

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – CCET
DEPARTAMENTO DE DESENHO E TECNOLOGIA
CURSO DE DESIGN

LINDOMAR DANTAS CONRADO FILHO

**Prevenção de desastre natural: desenvolvimento de um aplicativo para a
população maranhense**

São Luís

2026

LINDOMAR DANTAS CONRADO FILHO

**Prevenção de desastre natural: desenvolvimento de um aplicativo para a
população maranhense**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Maranhão como requisito
para obtenção do título de Bacharel no curso de
Design.

Orientadora: Prof^a Dra. Fabiane Rodrigues
Fernandes

São Luís

2026

LINDOMAR DANTAS CONRADO FILHO

**Prevenção de desastre natural: desenvolvimento de um aplicativo para a
população maranhense**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Maranhão como requisito
para obtenção do título de Bacharel no curso de
Design.

Orientadora: Prof^a Dra. Fabiane Rodrigues
Fernandes

Aprovado em: 14/07/2026

Lindomar Dantas Conrado Filho
Código: 2017062011

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Doutora. Fabiane Rodrigues Fernandes
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Andrea Katiane Ferreira Costa
membro avaliador

Prof^a. Dr^a. Livia Flávia Campos de Albuquerque
membro avaliador

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que permitiu que meus objetivos fossem alcançados em minha vida e durante todos os meus anos de estudos. À minha mãe e ao meu pai, Marluce e Lindomar, que, mesmo com todas as dificuldades da vida, nunca deixaram faltar nada a mim e à minha irmã. Eles sempre nos incentivaram a estudar e a conquistar nossos objetivos. Agradeço à minha irmã, Camila, por quem tenho um carinho imenso, por sempre me apoiar e me proteger.

Agradeço à minha avó e ao meu avô, Marlene e Luis, e a toda a minha família, que sempre me acolheu quando mais precisei. Em especial, agradeço à minha avó Ivanilde Dantas, que não está mais entre nós, mas que várias vezes veio à minha memória durante a escrita deste trabalho. Sei que ela estaria feliz em ver esta conquista.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante a graduação: Leonardo Luan, Leilson Pimentel, Gabriel Barrozo, Sabrina Carneiro, Jackeline Mendes, Isaya Ribeiro, Danielle Cristine, Carolina Ribeiro e Gabriela Ribeiro. Sou grato a Deus por ter colocado cada um de vocês em meu caminho e fico muito feliz por termos vivido essa fase juntos.

Agradeço também aos meus grandes parceiros, que sempre estiveram comigo desde o início: Lara Coimbra, Isaque Mendes, Beatriz Rocha e Thamires Rodrigues. Obrigado por sempre me incentivarem, acreditarem em mim e me apoiarem todas as vezes em que precisei. Tenho muito carinho e uma admiração imensa por cada um de vocês.

À professora Fabiane Rodrigues, obrigado por toda a paciência comigo e por seus ensinamentos, que me permitiram apresentar um melhor desempenho durante a realização deste trabalho. Sua orientação foi fundamental não apenas para a construção dele, mas para a minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a todos os meus professores e professoras da UFMA pelos conselhos, pela ajuda e pela paciência durante esta minha jornada na universidade.

RESUMO

O estado do Maranhão apresenta eventos climáticos extremos, com registros recorrentes de enchentes, enxurradas, deslizamentos e secas ao longo da série histórica de 1991 a 2024. Somente no primeiro semestre de 2023, 64 municípios declararam estado de emergência, com famílias desabrigadas e desalojadas, situação que se repetiu em anos seguintes com variações de intensidade entre chuvas e estiagens severas. Apesar dos investimentos públicos direcionados à resposta emergencial, observa-se uma lacuna nas estratégias de preparação preventiva da população, uma vez que os aplicativos móveis disponíveis no mercado concentram-se, majoritariamente, em alertas e monitoramento, sem incorporar componentes educativos estruturados sobre o comportamento seguro antes, durante e após os desastres. Diante desse cenário, a pesquisa buscou responder como um aplicativo educativo voltado para comunidades maranhenses pode contribuir para a prevenção de desastres naturais e para a tomada de decisão mais segura em situações de risco. O objetivo geral consistiu em desenvolver um protótipo de aplicativo que ensina a população maranhense a agir de forma adequada em situações de ameaças naturais. Trata-se de pesquisa aplicada, de natureza exploratória e abordagem qualitativa, apoiada no *Design Science Research* (DSR) associado à metodologia de Garrett (2011), composta pelos planos de Estratégia, Escopo, Estrutura, Esqueleto e Superfície. Os procedimentos incluíram pesquisa com usuários por meio de questionário, construção de *personas* e cenários, análise de aplicativos similares, análise SWOT, elaboração de *briefing*, *card sorting* e fluxograma de navegação. Os resultados evidenciaram baixo preparo técnico da população para agir diante de desastres, mesmo entre respondentes com maior escolaridade, além de identificar as funcionalidades priorizadas pelos usuários, como alertas em tempo real, orientações práticas, rotas de fuga e contatos de emergência. A partir desses achados, foram definidos a estrutura de conteúdo, os elementos de interface e a arquitetura de navegação do aplicativo, estabelecendo a base para a etapa de prototipagem visual e para futura validação com usuários, prevista como desdobramento deste trabalho.

Palavras-chave: Desastres naturais. Design de interface. Educação preventiva.

ABSTRACT

The state of Maranhão in Brazil shows extreme climate events, with recurrent records of floods, flash floods, landslides, and droughts throughout the historical series from 1991 to 2024. In the first half of 2023 alone, 64 municipalities declared a state of emergency, with families left homeless or displaced, a situation that recurred in subsequent years with varying intensities between heavy rainfall and severe droughts. Despite public investments directed toward emergency response, a gap remains in preventive preparedness strategies for the population, since the mobile applications currently available on the market focus predominantly on alerts and monitoring, without incorporating structured educational components regarding safe behavior before, during, and after disasters. In light of this scenario, the research sought to answer how an educational application aimed at communities in Maranhão can contribute to natural disaster prevention and to safer decision-making in risk situations. The general objective was to develop an application prototype that teaches the population of Maranhão how to act appropriately in situations involving natural hazards. This is an applied study, exploratory in nature, with a qualitative approach grounded in Design Science Research (DSR) combined with Garrett's methodology, comprising the planes of Strategy, Scope, Structure, Skeleton, and Surface. The procedures included a user survey conducted through a questionnaire, the construction of personas and scenarios, an analysis of similar applications, a SWOT analysis, the elaboration of a briefing, card sorting, and a navigation flowchart. The results revealed limited technical preparedness among the population to respond to disasters, even among respondents with higher levels of education, and identified the functionalities most valued by users, such as real-time alerts, practical guidance, evacuation routes, and emergency contacts. Based on these findings, the content structure, interface elements, and navigation architecture of the application were defined, establishing the foundation for the visual prototyping stage and for future validation with users, planned as a continuation of this study.

Keywords: Natural disasters. Interface design. Preventive education. Maranhão. Design Science Research.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação de desastres em relação à tipologia	22
Figura 2 - Região de transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão e estações meteorológicas.	23
Figura 3 - Município de Pedreiras atingido pela cheia do rio Mearim	24
Figura 4 - Intensidade da seca no Maranhão durante o período de julho de 2025	25
Figura 5 - Grupos de desastres comuns no estado do Maranhão no período de 1991 a 2024.	26
Figura 6. Tipos de desastres comuns no estado do Maranhão no período de 1991 a 2024.	27
Figura 7 - Ciclo Contínuo de Gestão Riscos e Desastres	33
Figura 8 - Modelo de Pressão e Liberação dos desastres	35
Figura 9 - Gestão Integrada em Proteção e Defesa Civil	37
Figura 10 - Plataformas para desenvolvimento de aplicativos	44
Figura 11 - Ciclo do processo do Design Science Research	47
Figura 12 - Os cinco planos da metodologia de Garrett.	49
Figura 13 - Persona Lucas	54
Figura 14 - Persona Camila.	55
Figura 15 - Matriz da análise SWOT.	61
Figura 16 - Lista de Elementos e Subelementos da Interface	65
Figura 17 - Fluxograma do aplicativo.	69

Figura 18 - Wireframes da tela inicial, login e cadastro.	70
Figura 19 - Wireframes das telas Aprender, Filtrar e Orientações.	71
Figura 20 - Wireframes da tela de Alertas.	72
Figura 21 - Wireframe da tela de Contatos de emergência.	73
Figura 22 - Wireframes da telas de Perfil e Editar Perfil.	74
Figura 23 - Identidade visual do aplicativo Te Orienta.	75
Figura 24 - Moodboard da marca do aplicativo	76
Figura 25 - Cores definidas para identidade visual do aplicativo	77
Figura 26 - Família tipográfica do aplicativo	78
Figura 27 - Tela inicial, login e cadastro do aplicativo	79
Figura 28 - Telas da seção Aprender	80
Figura 29 - Telas da seção Alertas	81
Figura 30 - Tela da seção de Contatos de emergência	82
Figura 31 - Telas da seção de Perfil	83
Figura 32 - Guia de estilo e ícones	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de desastres em relação à intensidade	19
Quadro 2 - Riscos Naturais que ocorrem no Maranhão	28
Quadro 3 - Conceitos das Ações de Proteção e Defesa Civil.	37
Quadro 4 - As dez heurísticas de Nielsen	43
Quadro 5 - Aplicativos voltados para prevenção de desastres naturais	45
Quadro 6 - Procedimentos adotados na pesquisa.	51
Quadro 7 - Análise de aplicativos similares	57
Quadro 8 - Avaliação dos aplicativos segundo as heurísticas de Nielsen.	59
Quadro 9 - Briefing do aplicativo	63
Quadro 10 - Resultados do card sorting	67

LISTA DE SIGLAS

CBMMA	Corpo de Bombeiro Militar do Maranhão
CEPDECMA	Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Maranhão
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CRED	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
DSR	Design Science Research
ECP	Estado de Calamidade Pública
EM-DAT	Emergency Events Databases
NuGeo	Núcleo Geoambiental da UEMA
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
SE	Situação de Emergência
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais
UI	User Interface
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UX	User Experience
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo Geral	14
1.2 Objetivo Específico	14
1.3 Justificativa	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Desastres Naturais	17
2.2 Defesa Civil no Maranhão	36
2.3 Educação para prevenção	39
2.4 Design e aplicativos educacionais	41
3 METODOLOGIA	46
3.1 Caracterização da pesquisa	46
3.1.1 Design Science Research (DSR)	46
3.1.2 Metodologia de Garrett	48
3.2 Procedimentos adotados	50
4 DESENVOLVIMENTO	52
4.1 Estratégia	52
4.1.1 Pesquisa com usuários	52
4.1.2 Personas e cenários	53
4.1.3 Análise de similares	55

4.1.4 Análise SWOT	61
4.2 Escopo	62
4.2.1 <i>Briefing</i>	62
4.3 Estrutura	63
4.4 Esqueleto	65
4.4.1 <i>Card Sorting</i>	66
4.4.2 Fluxograma	68
4.4.3 <i>Wireframes</i>	69
4.5 Superfície	74
4.5.1 Identidade Visual	74
4.5.2 Protótipo	78
5 CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIAS	87
APÊNDICES	97

1 INTRODUÇÃO

O estado do Maranhão está entre os mais atingidos por eventos climáticos extremos no Brasil. O Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC, 2023) afirma que, entre janeiro e julho de 2023, a região enfrentou um período prolongado de chuvas intensas, resultando em volumes significativos de precipitação e levando 82 municípios a decretarem Situação de Emergência. Além disso, foram registrados seis óbitos e a contagem de 7.757 famílias desabrigadas ou desalojadas (Felice, 2023). Destaca-se que, destes 82 municípios, dados relacionados à série histórica dos últimos dez anos (2012 a 2022) apontam que alguns apresentam recorrência, sinalizando uma vulnerabilidade estrutural que persiste ao longo dos ciclos chuvosos. Como resposta, o Governo Federal aportou R\$27,03 milhões, mobilizando equipes técnicas para auxiliar nos procedimentos de decretação e na solicitação de recursos federais para socorro e assistência às vítimas. (Felice, 2023; Kury, 2024; Brasil, 2024).

O debate em torno dos desastres naturais exige, antes de tudo, precisão conceitual. As condições de vulnerabilidade resultam de processos sociais e mudanças ambientais que se denominam vulnerabilidade socioambiental, combinando processos sociais que resultam na precariedade das condições de vida e proteção social com as mudanças ambientais decorrentes da degradação ambiental, como a ocupação desordenada do solo urbano e a precariedade dos sistemas de drenagem, tornando determinadas áreas mais vulneráveis frente à ocorrência de ameaças (Freitas *et al.*, 2014). Quando fenômenos naturais atingem áreas habitadas e causam danos, configura-se o desastre natural, que produz perdas humanas, materiais e ambientais de grande magnitude (Tominaga; Santoro; Amaral, 2009). Os desastres extensivos, que correspondem a 96% dos eventos no mundo, caracterizam-se por alta frequência e baixa severidade individual de perdas, mas são responsáveis por grande proporção de danos à infraestrutura local e às habitações e condições de vida das comunidades de baixa renda, podendo, ao longo do tempo, tornar-se desastres intensivos de maior impacto (Freitas *et al.*, 2014; Organização Pan-Americana da Saúde, 2014).

Segundo o Projeto Capacidades Organizacionais de Preparação para Eventos Extremos (2024), desastres são distúrbios de origem natural ou causados

pelo homem sobre um determinado ambiente vulnerável. Geralmente esses eventos adversos afetam diretamente a sociedade, trazendo danos e perdas materiais e impactos no meio ambiente.

A frequência e a gravidade dos desastres naturais no Brasil não decorrem apenas da intensidade dos fenômenos climáticos. O acelerado processo de urbanização verificado nas últimas décadas levou ao crescimento desordenado das cidades em áreas impróprias à ocupação, devido às suas características geológicas e geomorfológicas desfavoráveis; as intervenções antrópicas nesses terrenos, como desmatamentos, cortes, aterros, alterações nas drenagens e construção de moradias sem infraestrutura adequada, aumentam os perigos de instabilização, e quando há adensamento dessas áreas por moradias precárias, os desastres assumem proporções catastróficas (Tominaga; Santoro; Amaral, 2009). No caso do Maranhão, esse quadro é agravado por índices expressivos de desmatamento: em 2023, o estado foi o que mais desmatou o Cerrado no Brasil, com 2.927,52 km², segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), contribuindo para o desequilíbrio ambiental que intensifica enchentes e enxurradas (Kury, 2024).

Atualmente, a ocorrência de desastres naturais se torna uma realidade frequente nas nossas vidas. Dentro das reportagens e publicações da mídia, a ocorrência de desastres, como enchentes, secas e deslizamentos, estão cada vez mais comuns. Esses eventos naturais são os motivos que afetam diretamente as propriedades e a vida da população, principalmente em locais onde a vulnerabilidade social e de infraestrutura são mais afetadas.

Além da intensidade dos fenômenos naturais, o acelerado processo de urbanização verificado nas últimas décadas, em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, levou ao crescimento das cidades, muitas vezes em áreas impróprias à ocupação, aumentando as situações de perigo e de risco a desastres naturais (Tominaga; Santoro; Amaral, 2009, p.14).

Diante do aumento dessa frequência e intensidade de desastres naturais, Lozano *et al.* (2024) comentam que a informação rápida e objetiva sobre riscos iminentes pode ajudar a prevenir danos materiais e salvar vidas. A informação oportuna e precisa sobre riscos iminentes se torna um componente indispensável na gestão de desastres. O uso de tecnologias de comunicação para o gerenciamento de riscos de desastres tem agregado atores com o objetivo de evitar os efeitos

desses fenômenos na saúde pública global, com resultados que mostram que ações informais reduzem o tempo de emissão de alertas em situações caóticas, e que tecnologias flexíveis podem ser adaptadas para situações adversas, atendendo demandas governamentais e da sociedade civil (Martins; Spink, 2015).

Aplicativos móveis têm se mostrado ferramentas eficazes tanto para a comunicação rápida entre órgãos responsáveis quanto para alertar a população sobre possíveis riscos, representando um caminho viável para fortalecer a resiliência de comunidades expostas a eventos extremos (Mustafa *et al.*, 2025; Kangana *et al.*, 2025; Meléndez-Landaverde; Sempere-Torres, 2023; Romano *et al.*, 2016). O Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015–2030 (UNDRR, 2015) coloca a comunicação como prioridade e recomenda o fortalecimento de meios de comunicação, incluindo mídias sociais, big data e redes de telefonia móvel para apoiar medidas de comunicação bem-sucedidas, além do desenvolvimento de tecnologias sociais de monitoramento e de canais de difusão de alerta precoce.

Frente ao exposto, a questão que orienta esta pesquisa é: como um aplicativo educativo voltado para comunidades maranhenses pode contribuir para a prevenção de desastres naturais e para a tomada de decisão mais segura em situações de risco? A hipótese central é de que o desenvolvimento de uma ferramenta digital de caráter educativo e informativo, alinhada às especificidades dos eventos extremos recorrentes no Maranhão, pode ampliar o acesso da população a conhecimentos sobre riscos, fortalecer práticas preventivas e reduzir a vulnerabilidade das comunidades mais expostas.

Parte-se do pressuposto de que a combinação entre vulnerabilidade socioambiental, histórico de recorrência de desastres e limitada capacidade de resposta institucional cria um ciclo de risco que tende a reproduzir impactos e desigualdades ao longo do tempo (Imperiale; Vanclay, 2021; Finucane *et al.*, 2020; Depietri, 2020; Martins *et al.*, 2024). Nessas condições, a ausência ou fragilidade de serviços, planejamento e integração de políticas de redução de risco revela baixa capacidade institucional, especialmente em contextos de baixa e média renda (Finucane *et al.*, 2020; Toyoda *et al.*, 2021; Gosling *et al.*, 2024; Hong *et al.*, 2021; Polcarová; Pupíková, 2022).

Frente a esse quadro, diversas pesquisas defendem soluções educativas e tecnológicas acessíveis, como plataformas digitais de educação em risco, ferramentas de aprendizagem em espaços reais e virtuais e programas comunitários de educação em desastres, capazes de fortalecer o conhecimento local, a participação social e a resiliência comunitária, articulando educação formal, não formal e comunitária (Sakurai; Shaw, 2022; Toyoda *et al.*, 2021; Torani *et al.*, 2019; Fu; Zhang, 2024; Partini; Hidayat, 2024; Cabello *et al.* 2021; Polcarová; Pupíková; 2022). Em vista disso, esses artefatos tecnológicos surgem como ferramentas promissoras que podem ajudar a população diante da necessidade urgente de fortalecer a resiliência da sociedade.

1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo de aplicativo que propõe capacitar a população maranhense a agir de forma adequada em situações de ameaças naturais.

1.2 Objetivo Específico

- Realizar revisão bibliográfica acerca de métodos e estratégias de comunicação para conscientização e preparação da população em desastres naturais, com foco à realidade brasileira e, principalmente, a população maranhense;
- Fazer levantamento de dados mais recente sobre desastres naturais no maranhão e suas causas e consequências;
- Desenvolver interface de aplicativo onde inclua seções e funcionalidades que ajudam promover a educação sobre medidas preventivas e respostas a desastres naturais de forma acessível e prática.

1.3 Justificativa

Apesar da recorrência de desastres naturais no Maranhão, que entre janeiro e julho de 2023 levou 64 municípios a declararem estado de emergência com seis óbitos e 7.757 famílias desabrigadas ou desalojadas (Felice, 2023), os investimentos federais da ordem de R\$ 27,03 milhões concentraram-se em ações de resposta e assistência imediata, não em estratégias de preparação preventiva da população (Brasil, 2024). Essa lacuna torna-se mais evidente quando se examina a série histórica dos últimos dez anos, que revela recorrência de Situação de

Emergência em parte desses municípios, indicando que a simples alocação de recursos para socorro não interrompe o ciclo de vulnerabilidade. O conhecimento existente documenta amplamente os danos e as perdas, mas não oferece soluções práticas e localizadas que capacitem os moradores a agir antes que o desastre se configure, lacuna que esta pesquisa pretende preencher por meio do desenvolvimento de um aplicativo educativo voltado à realidade maranhense.

A literatura especializada demonstra que a vulnerabilidade socioambiental resulta da combinação entre processos sociais precários e mudanças ambientais, como ocupação desordenada do solo e sistemas de drenagem inadequados (Freitas *et al.*, 2014). No Maranhão, esse quadro é agravado pelo desmatamento recorde do Cerrado em 2023 (Kury, 2024), o que intensifica enchentes e enxurradas. No entanto, os estudos disponíveis sobre tecnologias de comunicação para riscos (Lozano *et al.*, 2024; Martins; Spink, 2015) focam predominantemente na emissão rápida de alertas por órgãos oficiais, não na educação continuada da população sobre medidas preventivas e respostas adequadas. A lacuna reside na ausência de ferramentas que traduzam o conhecimento técnico sobre determinantes socioambientais em ações concretas que o cidadão comum possa executar.

O Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015-2030 (UNDRR, 2015) coloca a comunicação como prioridade e recomenda o fortalecimento de redes de telefonia móvel e mídias sociais para apoiar medidas de alerta precoce. Porém, revisões recentes sobre aplicativos móveis para desastres (Mustafa *et al.*, 2025; Kangana *et al.*, 2025) apontam que a maioria das soluções disponíveis se concentra em notificações de emergência e mapeamento de áreas de risco, sem incorporar componentes educativos estruturados sobre o comportamento seguro antes, durante e após eventos extremos.

Estudos da experiência do usuário (Meléndez-Landaverde; Sempere-Torres, 2023) revelam que mesmo aplicativos bem concebidos tecnicamente enfrentam barreiras de adoção quando adaptados às características culturais e de escolaridade da população local. Dessa forma, não há evidências de que exista um aplicativo desenvolvido especificamente para a população maranhense que integre educação preventiva, informação sobre riscos recorrentes e orientações práticas.

Pesquisas na área de educação para desastres demonstram que programas comunitários e ferramentas de aprendizagem em espaços reais e virtuais aumentam o conhecimento sobre riscos e promovem mudanças de comportamento (Sakuri; Shaw, 2022; Torani *et al.*, 2019). Entretanto, Toyoda *et al.* (2021) observam que a eficácia dessas ferramentas depende da articulação entre educação formal, não formal e comunitária. No caso do Maranhão, o acelerado processo de urbanização em áreas impróprias, combinado com intervenções antrópicas, como desmatamentos e alterações nas drenagens (Tominaga; Santoro; Amaral, 2009), cria um cenário de risco que exige soluções educativas acessíveis por meio de dispositivos móveis.

A fragilidade da capacidade institucional para gestão de riscos em contextos de baixa e média renda é amplamente documentada (Finucane *et al.*, 2020; Gosling *et al.*, 2024), assim como a desigualdade na resiliência comunitária (Hong *et al.*, 2021) e os fatores que afetam a segurança de populações socialmente vulneráveis (Polcarová; Pupíková, 2022). Dessa maneira, a pesquisa contribui com uma tecnologia social de baixo custo que complementa as ações institucionais existentes, alinhando-se às recomendações de Romano *et al.* (2016) sobre o uso de cidadãos como sensores humanos e de Imperiale e Vanclay (2021) sobre a superação de barreiras à redução de risco por meio do fortalecimento comunitário.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Desastres Naturais

Segundo o Projeto Capacidades Organizacionais de Preparação para Eventos Extremos (2024), desastres naturais podem ser conceituados como eventos graves de grande impacto destrutivo, resultando em prejuízos no funcionamento de um pequeno grupo ou de toda uma sociedade. Além disso, seu impacto pode ocorrer em qualquer nível devido a interação com as ameaças da suscetibilidade, relacionado com as características físicas de um espaço geográfico, a vulnerabilidade social, a falta de preparo diante a riscos naturais, e capacidade de resposta e resiliência em meio ao risco.

São desastres naturais aqueles causados por processos ou fenômenos naturais que podem implicar em perdas humanas ou outros impactos à saúde, danos ao meio ambiente, à propriedade, interrupção dos serviços e distúrbios sociais e econômicos (Brasil, 2012). Campos-Vargas, Toscana-Aparício e Alanís (2015) afirmam que as causas e os efeitos dos desastres têm uma ligação com a vulnerabilidade da sociedade. Essa ideia difundiu-se nas ciências sociais, tornando-se o principal foco para entender como funcionam esses fenômenos.

