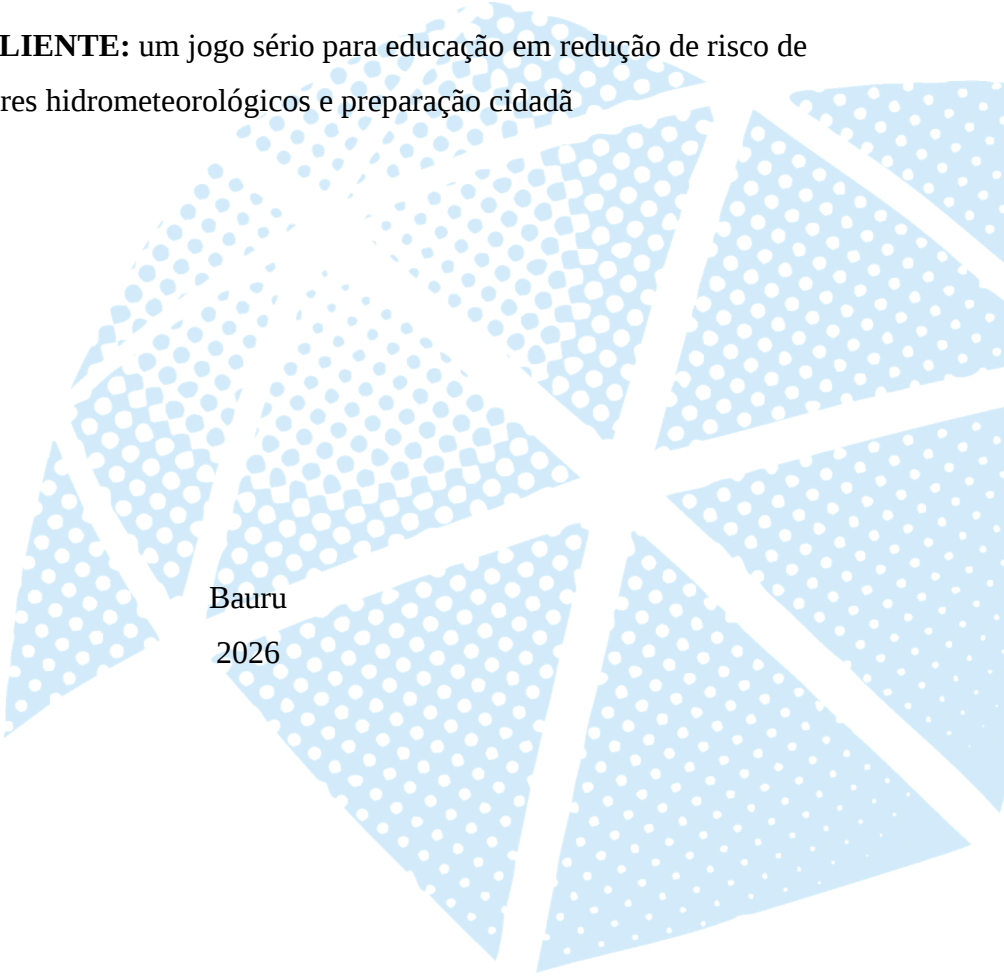


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Faculdade de Engenharia de Bauru - Campus de Bauru

ANA PAULA SILVA DUCATTI

COMUNIDADE RESILIENTE: um jogo sério para educação em redução de risco de
desastres hidrometeorológicos e preparação cidadã

Bauru
2026



ANA PAULA SILVA DUCATTI

COMUNIDADE RESILIENTE: um jogo sério para educação em redução de risco de
desastres hidrometeorológicos e preparação cidadã

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, para obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão de Operações

Orientador(a): Prof. Dr. Irineu de Brito Junior

Coorientador(a): Prof. Dr. Fernando Bernadi
de Souza

Bauru

2026

D824c Ducatti, Ana Paula Silva

COMUNIDADE RESILIENTE: um jogo sério para educação em
redução de risco de desastres hidrometeorológicos e preparação cidadã
/ Ana Paula Silva Ducatti. -- Bauru, 2026
183 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia, Bauru
Orientador: Irineu de Brito Júnior
Coorientador: Fernando Bernardi de Souza

1. Jogos Sérios. 2. Preparação Cidadã. 3. Desastres. 4. Educação
para Redução de Riscos de Desastres. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ANA PAULA SILVA DUCATTI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 22 de maio de 2026, às 9h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de ANA PAULA SILVA DUCATTI, intitulada "**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM ARTEFATO VOLTADO À EDUCAÇÃO PARA A REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES DE CIDADÃOS BRASILEIROS: O JOGO COMUNIDADE RESILIENTE**". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. IRINEU DE BRITO JUNIOR (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia Ambiental / UNESP / Câmpus de São José dos Campos - ICT, Prof. Dr. ENZO BARBERIO MARIANO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Produção / UNESP / Câmpus de Bauru - FEB, Prof.^a Dr.^a SANDRA CRISTINA DE OLIVEIRA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia / UNESP / Câmpus de Tupã - FCE, Prof. Dr. THARCISIO COTTA FONTAINHA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Universidade Federal do Rio de Janeiro, Profa. Dra. MÁRCIA MARCONDES ALTIMARI SAMED (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Universidade Estadual de Maringá, Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Assinado de forma digital por
IRINEU DE BRITO
JUNIOR:06636230819
Dados: 2026.05.22 12:16:59
-03'00'

Prof. Dr. IRINEU DE BRITO JUNIOR

PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO

A COMISSÃO EXAMINADORA PROPÕE A ALTERAÇÃO DO TÍTULO DO TRABALHO DA ALUNA: **ANA PAULA SILVA DUCATTI** DE: "DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM ARTEFATO VOLTADO À EDUCAÇÃO PARA A REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES DE CIDADÃOS BRASILEIROS: O JOGO COMUNIDADE RESILIENTE"

PARA:

COMUNIDADE RESILIENTE: um jogo sério para educação em redução de risco de desastres hidrometeorológicos e preparação cidadã.

Bauru, 22 de maio de 2026.

Assinado de forma digital
por IRINEU DE BRITO
JUNIOR:06636230819
Dados: 2026.06.03 12:30:47
-03'00'

Prof.ª Dr. IRINEU DE BRITO JUNIOR
Orientador

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esta pesquisa apresenta potencial de impacto científico, técnico, social, educacional, inovador, econômico e cultural ao propor e avaliar um artefato gamificado voltado à educação para desastres no contexto brasileiro. Do ponto de vista científico, o estudo contribui para o avanço do conhecimento ao articular referenciais da Engenharia de Produção, especialmente da Engenharia de Produto e do desenvolvimento de artefatos, da Educação para a Redução de Riscos de Desastres e da Design Science Research (DSR), oferecendo evidências empíricas sobre o design e a avaliação de jogos sérios digitais como estratégia educativa nesse campo.

No plano técnico e inovador, a pesquisa resulta em um artefato digital passível de aplicação, adaptação e aperfeiçoamento em diferentes contextos formativos, ampliando as possibilidades de comunicação do risco e de preparação cidadã diante de eventos hidrometeorológicos extremos. Sob a perspectiva social, educacional e cultural, o estudo favorece a disseminação de práticas de prevenção e conscientização, contribuindo para o fortalecimento de uma cultura de redução de riscos e de preparação cidadã, especialmente quando articulado a ações educativas, comunitárias ou institucionais.

Em termos econômicos, o desenvolvimento de uma ferramenta digital escalável pode representar uma alternativa para ações educativas e campanhas de sensibilização em larga escala, com potencial indireto de redução de perdas humanas e materiais associadas aos desastres. Quanto à inserção, a pesquisa dialoga com desafios concretos vivenciados no Brasil, com relevância local, regional e nacional, especialmente em territórios expostos a eventos hidrometeorológicos recorrentes.

A pesquisa também apresenta potencial de internacionalização, na medida em que se vincula a agendas globais de redução de riscos de desastres, adaptação climática e educação, em consonância com marcos internacionais como o Marco de Sendai e a Agenda 2030. Nesse sentido, contribui especialmente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 11 e 13, ao abordar a formação de capacidades humanas e sociais para prevenção, mitigação, preparação e resposta diante dos impactos das mudanças climáticas e dos desastres.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This research has the potential to generate scientific, technical, social, educational, innovative, economic, and cultural impact by proposing and evaluating a gamified artifact aimed at disaster education in the Brazilian context. From a scientific perspective, the study contributes to the advancement of knowledge by articulating frameworks from Production Engineering, especially Product Engineering and artifact development, Disaster Risk Reduction Education, and Design Science Research (DSR), while providing empirical evidence on the design and evaluation of digital serious games as an educational strategy in this field.

From a technical and innovative standpoint, the research results in a digital artifact that can be applied, adapted, and improved in different educational contexts, thereby expanding the possibilities for risk communication and citizen preparedness in the face of extreme hydrometeorological events. From a social, educational, and cultural perspective, the study supports the dissemination of prevention and awareness-raising practices, contributing to the strengthening of a culture of risk reduction and citizen preparedness, especially when articulated with educational, community-based, or institutional actions.

In economic terms, the development of a scalable digital tool may represent an alternative for educational initiatives and large-scale awareness campaigns, with the indirect potential to reduce human and material losses associated with disasters. In terms of its societal and institutional relevance, the research addresses concrete challenges experienced in Brazil, with local, regional, and national relevance, especially in territories exposed to recurrent hydrometeorological events.

The research also presents potential for internationalization, as it is connected to global agendas on disaster risk reduction, climate adaptation, and education, in alignment with international frameworks such as the Sendai Framework and the 2030 Agenda. In this sense, it contributes particularly to Sustainable Development Goals 11 and 13 by addressing the development of human and social capacities for prevention, mitigation, preparedness, and response to the impacts of climate change and disasters.

ANA PAULA SILVA DUCATTI

COMUNIDADE RESILIENTE: um jogo sério para educação em redução de risco de
desastres hidrometeorológicos e preparação cidadã

Tese apresentada à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de
Bauru, Bauru, para obtenção do título de
Doutora em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão de Operações

Data da defesa: 22/05/2026

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Irineu de Brito Junior
UNESP - Instituto de Ciência e Tecnologia - Campus de São José dos Campos

Prof. Dr. Enzo Barberio Mariano
UNESP - Faculdade de Engenharia de Bauru - Campus de Bauru

Prof. Dra. Sandra Cristina de Oliveira
UNESP - Faculdade de Ciências e Engenharia - Câmpus de Tupã

Prof. Dra. Márcia Marcondes Altimari Samed
UEM - Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Tharcisio Cotta Fontainha
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu marido, Vanderlei, e aos meus filhos, Arthur e Ana Laura, pelo amor, apoio e compreensão ao longo desta trajetória, especialmente nos momentos em que as exigências da pesquisa demandaram tempo, dedicação e renúncias.

À Universidade de Marília (UNIMAR), expresso minha gratidão pelo ambiente institucional, pelo estímulo à qualificação acadêmica e pelas condições que favoreceram o desenvolvimento desta pesquisa.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), agradeço pela formação proporcionada, pelo rigor acadêmico e pela oportunidade de realizar esta trajetória de doutoramento em um espaço de excelência intelectual e científica.

Ao meu orientador, Professor Irineu, registro meu profundo agradecimento pela orientação cuidadosa, pela leitura atenta, pelas contribuições críticas e pelo compromisso acadêmico, fundamentais para o amadurecimento desta tese.

À Defesa Civil do Estado de São Paulo, agradeço pelo apoio e pela interlocução com a temática investigada, em especial a Ramatuel, Lourençon, Cristiana, Cintia, Natalya e ao Major Wagner, pela disponibilidade, pela colaboração e pelas contribuições oferecidas ao longo do percurso da pesquisa.

Às amigas Luna, Isabela e Deysiane, agradeço pelo apoio generoso durante este processo, especialmente pelos refinamentos nos textos, pela ajuda com leituras e pelas contribuições para o aprimoramento do *game*, que foram muito valiosas para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos participantes do experimento, registro meu agradecimento pela disponibilidade e pelo envolvimento com a pesquisa, cuja contribuição foi essencial para a avaliação do artefato e para a construção dos resultados aqui apresentados.

Por fim, agradeço a todos que, de diferentes formas, contribuíram para a realização desta pesquisa e para a conclusão desta etapa acadêmica.

RESUMO

Esta tese investiga a concepção, o desenvolvimento e a avaliação empírica de um jogo sério digital voltado à Educação para a Redução de Riscos de Desastres (ERRD), tendo como instância o artefato Comunidade Resiliente. O jogo foi concebido como uma experiência individual, mediada por narrativa, desafios e *feedbacks*, direcionada a adultos não especializados em gestão de desastres e orientada à sensibilização e à aprendizagem aplicada sobre riscos hidrometeorológicos associados a chuvas. A pesquisa parte do reconhecimento de que, no contexto brasileiro, a recorrência de desastres hidrometeorológicos convive com lacunas de preparação cidadã e com a necessidade de estratégias educativas acessíveis, engajadoras e formativamente consistentes. Sob a abordagem da *Design Science Research*, articulada a métodos mistos, o estudo compreende a classe de problemas, identifica requisitos de *design*, projeta e desenvolve o artefato e realiza sua avaliação exploratória com participantes reais. O percurso metodológico integra revisão sistemática da literatura, análise documental, dados secundários, *survey*, análise de conteúdo, desenvolvimento iterativo, apreciação por especialistas, registros de telemetria e análises estatísticas. Os resultados indicam que o artefato apresenta potencial educativo e aceitabilidade como estratégia complementar de sensibilização e preparação cidadã, especialmente por articular conteúdos das fases de mitigação, preparação, resposta e recuperação em uma experiência interativa. Também foram identificadas limitações relacionadas à usabilidade, clareza das instruções, estabilidade técnica, compatibilidade com dispositivos, abandono ao longo da trilha experimental e impossibilidade de inferência causal forte. Conclui-se que o Comunidade Resiliente constitui uma solução educacional digital pertinente e promissora para apoiar processos de ERRD, desde que compreendido como estratégia complementar e passível de refinamentos técnicos, pedagógicos e institucionais.

Palavras-chave: educação para redução de riscos de desastres; jogos sérios; preparação cidadã; *design science research*; gestão de desastres.

ABSTRACT

This dissertation investigates the conception, development, and empirical evaluation of a digital serious game aimed at Disaster Risk Reduction Education (DRRE), instantiated in the artifact *Comunidade Resiliente*. The game was designed as an individual experience, mediated by narrative, challenges, and feedback, targeting adult non-specialized citizens and oriented toward awareness-raising and applied learning about hydrometeorological risks associated with rainfall. The study is grounded in the recognition that, in the Brazilian context, the recurrence of hydrometeorological disasters coexists with gaps in citizen preparedness and with the need for accessible, engaging, and educationally consistent strategies. Based on a Design Science Research approach, articulated with mixed methods, the study addresses the problem class, identifies design requirements, designs and develops the artifact, and conducts its exploratory evaluation with real participants. The methodological path integrates a systematic literature review, document analysis, secondary data, a survey, content analysis, iterative development, expert appraisal, telemetry records, and statistical analyses. The results indicate that the artifact presents educational potential and acceptability as a complementary strategy for awareness-raising and citizen preparedness, especially by articulating content related to the phases of mitigation, preparedness, response, and recovery within an interactive experience. Limitations were also identified regarding usability, clarity of instructions, technical stability, device compatibility, attrition throughout the experimental pathway, and the impossibility of strong causal inference. It is concluded that *Comunidade Resiliente* constitutes a relevant and promising digital educational solution to support DRRE processes, provided that it is understood as a complementary strategy subject to technical, pedagogical, and institutional refinements.

Keywords: disaster risk reduction education; *serious games*; citizen preparedness; design science research; disaster management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo da gestão de riscos e do gerenciamento de desastres	28
Figura 2: <i>Hotspots</i> brasileiros: distribuição espacial e recorrência média (2005–2024).....	66
Figura 3: Protocolo Prisma aplicado na RSL	68
Figura 4: Tela inicial do jogo Comunidade Resiliente	84
Figura 5: Interface do jogo Comunidade Resiliente	88
Figura 6: Exemplo de tela de <i>feedback</i> , recompensa ou progressão	88
Figura 7: Avaliação dos Juízes no pós-teste (versões intermediárias).....	91
Figura 8: Categorias das respostas abertas dos juízes no pós-teste (versões intermediárias).....	92
Figura 9: Resultados da avaliação técnico-pedagógica dos juízes (versões intermediárias).....	93
Figura 10: Fluxo amostral e composição da amostra analítica final	96
Figura 11: Perfil sociodemográfico e tecnológico da amostra final (n = 139)	96
Figura 12: Distribuição geográfica dos concluintes do experimento	98
Figura 13: Distribuição de acertos por dimensão do ciclo de gestão de desastres (n = 139)	103
Figura 14: Fases da gestão de desastres mencionadas no pré-teste (n = 139).....	105
Figura 15: Indicadores de desempenho comportamental no jogo	108
Figura 16: Aspectos do jogo mais apreciados (Q9)	113
Figura 17: Aspectos do jogo apontados para melhoria (Q10)	114
Figura 18: Padrões de recomendação do jogo (Q11)	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características predominantes dos jogos na revisão sistemática (n = 65)	70
Tabela 2: Associação entre características dos participantes e conclusão do experimento	99
Tabela 3: Regressão logística binária do abandono do experimento (evento: não concluiu)	100
Tabela 4: Comparação do <i>Score_pre</i> segundo conclusão da trilha experimental	102
Tabela 5: Experiência prévia em simulados ou treinamentos (n = 139)	104
Tabela 6: Modelo de regressão linear do <i>Score_pre</i> na amostra válida	104
Tabela 7: <i>Score_pre</i> segundo menção à mitigação como fase mais importante (n = 139)	106
Tabela 8: <i>Score_pre</i> segundo alta completude nos desafios do jogo (n = 139)	108
Tabela 9: Modelo de regressão linear do <i>Score_desafios</i> na amostra válida	110
Tabela 10: Percepção da experiência segundo alta completude nos desafios (n = 139)	112
Tabela 11: Modelo de regressão linear da percepção global da experiência	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Protocolo metodológico da tese à luz da <i>Design Science Research</i>	44
Quadro 2: Fluxo amostral por etapa da pesquisa	55
Quadro 3: Preparação analítica do banco e variáveis derivadas	58
Quadro 4: Eixos analíticos das percepções dos participantes	72
Quadro 5: Artefatos correlatos identificados e aderência à classe de problemas	75
Quadro 6: Requisitos do artefato proposto	78
Quadro 7: Síntese do GDD do artefato Comunidade Resiliente.....	80
Quadro 8: Evolução das versões do artefato antes da avaliação empírica	84
Quadro 9: Caracterização dos personagens do jogo Comunidade Resiliente	85
Quadro 10: Organização narrativa e pedagógica de Comunidade Resiliente	86
Quadro 11: Missões do jogo e respectivos desafios para registros telemétricos.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	SIGNIFICADO
ANOVA	Análise de Variância
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
DP	Desvio-padrão
DSR	Design Science Research
EM-DAT	Banco de Dados Internacional de Desastres
ERRD	Educação para a Redução de Riscos de Desastres
FEDS	Framework for Evaluation in Design Science Research
GDD	Game Design Document
IC95%	Intervalo de Confiança de 95%
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
NPC	Non-Playable Character
NUPDEC	Núcleo Comunitário de Proteção e Defesa Civil
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RPG	Role-Playing Game
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNDRR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	19
1.2	PERGUNTA DE PESQUISA	20
1.3	OBJETIVO GERAL	20
1.3.1	<i>Objetivos específicos</i>	<i>20</i>
1.4	ABORDAGEM METODOLÓGICA	21
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	22
1.6	ORIGINALIDADE E CONTRIBUIÇÃO DOUTORAL	22
1.7	ESTRUTURA DA TESE	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1	DESASTRES, RISCO E REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES	25
2.2	O MARCO DE SENDAI E O PARADIGMA CONTEMPORÂNEO DA REDUÇÃO DE RISCOS	27
2.3	GESTÃO DE DESASTRES E CICLO DAS AÇÕES	28
2.4	CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES	31
2.5	ENGENHARIA DE PRODUTO, DESIGN DE ARTEFATOS E CONTEXTO DIGITAL	32
2.6	JOGOS EDUCACIONAIS, <i>SERIOUS GAMES</i> E APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL	34
2.7	JOGOS APLICADOS À EDUCAÇÃO PARA DESASTRES	35
2.8	AVALIAÇÃO DE ARTEFATOS EM DSR E EM <i>SERIOUS GAMES</i>	36
2.9	SÍNTESE INTEGRADORA DO REFERENCIAL TEÓRICO	39
3	METODOLOGIA	41
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	41
3.2	ETAPAS DA PESQUISA E ARTICULAÇÃO COM DSR.....	43
3.3	FONTE DE DADOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA	47
3.3.1	<i>Análise documental e dados secundários sobre desastres hidrometeorológicos.....</i>	<i>47</i>
3.3.2	<i>Survey.....</i>	<i>48</i>
3.3.3	<i>Revisão sistemática da literatura e Análise de Conteúdo</i>	<i>49</i>
3.3.4	<i>Avaliação preliminar com especialistas</i>	<i>50</i>
3.3.5	<i>Experimento com participantes da comunidade</i>	<i>52</i>
3.3.6	<i>Dados telemétricos gerados pelo jogo</i>	<i>53</i>
3.4	PARTICIPANTES E RECRUTAMENTO	54
3.5	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	56
3.6	PREPARAÇÃO, TRATAMENTO E VARIÁVEIS ANALÍTICAS DA AVALIAÇÃO PRINCIPAL DO ARTEFATO.....	56
3.7	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS DA AVALIAÇÃO PRINCIPAL DO ARTEFATO	59
3.8	ASPECTOS ÉTICOS E INTEGRIDADE ACADÊMICA.....	62
4	RESULTADOS	64
4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE.....	64
4.1.1	<i>Evidências do survey.....</i>	<i>64</i>
4.1.2	<i>Evidências sobre desastres hidrometeorológico.....</i>	<i>65</i>
4.1.3	<i>Evidências da revisão sistemática da literatura.....</i>	<i>68</i>
4.1.4	<i>Evidências da análise de conteúdo das percepções dos participantes.....</i>	<i>71</i>
4.2	IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CLASSE DE PROBLEMAS	74
4.3	PROPOSIÇÃO DE ARTEFATOS.....	77
4.4	PROJETO DO ARTEFATO	79
4.5	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO	83
4.5.1	<i>Apresentação da instanciação Comunidade Resiliente.....</i>	<i>84</i>
4.5.2	<i>Avaliação preliminar das versões intermediárias do artefato por especialistas</i>	<i>89</i>
4.6	AVALIAÇÃO DO ARTEFATO	94
4.6.1	<i>Fluxo Amostral e Perfil da Amostra.....</i>	<i>95</i>
4.6.2	<i>Conhecimento Prévio da Amostra Válida</i>	<i>101</i>
4.6.3	<i>Desempenho comportamental no jogo</i>	<i>107</i>

4.6.4	<i>Experiência do usuário</i>	110
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	117
5.1	EXPLICITAÇÃO DAS APRENDIZAGENS	117
5.1.1	<i>O problema investigado como lacuna educacional real</i>	117
5.1.2	<i>O artefato como solução educacional pertinente e promissora</i>	119
5.1.3	<i>Progressão comportamental e experiência de uso como dimensões centrais da avaliação ...</i>	121
5.1.4	<i>Acessibilidade, permanência e condições concretas de uso como parte do desempenho do artefato</i>	122
5.2	APORTES ANALÍTICOS DA TESE PARA A CLASSE DE PROBLEMAS E PARA A DSR	124
5.3	LIMITES INTERPRETATIVOS DOS ACHADOS	126
5.4	IMPLICAÇÕES PARA REFINAMENTO DO ARTEFATO E PESQUISAS FUTURAS	127
6	CONCLUSÃO	130
	REFERÊNCIAS	134
	APÊNDICES	145
	APÊNDICE A: JOGOS INCLUÍDOS A REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	145
	APÊNDICE C: INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO PRELIMINAR PARA DESENVOLVIMENTO DO JOGO – AVALIAÇÃO TÉCNICO-PEDAGÓGICA	154
	APÊNDICE D: INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS DO EXPERIMENTO: QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (PRÉ-TESTE)	156
	APÊNDICE E: INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS DO PÓS EXPERIMENTO (PÓS TESTE) ...	159
	APÊNDICE F: <i>CODEBOOK</i> DE CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS ABERTAS DO EXPERIMENTO	162
	APÊNDICE G: SÍNTESE DOS PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS DO EXPERIMENTO	165
	APÊNDICE H: INSTRUMENTO DE COLETA DO <i>SURVEY</i>	170

1 INTRODUÇÃO

Os desastres associados a perigos hidrológicos e meteorológicos têm assumido crescente relevância no cenário contemporâneo, tanto pela frequência com que vêm afetando populações e territórios quanto pelos impactos humanos, sociais, econômicos e infraestruturais que produzem, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioespaciais e elevada vulnerabilidade, como o brasileiro (Amaral et al., 2023; Debortoli et al., 2017; UNDRR, 2015).

