mudanças climáticas; Aversão ao risco; Gênero; Tipo e a frequência da inundação; Impacto passado; Atitude; Capacidade percebida;	-
(Babcicky; Seebauer, 2017)	Áustria	226 famílias	Questionário em jornal	Renda; Local de residência; Experiência; Gênero;	Capital social; Idade; Escolaridade; Anos de residência
(Hanger <i>et al.</i> , 2018)	Áustria, Romênia e Reino Unido	1.849 pessoas	Pesquisa telefônica	Experiência; Propriedade; Seguro; Incentivos	-
(Thistlethwaite <i>et al.</i> , 2018)	Canadá	2.300 pessoas	Questionário online	Experiência	Idade; Renda; Escolaridade; Anos de residência
(Henstra <i>et al.</i> , 2019)	Canadá	2.300 pessoas	Questionário online	Responsabilidade;	-
(Bodoque <i>et al.</i> , 2019)	Espanha	201 pessoas	Questionário	Comunicação a longo prazo; Participação	-
(Bodoque <i>et al.</i> , 2016)	Espanha	254 pessoas	Questionário e entrevista presencial	Rotas de evacuação; Ações de proteção; Conhecimento; Local de residência; Idade; Situação familiar; Tipo de casa; Área alagada	Comportamento de prontidão
(Lazrus <i>et al.</i> , 2016)	Estados Unidos	26 moradores e 20 profissionais	Modelos mentais de entrevistas; entrevistas semiestruturadas e abertas	Experiência	-
(Gotham <i>et al.</i> , 2018)	Estados Unidos	384 pessoas	Questionário por correio	Experiência; Gênero; Renda;	Raça; Propriedade da casa; Composição da família

(Ludy; Kondolf, 2012)	Estados Unidos	114 domicílios	Questionário por correio	-	Nível educacional; Renda anual
(Diakakis; Priskos; Skordoulis, 2018)	Grécia	511 pessoas	Questionário	Confiança; Conhecimento; Proteção; Preparação; Idade; Gênero; Experiência; Estado civil; Escolaridade;	-
(Adger <i>et al.</i> , 2016)	Reino Unido	356 famílias	Questionário e entrevista presencial	Preocupação; Vontade de agir; Consciência; Participação; Ajuda Humanitária; Medidas de proteção; Justiça distributiva e processual	Causas; Alerta;
(Roder <i>et al.</i> , 2016)	Taiwan	65 pessoas	Questionário e entrevista presencial	Idade; Experiência; Escolaridade; Consciência; Medidas estruturais; Confiança;	Sexo;
(Adelekan; Asiyambi, 2016)	Nigéria	1.000 pessoas em áreas de risco	Questionário e entrevista presencial	Idade;	Gênero; Escolaridade; Ocupação; Renda;
	Irlanda	18 pessoas em áreas de risco	Grupos focais	Medidas estruturais; Experiência; Consciência;	-
(Buchecker; Ogasa; Maidl, 2016)	Suíça	647 pessoas	Questionário e entrevista presencial	Medidas estruturais; Alerta; Confiança; Experiência; Mudanças climáticas; Mídias tradicionais; Tipo de residência; Atitude; Responsabilidade; Conscientização; Gestão	Medidas não estruturais; Participação; Comunicação;
(Liu <i>et al.</i> , 2018)	China	98 pessoas	Questionário e entrevista presencial	Gênero; Escolaridade; Renda; Família; Experiência; Propriedade; Localização; Idade; Probabilidade; Medo; Impacto; Conscientização	-
(Fuchs <i>et al.</i> , 2017)	Grécia	312 vítimas de inundações	Questionário/entrevista presencial	Medidas estruturais; Fontes de informação; Renda; Responsabilidade; Consciência;	Evacuação; Idade; Renda; Danos;
(Liu; Wang, 2018)	China	719 pessoas em áreas de risco	Questionário/entrevista presencial	Gênero; Idade; Escolaridade; Renda; Conhecimento; Experiência; Educação; Responsabilidade; Confiança	Ocupação
(Shao <i>et al.</i> , 2017)	Estados Unidos	3.856 pessoas	Pesquisa telefônica	Idade; Gênero; Raça; Altura da maré; Localização; Experiência;	Escolaridade;
(Cvetkovic <i>et al.</i> , 2018)	Sérvia	2.500 pessoas	Questionário/entrevista presencial	Gênero; Estado civil; Escolaridade; Consciência; Confiança; Evacuação; Fonte de informação;	Idade; Renda; Preparação;
(Tanner; Arvai, 2018)	Canadá	763 proprietários ou locatários	Questionário online	Vulnerabilidade; Mudanças Climáticas; Confiança; Localização; Evacuação; Autoeficácia; Medidas estruturais; Idade; Estado da residência	Experiência; Resposta; Gênero; Renda; Escolaridade.