Tominaga, Santoro e Amaral (2009) explicam que quando fenômenos naturais afetam espaços ocupados pelo homem, passam a ser chamadas de desastres naturais.“ [...] Eles só podem ser considerados desastrosos quando atingem uma determinada área (povoada), provocando danos materiais e/ou humanos e vitimando pessoas” (Maskrey, 1993).

Maskrey (1993, p.17) comenta que, segundo o Escritório Nacional de Atendimento a Emergências, os desastres são um evento identificável no tempo e no espaço, que interrompe a operação natural de uma sociedade, causando danos em seus bens materiais e serviços, afetando as atividades essenciais e comuns de uma sociedade.

Essa ideia é destacada pelo Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (Brasil, 2014, p. 15), onde reforça e acrescenta ao conceito como sendo:

[...] o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade, envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios.

A literatura acadêmica sobre desastres não apresenta uniformidade terminológica. Parte da divergência decorre das diferentes tradições disciplinares que investigam o tema. Noy e Yonson (2018) observam que cada disciplina (sociologia, geografia, economia, planejamento urbano, saúde pública) tende a manter suas próprias definições e marcos conceituais ao examinar os fenômenos, sem necessariamente buscar alinhamento com as demais. Assim, termos como *natural hazard* (ameaça natural), *disaster risk* (risco de desastre) e *natural disaster* (desastre natural) frequentemente coexistem na literatura com significados que se sobrepõem.

Wisner e Alcántara-Ayala (2023) propõem que o *hazard* é o evento físico em si (o terremoto, a inundação, o ciclone), enquanto o *disaster* é o resultado da interação entre esse evento e as condições de vulnerabilidade da sociedade afetada. A distinção importa porque, como apontam Noy e Yonson (2018), ela desloca o olhar analítico do fenômeno geofísico para os fatores sociais, econômicos e políticos que determinam por que o mesmo evento produz consequências radicalmente distintas em diferentes populações.

Esse raciocínio reforça a ideia de que o termo *hazard* (ameaça) é conceitualmente insuficiente para capturar a dimensão social do fenômeno, pois remete predominantemente ao agente físico desencadeador. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) operam com a formulação quadripartite do risco: $Disaster\ Risk = f(Hazard, Exposure, Vulnerability, Capacity)$, conforme documentado por Noy e Yonson (2018).

Ainda assim, o termo desastre natural permanece amplamente utilizado tanto na literatura acadêmica quanto em documentos de políticas públicas, especialmente quando o objetivo é identificar e categorizar os tipos de eventos que afetam populações. Gireesh Kumar *et al.* (2021) e Anish *et al.* (2026) empregam a expressão para organizar taxonomias de eventos (geofísicos, hidrológicos,

climatológicos, meteorológicos e biológicos) e discutir estratégias de mitigação associadas a cada categoria. Nesse uso, desastre natural funciona como categoria operacional ampla, ainda que os autores reconheçam que as causas dos desastres são crescentemente antropogênicas, e não puramente naturais.

Diante desse panorama, esta monografia adota o termo desastre natural como categoria de referência, por ser o mais reconhecível e operacionalmente estabelecido tanto na literatura quanto nas políticas públicas que constituem o objeto de análise.

Em relação às principais classificações dos desastres, alguns autores explicam que podem ser diferenciados entre si quanto à origem, à intensidade, à evolução e da sua duração. Quanto à sua intensidade, Kobiyama (2006) classifica em quatro níveis diferentes (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação de desastres em relação à intensidade

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastre de pequeno porte, onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo $\leq$ 5% PIB municipal)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. ($5\% < \text{Prejuízo} \leq 10\%$ PIB)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. ($10\% < \text{Prejuízo} \leq 30\%$ PIB)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (Situação de Emergência – SE).
IV	Com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (Prejuízo $> 30\%$ PIB)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional (Estado de Calamidade Pública – ECP).

Fonte: Adaptado de Kobiyama *et al.* (2006).

Segundo Kobiyama (2006) os desastres podem ser de:

- Nível I: são considerados acidentes de baixa intensidade quando os seus danos causados são de pouca proporção e importância. Por isso, a recuperação e superação das comunidades afetadas acontecem facilmente. A normalidade da situação é rapidamente alcançada utilizando os recursos existentes do município e sem ajuda externa;
- Nível II: são chamados de desastres de média intensidade quando os danos causados têm uma certa relevância e os prejuízos decorrentes, embora não sejam consideráveis, são significativos. Nesse nível, a recuperação da situação é prontamente restabelecida utilizando os recursos do município de forma racionalizada;
- Nível III: os danos causados têm maior relevância e seus prejuízos são mais expressivos. Apesar disso, podem ser superáveis por sociedades informadas e preparadas para esse tipo de situação. A recuperação é prontamente facilitada utilizando os recursos locais disponíveis, desde que somados a aplicação de recursos estaduais e federais. Nessa situação é declarado Situação de Emergência (SE);
- Nível IV: são caracterizados por danos elevados e com grandes prejuízos e, assim, não são contornáveis pelo grupo afetado. Dessa forma, não consegue resolver com recursos locais e necessitam de ajuda externa e, eventualmente, internacional. Nessa circunstância ocorre a declaração do Estado de Calamidade Pública (ECP).

Ainda, Castro (1999) descreve em relação à evolução que existem três tipos de desastres: súbitos ou de evolução aguda, graduais ou de evolução crônica e por somação de efeitos parciais. Os súbitos são caracterizados pela sua velocidade de evolução do processo, pela violência dos estragos causados e a forma inesperada e surpreendente com que acontecem. Em contrapartida ao anterior, os graduais caracterizam-se por serem traiçoeiros e evoluírem de forma progressiva sem que se perceba até a situação tornar-se crítica. E por fim, os de somação de efeitos parciais que se caracterizam pela repetição frequente de acidentes semelhantes, cujas perdas, quando agrupadas, ao fim de um determinado tempo, definem um desastre de grande proporção.

Em seguida, Tominaga, Santoro e Amaral (2009) comentam que a origem ou causa primária podem ser classificados em desastres naturais, humanos ou antropogênicos e mistos. Os naturais surgem a partir de fenômenos e desequilíbrios da natureza, que atuam independente da ação humana que podem ou não agravar a situação. Tominaga, Santoro e Amaral (2009, p.15) fomentam ainda sobre a origem geodinâmica terrestre dos desastres:

Os desastres naturais podem ser ainda originados pela dinâmica interna e externa da Terra. Os decorrentes da dinâmica interna são terremotos, maremotos, vulcanismo e tsunamis. Já os fenômenos da dinâmica externa envolvem tempestades, tornados, inundações, escorregamentos, entre outros.

Diferente do anterior, os humanos ou antropogênicos estão relacionados intimamente com atividades humanas, ou seja, suas ações ou omissões os fazem ser autor ou agente. Por isso, os desastres humanos ocorrem por fatores de origem interna. A classificação deles (Tominaga; Santoro; Amaral, 2009) ainda se baseia em suas causas primárias:

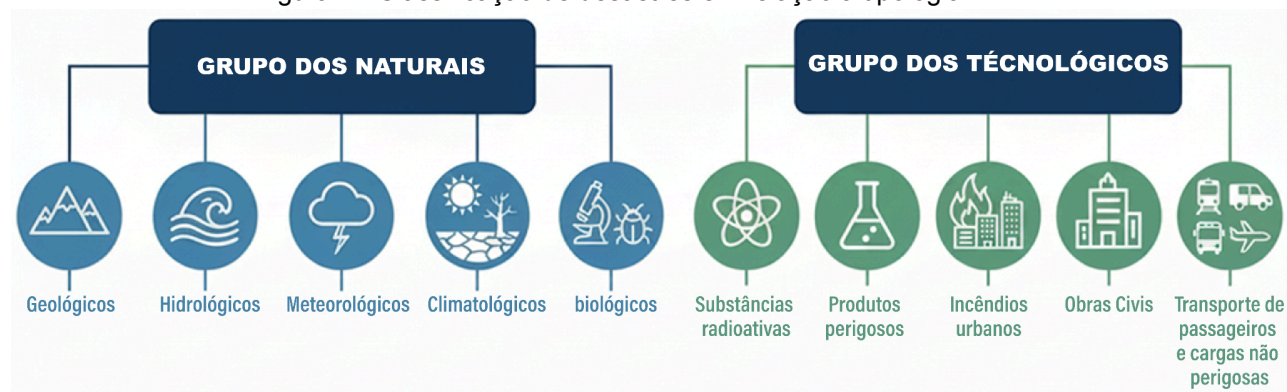
- 1) **Humanos de natureza tecnológica:** ocorrem quando as grandes cidades crescem de forma desordenada, sem infraestrutura e sem serviço adequado.
- 2) **Humanos de natureza social:** reflexo do desequilíbrio das relações humanas dentro da sociedade, bem como também falhas nas estruturas políticas e econômicas.
- 3) **Humanos de natureza biológica:** está ligada às condições de vida precária da população e a falta de investimento em saúde e saneamento. Como por exemplo, a difusão de doenças e epidemias, como a pandemia do COVID-19, dengue e tuberculose.

Também, Castro (1999) explica que os mistos surgem a partir da interação de fenômenos naturais com as atividades humanas. A forma como os espaços urbanos estão organizados impacta diretamente a frequência e a gravidade dessas calamidades. Portanto, a tendência é considerar que a maioria dos desastres hoje classificados como “naturais” ou “antropogênicos” são, na realidade, mistos.

Além disso, existe a categorização em relação a sua tipologia. Segundo o Brasil (2022) os desastres naturais e tecnológicos (provocados) são organizados a partir da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE, 2012). Ela

é um sistema de organização usado pela defesa civil brasileira como forma de categorização e gestão de risco de desastres nacionais. Ela surge como uma forma de nivelamento dos tipos de desastres tal qual a classificação internacional *Emergency Events Database (EM-DAT)*. Conforme o *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED, 2026)*, o sistema do EM-DAT consolidou-se através da cooperação de entidades internacionais com objetivo de se entender o impacto dos desastres na sociedade e melhorar a ação de resposta a desastres e diminuir riscos iminentes. O sistema internacional também visa organizar, hierarquizar e diferenciar desastres de origem natural daqueles de origem humana, referido no banco de dados como desastres tecnológicos. Além da padronização, ela ampara na tomada de decisão frente a riscos e cria uma base científica para estudos de vulnerabilidade e impacto. A COBRADE organiza-se em grupos (Figura 1) e subgrupos. Sendo os naturais, separados em cinco grupos: geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos e biológicos. Por outro lado, os tecnológicos (provocados), são em decorrência de eventos causados por substâncias radioativas, produtos perigosos, incêndios, obras e civis e transporte de pessoas e cargas não perigosas (Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2022).

Figura 1 - Classificação de desastres em relação à tipologia



Fonte: adaptado de COBRADE (2012).

O NuGeo (2016) afirma que o Maranhão, devido a sua posição geográfica, encontra-se em uma zona de transição climática, onde algumas de suas áreas localizam-se perto ao Semiárido Nordeste, onde tem como característica o clima quente e seco, e à Amazônia, com seu clima quente e úmido. (Figura 2). Nascimento, Braga e Araújo (2017) comentam que a extensão latitudinal do território maranhense coopera com a atuação de diferentes sistemas meteorológicos, também

com a influência das condições dos oceanos Pacífico Tropical e Atlântico. O NuGeo (2016, p. 90) explica a sobre o clima predominante no estado e sua dinâmica sazonal :

O tipo climático predominante sobre o estado do Maranhão é o tropical úmido com excesso de água nos meses de janeiro à maio (meses mais chuvosos do ano) e deficiência (meses mais secos do ano) de água nos meses de julho à setembro.

Figura 2 - Região de transição Amazônia-Cerrado no estado do Maranhão e estações meteorológicas.



Fonte: Silva *et al.* (2016).

Essa dinâmica sazonal, marcada por períodos bem definidos de chuvas intensas e fortes períodos de estiagem, atua como o principal estímulo para desastres naturais comuns no estado maranhense. Enquanto a precipitação intensa em um curto período de tempo gera uma situação propensa a desastres geológicos e hidrológicos, a ausência prolongada das chuvas deixa também o Maranhão vulnerável a acidentes ambientais relacionados a incêndios e queimadas.

Conforme o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (2023), no primeiro semestre de 2023, mais de 82 municípios do maranhenses decretaram Situação de Emergência (SE) devido às chuvas rigorosas nesse período que causaram deslizamentos e enchentes (figura 3). Segundo reportagem, “o Governo do Maranhão informou que os eventos climáticos afetaram 14.971 famílias, das quais 399 são classificadas como desabrigadas e 339 estão desalojadas.” (Koga, 2023). No ano seguinte, “quantificaram um total de 32 municípios em SE, uma diminuição de 61% quando comparado ao ano anterior.” (Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos, 2024, p. 8).

Figura 3 - Município de Pedreiras atingido pela cheia do rio Mearim



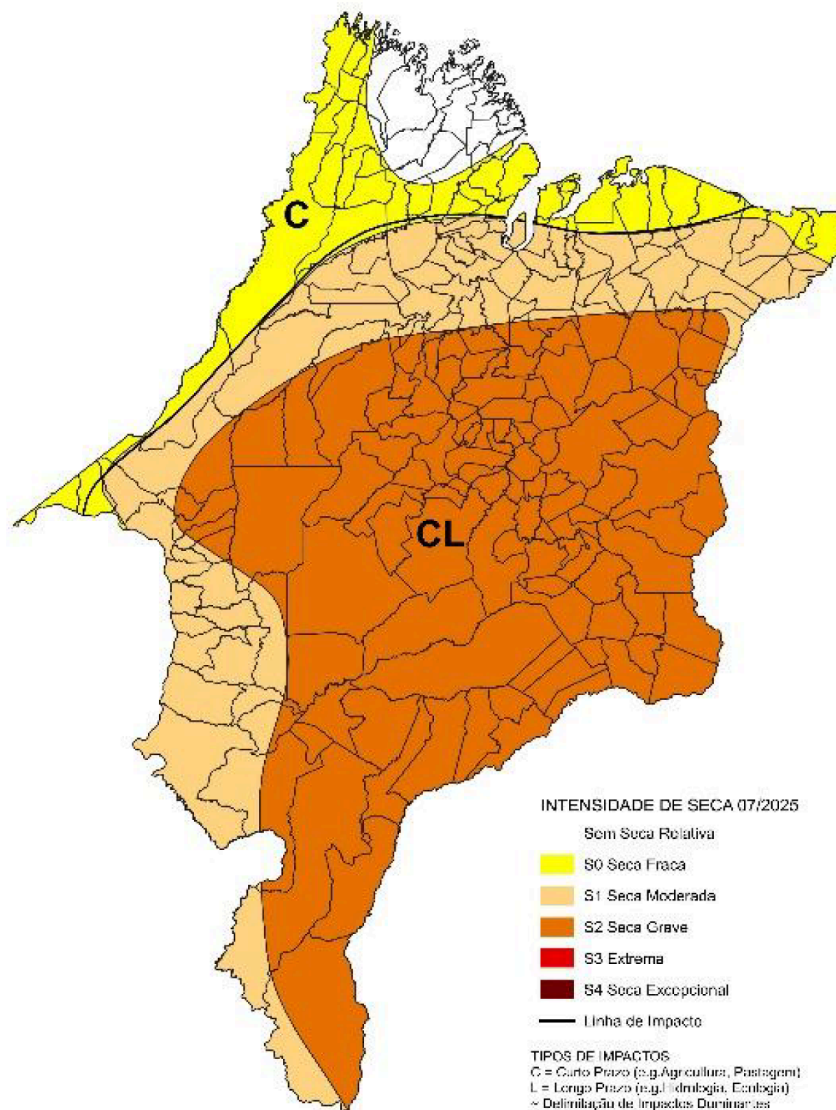
Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão (2024).

Em 2025, revelou-se um cenário regional vulnerável completamente diferente. A Nota Técnica N°101/2025 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (Maranhão, 2025) afirma que o Estado enfrentou , em julho de 2025, a seca mais severa desde 2019 (Figura 4). Este fenômeno causou graves impactos hidrológicos em todo curso dos rios Mearim, Itapecuru e Parnaíba, reflexo de um período marcado por um baixo nível de chuva e temperaturas elevadas. Conforme reforça a nota da SEMA, o déficit pluviométrico em certas regiões passou os 300 mm negativos, justificando o avanço da seca no mapa e a expansão da categoria de

seca grave (S2) pelas áreas centro-sul e oeste. (Maranhão, 2025, p. 2), explica na Nota Técnica que:

Aproximadamente 96.04% do território maranhense encontra-se sob influência de algum nível de seca, com predominância das categorias de moderada e grave. A região centro-leste e sul do estado concentram a maior quantidade de municípios em condição de seca grave, totalizando 127 localidades afetadas por esse grau de severidade.

Figura 4 - Intensidade da seca no Maranhão durante o período de julho de 2025

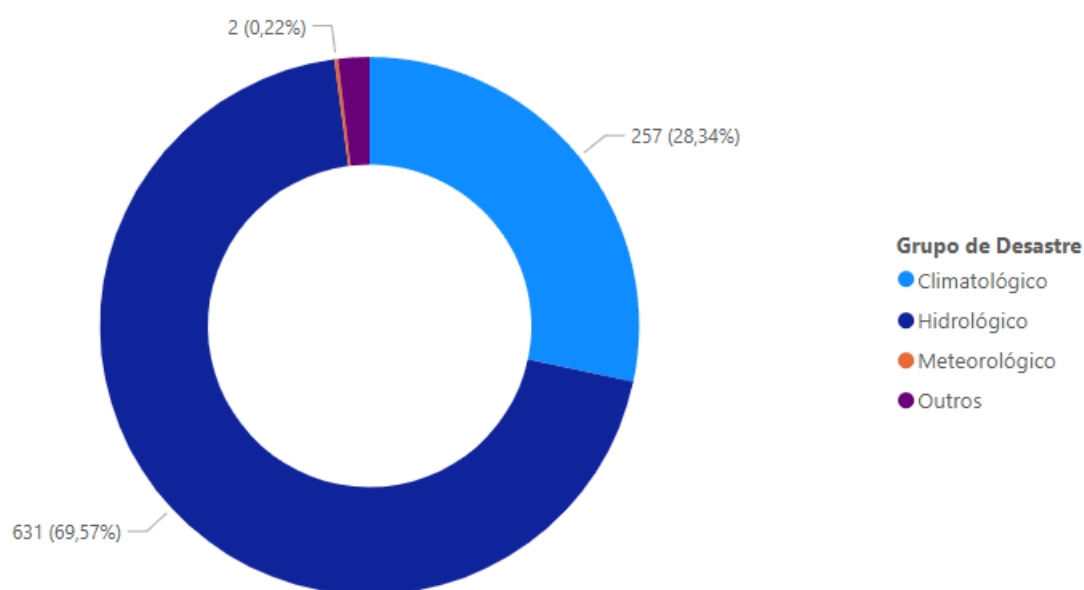


Fonte: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (2025).

Confirmando essa necessidade, os dados históricos do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2026) mostram que, durante o período de 1991 a 2024, a maioria dos casos na região maranhense pertencem a grupos de desastres climatológicos, hidrológicos, meteorológicos e outros. Conforme ilustrado no gráfico

1, eventos de origem hidrológica representam a maior parcela, sendo 69,57% das ocorrências. Logo em seguida, destacam-se desastres de origem climatológica (figura 5), com 28,34% dos casos. Juntos, esses dois dados evidenciam a forte influência da dinâmica de chuvas intensas e períodos extensos de secas abordados anteriormente. Também, aqueles exclusivamente de origem meteorológica somam um total de 0,22% e outros tipos somam 1,87%.

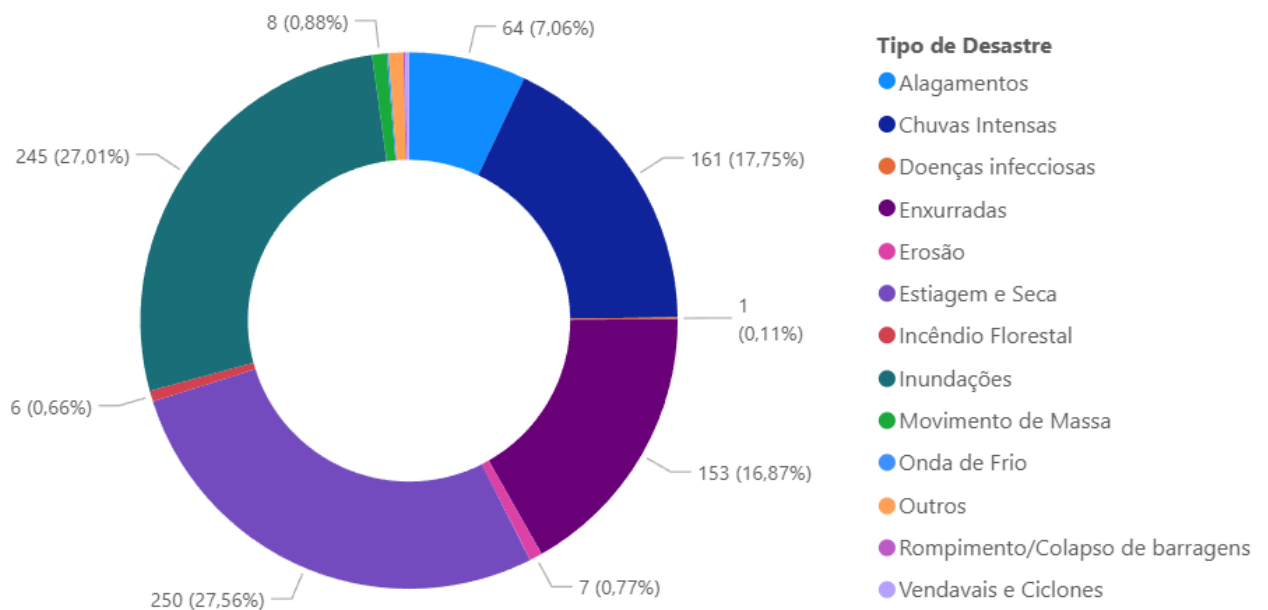
Figura 5 - Grupos de desastres comuns no estado do Maranhão no período de 1991 a 2024.



Fonte: Brasil (2026).

Além do mais, o Atlas Digital traz informações expressivas sobre os tipos de desastres frequentes no Maranhão durante o período de 1991 a 2024. Conforme os dados mostrados no Figura 6, a maioria dos protocolos de ocorrências está concentrada nos cinco tipos de desastres: estiagem e seca; sendo 27,56% dos casos, inundações, com 27,01% dos casos; chuvas intensas, com 17,75%; enxurradas, com 16,87%; e alagamentos, com 7,06% dos protocolos registrados. Também, as informações mostram os casos de menor frequência ocorridos no estado e que possuem menos de dez ocorrências. São eles: movimento de massa com 0,88%, erosão com 0,77%, incêndio florestal com 0,66% e doenças infecciosas com 0,11%.

Figura 6 - Tipos de desastres comuns no estado do Maranhão no período de 1991 a 2024.



Fonte: Brasil (2026).

Diante desse cenário, torna-se necessária a compreensão profunda dos desastres e dos ciclos desses fenômenos locais para gestão de riscos no estado maranhense. Esse planejamento e monitoramento constante, permite às autoridades e a população mitigar danos ambientais e socioeconômicos, garantindo uma resposta eficaz, a proteção da população maranhense e a preservação de recursos essenciais.

Como forma de compreensão do cenário vulnerável da região, é fundamental o conhecimento das amplas ameaças que integram os dados históricos. Nesse sentido, o quadro 2 apresenta conceitos estabelecidos na perspectiva de autores e diversas instituições de pesquisa acerca das principais ameaças naturais no estado.