Em consonância com o paradigma da redução de riscos de desastres, consolidado internacionalmente pelo Marco de Sendai, a compreensão contemporânea desses eventos ultrapassa leituras centradas apenas na emergência e na resposta imediata, passando a enfatizar a compreensão do risco, a governança, a preparação e a construção de resiliência como dimensões fundamentais da atuação preventiva e adaptativa (UNDRR, 2015, 2020, 2023). No caso brasileiro, essa discussão adquire especial importância em razão da recorrência de eventos hidrológicos e meteorológicos severos e de sua incidência sobre contextos marcados por desigualdades socioespaciais, ocupação de áreas suscetíveis, fragilidades infraestruturais e capacidades institucionais heterogêneas, fatores que ampliam a exposição e a vulnerabilidade da população (Amaral et al., 2023; Debortoli et al., 2017).

No Brasil, os desastres associados a chuvas intensas, inundações, enxurradas, alagamentos e deslizamentos vêm se destacando pela recorrência e intensidade de seus efeitos sobre a vida cotidiana das populações, a infraestrutura urbana, os serviços públicos e as dinâmicas territoriais. Debortoli et al., (2017), ao analisarem a vulnerabilidade do país ao aumento esperado de desastres associados a enxurradas e deslizamentos no contexto das mudanças climáticas, demonstram que essa vulnerabilidade não se distribui de modo homogêneo, sendo fortemente influenciada por condições sociais, territoriais e regionais preexistentes. De forma convergente, estudos voltados ao gerenciamento de riscos em cidades brasileiras de porte médio evidenciam a importância da integração entre dados oficiais e não oficiais para qualificar o conhecimento sobre o risco e subsidiar decisões mais efetivas no contexto local (Amaral et al., 2023). Tais elementos reforçam que o problema dos desastres no país não pode ser reduzido ao evento extremo em si, mas deve ser compreendido em articulação com desigualdades, vulnerabilidades e capacidades institucionais e comunitárias.

Diante dessa complexidade e considerando que o enfrentamento dessa realidade exige mais do que intervenções de infraestrutura física, demandando o preparo ativo da

sociedade, a Educação para a Redução de Riscos de Desastres (ERRD) assume papel estratégico ao possibilitar ampliar a compreensão do risco, aproximar conhecimento e ação e favorecer a construção de repertórios preventivos e responsivos por parte da população (UNDRR, 2015). Contudo, a existência do risco e mesmo a vivência prévia com desastres não garantem, por si sós, níveis mais robustos de preparação coletiva, confiança institucional ou prontidão comunitária. Evidências produzidas no contexto brasileiro indicam que a experiência prévia com desastres tende a ampliar a percepção individual do risco, mas não se converte automaticamente em maiores níveis de preparação ou em fortalecimento consistente da capacidade coletiva de enfrentamento (Seddig et al., 2026). Essa constatação é especialmente relevante, pois sugere que a preparação cidadã não deve ser tomada como consequência espontânea da exposição ao desastre, mas como processo que requer mediação educativa, repertórios aplicados e estratégias formativas capazes de transformar percepção em capacidade de ação.

Além disso, a atualidade e a gravidade do problema têm sido reiteradas por eventos extremos recentes de grande impacto no país. Registros institucionais e análises técnicas sobre episódios como o desastre de São Sebastião, em 2023, e os eventos climáticos extremos que atingiram Rio Grande do Sul em 2024 e Minas Gerais em 2026 reforçam que os desastres hidrometeorológicos permanecem como problema concreto, recorrente e socialmente disruptivo no Brasil, com efeitos que extrapolam a dimensão imediata da emergência e se estendem à economia, à infraestrutura, aos serviços e à vida cotidiana das populações afetadas (G1, 2023, 2024). Nesse sentido, a preparação cidadã e a ampliação da cultura de prevenção ganham centralidade não apenas como aspiração normativa, mas como necessidade concreta diante da recorrência e da complexidade desses eventos.

A recorrência e a intensidade desses eventos não são fenômeno recente no Brasil. Registros históricos relevantes incluem as tragédias do Vale do Itajaí, em Santa Catarina, em 2008, quando inundações e deslizamentos causaram mais de 100 mortes e deslocaram dezenas de milhares de pessoas, e os eventos da Região Serrana do Rio de Janeiro, em 2011, considerados um dos maiores desastres hidrometeorológicos do país em número de vítimas (Agência Brasil, 2021; CAU/SC, 2018). Esses episódios evidenciam que o problema não é pontual nem circunscrito a regiões específicas, mas configura padrão territorialmente distribuído e cronologicamente persistente, com impactos desproporcionais sobre populações em situação de maior vulnerabilidade socioespacial (Amaral et al., 2023; Debortoli et al., 2017).

No campo da gestão de desastres, essa discussão se articula às diferentes fases do ciclo do desastre, abrangendo mitigação, preparação, resposta e recuperação. Embora a

literatura frequentemente destaque a visibilidade pública da resposta emergencial, a redução de riscos exige visão mais ampla, que incorpore prevenção, planejamento, capacitação e fortalecimento de capacidades ao longo do tempo (Leiras et al., 2017; UNDRR, 2015, 2023). Sob a perspectiva da Engenharia de Produção, esse desafio pode ser compreendido como um problema de concepção, organização e melhoria de sistemas sociotécnicos complexos, nos quais informação, decisão, coordenação entre múltiplos atores, alocação de recursos e desempenho operacional influenciam diretamente a capacidade de prevenir, preparar, responder e recuperar-se de eventos adversos.

Esta tese situa-se na interface entre Educação em Engenharia, Engenharia de Produto e Educação para a Redução de Riscos de Desastres (ERRD). Sob a perspectiva da Engenharia de Produto, a pesquisa trata a concepção e o desenvolvimento de um artefato educacional digital como um processo de desenvolvimento de produto, orientado à identificação de requisitos, ao projeto iterativo e à avaliação empírica de soluções em contexto de uso real. Sob a perspectiva da Educação em Engenharia, ela aborda a design de experiências formativas capazes de transformar percepção de risco em preparação cidadã. E sob o domínio da ERRD, ela responde a uma demanda concreta de estratégias educativas acessíveis para cidadãos leigos expostos a riscos hidrometeorológicos recorrentes.

Desta forma, o artefato Comunidade Resiliente é compreendido como parte de um sistema mais amplo de preparação e educação para desastres, e não como uma solução isolada para o enfrentamento dos eventos adversos. Nesse arranjo, o jogo se insere especificamente na etapa educativa e preventiva do sistema, contribuindo para sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação cidadã, sem substituir políticas públicas, infraestrutura, atuação da Defesa Civil, ações comunitárias ou demais componentes do sistema de proteção e defesa civil.

A logística humanitária e a gestão de desastres constituem campos correlatos que contextualizam o domínio de aplicação do artefato, na medida em que a preparação cidadã influencia a qualidade das decisões, a coordenação das ações e a capacidade de resposta dos territórios em eventos adversos. Contudo, a contribuição central desta tese não está na logística em sentido estrito, mas na concepção, no desenvolvimento e na avaliação de uma solução educacional que reforce a dimensão da preparação, fase do ciclo de desastres historicamente menos contemplada por jogos sérios dirigidos a cidadãos comuns.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Esta tese parte do seguinte problema de pesquisa: há insuficiência de artefatos educacionais digitais acessíveis, engajadores e empiricamente avaliados, voltados à sensibilização e à preparação de adultos não especializados em gestão de desastres diante de riscos hidrometeorológicos no contexto brasileiro. Embora a literatura sobre jogos, serious games e gestão de desastres apresente experiências relevantes, ainda permanecem lacunas quanto ao design, à avaliação e às condições de uso de soluções voltadas ao público não especializado, especialmente quando se considera a integração entre conteúdo de ERD, experiência de uso, telemetria e análise empírica do comportamento dos participantes.

1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

A partir desse problema, formula-se a seguinte pergunta de pesquisa: em que medida um jogo sério digital, concebido, desenvolvido e avaliado empiricamente nesta pesquisa, apresenta potencial como estratégia educacional para promover sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação cidadã de adultos não especializados diante de riscos hidrometeorológicos associados a chuvas?

1.3 OBJETIVO GERAL

Conceber, desenvolver e avaliar empiricamente um jogo sério digital voltado à Educação para a Redução de Riscos de Desastres, analisando seu potencial como estratégia educacional para promover sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação cidadã de adultos não especializados diante de riscos hidrometeorológicos associados a chuvas, bem como seus padrões de uso, limites e contribuições para o design e a avaliação de artefatos educacionais digitais.

1.3.1 *Objetivos específicos*

Para viabilizar o alcance do objetivo geral e operacionalizar as etapas estruturantes propostas pela abordagem da DSR, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

a) compreender o problema da educação para desastres e os desafios associados à preparação cidadã diante de eventos hidrológicos e meteorológicos no contexto brasileiro;

- b) identificar, a partir de evidências teóricas, empíricas e normativas, lacunas, requisitos e oportunidades para o desenvolvimento de um artefato educacional voltado à educação para desastres;
- c) propor o artefato Comunidade Resiliente, definindo sua finalidade educacional, sua proposta de valor e seu escopo de aplicação;
- d) projetar o artefato com base em dimensões narrativas, mecânicas, pedagógicas e experienciais coerentes com os objetivos formativos da pesquisa;
- e) desenvolver iterativamente o protótipo funcional do *game*, com apreciação por especialistas, validação preliminar com público-alvo e refinamentos sucessivos;
- f) avaliar empiricamente o potencial educativo do artefato a partir do uso por participantes reais, considerando repertório inicial, permanência na experiência, engajamento comportamental, aceitação e potencial formativo percebido;
- g) interpretar criticamente os resultados obtidos, consolidando as contribuições, limitações e aprendizagens da pesquisa.

1.4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para responder à pergunta de pesquisa e alcançar os objetivos propostos, a investigação foi conduzida sob a perspectiva da *Design Science Research* (Pesquisa em Ciência do Projeto – DSR), com abordagem de métodos mistos. Essa escolha decorre da natureza do problema investigado, que não se limita à descrição de um fenômeno, mas envolve a proposição, o desenvolvimento e a avaliação de uma solução educacional digital voltada à educação para desastres.

No percurso metodológico da tese, diferentes fontes de evidência foram articuladas de forma complementar, em consonância com a lógica da DSR. A análise documental e os dados secundários contribuíram para a delimitação do problema e a compreensão do contexto brasileiro dos desastres hidrometeorológicos. O *survey* auxiliou na identificação de percepções, repertórios e lacunas relacionadas à preparação cidadã. A revisão sistemática da literatura permitiu mapear o estado da arte dos jogos aplicados à logística humanitária e à gestão de desastres, bem como identificar lacunas e requisitos para o desenvolvimento do artefato. A análise de conteúdo apoiou a interpretação de *feedbacks* e respostas abertas, tanto na definição de requisitos quanto na compreensão da experiência dos participantes. Com base nesse conjunto

evidências, procedeu-se ao desenvolvimento iterativo do protótipo e à avaliação aplicada do artefato, buscando apreciar seu potencial educativo em contexto empírico de uso.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Para garantir precisão analítica e evitar generalizações inadequadas, a presente pesquisa opera com as seguintes delimitações:

Quanto ao artefato, o Comunidade Resiliente é um jogo sério digital, de uso individual, acessado por dispositivo conectado à internet. Não se trata de jogo de tabuleiro, jogo colaborativo, simulador profissional nem plataforma destinada ao treinamento de agentes da Defesa Civil.

Quanto ao público-alvo, o jogo foi concebido para cidadãos adultos (maiores de 18 anos), sem vínculo profissional com proteção e defesa civil, com acesso básico a dispositivos digitais. A pesquisa não se destina a crianças, adolescentes nem a profissionais de resposta emergencial.

Quanto ao escopo dos desastres, o artefato aborda especificamente riscos e desastres hidrometeorológicos associados a chuvas intensas (inundações, enchentes, enxurradas, alagamentos e deslizamentos desencadeados por chuva). Não abrange todos os tipos de desastres previstos na COBRADE (Brasil, 2022) como, por exemplo, eventos geológicos, tecnológicos ou biológicos.

Quanto ao contexto de uso, a avaliação empírica foi conduzida em ambiente aberto e voluntário, sem inserção institucional formal por universidade, Defesa Civil ou NUPDECs. Os resultados refletem esse contexto e não permitem generalizações para contextos institucionalizados de uso.

Quanto às inferências, os dados produzidos sustentam análise exploratória de aceitabilidade, percepção positiva e progressão comportamental. Não configuram prova de causalidade, eficácia educacional definitiva nem superioridade em relação a outros métodos de educação para desastres.

1.6 ORIGINALIDADE E CONTRIBUIÇÃO DOUTORAL

A originalidade desta tese decorre da articulação entre três dimensões que, isoladamente, já foram objeto de investigação acadêmica, mas que, na configuração proposta, constituem uma contribuição inédita ao campo.

Em primeiro lugar, no plano da classe de problemas, o estudo responde a uma lacuna identificada na própria revisão sistemática realizada: embora jogos aplicados à logística humanitária e à gestão de desastres já constituam campo consolidado e em expansão, há baixa incidência de iniciativas voltadas à mitigação, à preparação cidadã e ao engajamento de usuários não especializados. O artefato Comunidade Resiliente posiciona-se exatamente nesse espaço pouco explorado, ao propor uma experiência gamificada dirigida a cidadãos adultos leigos, com foco em riscos hidrometeorológicos associados a chuvas, em contraste com a predominância de jogos de simulação orientados à resposta e a públicos profissionais.

Em segundo lugar, no plano metodológico, a pesquisa demonstra a utilidade e o potencial da Design Science Research (DSR) para investigações em que superar uma lacuna exige não apenas descrever o problema, mas conceber, desenvolver e avaliar uma solução contextualizada. A avaliação empírica com participantes reais, aliada ao registro telemétrico de progressão e abandono, representa contribuição metodológica relevante para o campo dos artefatos educacionais digitais: em vez de depender exclusivamente do autorrelato, o estudo incorpora desempenho observado como dimensão da avaliação do artefato.

Em terceiro lugar, no plano do conhecimento produzido, a tese não se limita à entrega de uma instanciização específica. Ela produz conhecimento transferível sobre como conceber, fundamentar e avaliar artefatos educacionais digitais para contextos de risco hidrometeorológico, contribuindo para a Engenharia de Produção na interface entre Educação em Engenharia, Engenharia de Produto e Educação para a Redução de Riscos de Desastres.

1.7 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está organizada em sete capítulos. Após esta Introdução, o Capítulo 2 reúne os principais conceitos e fundamentos teóricos que regem a pesquisa. O Capítulo 3 descreve o percurso metodológico adotado, explicitando os procedimentos e etapas da pesquisa.

O Capítulo 4 contempla a contextualização do problema de pesquisa e o estado da arte relativo à temática investigada. O Capítulo 5 apresenta os resultados abordando a identificação dos artefatos e das classes de problemas, a proposição, o projeto e o desenvolvimento do artefato Comunidade Resiliente, com especial ênfase em sua avaliação

empírica, que constitui o eixo central da tese. O Capítulo 6 dedica-se à discussão dos resultados, em articulação com a literatura e com os objetivos da pesquisa.

Por fim, o Capítulo 7 reúne as conclusões do estudo, suas contribuições, limitações e perspectivas para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por finalidade apresentar os fundamentos teóricos que sustentam a presente pesquisa, fornecendo os conceitos essenciais para a compreensão do problema investigado, do contexto em que ele se insere e da proposta de artefato educacional desenvolvida.

Para tanto, são abordados os principais referenciais relacionados aos desastres, ao risco e à redução de riscos de desastres, com destaque para o Marco de Sendai e para a gestão de desastres em suas diferentes fases. Em seguida, são discutidos a classificação dos desastres, com ênfase no contexto brasileiro e no uso da COBRADE, bem como as interfaces com a logística humanitária. Por fim, o capítulo explora os fundamentos dos jogos com finalidade educacional, dos *serious games* e da aprendizagem experiencial, de modo a subsidiar a discussão sobre o uso de experiências gamificadas na educação para desastres.

Assim, o referencial teórico aqui construído busca articular os campos da gestão de desastres e da educação mediada por jogos, constituindo a base conceitual que orienta tanto o desenvolvimento do artefato quanto a análise de sua contribuição para a sensibilização, a aprendizagem aplicada e a preparação cidadã diante de desastres hidrometeorológicos.

2.1 DESASTRES, RISCO E REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES

A compreensão contemporânea dos desastres ultrapassa interpretações que os associam exclusivamente à manifestação de fenômenos naturais extremos. Em abordagem mais ampla, os desastres podem ser compreendidos como processos resultantes da interação entre ameaças, exposição, vulnerabilidades e capacidades, em contextos territorial, social e institucionalmente situados (Adger, 2006; Birkmann et al., 2013; UNDRR, 2020). Nessa perspectiva, o desastre corresponde à grave interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, com perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais, quando um fenômeno potencialmente danoso incide sobre populações e sistemas vulneráveis (UNDRR, 2020).

Essa formulação é importante porque desloca o foco de uma leitura fatalista, centrada apenas no agente desencadeador, para uma compreensão relacional do risco. O risco de desastre decorre da combinação entre a ameaça, a exposição de pessoas e bens, as vulnerabilidades existentes e as capacidades disponíveis para prevenção, enfrentamento, resposta e recuperação (Birkmann et al., 2013; de Almeida et al., 2016; UNDRR, 2020). Assim,

trata-se de uma condição produzida socialmente, distribuída de modo desigual entre territórios e grupos sociais, e influenciada por fatores como ocupação do solo, infraestrutura, acesso à informação, renda, organização comunitária e capacidade institucional (Adger, 2006; Cutter; Burton; Emrich, 2010; Rao et al., 2023).

Nesse contexto, a vulnerabilidade ocupa lugar central, compreendida como condição multidimensional que expressa susceptibilidades sociais, econômicas, territoriais e institucionais diante de ameaças recorrentes (Adger, 2006; Birkmann et al., 2013; Debortoli et al., 2017). Em paralelo, a resiliência vem sendo abordada como capacidade de absorver impactos, reorganizar-se, adaptar-se e seguir operando sem colapso irreversível, seja no nível de indivíduos, comunidades ou sistemas socioecológicos (Berkes; Ross, 2013; Folke, 2006; Holling, 1973; Keating et al., 2017). Embora vulnerabilidade e resiliência não sejam conceitos perfeitamente opostos, sua articulação é fundamental para compreender por que determinados grupos sofrem impactos desproporcionais e por que alguns territórios conseguem responder e recuperar-se de maneira mais eficaz que outros.

A partir dessa base, a redução de riscos de desastres consolidou-se como paradigma contemporâneo de atuação no campo. Em vez de restringir a gestão de desastres à resposta emergencial, esse paradigma enfatiza a necessidade de prevenir novos riscos, reduzir riscos existentes e administrar riscos residuais, articulando medidas estruturais e não estruturais, planejamento, educação, monitoramento, coordenação interinstitucional e fortalecimento de capacidades sociais (Olson et al., 2020; UNDRR, 2020; UNDRR, 2023). Trata-se, portanto, de uma mudança relevante de enfoque: a centralidade deixa de estar apenas na reação ao evento e passa a incluir a compreensão do risco, a preparação e a construção de resiliência como dimensões permanentes da gestão.

Sob essa perspectiva, a educação para desastres torna-se componente estratégico. Não se trata apenas de transmitir informações sobre ameaças, mas de promover compreensão do risco, leitura do território, reconhecimento de vulnerabilidades, ampliação de repertórios de ação e desenvolvimento de comportamentos preventivos e colaborativos (Musacchio et al., 2016; Shaw; Izumi, 2014). A percepção de risco, embora relevante, não é suficiente por si só. Saber que existe risco não significa, automaticamente, saber agir, confiar nas instituições, preparar-se adequadamente ou responder de forma coordenada. A passagem da percepção para a preparação depende de experiências, mediações educativas, acesso à informação qualificada e oportunidades de aprendizagem situadas (Musacchio et al., 2016; Pillai et al., 2019). É precisamente nesse ponto que se insere a proposta desta tese, ao defender o uso de uma

experiência gamificada como estratégia de sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação cidadã diante de desastres hidrometeorológicos.

2.2 O MARCO DE SENDAI E O PARADIGMA CONTEMPORÂNEO DA REDUÇÃO DE RISCOS

O Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015–2030 constitui um dos principais referenciais internacionais para a formulação de políticas, estratégias e práticas no campo da redução de riscos. Adotado em 2015, o documento consolidou uma mudança importante de enfoque ao deslocar a centralidade da resposta emergencial para uma abordagem mais abrangente, orientada à compreensão do risco, ao fortalecimento da governança, ao investimento em resiliência e à preparação para respostas eficazes e reconstrução resiliente (UNDRR, 2015, 2023). O Marco estabelece sete metas globais e quatro prioridades de ação, reafirmando que a redução do risco de desastres deve ser compreendida como parte do desenvolvimento sustentável e da proteção das populações vulneráveis (UNDRR, 2015).

Entre suas prioridades, destaca-se, em primeiro lugar, a necessidade de compreender o risco de desastres, o que inclui suas múltiplas dimensões: ameaça, exposição, vulnerabilidade e capacidade. Em segundo lugar, o Marco enfatiza o fortalecimento da governança do risco, reconhecendo que a redução de riscos depende de coordenação institucional, planejamento e tomada de decisão articulada entre diferentes escalas e atores. Em terceiro, destaca o investimento em redução do risco para resiliência, reafirmando que prevenir perdas futuras é tão importante quanto reagir a eventos já ocorridos. Por fim, defende o fortalecimento da preparação para resposta eficaz e da reconstrução orientada pelo princípio do *Build Back Better*, segundo o qual a recuperação deve reduzir vulnerabilidades e não apenas restaurar condições anteriores (UNDRR, 2015; UNDRR, 2023).

Essa formulação é especialmente relevante para esta tese porque legitima a centralidade da educação e da conscientização pública no campo da redução de riscos. O Marco de Sendai reforça a importância da disseminação social do conhecimento sobre o risco, da construção de cultura preventiva e do fortalecimento de capacidades locais e comunitárias (Sato et al., 2020; Toyoda, 2020; UNDRR, 2015). Isso amplia a pertinência de iniciativas voltadas não apenas a especialistas ou gestores, mas também a cidadãos comuns, sobretudo em contextos de recorrência de desastres hidrometeorológicos.

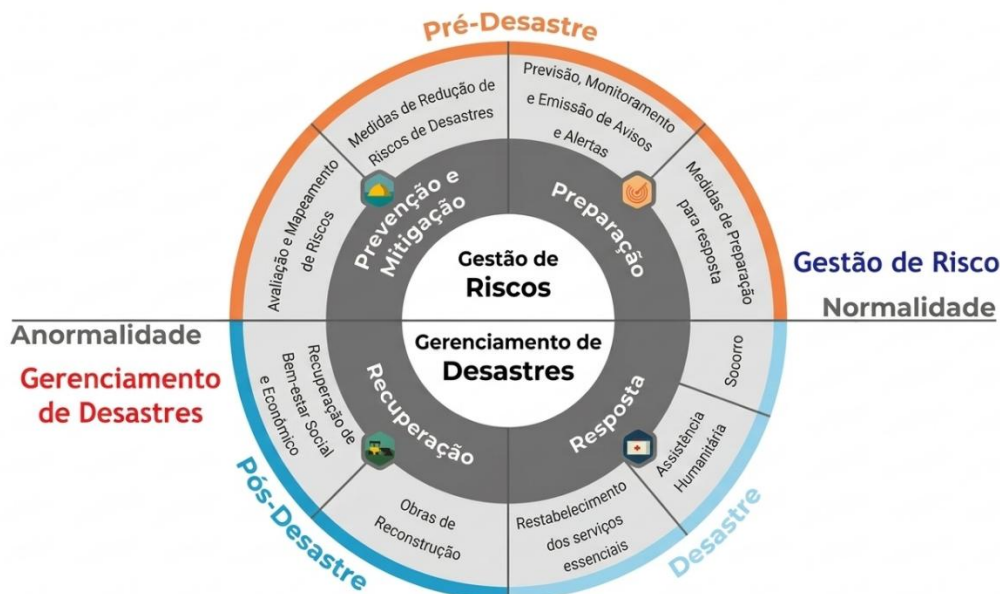
Nesse sentido, o Marco de Sendai oferece fundamento conceitual e normativo para a proposta desta pesquisa. Ao enfatizar compreensão do risco, preparação, resiliência e participação social, ele sustenta a ideia de que estratégias educativas podem contribuir para ampliar repertórios de ação, fortalecer consciência situacional e estimular comportamentos preventivos (UNDRR, 2015, 2023). Assim, o desenvolvimento de um artefato gamificado voltado à educação para desastres não deve ser entendido como solução isolada ou meramente tecnológica, mas como iniciativa coerente com o paradigma contemporâneo da redução de riscos.