APÊNDICE 5 - FATORES QUE INFLUENCIAM NA EFICÁCIA DA COMUNICAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

Estudo	País	Participantes	Tipo de participante	Fatores
(Olsen <i>et al.</i> , 2018)	EUA	98	Grupos vulneráveis	Percepção; Qualidade da infraestrutura
(Shanahan <i>et al.</i> , 2019)	EUA	90	Residentes	Linguagem; Percepção; Experiência
(Lieske; Wade; Roness, 2014)	Canadá	157	Grupos vulneráveis	Percepção; Idade; Nível educacional; Gênero
(Feldman <i>et al.</i> , 2016)	EUA	164	Residentes	Fontes de informação; Idade; Estado civil; Situação habitacional; Experiência
Alias et al. (2020)	Malásia, Reino Unido	1037; 6 agências	Agências e grupos populacionais	Percepção de risco; Fonte de informação
Stewart; Rashid (2011)	EUA, Canadá	360	Representantes e residentes	Percepção de risco; Fonte de informação
Percival, Gaterell, Hutchinson (2020)	Reino Unido	61	Gestores, Membros locais, Acadêmicos, Serviços de emergência e alunos;	Percepção de risco; Mapas e suas terminologias; Fontes de informação
Carrrr et al. (2016)	EUA	98	Grupos vulneráveis	Percepção; Experiência; Gênero; Fontes de informação; Sistema de Alerta; Mapas
O'Sullivan et al. (2012)	Irlanda, Itália, Finlândia, Reino Unido	1.142	Geral	Percepção; Experiência; Sistema de Alerta; Fontes de informação
Muktar et al. (2018)	Nigéria, Malásia	362	Pescadores	Fontes de informação
Van Kerkvoorde et al (2018)	Bélgica	194	Grupos de especialistas e não especialistas	Mapas e suas terminologias
Melendez-Landaverde; Werner; Verkade (2020)	Holanda	338	Geral	Experiência com o risco; Gênero, experiência anterior de alerta de inundação e tipo de alerta
Mizuki (2012)	Japão	375	Geral	Percepção; Mapas e suas terminologias; Gênero; Faixa etária, Tempo no endereço atual e Ocupação; Sinalização; Rotas de Evacuação
Pescaroli; Magni (2015)	Reino Unido, Itália	228	Residentes ou trabalhadores regulares	Percepção; Tipo de estratégia de comunicação; Gênero; Nível de escolaridade; Ocupação; Preparação; Sistema de Alerta
Yamada et al. (2011)	Japão	387	Residentes, representante do governo, ONGs e funcionários de universidades	Rota e Evacuação;
De Boer et al. (2014)	Holanda	2.302	Geral	Percepção de risco; Medidas de RRD

Heidenreich; Masson; Bamberg (2020)	Alemanha	115	Residentes, voluntários e profissionais	Percepção; Variáveis sociodemográficas; Nível de conhecimento; Experiência; Situação habitacional
Abunyewah et al. (2019)	Reino Unido, Japão	1.064	Adultos maiores de 18 anos que viviam nas áreas de estudo há pelo menos três anos	Fontes de informação; Clareza da mensagem; Suficiência de informações; Credibilidade; Intenções de preparação
Kuo; Chang; Li (2016)	Taiwan	10 famílias	Residentes	Experiência com o risco; Confiança; Percepção; Medidas de RRD
Snel et al. (2019)	Holanda, República Tcheca	87	Residentes	Percepção; Fontes de informação; Experiência
Kreibich et al. (2017)	Alemanha	3.052	Residentes e Empresas	Percepção; Experiência; Sistema de Alerta e suas terminologias; Fontes de informação
Muktar et al. (2020)	Malásia	380	Residentes	Idade; Educação; Estado Civil; Experiência; Renda; Fonte de informação; Percepção
Maidl; Buchecker (2015)	Suíça	1.500	Grupos afetados	Percepção; Experiência; Nível de conhecimento; Fonte e necessidades de informação; Confiança
Rollason et al. (2018)	EUA	-	-	Percepção; Sistema de Alerta; Incertezas; Linguagem; Mapas e suas terminologias
Attems et al. (2020)	Áustria	20	Residentes	Percepção; Autoeficácia percebida; Confiança; Mapas; Fontes de informação; Sistema de Alerta
Kammerbauer; Minnery (2019)	Australia, Alemanha	16	Residentes	Fontes de informação; Sistema de Alerta; Percepção; Incertezas; Experiência; Mapas
Binh et al. (2020)	Vietnã, Holanda	6 grupos de domicílios	Residentes	Idade; Gênero; Educação; Família; Renda; Distância até o rio; Experiência; Percepção
Parker; Priest; McCarthy (2011)	Reino Unido	390	Respondentes de emergência e residentes	Percepção; Sistema de Alerta; Incertezas
Haer; Botzen; Aerts (2016)	Holanda	35.000	Geral	Tipo de comunicação; Percepção; Rede social
Ping et al (2016)	Holanda	16	Grupos afetados	Percepção; Fontes de informação; Tipo de estratégia de comunicação
(De Dominicis <i>et al.</i> , 2014)	Itália, EUA	659	Residentes	Experiência; Percepção; Local de residência
(Boer; Botzen; Terpstra, 2014)	Holanda	1457	Residentes	Necessidade de informação; Percepção; Confiança