Quadro 2 - Riscos Naturais que ocorrem no Maranhão

Ameaças Naturais	Subgrupo	Conceito	Autor
Climatológica	Estiagem	Período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição.	Cobrade (2012)
		As estiagens resultam da redução das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos chuvosos ou da ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada. Nas estiagens, ocorre uma queda dos índices pluviométricos para níveis sensivelmente inferiores aos da normal climatológica, comprometendo necessariamente as reservas hidrológicas locais e causando prejuízos à agricultura e à pecuária. Quando comparadas com as secas, as estiagens caracterizam-se por serem menos intensas e por ocorrerem durante períodos de tempo menores.	Castro (2003)
Climatológico	Seca	A seca é uma estiagem prolongada, durante o período de tempo suficiente para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico.	Cobrade (2012)
		Do ponto de vista meteorológico, a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes. [...] O desastre seca é também um fenômeno social, caracterizando-se como uma de uma situação endêmica de pauperismo e estagnação econômica, sob o impacto do fenômeno meteorológico adverso.	Castro (2003)
		Uma seca é um período de clima anormalmente seco caracterizado por uma deficiência prolongada de precipitação abaixo de um certo limite, em uma grande área e por um período superior a um mês.	WMO (2023)
Hidrológico	Enxurrada	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.	Cobrade (2012)
Hidrológico	Inundação	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas	Cobrade (2012)

		prolongadas em áreas de planície.	
		Inundação é (1) o transbordamento de água dos limites normais de um curso de água ou outro corpo d'água; (2) um acúmulo de água de drenagem sobre áreas que normalmente não estão submersas; (3) um espalhamento controlado de água para irrigação	WMO e UNESCO (2012)
Hidrológico	Alagamento	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.	Cobrade (2012)
		Um alagamento é uma inundação que resulta do acúmulo de água da chuva no ponto onde cai ou perto dele porque está caindo mais rápido do que o sistema de drenagem (natural ou artificial) pode escoá-la.	WMO (2021)
		São águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes. Nos alagamentos o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais.	Castro (2003)
Meteorológico	Chuvas Intensas	São chuvas que ocorrem com acumulados significativos, causando múltiplos desastres (ex.: inundações, movimentos de massa, enxurradas, etc.).	Cobrade (2012)
		A chuva se desenvolve como resultado de pequenas gotículas de nuvens suspensas que crescem em gotas maiores de água, que então caem na terra por causa de seu peso [...] O número, a densidade e a distribuição de tamanho das gotas de chuva variam consideravelmente com a intensidade e a natureza da precipitação. A chuva se torna um perigo quando sua intensidade, duração ou frequência causa impactos adversos significativos na vida humana, nos ecossistemas e na infraestrutura.	WMO (2017)

Fonte: adaptado de Castro (2003); Cobrade (2012); Unesco (2012); WMO (2017a); WMO (2017b); WMO (2021); WMO (2023a); WMO (2023b).

Nesse sentido, as mudanças climáticas têm contribuído para a recorrência desses eventos extremos, trazendo perigos iminentes para a sociedade. Cutter (2020) explica que eventos antes considerados raros passaram a ter maiores efeitos socioeconômicos e ambientais das ameaças naturais com frequência,

transformando-se em eventos anuais, periódicos ou até mesmo diários. Essa constância causam efeitos prejudiciais que atingem a infraestrutura das cidades, danos à natureza e afetam diretamente pessoas marginalizadas que vivem em áreas de risco. (Marengo, 2024, p.02) enfatiza ainda que: “Os impactos socioeconômicos decorrentes das mudanças climáticas incluem o aumento da pobreza, o agravamento da fome, os movimentos migratórios e a maior ocorrência de eventos extremos.”

Do ponto de vista ambiental, as mudanças climáticas antropogênicas ajudam na ocorrência de eventos climáticos, resultando na degradação ambiental e na destruição de ecossistemas. (Marengo, 2024, p.03) comenta que os períodos de secas e estiagens contribuem para o aumento de incêndios florestais, o calor excessivo dificulta o trabalho no campo, coopera para escassez da água e afeta a produção agrícola e a pecuária. Por outro lado, as chuvas provocam, inundações, deslizamentos e enchentes, afetando principalmente pessoas que se concentram em áreas vulneráveis e com menos infraestrutura.

A proporção gerada por esses desastres, portanto, não é definida isoladamente pelas forças físicas da natureza, mas pela vulnerabilidade social das populações expostas a esses cenários afetados, visto que encontram diversas limitações socioeconômicas que dificultam sua capacidade de reagir e se adaptar. Xavier e Souza (2026, p.4) comentam sobre a vulnerabilidade de grupos historicamente marginalizados.

No Brasil, enchentes, secas, deslizamentos e ondas de calor não caem do céu de maneira igualitária. Eles atingem primeiro, e com maior intensidade, populações historicamente marginalizadas: Povos Indígenas, Quilombolas, Comunidades Tradicionais, demais comunidades negras e moradores de periferias urbanas.

Dentro da gestão de riscos, o sucesso das abordagens preventivas direcionadas a desastres está ligado diretamente com a capacidade de diagnosticar previamente as vulnerabilidades ambientais e sociais. A elaboração de estratégias pré-evento é fundamental para minimizar os impactos causados por desastres. Dessa forma, Sulaiman e Aledo (2016) reforçam a importância do planejamento antes mesmo da materialização dos fenômenos como forma de criar uma cultura de segurança com o objetivo de reduzir e prevenir novas ameaças.

Nessa perspectiva, Mohamed (2019 *apud* Kumar *et al.*, 2021, p. 6489) comenta que muitas organizações desenvolvem suas próprias estratégias e ações de mitigação a fim de diminuir as consequências humanas e financeiras. Além disso, elas analisam as ameaças para criar medidas eficientes e seguras contra os riscos. Com base nisso, a literatura científica recente, conforme demonstrado na pesquisa de Yang e Liu (2020) e Bertoli e Suski (2024), expõe diversas abordagens preventivas, principalmente voltadas para atuações pensadas no planejamento urbano, monitoramento, natureza e meio ambiente. Destacam-se algumas abordagens:

- **Planejamento urbano:** Bertoli e Suski (2024) comentam sobre o controle da ocupação de áreas de risco e zoneamento proativo a fim de evitar acidentes comuns nessas áreas, como o movimento de massa. Além disso, os autores sugerem o uso de pavimento permeável como ajuda no escoamento superficial da chuva.
- **Monitoramento:** Yang e Liu (2020, p. 06) destacam que integrar redes terrestres de monitoramento, radares, satélites e dispositivos de baixo custo aperfeiçoam o monitoramento ambiental. Além disso, o uso de inteligência artificial e assimilação de dados torna a previsão e o mapeamento de desastres mais eficientes.
- **Natureza e meio ambiente:** Bertoli e Suski (2024, p. 11) incentivam o reflorestamento de áreas de risco para proteger e evitar a erosão do solo. Ramos (2024, *apud* Bertoli e Suski, 2024, p.11) sugerem a implementação de “cidade-esponja”, espaços naturais que servem como reservatórios de água urbano a fim de reduzir o alto fluxo de água em chuvas intensas. Os autores sugerem também a rigorosa preservação das matas ciliares para evitar inundações graduais e assoreamentos de rios.

Como forma complementar, as estratégias de mitigação servem para minimizar os danos causados por um evento inevitável. Segundo Yang e Liu (2020) e Carter (1991 *apud* Kumar *et al.*, 2021, p. 6489), para gerenciar e reduzir os efeitos caso o evento ocorra, usam-se as abordagens estruturais e não estruturais. Segundo os autores, as medidas estruturais são intervenções físicas e de engenharia. “Tais estruturas são construídas após a coleta de dados de vulnerabilidade e parâmetros meteorológicos” (Kumar *et al.*, 2021, p.6489). Por outro lado, as não estruturais são aplicadas por meio de legislação, ações, leis, normas e programas. “[...] as medidas não estruturais são relativamente econômicas, exigem pouco tempo para

implementação e complementam bem as medidas estruturais” (Yang e Liu, 2020, p.5).

Por fim, a eficácia a longo prazo das ações de prevenção e mitigação depende da cooperação entre o Estado e a sociedade para o fortalecimento da cultura de resiliência. Marengo (2024, p. 06) afirma que “torna-se necessário construir uma Política de Estado para Adaptação às Mudanças Climáticas integrada com a Redução de Riscos de Desastres”. Essa integração demanda também uma atuação coordenada entre órgãos ambientais, a Defesa Civil e entidades fiscalizadoras. No entanto, esse sucesso depende ainda da educação contínua e de treinamentos práticos dos grupos vulneráveis acerca da percepção de risco. Chicombo e Moreira (2024, p. 18) reforçam que a educação é “um instrumento indispensável para organização e participação da comunidade na solução dos problemas locais”. Portanto, as pessoas tornam-se agentes ativos na prevenção e na resposta frente à crise.

Para que estratégias de prevenção e de mitigação sejam eficazes, a gestão deve se apoiar em modelos de referência que, segundo Pagliuso, Cardoso e Spiegel (2010, p. 47), são "modelos padronizados e genéricos, que desempenham um papel de referência para tomadores de decisão a respeito de práticas a serem empregadas nas operações processos organizacionais". Do ponto de vista de Kelly (1998), os modelos de desastre servem para:

1. Um modelo pode simplificar eventos complexos ajudando a distinguir entre elementos críticos. Sua utilidade é mais significativa na resposta a desastres com severas restrições de tempo.
2. Comparar as condições reais com um modelo teórico pode levar a uma melhor compreensão da situação atual e pode, assim, facilitar o processo de planejamento e a conclusão abrangente dos planos de gestão de desastres.
3. A disponibilidade de um modelo de gestão de desastres é um elemento essencial na quantificação de eventos de desastre.
4. Um modelo documentado de gestão de desastres ajuda a estabelecer uma base comum de entendimento para todos os envolvidos. Ele também permite uma melhor integração dos esforços de socorro e recuperação.

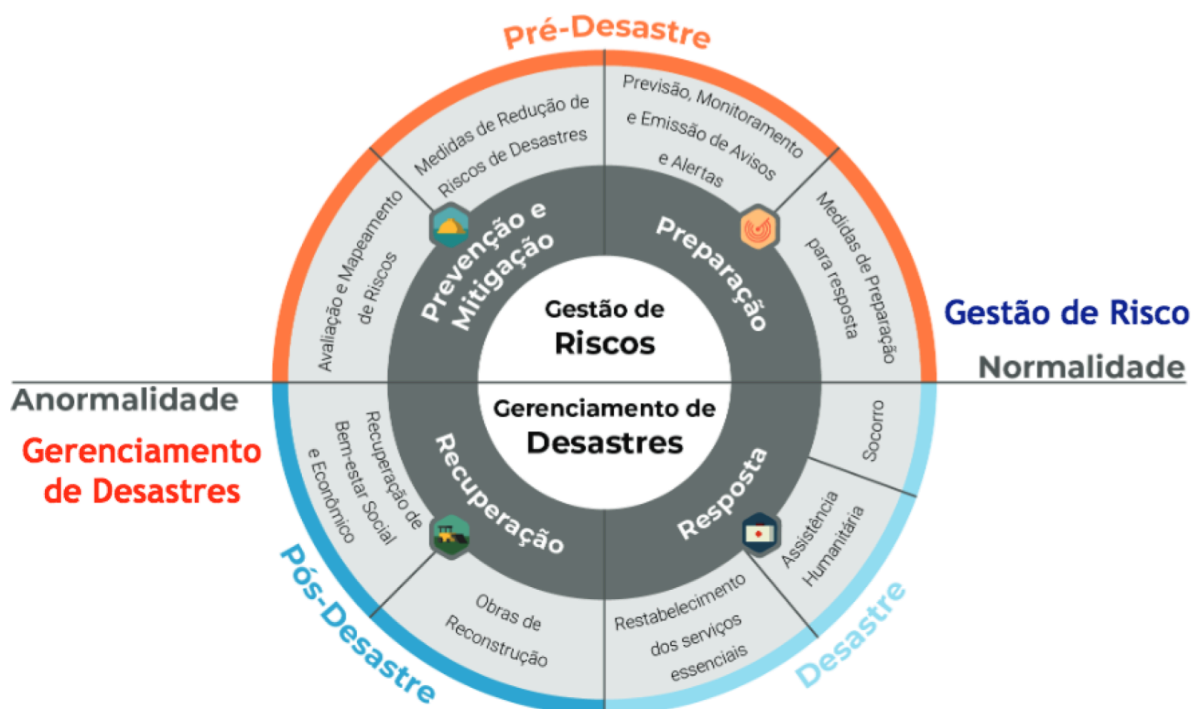
Portanto, na gestão de riscos e desastres, são fundamentais para ordenar as ações de prevenção e regularizar a atuação do Estado. Diante dessa realidade, ao longo do tempo o modelo mais clássico utilizado formalmente por órgãos públicos é

o Ciclo Contínuo de Gestão de Desastres. Sobre esse tipo de modelo Ludwig e Mattedi (2018) explicam que:

[...] pode-se considerar que os modelos circulares se baseiam em processos de tempo não retilíneos, e, ao invés de dividir a GRD em duas fases, estes modelos circulares propõem 4 ou mais fases dispostas em um modelo circular. Essa abordagem permite entender os desastres como processos integrados, nos quais as etapas que ocorrem no período pré-desastre (Tempo 1), influenciam e estão vinculadas ao período pós-desastre (Tempo 2).

Nesse contexto, o modelo Ciclo Contínuo de Gestão Riscos e Desastres (Figura 7) se subdivide em quatro etapas fundamentais distribuídas ao longo do tempo: 1) Prevenção e Mitigação, medidas voltadas para evitar e minimizar os impactos, 2) Preparação, medidas de previsão, monitorização e emissão de avisos e alertas, 3) Resposta, ações imediatas de socorro, assistência e reabilitação de serviços essenciais e 4) Recuperação, reabilitação do bem-estar social e reconstrução de infraestruturas. Essa divisão é essencial na gestão de riscos, Castro (1999) comenta que de uma certa forma, a reconstrução confunde-se com a prevenção, visto que o objetivo da fase de Recuperação é reduzir as vulnerabilidades para que o ciclo novamente não tenha mesma gravidade.

Figura 7 - Ciclo Contínuo de Gestão Riscos e Desastres



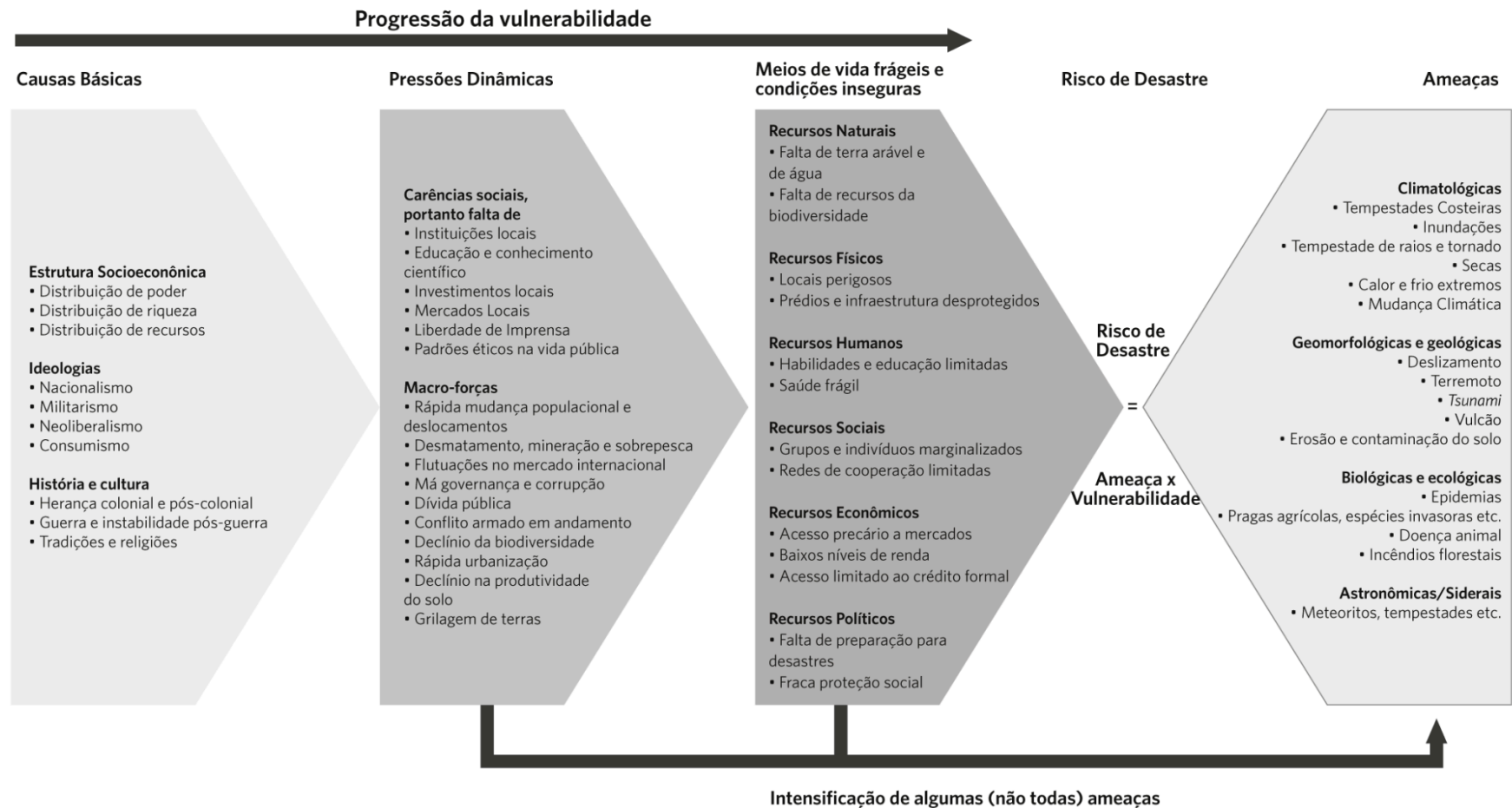
Fonte: Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (2025).

Atualmente, a literatura mostra uma evolução para modelos teóricos que vão além da divisão temporal, direcionando o foco para a base estrutural do risco como o Modelo de Pressão e Liberação. Marchezini (2020) explica como o modelo (Figura 8) busca entender as vulnerabilidades e fatores agravantes que levam a condições de inseguras:

O modelo de pressão e liberação dos desastres ('pressure and release model') busca compreender as 'causas básicas' das condições de vulnerabilidade (desigualdade de renda por exemplo) e 'pressões dinâmicas' que as acentuam (dependência do capital financeiro, PIB dependente da flutuação dos preços das commodities) e levam à vivência em 'condições inseguras' (habitação em moradias precárias e suscetíveis a deslizamentos) diante das ameaças.

Assim, esse modelo entende que “as condições social e historicamente construídas fazem que eventos naturais, mesmo de baixa magnitude e intensidade, se tornem catástrofes” (Sualaiman; Aledo, 2016, p.14). Portanto, a gestão moderna concentra-se na redução das desigualdades sistêmicas, promovendo a adaptação climática e o fortalecimento de uma cultura de resiliência, de forma a combater o risco em sua origem.

Figura 8 - Modelo de Pressão e Liberação dos desastres



Fonte: Marchezini (2020)

2.2 Defesa Civil no Maranhão

Como forma de contextualização, inicialmente as instituições que cuidavam das atividades de proteção e defesa civil mundial eram estritamente ligadas às questões de segurança durante os períodos de guerra. Durante o conflito, os impactos da guerra não afetaram somente os militares, mas também atingiram a população civil (Brasil, 2017). Ainda, com o encerramento das guerras, “essas instituições foram sendo adaptadas à realidade das demandas de segurança e proteção das populações” (BRASIL, 2017, p. 19). Ainda, (Brasil, 2017) explica como o papel de atuação da Defesa Civil foi de um modelo militar para um sistema contínuo de gestão riscos voltado para população atingidas por desastres:

A atuação desses órgãos esteve, portanto, concentrada em ações resposta e atendimento de populações afetadas, não mais por guerras, mas por calamidades públicas, como inundações, secas e epidemias. A partir de então, a proposta de pensar a então nominada Defesa Civil como um processo sistêmico - sem limitar-se a ações de resposta e com o objetivo de prevenir ocorrências – veio logo em seguida, e foi sistematizada pela equipe da já criada, no governo federal, Secretaria de Defesa Civil (Decreto Federal 83.839/792).

Nesse sentido, a Defesa Civil tem como finalidade garantir o direito à vida e a segurança diante de situações de desastre. Seu objetivo geral é a redução de desastres, desenvolvendo estratégias e mecanismos para manter um estado em segurança permanente. Segundo a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) diz que o “gerenciamento de riscos e de desastres deve ser focado nas ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação e demais políticas setoriais, com o propósito de garantir a promoção do desenvolvimento sustentável.” (Maranhão, [s.d.]). A Figura 9 mostra esse gerenciamento integrado da Defesa Civil.

Figura 9 - Gestão Integrada em Proteção e Defesa Civil.



Fonte: Brasil (2017).

Por isso, as ações são essenciais no gerenciamento de desastres naturais. Assim, elas funcionam nas três esferas de governo (federal, estadual e municipal) e exigem uma participação significativa da comunidade. “O conjunto dessas ações é um processo contínuo, integrado, permanente e interdependente, configurando uma gestão integrada em proteção e defesa civil” (Brasil, 2017). O Quadro 3 explica as medidas de cada uma das ações.

Quadro 3 - Conceitos das Ações de Proteção e Defesa Civil.

Ação	Medida
PREVENÇÃO	Medidas e atividades prioritárias, anteriores à ocorrência do desastre, destinadas a evitar ou reduzir a instalação de novos riscos de desastre.
MITIGAÇÃO	Medidas e atividades imediatamente adotadas para reduzir ou evitar as consequências do risco de desastre.
PREPARAÇÃO	Medidas e atividades, anteriores à ocorrência do desastre, destinadas a otimizar as ações de resposta e minimizar os danos e as perdas decorrentes do desastre.
RESPOSTA	Medidas emergenciais, realizadas durante ou após o desastre, que visam ao socorro e à assistência da população atingida e ao retorno dos serviços essenciais.
RECUPERAÇÃO	Medidas desenvolvidas após o desastre para retornar à situação de normalidade, que abrangem a reconstrução de infraestrutura danificada ou destruída, e a reabilitação do meio ambiente e da economia, visando ao bem-estar social.

Fonte: Adaptado de Brasil (2017).

Dessa forma, no Brasil, diante da necessidade de todos os estados brasileiros estarem preparados para prevenir e combater situações de emergência, surgiu a Defesa Civil como uma entidade orientadora dessas ações. Nessa Perspectiva, (Maranhão, [s.d.]) explica o surgimento da Defesa Civil maranhense e seu papel fundamental no enfrentamento situações adversas no estado:

No Maranhão apesar da incidência periódica dos desastres naturais provocados por chuvas intensas e por estiagem somente em 19 de outubro de 1973 foi criada pelo Decreto nº 5.150 a Defesa Civil Maranhense e mediante o Decreto nº 8.055, de 11 de agosto de 1981, foi reorganizada, passando a denominar-se “Comissão Estadual de Defesa Civil” – CODECIMA, funcionando junto a Secretaria de Justiça do Estado. Nos seus primórdios a Defesa Civil atuava apenas com o setor de emergência dentro da Secretaria de Justiça do Estado, entretanto já desenvolvia o atendimento de forma isolada nos casos de secas ou enchentes que periodicamente acontecem em nosso Estado.

A partir da Lei nº 5.0855, de 06 de dezembro de 1993, dispõe definitivamente o Corpo de Bombeiro Militar do Maranhão (CBMMA) o papel de comando de organizar as ações de defesa civil no estado (Maranhão, [s.d.]). Atualmente, chamada de Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Maranhão (CEPDECMA), é o órgão responsável por planejar, coordenar e executar ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação diante de desastres naturais ou provocados no estado maranhense.

Além disso, o CEPDECMA, em conjunto com o CBMMA, promove ações educacionais em desastres naturais voltadas na prevenção, na mitigação de riscos voltadas para o preparo comunitário e na capacitação de agentes em Defesa Civil. Alguma das principais ações são:

- **Capacitação e formação de agentes de Proteção e Defesa Civil:** o “treinamento tem o objetivo de formar profissionais bem preparados, capazes de proteger vidas e minimizar danos em situações adversas, para que a resposta seja imediata e assertiva” (MARANHÃO, 2025).
- **Defesa Civil nas Escolas:** projeto tem como objetivo “promover a integração entre aprendizado, convivência comunitária e práticas de cidadania para crianças e adolescentes” (IMPERATRIZ, 2025).
- **Workshop e palestras:** com intuito de “fortalecer a integração técnica dos profissionais nos municípios por meio de capacitações e alinhamento de estratégias conjuntas” (MARANHÃO, 2025).

2.3 Educação para prevenção

Diante dessas ações educacionais promovidas pelo estado, fica evidente que a educação para prevenção é fundamental e necessária na construção de comunidades resilientes. Abreu, Zanella e Medeiros (2016) afirmam que a educação ambiental promove a conscientização da sociedade, pois ao ignorar a relevância da preservação e comprometer o equilíbrio ecológico, o indivíduo compreende que coloca em risco a sua própria qualidade de vida, além de favorecer o surgimento ou a intensificação de riscos ambientais. Além disso, as autoras destacam que a educação ambiental é um fator importante, pois molda a percepção dos indivíduos ao transmitir informações fundamentais, ensinando a sociedade a construir uma relação mais harmoniosa com o meio ambiente ao redor.