2.3 GESTÃO DE DESASTRES E CICLO DAS AÇÕES

A gestão de desastres pode ser compreendida como o conjunto de políticas, estratégias, capacidades e ações voltadas à prevenção de novos riscos, à redução de riscos existentes, à preparação para eventos adversos, à resposta emergencial e à recuperação posterior (Leiras et al., 2017; UNDRR, 2020). Trata-se de campo interdisciplinar e intersetorial, que mobiliza órgãos governamentais, defesa civil, organizações humanitárias, comunidades locais e especialistas de diferentes áreas. Sua complexidade decorre da necessidade de lidar com cenários incertos, múltiplos atores, restrições de tempo e recursos, bem como com contextos territoriais atravessados por desigualdades estruturais (Leiras et al., 2014; Van Wassenhove, 2006).

Didaticamente, a gestão de desastres pode ser compreendida como um ciclo contínuo organizado em torno de quatro fases inter-relacionadas: (1) prevenção e mitigação, (2) preparação, (3) resposta e (4) recuperação. Embora essa representação não esgote a complexidade dos processos reais, ela permanece útil para fins analíticos e pedagógicos, pois permite visualizar diferentes momentos de intervenção, seus encadeamentos e sua articulação com a gestão de riscos e com o gerenciamento de desastres propriamente dito (CEPED et al., 2020; Leiras et al., 2017; UNDRR, 2015). Na Figura 1, esse ciclo é apresentado de forma integrada, destacando a transição entre os períodos de pré-desastre, desastre e pós-desastre, bem como a relação entre situações de normalidade, mais associadas à gestão de riscos, e contextos de anormalidade, nos quais se intensifica o gerenciamento de desastres.

Figura 1: Ciclo da gestão de riscos e do gerenciamento de desastres



Fonte: CEPED *et al.* (2020).

Conforme ilustrado na Figura 1, as fases de prevenção e mitigação e preparação concentram-se predominantemente no período de pré-desastre e se vinculam mais diretamente ao campo da gestão de riscos. Para fins desta tese, a fase Prevenção e Mitigação será referida de forma sintética como “Mitigação”, em consonância com a nomenclatura adotada na estrutura analítica do estudo.

A fase mitigação envolve ações voltadas à redução da exposição e da vulnerabilidade, incluindo avaliação e mapeamento de riscos, medidas de redução de riscos de desastres, ordenamento territorial, obras estruturais, monitoramento e ações educativas. Já a preparação reúne iniciativas destinadas a aumentar a prontidão de indivíduos, comunidades e instituições para enfrentar situações adversas, como previsão, monitoramento, emissão de avisos e alertas, elaboração de protocolos, treinamentos, simulações e medidas de preparação para resposta. Nessas duas fases, o foco está em antecipar cenários, fortalecer capacidades e reduzir os impactos potenciais de eventos futuros (CEPED *et al.*, 2020; Leiras *et al.*, 2017; UNDRR, 2015).

A fase de resposta, por sua vez, corresponde ao momento em que o desastre se manifesta e exige ações imediatas voltadas à proteção da vida, ao atendimento das necessidades urgentes e à contenção de danos. Esta etapa inclui, entre outras medidas, socorro, assistência humanitária e restabelecimento de serviços essenciais. Trata-se da dimensão mais visível do gerenciamento de desastres, pois ocorre em contexto de anormalidade e sob forte pressão

temporal, exigindo coordenação entre diferentes atores, rapidez na tomada de decisão e mobilização de recursos materiais e humanos (CEPED et al., 2020; Leiras et al., 2017).

A recuperação situa-se no período de pós-desastre e envolve a recomposição progressiva das condições de vida, da infraestrutura e das capacidades afetadas. Essa fase compreende obras de reconstrução e processos de recuperação do bem-estar social e econômico, não devendo ser entendida apenas como retorno ao estado anterior, mas como oportunidade de fortalecimento de capacidades e de redução de vulnerabilidades futuras. Nesse sentido, a recuperação dialoga com a lógica do *Build Back Better*, ao reconhecer que o processo de reconstrução pode, e idealmente deve, incorporar aprendizagens, melhorias institucionais e medidas de prevenção e mitigação para eventos subsequentes (CEPED et al., 2020; Foster, 1980; UNDRR, 2015).

Essas fases não operam de forma isolada ou rigidamente linear. Embora organizadas em sequência para fins didáticos, elas se sobrepõem e se retroalimentam continuamente: ações de recuperação podem gerar mudanças em mitigação; experiências de resposta podem aperfeiçoar protocolos de preparação; e a educação para desastres atravessa transversalmente todo o ciclo. Essa compreensão integrada é especialmente importante para esta tese, pois o artefato proposto foi concebido justamente para contemplar não apenas a resposta, mas também prevenção e mitigação, preparação e recuperação, em contraste com parte significativa dos jogos mapeados na literatura, mais concentrados em treinamento reativo ou operacional (Ducatti et al., 2025; Solinska-Nowak et al., 2018).

No contexto desta tese, a gestão de desastres é compreendida como um sistema sociotécnico que articula instituições, comunidades, fluxos de informação, processos educativos, capacidades de decisão e ações coordenadas antes, durante e após eventos adversos. A preparação cidadã insere-se nesse sistema como uma dimensão preventiva e formativa, relacionada à capacidade de reconhecer riscos, interpretar informações, adotar medidas de autoproteção e compreender os papéis de diferentes atores envolvidos na redução de riscos de desastres.

Sob a perspectiva da Engenharia de Produção, esse sistema pode ser analisado a partir de processos, recursos, fluxos, desempenho, coordenação e desenvolvimento de soluções aplicadas. Nessa direção, o artefato desenvolvido nesta tese não atua sobre a logística humanitária em sentido estrito, como distribuição de suprimentos, transporte, armazenamento ou resposta operacional, mas sobre uma etapa anterior e complementar: a preparação educativa de cidadãos leigos para riscos hidrometeorológicos associados a chuvas.

A logística humanitária permanece, portanto, como campo correlato, especialmente por evidenciar a importância da coordenação, da informação e da tomada de decisão em contextos de desastre. Contudo, o eixo central da presente pesquisa está na concepção, desenvolvimento e avaliação de um artefato educacional digital voltado à Educação para a Redução de Riscos de Desastres, com ênfase na preparação cidadã e em sua possível articulação futura com ações formativas promovidas por universidades, órgãos de Proteção e Defesa Civil, Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDECs) e pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC).

2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES

A classificação dos desastres é importante para delimitar com precisão o fenômeno analisado, padronizar registros e orientar respostas institucionais. Em termos gerais, classificações internacionais costumam distinguir desastres naturais e tecnológicos, além de subcategorias relacionadas ao agente desencadeador, à dinâmica temporal e ao tipo de impacto (UNDRR, 2020).

No entanto, em âmbito nacional, o Brasil adota a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), instrumento que organiza os desastres em categorias, grupos, subgrupos, tipos e subtipos, compatibilizando o contexto brasileiro com padrões internacionais e oferecendo uma linguagem padronizada para defesa civil, decretação de situação de emergência, registro de ocorrências e formulação de políticas públicas. A Portaria MDR nº 260/2022 estabelece que a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil adota a classificação constante da COBRADE (Brasil, 2022).

O uso da COBRADE é particularmente importante nesta tese por duas razões. Em primeiro lugar, ela oferece maior aderência ao contexto brasileiro, evitando que o referencial teórico permaneça excessivamente abstrato ou apenas ancorado em tipologias internacionais. Em segundo, permite situar com mais precisão o recorte da pesquisa no universo dos desastres oficialmente reconhecidos e codificados no país. A COBRADE distingue, entre outros, desastres naturais de origem geológica, hidrológica, meteorológica, climatológica e biológica, além de desastres tecnológicos, o que favorece maior clareza na delimitação do objeto.

No caso desta tese, o foco recai principalmente sobre os desastres hidrológicos e meteorológicos, incorporando aqueles associados a chuvas intensas, enxurradas, inundações, alagamentos e deslizamentos. Essa escolha é coerente com a realidade brasileira, com o recorte

empírico mobilizado pela pesquisa e com a própria frequência desse tipo de evento em diferentes regiões do país (Amaral et al., 2023; Debortoli et al., 2017; Dilley et al., 2005). Além disso, o próprio estado da arte levantado na tese e no artigo derivado da revisão sistemática evidencia forte presença de ameaças hidrometeorológicas entre os jogos analisados, ao lado de lacunas relativas à preparação cidadã e ao engajamento comunitário (Ducatti et al., 2025).

Ao incorporar a COBRADE, o referencial teórico ganha lastro nacional e maior precisão conceitual. Isso é particularmente relevante para uma tese que pretende dialogar não apenas com marcos teóricos internacionais, mas também com o contexto brasileiro de gestão e classificação de desastres. Ainda assim, convém evitar o uso acrítico de classificações como se o desastre decorresse apenas do tipo de ameaça. Mesmo quando o fenômeno é tecnicamente bem classificado, seus efeitos permanecem socialmente modulados por exposição, vulnerabilidade, capacidade e qualidade da governança do risco (Adger, 2006; Birkmann et al., 2013; UNDRR, 2020).

2.5 ENGENHARIA DE PRODUTO, DESIGN DE ARTEFATOS E CONTEXTO DIGITAL

A Engenharia de Produto constitui uma das áreas da Engenharia de Produção voltada à concepção, ao desenvolvimento, à melhoria e à avaliação de produtos, serviços e sistemas capazes de atender a necessidades de usuários e organizações em contextos reais de uso. Nessa perspectiva, o desenvolvimento de produto não se restringe à materialização de uma solução técnica, mas envolve a identificação de necessidades, a tradução dessas necessidades em requisitos, a definição de conceitos, o projeto da solução, a prototipação, os testes, a avaliação e o aperfeiçoamento contínuo do produto ao longo de seu ciclo de desenvolvimento (Rozenfeld et al., 2007; Ulrich; Eppinger, 2016). Essa perspectiva é especialmente relevante para esta tese porque o artefato proposto, um jogo sério digital, não é apenas objeto de avaliação, mas resultado de um processo deliberado de desenvolvimento de produto, orientado à satisfação de requisitos identificados a partir de evidências teóricas, empíricas e diretrizes nacionais e internacionais.

No processo de desenvolvimento de produto, os requisitos assumem papel central, pois estabelecem a ponte entre o problema a ser enfrentado, as necessidades dos usuários e as características esperadas da solução (Rozenfeld et al., 2007; Ulrich; Eppinger, 2016). Em produtos digitais, esses requisitos não se limitam a aspectos funcionais, mas também incluem dimensões de usabilidade, acessibilidade, experiência do usuário, clareza da interação,

estabilidade técnica, engajamento e adequação ao contexto de aplicação (Norman, 2013; Rogers; Preece; Sharp, 2011). Quando o produto digital possui finalidade educacional, somam-se ainda requisitos pedagógicos, como coerência entre objetivos formativos, conteúdo, narrativa, feedback, progressão e atividades propostas (Boyle et al., 2016; GEE, 2003; Wouters et al., 2013).

Essa compreensão aproxima a Engenharia de Produto do design de artefatos digitais, especialmente quando a solução desenvolvida exige ciclos sucessivos de concepção, prototipação, avaliação e refinamento (Rozenfeld et al., 2007; Ulrich; Eppinger, 2016). Em artefatos digitais, o processo de design tende a ser iterativo, pois a interação com usuários e especialistas permite identificar problemas de funcionamento, barreiras de compreensão, dificuldades de navegação e oportunidades de melhoria (Norman, 2013; Rogers; Preece; Sharp, 2011). Assim, a avaliação deixa de ser apenas uma etapa final de validação e passa a compor o próprio processo de desenvolvimento, orientando ajustes no produto e ampliando sua aderência ao contexto real de uso (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015; Hevner et al., 2004; Venable; Pries-Heje; Baskerville, 2016).

A DSR dialoga diretamente com essa lógica ao propor a produção de conhecimento a partir da construção e avaliação de artefatos voltados à solução de problemas relevantes. Na DSR, artefatos podem assumir diferentes formas, como constructos, modelos, métodos ou instanciarções, sendo avaliados quanto à sua utilidade, adequação e capacidade de responder à classe de problemas investigada (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015; Hevner et al., 2004). Dessa forma, a DSR oferece uma estrutura metodológica compatível com pesquisas em Engenharia de Produto, especialmente quando o objetivo é desenvolver uma solução aplicada e, ao mesmo tempo, produzir conhecimento generalizável sobre seu processo de concepção, uso, avaliação e aperfeiçoamento.

A partir dessa perspectiva, o jogo sério digital desenvolvido nesta tese pode ser compreendido como uma instanciarção de artefato educacional digital, resultante de um processo de desenvolvimento orientado por requisitos teóricos, empíricos, pedagógicos e contextuais. Sua análise, portanto, não se limita à verificação de aceitação pelos participantes, mas envolve a compreensão de seu processo de concepção, de suas condições de uso, de suas barreiras de interação e de seu potencial como produto educacional voltado à educação em redução de risco de desastres.

2.6 JOGOS EDUCACIONAIS, *SERIOUS GAMES* E APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL

O uso de jogos em contextos educativos tem sido amplamente debatido na literatura, especialmente em razão de seu potencial para promover engajamento, participação ativa, *feedback* imediato, experimentação e aprendizagem situada (Boyle et al., 2016; GEE, 2003; Wouters et al., 2013). Contudo, é importante distinguir conceitos próximos, mas não idênticos. Jogos educacionais são aqueles concebidos ou empregados com finalidade pedagógica; *serious games* correspondem a jogos desenvolvidos com propósitos que ultrapassam o entretenimento, incluindo educação, treinamento, conscientização e simulação; já a gamificação refere-se ao uso de elementos típicos dos jogos em contextos que não são, em si, jogos completos (Abt, 1970; Alvarez et al., 2023; Kankanamge et al., 2020; Michael; Chen, 2005).

Do ponto de vista pedagógico, uma das contribuições mais relevantes dessa literatura reside em sua aproximação com a aprendizagem experiencial. Em vez de centrar-se exclusivamente na transmissão de informação, a aprendizagem experiencial pressupõe ação, reflexão, reelaboração e aplicação em contextos significativos (Dewey, 2003; Jarvis, 2012; Kolb, 1984). Jogos podem favorecer esse processo ao permitir que os participantes atuem em cenários simulados, enfrentem problemas, testem alternativas, observem consequências e reajustem suas decisões. Em contextos complexos, essa característica é particularmente valiosa, pois aproxima o aprendizado de situações reais sem expor os sujeitos ao risco efetivo.

Além disso, jogos podem favorecer aprendizagem situada, construção de significado e engajamento cognitivo e emocional, especialmente quando articulam narrativa, objetivos, regras, *feedback* e interação social (Fredrickson, 2001; Lave; Wenger, 2009; Nussbaum, 2008; Vygotskiï; Cole, 1978). Isso é importante porque a aprendizagem sobre desastres não envolve apenas memorização de conceitos, mas também interpretação de cenários, julgamento situacional, reconhecimento de prioridades e compreensão das consequências das escolhas. Sob esse prisma, jogos não são automaticamente superiores a outras estratégias didáticas, mas podem constituir recurso particularmente fértil quando há necessidade de aproximar conteúdo, experiência e tomada de decisão.

Na literatura sobre *serious games*, também é recorrente a defesa de que o erro, a experimentação, o *feedback* e a observação das consequências das escolhas, em ambientes simulados, podem favorecer aprendizagem significativa. Ao interagir com cenários seguros e estruturados, o participante pode revisar estratégias, aprofundar sua compreensão e desenvolver repertórios de ação mais consistentes (Chew et al., 2023; Crookall, 2010; D'Amico et al., 2023;

Feizizadeh; Adabikhosh; Panahi, 2023). Essa dimensão é especialmente relevante para o campo dos desastres, em que decisões inadequadas podem ter efeitos graves no mundo real. Assim, o potencial educativo dos jogos decorre menos de seu caráter lúdico isolado e mais de sua capacidade de articular objetivos formativos, experiência interativa e reflexão crítica.

Em termos ilustrativos, jogos utilizados para o ensino de conteúdos escolares podem ser compreendidos como jogos educacionais em sentido mais amplo, ao passo que jogos projetados para treinamento, tomada de decisão ou conscientização em domínios específicos tendem a se aproximar mais claramente do campo dos *serious games*. Nessa ótica, o artefato proposto por essa tese, o jogo Comunidade Resiliente, é tratado como um *serious game* com finalidade educacional, por articular aprendizagem, sensibilização e simulação de decisões em contexto de desastres.

2.7 JOGOS APLICADOS À EDUCAÇÃO PARA DESASTRES

A aplicação de jogos ao campo da educação para desastres tem recebido atenção crescente na literatura, acompanhando tanto o avanço das tecnologias digitais quanto a busca por estratégias mais engajadoras de formação, sensibilização e apoio à tomada de decisão (Kankanamge et al., 2020; Solinska-Nowak et al., 2018; Tsai et al., 2015). De modo geral, esses jogos têm sido empregados com finalidades como treinamento, preparação, comunicação de risco, simulação de cenários e fortalecimento de capacidades diante de diferentes tipos de ameaça, incluindo enchentes, incêndios, terremotos, deslizamentos e riscos climáticos (D'Amico et al., 2023; Fleming et al., 2020; Mossoux et al., 2016; Sermet; Demir; Muste, 2020).

Do ponto de vista pedagógico, jogos aplicados à educação para desastres podem favorecer aproximação com cenários complexos, experimentação de decisões, compreensão de interdependências, visualização de consequências e articulação entre conhecimento conceitual e ação prática (Olivares-Rodríguez et al., 2022; Tsai et al., 2015a). Quando bem desenhados, podem ainda apoiar sensibilização, conscientização e construção de repertórios de ação mais seguros e informados, inclusive em comunidades expostas a eventos recorrentes (Arakawa; Yamada; Sugimori, 2024; Sato et al., 2020)

Entretanto, convém evitar visões excessivamente otimistas. O simples uso de um jogo não garante aprendizagem significativa, mudança de comportamento ou preparação efetiva. Seus efeitos dependem do desenho da experiência, da adequação ao público, da

qualidade da mediação, da clareza dos objetivos educativos e da coerência entre mecânicas, narrativa e conteúdo (Boyle et al., 2016; Connolly et al., 2012; Pacheco-Velazquez; Ramirez Montoya; Salinas-Navarro, 2023). Assim, o potencial dos jogos para a educação para desastres deve ser compreendido de forma situada e crítica, considerando tanto suas possibilidades quanto seus limites.

À luz dessa discussão, a utilização de jogos no campo dos desastres mostra-se teoricamente pertinente como estratégia para apoiar processos de sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação. No entanto, a compreensão mais detalhada de como esse campo vem se estruturando, de suas tendências, lacunas e oportunidades, será aprofundada na seção 4.1 Contextualização do problema e estado da arte da pesquisa.

2.8 AVALIAÇÃO DE ARTEFATOS EM DSR E EM *SERIOUS GAMES*

Na presente tese, parte-se do entendimento de que o objeto central da investigação é um artefato a ser concebido, desenvolvido e avaliado. Essa delimitação implica reconhecer que a contribuição do estudo não se esgota na compreensão do problema da ERRD, estendendo-se à proposição de uma solução educacional gamificada voltada a esse contexto. Assim, discutir avaliação de artefatos, além de ser um aspecto metodológico acessório, é um fundamento teórico necessário para compreender a natureza da própria pesquisa e da proposta de valor do jogo Comunidade Resiliente.

No âmbito da DSR, o artefato não é compreendido apenas como um produto técnico, mas como uma solução projetada para responder a uma classe de problemas situada em determinado contexto (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015). Nessa perspectiva, sua relevância decorre da demonstração de que possui utilidade, adequação e qualidade suficientes para enfrentar o problema ao qual se dirige. Por essa razão, a avaliação ocupa lugar central na DSR, uma vez que é por meio dela que o pesquisador pode apreciar em que medida o artefato efetivamente contribui para a resolução do problema investigado. Hevner et al., (2004) situam a avaliação entre os elementos definidores da pesquisa em *design science*, destacando que a qualidade e a efetividade do artefato devem ser examinadas de modo rigoroso, inclusive com o uso de técnicas empíricas quando pertinente (Hevner et al., 2004).

Essa compreensão é aprofundada por Venable; Pries-Heje; Baskerville, (2016) ao proporem o *Framework for Evaluation in Design Science Research* (FEDS), segundo o qual a avaliação de artefatos não deve ser tratada como etapa acessória ou padronizada, mas como

componente estrategicamente planejado da pesquisa. O framework parte de questões centrais (por que avaliar, quando avaliar, o que avaliar e como avaliar) e reconhece que diferentes artefatos podem demandar estratégias avaliativas distintas, iterativas e complementares. Tal proposição é relevante porque desloca a avaliação de uma lógica estritamente confirmatória para uma perspectiva mais ampla, em que também se investigam limites, condições de uso, tensões e possibilidades de refinamento do artefato (Venable; Pries-Heje; Baskerville, 2016).

Quando o artefato em questão assume a forma de um jogo com finalidade educacional, a discussão sobre avaliação torna-se ainda mais complexa. Diferentemente de soluções estritamente técnicas, *serious games* reúnem dimensões tecnológicas, interativas, lúdicas e pedagógicas, de modo que seu valor não pode ser inferido a partir de um único critério. A literatura recente tem indicado que avaliações consistentes de *serious games* exigem orientação teórica, métodos robustos e indicadores diversos, capazes de contemplar tanto a qualidade da experiência de uso quanto os efeitos educacionais pretendidos (Wang et al., 2025; Zeiler et al., 2025). Nessa direção, revisões contemporâneas destacam a importância de combinar indicadores relacionados à usabilidade do jogo e à efetividade da aplicação, ampliando a profundidade e a abrangência da avaliação (Wang et al., 2025).

Nesse campo, destacam-se modelos estruturados de avaliação, como o MEEGA/MEEGA+ e o *GameFlow*. O MEEGA, modelo proposto por Savi; Wangenheim; Borgatto, (2011), foi desenvolvido para apoiar a avaliação de jogos educacionais a partir de dimensões relacionadas à motivação, à experiência do usuário e à aprendizagem. Posteriormente, sua evolução para o MEEGA+ ampliou a sistematização da avaliação da qualidade de jogos educacionais, incorporando dimensões associadas à usabilidade, à experiência do jogador e à percepção de aprendizagem. Esses modelos são relevantes porque oferecem instrumentos organizados para examinar se o jogo educacional é compreensível, motivador, adequado ao contexto de ensino e percebido como útil para a aprendizagem.

O *GameFlow*, por sua vez, foi proposto por Sweetser et al., (2017) como um modelo para avaliar o prazer, o envolvimento e a qualidade da experiência do jogador em jogos digitais. Fundamentado no conceito de *flow* de Csikszentmihalyi, (1990), o modelo organiza a experiência do jogador em oito elementos: concentração, desafio, habilidades do jogador, controle, clareza de objetivos, feedback, imersão e interação social. A premissa central é que jogos bem projetados tendem a favorecer estados de engajamento profundo quando há equilíbrio entre desafio e habilidade, clareza sobre os objetivos, sensação de controle, retorno adequado às ações do jogador e imersão na experiência proposta.