APÊNDICE 6 – MODELO DE CONSTRUÇÃO DE MENSAGENS DE ALERTA

ETAPAS	PRÉ-EVENTO	DURANTE	PÓS-EVENTO
1. FONTE: Qual instituição deve ser listada como fonte desta mensagem?	Selecione uma fonte que seja familiar e confiável. Não use um acrônimo.	Selecione uma fonte que seja familiar e confiável. Não use um acrônimo.	Selecione uma fonte que seja familiar e confiável. Não use um acrônimo.
2. PERIGO: Que tipo de evento perigoso está acontecendo ou prestes a acontecer?	Inundação	Inundação	Inundação
3. IMPACTOS DO PERIGO: Quais são as consequências da ameaça das quais o público deve estar ciente ou como isso irá afetá-lo pessoalmente?	INUNDAÇÃO esperada em [local] pode causar [alagamentos, danos nas casas, congestionamento contaminação da água e corte de energia]	INUNDAÇÃO em [local] está causando GRAVE [interrupção de estradas, congestionamento, queda de árvores, falhas no fornecimento de energia, água e comunicação, deslizamento de terra]	INUNDAÇÃO em [local] terminou, Mas a área pode ainda enfrentar problemas de [saúde pública, problemas estruturais]
4. LOCAL DO PERIGO: Onde ocorre o evento perigoso? Se o perigo estiver se movendo, em que direção o perigo se moverá?	Selecione pontos de referência conhecidos; cidade/bairro; estrada(s). Áreas próximas que possam estar em risco.	Selecione pontos de referência conhecidos; cidade/bairro; estrada(s). Áreas ao longo ou próximas que possam estar em risco. INUNDAÇÃO acontecendo [em, ao longo de]	-

	INUNDAÇÃO pode acontecer [em, ao longo de] As áreas de [local] são particularmente vulneráveis	INUNDAÇÃO está afetando [local], com níveis de água subindo em [local] Áreas próxima, como [local], podem ser afetadas nas próximas horas INUNDAÇÃO está se movendo ao [local]. Pessoas em [local] devem estar preparados para evacuar se a situação piorar INUNDAÇÃO em [local] está piorando.	
5. LOCAL DE RESPOSTA: há um local que deve ser evacuado ou evitado pelas pessoas? Para onde devem ir?	Selecione pontos de referência conhecidos; cidade/bairro; estrada(s). Áreas próximas que possam estar em risco	Selecione pontos de referência conhecidos; cidade/bairro; estrada(s). Áreas próximas que possam estar em risco Vá ao abrigo na escola [nome], na rua [nome], e siga as placas até lá.	-
6. AÇÕES DE PROTEÇÃO: Quais são as ações específicas que as pessoas devem	<i>Preparação e conscientização</i> ● CONHEÇA o risco de inundação da sua casa/área de	<i>Evacuação</i> ● ESTEJA PRONTO para [evacuar/sair] do [local] quando orientado pelas	<i>Retorno</i> ● RETORNE a sua casa apenas quando orientado pelas autoridades

realizar?	trabalho. Visite o [site] • ENTRE EM CONTATO com [info] para obter orientação de como se proteger da inundação • PREPARE UM KIT DE EMERGÊNCIA com água potável, alimentos não perecíveis, medicamentos, documentos e roupas • CONHEÇA o plano de evacuação da sua comunidade se tiver uma inundação em [fonte] • INFORME-SE sobre locais seguros e de como chegar até eles em caso de necessidade • PARTICIPE de treinamento e simulados de emergência • CRIE um plano de emergência familiar e garanta que todos saibam o que fazer Proteção de bens e documentos • GARANTA que seus documentos estejam em locais à prova d'água • COLOQUE seus documentos importantes em sacos plásticos • LEVANTE MÓVEIS e equipamentos valiosos • CRIE cópias digitais dos seus documentos	autoridades • PRIORIZE a evacuação de idosos, crianças, gestantes e pessoas com mobilidade reduzida • EVACUE imediatamente • EVACUE imediatamente se estiver próximo a uma área de inundação • EVACUE se houver infiltração na casa e acontecer rachaduras nas paredes ou escutar algum barulho estranho • SIGA as rotas de evacuação planejadas • NÃO tente pegar atalhos. • VÁ para um terreno mais alto e, se necessário, suba o mais alto possível em um objeto resistente • SE você estiver sozinho e não puder [evacuar, sair], entre em contato com [info] • NÃO retorne à área [até/a menos que] [autorizado] pelas autoridades locais • SAIA de áreas próximas a [local] • USE as rotas de evacuação ao longo da [local] e evite a [local]. • VÁ até o abrigo em [local] Segurança no Trânsito • INFORME-SE sobre as condições das estradas antes de sair • NÃO DIRIJA em ruas alagadas. • ATRASSO na viagem pode ocorrer [devido à visibilidade reduzida, estradas escorregadias]	• EVITE dirigir até que as estradas sejam verificadas e liberadas • EVITE áreas onde a água possa estar subindo • NÃO volte para casa até as águas baixarem e o caminho estar seguro; • FIQUE longe de linhas de energia caídas Segurança Doméstica • AO ENTRAR em casa, veja se ela não corre o risco de desabar; • SE a sua casa ameaçar desabar, NÃO ENTRE; • NÃO ENTRE em sua casa se ela tiver rachaduras ou outros estragos que possam indicar uma queda; • VERIFIQUE o estado das substâncias inflamáveis e tóxicas que possa ter em casa; • LAVE e desinfete os objetos que tiveram contato com as águas; • RETIRE o lixo da casa e do quintal e o coloque para a limpeza pública; • EVITE contato direto com água contaminada Animais de estimação e pessoas vulneráveis