Nesse contexto, segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2023, p. 9), a compreensão das diversas vulnerabilidades causadas por riscos ambientais colabora também para “superar a naturalização dos desastres e o sentimento de impotência das pessoas, mobilizando o conhecimento da realidade para a ação transformadora”.

Portanto, a educação e treinamento ambiental traz diversos benefícios para sociedade, ajudando na percepção de riscos locais, na leitura de sinais de alerta e consequentemente a redução da perda de vidas e a diminuição de danos. Desse modo, o relatório da UNESCO (2005) reforça os efeitos positivos da educação na estratégia de mitigação de desastres:

As crianças que sabem como reagir no caso de terremoto, os líderes comunitários que aprenderam a avisar a sua comunidade a tempo de se protegerem dos riscos e camadas sociais inteiras que foram ensinadas a se preparar para enfrentar desastres naturais contribuem para melhorar as estratégias de atenuação dos efeitos dos desastres. Educação e saber forneceram à sociedade estratégias de auto-ajuda que diminuem sua vulnerabilidade e melhoram sua vida (UNESCO, 2005, p. 55).

Diante de situações de emergência, a teoria, por si só, é insuficiente para a gestão de desastres. Para um planejamento assertivo, o conhecimento técnico precisa estar aliado a atuações práticas, metodologias ativas e à realidade do território. Nessa perspectiva, argumenta-se que “os programas de educação escolar, familiar, comunitária e autoeducação devem combinar atividades teóricas e práticas

para alcançar os melhores resultados na educação sobre desastres” (Codreanu *et al.*, 2014 *apud* Fazeli *et al.*, 2024, p. 27, tradução nossa).

Assim, Sulaiman (2014) defende que o saber e a vivência precisam andar juntos para compreender riscos locais e criar soluções assertivas:

A coordenação entre conhecimentos intelectuais e experiência vivida coloca a aprendizagem como um processo contextualizado, compartilhado e participativo para o diagnóstico complexo e aprofundado da formação de áreas de risco e para a formulação de soluções contextualizadas em corresponsabilidade. (Sulaiman, 2014, p. 209).

Nesse sentido, para que a preparação seja efetiva, é indispensável o uso de metodologias ativas de ensino voltadas para ações emergenciais. Assim, a literatura científica aborda algumas estratégias de participação ativa. Conforme Tyas *et al.* (2025), o uso de mídias digitais, como jogos, vídeos e curtas-metragens, é sugerido no aprendizado, pois tem o potencial de fornecer experiências interativas e facilitar a assimilação de conceitos complexos relacionados a desastres naturais e também o uso da aplicação de simulações que mostram impactos de desastres naturais ou simulam a tomada de decisão em tempo real.

Também, é válido o uso do “Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) para conhecimento e aperfeiçoamento da capacidade de percepção dos riscos pelos municípios que atuam como multiplicadores de uma cultura de prevenção” (BRASIL, 2024), utilizado principalmente em núcleos comunitários orientados pela defesa civil.

Por outro lado, Brasil (2023) expõe algumas metodologias participativas para educação nas escolas. São elas:

História oral - Com o registro da memória e da percepção de desastres dos moradores pelos/as estudantes por meio de diversas mídias (áudio, vídeo, texto).

Monitoramento e alerta de chuvas - Realização de oficinas, em que os/as estudantes aprendem a construir e utilizar pluviômetros artesanais.

Mapeamento do território - Os/as estudantes pesquisam a geolocalização de sua escola e os principais riscos no entorno por meio do Google Earth ou Open Street Maps.

Cartografia social - Produção do mapa da percepção dos riscos socioambientais do lugar/ território por meio de visitas guiadas.

Análise de vulnerabilidades - Oficinas que exploram novos olhares sobre o espaço escolar, identificando e analisando riscos existentes nas edificações e no entorno.

Redução de riscos de deslizamentos - Estudantes se tornam detetives, identificando e monitorando os riscos de deslizamentos e pesquisando formas de reduzi-los (BRASIL, 2023, p. 60).

Aliados a esses recursos metodológicos e tecnológicos, a aplicação prática de simulações desses cenários é indispensável na preparação para crises, permitindo que as pessoas desenvolvam não apenas a técnica, mas também a memória muscular e o controle emocional necessários para evitar o pânico durante um cenário de risco real. As pessoas deixam de ser alvos passivos e dependentes de ações do governo e assumem o papel de primeira linha da defesa civil. Assim, “considerar as pessoas na primeira linha abre possibilidades para a sua participação em todas as fases do processo de gestão de riscos e desastres” (Brasil, 2023, p. 46). Portanto, a integração entre a fundamentação teórica e a aplicação de estratégias participativas fortalece a cultura da segurança coletiva e individual.

2.4 Design e aplicativos educacionais

O desenvolvimento de aplicativos digitais voltados para à educação em temas complexos, como a prevenção de desastres naturais, demanda aplicação prática como fundamentos dos conceitos de Design de Experiência do Usuário (*User Experience*) e Design Interface do Usuário (*User Interface*).

Nesse sentido, Nielsen & Norman Group (1988) considera a experiência do usuário sendo “um conceito integrativo de todos os aspectos da interação entre o usuário final e a empresa, seus serviços e produtos”. Sendo assim, “O design de experiência do usuário, como o próprio nome sugere, trata de projetar a experiência ideal de usar um serviço ou produto. Como tal, pode envolver todos os tipos de produtos e serviços” (Soegaard, 2020, p.5).

Para Garrett (2011), a experiência do usuário vai além do funcionamento do produto ou serviço, sendo:

A experiência do usuário não é sobre o funcionamento interno de um produto ou serviço. A experiência do usuário é sobre como ele funciona do lado de fora, onde uma pessoa entra em contato com ele. Quando alguém pergunta como é usar um produto ou serviço, eles estão perguntando sobre a experiência do usuário." (Garrett, 2011, p.11)

Assim, a percepção de qualidade e o nível de satisfação em relação a um produto, serviço ou sistema são diretamente impactados pela experiência do usuário. O êxito de um produto ou serviço, na maioria das vezes, está intrinsecamente conectado à excelência dessa experiência antes, durante e depois do uso.

Para propor melhor solução em projetos que envolvam experiência do usuário, é fundamental que o “designer estude e avalie como os usuários se sentem sobre um sistema, levando em consideração aspectos como a facilidade de uso, percepção de valor do sistema, utilidade, eficiência na execução de tarefas” (Matiola, 2015).

Para Garrett (2011), o design de interface de usuário “é todo sobre selecionar os elementos de interface corretos para a tarefa que o usuário está tentando realizar e arranjá-los na tela de uma maneira que será prontamente compreendida e facilmente utilizada.” Assim, permite que a atenção do usuário permaneça focada no processo de aprendizagem e na absorção da informação, garantindo que a interface seja intuitiva.

Matiola (2015) explica que o Design de Interface do Usuário compreende o meio pelo qual um indivíduo interage e exerce controle sobre um dispositivo, software ou aplicativo. Essa mediação ocorre por meio de componentes visuais, como botões, menus e painéis de navegação, que viabilizam a comunicação e a interação direta entre o usuário e o sistema. Gould e Lewis (1985), comentam que de uma certa forma, todos os processos de design são centrados no usuário porque buscam envolvê-los durante as etapas. Rogers, Preece e Sharp (2013) falam que o processo de design envolve quatro etapas fundamentais: 1) identificar necessidades; 2) design/redesign; 3) gerar alternativas e 4) avaliar.

Essa abordagem garante o engajamento contínuo do aluno, pois uma interface avaliada, segundo diretrizes e heurísticas de usabilidade (Nielsen, 1994), evita frustrações que levariam ao abandono do aplicativo. Em cenários complexos de aprendizagem, a facilidade de uso, a percepção de valor e a eficiência na execução de tarefas são fundamentais para que a tecnologia atue como um facilitador pedagógico. Assim, Nielsen (1994) propôs dez diretrizes fundamentais para interfaces, elas são uma lista de regras práticas que servem para criar, avaliar e identificar possíveis problemas.

Quadro 4 - As dez heurísticas de Nielsen

Visibilidade do status do sistema	O design deve manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, por meio de feedback apropriado e em tempo hábil.
Compatibilidade entre o sistema e a vida real	O design deve sempre falar a linguagem do usuário. Usando frases, palavras e conceitos que são familiares ao invés de jargões internos.
Controle e liberdade do usuário	Os usuários costumam realizar ações por engano. Eles precisam de uma “saída de emergência” claramente marcada para abandonar a ação indesejada.
Consistência e padrões	O sistema deve ser consistente. Os usuários não devem ter que se perguntar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa.
Prevenção de erros	Mensagens de erro claras são importantes, mas os melhores designs evitam cuidadosamente que os problemas ocorram em primeiro lugar.
Reconhecimento ao invés de lembrança	Evite fazer com que os usuários tenham que se lembrar de informações. Minimize a carga de memória do usuário tornando elementos, ações e opções visíveis.
Flexibilidade e eficiência de uso	O sistema deve prever o nível de proficiência do seu usuário oferecendo atalhos para usuários mais experientes acelerando a sua interação
Estética e design minimalista	As interfaces não devem conter informações irrelevantes. Deve conter apenas as informações relevantes para o funcionamento.
Reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros	As mensagens de erro devem ser expressas em linguagem simples (sem códigos de erro), indicar o problema com precisão e sugerir uma solução de forma construtiva.
Ajuda e documentação	Se necessário, fornecer documentação que ajude o usuário a entender e concluir a sua tarefa.

Fonte: Nielsen (2007).

Para que essas diretrizes sejam aplicadas na prática, é fundamental a escolha de ferramentas tecnológicas. Na etapa de desenvolvimento, é comum o uso de softwares para desenhar as telas, mapear a jornada do usuário e validar toda a experiência do usuário e interface vista anteriormente. A Figura 10 mostra algumas plataformas de desenvolvimento de interfaces que, apesar de terem funções parecidas, apresentam algumas especificidades.

Figura 10 - Plataformas para desenvolvimento de aplicativos

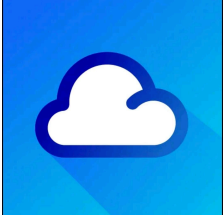


Fonte: Figma (2026); Sketch (2026); Adobe (2023).

O Sketch atende desde profissionais individuais até equipes, abrangendo o ciclo completo de design de produto, criação de sistemas e entrega aos desenvolvedores. O Figma tem forte apelo colaborativo, onde engaja equipes multidisciplinares, incluindo designers, gerentes e desenvolvedores, permitindo criar, compartilhar e testar projetos simultaneamente para acelerar feedbacks e tomadas de decisão. De forma complementar, por fim, o Adobe XD centraliza essas etapas, permitindo que os designers construam experiências interativas de maneira ágil utilizando um único aplicativo.

Observando como as diretrizes de usabilidade e as ferramentas de design se manifestam na prática, percebemos claramente que o sucesso de um aplicativo depende de uma experiência de usuário eficiente. Assim, foi feita uma listagem de aplicativos para mostrar interfaces destinadas à prevenção de desastres naturais, com o objetivo de verificar a adequação do design dessas interfaces às necessidades dos usuários (Quadro 5). Portanto, percebe-se a existência de oportunidades de desenvolvimento de aplicativos móveis voltados para a questão de prevenção de desastres naturais.

Quadro 5 - Aplicativos voltados para prevenção de desastres naturais

Marca do App	Nome e descrição	Objetivo	Sistema operacional e idioma
	1Weather: projetado tanto para quem quer apenas dar uma olhada rápida na temperatura antes de sair de casa, quanto para quem precisa acompanhar o desenvolvimento de sistemas climáticos complexos através de mapas de radar interativos.	é fornecer previsões meteorológicas altamente precisas, em tempo real e hiperlocais, ajudando os usuários a planejarem suas rotinas, viagens e atividades ao ar livre.	Android/ Português
	Cidadão Defesa Civil AM: aplicativo voltado para alertas de riscos, previsão de chuvas e registros de ocorrências no Estado do Amazonas.	fornecer informações meteorológicas e geológicas em tempo real e permitir o cadastro e acompanhamento de ocorrências da Defesa Civil.	Android/ Português
	Disaster Alert: é um aplicativo que fornece informações em tempo real e mostra relatórios detalhados sobre desastres ao redor do mundo.	Fornecer informações em tempo real sobre desastres ao redor do mundo, permitindo que personalize alertas e visualize relatórios de impacto.	Android/ Português
	Disaster Preparedness Tokyo: Oferece conhecimentos básicos sobre preparação para desastres que podem ser assimilados enquanto se brinca no app, além de folhetos sobre preparação para desastres, mapas de prevenção de desastres e outros conteúdos úteis durante uma emergência.	O aplicativo busca promover a autonomia e a segurança da população em todas as fases de um desastre, prevenção, resposta e recuperação, garantindo acessibilidade universal por meio de suporte a vários idiomas e interfaces adaptadas para crianças e idosos.	Android/ Português
	FEMA: fornece ferramentas e informações essenciais para ajudar você a se preparar, se manter seguro durante e se recuperar de desastres naturais.	Ensinar como agir em desastres, comunicar alertas de perigo em tempo real e ajudar a solicitar assistência e encontrar centros de apoio após o desastre.	Android/ Português

Fonte: Google Play (2026)

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa aplicada, quanto a sua natureza. Quanto ao objetivo trata-se de uma pesquisa exploratória que se inicia com o levantamento bibliográfico sobre os eixos temáticos para compreensão do fenômeno, passando por coleta e análise de dados para aprimoramento de ideias.

Pesquisa é a construção de conhecimento original, de acordo com certas exigências científicas. É um trabalho de produção de conhecimento sistemático, não meramente repetitivo, mas produtivo, que faz avançar a área de conhecimento a qual se dedica (Goldenberg, 2011, p. 61).

Quanto à abordagem do problema trata-se de uma pesquisa qualitativa com base no *Design Science Research* (DSR), voltada para a ciência do artificial, ou ciência do produto, buscando compreender um fenômeno com o objetivo de encontrar e executar soluções para os problemas existentes, cujo resultado desse processo seja a concepção de uma nova oferta de valor para a sociedade.

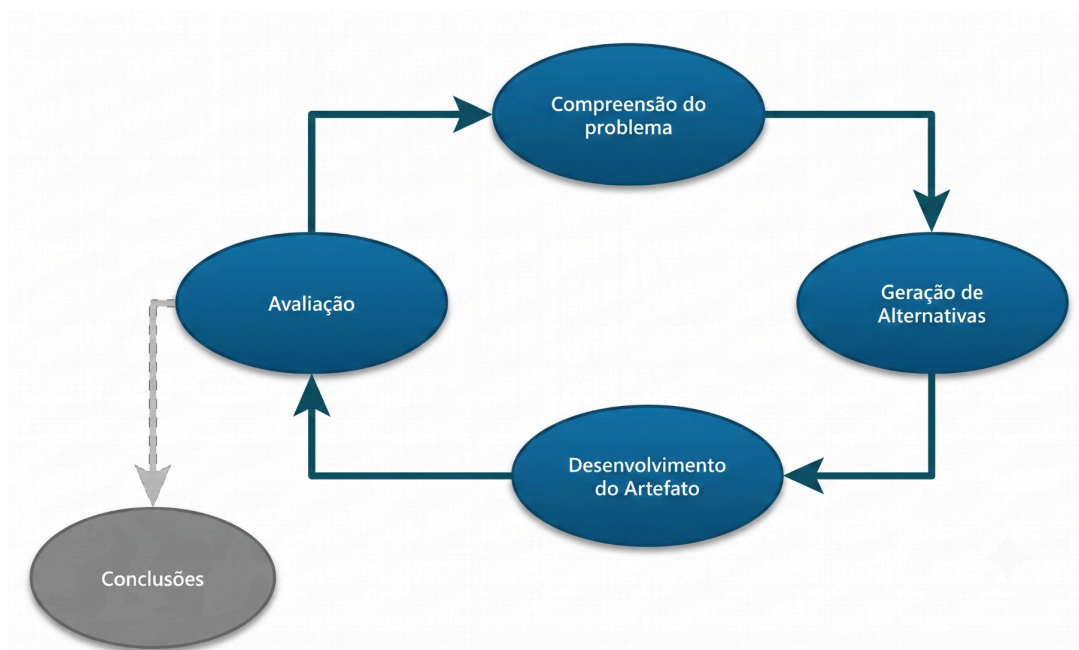
Myers e Venable (2014) argumentam que, diferentemente da tradição das ciências naturais e sociais, que buscam a compreensão de fenômenos no mundo, a Design Science se apoia na tradição do próprio Design onde é prevalente a ideia de se desenvolver artefatos para mudar e melhorar o mundo (SANTOS, 2018, p. 72).

Por fim, quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de um estudo de caso, cujo evento foco é a prevenção de desastres naturais através de um aplicativo que busca promover a educação sobre medidas preventivas e respostas a desastres e também fará uso dos procedimentos propostos por Garret (2011).

3.1.1 Design Science Research (DSR)

O processo de desenvolvimento em Design Science Research (DSR) é “um método de pesquisa onde são desenvolvidas e avaliadas a eficiência e eficácia de um artefato na solução de uma categoria de problema” (Santos, 2018, p. 72). O processo possui cinco etapas essenciais: 1) Compreensão do problema; 2) Geração de Alternativas; 3) Desenvolvimento; 4) Avaliação e 5) Conclusões. A Figura 11 mostra todo o ciclo do processo.

Figura 11 - Ciclo do processo do Design Science Research



Fonte: Santos (2018).

Na primeira etapa da *Design Science Research* (DSR), o objetivo central é compreender o problema. Trata-se de uma fase orientada por uma abordagem sistêmica e não reducionista, que exige o engajamento dos atores relevantes para um entendimento profundo do contexto estudado. Além de englobar a definição de procedimentos metodológicos e a revisão bibliográfica, “a etapa pode envolver a revisão de artefatos já desenvolvidos para problemas de natureza similar e possíveis implicações éticas do desenvolvimento de um novo artefato” (Santos, 2018). Por fim, o processo é concluído com a elaboração de um briefing para a geração de alternativas, estabelecendo o escopo necessário para orientar o desenvolvimento de soluções satisfatórias.

A segunda etapa consiste na geração de uma ou mais alternativas do artefato com intuito de solucionar os problemas encontrados na fase anterior. Por ser uma etapa essencialmente criativa, pode ser conduzida individualmente ou de forma colaborativa com outras equipes. Como forma de apoio nessa fase, Santos (2018) destaca que “as técnicas convencionais de criação utilizadas pelo Design são possíveis de adoção nesta etapa (ex: 635, *Brainstorming*) assim como técnicas de representação de alternativas (ex: *storyboards*, *mock-ups*, infográficos)”.

A terceira etapa compreende o desenvolvimento do artefato, nessa fase é possível envolver diferentes tipos de abordagens, tais como: “infográficos, algoritmos computacionais, mock-ups, modelos, maquetes e protótipos com diversos níveis de fidelidade” (Lacerda *et al.*, 2013). Nessa fase, pode “ocorrer a inclusão de novas ferramentas, conceitos, métodos ou até mesmo a tangibilização destes em um novo produto físico ou digital, serviço ou sistema” (Santos, 2018, p. 87).

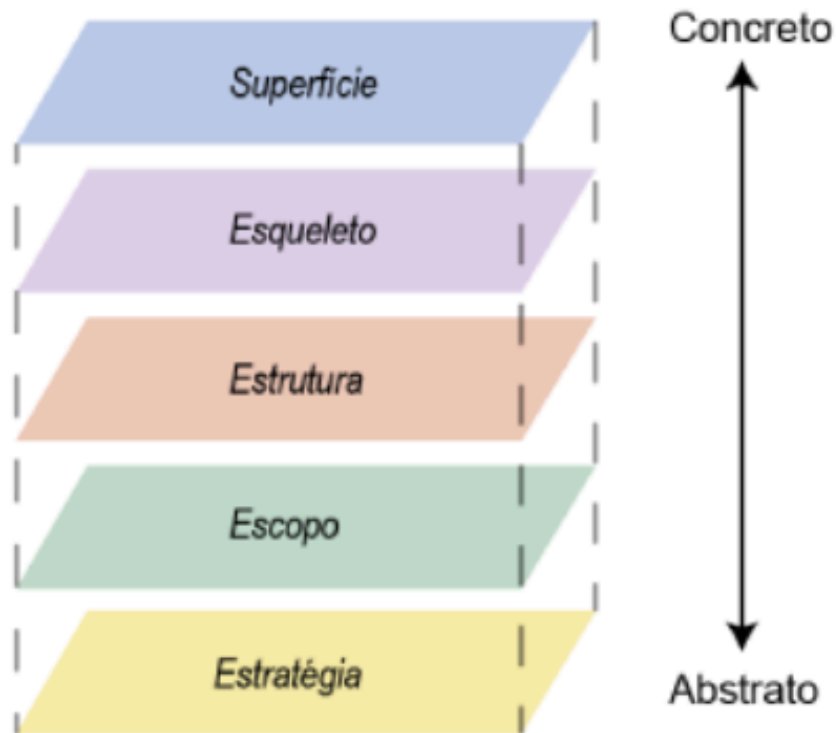
A quarta etapa consiste no processo que busca garantir tanto a validação científica, através da concepção e condução da pesquisa, quanto a validação pragmática, eficácia e concretização das soluções. “A Avaliação é definida como o processo rigoroso de verificação do comportamento do artefato no ambiente para o qual foi projetado, em relação às soluções que se propôs alcançar” (Lacerda *et al.*, 2013, p. 750).

Por fim, após o encerramento do ciclo de avaliação, é realizada a formalização do estudo com suas considerações e conclusões finais. Santos (2018) sugere que o texto se concentre no problema central da pesquisa e nos seus respectivos objetivos, sintetizando de forma textual ou visual todas as lições aprendidas durante o estudo e destacando as contribuições do trabalho para a classe de problemas constatada na etapa de Compreensão do Problema

3.1.2 Metodologia de Garrett

Para o desenvolvimento da interface do projeto, foi utilizada a metodologia de Garrett (2011), que propõe um processo com cinco planos fundamentais, transitando de fases mais abstratas até o visual concreto do produto. Os planos são (figura 12): 1) Estratégia; 2) Escopo, 3) Estrutura, 4) Esqueleto e 5) Superfície.

Figura 12 - Os cinco planos da metodologia de Garrett.



Fonte: Garret (2011).

No Plano da Estratégia, são definidos as necessidades dos usuários e os objetivos do produto, pontos fundamentais que formam o plano da estratégia e orientam as decisões de design no processo de experiência do usuário. Como forma de evitar o fracasso, Garrett (2011) comenta que é essencial definir claramente os objetivos que se deseja alcançar com o produto e necessidades dos usuários. Para isso, o autor recomenda algumas ferramentas, como a criação de Personas para traçar o perfil do público, e a análise de concorrentes para compreender o mercado alvo.

No plano do Escopo, são definidas claramente as funcionalidades do produto. Nesse plano, transformamos as definições abstratas do plano anterior em especificações concretas, tendo como objetivo definir com exatidão o que será desenvolvido através das especificações funcionais e dos requisitos de conteúdo. Garrett (2011) comenta que essa etapa é valiosa, pois permite lidar com pontos difíceis enquanto o projeto ainda é hipotético, mostrando o que será enfrentado agora ou futuramente.

O plano da Estrutura é a etapa da metodologia onde os requisitos e funcionalidades da fase anterior começam a ganhar forma mais concreta. Nessa fase, utilizam-se a Arquitetura da Informação, para organizar e estruturar o conteúdo, e o Design de Interação, para determinar o comportamento do sistema. Assim, estas disciplinas determinam a forma como o sistema irá responder e como a informação será organizada, facilitando a interação do público com o sistema e garantindo uma experiência satisfatória.

No plano do Esqueleto, ocorre o aprimoramento da estrutura definida na etapa anterior. Nesse plano, é definida a forma que as funcionalidades do produto assumirão, tratando questões mais específicas e concretas da interface e detalhes refinados, dividindo-se em três frentes: Design de Interface, que seleciona e posiciona os elementos interativos corretos para permitir a execução de tarefas; o Design de Navegação, que cria os menus, links e caminhos para que o usuário possa navegar pelo sistema; e o Design de Informação, que estrutura a apresentação visual para garantir clareza. Garrett (2011) defende o uso de Wireframe, protótipos simples, como ferramenta principal, mantendo-os de forma simples e sem cores, assegurando, assim, que a equipe foque somente nas questões de usabilidade, navegação e organização antes de avançar para a próxima etapa.