Essa multidimensionalidade também aparece em revisões que examinam *serious games* em contextos educacionais e de saúde, nas quais a avaliação tende a considerar, de forma articulada, aspectos de desenho do jogo, engajamento do usuário, eficácia, efetividade e fatores de implementação (Zeiler et al., 2025). Em outras palavras, a literatura sugere que jogos educacionais não devem ser avaliados apenas pelo conteúdo que incorporam, nem apenas pela aceitação subjetiva dos participantes, mas pelo modo como sustentam a interação, favorecem o envolvimento do usuário e criam condições plausíveis para que a proposta formativa se realize (Maxim; Arnedo-Moreno, 2025).

Sob essa perspectiva, dimensões como usabilidade, engajamento, permanência, progressão e percepção da experiência adquirem relevância teórica. Em *serious games*, a experiência educativa depende da interação efetiva com o sistema; por isso, dificuldades de uso, abandono precoce ou interrupção da progressão não constituem apenas problemas operacionais, mas limites importantes do próprio potencial formativo do artefato. Estudos recentes têm reforçado, inclusive, que persistência e permanência no jogo são componentes significativos para a compreensão dos resultados educacionais em experiências desse tipo, ao passo que a literatura sobre avaliação de usabilidade mostra a importância de abordagens multimétodo para compreender qualidade de uso e barreiras de interação (Gomez et al., 2025).

Nesta tese, o instrumento de avaliação empírica foi construído de acordo com os objetivos específicos da pesquisa, com as dimensões da ERRD e aderência conceitual ao *GameFlow*, especialmente ao considerar aspectos como clareza das instruções, progressão por desafios, feedback, engajamento, permanência na experiência, usabilidade e percepção global do jogo. Essa aderência ao *Gameflow* é particularmente importante porque permite interpretar o Comunidade Resiliente como experiência interativa cuja qualidade depende da articulação entre objetivos educacionais, mecânicas de jogo, progressão narrativa, tomada de decisão e resposta do sistema às ações do participante.

Além disso, a avaliação realizada nesta tese amplia a análise baseada exclusivamente em autorrelato ao incorporar registros telemétricos do uso do jogo, tais como progressão nos desafios, conclusão da trilha experimental e padrões de abandono. Com isso, a avaliação aproxima-se de uma perspectiva mais abrangente de análise de artefatos digitais, combinando percepção subjetiva dos participantes com evidências observáveis de interação. Essa combinação permite examinar tanto a aceitação e a experiência percebida quanto as condições concretas de uso do jogo em contexto empírico.

Assim, a avaliação de artefatos em DSR e em *serious games* pode ser compreendida como parte constitutiva da própria compreensão teórica do valor do artefato. Avaliar, nesse

contexto, significa examinar não apenas se a solução funciona tecnicamente, mas também se ela se mostra adequada ao público-alvo, coerente com seus objetivos formativos e capaz de sustentar uma experiência de uso significativa no contexto do problema investigado. Para a presente tese, essa discussão é particularmente relevante, pois o jogo Comunidade Resiliente foi concebido como artefato educacional gamificado voltado à ERRD, cuja qualidade precisa ser compreendida a partir de múltiplas dimensões de uso, experiência, permanência, progressão e potencial formativo.

2.9 SÍNTESE INTEGRADORA DO REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico construído neste capítulo permite compreender que os desastres não podem ser reduzidos à ocorrência isolada de fenômenos extremos, mas devem ser analisados como processos resultantes da interação entre ameaças, exposição, vulnerabilidades e capacidades, em contextos social, territorial e institucionalmente situados. Essa compreensão se articula ao paradigma contemporâneo da Redução de Riscos de Desastres, reforçado pelo Marco de Sendai, que desloca a centralidade da resposta emergencial para uma abordagem mais ampla, orientada à compreensão do risco, ao fortalecimento da governança, ao investimento em resiliência e à preparação de indivíduos e comunidades. No contexto brasileiro, a incorporação da COBRADE contribui para conferir maior precisão ao recorte da pesquisa, aproximando esse debate do universo dos desastres hidrológicos e meteorológicos oficialmente reconhecidos no país.

Nessa perspectiva, a gestão de desastres, organizada em torno das fases de mitigação, preparação, resposta e recuperação, fornece o eixo estruturante sobre o qual se apoia a presente investigação. Mais do que uma sequência operacional, esse ciclo evidencia que a redução de riscos exige reação a eventos já deflagrados, como também planejamento, capacitação, fortalecimento de capacidades e construção de repertórios preventivos e responsivos ao longo do tempo. Essa leitura é particularmente relevante para a tese, pois permite situar a preparação cidadã como dimensão estratégica da gestão de desastres, e não como efeito espontâneo da simples exposição ao risco.

Ao mesmo tempo, a literatura sobre jogos com finalidade educacional, *serious games* e aprendizagem experiencial mostra que experiências interativas podem favorecer engajamento, experimentação, reflexão e tomada de decisão em cenários complexos. Em vez de se restringirem à transmissão passiva de conteúdos, esses recursos podem criar condições

para que o sujeito aprenda por meio da ação, da interpretação de situações, da observação das consequências de suas escolhas e da reelaboração de estratégias. No campo dos desastres, essa contribuição é especialmente relevante, uma vez que a preparação não envolve apenas conhecimento declarativo, mas também leitura do contexto, julgamento situacional e compreensão prática do que fazer antes, durante e após eventos adversos.

A articulação entre esses dois eixos (de um lado, a redução de riscos de desastres e a centralidade da preparação; de outro, os jogos educacionais como experiências potencialmente formativas) sustenta o espaço conceitual em que esta pesquisa se insere. O referencial teórico indica, assim, que a educação para desastres pode beneficiar-se de estratégias capazes de aproximar compreensão do risco, experiência interativa e aprendizagem aplicada, especialmente quando voltadas ao fortalecimento de repertórios de ação em contextos marcados por recorrência de eventos hidrometeorológicos.

É nesse espaço conceitual que se posiciona a presente tese. Ao propor a instanciação do jogo Comunidade Resiliente, a pesquisa se ancora na compreensão de que a preparação cidadã demanda mais do que informação sobre riscos: requer experiências formativas capazes de mobilizar engajamento, reflexão e aprendizagem aplicada. Desse modo, a tese se situa na intersecção entre gestão de desastres, redução de riscos, aprendizagem experiencial e jogos com finalidade educacional, ao propor um artefato educacional voltado à ERRD no contexto brasileiro, e avaliar seu potencial como estratégia formativa diante da insuficiência de ações educativas acessíveis, engajadoras e formativamente consistentes voltadas a cidadãos em contextos de risco hidrometeorológico recorrente.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o delineamento metodológico da pesquisa, explicitando a lógica de investigação adotada, as etapas desenvolvidas, as fontes de dados mobilizadas, os procedimentos de coleta, tratamento e análise, bem como os cuidados éticos assumidos ao longo do estudo.

Considerando que esta tese teve como finalidade conceber, desenvolver e avaliar empiricamente um artefato educacional digital voltado à Educação para a Redução de Riscos de Desastres, a pesquisa foi conduzida com base na DSR, articulada a uma abordagem de métodos mistos. A opção por essa orientação metodológica justifica-se pela natureza do problema investigado, que não se limita à descrição de um fenômeno, mas envolve a proposição de uma solução para uma classe de problemas socialmente relevante.

Dessa forma, este capítulo descreve como a pesquisa foi conduzida, quais decisões metodológicas foram tomadas e quais técnicas foram empregadas, enquanto o capítulo seguinte apresenta os achados decorrentes desse percurso.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, exploratória e descritiva, com abordagem de métodos mistos e orientação metodológica fundamentada na DSR. É aplicada porque busca responder a um problema concreto relacionado à educação para desastres, por meio da concepção, desenvolvimento e avaliação de um artefato educacional digital. Diferentemente de estudos voltados apenas à compreensão teórica de um fenômeno, esta investigação tem como resultado central uma solução instanciada, o jogo Comunidade Resiliente, concebido para apoiar processos de sensibilização e aprendizagem aplicada de adultos não especializados em gestão de desastres sobre riscos e desastres hidrometeorológicos associados a chuvas.

A pesquisa também assume caráter exploratório, uma vez que investiga um campo ainda em consolidação no contexto brasileiro, especialmente no que se refere ao uso de jogos sérios digitais voltados à Educação para a Redução de Riscos de Desastres. Embora a literatura internacional já apresente experiências com jogos aplicados à gestão de desastres, ainda são

menos frequentes os estudos voltados ao público leigo, ao contexto brasileiro e à avaliação empírica de artefatos digitais orientados à preparação cidadã.

Além disso, trata-se de uma pesquisa descritiva, pois organiza e analisa dados relativos ao perfil dos participantes, ao repertório inicial sobre desastres, à permanência na experiência, ao desempenho comportamental no jogo e à percepção final dos usuários sobre o artefato. A dimensão descritiva é relevante porque permite caracterizar o público participante, compreender como os usuários interagiram com o jogo e identificar aspectos positivos, dificuldades e oportunidades de refinamento da solução desenvolvida.

Quanto à abordagem, a pesquisa adota métodos mistos, articulando dados quantitativos e qualitativos ao longo de diferentes etapas do estudo. Os dados quantitativos foram utilizados para caracterizar a amostra, examinar padrões de permanência e abandono, analisar indicadores de desempenho no jogo, verificar associações entre variáveis e interpretar a percepção dos participantes sobre a experiência. Os dados qualitativos, por sua vez, foram empregados para compreender respostas abertas, feedbacks de especialistas, percepções dos participantes e elementos experienciais associados ao uso do artefato.

A adoção de métodos mistos justifica-se porque a avaliação de um artefato educacional digital demanda múltiplas evidências. A análise exclusivamente quantitativa poderia indicar padrões de uso, desempenho e associação entre variáveis, mas não seria suficiente para compreender as percepções, dificuldades e sugestões dos participantes. Da mesma forma, uma análise apenas qualitativa não permitiria examinar o comportamento observado no jogo, a permanência na trilha experimental e os padrões gerais da amostra. Portanto, a integração entre dados quantitativos, qualitativos e telemétricos possibilitou uma compreensão mais ampla do artefato e de suas condições de uso.

A pesquisa foi desenvolvida em contexto empírico de participação voluntária, com usuários da comunidade, sem composição de amostra probabilística. Essa característica está alinhada ao caráter exploratório e aplicado do estudo, mas impõe limites à generalização dos resultados. Por essa razão, os achados são interpretados como evidências sobre o potencial educativo, a aceitabilidade, a permanência, o engajamento comportamental e as condições de uso do artefato, e não como prova definitiva de eficácia educacional ou de superioridade em relação a outras estratégias formativas.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA E ARTICULAÇÃO COM DSR

Esta pesquisa foi conduzida sob a perspectiva da DSR, adotada como orientação metodológica para a concepção, desenvolvimento e avaliação do artefato proposto (Cauchick-Miguel, 2019; Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015).

A DSR mostra-se particularmente adequada em investigações cujo objetivo consiste em desenvolver artefatos capazes de responder a problemas concretos, articulando rigor científico e utilidade prática (Aken, 2004; Cauchick-Miguel, 2019; Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015). Nesse sentido, sua adoção revelou-se coerente com o propósito desta tese, que consistiu no desenvolvimento de um *game* educativo fundamentado em referenciais oficiais de ERRD e voltado a cidadãos comuns, com o objetivo de avaliar seu potencial como estratégia formativa.

O modelo de DSR adotado nesta tese baseia-se em Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, (2015) que propõem uma estrutura de pesquisa organizada em etapas sequenciais e iterativas: identificação do problema, conscientização do problema, revisão sistemática da literatura, identificação de artefatos e classes de problemas, proposição do artefato, projeto do artefato, desenvolvimento do artefato, avaliação do artefato, explicitação das aprendizagens e generalização para uma classe de problemas.

Para fins desta tese, essas etapas foram reorganizadas em sete macroetapas, conforme sintetizado no Quadro 1, em razão da natureza empírica e multifacetada da investigação. As diferenças entre o modelo de referência de Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, (2015) e a operacionalização adotada nesta pesquisa decorrem, principalmente, da integração entre desenvolvimento iterativo do protótipo, avaliação por especialistas e avaliação empírica com participantes reais, combinação que demandou agrupamento e adaptação das etapas originais do modelo. Outros modelos de DSR, como o de Hevner et al., (2004) e o de Peffers et al., (2007), foram considerados durante o delineamento, mas o modelo de Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, (2015) mostrou-se mais aderente ao contexto da Engenharia de Produção e ao nível de detalhamento necessário para a condução desta investigação.

Quadro 1: Protocolo metodológico da tese à luz da *Design Science Research*

Macroetapa	Objetivo	Procedimentos / fontes de evidência	Produto gerado	Seção da tese
1. Delimitação do problema e compreensão do contexto	Compreender o problema da educação para desastres e justificar a relevância da pesquisa	Análise documental, levantamento de dados secundários sobre desastres, contextualização do problema no cenário brasileiro	Definição do problema de pesquisa e do contexto de aplicação do artefato	Introdução e Subseções 4.1.1 e 4.1.2
2. Levantamento teórico e empírico para definição de requisitos	Identificar lacunas, soluções existentes e requisitos para o desenvolvimento do artefato	Revisão Sistemática da Literatura, análise de conteúdo de <i>feedbacks</i> de usuários dos jogos identificados, documentos oficiais e evidências empíricas complementares	Requisitos conceituais, educacionais e funcionais do <i>game</i>	Subseções 4.1.3 e 4.1.4 e Seção 4.2
3. Proposição do artefato	Definir a proposta de valor, a finalidade educacional e o escopo do <i>game</i>	Triangulação dos achados das etapas anteriores	Concepção do artefato e definição de seus objetivos formativos	Seção 4.3
4. Projeto do artefato	Estruturar o funcionamento do <i>game</i> e suas dimensões narrativas e mecânicas	Elaboração do <i>Game Design Document</i> (GDD), definição de narrativa, mecânicas, dinâmicas, desafios e objetivos	Projeto detalhado do artefato	Seção 4.4
5. Desenvolvimento do artefato	Construir o <i>game</i> a partir do projeto definido	Desenvolvimento iterativo do protótipo, apreciação por especialistas, validação preliminar com público-alvo e refinamentos sucessivos.	Artefato funcional para avaliação empírica	Seção 4.5
6. Avaliação empírica do artefato	Avaliar o potencial educativo do <i>game</i> a partir do uso por participantes reais	Pré-teste, interação com o <i>game</i> , pós-teste, registros de uso, percepção dos participantes e respostas abertas	Evidências sobre repertório inicial, permanência, engajamento comportamental, aceitação e potencial formativo	Seção 4.6
7. Síntese analítica e aprendizagens da pesquisa	Interpretar criticamente os resultados e consolidar as contribuições da tese	Integração dos achados quantitativos e qualitativos, discussão à luz da literatura	Aprendizagens, limitações, contribuições e conclusões	Capítulos 5 e 6

Fonte: Autora, 2026.

A primeira macroetapa correspondeu à delimitação da classe de problema e à compreensão do contexto da pesquisa, com foco na educação para desastres e nos desafios associados à preparação cidadã diante de desastres relacionados a perigos hidrológicos e meteorológicos no contexto brasileiro, com ênfase em eventos de chuva intensa, inundações, enxurradas e deslizamentos desencadeados por chuva. Essa etapa foi sustentada por evidências teóricas e empíricas voltadas à caracterização do problema investigado, incluindo a análise de dados secundários da base EM-DAT (CRED, 2024; Guha-Sapir; Below; Hoyois, 2015), mobilizada para examinar a distribuição espacial e a recorrência desses eventos no Brasil, a realização de um *survey* com participantes da comunidade, destinado à identificação de percepções, lacunas e fatores associados à preparação para desastres (Seddig et al., 2026), e entrevistas com agentes da Defesa Civil do Estado de São Paulo, que contribuíram para aproximar a pesquisa de demandas, práticas e desafios observados no campo. Além de situar social e educacionalmente o problema, esse conjunto de evidências permitiu compreendê-lo também em sua interface com a logística humanitária e a gestão de desastres, na medida em que eventos dessa natureza demandam preparação prévia, coordenação entre múltiplos atores, circulação de informações confiáveis e capacidade de resposta articulada. Em conjunto, essas frentes permitiram situar o problema de pesquisa no cenário brasileiro, compreender sua relevância social, educacional e operacional e delimitar o contexto de aplicação do artefato proposto.

A segunda macroetapa consistiu na identificação de subsídios teóricos e empíricos para a definição dos requisitos do artefato. Para tanto, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura sobre jogos e experiências gamificadas aplicados à gestão de desastres, com o objetivo de mapear soluções existentes, lacunas e tendências relevantes para a pesquisa (Ducatti et al., 2025). A partir dos jogos identificados nesse estado da arte, realizou-se também a análise de conteúdo dos *feedbacks* de usuários, articulando esses achados a documentos oficiais da área e às evidências empíricas produzidas nas etapas anteriores. Em conjunto, esses materiais possibilitaram identificar necessidades formativas e definir requisitos conceituais, pedagógicos e funcionais orientadores da construção do *game*.

A terceira macroetapa envolveu a proposição do artefato, compreendida como a definição de sua finalidade educacional, proposta de valor e requisitos centrais. Essa proposição articulou os referenciais teóricos e empíricos mobilizados anteriormente, de forma a conceber uma experiência gamificada alinhada à educação para desastres e adequada ao público-alvo da pesquisa.

A quarta macroetapa correspondeu ao projeto do artefato, etapa em que foram definidos os componentes estruturais do jogo, suas mecânicas, dinâmicas, objetivos, desafios e elementos narrativos. Para esse fim, foi elaborado um *Game Design Document* (GDD), com base no modelo proposto por Rogers (2013), de modo a sistematizar o funcionamento do artefato e garantir coerência entre seus objetivos formativos e sua estrutura lúdica.

A quinta macroetapa consistiu no desenvolvimento iterativo do *game*, com base nas definições estabelecidas na etapa de projeto. Nesse processo, versões preliminares do artefato foram avaliadas por um grupo selecionado de especialistas e cidadãos comuns, com o objetivo de identificar aspectos relacionados ao conteúdo, à usabilidade e à adequação da experiência proposta. A coleta de dados nessa etapa ocorreu por meio de questionários e instrumentos de apreciação técnico-pedagógica, apresentados em apêndice. As contribuições obtidas subsidiaram ajustes sucessivos até a consolidação da versão final utilizada no experimento empírico.

A sexta macroetapa correspondeu à avaliação empírica do artefato com participantes reais, por meio de um experimento estruturado em 3 momentos: pré-teste, interação com o jogo e pós-teste. Nessa etapa, a abordagem de métodos mistos foi operacionalizada pela integração de evidências quantitativas e qualitativas, incluindo as respostas aos instrumentos aplicados, os registros telemétricos de uso do jogo e as respostas abertas dos participantes. Os instrumentos utilizados encontram-se apresentados em apêndice. Considerando o caráter multidimensional da avaliação, esse conjunto de evidências foi mobilizado para examinar diferentes aspectos da experiência com o artefato, como o repertório inicial dos participantes, sua permanência na experiência, seu engajamento e progressão comportamental no jogo, bem como sua percepção final sobre a intervenção. Em consonância com essas dimensões, adotaram-se estratégias analíticas compatíveis com a natureza dos construtos e das variáveis produzidas, articulando procedimentos descritivos, comparativos, psicométricos, de modelagem e de análise qualitativa para examinar tanto os padrões observáveis nos dados quanto as percepções dos participantes sobre a experiência com o artefato (Agresti, 2018; Aken, 2004; Babbie, 2020; Bardin, 2011; Braun; Clarke, 2006; Field, 2024; Krippendorff, 2019).

A sétima macroetapa correspondeu à síntese analítica das aprendizagens produzidas ao longo da investigação. Nessa etapa, as aprendizagens derivadas do desenvolvimento e da avaliação do artefato foram sistematizadas na análise dos resultados e nas conclusões da tese, por meio da integração crítica dos achados quantitativos e qualitativos, com vistas à

identificação das contribuições, limitações e implicações do uso de experiências gamificadas no contexto da educação para desastres.

No âmbito desta pesquisa, o artefato foi concebido como uma alternativa educacional plausível, cuja relevância foi examinada a partir de múltiplas dimensões empíricas. Assim, a noção de solução satisfatória adotada nesta tese refere-se a uma experiência gamificada capaz de incorporar conteúdos alinhados a referenciais oficiais de ERRD, sustentar engajamento comportamental durante a interação, alcançar aceitação favorável entre os participantes e evidenciar potencial formativo para a preparação cidadã diante de desastres.

3.3 FONTE DE DADOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA

A pesquisa mobilizou diferentes fontes de dados e procedimentos de coleta, organizados de acordo com as macroetapas da DSR. Essa diversidade de fontes foi necessária em razão da natureza do estudo, que envolveu tanto a compreensão do problema quanto a concepção, o desenvolvimento e a avaliação empírica do artefato.

As fontes de dados utilizadas incluíram análise documental, dados secundários sobre desastres hidrometeorológicos, survey, revisão sistemática da literatura, análise de conteúdo, avaliação preliminar com especialistas e indivíduos do público-alvo, experimento com participantes da comunidade, questionários de pré-teste e pós-teste, respostas abertas e registros telemétricos gerados pelo jogo.

3.3.1 Análise documental e dados secundários sobre desastres hidrometeorológicos

Com o objetivo de ampliar a contextualização empírica do problema em escala territorial, realizou-se uma análise longitudinal dos desastres desencadeados por ameaças hidrológicas e meteorológicas no Brasil entre 2005 e 2024. Essa etapa partiu do reconhecimento de que a intensificação e a recorrência de eventos hidrometeorológicos têm ampliado pressões sobre sistemas sociais, ecológicos e infraestruturais, especialmente em contextos marcados por desigualdade socioespacial e capacidades institucionais heterogêneas, como o brasileiro (Debortoli *et al.*, 2017; IPCC, 2023; Ridder *et al.*, 2022).

A investigação adotou delineamento quantitativo, descritivo e longitudinal, com base em dados secundários extraídos da base EM-DAT, escolhida por oferecer critérios

padronizados de registro e comparabilidade temporal internacional, ainda que com reconhecidas limitações quanto à subnotificação de eventos de menor magnitude (Amaral *et al.*, 2023; CRED, 2025; Guha-Sapir; Below; Hoyois, 2015).

Metodologicamente, o estudo combinou desagregação territorial em nível municipal e posterior agregação por unidade da federação, com o objetivo de construir indicadores de frequência, recorrência e estimativas de intervalos médios entre eventos em duas janelas temporais de dez anos: 2005–2014 e 2015–2024. A escolha dessa estratégia é compatível com abordagens de *hotspot* e recorrência utilizadas em estudos de desastres e vulnerabilidade territorial, que privilegiam a identificação de padrões persistentes de exposição em escalas subnacionais (Birkmann *et al.*, 2013; Cutter; Burton; Emrich, 2010; Dilley *et al.*, 2005; Rao *et al.*, 2023).

Para fins operacionais, foram considerados *hotspots* os estados que registraram três ou mais ocorrências em pelo menos uma dessas décadas. Os resultados dessa análise são apresentados no Capítulo 4, em seção própria.

3.3.2 Survey

Com o objetivo de aprofundar a contextualização empírica do problema, foi realizado um *survey* voltado à investigação da relação entre experiência prévia com desastres hidrometeorológicos, percepção de risco e preparação para eventos de chuvas intensas no contexto brasileiro. Essa etapa buscou produzir evidências sobre como cidadãos comuns percebem sua própria preparação, a atuação institucional e a prontidão comunitária diante desse tipo de ameaça, oferecendo subsídios para a compreensão das lacunas formativas que antecederam a proposição do artefato educacional.

O questionário estruturado com perguntas fechadas foi elaborado para examinar dimensões relacionadas à preparação percebida, à avaliação de medidas governamentais de redução de riscos, aos sistemas de alerta precoce, à percepção sobre mudanças climáticas, à prontidão comunitária e à disposição para ações coletivas.

A participação ocorreu de forma voluntária, mediante convite divulgado por e-mail e por aplicativos de mensagem, no período de abril a maio 2024. Trata-se, portanto, de uma amostragem não probabilística, por conveniência e adesão espontânea. Essa característica

impõe limites à generalização dos achados, mas é coerente com a finalidade diagnóstica e exploratória dessa etapa da pesquisa.

Com base nesse instrumento, foram analisadas respostas obtidas em contexto brasileiro, com comparação entre participantes com e sem experiência prévia de desastre. As relações entre experiência prévia e as variáveis analisadas foram examinadas por meio do teste do qui-quadrado de independência (Agresti, 2018; Babbie, 2020). Os resultados dessa etapa são apresentados no Capítulo 4, como evidências empíricas para a contextualização do problema e para a delimitação da classe de problemas investigada.