	• DESOBSTRUA ralos e calhas • EVITE CONTAMINAÇÃO ao colocar produtos tóxicos fora do alcance da água <i>Animais de estimação e pessoas vulneráveis</i> • PROTEJA seus animais de [estimação, produção], incluindo um kit de emergência • PRIORIZE pessoas acamadas, gestantes, crianças e idosos <i>Monitoramento e comunicação</i> • ACOMPANHE os boletins meteorológicos e os alertas no [info] • FIQUE de olho no nível dos rios • TENHA UMA LISTA de contatos de emergência • BAIXE aplicativos de emergência no seu celular para receber atualizações em tempo real • PARTICIPE de grupos de vigilância comunitária para compartilhar informações de risco	• SE a água subir rapidamente, saia do veículo, procure abrigo no teto ou abandone o carro em um local mais alto • NÃO contorne barricadas ou estradas fechadas • REDUZA A VELOCIDADE ao dirigir em áreas alagadas • NÃO ande ou dirija em áreas alagadas, a menos que sob ordem de autoridades • VÁ para a parte mais alta da sua casa se estiver preso • FIQUE longe de pontes • SE o veículo parar, deixe-o agora e vá para um lugar mais alto. • EVITE dirigir [até novo alerta/até [horário]] <i>Segurança Doméstica</i> • DESCONECTE os aparelhos elétricos para evitar curto-circuito • LEVANTE MÓVEIS e equipamentos valiosos • DESLIGUE a água, gás e eletricidade • NÃO USE VELAS ou qualquer tipo de chama se a energia acabar • AVISE os vizinhos para escoar a água <i>Saúde e Higiene</i> • BEBA apenas água fervida e engarrafada.	• ENTERRE animais mortos e limpe os escombros e lama deixados pela inundação; • CUIDADO com aranhas, cobras e ratos, ao movimentar objetos, móveis e utensílios. <i>Comunicação e Assistência</i> • OUÇA as notícias para saber se é seguro beber água da torneira • SIGA as orientações da [info] <i>Saúde e Higiene</i> • BEBA sempre água fervida ou engarrafada. • DESCARTE bebidas, medicamentos e alimentos que tiveram contato com a inundação; • USE equipamento de proteção para evitar ferimentos por exposição a mofo e bactérias • MANTENHA-SE sempre calçado e use luvas de proteção; • PROCURE apoio psicológico se necessário [contato] <i>Riscos Elétricos</i>

		• NÃO coma alimentos que tiveram contato com a água • NÃO ande descalço nem saia de casa por curiosidade Riscos Elétricos • FIQUE longe de postes e linhas de transmissão. Comunicação e Assistência • SE precisar de ajuda, acione [contato] • SE você precisar de uma emergência médica, ligue para [número de contato] • CRISE um ponto de encontro com sua família no caso de se separarem durante a evacuação • SIGA as atualizações e orientações das autoridades em [fonte]	• NÃO toque nem use aparelhos elétricos se estiverem molhados ou se você estiver na água. • SE for seguro, desligue a eletricidade no disjuntor para evitar choque • DESLIGUE a eletricidade se sentir cheiro de isolamento quente ou se vir fios danificados • SE você não estiver familiarizado com o sistema elétrico da sua casa, entre em contato com a empresa de energia ou um eletricista
7. TEMPO: Quando as pessoas devem tomar medidas de proteção?	• AGORA; JÁ; IMEDIATAMENTE; antes de (hora); até (hora)	• AGORA; JÁ; IMEDIATAMENTE; antes de (hora); até (hora)	-
8. ORIENTAÇÃO EXTRA: Onde as pessoas devem obter atualizações?	• FIQUE ligado no [fonte], ou acesse [site] para mais informações	• FIQUE ligado no [fonte], ou acesse [site] para mais informações	-

APÊNDICE 7 – MENSAGENS DE ALERTA

MODELO DE MENSAGEM PRÉ-EVENTO

- **[FONTE]** INUNDAÇÃO em **[LOCAL]** esperado às (horas) pode causar ferimentos ou mortes. **ESTEJA PRONTO** para **[EVACUAR/SAIR]** quando aconselhado pelas autoridades.

PREPARAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO

- **[FONTE]** recomenda que você conheça os riscos de inundação em sua área. **VISITE** [site] para informações sobre a probabilidade de inundação e como se preparar adequadamente.
- **[FONTE]** aconselha a revisão do seu plano de emergência. **INCLUA** rotas de evacuação e locais seguros. **ACESSE** [fonte] para mais detalhes e atualizações.
- **[FONTE]** sugere que você prepare um kit de emergência com água potável, alimentos não perecíveis e medicamentos. **VISITE** [site] para um guia sobre o que incluir no seu kit.
- **[FONTE]** orienta que você acompanhe as previsões meteorológicas e prepare sua residência para possíveis inundações. **ACESSE** [fonte] para saber como proteger sua casa.
- **[FONTE]** recomenda que você se informe sobre o plano de evacuação local. **IDENTIFIQUE** rotas de saída e abrigos seguros. **CONSULTA** [site] para mais orientações.

PROTEÇÃO DE BENS E DOCUMENTOS

- **[FONTE]** recomenda que você proteja documentos importantes em sacos plásticos. **ARQUIVE** cópias digitais em um local seguro. **VISITE** [site] para mais informações.
- **[FONTE]** aconselha a elevação de móveis e objetos de valor para evitar danos por água. **CONSULTE** [fonte] para dicas sobre como proteger seus bens.
- **[FONTE]** sugere que você revise e proteja sistemas de drenagem e calhas para evitar entupimento. **SAIBA MAIS** em [site].