Por fim, no plano da Superfície, criam-se todos os aspectos com os quais o usuário irá interagir diretamente, através do Design Sensorial. Assim, unem-se função, conteúdo e estética para garantir que o produto final seja visualmente agradável e cumpra todos os objetivos das etapas da metodologia.

3.2 Procedimentos adotados

Conforme ilustrado no Quadro 6, esta pesquisa integra as cinco etapas da metodologia de Garrett (2011) às fases do *Design Science Research* (DSR), garantindo um processo sistemático que vai da identificação do problema à validação da solução.

Quadro 6 - Procedimentos adotados na pesquisa.

Planos de Garrett (2011)	Fases da DSR	Procedimentos adotados
ESTRATÉGIA	Descoberta	Compreensão do Problema
		Compreensão da necessidade dos usuários
		Compreensão do que existe no mercado
		Compreensão do objetivo e definição do ponto de vista
ESCOPO	Definição	Definição do conceito, funcionalidades e requisitos importantes
ESTRUTURA	Ideação	Definição da estrutura conceitual, conectando conceitos que foram definidos.
ESQUELETO		Definição dos aspectos funcionais da interface gráfica: organização dos elementos, aspectos informacionais e de navegação
SUPERFÍCIE		Definição dos elementos estéticos da interface gráfica: cores, padrões, tipografias, imagens, etc.
PROTÓTIPO	Implementação	Desenvolver o protótipo com base no design da informação, da interface e da interação definidos para o projeto.
AValiação	Validação	Desenvolver uma pesquisa com os usuários para testar a proposta e validar os resultados obtidos.

Fonte: adaptado de Garrett (2011).

A fase de avaliação e validação ocorrerá em uma etapa posterior, como um desdobramento da atual pesquisa. Essa continuidade será formalizada por meio de um artigo científico, a ser definido posteriormente pelo discente e sua orientadora.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Estratégia

Na primeira etapa do método de Garrett (2011), denominada Estratégia, alinhada à abordagem do Design Science Research, ocorre a definição do problema, das necessidades dos usuários e dos objetivos do produto, pontos fundamentais para estabelecer a base do projeto e orientar as decisões de design no processo de experiência do usuário.

Nesse contexto, este projeto busca desenvolver um protótipo de aplicativo que ensina a população maranhense a agir de forma adequada em situações de ameaças naturais, por meio de funcionalidades que ajudam a promover a educação sobre medidas preventivas e respostas a desastres naturais de forma acessível e prática.

Portanto, para o desenvolvimento dessa etapa, foram definidas as seguintes técnicas e ferramentas: Pesquisa com usuários por meio de formulário, Criação de personas e cenários, Análise de similares e Análise SWOT. Essas técnicas contribuem para compreender o problema, mapear as necessidades do usuário, identificar possíveis soluções e definir os requisitos iniciais. Assim, as informações e os resultados coletados servirão de base para as próximas etapas da metodologia.

4.1.1 Pesquisa com usuários

Com o objetivo de compreender o público e suas necessidades, foi elaborado e aplicado um questionário na plataforma *Google Forms*, respondido por 24 participantes mediante apresentação e aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme o Apêndice A. Os resultados revelam um público jovem adulto, de 26 a 35 anos, a maioria com ensino superior e concentrado na capital metropolitana do estado.

Em relação à percepção de desastres, a maioria afirma que nunca foi afetada por nenhum evento climático, mas considera que sua comunidade/bairro não está totalmente preparada. Além disso, os participantes não sabem exatamente, ou sabem apenas parcialmente, quais medidas preventivas tomar diante de um sinal de alerta. A maioria considera que os fatores que causam ou agravam os desastres

naturais na sua região estão relacionados à falta de infraestrutura, ao desmatamento, à poluição e à falta de preparação e informação.

Quanto à busca de informações, os principais canais são as redes sociais, combinadas com a televisão, o rádio e a conversa com vizinhos e amigos. Ainda, a maioria sente falta de informações que ensinem o que fazer antes de o desastre acontecer, em vez de apenas receberem o alerta durante a ocorrência.

Quando perguntados sobre aplicativos voltados para alertas de tempo ou prevenção de desastres, a maioria nunca utilizou, mas afirma que faria uso desde que a ferramenta fosse fácil de utilizar. Em relação às funcionalidades no aplicativo, a maioria considera que o uso de textos curtos, vídeos e ilustrações facilita a aprendizagem.

Além disso, as funcionalidades que receberam as maiores notas foram: alertas de risco em tempo real (95,7%); orientações práticas sobre o que fazer (87%); acesso rápido a telefones de emergência (87%); além de mapas com rotas de fuga (82,6%), mapeamento de riscos locais (82,6%) e Informações sobre tipos de desastres comuns da região maranhense (78,3%).

Os resultados demonstraram que, apesar do nível alto de escolaridade, existe um preparo técnico baixo para enfrentar desastres naturais. Além disso, verificou-se, na pesquisa com os usuários, o interesse por uma plataforma confiável que reúna informações e recursos educativos. Portanto, os resultados da pesquisa reforçam a proposta deste trabalho, onde busca desenvolver um aplicativo voltado à educação preventiva da população maranhense.

4.1.2 Personas e cenários

De acordo com Garrett (2011), as personas são figuras fictícias construídas com o objetivo de representar as necessidades de uma ampla variedade de usuários, ajudando a manter o foco no público durante todo o processo de design. Nesse sentido, Pazmino (2015, p.108) destaca que a sua criação a partir dos dados da pesquisa “pode dar ao produto um maior valor de uso, além de poder simplificar o processo de projeto e melhorar o conhecimento da equipe sobre o público-alvo, podendo, ainda, melhorar a qualidade de decisões do projeto”.

Assim, foram elaboradas duas personas e seus respectivos cenários com o objetivo de representar os perfis de usuários identificados nos resultados da pesquisa realizada anteriormente, sintetizando suas características, necessidades, dificuldades e expectativas. A seguir, a Figura 13 e a Figura 14 apresentam o resultado dessa representação.

Figura 13 - Persona Lucas.



LUCAS

**Informações**

Nome: Lucas Perreira
Idade: 29 anos
Profissão: Assistente administrativo
Local: São Luís



Utiliza as redes sociais diariamente para se informar e se comunicar. É atento ao que acontece na cidade e em seu bairro.

**Dores | Frustrações**

- Nunca perdeu seus bens em situações adversas, mas se sente inseguro por falta de informações que ensinem o que fazer antes do desastre acontecer;
- Frustra-se ao perceber que a maioria dos alertas chegam apenas durante a emergência.

**Necessidades | objetivos**

- Aprender de forma rápida, por meio de textos curtos e ilustrações, o que fazer antes que um desastre aconteça.
- Busca receber alertas confiáveis em tempo real.

**Cenário**

Lucas recebe um alerta crítico do aplicativo informando sobre o risco iminente de enchente em seu bairro devido à rápida elevação do nível da água. Seguindo as informações do aplicativo, ele consegue evacuar em segurança para a casa de familiares e ainda compartilha as rotas no grupo de WhatsApp dos vizinhos, auxiliando a vizinhança no processo de saída.

Fonte: Do autor (2026).

Figura 14 - Persona Camila.



CAMILA

Informações

Nome: Camila Silva
Idade: 35 anos
Profissão: Assistente social
Local: São Luís

Atenta aos problemas do seu bairro e sempre está conversando com seus vizinhos. Gosta de usar tecnologia para resolver problemas no seu dia a dia.

Dores | Frustrações

- Sente falta de uma ferramenta centralizada para avisar uns aos outros sobre perigos locais;
- Acha que os materiais disponíveis sobre desastres são longos e usam uma linguagem muito técnica.

Necessidades | objetivos

- Deseja uma plataforma interativa onde possa reportar ocorrências;
- Buscar conteúdos de prevenção apresentados de forma direta e compreensível.

Cenário

Durante um período de chuvas intensas, Camila percebe que uma área próxima à sua rua apresenta sinais de deslizamento de terra. Imediatamente, ela abre o aplicativo, acessa e registra a ocorrência, inserindo o local exato no mapa. Com isso, outros usuários da região, como Lucas, visualizam a sinalização de alerta gerada por Camila no aplicativo e alteram seus trajetos, evitando transitar pela área de perigo e garantindo a segurança coletiva.

Fonte: Do autor (2026).

4.1.3 Análise de similares

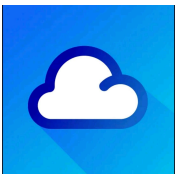
Nesta etapa, utilizou-se a ferramenta de Análise de Similares como forma de compreender as características dos aplicativos semelhantes disponíveis no mercado atual. Conforme Baxter (2000), essa técnica serve para “comparar os produtos em desenvolvimento com produtos já existentes ou àqueles dos concorrentes, baseando-se em certas variáveis, chamadas de parâmetros comparativos”.

Segundo Pazmino (2015), os produtos concorrentes no mercado podem ajudar na tomada de decisão e permitem observar as características ideais, criando a oportunidade de conservar, melhorar ou fazer algo totalmente diferente.

Os aplicativos escolhidos para esta etapa, já apresentados anteriormente neste trabalho, atenderam aos seguintes critérios de inclusão: o acesso gratuito, avaliação mínima de 3,0 nas lojas de aplicativos e que tenha relação com monitoramento, prevenção ou preparação para desastres naturais. Inicialmente, para verificar os parâmetros técnicos, as características a seguir foram avaliadas (Quadro 7):

- a) Conteúdo educativo: existência de materiais educativos sobre desastres e riscos;
- b) Alerta em tempo real: Presença de notificações que atualizem o usuário sobre possíveis eventos ou riscos iminentes;
- c) Orientações sobre prevenção: instruções que ensinam como agir antes, durante e após desastres;
- d) Recursos visuais: Mapas, ilustrações, ícones, imagens, infográficos e outros elementos que ajudem a compreender as informações.
- e) Sistema Operacional: compatibilidade com Android, IOS ou ambos.

Quadro 7 - Análise de aplicativos similares

Aplicativo	Conteúdo Educativo	Alertar em tempo real	Orientação sobre prevenção	Recursos visuais	Sistema operacional
 1Weather	Parcialmente possui.	Possui	Não possui	Mapas, ícones e gráficos	IOS e Android
 Cidadão Defesa Civil AM	Não possui	Não possui	Não possui	Mapas, ícones e gráficos	IOS e Android
 Disaster Alert	Não possui	Possui	Não possui	Mapa, ícones e infográficos	IOS e Android
 Disaster Preparedness Tokyo	Possui	Possui	Possui	Mapa, ícones e ilustrações	IOS e Android
 FEMA	Possui	Possui	Possui	Mapa, ícones, ilustrações e imagens	IOS e Android

Fonte: Elaborado pelo autor e Google Play (2026)

No resultado da análise, observa-se que a maioria dos aplicativos prioriza funcionalidades voltadas ao monitoramento de eventos e ao envio de alertas em tempo real. Além disso, todos os aplicativos analisados apresentam compatibilidade com os sistemas operacionais Android e iOS, ampliando o acesso dos usuários.

Outro aspecto em comum é o uso de recursos visuais, como mapas, ícones e gráficos, ilustrações e imagens que auxiliam na compreensão das informações pelos usuários e tornam a navegação mais intuitiva. Entretanto, nota-se que os aplicativos *Disaster Alert* e *1Weather* apresentam excesso de informações e recursos visuais, gerando uma carga mental elevada durante a navegação e comprometendo a experiência do usuário.

Também, constatou-se que apenas os aplicativos FEMA e *Disaster Preparedness Tokyo* oferecem, de forma completa, conteúdos educativos e orientações sobre prevenção voltados à preparação da população para situações de risco e desastres naturais. No entanto, essas propostas foram desenvolvidas em contextos internacionais, o que demonstra a necessidade de uma proposta voltada para as características socioambientais e culturais da população maranhense.

Em seguida, após a análise dos parâmetros técnicos, foram analisados os aspectos de usabilidade dos aplicativos, seguindo a avaliação heurística proposta por Nielsen (2007). A avaliação foi realizada de forma qualitativa, por meio da navegação nos aplicativos e da verificação do atendimento aos princípios. Para cada heurística, foram adotados três critérios de classificação: “Sim”, quando atende adequadamente, “Parcialmente”, quando apresenta limitações e “Não” quando o princípio da heurística não é encontrado. O Quadro 8 a seguir mostra a análise dos aplicativos *1Weather*, *Cidadão Defesa Civil AM*, *Disaster Alert*, *Disaster Preparedness Tokyo* e FEMA.

Quadro 8 - Avaliação dos aplicativos segundo as heurísticas de Nielsen.

1Weather	Cidadão Defesa Civil AM	Disaster Alert	Disaster Preparedness Tokyo	FEMA
1. Visibilidade do status do sistema				
Parcialmente	Sim	Parcialmente	Sim	Sim
2. Compatibilidade entre o sistema e a vida real				
Parcialmente	Sim	Não, Excesso de jargões técnicos.	Sim	Sim
3. Controle e liberdade do usuário				
Sim	Sim	Não	Sim	Parcialmente
4. Consistência e padrões				
Sim	Parcialmente	Parcialmente	Sim	Parcialmente
5. Prevenção de erros				
Sim	Sim	Não	Parcialmente	Não
6. Reconhecimento ao invés de lembrança				
Sim	Sim	Não	Sim	Não
7. Flexibilidade e eficiência de uso				
Não	Não	Parcialmente. limitado a algumas funções	Parcialmente	Parcialmente
8. Estética e design minimalista				
Não. excesso de informações e anúncios	Sim	Não. excesso de informações e anúncios	Sim	Parcialmente
9. Reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros				
Não	Sim	Não	Sim	Parcialmente
10. Ajuda e documentação				
Não	Não	Parcialmente	Não	Sim

Fonte: Do Autor (2026)

Assim, a avaliação permitiu identificar pontos fortes e limitações na usabilidade dos aplicativos. De modo geral, observou-se melhor desempenho em heurísticas relacionadas à Visibilidade do status do sistema, Compatibilidade entre o sistema e a vida real, Controle e liberdade do usuário e Consistência e padrões. No entanto, encontram-se limitações nas heurísticas relacionadas à Flexibilidade e eficiência de uso, à Prevenção de erros, ao Reconhecimento em vez de lembrança e à Ajuda e documentação. Entre os dados analisados, observa-se que o aplicativo *Disaster Preparedness Tokyo* possui um desempenho consistente na avaliação, destacando-se como uma referência importante no desenvolvimento do protótipo.

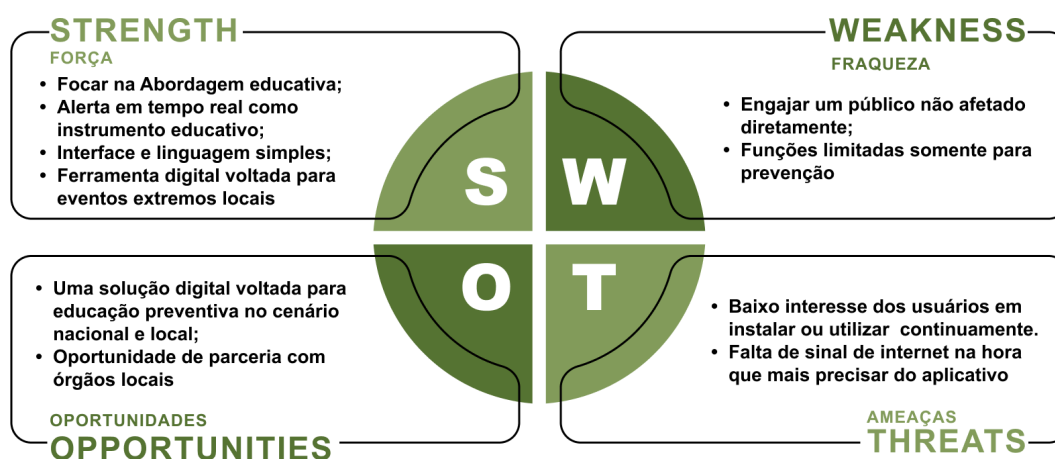
4.1.4 Análise SWOT

Segundo Pazmino (2015), a análise SWOT, também conhecida como FFOA em português, é uma ferramenta utilizada para realizar análises de cenário, servindo como base para a gestão e o planejamento estratégico. Assim, Baxter (1995, p. 111) comenta que a análise serve de “base para a elaboração de um plano estratégico para a empresa. Este deve aproveitar as oportunidades, usando as forças e reforçando as fraquezas, sem se descuidar das ameaças, para evitar surpresas desagradáveis”.

A matriz é dividida em quatro pilares: Forças (Strengths), que representam as vantagens internas em relação aos concorrentes; Fraquezas (Weaknesses), que indicam as desvantagens internas em relação aos outros concorrentes; Oportunidades (Opportunities), referentes aos pontos positivos do ambiente externo que favorecem a competitividade do produto; e Ameaças (Threats), que são os pontos negativos do ambiente externo capazes de reduzir essa competitividade.

Dessa forma, a ferramenta foi escolhida para identificar os fatores internos e externos que podem influenciar o desenvolvimento do projeto. A análise foi elaborada a partir dos resultados anteriores da pesquisa e organizada na matriz a seguir (Figura 15).

Figura 15 - Matriz da análise SWOT.



Fonte: Do Autor (2026).

Em relação às Forças, destaca-se o foco na abordagem educativa, que busca orientar os usuários sobre medidas preventivas relacionadas aos desastres. Além disso, a proposta de integrar alertas em tempo real com informações educativas, diferenciando-se de outros aplicativos que apenas notificam eventos climáticos. Também, a adoção de uma interface simples e linguagem acessível, necessidades identificadas no questionário com os usuários.

Em relação às Fraquezas, identificou-se o desafio de manter o engajamento dos usuários que nunca passaram por alguma situação envolvendo desastres naturais, percebendo uma menor necessidade de utilizar continuamente o aplicativo. Além disso, funções voltadas somente à prevenção e educação, visto que outros aplicativos possuem funções que abrangem diversas funções voltadas para a gestão de risco.

Em relação às Oportunidades, destaca-se a proposta de uma solução digital, considerando a crescente necessidade de ferramentas digitais voltadas para a educação preventiva frente ao aumento das ocorrências de desastres extremos. Somado a isso, destaca-se a oportunidade de parcerias com órgãos públicos locais, como a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros.

Por fim, em relação às Ameaças, destacam-se o baixo interesse dos usuários em instalar ou utilizar continuamente o aplicativo, especialmente quando não

identificam riscos de desastres imediatos, e a dependência do sinal local da internet para o funcionamento de determinadas funções.

Dessa forma, a Análise SWOT mostrou alguns fatores estratégicos e requisitos essenciais que servirão de base para etapas seguintes de desenvolvimento desta pesquisa.

4.2 Escopo

Na etapa do Escopo, são definidas as funcionalidades dos produtos, as definições abstratas da etapa anterior são transformadas em especificações concretas, definidas através das especificações funcionais e dos requisitos de conteúdo. Dessa forma, foi escolhida a ferramenta *Briefing* para seleção especificações e requisitos do produto.

4.2.1 Briefing

Segundo Pazmino (2015), o *briefing* é um guia estratégico completo de informações sobre as necessidades e restrições do projeto, detalhes sobre o produto, mercado e diferenciais que podem ser explorados. Para Schlatter e Levinson (2013, p.90), a criação do *briefing* em um projeto "serve para ajudar a embasar as discussões sobre a priorização de requisitos e fornecer um guia para o design da interface visual".

Pazmino (2015) comenta que os elementos que formam o *briefing* dependem de alguns fatores como as características do cliente, a complexidade do projeto, a sua natureza, entre outros. Nesse sentido, diante das especificidades deste projeto, o Quadro 9 foi construído a partir dos resultados obtidos anteriormente, apresentando as informações e os requisitos necessários para desenvolvimento da interface. Os dados definidos no *briefing* são fundamentais para etapas seguintes criando critérios que ajudarão a guiar o projeto.

Quadro 9 - Briefing do aplicativo

Tópico	Descrição	
Público	Jovem adulto entre 26 a 35 anos de idade.	
Localização	São Luís/MA	
Questão do problema	Como um aplicativo educativo voltado para comunidades maranhenses pode contribuir para a prevenção de desastres naturais e para a tomada de decisão mais segura em situações de risco?	
Objetivos	Desenvolver um protótipo de aplicativo que ensina a população maranhense a agir de forma adequada em situações de ameaças naturais.	
Característica do projeto	O projeto apresenta natureza aplicada, visto que gera conhecimentos para aplicações práticas com objetivo de solucionar problemas específicos.	
Palavras chaves	Desastres naturais. Educação. Prevenção. Orientação	
Requisitos do aplicativo		
Requisitos do aplicativo	Especificações funcionais	Classificação
Abordagem educativa	Seção dedicada à educação preventiva, fornecendo informações sobre desastres locais e instruções focadas na preparação para situações de risco.	Obrigatório
Alertas	Seção de alertas onde as notificações de risco são acompanhadas de orientações práticas relacionadas ao risco.	Obrigatório
Interface simples e intuitiva	A interface gráfica deve ser desenvolvida de forma simples e intuitiva, utilizando recursos visuais e vocabulário acessível para facilitar a compreensão.	Obrigatório
Telefones de emergência	A interface deve ter uma seção específica voltada para contatos de emergência com órgãos locais como defesa civil e/ou bombeiros.	Desejável

Fonte: Do Autor (2026).

4.3 Estrutura

Na etapa da Estrutura, os requisitos e funcionalidades da fase anterior começam a ganhar forma mais concreta. Para Garrett (2011) plano serve para desenvolver uma estrutura conceitual para o produto, determinando a maneira como as várias características e funções se encaixam para formar um todo. Além disso, o autor defende que é essencial manter a uniformidade no design, sendo uma parte

importante para garantir que a interface se comunique de forma eficaz, sem confundir ou sobrecarregar os usuários.

Segundo Arty (2019), os elementos do design de interfaces dividem-se em quatro categorias estruturais, cada qual desempenhando uma função específica na funcionalidade do sistema:

- Controles de entrada (*inputs*): elementos com os quais o usuário interage de forma direta para executar ações, englobando botões, ícones clicáveis, campos de texto e *checkboxes*.
- Componentes de navegação: recursos que direcionam o fluxo de telas, como botões direcionais e interações gestuais específicas.
- Componentes informativos: recursos predominantemente textuais utilizados para sinalizar, instruir e orientar o usuário durante o uso.
- Componentes de conteúdo: elementos de representação visual do sistema, constituídos por imagens, fotografias, ilustrações e recursos gráficos afins.

Nesse sentido, foram elaborados quadros estruturais (Figura 16) que detalham a organização dos elementos e dos conteúdos nas telas do aplicativo. Essa organização materializa os conceitos apresentados, auxiliando a navegação de forma intuitiva, aumentando a usabilidade do produto e reduzindo possíveis erros.

Figura 16 - Lista de Elementos e Subelementos da Interface.

Tela 1: Menu Inicial Inputs - Controles de Entrada Botão de Ação de perfil Botão home (tela inicial) Botão de Ação visto recente Botão de Alertas favoritos Barra de navegação inferior Componentes informativos Ícones, textos, logo e Imagem Conteúdo Ilustrações ou imagens Borda inferior e superior	Tela 2: Perfil do usuário Inputs - Controles de Entrada Botão de editar informações Botão de salvar configurações Toggle de permissão de notificação Barra de navegação inferior Componentes informativos Ícones, textos, logo e imagem Conteúdo Dados cadastrais Borda inferior e superior	Tela 3: Preparar Inputs - Controles de Entrada Botão de voltar página anterior Botão de desastre A Botão de desastre B Botão de desastre C Botão de filtragem Campo de texto (descrição) Componentes informativos Ícones, textos, logo e imagem Conteúdo Ilustrações ou imagens Borda inferior e superior
Tela 4: Desastre Inputs - Controles de Entrada Botão de voltar página anterior Campo de texto (descrição do desastre) Botão de Orientação Campo de texto (orientação do desastre) Componentes informativos Ícones, textos, logo e imagem Conteúdo Ilustrações ou imagens Borda inferior e superior	Tela 5: Alertas Inputs - Controles de Entrada Botão de voltar página anterior botão filtrar de Alertas Botão de Alerta Botão dropdown Campo de texto (orientação do desastre) Componentes informativos Ícones, textos, logo e imagem Conteúdo Ilustrações ou imagens Borda inferior e superior	Tela 6: Contatos de emergência Inputs - Controles de Entrada Botões de ligação direta (Defesa Civil, Bombeiros e SAMU) Botão de retorno Componentes informativos Ícones, textos, números logo e imagem Conteúdo Lista hierárquica de contatos emergência oficiais do Estado

Fonte: Do Autor (2026)

4.4 Esqueleto

No plano do Esqueleto, acontece o aperfeiçoamento da estrutura definida na etapa anterior. Nessa etapa, é definida a forma que as funcionalidades do produto assumirão, tratando questões mais específicas e concretas da interface e detalhes refinados, dividindo-se em três frentes: Design de Interface, que seleciona e posiciona os elementos interativos corretos para permitir a execução de tarefas; o Design de Navegação, que cria os menus, links e caminhos para que o usuário possa navegar pelo sistema; e o Design de Informação, que estrutura a apresentação visual para garantir clareza. Assim, utilizou-se a ferramenta *Card Sorting* com o objetivo mapear o modelo mental dos usuários. A partir dos resultados obtidos, foram elaborados o fluxograma e os *wireframes*, estruturando a navegação conceitual e garantindo uma interação intuitiva antes da aplicação visual.