3.3.3 Revisão sistemática da literatura e Análise de Conteúdo

Como parte da contextualização do problema e do mapeamento do estado da arte, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de identificar, classificar e analisar jogos aplicados à logística humanitária e à gestão de desastres descritos na produção acadêmica recente. Essa etapa buscou compreender quais características predominam nesses jogos, como o campo evoluiu ao longo da última década e quais lacunas permanecem abertas, especialmente no que se refere às fases do ciclo de desastres contempladas, aos tipos de ameaça abordados e aos públicos priorizados.

A revisão foi conduzida conforme o protocolo PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021), com buscas realizadas nas bases *Scopus* e *Web of Science* e atualização final em janeiro de 2025. Foram incluídos artigos acadêmicos revisados por pares, publicados em inglês entre 2014 e 2024, que abordassem jogos aplicados à logística humanitária e à gestão de desastres.

Para fins de categorização, os jogos foram examinados segundo fase do desastre, tipo de desastre, aplicação, plataforma, modo de jogo, gênero, público-alvo e intervalo temporal da dinâmica. Dada a extensão do material examinado, a listagem completa dos jogos identificados na revisão sistemática, bem como suas respectivas informações de categorização, foi apresentada em apêndice.

A RSL também subsidiou a etapa posterior de análise qualitativa das percepções de usuários desses jogos. Para essa finalidade, foram considerados, no corpus analítico, os trechos dos estudos incluídos na revisão que apresentavam comentários, percepções, avaliações ou feedbacks de participantes sobre as experiências gamificadas analisadas. A análise foi conduzida com base nos procedimentos da análise de conteúdo, compreendida como técnica

sistemática de organização, codificação e interpretação de dados textuais, com vistas à identificação de sentidos recorrentes, padrões temáticos e categorias relevantes ao problema investigado (Bardin, 2011; Krippendorff, 2019).

O procedimento analítico envolveu três momentos principais. Inicialmente, realizou-se a pré-análise do material, com leitura flutuante dos excertos extraídos dos artigos e organização do corpus. Em seguida, procedeu-se à exploração do material, por meio da codificação dos segmentos textuais relacionados às percepções dos usuários, considerando aspectos como aprendizagem, engajamento, usabilidade, realismo, interação, tomada de decisão e dificuldades de uso. Por fim, realizou-se o tratamento e a interpretação dos resultados, agrupando os códigos em eixos analíticos capazes de sintetizar as principais dimensões percebidas pelos participantes em relação aos jogos identificados na literatura.

Desse modo, esta etapa cumpriu dupla função metodológica: de um lado, permitiu mapear o estado da arte sobre jogos aplicados à gestão de desastres e à logística humanitária; de outro, forneceu o corpus inicial para aprofundar a compreensão sobre como essas experiências são percebidas por seus participantes. Essa análise contribuiu para a definição de requisitos conceituais, pedagógicos e experienciais considerados na concepção do jogo Comunidade Resiliente.

Os resultados dessa investigação são apresentados em seção específica do Capítulo 4 e posteriormente publicados por Ducatti et al. (2025) no *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*. A análise qualitativa das percepções de usuários dos jogos identificados na RSL, realizada por meio de análise de conteúdo, deu origem a um segundo manuscrito, que, no momento de finalização desta tese, encontra-se em avaliação em periódico científico.

3.3.4 Avaliação preliminar com especialistas

No percurso metodológico da tese, a avaliação preliminar correspondeu a uma etapa formativa de apreciação das versões intermediárias do jogo Comunidade Resiliente, realizada antes da avaliação empírica principal com participantes da comunidade. Essa etapa teve como finalidade examinar a adequação inicial do artefato em relação ao seu conteúdo, à clareza das orientações, à usabilidade, à jogabilidade, à pertinência pedagógica e à coerência entre a proposta educativa e a experiência de jogo.

Diferentemente da avaliação empírica principal, a avaliação preliminar não teve como objetivo medir o potencial educativo da versão final do artefato, mas subsidiar o seu aprimoramento durante o processo de desenvolvimento. Assim, ela foi concebida como uma etapa diagnóstica e formativa, voltada à identificação de potencialidades, fragilidades e aspectos passíveis de refinamento antes da consolidação da versão 1.5, posteriormente utilizada no experimento. A avaliação preliminar incidiu, portanto, sobre versões intermediárias do jogo, ainda em fase de ajuste. Por essa razão, seus resultados devem ser interpretados como evidências voltadas ao aprimoramento do artefato, e não como julgamento definitivo da versão final aplicada na avaliação empírica principal.

A validação preliminar contemplou a avaliação por especialistas e por indivíduos do público-alvo, de modo a reunir perspectivas complementares sobre conteúdo, usabilidade, relevância educacional e qualidade da experiência. No caso dos especialistas, buscou-se compor um grupo com formação acadêmica e/ou experiência prática reconhecida em áreas pertinentes ao objeto da pesquisa, incluindo Defesa Civil, gestão de riscos e desastres, educação, design de jogos, tecnologias educacionais, jogos sérios e redução de riscos de desastres. Já a validação com público-alvo envolveu indivíduos maiores de 18 anos, com acesso a dispositivos digitais e capacidade de interação com jogos digitais, buscando verificar a clareza da experiência e sua adequação a usuários não especializados.

A diversidade de perfis teve como finalidade assegurar uma apreciação plural e metodologicamente consistente do artefato, contemplando tanto a dimensão técnico-conceitual quanto sua pertinência pedagógica e experiencial. Para fins de padronização terminológica nesta tese, os participantes envolvidos nessa etapa preliminar de apreciação e validação do artefato (tanto especialistas quanto indivíduos do público-alvo) são designados conjuntamente como juízes, uma vez que sua função consistiu em avaliar diferentes dimensões do jogo, como conteúdo, usabilidade, clareza das interações, relevância educacional e qualidade da experiência.

A avaliação preliminar envolveu dois blocos complementares. O primeiro bloco consistiu na apreciação da experiência de uso do jogo pelos juízes, que percorreram a mesma trilha posteriormente aplicada aos participantes do experimento, composta pelo aceite do TCLE, preenchimento do pré-teste, interação com o game e resposta ao pós-teste.

O segundo bloco consistiu em uma apreciação técnico-pedagógica complementar, conduzida por um subgrupo de três participantes intencionalmente selecionados pela aderência de sua trajetória profissional e acadêmica ao escopo do artefato: dois agentes da Defesa Civil

do Estado de São Paulo com experiência de atuação em áreas afetadas por desastres hidrometeorológicos e uma pesquisadora da área de jogos.

Esse bloco teve como objetivo subsidiar uma análise mais especializada da adequação do conteúdo, da clareza dos objetivos educacionais, da interface e da coerência entre as mecânicas propostas e a finalidade formativa do jogo. Em ambos os casos, a função da etapa foi formativa, isto é, orientada à identificação de ajustes necessários antes da versão final.

Para fins de análise do primeiro bloco, foram considerados os dados do pós-teste, por constituírem o instrumento mais diretamente voltado à apreciação da experiência de uso e à identificação de aspectos passíveis de refinamento nas versões intermediárias do artefato. O questionário utilizado nessa etapa corresponde ao mesmo instrumento posteriormente aplicado aos participantes do experimento principal, sendo composto por questões fechadas e abertas. Essa equivalência favorece a comparabilidade entre a validação preliminar e a avaliação empírica final; sua versão completa encontra-se apresentada no Apêndice E.

Para a apreciação técnico-pedagógica complementar, foi utilizado um instrumento estruturado em 14 itens em escala Likert de cinco pontos, distribuídos em quatro blocos analíticos: conteúdo técnico e científico, adequação pedagógica, design e mecânicas do jogo e impacto na resiliência. O instrumento completo encontra-se apresentado no Apêndice C.

3.3.5 Experimento com participantes da comunidade

A avaliação empírica principal do artefato foi realizada por meio de um experimento aplicado com participantes da comunidade, contemplando os diferentes momentos da experiência gamificada. O experimento foi conduzido com participação voluntária e em ambiente digital, permitindo que os participantes percorressem a trilha composta por aceite do TCLE, pré-teste, interação com o jogo e pós-teste.

A coleta de dados ocorreu entre 28 de outubro de 2025 e 14 de dezembro de 2025. O recrutamento dos participantes foi realizado por meio de ações de divulgação da pesquisa, incluindo campanha de convite, disparos de mala direta e compartilhamentos por aplicativos de mensagem, com o objetivo de ampliar o alcance da investigação junto à comunidade.

A participação foi aberta a indivíduos maiores de 18 anos, com acesso a dispositivos digitais e condições de interação com o jogo. A pesquisa não teve como público-alvo crianças,

profissionais da Defesa Civil ou especialistas em gestão de desastres. O artefato foi concebido e avaliado com foco em cidadãos comuns, leigos no tema, em contexto voluntário de uso.

A estrutura do experimento compreendeu três momentos principais. O primeiro correspondeu ao pré-teste, destinado à caracterização do perfil dos participantes e de seu repertório inicial sobre desastres. O segundo momento consistiu na interação com o jogo Comunidade Resiliente, durante a qual foram gerados registros telemétricos de uso. O terceiro momento correspondeu ao pós-teste, voltado à avaliação da percepção dos participantes sobre a experiência, incluindo questões fechadas e abertas.

Os termos pré-teste e pós-teste são utilizados nesta tese em sentido operacional, para indicar momentos distintos de coleta de dados antes e depois da interação com o jogo. Ressalta-se que essa estrutura não corresponde a um desenho experimental clássico com grupo de controle, randomização ou comparação causal entre participantes expostos e não expostos ao jogo. Assim, os dados provenientes desses instrumentos foram interpretados como evidências de caracterização, percepção e associação, e não como prova causal de aprendizagem ou eficácia educacional.

3.3.6 Dados telemétricos gerados pelo jogo

Além dos dados obtidos por questionários, a avaliação empírica do artefato incorporou registros telemétricos gerados durante a interação dos participantes com o jogo. Nesta tese, a telemetria é compreendida como o conjunto de dados comportamentais registrados pelo próprio ambiente digital, permitindo observar aspectos da experiência que não dependem exclusivamente do autorrelato dos participantes.

A versão funcional do artefato incorporou recursos de telemetria destinados ao registro de desafios executados ao longo da experiência de jogo. Embora esse componente não interfira diretamente na narrativa vivenciada pelo jogador, ele assume relevância metodológica ao possibilitar a observação empírica do percurso realizado pelos participantes, especialmente no que se refere ao cumprimento dos desafios propostos e à progressão na trilha experimental.

Os indicadores telemétricos foram utilizados para analisar a progressão comportamental no jogo, a completude dos desafios e a permanência na trilha experimental. Essa estratégia permitiu ampliar a avaliação do artefato, articulando percepção declarada e comportamento observado. Assim, a avaliação não se restringiu à opinião final dos

participantes, mas também considerou o modo como eles efetivamente avançaram pela experiência proposta.

O uso da telemetria constitui uma dimensão relevante da avaliação do artefato em DSR, especialmente por se tratar de um jogo sério digital. Em artefatos dessa natureza, a qualidade da proposta educativa depende não apenas da adequação conceitual do conteúdo, mas também da capacidade do sistema de sustentar interação, engajamento, progressão e permanência do usuário.

3.4 PARTICIPANTES E RECRUTAMENTO

A pesquisa envolveu diferentes grupos de participantes, de acordo com as etapas do percurso metodológico. No *survey* diagnóstico, participaram respondentes voluntários interessados na temática de desastres, percepção de risco e preparação cidadã. Na validação preliminar, participaram especialistas e indivíduos do público-alvo, designados como juízes em razão de sua função avaliativa. Na avaliação empírica principal, participaram cidadãos maiores de 18 anos, recrutados por meio de divulgação digital e convidados a percorrer a trilha experimental composta por pré-teste, interação com o jogo e pós-teste.

A composição da amostra analítica final da avaliação empírica principal foi definida a partir de dois critérios de elegibilidade: apresentar ao menos um registro de interação válido com o jogo e responder ao pós-teste. Esses critérios foram adotados para assegurar que a amostra final refletisse participantes que, além de ingressarem no experimento, efetivamente interagiram com o artefato e chegaram ao momento final de avaliação da experiência. Desse modo, a amostra analítica principal foi composta pelos participantes que percorreram o trecho mínimo necessário da trilha experimental para permitir a articulação entre comportamento observado no jogo e avaliação posterior da experiência.

Para explicitar a composição dos diferentes grupos mobilizados na pesquisa e evitar a sobreposição entre as etapas diagnóstica, preliminar e experimental, o Quadro 2 sintetiza o fluxo amostral por etapa, indicando a finalidade de cada grupo de participantes, a estratégia de recrutamento, os critérios de inclusão e a base efetivamente utilizada nas análises.

Quadro 2: Fluxo amostral por etapa da pesquisa

Etapa	Finalidade metodológica	Estratégia de recrutamento	Critérios de inclusão / elegibilidade	N inicial	Perdas / filtros	N final utilizado
Survey	Compreender experiência prévia, percepção de risco e preparação cidadã diante de desastres hidrometeorológicos	Convites por e-mail e aplicativos de mensagem, com participação voluntária	Aceite do TCLE e resposta ao questionário estruturado	1.064	Não se aplicou à composição da amostra do experimento; etapa diagnóstica independente	1.064
Avaliação preliminar do artefato	Identificar potencialidades, fragilidades e necessidades de refinamento das versões intermediárias do jogo	Seleção intencional de especialistas e indivíduos do público-alvo	Especialistas com experiência em áreas aderentes ao objeto da pesquisa e/ou indivíduos maiores de 18 anos com perfil de público-alvo	18	Consideraram-se os participantes que avaliaram as versões intermediárias do artefato	18
	Obter avaliação especializada sobre conteúdo, adequação pedagógica, interface e mecânicas do jogo	Seleção intencional por aderência profissional e acadêmica ao escopo do artefato	Dois agentes da Defesa Civil do Estado de São Paulo e uma pesquisadora da área de jogos	3	Não se aplicou	3
Experimento principal	Avaliar empiricamente o artefato com participantes reais em ambiente digital 20000	Campanha de convite, mala direta e compartilhamentos por aplicativos de mensagem	Maiores de 18 anos, aceite do TCLE, acesso a dispositivo digital e ingresso na trilha experimental	801	Participantes sem registro válido de interação no jogo e/ou sem resposta ao pós-teste	139
Interação válida com o jogo	Delimitar participantes que efetivamente interagiram com o artefato	Registro automático pelo sistema do jogo	Apresentar ao menos um registro telemétrico válido de interação	801	580 participantes sem registro válido de interação	221
Amostra analítica final	Articular comportamento observado no jogo e avaliação posterior da experiência	Integração entre logs de telemetria e pós-teste	Apresentar interação válida com o jogo e responder ao pós-teste	221	82 participantes com interação válida, mas sem pós-teste respondido	139

Fonte: Autora (2026).

3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A pesquisa utilizou diferentes instrumentos de coleta de dados, de acordo com as etapas metodológicas previstas. No *survey* diagnóstico, foi utilizado questionário estruturado com perguntas fechadas, elaborado para examinar dimensões relacionadas à preparação percebida, à avaliação de medidas governamentais de redução de riscos, aos sistemas de alerta precoce, à percepção sobre mudanças climáticas, à prontidão comunitária e à disposição para ações coletivas.

Na avaliação preliminar do artefato, foram utilizados instrumentos de apreciação da experiência de uso e de avaliação técnico-pedagógica. O primeiro instrumento correspondeu ao pós-teste aplicado aos juízes, composto por questões fechadas e abertas. O segundo instrumento foi estruturado em 14 itens em escala Likert de cinco pontos, distribuídos em quatro blocos analíticos: conteúdo técnico e científico, adequação pedagógica, design e mecânicas do jogo e impacto na resiliência.

Na avaliação empírica principal, os instrumentos de coleta incluíram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o questionário de pré-teste, os registros telemétricos gerados durante a interação com o artefato e o questionário de pós-teste. O pré-teste contemplou questões voltadas à caracterização dos participantes, à identificação de experiências prévias relacionadas a desastres e à mensuração do repertório conceitual inicial. O pós-teste contemplou questões fechadas em escala Likert e questões abertas destinadas a captar percepções, avaliações, aspectos positivos, dificuldades e sugestões de melhoria.

Os registros telemétricos foram coletados automaticamente pelo sistema do jogo, a partir de pontos de interação previamente definidos. Esses registros permitiram observar o cumprimento de desafios, a progressão comportamental e a permanência dos participantes na experiência.

Todos esses instrumentos encontram-se apresentados nos apêndices da tese.

3.6 PREPARAÇÃO, TRATAMENTO E VARIÁVEIS ANALÍTICAS DA AVALIAÇÃO PRINCIPAL DO ARTEFATO

Antes da realização das análises da avaliação principal, foi necessário integrar e preparar os dados produzidos nos três momentos centrais do experimento: o pré-teste, os

registros telemétricos de interação com o jogo e o pós-teste. Como cada uma dessas etapas gerou informações de natureza distinta, a preparação analítica do banco envolveu procedimentos de organização, limpeza, padronização, recodificação e construção de variáveis sintéticas, de modo a tornar comparáveis os diferentes blocos de evidência produzidos ao longo da trajetória experimental.

Os dados foram inicialmente exportados da plataforma de coleta para planilha eletrônica no Microsoft Excel, onde passaram por procedimentos de organização e tratamento preliminar. Em seguida, o banco foi importado para o software Jamovi, no qual foram realizadas as análises estatísticas, psicométricas, comparativas e de modelagem reportadas nesta seção. Essa etapa foi importante para assegurar consistência entre os diferentes momentos do experimento e permitir que as análises subsequentes fossem conduzidas com base em variáveis comparáveis e interpretáveis. A síntese dos procedimentos empregados e a lógica mínima de reprodução das análises no Jamovi encontram-se sistematizadas no Apêndice G.

Considerando os três momentos do experimento (pré-teste, registros de interação com o jogo e pós-teste), os dados originais foram recodificados com o objetivo de gerar variáveis padronizadas e comparáveis para análise, a partir das quais se construíram indicadores sintéticos das dimensões centrais avaliadas no estudo.

No pré-teste, os itens objetivos (Q1–Q8), constantes do questionário reproduzido integralmente no Apêndice D, foram convertidos em variáveis binárias, atribuindo-se valor 1 às respostas corretas e 0 às incorretas. A partir dessa recodificação, foi criada a variável *Score_pre*, correspondente à soma dos oito itens, produzindo um escore de 0 a 8 destinado a representar o repertório conceitual inicial dos participantes antes da interação com o *game*.

No momento de interação com o jogo, a recodificação binária tomou como referência os desafios previstos na estrutura do artefato, sintetizados nos Quadro 10 e 11 da Seção 4.5.1. Para fins analíticos, considerou-se valor 1 quando houve cumprimento efetivo do desafio, tal como registrado nos *logs* de telemetria, e valor 0 quando esse registro não ocorreu. Importa destacar que os eventos computados corresponderam aos desafios associados à área comercial, aos morros e encostas e ao alerta de personagens não jogáveis (*Non-Playable Character* - NPC) na praia, que constituíram a base empírica para a análise da progressão comportamental dos participantes no jogo.

A partir desses registros telemétricos de interação, foi construída a variável *Score_desafios*, calculada como a soma dos sete desafios com registro telemétrico válido, variando de 0 a 7. Essa variável foi adotada como medida principal de progressão

comportamental no jogo, por expressar o quanto o participante efetivamente avançou na trilha gamificada. Ainda nesse mesmo bloco analítico, foi derivada a variável *Alta_completude_desafios*, obtida a partir do *Score_desafios* e recodificada de forma binária: 0 para participantes que cumpriram até 5 desafios e 1 para aqueles que cumpriram 6 ou 7 desafios. Essa variável teve finalidade analítica complementar, especialmente em comparações entre grupos, funcionando como um critério operacional para distinguir níveis mais elevados de progressão na trilha experimental.

No pós-teste, as respostas aos oito itens quantitativos em escala Likert, obtidas por meio do questionário reproduzido no Apêndice E, foram codificadas de 1 a 5, em ordem crescente de concordância. Com base nessas respostas, foi calculada a variável *Percepcao_jogo_total*, correspondente à média dos oito itens em escala de 1 a 5. Essa variável foi tratada como escore global da experiência, sendo utilizada para representar, de forma resumida, a avaliação final do participante sobre o jogo.

Com isso, cada um dos três momentos centrais do experimento passou a estar representado por um indicador sintético: o *Score_pre*, referente ao repertório conceitual inicial; o *Score_desafios*, relativo ao desempenho comportamental observado durante o uso do jogo; e o *Percepcao_jogo_total*, correspondente à percepção final da experiência.

Para as análises centrais do estudo, definiu-se como caso válido o participante que apresentou, simultaneamente, ao menos um registro de interação no jogo e resposta ao pós-teste. Esse critério foi adotado para assegurar que a inclusão analítica refletisse não apenas a chegada ao questionário final, mas também evidências mínimas de engajamento experimental no ambiente do jogo. O Quadro 3 sintetiza a preparação analítica do banco de dados e as variáveis criadas.

Quadro 3: Preparação analítica do banco e variáveis derivadas

Variável / etapa	Como foi construída	Escala / codificação	Observações para replicação
Itens objetivos do pré-teste (Q1–Q8)	Recodificados conforme correção das respostas	0 = erro; 1 = acerto	Base para <i>Score_pre</i>
Registros telemétricos	Cada desafio previsto do jogo foi recodificado conforme ausência ou presença de registro válido nos logs do sistema	0 = não realizou o desafio; 1 = realizou o desafio	Base empírica para <i>Score_desafios</i>
Escalas Likert do pós-teste	Recodificadas conforme a direção original dos itens	1 a 5	Usadas na composição de <i>Percepcao_jogo_total</i>
<i>Score_pre</i>	Soma dos 8 itens objetivos do pré-teste (Q1–Q8)	0 a 8	Representa o repertório conceitual inicial

<i>Score_desafios</i>	Soma dos 7 pontos de interação com registro válido	0 a 7	Medida principal de progressão comportamental
<i>Alta_completude_desafios</i>	Indicador binário derivado de <i>Score_desafios</i>	0 = até 5 desafios; 1 = 6 ou 7 desafios	Critério analítico complementar, não normativo
<i>Percepcao_jogo_total</i>	Média dos 8 itens quantitativos do pós-teste (Q1–Q8)	1 a 5	Tratada como escore global da experiência
Interação válida	Participante com ao menos um ponto de interação efetivamente cumprido e registrado nos logs do sistema	Sim / Não	Primeiro critério de elegibilidade analítica
Pós-teste respondido	Presença de resposta ao bloco final do experimento	Sim / Não	Segundo critério de elegibilidade analítica
Amostra válida	Participantes com interação válida e pós-teste respondido	n = 139	Base principal das análises inferenciais

Fonte: Autora, 2026.

3.7 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS DA AVALIAÇÃO PRINCIPAL DO ARTEFATO

A análise dos dados produzidos nos diferentes momentos do experimento foi organizada em três níveis complementares. No primeiro, realizaram-se análises descritivas voltadas à caracterização da amostra válida e à síntese dos principais indicadores do estudo. No segundo, foram conduzidas análises bivariadas, com o objetivo de examinar associações e diferenças entre variáveis sociodemográficas, repertório conceitual inicial, progressão comportamental no jogo e percepção final da experiência. No terceiro, empregaram-se modelagens multivariadas, a fim de investigar, de forma conjunta, a contribuição de diferentes fatores para os principais desfechos analíticos do experimento, especialmente abandono, desempenho comportamental no jogo e percepção global da experiência.

Para operacionalizar esses diferentes níveis, utilizaram-se procedimentos quantitativos descritivos e inferenciais, além de análise de conteúdo das respostas abertas. No conjunto das análises quantitativas, buscou-se descrever distribuições, comparar grupos, examinar associações entre variáveis, avaliar a consistência interna dos instrumentos e estimar relações explicativas entre fatores relevantes do experimento.

Nas análises bivariadas e comparativas, os testes estatísticos foram selecionados de acordo com a distribuição dos dados, o nível de mensuração das variáveis e a homogeneidade das variâncias, incluindo qui-quadrado de independência, teste t para amostras independentes, correção de Welch, teste de Mann–Whitney e ANOVA de Welch com pós-teste de Games–

Howell. Também foram utilizadas análises de correlação de Pearson e de Spearman, além de modelos de regressão logística binária e regressão linear, de modo a explorar associações e efeitos independentes entre variáveis relevantes do experimento (Agresti, 2018; Cohen; Cohen; West, 2013b; Field, 2024; Howell, 2021; Montgomery; Runger, 2014).