- [FONTE] orienta a criação de cópias digitais de todos os documentos importantes. CONSULTE [fonte] para mais detalhes.
- [FONTE] sugere que você coloque objetos frágeis e elétricos em locais elevados. SAIBA MAIS em [site].

ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO E PESSOAS VULNERÁVEIS

- [FONTE] recomenda a criação de um plano de evacuação para seus animais de estimação, incluindo transporte e alimentos necessários. CONSULTE [fonte] para mais informações.
- [FONTE] orienta que você elabore um plano de cuidados especiais para idosos e pessoas com necessidades especiais em sua casa. VISITE [site] para orientações sobre cuidados.
- [FONTE] sugere a preparação de kits de emergência para animais de estimação, incluindo alimentos e medicamentos. ACESSE [fonte] para recomendações.
- [FONTE] recomenda verificar a acessibilidade de locais de evacuação para pessoas com mobilidade reduzida. CONSULTE [site] para informações sobre assistência especializada.
- [FONTE] orienta que você prepare um plano de evacuação que inclua transporte e cuidados para crianças pequenas e gestantes. VISITE [fonte] para detalhes sobre cuidados.

MODELO DE MENSAGEM DURANTE EVENTO

[FONTE] INUNDAÇÃO está acontecendo em **[LOCAL]** e causando interrupção de estradas. **EVITE** viajar [até novo alerta/até [hora]]. **VERIFIQUE** [fonte] para [informações].

EVACUAÇÃO

- [FONTE] instrui: EVACUE AGORA se estiver em [Local]. SIGA as rotas de evacuação e NÃO tente atalhos. CONSULTE [fonte] para detalhes.
- [FONTE] recomenda que você EVACUE se as autoridades emitirem a ordem. DIRIJA-se aos abrigos designados e ACESSE [fonte] para mais orientações.

- [FONTE] avisa que EVACUAÇÃO é crucial em áreas com risco de alagamento. SIGA as instruções e mantenha-se em locais elevados. CONSULTE [fonte] para atualizações.
- [FONTE] informa que a EVACUAÇÃO é essencial devido às condições extremas. SEJA rápido e siga as rotas de evacuação estabelecidas. ACESSE [site] para informações.
- [FONTE] instrui: EVACUE imediatamente para áreas seguras e evite áreas alagadas. MANTENHA-SE atualizado através de [fonte].

SEGURANÇA NO TRÂNSITO

- [FONTE] alerta: NÃO DIRIJA em ruas alagadas em [Local]. USE rotas alternativas e SIGA as instruções das autoridades. CONSULTE [fonte] para atualizações sobre o trânsito.
- [FONTE] recomenda que você REDUZA a velocidade ao dirigir em áreas alagadas e EVITE viagens não essenciais. ACESSE [site] para mais orientações sobre segurança no trânsito.
- [FONTE] avisa para não conduzir em áreas alagadas. SE a água subir rapidamente, procure abrigo no teto ou em áreas elevadas. SIGA as orientações de [fonte].
- [FONTE] aconselha: NÃO dirija em estradas alagadas e mantenha-se informado sobre o estado das vias. ACESSE [fonte] para atualizações sobre a condição das estradas.
- [FONTE] recomenda que você EVITE sair de casa a menos que seja absolutamente necessário. SE precisar dirigir, EVITE áreas alagadas e SIGA as rotas de evacuação. CONSULTE [site] para mais informações.

SEGURANÇA DOMÉSTICA

- [FONTE] instrui: DESLIGUE a eletricidade, água e gás para evitar riscos de curto-circuito e explosões. MANTENHA-SE seguro e consulte [fonte] para mais informações.

- [FONTE] recomenda que você MANTENHA móveis e eletrodomésticos fora do alcance da água. DESCONECTE aparelhos elétricos e AVISE seus vizinhos sobre o perigo.
- [FONTE] sugere que você MONITORE o nível da água em sua casa e AJA rapidamente para proteger seus bens. SIGA as instruções de segurança em [fonte].
- [FONTE] recomenda que você USE lanternas em vez de velas para evitar incêndios. SIGA as precauções de segurança e consulte [site] para mais orientações.
- [FONTE] orienta que você SE MANTENHA calçado e use roupas protetoras para evitar ferimentos ao movimentar objetos e limpar áreas afetadas. SAIBA MAIS em [fonte].

SAÚDE E HIGIENE

- [FONTE] recomenda que você BEBA apenas água fervida ou engarrafada e EVITE alimentos que estiveram em contato com água contaminada. SAIBA MAIS em [fonte].
- [FONTE] orienta que você MANTENHA a higiene pessoal rigorosa e evite contato com água contaminada. SIGA as recomendações de saúde pública em [site].
- [FONTE] sugere que você EVITE andar descalço em áreas alagadas e USE luvas para proteger a pele. ACESSE [fonte] para orientações sobre saúde e higiene.
- [FONTE] recomenda que você NÃO saia de casa sem necessidade e USE proteção adequada para evitar doenças. SIGA as diretrizes de [fonte] para cuidados de saúde.
- [FONTE] aconselha que você LAVE as mãos frequentemente e EVITE contato com água contaminada para prevenir doenças. CONSULTA [site] para dicas de higiene e saúde.