4.4.1 Card Sorting

Segundo Kuniavsky (2003), a técnica de *Card Sorting* é utilizada para compreender como as pessoas organizam informações. Nessa técnica, os participantes organizam e classificam cartões com frases ou palavras em grupos. Assim, essa ferramenta ajuda a entender a sequência de tarefas em uma atividade, estruturar bancos de dados, organizar elementos de navegação ou nomear recursos e elementos de interface, permitindo criar relacionamentos visuais e estruturais que façam sentido para os usuários.

Além disso, o autor classifica o card sorting em dois tipos: *card sorting* aberto e card sorting fechado. No *card sorting* aberto, os participantes classificam os cartões da maneira que acham melhor. Já no *card sorting* fechado, os participantes atribuem os cartões a conjuntos predefinidos. Nesse sentido, para realização da técnica, optou-se pelo *card sorting* fechado e foi organizado na plataforma *Optimal Workshop*.

Também, foram selecionados alguns participantes do questionário visto anteriormente neste trabalho. Para eles, foram disponibilizados 19 cartões com sentenças que indicavam funções presentes no aplicativo, como também cinco seções fixas que representavam áreas do aplicativo. O objetivo dos participantes era relacionar essas funções com as seções do aplicativo, assim mostrando o caminho mental que os participantes realizam para buscar uma função dentro do aplicativo. Dessa forma, os cartões com sentenças foram disponibilizados para os participantes e nomeados da seguinte forma: Fazer login, Fazer cadastro, Editar perfil, Configurações do perfil, Sair da conta, Alerta de chuvas intensas, Alerta de enchentes, Alerta de estiagem, Alerta de deslizamento de terra, Filtrar tipo de desastre, O que são chuvas intensas, O que é deslizamento de terra, O que são secas e estiagem, O que são enchentes, Telefone da Defesa civil, Telefone do SAMU, Telefone dos Bombeiros, Alertas vistos recentes e Favorito. Também, os candidatos foram nomeados como Pessoa 1, Pessoa 2 e Pessoa 3, enquanto para seções foram atribuídas números, sendo: 1) Área de login, 2) Perfil do usuário, 3) Alertas de desastre, 4) Aprenda sobre desastres, 5) Contatos de emergência e 6) Tela inicial.

O Quadro 10 abaixo mostra os resultados das semelhanças nos modelos mentais de cada um dos participantes.

Quadro 10 - Resultados do card sorting

Cartões	Pessoa 1	Pessoa 2	Pessoa 3	Resultado
Fazer login	1	1	1	1
Fazer cadastro	6	1	1	1
Editar perfil	2	2	2	2
Configurações do perfil	2	2	2	2
Sair da conta	2	1	1	1
Alerta de chuvas intensas	3	3	3	3
Alerta de enchentes	3	3	3	3
Alerta de estiagem	3	3	3	3
Alerta de deslizamento de terra	3	3	3	3
Filtrar tipo de desastre	3	6	3	3
O que são chuvas intensas	4	4	4	4
O que é deslizamento de terra	4	4	4	4
O que são secas e estiagem	4	4	4	4

O que são enchentes	4	4	4	4
Telefone da Defesa civil	5	5	5	5
Telefone do SAMU	5	5	5	5
Telefone dos Bombeiros	5	5	5	5
Alertas vistos recentes	3	6	6	6
Favoritos	2	6	6	6

Fonte: Do autor (2026).

4.4.2 Fluxograma

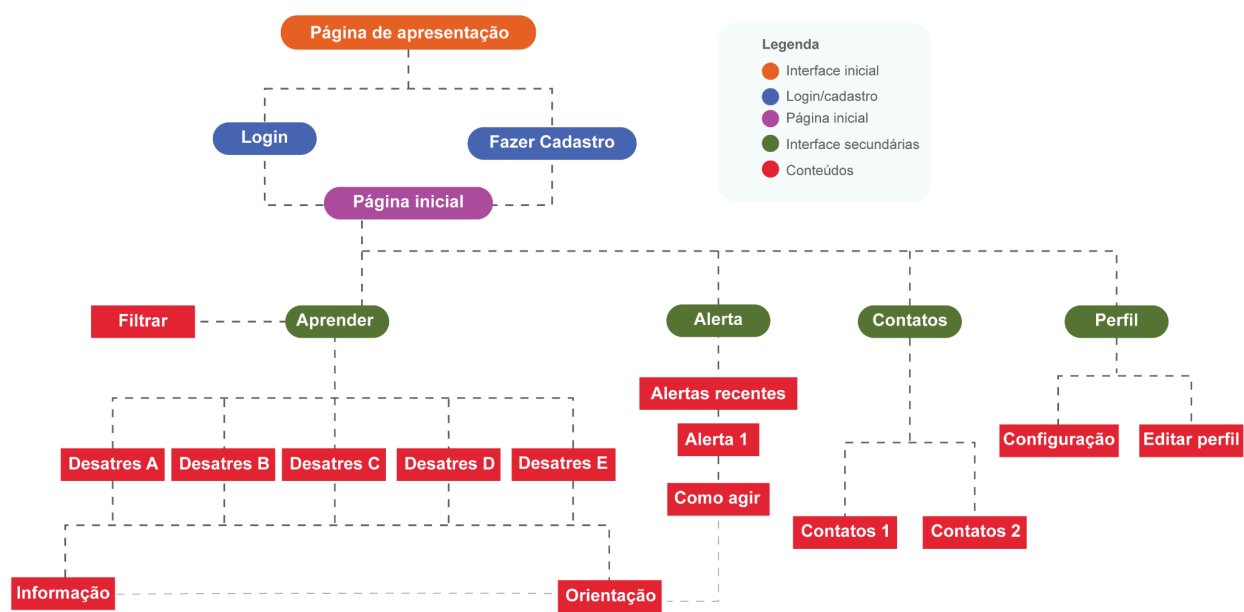
De acordo com Belcic e Stryker (2021), fluxogramas são formas visuais de representar etapas de um processo, funcionamento de um sistema ou de um software através de diagramas. Teixeira *et al.* (2019) comentam que “seu potencial semântico favorece uma rápida compreensão da conexão entre as etapas além de proporcionar a organização, o entendimento da relação e da importância de cada informação”.

Com o objetivo de visualizar a navegação do aplicativo, entender as escolhas do usuário e avaliar o impacto dessas decisões na experiência de uso, elaborou-se um fluxograma (Figura 17), a partir dos resultados da etapa de *card sorting*, com as informações que integram o aplicativo e as conexões durante a realização das tarefas.

O primeiro contato acontece na tela de login, onde o usuário, através dos botões, consegue realizar login ou efetuar seu cadastro. Logo após, segue diretamente para a primeira seção, denominada Aprender, onde encontra conceitos e orientações sobre alguns desastres.

Na seção de Alertas, o usuário encontra os alertas recentes emitidos e informações de como agir diante do desastre. Na seção de Contatos, encontram-se números de serviços de emergências disponíveis a qualquer hora. E, por fim, a seção Perfil, onde o usuário consegue alterar suas informações e configurar o aplicativo.

Figura 17 - Fluxograma do aplicativo



Fonte: Do Autor (2026).

4.4.3 Wireframes

De acordo com Garrett (2011) os wireframes são uma representação básica de toda a estrutura e componentes que formam uma interface e como eles se encaixam, mostrando detalhes do layout e servindo de referência para as próximas etapas do projeto. Para o autor, os wireframes vão além da ideia de um simples rascunho para atuar como um esqueleto estrutural de um projeto, sendo o ponto que integra os três elementos fundamentais do plano: o design de interface, o design de navegação, o design de interface e o design de informação.

Nesse sentido, com base nos dados estabelecidos na etapa anterior, foram construídos os wireframes com o objetivo de melhorar a visualização do layout do aplicativo e compreender o seu fluxo de navegação. Os wireframes foram construídos na plataforma Figma, voltada para design de interfaces, sites e aplicativos.

Inicialmente, os *wireframes* apresentados na Figura 18 mostram a Tela inicial, com botões direcionando o usuário para login ou cadastro; a tela de Cadastro, na qual, por meio de informações básicas, o usuário consegue criar uma conta; e, por fim, a tela de Login, acessando o aplicativo com as informações cadastradas anteriormente. Todas as telas apresentam botões, imagens, ícones e formulários para preencher informações, auxiliando o usuário a transitar pela tela.

Figura 18 - Wireframes da tela inicial, login e cadastro.



Fonte: Do Autor (2026)

Após a etapa anterior, as telas na Figura 19 apresentam a seção “Aprender”. Nessa seção, encontram-se alguns cards educativos sobre cada desastre com botões que direcionam para a tela de orientação, a qual possui textos, ilustrações com informações e conceitos sobre o desastre do card. Ainda, essa seção contém uma tela direcionada para filtragem por tipos de desastres naturais.

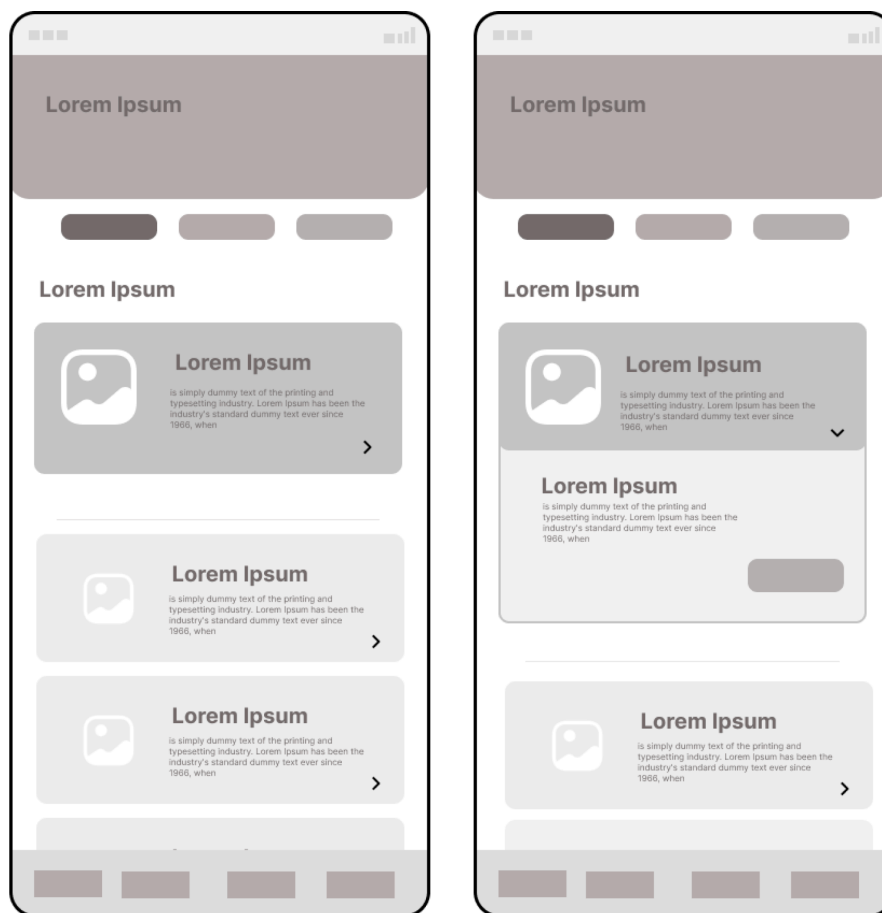
Figura 19 - Wireframes das telas Aprender, Filtrar e Orientações.



Fonte: Do Autor (2026).

Em seguida, as telas na Figura 20 representam a seção “Alertas”. Nessa seção, estão os cards de alertas recentes emitidos na região; neles, encontram-se informações sobre o desastre e um botão direcionado para a tela de Orientação sobre o desastre emitido, vista anteriormente.

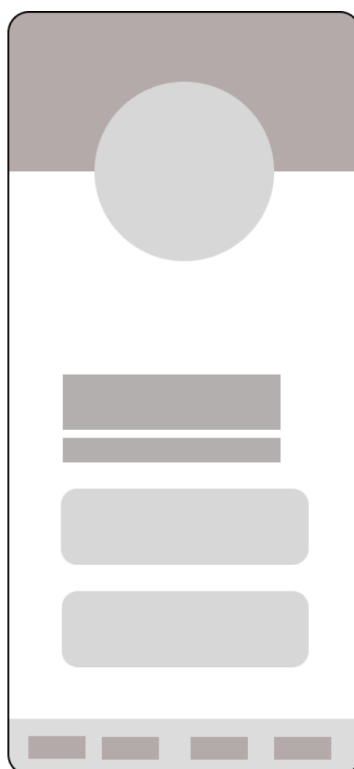
Figura 20 - Wireframes da tela de Alertas.



Fonte: Do Autor (2026)

Na sequência, a tela na Figura 21 apresenta a seção “Contatos”, na qual se encontram informações e botões que direcionam para os números de serviços de emergência disponíveis a qualquer hora.

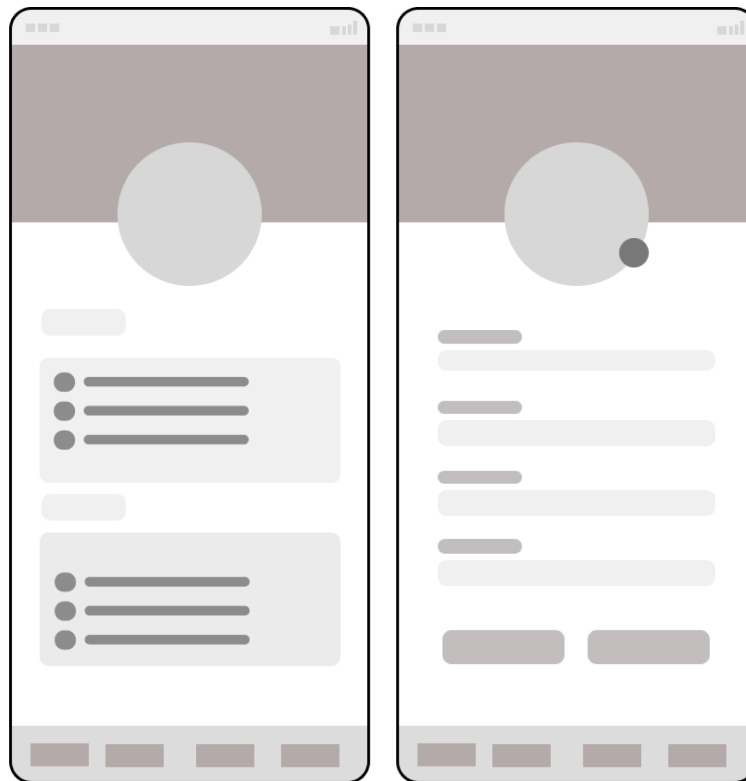
Figura 21 - Wireframe da tela de Contatos de emergência.



Fonte: Do Autor (2026)

Por fim, as telas na Figura 22 apresentam a seção “Perfil”, na qual é possível editar o perfil do usuário, alterar foto e informações pessoais, alterar notificações de alertas, questões de segurança, reportar problemas, FAQs e ajuda, privacidade e sair do aplicativo.

Figura 22 - Wireframes da telas de Perfil e Editar Perfil.



Fonte: Do Autor (2026)

4.5 Superfície

No plano da Superfície, topo do modelo de cinco planos, produzem-se todas as partes com as quais o usuário irá interagir diretamente. Nessa etapa final, Garrett (2011) explica que a funcionalidade e a estética se juntam para criar um design final que satisfaça os sentidos e, ao mesmo tempo, cumpra os objetivos definidos nos planos vistos anteriormente por meio do Design Sensorial. Assim, para essa etapa, foram trabalhados os elementos que formam a identidade visual do aplicativo e sua prototipagem final em alta fidelidade.

4.5.1 Identidade Visual

O passo fundamental para o desenvolvimento da superfície do protótipo é a definição da estética através da identidade visual. Nesse sentido, a autora Wheeler (2019) afirma que a identidade da marca desenvolve o seu reconhecimento, estende a sua diferenciação e torna as ideias e significados acessíveis para todos.

Para Rodrigues (2013), a marca vai muito além de uma simples representação visual: ela é “uma síntese de experiências memoráveis, despertadas quando se estabelece algum tipo de contato com uma empresa, organização, lugar, pessoa ou produto”.

No processo de desenvolvimento de uma marca, o naming é um dos principais elementos, pois tem a capacidade de despertar associações e impressões de um produto. Para a autora Wheeler (2019), desenvolver o nome de uma marca é um processo complexo que envolve diversas áreas do conhecimento.

Nessa perspectiva, foi desenvolvido para o aplicativo o *naming*, através de *brainstorming* partindo das palavras chaves denominadas no briefing, visto anteriormente. Assim, o logotipo utiliza um ícone estilizado que faz referência direta a uma bússola. A escolha dessa forma geométrica visa transmitir segurança, precisão e orientação, elementos cruciais para o usuário em cenários de risco. Por fim, para o logotipo, foi definido a família tipográfica sem serifa Inter no tamanho bold.

A Figura 23 mostra o resultado final da marca com todos os elementos

Figura 23 - Identidade visual final do aplicativo Te Orienta.



Fonte: Do Autor (2026)

Ainda, a cor tem um papel fundamental no desenvolvimento da comunicação de uma marca. Schlatter e Levinson (2013) comentam que, quando usada dentro de um sistema, a cor “ajuda a definir uma linguagem visual para que as pessoas saibam onde estão e o que esperar, e permite que elas façam conexões entre elementos, o que pode ajudar na compreensão”.

Nesse sentido, Wheeler (2019) explica que a cor é utilizada para provocar emoções, proporcionar memórias, motivar sensações e expressar a personalidade de uma marca ou produto. Assim, a identidade do aplicativo foi definida através de um moodboard (Figura 24) composto por imagens, logotipos e tipografias, que possui referências ao universo do tema deste trabalho.

Figura 24 - Moodboard¹ da marca do aplicativo



Fonte: Do Autor (2026)

¹ <https://br.pinterest.com/pin/30610472459665843/>
<https://br.pinterest.com/pin/595741857006121100/>
<https://br.pinterest.com/pin/6966574420860414/>
<https://br.pinterest.com/pin/1055599906646880/>
<https://br.pinterest.com/pin/1070449405203438279/>
<https://br.pinterest.com/pin/35325178326673607/>
<https://br.pinterest.com/pin/6051780746402208/>

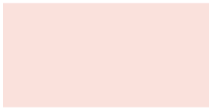
Desse modo, a partir da construção do moodboard e com base na obra A Psicologia das Cores, de Heller (2013), a paleta da identidade visual (Figura 25) foi estruturada da seguinte forma: o azul foi escolhido como tom principal por transmitir confiança e estabilidade, além de remeter diretamente à água; o laranja atua como cor secundária, fazendo alusão ao fogo para comunicar urgência, prontidão e energia; e, por fim, o verde foi aplicado para representar a segurança, a resiliência e o vínculo com a natureza.

Figura 25 - Cores definidas para identidade visual do aplicativo.

Verde

			
04 #4CFFB3 rgb(76, 255, 179) hsl(155, 100, 65)	03 #00F8A6 rgb(0, 248, 166) hsl(160, 100, 49)	02 #006C46 rgb(0, 108, 70) hsl(159, 100, 21)	01 #00E599 rgb(0, 229, 153) hsl(160, 100, 45)

Laranja

			
04 #FEE2DE rgb(254, 226, 222) hsl(7, 94, 93)	03 #FC8868 rgb(252, 136, 104) hsl(13, 96, 70)	02 #DE5A19 rgb(222, 90, 25) hsl(20, 80, 48)	01 #FF5500 rgb(255, 85, 0) hsl(20, 100, 50)

Azul

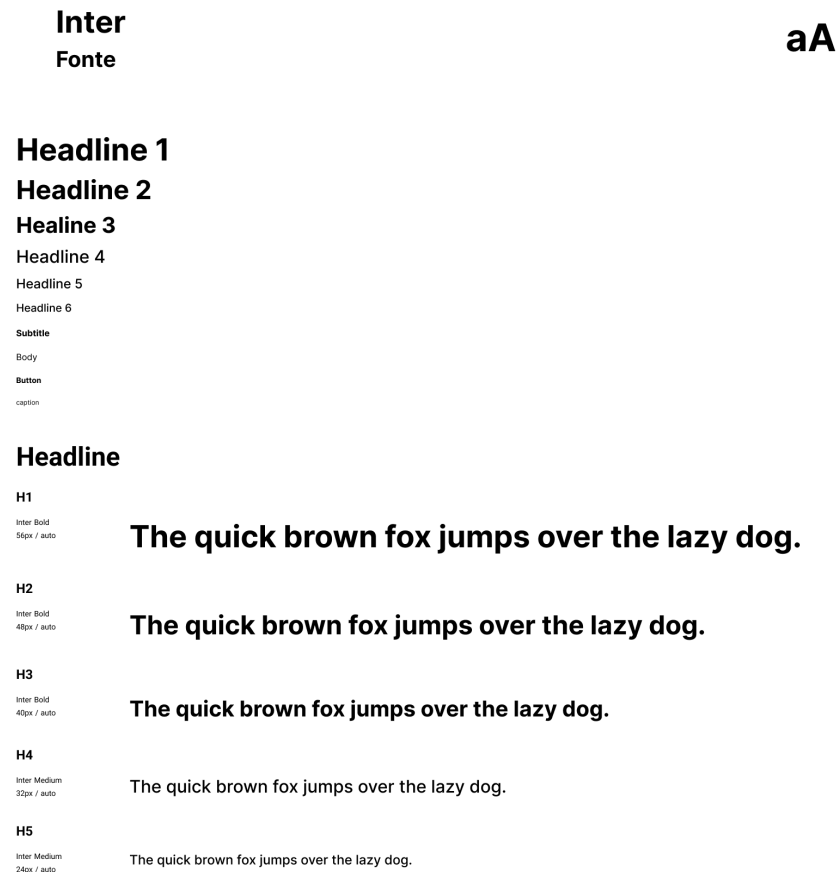
			
04 #748FFA rgb(116, 143, 250) hsl(228, 93, 72)	03 #C7CFFD rgb(199, 207, 253) hsl(231, 93, 89)	02 #124EC4 rgb(18, 78, 196) hsl(220, 83, 42)	01 #175CE5 rgb(23, 92, 229) hsl(220, 82, 49)

Fonte: Do Autor (2026)

Além disso, a escolha tipográfica priorizou famílias de fontes sem serifa (sans-serif), que oferecem alta legibilidade em telas de dispositivos móveis e liberadas para uso comercial. Assim, foi definida a família tipográfica Inter, com

pesos diferentes para estabelecer uma hierarquia do texto dentro do aplicativo, guiando o olhar do usuário da informação mais urgente para os detalhes de apoio.