A interpretação dos testes estatísticos foi realizada de forma cautelosa, considerando se uma relação ou diferença foi estatisticamente significativa e sua intensidade e relevância para os objetivos da pesquisa. Para isso, adotou-se o nível de significância de 5%, de modo que valores de p inferiores a 0,05 foram compreendidos como indícios de que a relação observada dificilmente ocorreu ao acaso. No entanto, esse resultado não foi interpretado, isoladamente, como prova de relevância prática, efeito educacional ou causalidade.

Por essa razão, os valores de p foram analisados em conjunto com outras medidas estatísticas, capazes de indicar a força, a direção e a qualidade das relações observadas. Entre essas medidas, foram considerados tamanhos de efeito, intervalos de confiança e indicadores de ajuste dos modelos, tais como V de Cramér, d de Cohen, OR, IC95%, R^2 e pseudo- R^2 . Em termos gerais, essas medidas permitiram avaliar se essa diferença ou associação encontrada era pequena, moderada ou mais expressiva no contexto da pesquisa.

Nas análises envolvendo variáveis categóricas, utilizou-se o teste do qui-quadrado de independência para verificar se a distribuição das respostas diferia entre grupos. Quando esse teste indicava associação estatisticamente significativa, o V de Cramér foi utilizado para estimar a intensidade dessa associação. Nas comparações entre grupos, foram empregados testes estatísticos adequados à natureza das variáveis e às características dos dados, como testes t , Welch, Mann–Whitney, ANOVA de Welch e Games–Howell. A escolha entre esses testes considerou aspectos como tipo de variável, distribuição dos dados e homogeneidade das variâncias.

Nas análises de correlação, os coeficientes foram interpretados considerando a direção e a força da relação entre as variáveis. Coeficientes positivos indicaram que as variáveis tendiam a aumentar conjuntamente, enquanto coeficientes negativos indicaram que o aumento de uma variável estava associado à redução da outra. A magnitude desses coeficientes foi utilizada para avaliar se a relação observada era fraca, moderada ou forte.

Essa estratégia de interpretação foi adotada nas análises de abandono do experimento, nas comparações de escores entre grupos e nos modelos de regressão utilizados para examinar o *Score_pre*, o *Score_desafios* e a *Percepcao_jogo_total*. Dessa forma, buscou-se evitar interpretações baseadas apenas na significância estatística, articulando os resultados

quantitativos aos limites do delineamento da pesquisa e à natureza exploratória da avaliação empírica do artefato (Cohen, 2013a, 2013b; Field, 2024; Howell, 2021).

No bloco quantitativo do pós-teste, a qualidade psicométrica dos itens foi examinada com a finalidade de sustentar o uso de um escore sintético global de avaliação da experiência. Para isso, recorreu-se a indicadores de consistência interna, como alfa de Cronbach, ômega de McDonald e correlação item-total, bem como à análise fatorial exploratória (Cronbach, 1951; McDonald, 2013). Embora o alfa permaneça amplamente utilizado como estimativa clássica de consistência interna, a inclusão do ômega permitiu uma apreciação mais robusta da confiabilidade da medida. Complementarmente, a análise fatorial exploratória foi empregada para verificar se os itens se organizavam predominantemente em torno de uma dimensão latente comum. Esse procedimento é coerente com a justificativa posterior para o uso de *Percepcao_jogo_total* como escore global da experiência.

Por fim, o tratamento dos dados ausentes variou conforme o tipo de análise realizada. Nas análises descritivas e bivariadas, os casos sem resposta foram considerados com base no número válido de observações disponível em cada variável, preservando-se, tanto quanto possível, a informação empírica coletada. Já nas modelagens multivariadas, respostas ausentes foram tratadas como valores faltantes (*missing*), evitando a estimação de categorias sem significado substantivo e favorecendo maior rigor analítico. Essa opção é compatível com a forma como as modelagens posteriores foram descritas, inclusive quando se informa que categorias de não resposta foram tratadas como ausentes e, em alguns casos, reagrupadas para fins analíticos.

As respostas abertas do pré-teste e do pós-teste foram analisadas por meio de análise de conteúdo categorial, com base em Bardin (2011), Braun; Clarke, (2006) e Krippendorff, (2019). A codificação foi orientada por categorias construídas a partir da literatura pertinente aos eixos temáticos investigados, especialmente gestão de desastres e experiência com jogos, bem como pelos objetivos analíticos de cada questão aberta. A unidade de análise adotada foi a de registro semântico-conceitual, abrangendo palavras ou segmentos de resposta com sentido analítico identificável. Para garantir maior consistência na classificação, aplicou-se a regra da intencionalidade, priorizando o sentido predominante da manifestação em detrimento da ocorrência isolada de termos específicos.

Quando uma mesma resposta continha mais de uma ideia analiticamente relevante, procedeu-se à codificação múltipla. Em casos de respostas mais abrangentes, que contemplavam simultaneamente diferentes dimensões, realizou-se o desdobramento em mais

de uma unidade de registro. Por essa razão, as frequências de categorias podem superar o número de respondentes, e os percentuais não somam necessariamente 100%. Por outro lado, respostas sem conteúdo semântico suficiente para classificação, manifestações genéricas sem valor analítico definido, comentários incompreensíveis ou campos em branco foram tratadas por meio de filtro de inconclusividade e tratamento de nulos, compondo categorias residuais de controle metodológico. O protocolo de categorização, as definições operacionais das categorias e exemplos de codificação foram sistematizados em *codebook* específico, apresentado no Apêndice F.

Nesta pesquisa, a avaliação do artefato foi estruturada a partir de um desenho metodológico composto, construído com base em procedimentos já reconhecidos na literatura, mas articulados de modo próprio para responder aos objetivos desta tese. Em vez de reproduzir um protocolo único previamente estabelecido, a estratégia avaliativa integrou pré-teste, registros telemétricos de interação com o jogo, pós-teste, construção de indicadores sintéticos, análise psicométrica, análises bivariadas e multivariadas, além de análise qualitativa das respostas abertas. Essa composição permitiu examinar, de forma articulada, diferentes dimensões empíricas do potencial do *game*, como repertório conceitual inicial, progressão comportamental, permanência na experiência e percepção final dos participantes.

3.8 ASPECTOS ÉTICOS E INTEGRIDADE ACADÊMICA

O experimento foi conduzido em conformidade com os procedimentos éticos aplicáveis à pesquisa com seres humanos, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Parecer Consubstanciado vinculado ao Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 88865925.7.0000.5496.

A participação dos sujeitos ocorreu mediante apresentação e aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos envolvidos, a possibilidade de desistência e o uso acadêmico dos dados coletados. A participação foi voluntária, e os dados foram tratados de forma agregada, sem identificação nominal dos participantes nos resultados.

No desenvolvimento desta tese, foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa de modo auxiliar e sob supervisão crítica da autora. O ChatGPT foi empregado especialmente para refinamento de redação, revisão linguística e aprimoramento da clareza textual em etapas específicas da escrita. O SciSpace foi utilizado de forma auxiliar na

exploração e organização de literatura científica, bem como no apoio à leitura e sistematização inicial de conteúdos acadêmicos. O NotebookLM, por sua vez, foi utilizado de forma auxiliar na estruturação e no apoio à elaboração de figuras e esquemas voltados à representação visual de conteúdos já definidos pela autora.

O uso dessas ferramentas não substituiu a definição do problema, a construção do referencial teórico, as decisões metodológicas, a análise dos dados, a interpretação dos resultados nem a formulação das conclusões, que permaneceram sob responsabilidade integral da autora. Em consonância com princípios de integridade, transparência e uso responsável da inteligência artificial na pesquisa acadêmica, todo conteúdo produzido com apoio dessas ferramentas foi submetido a revisão, validação e adequação crítica antes de sua incorporação ao texto final.

4 RESULTADOS

Este capítulo reúne os resultados produzidos ao longo da investigação, organizados de modo coerente com a perspectiva metodológica da DSR. Nessa abordagem, os resultados da pesquisa envolvem a mensuração dos efeitos do artefato, a explicitação do problema investigado, a delimitação da classe de problemas, a fundamentação da solução proposta, o processo de concepção e desenvolvimento do artefato e, por fim, sua avaliação empírica.

Desse modo, a estrutura do capítulo reflete o próprio encadeamento da pesquisa, articulando diagnóstico, construção e avaliação, de modo a evidenciar a contribuição do estudo tanto para a solução do problema prático quanto para a produção de conhecimento sobre o domínio investigado.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

Nesta seção, são apresentados os resultados que contribuem para a contextualização do problema de pesquisa e para o aprofundamento do estado da arte sobre o tema.

À luz da DSR, essa etapa é importante porque permite compreender com maior precisão o fenômeno investigado, suas evidências empíricas e os conhecimentos já consolidados na literatura, criando uma base consistente para a identificação da classe de problemas e para a concepção do artefato (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015).

4.1.1 Evidências do survey

Com o objetivo de aprofundar a contextualização empírica do problema, foi realizado um *survey* voltado à investigação da relação entre experiência prévia com desastres hidrometeorológicos, percepção de risco e preparação para eventos de chuvas intensas no contexto brasileiro. Essa etapa buscou produzir evidências sobre como cidadãos comuns percebem sua própria preparação, a atuação institucional e a prontidão comunitária diante desse tipo de ameaça, oferecendo subsídios para a compreensão das lacunas formativas que antecedem a proposição do artefato educacional. O estudo foi posteriormente desdobrado em publicação científica por Seddig et al., (2026) no *International Journal of Disaster Risk Science*.

O questionário estruturado com perguntas fechadas foi elaborado para examinar dimensões relacionadas à preparação percebida, à avaliação de medidas governamentais de

redução de riscos, aos sistemas de alerta precoce, à percepção sobre mudanças climáticas, à prontidão comunitária e à disposição para ações coletivas. Com base nesse instrumento, foram analisadas 1064 respostas obtidas em contexto brasileiro, com comparação entre participantes com e sem experiência prévia de desastre. As relações entre experiência prévia e essas variáveis foram analisadas por meio do teste do qui-quadrado de independência.

Os resultados indicaram que a experiência prévia com desastres esteve associada a níveis mais elevados de preparação individual percebida, maior percepção de impacto das chuvas intensas no cotidiano, maior sensação de estar informado sobre precauções, maior concordância com a influência das mudanças climáticas sobre a intensificação das chuvas e maior preocupação com as consequências futuras desses eventos. Por outro lado, participantes com experiência prévia tenderam a avaliar de modo mais crítico tanto as medidas preventivas adotadas por autoridades locais quanto a efetividade dos sistemas de alerta precoce. Em contraste, não foram observadas associações estatisticamente significativas entre experiência prévia e percepção de preparação comunitária ou disposição para participar de ações comunitárias.

Esses achados sugerem que a vivência prévia com desastres contribui para intensificar a percepção individual do risco e a sensibilidade frente ao problema, mas não se traduz automaticamente em maior confiança institucional ou em fortalecimento da prontidão coletiva. Para os fins desta tese, tal resultado é particularmente relevante, pois evidencia uma lacuna entre consciência individual, suporte institucional e capacidade comunitária de resposta. Essa lacuna reforça a pertinência de estratégias educativas que, para além da transmissão de informação, promovam engajamento, compreensão aplicada e aproximação entre percepção do risco e ação preventiva.

4.1.2 Evidências sobre desastres hidrometeorológico

Com o objetivo de ampliar a contextualização empírica do problema em escala territorial, realizou-se uma análise longitudinal dos desastres desencadeados por ameaças hidrológicas e meteorológicas no Brasil entre 2005 e 2024. Essa etapa partiu do reconhecimento de que a intensificação e a recorrência de eventos hidrometeorológicos têm ampliado pressões sobre sistemas sociais, ecológicos e infraestruturais, especialmente em contextos marcados por desigualdade socioespacial e capacidades institucionais heterogêneas, como o brasileiro (Debortoli *et al.*, 2017; IPCC, 2023; Ridder *et al.*, 2022). O estudo foi posteriormente

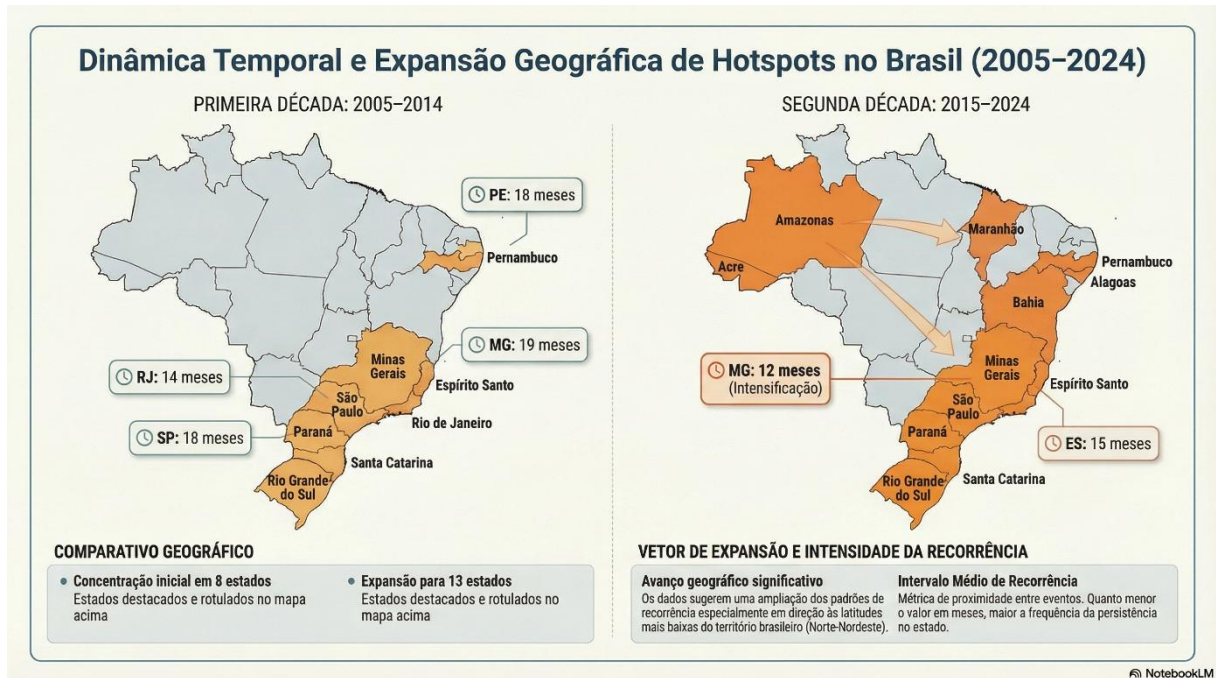
sistematizado em manuscrito científico em avaliação editorial e buscou identificar padrões de concentração espacial, recorrência e compressão temporal entre eventos sucessivos, produzindo evidências sobre contextos de exposição reiterada potencialmente relevantes para os debates sobre resiliência e adaptação.

A investigação adotou delineamento quantitativo, descritivo e longitudinal, com base em dados secundários extraídos da base EM-DAT, escolhida por oferecer critérios padronizados de registro e comparabilidade temporal internacional, ainda que com reconhecidas limitações quanto à subnotificação de eventos de menor magnitude (Amaral *et al.*, 2023; CRED, 2025; Guha-Sapir; Below; Hoyois, 2015).

Metodologicamente, o estudo combinou desagregação territorial em nível municipal e posterior agregação por unidade da federação, com o objetivo de construir indicadores de frequência de recorrência e estimativas de intervalos médios entre eventos em duas janelas temporais de dez anos: 2005–2014 e 2015–2024. A escolha dessa estratégia é compatível com abordagens de *hotspot* e recorrência utilizadas em estudos de desastres e vulnerabilidade territorial, que privilegiam a identificação de padrões persistentes de exposição em escalas subnacionais (Birkmann *et al.*, 2013; Cutter; Burton; Emrich, 2010; Dilley *et al.*, 2005; Rao *et al.*, 2023). Para fins operacionais, foram considerados *hotspots* os estados que registraram três ou mais ocorrências em pelo menos uma dessas décadas.

Os resultados identificaram 13 estados brasileiros que atenderam ao critério operacional de persistência adotado. Na primeira década (2005–2014), foram classificados como *hotspots* predominantemente estados do Sul e Sudeste. Na segunda década (2015–2024), passaram também a atender ao critério os estados do Norte e Nordeste, o que sugere ampliação geográfica dos padrões de recorrência. Observou-se, ainda, que diversos estados apresentaram intervalos médios de recorrência inferiores a 24 meses, indicando janelas relativamente curtas entre eventos sucessivos. Entre os casos mais expressivos, destacaram-se Rio de Janeiro (14 meses), São Paulo (18 meses), Pernambuco (18 meses) e Minas Gerais (19 meses) no primeiro período, além de Minas Gerais (12 meses) e Espírito Santo (15 meses) no segundo. Em conjunto, esses achados indicam uma difusão territorial dos *hotspots* e intensificação da persistência em estados específicos, como sintetiza a Figura 2.

Figura 2: *Hotspots* brasileiros: distribuição espacial e recorrência média (2005–2024)



Fonte: Autora (2026), utilizando a ferramenta NotebookLM.

Esse achado é teoricamente relevante porque a literatura sobre resiliência e recuperação pós-desastre indica que sistemas adaptativos demandam tempo para consolidar reconstrução, aprendizagem institucional e fortalecimento de capacidades (Berkes; Ross, 2013; Folke, 2006; Rubin, 2009). Quando eventos sucessivos retornam em intervalos comprimidos, sobretudo abaixo de dois anos, pode haver tensão entre o tempo social e institucional necessário à recuperação e o tempo efetivo disponível antes de nova perturbação. No manuscrito, essa dinâmica foi interpretada como compatível com processos de tensão adaptativa, sem que isso implique, por si só, medição direta de colapso institucional, vulnerabilidade total ou insuficiência comprovada da recuperação.

À luz desses resultados, o estudo propõe o constructo analítico de resiliência cronicamente erodida, entendido como uma lente interpretativa que destaca a compressão dos intervalos de recorrência como dimensão temporal relevante para os processos adaptativos. A proposta não redefine vulnerabilidade nem substitui os referenciais clássicos de risco, mas complementa tais abordagens ao enfatizar que a repetição de eventos em janelas reduzidas pode interromper ciclos de estabilização e impor pressão cumulativa sobre capacidades de resposta e adaptação (Adger, 2006; Keating *et al.*, 2017; Pelling, 2010). O próprio manuscrito ressalta que se trata de um constructo analítico e não de uma medida direta de desempenho resiliente.

Para os fins desta tese, a contribuição principal dessa análise está em demonstrar que a educação para desastres precisa ser pensada em um contexto territorialmente desigual, no

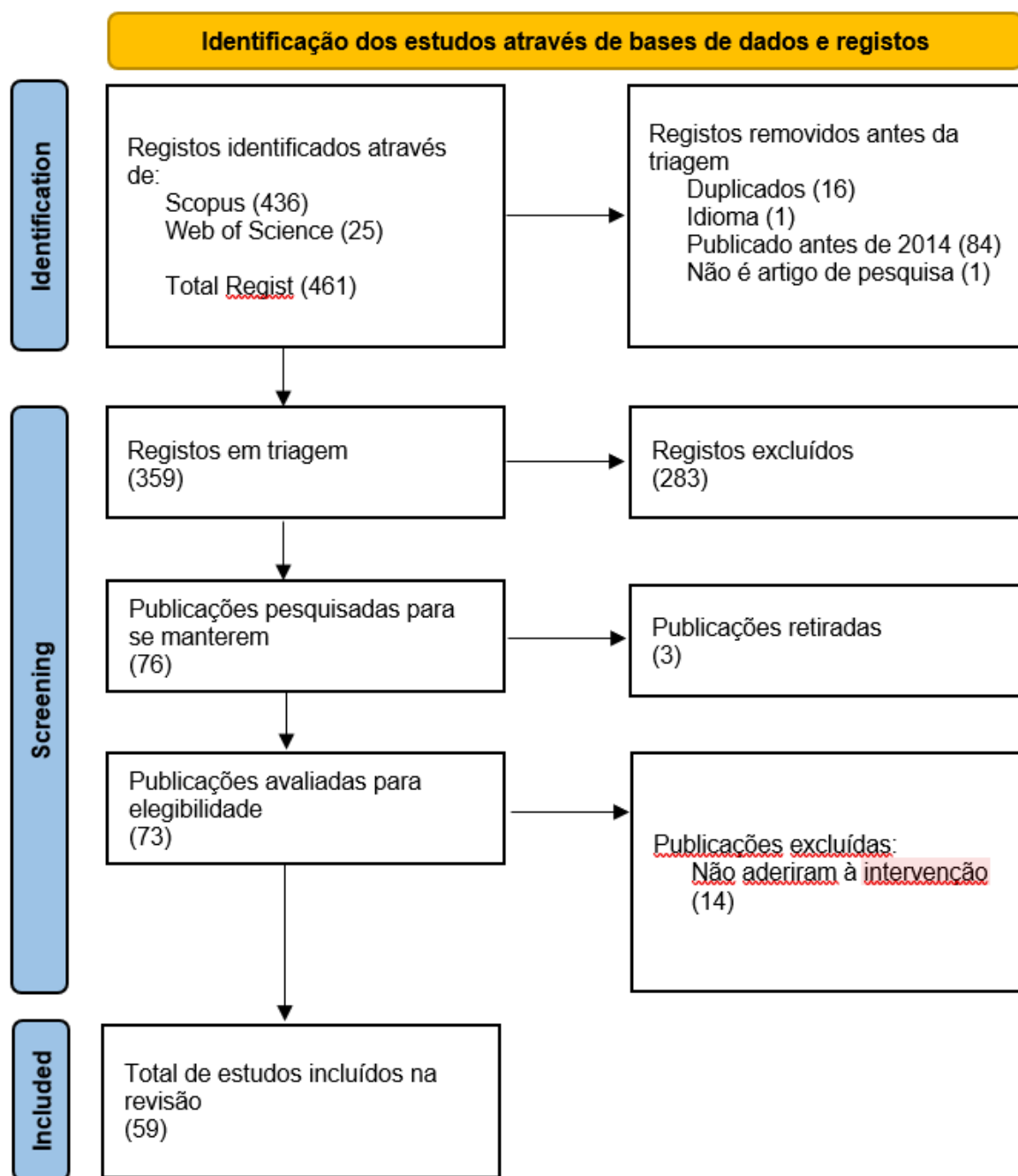
qual parte dos cidadãos vive sob exposição recorrente e, em alguns casos, sob janelas relativamente curtas entre eventos sucessivos. Isso reforça a necessidade de estratégias educativas acessíveis, contínuas e escaláveis, voltadas não apenas à transmissão de informações, mas ao fortalecimento da compreensão aplicada do risco e da preparação cidadã. Em articulação com o *survey* apresentado na subseção anterior, esse diagnóstico sugere que, se a experiência prévia pode ampliar a percepção individual do risco sem necessariamente fortalecer a confiança institucional ou a prontidão coletiva, então os contextos de recorrência reiterada tornam ainda mais relevante o desenvolvimento de intervenções educativas capazes de aproximar percepção, engajamento e preparação para a ação.

4.1.3 Evidências da revisão sistemática da literatura

Como parte da contextualização do problema e do mapeamento do estado da arte, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de identificar, classificar e analisar jogos aplicados à logística humanitária e à gestão de desastres descritos na produção acadêmica recente. Essa etapa buscou compreender quais características predominam nesses jogos, como o campo evoluiu ao longo da última década e quais lacunas permanecem abertas, especialmente no que se refere às fases do ciclo de desastres contempladas, aos tipos de ameaça abordados e aos públicos priorizados.

A revisão foi conduzida conforme o protocolo PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021), com buscas realizadas nas bases Scopus e Web of Science e atualização final em janeiro de 2025. Foram incluídos artigos acadêmicos revisados por pares, publicados em inglês entre 2014 e 2024, que abordassem jogos aplicados à logística humanitária e à gestão de desastres. O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos está sintetizado na Figura 3. Ao final, 59 estudos foram selecionados, totalizando 65 jogos analisados. Para fins de categorização, os jogos foram examinados segundo fase do desastre, tipo de desastre, aplicação, plataforma, modo de jogo, gênero, público-alvo e intervalo temporal da dinâmica. Dada a extensão do material examinado, a listagem completa dos jogos identificados na revisão sistemática, bem como suas respectivas informações de categorização, foi apresentada em apêndice.