RISCOS ELÉTRICOS

- [FONTE] alerta: NÃO toquem em fios elétricos molhados e DESLIGUE a eletricidade no disjuntor se houver inundações. CONSULTE [fonte] para mais orientações sobre segurança.
- [FONTE] recomenda que você NÃO use aparelhos elétricos se estiverem molhados e, SE necessário, DESLIGUE a eletricidade no painel. ACESSE [site] para mais informações.
- [FONTE] aconselha a manter distância de postes e fios elétricos danificados. SE você perceber qualquer problema, SIGA as instruções de segurança em [fonte].
- [FONTE] orienta que você NÃO toque em aparelhos elétricos se eles estiverem molhados e EVITE áreas com fios danificados. ACESSE [fonte] para recomendações.
- [FONTE] alerta para os riscos de choque durante inundações. NÃO toque em fios elétricos e DESLIGUE a energia se estiver seguro fazê-lo. CONSULTE [site] para detalhes.

MODELO DE MENSAGEM PÓS-EVENTO

[FONTE] INUNDAÇÃO em **[LOCAL]** terminou. **RETORNE** à sua casa apenas quando as autoridades autorizarem. **SIGA** as orientações da [Defesa Civil Nacional] para garantir a segurança da sua família e da sua comunidade.

- [FONTE] confirma que a inundação em [Local] terminou. RETORNE à sua casa apenas quando autorizado e SIGA as orientações para garantir a segurança da sua família.
- [FONTE] informa que a inundação em [Local] terminou. NÃO retorne à sua casa até receber a autorização. CONSULTE [fonte] para orientações sobre segurança.
- [FONTE] atualiza que a inundação em [Local] terminou. ESPERE a autorização das autoridades antes de voltar para casa. SIGA as recomendações para a sua segurança.
- [FONTE] confirma o fim da inundação em [Local]. NÃO RETORNE à sua residência até que a área seja considerada segura. SAIBA MAIS em [fonte].

- [FONTE] informa que a inundação em [Local] terminou. RETORNE somente quando a área for liberada pelas autoridades e SIGA as instruções para garantir a segurança

RETORNO

- [FONTE] confirma que a área de [Local] foi considerada segura. RETORNE a sua casa e SIGA as recomendações de limpeza e inspeção. ACESSE [fonte] para orientações.
- [FONTE] informa que a situação está estável. RETORNE à sua residência com cautela e CERTIFIQUE-SE de que sua casa está segura antes de entrar.
- [FONTE] avisa que as condições de segurança foram restauradas. RETORNE apenas quando autorizado e SIGA as orientações para limpeza e recuperação. ACESSE [site] para mais informações.
- [FONTE] confirma que a inundação acabou. RETORNE a sua casa com cautela e SIGA as instruções para verificar danos estruturais e limpeza. CONSULTE [fonte] para orientações.
- [FONTE] informa que é seguro retornar à sua residência em [Local]. SIGA as recomendações para inspeção de danos e limpeza de sua propriedade. ACESSE [site] para mais detalhes.

SEGURANÇA DOMÉSTICA

- [FONTE] recomenda verificar a estrutura da sua casa quanto a rachaduras e danos. SE ENCONTRAR problemas, NÃO ENTRE na casa e LIGUE para [fonte].
- [FONTE] orienta que você verifique o sistema elétrico e de gás antes de reestabelecer o uso. SIGA as instruções de segurança em [site].
- [FONTE] aconselha a verificar e limpar áreas afetadas por água para evitar problemas de saúde e danos adicionais. CONSULTE [fonte] para orientações sobre limpeza.
- [FONTE] recomenda a revisão de segurança da sua casa, incluindo a limpeza de áreas afetadas e a verificação da água e eletricidade. CONSULTE [fonte] para detalhes.

SAÚDE E HIGIENE

- [FONTE] recomenda a desinfecção de todas as áreas que entraram em contato com água inundada. USE produtos de limpeza adequados e SIGA as orientações de saúde em [fonte].
- [FONTE] sugere que você mantenha a higiene para prevenir doenças. BEBA água fervida ou engarrafada e evite alimentos contaminados. ACESSE [site] para mais informações.
- [FONTE] recomenda a desinfecção de objetos e superfícies que tiveram contato com água contaminada. SIGA as diretrizes de saúde em [fonte].
- [FONTE] orienta que você utilize água fervida e EVITE o consumo de alimentos que estiveram em contato com água de inundação. CONSULTA [site] para orientações de saúde.
- [FONTE] recomenda o uso de equipamento de proteção ao limpar áreas afetadas e a lavagem frequente das mãos. ACESSE [fonte] para orientações sobre saúde e higiene.

ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO E PESSOAS VULNERÁVEIS

- [FONTE] orienta a verificar a saúde de seus animais de estimação e oferecer cuidados médicos se necessário. CONSULTA [fonte] para assistência a animais afetados.
- [FONTE] recomenda cuidados especiais para idosos e pessoas vulneráveis após a inundação. SE necessário, procure serviços de apoio e assistência em [fonte].
- [FONTE] sugere que você monitore a saúde de animais e pessoas vulneráveis após o evento. ACESSE [site] para recursos de apoio.
- [FONTE] orienta que você busque suporte para pessoas com necessidades especiais e garanta que recebam os cuidados necessários. SAIBA MAIS em [fonte].
- [FONTE] recomenda que você cuide dos animais de estimação e forneça cuidados adequados para crianças e idosos após a inundação. ACESSE [site] para mais detalhes.