Figura 26 - Família tipográfica do aplicativo



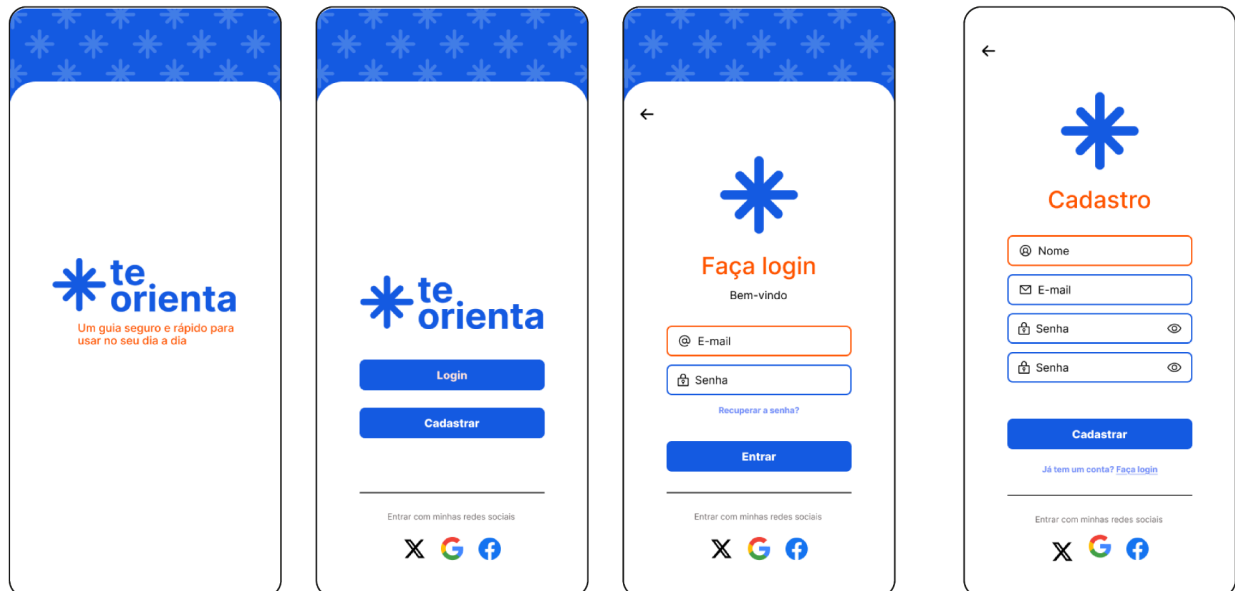
Fonte: Do Autor (2026)

4.5.2 Protótipo

Segundo Baxter (2000), quando alcançada uma solução para o produto, é preciso verificar se essa solução atende aos objetivos propostos, construindo e testando através de protótipos. Assim, após as definições visuais, foram estabelecidas as dimensões das telas do aplicativo no Figma. A resolução escolhida foi de 390 pixels de largura por 844 pixels de altura, seguindo um grid padrão que

define a escala de 8 pixels como sua menor unidade. A Figura 27 mostra em alta fidelidade o acesso às telas Iniciais, Login e cadastro do protótipo final².

Figura 27 - Tela inicial, login e cadastro do aplicativo



Fonte: Do Autor (2026).

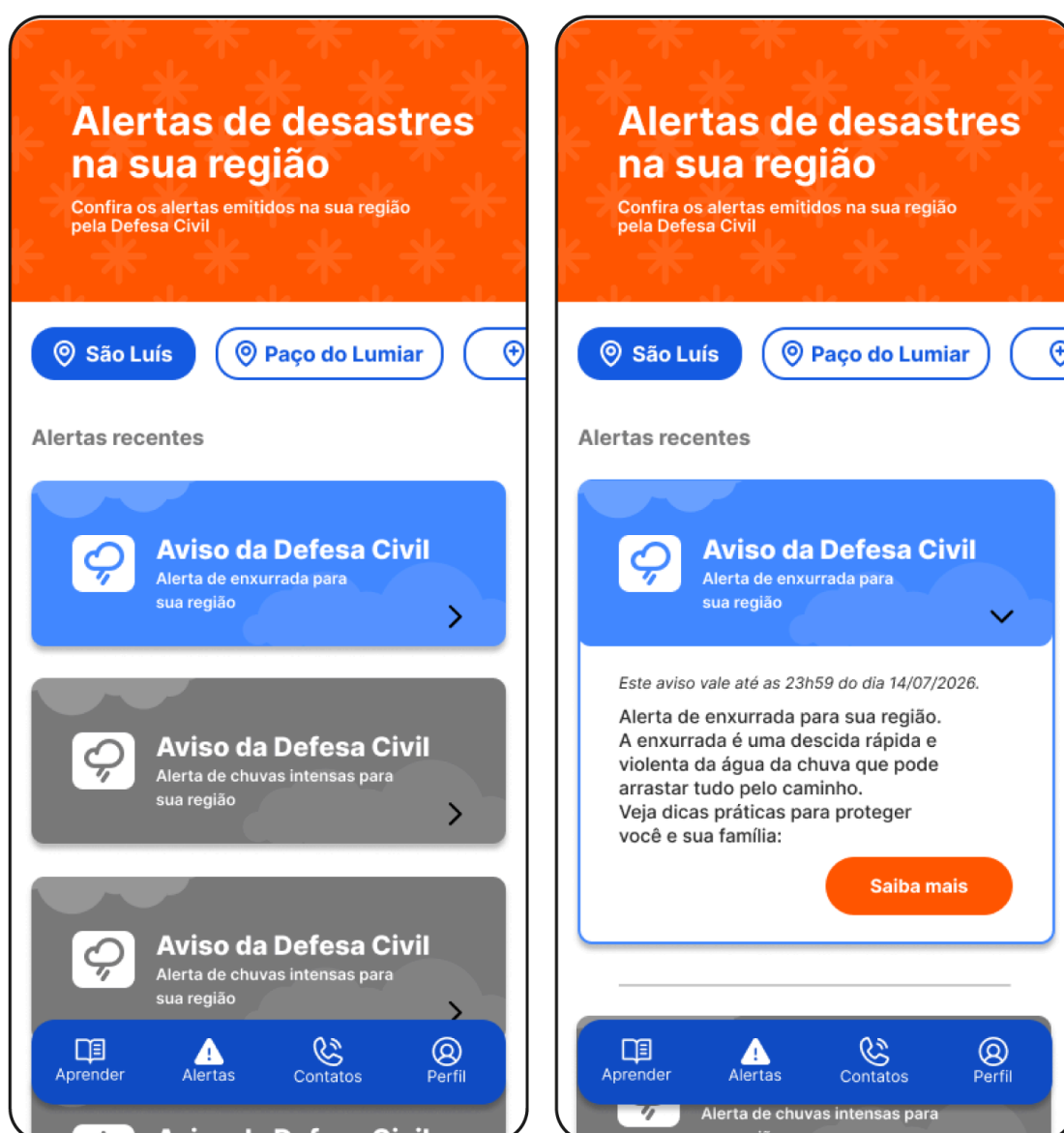
Para as telas da seção Aprender, foram utilizados os textos sobre desastres naturais e orientações práticas sobre como agir, adaptados de Brasil (2019). Abaixo a Figura 28 mostra este conteúdo.

Figura 28 - Telas da seção Aprender



Fonte: Do Autor (2026).

Figura 29 - Telas da seção Alertas



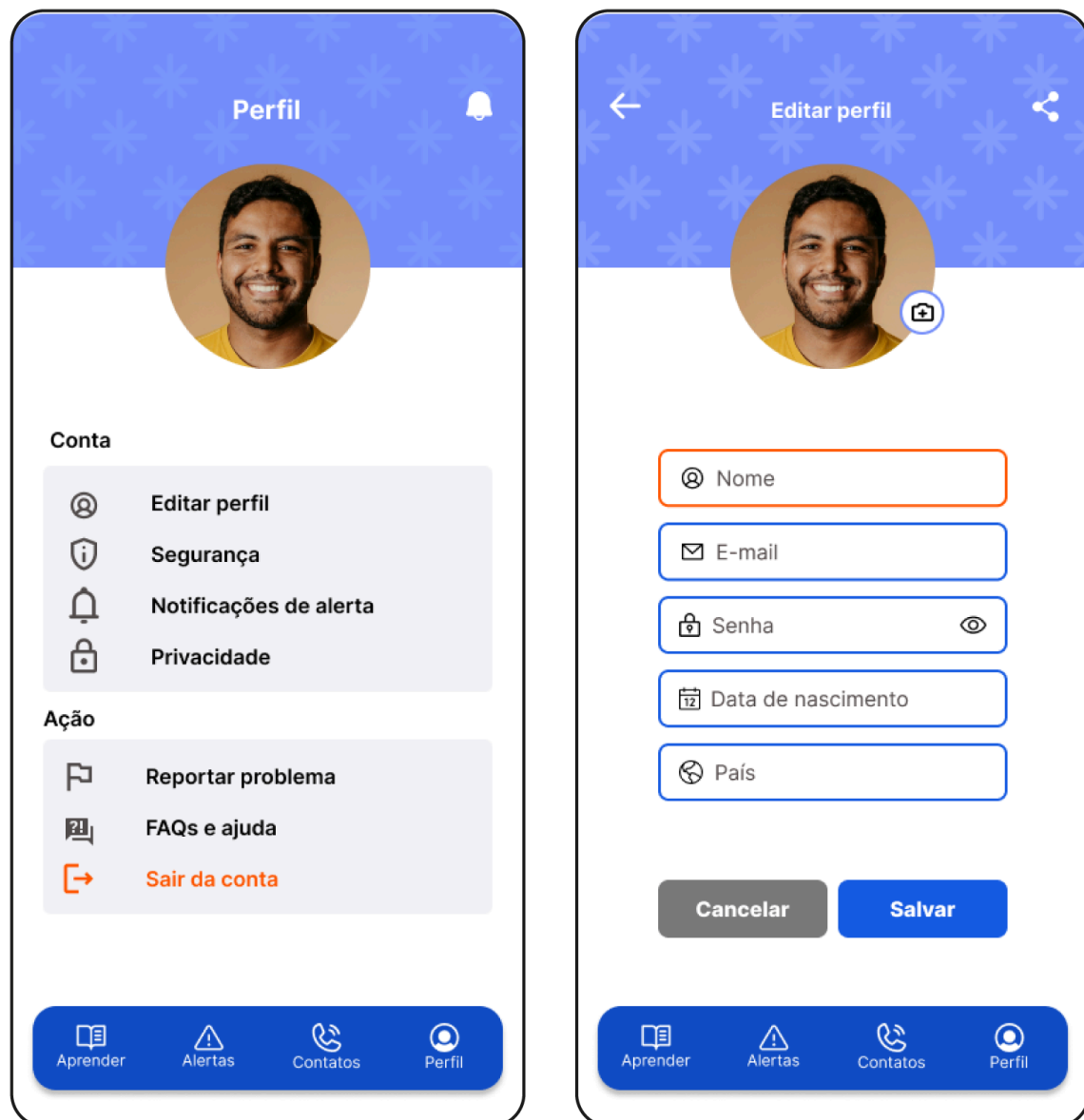
Fonte: Do Autor (2026).

Figura 30 - Tela da seção de Contatos de emergência



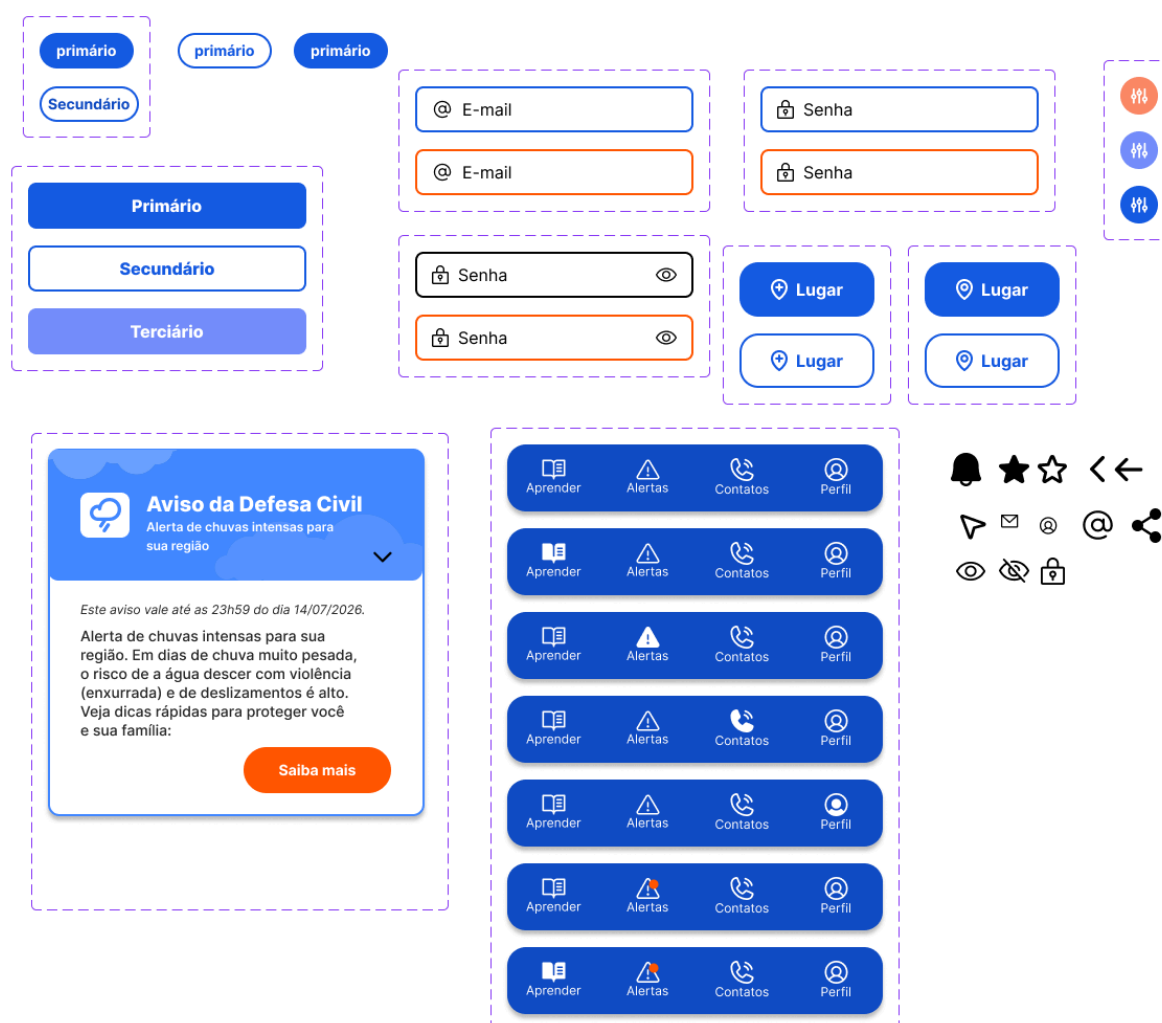
Fonte: Do Autor (2026).

Figura 31 - Telas da seção de Perfil



Fonte: Do Autor (2026).

Figura 32 - Guia de estilo e ícones



Fonte: Do Autor (2026).

5 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada neste trabalho teve como objetivo central o desenvolvimento de um protótipo de aplicativo móvel voltado para a educação e prevenção de desastres naturais no estado do Maranhão, diante de um cenário socioambiental vulnerável, demonstrado pelo histórico recorrente de enchentes, enxurradas e secas severas que afetam dezenas de municípios maranhenses nos últimos anos. Considera-se que o objetivo geral foi cumprido: o protótipo desenvolvido reúne, em uma única interface, as funcionalidades de alerta, orientação preventiva e contatos de emergência apontadas pelos próprios usuários como necessárias, respondendo à questão de pesquisa proposta sobre como um aplicativo educativo pode contribuir para a prevenção de desastres naturais e para a tomada de decisão mais segura em situações de risco .

Para alcançar a solução, a pesquisa apoiou-se na metodologia de Garrett (2011) em conjunto com a abordagem do *Design Science Research* (DSR). Essa base metodológica permitiu um olhar sistêmico e crítico, conduzindo esta pesquisa desde a descoberta ao desenvolvimento da interface do protótipo. O resultado dos dados apresentados neste trabalho, obtido por meio de pesquisa com usuários, mostra que, apesar de um nível alto de escolaridade, a população maranhense possui um baixo preparo técnico e prático para lidar com situações de risco relacionadas a desastres. Esses dados evidenciam a necessidade de uma solução que ensine ativamente medidas educativas de preparação e orientação para desastres, e o aplicativo surge como resposta a essa necessidade, propondo que a interface não apenas informe sobre o perigo, mas oriente as pessoas de forma clara em momentos de risco.

Cabe reconhecer, no entanto, algumas limitações desta pesquisa. A etapa de levantamento de dados com usuários contou com 24 participantes, número que permite identificar tendências relevantes para a fase de concepção do protótipo, mas que não é representativo estatisticamente do conjunto da população maranhense. Além disso, esta pesquisa concentrou-se nas etapas de compreensão do problema, definição de requisitos e desenvolvimento da interface, sem incluir uma etapa de avaliação e validação do protótipo com usuários reais, o que significa que a eficácia educativa do aplicativo, embora fundamentada em heurísticas de

usabilidade e em dados da pesquisa exploratória, ainda não foi testada empiricamente.

Diante dessas limitações, recomenda-se que trabalhos futuros deem continuidade a esta pesquisa por meio de uma etapa de avaliação do protótipo com usuários, testando sua usabilidade e sua efetividade educativa em contextos reais ou simulados de risco, conforme já previsto para formalização em um artigo científico posterior. Sugere-se também a ampliação da amostra de usuários consultados, a inclusão de públicos de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade, e a investigação de parcerias com órgãos como a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros para viabilizar a divulgação e o teste do aplicativo em escala municipal ou estadual.

Por fim, conclui-se que o Design de Experiência do Usuário (UX) e o Design de Interface (UI) exercem um papel importante e transformador na comunicação de risco, demonstrando que tecnologias adaptadas às necessidades reais e à cultura de um território têm potencial para contribuir na redução dos impactos dos desastres climáticos na sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

ADOBE. **Visão geral do Adobe XD**. [S. l.]: Adobe Help Center, 2023. Disponível em: <https://helpx.adobe.com/br/xd/help/adobe-xd-overview.html>. Acesso em: 17 jun. 2026.

ALVES, R.; MARTINS, P. Gerenciamento de riscos urbanos. **Revista Brasileira de Geografia**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg>. Acesso em: 4 nov. 2024.

ANISH, Sreehari; RAVEENDRAN, Simi K.; ARJUN, A.; AKHIL, U. S.; RAJU, Athul Scaria; ANI, Aswini S.; MATHEW, Manesh; PRAMOD, Pranav. Natural Disaster and Mitigation. **International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)**, [S. l.], v. 10, n. 2, fev. 2026. DOI: <https://doi.org/10.55041/IJSREM56713>.

ARTY, David. **UI Design - O que é User Interface Design (UI Design)?**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://chiefdesign.com.br/ui-design>. Acesso em: 20 jun. 2026.

ABREU, Nair Júlia Andrade de; ZANELLA, Maria Eliza; MEDEIROS, Marysol Dantas de. O papel da Educação Ambiental no desenvolvimento da percepção dos riscos de inundações e prevenção de acidentes e desastres naturais. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 97-107, 2016. DOI: 10.34024/revbea.2016.v11.1974. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/1974>. Acesso em: 14 jun. 2026.

BAXTER, Mike R. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. Tradução de Itiro Iida. 2. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2000.

BELCIC, Ivan; STRYKER, Cole. **O que é um fluxograma?**. [S. l.]: IBM, 26 jun. 2021. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/flowchart>. Acesso em: 5 jul. 2026.

BERTOLI, Bianca; SUSKI, Cássio Aurélio. Gerenciamento de riscos de desastres naturais em Santa Catarina. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 44, p. e227702, 2025. DOI: 10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2024.227702. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/227702>. Acesso em: 7 jun. 2026.

BRASIL. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Educação em clima de riscos de desastres**. 2. ed. São José dos Campos: Cemaden, 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Defesa Civil promove ações nas escolas**. Brasília, DF: Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2024. Disponível em: [suspicious link removed]. Acesso em: 16 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Entenda a diferença entre os tipos de desastres naturais e tecnológicos registrados no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 11 jul. 2022. Disponível em:

<https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/entenda-a-diferenca-entre-os-tipos-de-desastres-naturais-e-tecnologicos-registrados-no-brasil>. Acesso em: 3 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres – S2ID. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2013. Disponível em: <http://s2id.integracao.gov.br/>. Acesso em: 22 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Saiba como agir**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/informacoes-uteis/saiba-como-agir>. Acesso em: 5 jul. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais 2013**. Brasília, DF: CENAD, 2014.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação. **Módulo de formação**: noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos: livro base. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2017. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tico/M%C3%B3dulo%20Gest%C3%A3o%20de%20Risco%20-%20Livro%20Base.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2026.

BRASIL. Secretaria de Comunicação Social. **Maranhão – Resumo das Ações em 2023**: resposta aos desastres climáticos em 2023 no Maranhão. Brasília, DF: Secom/PR, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/acesso-a-informacao/comunicabr/maranhao-resumo-das-acoes-em-2023>. Acesso em: 28 abr. 2026.

CABELLO, Valeria M.; VÉLIZ, Karina D.; MONCADA-ARCE, Ana M.; GÁRCIA-HUIDOBRO, Maria I.; JUILLERAT, F. Disaster Risk Reduction Education: Tensions and Connections with Sustainable Development Goals. **Sustainability**, [S. l.], v. 13, n. 19, p. 10933, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su131910933>.

CAMPOS-VARGAS, Milagros; TOSCANA-APARICIO, Alejandra; CAMPOS ALANÍS, Juan. Riesgo siconaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. **Cuadernos de Geografía**: Revista Colombiana de Geografía, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 53-69, 2015. DOI: 10.15446/rcdg.v24n2.50207.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de planejamento em defesa civil**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil, 1999. v. 1.

CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS (CRED). **Disaster Classification System**: EM-DAT Documentation. Brussels: CRED, 2026. Disponível em: <https://doc.emdat.be/docs/data-structure-and-content/disaster-classification-system/>. Acesso em: 10 mar. 2026.

CHICOMBO, Tomé Francisco; MOREIRA, Alecir Antônio Maciel. Vulnerabilidade às inundações, abordagens metodológicas de avaliação e ações para a resiliência. **Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2024. ISSN 2675-2395. DOI: <https://doi.org/10.46551/rvg2675239520242349381>. Acesso em: 7 jun. 2026.

COBRADE. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2012. Disponível em: <http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/formularios/COBRADE.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2026.

DEPIETRI, Yaella. The social-ecological dimension of vulnerability and risk to natural hazards. **Sustainability Science**, [S. l.], v. 15, p. 587-604, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00710-y>.

EM-DAT. **Data Structure and Content Description**. Brussels: CRED, 2026. Disponível em: <https://doc.emdat.be/docs/data-structure-and-content/>. Acesso em: 10 mar. 2026.

FAZELI, Sara; HAGHANI, Milad; MOJTAHEDI, Mohammad; RASHIDI, Taha H. The role of individual preparedness and behavioural training in natural hazards: A scoping review. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S. l.], v. 105, p. 104379, 2024. ISSN 2212-4209. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104379>.

FELICE, Raphael. Temporais fazem 64 municípios do Maranhão declararem estado de emergência. **Correio Braziliense**, Brasília, [dia] abr. 2023. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2023/04/5085887-temporais-fazem-64-municipios-do-maranhao-declararem-estado-de-emergencia.html>. Acesso em: 04 mar. 2026

FIGMA. **O que é o Figma?**. [S. l.]: Figma Help Center, 2026. Disponível em: <https://help.figma.com/hc/pt-br/articles/14563969806359-O-que-%C3%A9-o-Figma>. Acesso em: 17 jun. 2026.

FINUCANE, Melissa L.; ACOSTA, Joie; WICKER, Amanda; WHIPKEY, Katie. Short-Term Solutions to a Long-Term Challenge: Rethinking Disaster Recovery Planning to Reduce Vulnerabilities and Inequities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 482, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17020482>.

FRANÇA, D. V. B.; AVELAR, C. M. C.; SANTANA, R. G. **Gerenciamento de desastres naturais no estado do Maranhão**: jan-jul. 2023. São Luís: IMESC, 2023. Disponível em: <https://imesc.ma.gov.br/portal/Post/view/outras-publicacoes/633>. Acesso em: 5 nov. 2024.

FREITAS, Carlos Machado de; SILVA, Diego Ricardo Xavier; SENA, Aderita Ricarda Martins de; SILVA, Eliane Lima; SALES, Luiz Belino Ferreira; CARVALHO, Mauren Lopes de; MAZOTO, Máira Lopes; BARCELLOS, Christovam; COSTA, André Monteiro; OLIVEIRA, Mara Lúcia Carneiro; CORVALÁN, Carlos. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 9, p. 3645-3656, set. 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.00732014>.

FU, Q.; ZHANG, X. Promoting community resilience through disaster education: Review of community-based interventions with a focus on teacher resilience and well-being. **PLoS ONE**, [S. l.], v. 19, n. 1, e0296393, 2024. DOI:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296393>.