Figura 3: Protocolo Prisma aplicado na RSL



Fonte: Autora, 2024.

Os resultados evidenciaram um campo em expansão, com crescimento mais acentuado a partir de 2020. De modo geral, a revisão revelou padrões relativamente bem definidos quanto às características predominantes dos jogos mapeados, envolvendo a fase do desastre mais contemplada, os tipos de ameaça mais frequentes, as finalidades de uso, os formatos de interação, os gêneros, as plataformas e os públicos-alvo priorizados.

Como sintetiza a Tabela 1, observou-se predominância de jogos voltados à resposta a desastres, com foco recorrente em ameaças hidrometeorológicas, especialmente em propostas de educação e treinamento, desenvolvidas majoritariamente em plataformas digitais, em formato *multiplayer* e no gênero simulação, com centralidade de públicos profissionais.

Em conjunto, esses padrões sugerem que o campo tem se desenvolvido sobretudo em torno de experiências voltadas à simulação de cenários críticos, à coordenação operacional e à formação de agentes já inseridos em contextos institucionais de resposta.

Tabela 1: Características predominantes dos jogos na revisão sistemática (n = 65)

Categoria	Característica predominante	Quantidade de jogos
Fase do desastre	Resposta	25
Tipo de desastre	Hidrometeorológico	22
Aplicação	Educação e treinamento	33
Modo de jogo	<i>Multiplayer</i>	43
Gênero	Simulação	40
Público-alvo	Profissionais	34
Plataforma	Digital	39
Intervalo temporal	<i>Turn-based</i>	30

Fonte: adaptado de Ducatti *et al.* (2025)

Esses achados são particularmente relevantes para esta tese por duas razões. Em primeiro lugar, eles demonstram que o uso de jogos na área não constitui iniciativa isolada ou marginal, mas um campo consolidado e em crescimento, com diversidade de aplicações e progressivo interesse acadêmico. Em segundo lugar, o mapeamento revelou lacunas importantes, especialmente no que se refere a jogos voltados à mitigação, à reconstrução, a desastres sociais e ao engajamento comunitário. Tal assimetria indica que, embora os jogos já sejam amplamente utilizados para resposta, treinamento e tomada de decisão em contextos profissionais, ainda há espaço significativo para o desenvolvimento de experiências voltadas à preparação cidadã, à educação para desastres e à construção de capacidades em públicos não especializados.

Para esta tese, contudo, o aspecto mais relevante da revisão está menos na confirmação do crescimento do campo do que na identificação de suas assimetrias. Embora os jogos em logística humanitária e gestão de desastres já constituam uma linha consolidada e em expansão, o mapeamento mostrou baixa incidência de iniciativas centradas na mitigação, na reconstrução, em desastres sociais e no engajamento comunitário. Em outras palavras, a literatura analisada revela um campo que tende a privilegiar a resposta e o treinamento

profissional, mas ainda oferece menor atenção a experiências orientadas à preparação cidadã, à educação preventiva e ao fortalecimento de capacidades em públicos não especializados.

Essa constatação é particularmente importante porque ajuda a delimitar, com maior precisão, o lugar do artefato desenvolvido nesta pesquisa. O *game* Comunidade Resiliente não é proposto em um vazio de iniciativas, mas em um campo no qual predominam jogos de simulação e resposta, frequentemente direcionados a profissionais e a contextos operacionais. A presente tese desloca esse foco ao propor uma experiência gamificada voltada à educação para desastres de cidadãos brasileiros, com ênfase em preparação, compreensão aplicada do risco e engajamento diante de ameaças hidrometeorológicas. Assim, a revisão sistemática cumpriu dupla função: de um lado, ofereceu uma visão estruturada do estado da arte; de outro, evidenciou uma lacuna específica que fundamenta e legitima a proposta do artefato.

Além disso, a revisão contribuiu para a definição de requisitos conceituais do *game* ao sugerir que uma proposta com foco em público leigo, preparação preventiva e mediação educacional poderia ocupar um espaço ainda pouco explorado na literatura. Nesse sentido, o estudo situou a pesquisa em relação às tendências existentes e reforçou a pertinência de desenvolver uma intervenção orientada à população em geral, e não exclusivamente a profissionais ou gestores.

A RSL também suscitou o interesse em aprofundar a compreensão sobre a recepção desses jogos por seus usuários. Nessa direção, a subseção seguinte apresenta a análise de conteúdo dos *feedbacks* associados aos jogos identificados, buscando evidenciar aspectos valorizados, limitações percebidas e oportunidades de aprimoramento.

4.1.4 Evidências da análise de conteúdo das percepções dos participantes

Com o objetivo de aprofundar qualitativamente o estado da arte, realizou-se uma análise de conteúdo das percepções relatadas por participantes de jogos aplicados à logística humanitária e à gestão de desastres. Enquanto a revisão sistemática anterior permitiu mapear tendências, características e lacunas do campo, esta etapa buscou compreender como essas experiências são vividas e interpretadas por seus usuários, com atenção especial às dimensões experienciais, éticas e cognitivas mobilizadas no contexto dos jogos. O estudo foi sistematizado em manuscrito científico atualmente em processo de avaliação editorial.

O corpus analítico foi composto pelos mesmos 59 artigos incluídos na revisão sistemática, os quais relataram 65 aplicações empíricas de jogos com participantes reais entre

2014 e 2024. A partir desses estudos, foram extraídos trechos referentes a percepções, sentimentos, reflexões e aprendizagens associadas às experiências de jogo. O tratamento do material foi conduzido com base em análise de conteúdo indutiva, articulada à análise temática reflexiva, seguindo referenciais como Krippendorff, (2019), Bardin, (2011), Braun; Clarke, (2006), e modo a identificar padrões recorrentes de significado nas narrativas dos participantes. Para fins analíticos, as unidades de significado também foram examinadas segundo dimensões predominantes de aprendizagem e tonalidades afetivas.

A análise resultou na identificação de seis eixos analíticos centrais que estruturam a aprendizagem experiencial em ambientes de *serious games*: engajamento, empatia e responsabilidade social; colaboração e coordenação interinstitucional; aprendizagem situacional e tomada de decisão sob incerteza; aprendizagem preventiva e cultura de preparação; inovação, pesquisa e integração entre ciência e política pública; e treinamento técnico-profissional. Como sintetiza o Quadro 4, destacaram-se especialmente o eixo de engajamento, empatia e responsabilidade social.

Quadro 4: Eixos analíticos das percepções dos participantes

Eixo analítico	N	Síntese interpretativa dos relatos	Implicação para o artefato
Engajamento, empatia e responsabilidade social	29	Envolvimento afetivo, sensibilização ética, empatia com populações afetadas e senso de responsabilidade coletiva.	Incorporar situações que mobilizem identificação com personagens, consequências sociais das decisões e sensibilização ética.
Colaboração e coordenação interinstitucional	15	Cooperação, comunicação, negociação e articulação entre diferentes atores em contextos de crise.	Prever dinâmicas que valorizem coordenação, interdependência e compreensão de papéis complementares.
Aprendizagem situacional e tomada de decisão sob incerteza	11	Jogos como espaços de raciocínio estratégico, priorização e decisão em cenários ambíguos ou pressionados.	Inserir escolhas com consequências, <i>feedback</i> contextual e dilemas em cenários de risco.
Aprendizagem preventiva e cultura de preparação	8	Ampliação da consciência sobre prevenção, antecipação e preparação para desastres.	Priorizar conteúdos e mecânicas voltados à preparação cidadã, e não apenas à resposta.
Inovação, pesquisa e integração entre ciência e política pública	3	Jogos como mediações entre conhecimento técnico-científico, formulação de políticas e aprendizagem aplicada.	Articular informação técnica com linguagem acessível e contexto social de uso.
Treinamento técnico-profissional	2	Habilidades operacionais e domínio técnico em contextos profissionais específicos.	Evitar restringir o artefato ao treinamento procedimental, preservando sua dimensão educativa mais ampla.

Fonte: Autora, 2025.

Esses resultados sugerem que os jogos não atuam apenas como instrumentos de transmissão de conhecimento técnico, mas como ambientes de aprendizagem ética, reflexiva e socialmente situada.

Além dos eixos temáticos, as percepções dos participantes foram classificadas segundo dimensões predominantes de aprendizagem e tonalidades afetivas. As dimensões mais recorrentes foram a cognitiva, a colaborativa, a reflexiva e a socioemocional, enquanto a dimensão instrumental, embora teoricamente relevante, não se destacou como foco central nas narrativas analisadas. Em termos afetivos, predominaram percepções positivas, empáticas e reflexivas, indicando que os jogos favorecem não apenas motivação e envolvimento, mas também consciência moral, julgamento ético e senso de responsabilidade coletiva em contextos de risco.

Para os fins desta tese, esses resultados são particularmente relevantes porque deslocam a análise do campo para além de métricas de eficácia ou da classificação de tipos de jogo. Ao mostrar que os participantes relatam experiências marcadas por empatia, cooperação, reflexão crítica e aprendizagem preventiva, a análise de conteúdo fornece indícios importantes sobre quais qualidades são valorizadas em jogos voltados a contextos de desastre. Em termos de implicação para o artefato proposto, os achados reforçam a importância de incorporar elementos que estimulem engajamento significativo, tomada de decisão sob incerteza, interação colaborativa e sensibilização ética, em vez de restringir a experiência apenas ao treino técnico ou à resposta operacional.

Desse modo, a análise de conteúdo complementa a revisão sistemática ao acrescentar uma camada interpretativa centrada na experiência dos usuários. Enquanto a RSL permitiu mapear tendências, características e lacunas do campo, esta etapa tornou possível compreender como os jogos são percebidos e que tipos de aprendizagem tendem a emergir de sua utilização. Em conjunto, essas evidências ofereceram subsídios relevantes para a definição de requisitos conceituais e experienciais do *game* desenvolvido nesta tese.

Esses achados reforçam, portanto, a pertinência de conceber um artefato voltado à preparação cidadã, sensível ao contexto brasileiro e comprometido com experiências educativas que articulem engajamento, reflexão e tomada de decisão em cenários de incerteza.

Em conjunto, os resultados apresentados nesta seção permitem caracterizar com maior precisão o problema investigado e situar a presente pesquisa em relação ao estado da arte da temática. De um lado, as evidências empíricas e documentais reforçam a relevância social e educacional do problema, ao evidenciarem a recorrência dos desastres hidrometeorológicos, a

heterogeneidade da preparação cidadã e os limites da conversão espontânea da experiência prévia em capacidade efetiva de ação. De outro, a revisão sistemática da literatura mostra que, embora o campo dos jogos aplicados à logística humanitária e à gestão de desastres já disponha de experiências relevantes, predominam artefatos orientados à resposta, à simulação e ao treinamento de públicos profissionais, ao passo que permanecem menos exploradas soluções voltadas à mitigação, à preparação cidadã e ao engajamento de usuários não especializados.

Essa articulação entre evidências do contexto e a literatura da área permite sustentar a lacuna anunciada na Introdução da tese: a insuficiência de estratégias educativas acessíveis, engajadoras e formativamente consistentes voltadas à educação para desastres de cidadãos brasileiros em contextos de risco hidrometeorológico recorrente. É nesse espaço que se insere a presente pesquisa, ao propor o desenvolvimento e a avaliação do artefato gamificado Comunidade Resiliente como solução educacional voltada à Educação para a Redução de Riscos de Desastres.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CLASSE DE PROBLEMAS

No âmbito da DSR, a configuração da classe de problemas corresponde à delimitação de um conjunto de problemas práticos ou teóricos que compartilham características comuns e podem ser enfrentados por meio de artefatos com propósitos semelhantes. Nessa perspectiva, a identificação de artefatos correlatos não se limita à enumeração de soluções já existentes, mas busca compreender como determinados artefatos respondem a problemas análogos, quais dimensões privilegiam e quais lacunas permanecem abertas no campo de aplicação (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015).

Nesta tese, a classe de problemas foi configurada como o desenvolvimento de artefatos educacionais gamificados voltados ao apoio da educação para desastres de cidadãos brasileiros, especialmente em contextos marcados por risco hidrometeorológico recorrente. Trata-se, portanto, de uma classe de problemas situada na intersecção entre educação para desastres, aprendizagem experiencial e uso de jogos com finalidade formativa, em que o desafio central não consiste apenas na transmissão de informação, mas também na promoção de engajamento, compreensão aplicada do risco e preparação cidadã em cenários de incerteza e recorrência de eventos.

A configuração dessa classe de problemas foi sustentada pela articulação entre diferentes fontes de evidência mobilizadas nas etapas anteriores da tese. A revisão sistemática

da literatura identificou um campo em expansão, porém ainda concentrado em experiências voltadas à resposta, à simulação e ao treinamento de públicos profissionais. A análise de conteúdo dos *feedbacks* dos usuários desses jogos indicou a valorização de experiências capazes de mobilizar engajamento, empatia, colaboração, reflexão e tomada de decisão sob incerteza. Somaram-se a esses achados os documentos oficiais da área e as evidências empíricas complementares produzidas ao longo da pesquisa, especialmente o *survey* com cidadãos e a análise de *hotspots* de desastres hidrometeorológicos no Brasil, que reforçaram a necessidade de estratégias educativas voltadas à preparação cidadã em contexto nacional.

No que se refere aos artefatos correlatos, a revisão sistemática permitiu identificar diferentes jogos que, embora heterogêneos em escopo, público-alvo e finalidade, guardam aderência parcial ou substancial à classe de problemas aqui delimitada. Entre os artefatos mais próximos do foco desta tese destacam-se jogos relacionados a inundações, preparação, mitigação, segurança, aprendizagem cidadã e treinamento educacional, uma vez que tais experiências se aproximam mais diretamente do eixo da educação para desastres em contextos hidrometeorológicos. O Quadro 5 sintetiza esses artefatos e sua relação com a classe de problemas configurada nesta pesquisa.

Quadro 5: Artefatos correlatos identificados e aderência à classe de problemas

Artefato	Tipo de desastre / contexto	Público-alvo	Finalidade principal	Elementos de aderência à classe de problemas
Flood Resilience Challenge (Bogdan e Cottar, 2022)	Inundações	Profissionais e múltiplos stakeholders	Aprendizagem sobre mitigação, preparação, resposta e reconstrução em cenários simulados	Ameaça hidrometeorológica; múltiplas fases do desastre; aprendizagem baseada em jogo
Flood Safety Training Game (Mokhtar, Ismail e Muda, 2021)	Inundações	Comunidade e profissionais	Preparação e segurança contra inundações	Conscientização; preparação; contexto hidrometeorológico
Flood Disaster Management Simulation (Rismayani <i>et al.</i> , 2022)	Inundações	Crianças, adolescentes e adultos	Educação em prevenção e resposta com uso de realidade virtual	Educação para desastres; múltiplos perfis de usuários; contexto de inundação
Water Game (Tsai <i>et al.</i> , 2015)	Gestão de inundações	Estudantes / comunidade	Educação sobre gestão de inundações e medidas de mitigação	Mitigação; enfoque educativo; aprendizagem cidadã
Battle of Flooding Protection (Tsai <i>et al.</i> , 2020)	Inundações	Estudantes / comunidade	Educação para prevenção de desastres e ações cidadãs	Prevenção; participação cidadã; preparação

Local Disaster Knowledge Game (Toyoda e Tanwattana, 2023)	Gestão local de inundações	Comunidade	Extração e mobilização de conhecimento local sobre enchentes	Conhecimento local; aprendizagem comunitária; contexto hidrometeorológico
--	-------------------------------	------------	---	--

Fonte: Autora, 2026.

Os artefatos apresentados evidenciam que a classe de problemas aqui delimitada já conta com soluções correlatas no campo dos jogos aplicados à gestão de desastres, especialmente no contexto de inundações e outras ameaças hidrometeorológicas. Em comum, essas experiências utilizam mecânicas de simulação, treinamento, prevenção ou aprendizagem interativa para apoiar processos de mitigação, preparação, resposta ou reconstrução. Contudo, também se observam diferenças importantes entre esses artefatos e o foco específico desta tese. Em muitos casos, os jogos foram concebidos para contextos educacionais formais, para públicos parcialmente especializados ou para finalidades mais próximas do treinamento técnico e da simulação operacional. Mesmo quando se aproximam do público comunitário, nem sempre estão estruturados a partir de referenciais explícitos de educação para desastres voltados a cidadãos brasileiros.

Além disso, a revisão sistemática mostrou que, no conjunto mais amplo dos jogos identificados, predominam aplicações de educação e treinamento combinados, experiências *multiplayer* e jogos dirigidos a profissionais, com maior concentração na fase de resposta. Mitigação e reconstrução aparecem com menor frequência e de modo mais fragmentado, o que indica que os artefatos correlatos oferecem referências importantes para a presente pesquisa, mas não esgotam o espaço de projeto ocupado por esta tese.

Dessa forma, a identificação dos artefatos correlatos e a configuração da classe de problemas não conduziram à simples reprodução de soluções já existentes, mas à delimitação de um espaço de projeto específico: o desenvolvimento de uma experiência gamificada voltada à educação para desastres de cidadãos brasileiros, informada pelo estado da arte, pelas percepções de usuários, pelos referenciais normativos e pelas evidências empíricas produzidas ao longo da própria tese. Em outras palavras, os artefatos identificados demonstram que já existem soluções parcialmente aderentes à classe de problemas, mas também evidenciam lacunas relacionadas ao foco em públicos leigos, à ênfase preventiva e à articulação entre engajamento, aprendizagem aplicada e preparação cidadã no contexto brasileiro.

É a partir dessa configuração que se torna possível avançar, na seção seguinte, para a definição dos requisitos centrais e para a proposição do artefato da tese.

4.3 PROPOSIÇÃO DE ARTEFATOS

No âmbito da DSR, a etapa de proposição do artefato corresponde à formulação de uma solução destinada a responder, de modo contextualizado, ao problema identificado ao longo da investigação (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015). Nesta tese, a proposição do artefato decorre da convergência entre as evidências empíricas produzidas na contextualização do problema, o estado da arte sobre jogos aplicados à gestão de desastres, a análise das percepções de usuários desses jogos e os referenciais normativos da área.

O problema específico ao qual o artefato responde relaciona-se à insuficiência de estratégias educativas acessíveis, engajadoras e formativamente consistentes voltadas à educação para desastres de cidadãos brasileiros, especialmente em contextos de risco hidrometeorológico recorrente. Conforme discutido no capítulo anterior, as evidências reunidas indicam que a percepção individual do risco e a experiência prévia com desastres não bastam, por si sós, para promover preparação cidadã robusta, engajamento coletivo ou compreensão aplicada das diferentes fases da gestão de desastres. Ao mesmo tempo, o estado da arte revelou lacunas em jogos voltados a públicos leigos, à mitigação e à preparação cidadã, ainda que tenha demonstrado o potencial dos jogos como ambientes de aprendizagem significativa.

Diante desse cenário, propõe-se o desenvolvimento do artefato Comunidade Resiliente, concebido como uma experiência gamificada com finalidade educacional, voltada à educação para desastres de cidadãos brasileiros. O artefato foi proposto como uma solução plausível para apoiar processos de sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação cidadã, articulando conteúdos relacionados à mitigação, preparação, resposta e recuperação em uma experiência interativa orientada ao engajamento e à reflexão.

A proposição do artefato foi orientada por requisitos derivados da articulação entre o estado da arte, os *feedbacks* de usuários, os marcos, diretrizes e as evidências empíricas produzidas ao longo da pesquisa. Em conjunto, esses requisitos delimitam o escopo do artefato proposto e evidenciam que sua concepção não se baseou apenas em escolhas técnicas ou intuitivas, mas na convergência entre lacunas identificadas no campo, demandas formativas do contexto brasileiro e qualidades experienciais valorizadas em jogos já existentes. Essa base permitiu propor o *game* Comunidade Resiliente como uma instanciación voltada à educação para desastres de cidadãos brasileiros.

O Quadro 6 sintetiza os requisitos centrais que orientaram a concepção do *game* proposto.

Quadro 6: Requisitos do artefato proposto

Dimensão	Requisito do artefato	Base empírica e teórica	Elemento do Comunidade Resiliente
Conceitual	Alinhar-se a referenciais oficiais e contemplar mitigação, preparação, resposta e recuperação.	Documentos oficiais e contextualização do problema.	Estrutura das missões organizada pelas quatro fases do ciclo de desastres; conteúdos validados com agentes da Defesa Civil.
Público-alvo	Priorizar cidadãos brasileiros não especializados.	Predomínio, na RSL, de jogos voltados a públicos profissionais.	Narrativa acessível, linguagem não técnica, personagens civis e NPCs representando moradores de comunidade.
Contextual	Dialogar com a realidade brasileira e com a recorrência de desastres hidrometeorológicos.	<i>Survey</i> e análise de <i>hotspots</i> .	Cenário brasileiro de cidade costeira e encosta, com eventos de chuva intensa, alagamento e deslizamento como ameaças do jogo.
Pedagógico	Favorecer aprendizagem experiencial, reflexão e tomada de decisão sob incerteza.	Análise de conteúdo dos <i>feedbacks</i> e literatura sobre jogos educacionais.	Situações com múltiplas escolhas e consequências visíveis; <i>feedbacks</i> após cada ação; ausência de resposta única correta em dilemas de preparação.
Experiencial	Incorporar engajamento, empatia, colaboração e relevância prática.	Percepções valorizadas pelos usuários nos jogos analisados.	Narrativa com personagens com história pessoal; missões situadas em contextos cotidianos; progressão com recompensas simbólicas.
Preventivo-formativo	Enfatizar mitigação e preparação cidadã, sem restringir-se à resposta.	Concentração, na RSL, de jogos na fase de resposta.	Missões dedicadas especificamente a mitigação (identificação de risco, medidas preventivas) e preparação (kits, planos familiares, alertas), além de resposta e recuperação.
Acessibilidade e alcance	Adotar formato digital acessível e potencialmente escalável.	Necessidade de uso em diferentes contextos educacionais e comunitários.	Jogo em plataforma web, acesso por link, sem instalação; compatível com computador e dispositivos móveis.
Finalidade educativa	Configurar-se como experiência gamificada plausível para educação para desastres.	Aceitação, engajamento comportamental e potencial formativo do artefato.	Instrumento de pós-teste com aderência conceitual ao <i>GameFlow</i> ; telemetria integrada para registro de progressão comportamental.

Fonte: Autora, 2026.

No que se refere à sua natureza em DSR, o artefato proposto enquadra-se como uma instanciación, nos termos de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), uma vez que materializa e operacionaliza constructos, modelos e métodos em uma solução concreta, passível de aplicação e avaliação em ambiente empírico. Nesse sentido, o jogo Comunidade Resiliente não constitui apenas uma ideia abstrata ou um modelo conceitual, mas uma realização concreta voltada a demonstrar a viabilidade de uma experiência gamificada como estratégia educativa para a educação para desastres.

A escolha desse artefato, em vez de outras possíveis soluções, fundamenta-se não em uma pretensão de superioridade absoluta frente a todas as alternativas educativas, mas em sua aderência ao problema identificado, em seu potencial de engajamento e em sua capacidade de articular educação e interatividade em formato acessível. Assim, a proposição do *game* Comunidade Resiliente decorre de sua pertinência como solução educacional alinhada às lacunas identificadas no contexto brasileiro e às possibilidades abertas pelo estado da arte dos jogos aplicados à gestão de desastres.

É a partir dessa proposição que, na seção seguinte, se detalha o projeto do artefato, contemplando sua estrutura, mecânicas, dinâmicas e elementos narrativos.

4.4 PROJETO DO ARTEFATO

A etapa de projeto do artefato corresponde à definição estruturada da solução proposta, contemplando sua organização narrativa, mecânica, pedagógica e técnica. No âmbito da DSR, essa etapa tem a função de traduzir os requisitos definidos anteriormente em uma configuração coerente de componentes, relações internas e formas de interação, de modo a viabilizar a construção do artefato em consonância com os objetivos da pesquisa (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015).

Nesta tese, o projeto do jogo Comunidade Resiliente foi formalizado por meio de um GDD, elaborado com a finalidade de sistematizar as decisões centrais relativas à identidade do jogo, à ambientação, à narrativa, às fases, ao *gameplay*, às mecânicas de interação, à progressão, à interface, à telemetria e aos recursos técnicos previstos para sua implementação.