ANEXOS

ANEXO A - LISTA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS

- FONSECA, M. N.; SILVA, L. P.; PINHEIRO, E. G.; TEDIM, F.M.S. Mensagens de alerta de desastre no Rio Grande do Sul: Desafios e oportunidades na comunicação de risco. **Redes (Santa Cruz Do Sul. Online)**, v. 29, p. 1-20, 2024. <https://doi.org/10.17058/redes.v29i1.19701>
- FONSECA, M. N.; GARCIAS, C. M.; SILVA, L. P. Flood risk communication: a decade of debate. **Mercator (Fortaleza. Online)**, v. 21, p. 1-14, 2023. <https://doi.org/10.4215/rm2022.e21027>
- FONSECA, M.N; GARCIAS, C.M.; SILVA, L.P. Avaliação dos fatores que influenciam na percepção de risco de inundação: uma revisão sistemática de pesquisas empíricas. **Confins (Paris)**, v. 1, p. 1-20, 2023. <https://doi.org/10.4000/confins.50531>
- FONSECA, M.N.; SILVA, L.P.; GARCIAS, C.M. Sistema de alerta de desastre baseado no CEP: limites e possibilidades. **Cadernos Metrópole**, vol.25, n.58, p.923-946, 2023. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5807>
- FONSECA, M. N.; GARCIAS, C. M.; PIMENTEL DA SILVA, L. Avaliação da qualidade da informação de risco de inundação em Curitiba (Paraná). **GEO UERJ**, v.2, p.1-20, 2023. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2023.68922>

ANEXO B - LISTA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS SUBMETIDOS

- FONSECA, M. N.; GARCAS, C. M.; PIMENTEL DA SILVA, L. Gestão de risco de inundação urbana, mídias sociais e engajamento frente às mudanças climáticas. Submetido em Environmental Communication
- FONSECA, M.N.; GARCAS, C.M.; PIMENTEL DA SILVA, L. Tendências da pesquisa de percepção de risco de inundação. Submetido GeoUSP Espaço e Tempo.
- FONSECA, M. N.; GARCAS, C. M.; PIMENTEL DA SILVA, L. Avaliação dos fatores que influenciam na eficácia da comunicação de risco de inundação. Submetido na Revista do Departamento de Geografia (USP)
- FONSECA, M.N.; PIMENTEL DA SILVA, L.; GARCAS, C.M. Hydro Climatic extremes, socio-environmental vulnerability and disaster warnings in Brazil. Submetido em Resources, Environment and Sustainability.

ANEXO C - LISTA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS RELACIONADOS

- FONSECA, M.N.; ROQUE, K.C.; SILVA, L.P. Qualidade ambiental e morbidade por asma de pacientes pediátricos nas cidades em cenário de emergências climáticas. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 20, p. 1-19, 2024. <https://doi.org/10.14393/Hygeia2069668>
- FONSECA, M. N.; FERENTZ, L. M. S.; PINHEIRO, E. G. Desenvolvimento de capacidades para redução de risco de desastres no Paraná, Brasil. **Estudos Geográficos (UNESP)**, v. 20, p. 350-365, 2023
- FONSECA, M. N.; GARCAS, C. M. O papel dos núcleos comunitários de proteção e defesa civil na comunicação de risco de desastre. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, p. 176-188, 2022. <https://doi.org/10.51896/CCS/AXHI6533>
- FONSECA, M. N.; ACORDES, F. A. Using Vicon Webgis as a disaster and risk communication tool. **Terr@ Plural (UEPG. ONLINE)**, v. 16, p. 1-13, 2022. <https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.16.2219892.020>
- PIMENTEL DA SILVA, L.; DA FONSECA, M.N.; DE MOURA, E.N.; DE SOUZA, F.T. Ecosystems Services and Green Infrastructure for Respiratory Health Protection: A Data Science Approach for Paraná, Brazil. **Sustainability**, 14, 1835, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14031835>
- FONSECA, M. N.; FERENTZ, L. M. S. Percepção das estratégias de resposta e adaptação aos riscos ambientais: estudo aplicado em Pinhais, Paraná. **Caminhos da Geografia (UFU. Online)**, v. 22, p. 01-18, 2021. <https://doi.org/10.14393/RCG228155101>
- FONSECA, M. N.; GARCAS, C. M. Os desafios da comunicação na redução do risco de inundação. **Caminhos da Geografia (UFU. Online)**, v. 22, p. 01-14, 2021. <https://doi.org/10.14393/RCG228155089>
- FONSECA, M. N.; FERENTZ, L. M. S.; PINHEIRO, E. G.; GARCAS, C. M. A utilização de instrumentos globais para a avaliação da resiliência a desastres na área de comunicação de risco. **Cadernos de comunicação (UFSM)**, v. 25, p. 1-21, 2021. <https://doi.org/10.5902/2316882X48550>
- FONSECA, M. N.; FERENTZ, L. M. S.; COBRE, A. F.; MOMADE, D.R.O.; GARCAS, C. M. Avaliação do nível de percepção dos riscos de infecção pelo

SARS-CoV-2 e da acessibilidade a informações sobre a Covid-19 no Brasil.