GARRETT, J. J. **The elements of the user experience**: User-Centered Design for the Web and Beyond. 2. ed. [S. l.: s. n.], 2002.

GARRETT, Jesse James. **The Elements of User Experience**: User-Centered Design for the Web and Beyond. 2. ed. [S. l.]: Pearson Education, 2011.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record, 2011. E-book.

GOSLING, J.; MARITZ, R.; LAPLANTE-LÉVESQUE, A.; SABARIEGO, C. Lessons learned from health system rehabilitation preparedness and response for disasters in LMICs: a scoping review. **BMC Public Health**, [S. l.], v. 24, p. 806, 2024. DOI:

<https://doi.org/10.1186/s12889-024-17992-2>.

GOULD, J. D.; LEWIS, C. **Designing for usability**: key principles and what designers think. Communications of the ACM, ACM New York, NY, USA, v. 28, n. 3, p. 300–311, 1985.

HELLER, Eva. **A psicologia das cores**: como as cores afetam a emoção e a razão. Tradução de Maria Lúcia Lopes da Silva. 1. ed. São Paulo: Gustavo Gili, 2013.

HONG, B.; BONCZAK, B. J.; GUPTA, A.; KONTOKOSTA, C. E. Measuring inequality in community resilience to natural disasters using large-scale mobility data. **Nature Communications**, [S. l.], v. 12, p. 1870, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22160-w>.

IMPERATRIZ. Prefeitura Municipal. **Projeto Defesa Civil na Escola promove manhã de integração e aprendizado no Ruas de Lazer**. Imperatriz: Prefeitura Municipal, [202-?]. Disponível em:

<https://imperatriz.ma.gov.br/noticias/projeto-defesa-civil-na-escola-promove-manha-de-integracao-e-aprendizado-no-ruas-de-lazer.html>. Acesso em: 14 jun. 2026.

IMPERIALE, A. J.; VANCLAY, F. Conceptualizing community resilience and the social dimensions of risk to overcome barriers to disaster risk reduction and sustainable development. **Sustainable Development**, [S. l.], v. 29, n. 5, p. 891-905, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/sd.2182>.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Gerenciamento de desastres naturais no estado do**

Maranhão: jan.-jul. 2023. Elaboração de Danyella Vale Barros França; Cristiane Mouzinho Costa Avelar; Ricardo Gonçalves Santana. São Luís: IMESC, 2023. 22 p. (Nota Técnica 001/2023). Disponível em: <http://www.imesc.ma.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2026.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Gerenciamento de desastres naturais no estado do Maranhão:** jan./jun. 2024. Elaboração de Dayana Serra Maciel et al. São Luís: IMESC, 2024. 18 p. Disponível em: <http://www.imesc.ma.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2026.

KANGANA, N.; KANKANAMGE, N.; DE SILVA, C.; MAHAMOOD, R.; RANASINGHE, D.; GOONETILLEKE, A. Harnessing Mobile Technology for Flood Disaster Readiness and Response: A Comprehensive Review of Mobile Applications on the Google Play Store. **Urban Science**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 106, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/urbansci9040106>.

KELLY, C. Simplifying disasters: developing a model for complex non-linear events. **Australian Journal of Emergency Management**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 25-27, 1998.

KOBIYAMA, Masato et al. **Prevenção de desastres naturais:** conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006.

KOGA, Gabriele. Deslizamentos e enchentes deixam seis mortos e 33 municípios em situação de emergência no Maranhão. **CNN Brasil**, São Paulo, 21 mar. 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/deslizamentos-e-enchentes-deixam-seis-mortos-e-32-municipios-em-situacao-de-emergencia-no-maranhao/>. Acesso em: 21 abr. 2026.

KUMAR, P. Gireesh; TEJASWINI, V.; KESAVA RAO, P.; JAYA SHANKAR, G. Disaster mitigation and its strategies in a global context - a state of the art. **Materials Today: Proceedings**, [S. l.], v. 45, p. 6488-6492, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.369>.

KUNIAVSKY, Mike. **Observing the user experience:** A Practitioner's Guide to UserResearch. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2003.

KURY, G. Chuvas no Maranhão: governo nega, mas ainda há famílias desabrigadas. **Agência Pública**, [S. l.], 2024. Disponível em: <https://apublica.org/2024/05/chuvas-no-maranhao-governo-nega-mas-ainda-ha-familias-desabrigadas/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LOZANO, L. C. M. et al. Estudo de viabilidade de tecnologia de notificação em tempo real para áreas de risco utilizando lógica paraconsistente FEAS. **Revista**

Científica SENAI-SP: Tecnologia, Inovação & Educação, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 19-24, maio/jul. 2024. DOI: <https://doi.org/10.62899/rcs.v2i4.102>.

LUDWIG, Leandro; MATTEDI, Marcos Antônio. As tecnologias da informação e comunicação na gestão dos riscos de desastres socioambientais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 21, e01034, p. 1-22, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/ckjVcvXwwWSRc5yz9LcwX8S/?lang=pt>. Acesso em: 3 nov. 2024.

MARANHÃO. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Sobre a Defesa Civil**. São Luís: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, [20--?]. Disponível em: <https://www.defesacivil.ma.gov.br/sobre-a-defesa-civil>. Acesso em: 11 abr. 2026.

MARANHÃO. Corpo de Bombeiros Militar. **Corpo de Bombeiros capacita mais de 300 agentes de Defesa Civil em 55 municípios maranhenses**. São Luís: ASCOM-BM8, 14 mar. 2025. Disponível em: <https://cbm.ssp.ma.gov.br/2025/03/14/corpo-de-bombeiros-capacita-mais-de-300-agentes-de-defesa-civil-em-55-municipios-maranhenses/>. Acesso em: 14 jun. 2026.

MARANHÃO. **Governo realiza Workshop Regional sobre Emergências em Saúde Pública na cidade de Imperatriz**. São Luís: Agência de Notícias, 8 out. 2025. Disponível em: <https://www.ma.gov.br/noticias/governo-realiza-workshop-regional-sobre-emergencias-em-saude-publica-na-cidade-de-imperatriz>. Acesso em: 14 jun. 2026.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. **Nota Técnica nº 101/2025**: Referente: Seca no Maranhão – Mais intensa desde 2019 no Estado. São Luís: SEMA/CPDAm, 31 ago. 2025. Disponível em: [https://www.sema.ma.gov.br/uploads/sema/docs/N%C2%B0_101_25_-NOTA_T%C3%89CNICA-INFORME_METEOROL%C3%93GICO-SECA_NO_MARANH%C3%83O\(1\).pdf](https://www.sema.ma.gov.br/uploads/sema/docs/N%C2%B0_101_25_-NOTA_T%C3%89CNICA-INFORME_METEOROL%C3%93GICO-SECA_NO_MARANH%C3%83O(1).pdf). Acesso em: 15 abr. 2026.

MARCHEZINI, V. Pesquisa transdisciplinar como suporte ao planejamento de ações de gestão de risco de desastres. **Saúde em Debate**, [S. l.], v. 44, n. spe2, p. 33-47, 2020.

MARENGO, J. A. Impactos sociais dos eventos climáticos extremos. **Ciência e Cultura**, [S. l.], v. 76, n. 3, p. 1-8, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2317-6660.20240068>.

MARTINS, D. P.; PETRY, K.; GUERRA, T.; QUEVEDO, D. M. de; FIGUEIREDO, J. A. S. Social Vulnerability as Support for Disaster Management: Discussions from a Method Applied in Brazil that Strengthens the Resilience of Communities. **Social Indicators Research**, [S. l.], v. 175, p. 1131-1154, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11205-024-03310-1>.

MARTINS, Monique Halit Muszkat; SPINK, Mary Jane Paris. O uso de tecnologias de comunicação de riscos de desastres como prática preventiva em saúde. **Interface: Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v. 19, n. 54, p. 503-514, set. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-57622014.0593>.

MASKREY, Andrew. **Los desastres no son naturales**. [S. l.]: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED): Intermediate Technology Development Group (ITDG), 1993.

MATIOLA, Willian. **O que é UI Design e UX Design?**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <http://designculture.com.br/o-que-e-ui-design-ux-design>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MELÉNDEZ-LANDAUVERDE, Erika R.; SEMPERE-TORRES, Daniel. A user experience evaluation of a mobile application for disseminating site-specific impact-based flood warnings: The A4alerts app. **Journal of Flood Risk Management**, [S. l.], v. 18, n. 1, e12951, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12951>.

MUSTAFA, Rashid; HAN, Jun; SARKAR, Nurul I.; PETROVA, Krassie. Secure Cross-Layer Mobile Sensing Framework for Real-Time Disaster Reporting and Visualisation Using a Mobile Application. **Sensors (Basel, Switzerland)**, [S. l.], v. 25, n. 21, p. 6766, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/s25216766>.

NASCIMENTO, Francisco das Chagas Araújo do; BRAGA, Célia Campos; ARAÚJO, Fabiane Regina da Cunha Dantas. Análise estatística dos eventos secos e chuvosos de precipitação do Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 375-386, jul./set. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/Jt4QgwVYxYzphGKVGypvWwk/?lang=pt>. Acesso em: 7 abr. 2026.

NIELSEN, Jakob; LORANGER, Hoa. **Usabilidade na Web: projetando websites com qualidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

NIELSEN, Jakob; NORMAN, Don. **The Definition of User Experience**. [S. l.]: Nielsen Norman Group, 1998. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>. Acesso em: 10 abr. 2026.

NOY, I.; YONSON, R. Economic Vulnerability and Resilience to Natural Hazards: A Survey of Concepts and Measurements. **Sustainability**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. 2850, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10082850>.

NÚCLEO GEOAMBIENTAL (Maranhão). **Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão**. São Luís: UEMA/NUGEO, 2016. 165 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014**. Brasília, DF: UNESCO, 2005.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE; BRASIL. Ministério da Saúde. **Desastres Naturais e Saúde no Brasil**. Brasília, DF: OPAS: Ministério da Saúde, 2014. Disponível em: <https://iris.paho.org/server/api/core/bitstreams/2b33b921-dbfa-48c2-9b55-05c9b7470176/content>. Acesso em: 28 abr. 2026.

PAGLIUSO, Antônio Tadeu; CARDOSO, Rodolfo; SPIEGEL, Thais. **Gestão organizacional**: o desafio da construção do modelo de gestão. São Paulo: Saraiva, 2010.

PARTINI, Dwi; HIDAYAHT, A. N. Disaster risk reduction efforts through education in Indonesia: A literature review. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S. l.], v. 1314, p. 012049, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1314/1/012049>.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria**: 40 métodos para design de produtos. São Paulo: Blucher, 2015.

POLCAROVÁ, E.; PUPÍKOVÁ, J. Analysis of Socially Vulnerable Communities and Factors Affecting Their Safety and Resilience in Disaster Risk Reduction. **Sustainability**, [S. l.], v. 14, n. 18, p. 11380, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141811380>.

PROJETO capacidades organizacionais de preparação para eventos extremos: glossário transdisciplinar. São José dos Campos: Victor Marchezini, 2024. E-book. ISBN 978-65-01-10792-9. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2024/08/E-book-projeto-COPE-Glossario-Transdisciplinar.pdf>. Acesso em: 28 out. 2024.

RODRIGUES, Delano. **Naming**: o nome da marca. Rio de Janeiro: 2AB, 2013.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de interação**. [S. l.]: Bookman, 2013.

ROMANO, M.; ONORATI, T.; AEDO, I.; DÍAZ, P. Designing Mobile Applications for Emergency Response: Citizens Acting as Human Sensors. **Sensors (Basel, Switzerland)**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 406, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/s16030406>.

SAKURAI, M.; SHAW, R. The Potential of Digitally Enabled Disaster Education for Sustainable Development Goals. **Sustainability**, [S. l.], v. 14, n. 11, p. 6568, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14116568>.

SANTOS, Aguinaldo dos. **Seleção do método de pesquisa**: guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba: Insight, 2018.

SCHLATTER, Tania; LEVINSON, Deborah A. **Visual Usability**: Principles and Practices for Designing Digital Applications. Waltham: Morgan Kaufmann, 2013.

SILVA, Fabrício Brito et al. Evidências de mudanças climáticas na região de transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 330-336, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-778631320150149>. Acesso em: 13 abr. 2026.

SKETCH. **What is Sketch?**. [S. l.]: SketchDocumentation, 2026. Disponível em: <https://www.sketch.com/docs/getting-started/what-is-sketch/>. Acesso em: 17 jun. 2026.

SOEGAARD, Mads. **The basics of user experience design**. [S. l.]: Interaction Design Foundation, 2020.

SULAIMAN, Samia Nascimento. **De que adianta? O papel da educação para a prevenção de desastres naturais**. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05022015-105746/>. Acesso em: 15 jun. 2026.

SULAIMAN, Samia Nascimento; ALEDO, Antonio. Desastres naturais: convivência com o risco. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 88, p. 79-96, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30880003>. Disponível em: <https://revistas.usp.br/eav/article/view/124259>. Acesso em: 2 jun. 2026.

TEIXEIRA, Júlio M.; HENRIQUE, Caroline D.; BRAGLIA, Israel A.; GONÇALVES, Berenice S. Proposta de fluxograma para design de interfaces digitais: um exemplo prático de como transformar informações de projeto em requisitos de função e conteúdo. *In*: CONGRESSO PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 13., 2018, [S. l.]. **Anais [...]**. São Paulo: Blucher, 2019. p. 2567-2581. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/proposta-de-fluxograma-para-design-de-interfaces-digitais-um-exemplo-prtico-de-como-transformar-informaes-de-projeto-em-requisitos-de-funo-e-contedo-30132>. Acesso em: 5 jul. 2026.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2010/03/lancado-livro-sobre-desastres-naturais-no-site-do-ig/>. Acesso em: 29 abr. 2026.

TORANI, S.; MAJD, P. M.; MAROIFU, S. S.; DOWLATI, M.; SHEIKHI, R. A. The importance of education on disasters and emergencies: A review article. **Journal of Education and Health Promotion**, [S. l.], v. 8, n. 1, 2019. DOI: https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_262_18.

TOYODA, Y.; MURANAKA, A.; KIM, D.; KANEGAE, H. Framework for utilizing disaster learning tools classified by real and virtual aspects of community space and social networks: Application to community-based disaster risk reduction and school disaster education on earthquakes in Japan for during- and post-COVID-19 periods. **Progress in Disaster Science**, [S. l.], v. 12, p. 100210, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2021.100210>.

TYAS, Rizki Arumning; WILUJENG, Insih; ROSANA, Dadan; KUSWANTO, Heru; PURWASIH, Desy. A review of disaster risk reduction education implementation: Integration, trends, and trajectories. **Social Sciences & Humanities Open**, [S. l.], v. 12, p. 102015, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102015>. Acesso em: 16 jun. 2026.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION; INTERNATIONAL SCIENCE COUNCIL. **UNDRR-ISC Hazard Information Profiles – 2025 Update**. [S. l.]: United Nations Office for Disaster Risk Reduction: International Science Council, 2025. DOI: <https://doi.org/10.24948/2025.05>.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015–2030**. Genebra: UNDRR, 2015. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>. Acesso em: 29 abr. 2026.

WHEELER, Alina. **Design de identidade da marca**: guia essencial para toda a equipe de gestão de marcas. Tradução de Francisco Araújo da Costa. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.

WISNER, B.; ALCÁNTARA-AYALA, I. Revisiting frameworks: Have they helped us reduce disaster risk?. **Jãmbá Journal of Disaster Risk Studies**, [S. l.], v. 15, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4102/jamba.v15i1.1491>.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guidelines on the Definition and Characterization of Extreme Weather and Climate Events**. [S. l.]: WMO, 2023. Disponível em: <https://library.wmo.int/records/item/58396-guidelines-on-the-definition-and-characterization-of-extreme-weather-and-climate-events?offset=1>. Acesso em: 16 maio 2025.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **International Cloud Atlas**: Rain. [S. l.]: WMO, 2017. Disponível em: <https://cloudatlas.wmo.int/en/rain.html>. Acesso em: [data de acesso].

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Technical Regulations Volume III: Hydrology**. [S. l.]: WMO, 2021. p. IX. (WMO-No. 49). Disponível em: <https://etrp.wmo.int/mod/url/view.php?id=24283>. Acesso em: 15 maio 2025.

XAVIER, Carmynie Barros e; SOUZA, Diogo Rosa. Quando a água sobe, a desigualdade emerge: racialização dos desastres climáticos no Brasil contemporâneo. **Revista Direito e Práxis**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 1-22, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-896/2026/97253>. Acesso em: 2 jun. 2026.

YANG, Tsun-Hua; LIU, Wen-Cheng. A General Overview of the Risk-Reduction Strategies for Floods and Droughts. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 7, p. 2687, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072687>. Acesso em: 2 jun. 2026.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa acadêmica "*Prevenção de desastre natural: desenvolvimento de um aplicativo para a população maranhense*". Este estudo faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) conduzido por Lindomar Dantas Conrado Filho, discente de Design da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Fabiane Rodrigues Fernandes.

Qual é o objetivo? O objetivo é mapear o perfil e as vulnerabilidades da população, avaliar o nível de preparo prático das pessoas diante de eventos climáticos extremos e identificar as funcionalidades mais adequadas para a ferramenta.

Como será a sua participação? Sua participação consistirá em responder a um questionário online. A duração estimada para o preenchimento é de aproximadamente 5 minutos.

Riscos e Benefícios: Esta pesquisa apresenta riscos mínimos, relacionados a um eventual desconforto durante a realização das atividades ou ao compartilhamento de opiniões e percepções sobre situações de risco. Caso isso ocorra, você poderá interromper sua participação a qualquer momento. Não há benefícios financeiros ou vantagem direta em participar, mas sua contribuição é fundamental para avançar o conhecimento em design de interfaces e ajudar na criação de uma ferramenta de utilidade pública focada no contexto do Maranhão.

Seus Direitos e Privacidade: Sua participação é totalmente voluntária. Você pode desistir a qualquer momento, sem nenhuma penalidade ou prejuízo. Os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos. Sua identidade não será divulgada em nenhuma publicação ou apresentação, sendo garantido o absoluto sigilo e a confidencialidade das informações fornecidas.

Contatos para Dúvidas: Se tiver alguma dúvida sobre a pesquisa, entre em contato pelo e-mail: lindomar.dantas@discente.ufma.br.

APÊNDICE B - ROTEIRO DAS PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO

roteiro das perguntas formuladas para o questionário

Seção 1: Perfil do Usuário

Objetivo: Entender quem é o público, seu nível de vulnerabilidade geográfica e escolaridade

1. Qual é a sua faixa etária?

☐ Menos de 18 anos

☐ 18 a 25 anos

☐ 26 a 35 anos

☐ 36 a 50 anos

☐ Mais de 50 anos

2. Em qual município do Maranhão você reside atualmente?

R: _____

3. Qual o seu nível de escolaridade?

Objetivo: linguagem do aplicativo

☐ Ensino Fundamental incompleto

☐ Ensino Fundamental completo

☐ Ensino Médio incompleto

☐ Ensino Médio completo

☐ Ensino Superior incompleto

☐ Ensino Superior completo

4. Como você descreveria o local onde você mora?

Objetivo: entender a área onde público está localizada e vulnerabilidade do público

Pode marcar mais de uma opção

- ☐ Área plana e asfaltada, com bom escoamento de água
- ☐ Próximo a rios, córregos ou canais (risco de alagamento)
- ☐ Área de encosta ou morro (risco de deslizamento)
- ☐ Área com problemas frequentes de drenagem (bueiros entupidos, rua de terra, etc.)

Seção 2: Relação e Percepções com Desastres Naturais

Objetivo: Validar a hipótese sobre a recorrência de desastres e a falta de preparo prático da população diante da vulnerabilidade socioambiental

5. Você ou sua família já foram diretamente afetados por algum evento climático extremo nos últimos anos?

- ☐ Sim, por alagamentos / enchentes
- ☐ Sim, por deslizamentos de terra
- ☐ Sim, por secas extremas
- ☐ Outro: _____
- ☐ Não, nunca fui afetado.

6. Você considera que a sua comunidade/bairro está preparada para lidar com fortes chuvas e desastres naturais?

- ☐ Sim, totalmente preparada
- ☐ Parcialmente preparada
- ☐ Não, nada preparada
- ☐ Não sei avaliar

7. Na sua opinião, quais são os principais fatores que causam ou agravam os desastres naturais na sua região?

- ☐ Apenas a força da natureza (muita chuva)
- ☐ Falta de infraestrutura (bueiros, esgoto, drenagem)
- ☐ Construção de casas em áreas de risco
- ☐ Desmatamento e poluição (lixo nas ruas)
- ☐ Falta de informação e preparo da população

Você acompanha os canais de informações da Defesa Civil Maranhense?

- ☐ sim, acompanho.
- ☐ As vezes acompanho.
- ☐ Não acompanho.

8. Se um alerta de forte tempestade ou enchente fosse emitido hoje para o seu bairro, você saberia exatamente quais medidas preventivas tomar para proteger sua família e seus bens?

- ☐ Sim, saberia o que fazer e para onde ir.
- ☐ Teria uma ideia, mas não tenho certeza.
- ☐ Não, não saberia o que fazer.

Seção 3: Busca por Informações sobre Prevenção em Aplicativos

Objetivo: Descobrir como a população consome informação hoje e medir a aceitação de uma solução digital educativa.

9. Atualmente, por onde você costuma receber alertas ou informações sobre chuvas fortes e riscos de desastres?

Pode marcar mais de uma

- ☐ Televisão / Rádio
- ☐ Redes Sociais (WhatsApp, Instagram, Facebook)
- ☐ Alertas por SMS da Defesa Civil Maranhense

☐ Vizinhos e amigos

☐ Não costumo receber esse tipo de informação

10. Você já utilizou algum aplicativo de celular voltado para alertas de tempo ou prevenção de desastres?

☐ Sim. Qual? _____

☐ Não, nunca usei.

11. A maioria dos alertas fala sobre o desastre acontecendo (ex: "Chuva forte agora na sua região"). Você sente falta de informações que ensinem o que fazer ANTES do problema acontecer (prevenção)?

☐ Sim, sinto muita falta.

☐ Sinto um pouco de falta.

☐ Não sinto falta, acho que só o alerta na hora já basta.

12. Você baixaria um aplicativo no seu celular focado exclusivamente em te ensinar a se proteger de desastres naturais de forma simples e rápida?

☐ Com certeza

☐ Talvez, depende da facilidade de uso

☐ Dificilmente baixaria

Seção 4: Proposta de Funcionalidades no App

Objetivo: Validar as *features* do protótipo (que foca em educação continuada e não apenas notificação de emergência)

13. Imagine um aplicativo educativo sobre prevenção de desastres. Qual o formato você acha mais fácil para aprender?

☐ Vídeos curtos e ilustrações

☐ Textos curtos e diretos com ilustrações

() Áudios (estilo podcast ou mensagem de voz)

14. Quais funcionalidades você gostaria que o aplicativo tivesse? (Múltipla escolha)

Alertas de risco em tempo real

Informações sobre tipos de desastres comuns na região

Orientações sobre o que fazer antes do desastre

Telefones de emergência

Mapas e rotas de fuga

Checklist de preparação

Quiz educativo

Vídeos educativos

Cartilhas ilustradas

Reportar ocorrências

Notícias

Canal para envio de ocorrências

Outro

Mapeamento de riscos locais

15. Avalie o grau de importância das seguintes funcionalidades para este aplicativo
(De 1 - Nada Importante a 5 - Muito Importante)

Receber alertas em tempo real de riscos na sua região:* (1) (2) (3) (4) (5)

Informações sobre desastres comuns na região e como se preparar caso ocorra
(1) (2) (3) (4) (5)

Mapeamento mostrando as áreas de risco no seu bairro:* (1) (2) (3) (4) (5)

Telefones de emergência para ligar direto para Defesa Civil/Bombeiros:* (1) (2) (3)
(4) (5)

Área para os próprios moradores reportarem ocorrências (ex:):* (1) (2) (3) (4) (5)

Área de notícias locais sobre o tema.

(1) (2) (3) (4) (5)

Cartilhas ilustradas

(1) (2) (3) (4) (5)

Quiz educativos sobre desastre e como se preparar

(1) (2) (3) (4) (5)

16. Você tem alguma sugestão de outra funcionalidade ou informação que você gostaria de ver em um aplicativo voltado para a prevenção de desastres naturais?

R: _____