RECIIS - Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde, v. 15, p. 379-396, 2021. <https://doi.org/10.29397/reciis.v15i2.2157>

- PINHEIRO, E. G.; GARCAS, C. M.; FERENTZ, L. M. S.; FONSECA, M. N.
Disaster Preparedness Indicators: an application in the state of Paraná, Brazil.
Cidades, comunidades e territórios, v. 2, p. 105-119, 2021.
<https://doi.org/10.15847/cct.20450>

ANEXO D - LISTA DE TRABALHOS COMPLETOS PUBLICADOS EM EVENTOS

- FONSECA, M. N.; SILVA, L. P.; GARCAS, C. M. Desafios e oportunidades na comunicação de risco de inundação nas cidades brasileiras. In: IV END - Encontro Nacional de Desastres da ABRHidro, 2024, Curitiba. IV END - Encontro Nacional de Desastres da ABRHidro, 2024. p. 1-4.
- FONSECA, M. N.; SILVA, L. P.; GARCAS, C. M. Disaster alert system based on zip codes in brazilian metropolises: limits and possibilities. In: XVIII International Seminars on the Overarching Issues of the European Area, 2024, Porto. XVIII International Seminars on the Overarching Issues of the European Area, 2024. v. 1. p. 135-135.
- FONSECA, M. N.; SILVA, L. P.; GARCAS, C. M. Flood risk perception and communication in socioenvironmental vulnerability areas in Brazil. In: XVIII International Seminars on the Overarching Issues of the European Are, 2024, Porto. XVIII International Seminars on the Overarching Issues of the European Are, 2024. v. 1. p. 136-136.
- FONSECA, M. N.; ROQUE, K. C.; SILVA, L. P. Percepção dos Riscos de Desastres Naturais em Curitiba: O Caso da Vila Torres. In: V Workshop de Pesquisa em Resiliência Ambiental, 2024, Cascavel. Workshop RIPERC, 2023.
- SILVA, L. P.; POGOGELSKI, A. L. C.; FONSECA, M. N.; MOURA, E. N.; SOUZA, F. T.. A Importância de Fatores Socioeconômicos e da Infraestrutura Verde na Saúde Respiratória nos Municípios do Estado do Paraná, Brasil. In: V Workshop de Pesquisa em Resiliência Ambiental, 2023, Cascavel. Workshop RIPERC, 2023.
- FONSECA, M.N.; PIMENTEL DA SILVA, L..; GARCAS, C.M. Urban flood risk perception and communication in socio-environmental vulnerability areas in Brazil. Submetido em 62nd ERSa Congress. 28 de agosto a 01 de setembro de 2023. Alicante, Espanha.
- FONSECA, M.N.; PIMENTEL DA SILVA, L..; GARCAS, C.M. “Potencial de alerta de desastre e vulnerabilidade socioambiental em metrópoles brasileiras”. VI Congresso Internacional de Riscos. 23 a 26 de maio de 2023.
- CANTO, S.B.; FONSECA, M.N.; ZABLONSKY, M.J.; PIMENTEL DA SILVA, L. Educação ambiental, percepção, comunicação dos riscos de desastres:

contribuições da ecologia política de Enrique Leff. XI Encontro Nacional Anppas. 06 a 09 de junho de 2023

- FONSECA, M. N.; PIMENTEL DA SILVA, L..; GARCAS, C. M. Qualidade da informação e risco de inundação. In: III END - Encontro Nacional de Desastres, 2023, Niterói. III END - Encontro Nacional de Desastres da ABRHidro, 2023. p. 1-4.
- FONSECA, M. N.; PIMENTEL DA SILVA, L..; GARCAS, C. M. Avaliação e espacialização do potencial de alerta de desastre baseado na localização. In: III END - Encontro Nacional de Desastres, 2023, Niterói.
- FONSECA, M. N.; PIMENTEL DA SILVA, L. GARCAS, C. M. Comunicação de risco de desastre e defesa civil: um panorama do sistema de alerta via SMS em Petrópolis (RJ). V Congresso Internacional Sustentar. 2022.
- FONSECA, M. N.; PIMENTEL DA SILVA, L..; GARCAS, C. M. Comunicação de risco de inundação e engajamento no facebook em Curitiba (Paraná). V Congresso Internacional Sustentar. 2022.
- FONSECA, M. N.; PIMENTEL DA SILVA, L..; GARCAS, C. M. Governance and social participation in integrated disaster risk management: A Case Study in Municipalities in Paraná (Brazil). 1st Latin American Symposium on Sustainability. 2022

ANEXO E - LISTA DE CAPÍTULOS DE LIVRO PUBLICADOS

- FONSECA, M. N.; CANTO, S. B.; SILVA, L. P.; ZABLONSKY, M. J.. Educação ambiental, percepção, comunicação dos riscos de desastres: contribuições da ecologia política de Enrique Leff. In: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. (Org.). O meio ambiente em foco: desafios e soluções para a sustentabilidade. 1ed.Ponta Grossa: Atena, 2024, v. 1, p. 1-17.
- PINHEIRO, E. G.; FERENTZ, L. M. S.; FONSECA, M.N. Percepção e planejamento na redução e gestão do risco de catástrofes. In: Adélia Nunes, Luciano Lourenço. (Org.). **Os Planos Diretores Municipais como resultado da intersecção entre a política urbana brasileira e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil**. 1ed.Coimbra: RISCOS: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2023, v., p. 103-123
- FONSECA, M.N.; GARCIAS, C. M.; PIMENTEL DA SILVA, L. **Governance and Social Participation in Integrated Disaster Risk Management: A Case Study in Municipalities in Paraná (Brazil)**. In: Walter Leal Filho; Fernanda Frankenberger; Ubirata Tortato. (Org.). World Sustainability Series. 1ed.: Springer, 2023, v., p. 475-496