O artefato foi concebido como uma experiência gamificada com finalidade educacional, voltada à educação para desastres de cidadãos brasileiros. Sua proposta central consiste em promover aprendizagem aplicada sobre mitigação, preparação, resposta e recuperação diante de desastres hidrometeorológicos, por meio de situações simuladas, tomada

de decisão e interações com personagens e elementos do ambiente. Nessa perspectiva, o artefato também dialoga com a logística humanitária e com a gestão de desastres ao mobilizar, em escala educacional, aspectos como fluxo de informações, priorização de ações, coordenação entre atores e capacidade de resposta em cenários adversos. Em coerência com os requisitos definidos na seção anterior, o projeto buscou equilibrar quatro dimensões complementares: a dimensão conceitual, relacionada aos conteúdos de educação para desastres; a dimensão pedagógica, vinculada à aprendizagem experiencial e à reflexão sobre o risco; a dimensão experiencial, associada ao engajamento, à progressão e ao significado das ações do jogador; e a dimensão operacional, ligada à compreensão de como decisões e articulações influenciam o enfrentamento de eventos críticos.

Com o objetivo de sintetizar os principais componentes do projeto do jogo, o Quadro 7 apresenta uma visão estruturada do GDD elaborado para o artefato Comunidade Resiliente. Sua organização inspira-se no modelo de dez páginas proposto por Rogers (2013), adaptado às necessidades e ao escopo desta pesquisa.

Quadro 7: Síntese do GDD do artefato Comunidade Resiliente

Elemento do GDD	Síntese do projeto
Título do jogo	Comunidade Resiliente
Finalidade	Experiência gamificada voltada à educação para desastres de cidadãos brasileiros.
Público-alvo	Cidadãos brasileiros / cidadãos comuns, com potencial de uso em contextos educacionais e comunitários.
Contexto temático	Desastres hidrometeorológicos e preparação cidadã no contexto brasileiro.
Objetivo educacional	Favorecer aprendizagem aplicada sobre mitigação, preparação, resposta e recuperação diante de desastres.
Ambientação	Comunidade fictícia sujeita a riscos hidrometeorológicos, construída para representar situações próximas à realidade brasileira.
Estrutura narrativa	Progressão por fases do ciclo de gestão dos desastres, mediada por personagens que orientam, tensionam e contextualizam as decisões do jogador.
Fases do jogo	Mitigação, preparação, resposta e recuperação.
<i>Gameplay</i>	Estruturado em exploração do cenário, identificação de riscos, interação com personagens, realização de tarefas e progressão por fases do ciclo de gestão dos desastres.
Mecânicas centrais	Exploração do cenário, identificação de áreas de risco, interação dialógica, resolução de desafios e questões integradas à narrativa.
<i>Feedback e progressão</i>	Avanço por etapas temáticas com consequências visíveis das escolhas, acompanhamento do desempenho e retorno imediato do sistema e dos personagens.
Dimensão pedagógica	Aprendizagem experiencial, reflexão, tomada de decisão sob incerteza e compreensão aplicada do risco.
Dimensão experiencial	Engajamento, empatia, colaboração, relevância prática e sensibilização para o risco.
Plataforma prevista	Jogo digital em 2D, com perspectiva <i>top-down</i> , acessível em ambiente online.
Telemetria e rastreabilidade	Sistema de registro de interações, escolhas, progressão, tempo de jogo e desempenho do jogador, concebido para subsidiar a avaliação empírica do artefato.

Fonte: Autora, 2026.

A síntese apresentada no Quadro 5 evidencia que o projeto do artefato foi estruturado de modo a articular finalidades educacionais, progressão narrativa, *gameplay*, mecânicas de interação e recursos técnicos em uma experiência gamificada coerente com os requisitos definidos na seção anterior.

Do ponto de vista narrativo, o jogo foi ambientado em uma comunidade fictícia sujeita a riscos hidrometeorológicos, permitindo representar situações de vulnerabilidade, preparação e resposta em um contexto próximo à realidade brasileira. A estrutura narrativa foi organizada de modo a conduzir o jogador por diferentes momentos do ciclo de gestão dos desastres, por meio da interação com personagens que cumprem funções pedagógicas distintas. O protagonista-jogador assume papel ativo na exploração do território e na tomada de decisões, enquanto os personagens não jogáveis atuam como mediadores da aprendizagem, fontes de informação, apoio comunitário ou contrapontos críticos. Essa configuração narrativa foi planejada para favorecer identificação com o contexto, progressão orientada por objetivos e compreensão das consequências associadas às escolhas realizadas ao longo da experiência.

Em termos estruturais, o projeto do artefato foi organizado em quatro eixos temáticos correspondentes às fases da gestão de desastres: mitigação, preparação, resposta e recuperação. Tal organização buscou assegurar coerência entre os conteúdos educacionais e a dinâmica do jogo, evitando uma abordagem restrita à fase de resposta. Em cada eixo, o jogador é confrontado com situações-problema, tarefas e interações que exigem observação do ambiente, interpretação de informações, escolha entre alternativas e avaliação das consequências de suas ações. Essa lógica permite que o aprendizado não se dê apenas por exposição a conteúdo, mas pela vivência sequencial de situações simuladas que demandam julgamento e ação.

O *gameplay* do artefato foi concebido como a articulação entre exploração do cenário, interação com personagens, realização de tarefas, tomada de decisão e progressão pelas fases da gestão de desastres, de modo a promover aprendizagem aplicada por meio da experiência de jogo. Essa configuração buscou assegurar que a experiência não se limitasse à apresentação de conteúdos, mas promovesse envolvimento ativo do jogador com situações simuladas, exigindo observação do ambiente, interpretação de informações e escolha entre alternativas com consequências perceptíveis ao longo da narrativa.

As mecânicas centrais do jogo foram definidas para favorecer aprendizagem experiencial e engajamento significativo. Entre elas, destacam-se a exploração do cenário, a identificação de áreas ou situações de risco, a interação dialógica com personagens, a realização de tarefas relacionadas às fases do desastre, a resolução de desafios e a participação em momentos de verificação de compreensão por meio de questões estruturadas no fluxo da narrativa. O projeto também previu mecanismos de *feedback* imediato, tanto por meio das reações do ambiente e dos personagens quanto pela progressão do jogador nas etapas da experiência. Dessa forma, as mecânicas não operam apenas como recursos lúdicos, mas como dispositivos de mediação pedagógica, orientados à compreensão aplicada do risco e à tomada de decisão em contextos de incerteza.

Além das dimensões narrativas, pedagógicas e mecânicas, o projeto do artefato incorporou desde sua concepção um sistema de telemetria voltado ao registro estruturado do *gameplay*. Esse sistema foi planejado para captar dados como progressão nas fases, escolhas realizadas, desempenho em desafios, tempo de permanência e percurso no ambiente virtual, permitindo rastrear o comportamento de uso de forma objetiva. Tal recurso desempenha papel relevante na presente tese, pois possibilita que a avaliação do artefato se apoie não apenas em respostas declaradas pelos participantes, mas também em evidências comportamentais produzidas durante a interação com o jogo.

No plano da experiência do usuário, o jogo foi concebido para ser acessível e intuitivo, com interface visual simples, progressão clara e comandos compatíveis com diferentes perfis de usuários. A opção por um formato digital em duas dimensões, com perspectiva superior (top-down), buscou favorecer navegabilidade, legibilidade do ambiente e viabilidade de implementação em distintos dispositivos.

No que se refere à implementação, o projeto foi pensado para resultar em um artefato funcional e acessível em ambiente digital, compatível com uso em contextos educacionais e comunitários. O jogo encontra-se disponível em ambiente online institucional, o que reforça sua condição de instanciação concreta no âmbito da pesquisa¹. Assim, o projeto do artefato não se limitou à formulação abstrata de uma solução, mas estabeleceu a arquitetura necessária para sua materialização em uma experiência gamificada passível de aplicação, avaliação e refinamento.

Em síntese, o projeto do jogo Comunidade Resiliente traduziu os requisitos definidos na etapa de proposição em uma configuração narrativa, pedagógica e técnica coerente

¹ O jogo Comunidade Resiliente está disponível em ambiente online institucional: <https://jogoshumanitarios.unimar.br/comunidade-resiliente/>

com os objetivos da tese. Ao articular fases da gestão de desastres, aprendizagem experiencial, *gameplay* orientado à tomada de decisão, interação com personagens, desafios situados, telemetria e mecanismos de *feedback*, o projeto buscou consolidar uma solução educacional digital voltada à preparação cidadã para desastres no contexto brasileiro. É com base nessa estrutura que, na seção seguinte, se apresenta o desenvolvimento do artefato.

4.5 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

A etapa de desenvolvimento do artefato correspondeu à materialização do projeto do jogo Comunidade Resiliente em uma solução funcional, passível de aplicação e avaliação empírica. No âmbito da DSR, essa etapa envolve a construção da instanciação proposta, traduzindo os elementos definidos no projeto em um artefato concreto, operável e suscetível a refinamentos sucessivos (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015).

O desenvolvimento do jogo foi realizado pelo estúdio Dracul, com financiamento próprio, no período de junho a agosto de 2025. Nessa fase, o projeto previamente formalizado no GDD foi implementado na *engine Unity*, contemplando a construção dos cenários, personagens, fluxos de interação, mecânicas de jogo, interface, sistema de progressão e recursos de telemetria previstos para o acompanhamento do comportamento dos usuários durante a experiência. O objetivo dessa etapa foi transformar a proposição e o projeto do artefato em uma versão funcional do jogo, coerente com os requisitos conceituais, pedagógicos, experienciais e técnicos definidos nas etapas anteriores.

O desenvolvimento ocorreu de forma iterativa, com sucessivas versões produzidas antes da avaliação empírica principal. A primeira delas correspondeu à versão alfa, elaborada a partir da idealização formalizada no GDD e destinada à materialização inicial da estrutura narrativa, das fases do jogo e das mecânicas centrais. A partir dessa versão inicial, o artefato passou por rodadas sucessivas de teste e refinamento, totalizando cinco versões anteriores ao experimento. As alterações realizadas ao longo desse percurso incidiram sobre aspectos de conteúdo, usabilidade, clareza das interações, fluidez do *gameplay* e coerência geral da experiência.

A apresentação da instanciação do artefato, isto é, da forma concreta assumida pelo jogo em sua versão funcional, é realizada na subseção seguinte. O Quadro 8 sintetiza a evolução das versões do jogo e sua distribuição ao longo do processo de desenvolvimento e validação preliminar.

Quadro 8: Evolução das versões do artefato antes da avaliação empírica

Versão	Período	Caracterização	Finalidade principal
Alfa	Agosto de 2025	Primeira materialização do <i>Game Design Document</i>	Implementar a estrutura inicial do jogo, sua narrativa, as fases e as mecânicas centrais
Intermediárias	Agosto a Outubro de 2025	Versões sucessivas submetidas a ajustes e refinamentos durante o desenvolvimento	Corrigir e aprimorar conteúdo, usabilidade, clareza das interações, interface e fluidez do <i>gameplay</i>
1.5	Outubro de 2025	Versão consolidada após rodadas de validação preliminar com especialistas e público-alvo	Disponibilizar uma versão estável e adequada para a avaliação empírica principal

Fonte: Autora, 2026.

Após a construção da versão inicial funcional, o artefato passou por rodadas de validação preliminar, realizadas entre setembro e outubro de 2025, com participação de especialistas e de indivíduos do público-alvo. Essa etapa teve caráter formativo e subsidiou refinamentos adicionais em conteúdo, usabilidade, clareza das interações, *gameplay* e estabilidade técnica. Ao final desse processo, consolidou-se a versão 1.5 do jogo, utilizada na avaliação empírica principal. Os procedimentos e os principais achados da validação preliminar por especialistas são apresentados na subseção 4.5.2.

4.5.1 Apresentação da instanciação Comunidade Resiliente

A instanciação do artefato resultou no jogo digital Comunidade Resiliente, concebido como uma experiência educativa interativa voltada à educação para desastres, com ênfase em eventos hidrológicos e meteorológicos associados a chuvas intensas. Em sua versão funcional, o jogo foi disponibilizado para acesso em computador e dispositivos móveis com sistemas Android e iOS, buscando ampliar sua acessibilidade e aderência ao perfil de uso esperado do público-alvo.

Em termos formativos, o artefato foi projetado para favorecer a construção de conhecimentos, atitudes e percepções relacionados à identificação de riscos, à preparação comunitária e à resposta a eventos extremos, articulando intencionalidade educativa e experiência lúdica em uma mesma solução. A Figura 3 apresenta a tela inicial do jogo Comunidade Resiliente, tal como disponibilizada aos participantes na versão funcional do artefato.

Figura 4: Tela inicial do jogo Comunidade Resiliente



Fonte: Captura de tela do jogo Comunidade Resiliente, elaborada pela autora (2026).

Narrativamente, o jogo se desenvolve na cidade fictícia de Serra Nova, uma localidade marcada por vulnerabilidades a enchentes, inundações e deslizamentos. O jogador assume o papel de Alex, protagonista que, ao longo da história, aprende a reconhecer riscos e a colaborar com ações de prevenção, preparação, resposta e reconstrução junto à comunidade e à Defesa Civil.

A composição do universo ficcional também cumpre função pedagógica. Além de Alex, o jogo mobiliza personagens não jogáveis (*Non-Playable Character* - NPC) que estruturam a experiência e tensionam o aprendizado em diferentes direções. O Quadro 9 sintetiza os personagens que compõem a narrativa do jogo Comunidade Resiliente, destacando suas características básicas, suas funções pedagógicas e narrativas na experiência proposta. Essa organização é relevante porque evidencia como a construção dos personagens foi orientada por intencionalidade educativa, articulando progressão do enredo, mediação de conteúdos e representação de diferentes posturas sociais diante do risco.

Quadro 9: Caracterização dos personagens do jogo Comunidade Resiliente

Personagem	Tipo	Perfil básico	Papel no jogo	Contribuição educativa
Alex	Jogável	Jovem de 12 anos, morador da cidade de Serra Nova; curioso, inteligente e determinado	Protagonista da experiência	Representa o percurso de aprendizagem do jogador e conduz a exploração dos conteúdos de educação para desastres

Maria (mãe de Alex)	NPC	Dona de casa, 40 anos; mãe afetuosa, orgulhosa e incentivadora	Rede de apoio familiar	Reforça dimensões de cuidado, acolhimento e orientação no contexto comunitário
Agente Antônio Silva	NPC	Veterano da Defesa Civil, 60 anos; experiente em gestão de desastres naturais	Mentor	Oferece orientações, <i>feedback</i> e conhecimentos técnicos sobre prevenção, preparação e resposta
Camila Santos	NPC	Professora local, 30 anos; defensora do meio ambiente	Educadora comunitária	Contribui com conhecimentos práticos e estimula ações preventivas e responsivas no jogo
Eduardo Mendes	NPC	Empresário local, 45 anos; cético em relação às mudanças climáticas	Personagem de tensão ou contraponto	Evidencia posturas céticas e desinformativas e a importância da adesão às medidas preventivas

Fonte: Autora (2026).

A progressão narrativa de Comunidade Resiliente foi estruturada em cinco dias, cada qual associado a um conjunto específico de ações e objetivos de aprendizagem relacionados às fases da gestão de desastres. Essa organização orienta o avanço do jogador ao longo da experiência e estrutura pedagogicamente o artefato, favorecendo a compreensão processual das relações entre risco, prevenção, impacto e recuperação.

O Quadro 10 sintetiza essa organização, relacionando os dias da experiência aos ambientes percorridos, à missão do dia, desafios e aos respectivos focos de aprendizagem.

Quadro 10: Organização narrativa e pedagógica de Comunidade Resiliente

Dia	Ambiente	Missão do Dia	Desafio	Foco pedagógico
1	Área comercial	Identificar riscos e reparar problemas	Janela quebrada, bueiro entupido, porta quebrada, janela quebrada	Percepção de risco e prevenção em espaço urbano
2	Morros e encostas	Identificar riscos e executar medidas preventivas	Construção de barricadas no Morro 1 e no Morro 2	Prevenção em áreas suscetíveis a deslizamentos
3	Praia	Alertar NPCs sobre perigos previstos	Interações de aviso e orientação aos personagens expostos	Comunicação de risco e preparação preventiva
4	Cidade em situação crítica	Vivenciar a ocorrência do grande desastre	Progressão narrativa do evento extremo	Compreensão dos impactos do desastre
5	Cidade após o desastre	Observar impactos e relacioná-los às ações anteriores	Interações com Antônio e leitura das consequências na cidade	Recuperação e compreensão da importância da prevenção

Fonte: Autora (2026).

A versão funcional do artefato incorporou recursos de telemetria destinados ao registro de desafios executados ao longo da experiência de jogo. Embora esse componente não interfira diretamente na narrativa vivenciada pelo jogador, ele assume relevância metodológica ao possibilitar a observação empírica do percurso realizado pelos participantes, especialmente no que se refere ao cumprimento dos desafios propostos e à progressão na trilha experimental.

O Quadro 11 apresenta, de forma sintética, os sete desafios para registros telemétricos previstos no artefato que contabilizarão como interação para as análises quantitativas posteriores.

Quadro 11: Missões do jogo e respectivos desafios para registros telemétricos

Dia	Missão prevista	Desafios para registro telemétrico
1	Identificar e reparar problemas na área comercial	Reparação de janela quebrada, bueiro entupido, po
2	Construir barricadas em morros e encostas	Construção de barricadas no Morro
3	Alertar NPCs na praia	Interações de aviso e orientação aos per

Fonte: Autora (2026).

Um aspecto particularmente relevante da instanciación diz respeito à forma como o papel do jogador foi delimitado. O protagonista não executa diretamente todas as intervenções estruturais no território; sua atuação concentra-se na identificação dos riscos, na sinalização dos pontos críticos e na comunicação com os agentes responsáveis. Em termos pedagógicos, essa escolha é importante porque preserva a coerência entre verossimilhança e objetivo educativo: o usuário do jogo é posicionado como sujeito ativo na percepção do risco, na mobilização comunitária e na colaboração com autoridades, e não como substituto técnico da Defesa Civil. Trata-se, portanto, de uma mecânica que reforça a noção de corresponsabilidade e participação comunitária sem perder a característica do papel social atribuído ao jogador.

A ambientação foi construída para sustentar essa experiência. Serra Nova foi concebida como um espaço urbano heterogêneo, com áreas residenciais, centro comercial, morros, encostas e zonas costeiras, inspirado em contextos reais de vulnerabilidade a eventos climáticos extremos. A cidade funciona como cenário principal e, ao mesmo tempo, como dispositivo pedagógico, uma vez que a exploração dos ambientes permite ao jogador reconhecer diferentes tipos de ameaça e compreender a relação entre topografia, ocupação do solo e exposição ao desastre. Além disso, a transformação progressiva do clima e dos cenários (da calma inicial à situação crítica e, depois, à reconstrução) reforça visualmente a progressão narrativa e a mudança das condições enfrentadas pela comunidade ao longo do jogo.

No plano visual e interacional, o artefato foi concebido em estilo *cartoon*, em ambiente 2D com câmera *top-down*, buscando conciliar atratividade para o público e legibilidade das ações e dos elementos do cenário. A interface foi projetada para ser acessível e intuitiva, com menu principal, barra de progresso, inventário e comandos simplificados para navegação e interação. Também se previu compatibilidade com controles em dispositivos móveis e em computador, com esquemas adequados a cada plataforma. A organização visual e funcional da interface visou reduzir barreiras de usabilidade e favorecer que a atenção do

jogador se concentrasse nas situações de risco, nas missões e nas consequências de suas escolhas.

Outro componente relevante da instanciação foi a incorporação de mecanismos de progressão, *feedback* e recompensa. À medida que o jogador avança, o jogo apresenta certificados simbólicos de reconhecimento, associados à conclusão das missões e ao desenvolvimento da narrativa. Em termos de experiência de uso, esses recursos contribuem para sustentar o engajamento e conferir sentido de continuidade à trajetória do protagonista.

Uma vez materializada essa versão funcional inicial, o desenvolvimento do artefato prosseguiu de forma iterativa, com sucessivas rodadas de teste, validação preliminar e refinamento antes da avaliação empírica principal.

As Figuras 5 e 6 exemplificam, respectivamente, a interface e a organização visual do jogo Comunidade Resiliente, com destaque para os principais elementos de navegação e a disposição dos componentes do cenário em perspectiva top-down, bem como a operacionalização dos mecanismos de progressão, *feedback* e recompensa, por meio da apresentação de certificados simbólicos associados ao cumprimento das missões.

Figura 5: Interface do jogo Comunidade Resiliente



Fonte: Captura de tela do jogo Comunidade Resiliente, elaborada pela autora (2026).

Figura 6: Exemplo de tela de *feedback*, recompensa ou progressão



Fonte: Captura de tela do jogo Comunidade Resiliente, elaborada pela autora (2026).

4.5.2 Avaliação preliminar das versões intermediárias do artefato por especialistas

Em conformidade com o planejamento da pesquisa, a validação preliminar contemplou a avaliação por especialistas e de indivíduos do público-alvo, de modo a reunir perspectivas complementares sobre conteúdo, usabilidade, relevância educacional e qualidade da experiência.

No caso dos especialistas, buscou-se compor um grupo com formação acadêmica e/ou experiência prática reconhecida em áreas pertinentes ao objeto da pesquisa, incluindo Defesa Civil, gestão de riscos e desastres, educação, design de jogos, tecnologias educacionais, jogos sérios e redução de riscos de desastres. Já a validação com público-alvo envolveu indivíduos maiores de 18 anos, com acesso a dispositivos digitais e capacidade de interação com jogos digitais, buscando verificar a clareza da experiência e sua adequação a usuários não especializados. A diversidade de perfis teve como finalidade assegurar uma apreciação plural e metodologicamente consistente do artefato, contemplando tanto a dimensão técnico-conceitual quanto sua pertinência pedagógica e experiencial.

Para fins de padronização terminológica nesta tese, os participantes envolvidos nessa etapa preliminar de apreciação e validação do artefato (tanto especialistas quanto indivíduos do público-alvo) são designados conjuntamente como juízes, uma vez que sua

função consistiu em avaliar diferentes dimensões do jogo, como conteúdo, usabilidade, clareza das interações, relevância educacional e qualidade da experiência.

Esta avaliação preliminar incidiu sobre versões intermediárias do jogo Comunidade Resiliente, em fase de refinamento anterior à avaliação empírica principal. Por essa razão, seus resultados devem ser interpretados como evidências diagnósticas voltadas ao aprimoramento do artefato, e não como julgamento definitivo da versão final aplicada no experimento. Nessa etapa, o objetivo central foi identificar potencialidades, fragilidades e aspectos passíveis de melhoria em termos de conteúdo, usabilidade, clareza das interações, *gameplay* e adequação pedagógica, de modo a subsidiar ajustes sucessivos antes da consolidação da versão 1.5.

A avaliação preliminar envolveu dois blocos complementares. O primeiro bloco consistiu na apreciação da experiência de uso do jogo pelos juízes, que percorreram a mesma trilha posteriormente aplicada aos participantes do experimento, composta pelo aceite do TCLE, preenchimento do pré-teste, interação com o *game* e resposta ao pós-teste. O segundo bloco consistiu em uma apreciação técnico-pedagógica complementar, conduzida por um subgrupo de três participantes intencionalmente selecionados pela aderência de sua trajetória profissional e acadêmica ao escopo do artefato: dois agentes da Defesa Civil do Estado de São Paulo com experiência de atuação em áreas afetadas por desastres hidrometeorológicos e uma pesquisadora da área de jogos. Esse bloco teve como objetivo subsidiar uma análise mais especializada da adequação do conteúdo, da clareza dos objetivos educacionais, da interface e da coerência entre as mecânicas propostas e a finalidade formativa do jogo. Em ambos os casos, a função da etapa foi formativa, isto é, orientada à identificação de ajustes necessários antes da versão final.

Para fins de análise do primeiro bloco, foram considerados os resultados do pós-teste, por constituírem o instrumento mais diretamente voltado à apreciação da experiência de uso e à identificação de aspectos passíveis de refinamento nas versões intermediárias do artefato. O questionário utilizado nessa etapa corresponde ao mesmo instrumento posteriormente aplicado aos participantes do experimento principal, sendo composto por questões fechadas e abertas. Essa equivalência favorece a comparabilidade entre a validação preliminar e a avaliação empírica final; sua versão completa encontra-se apresentada no Apêndice E.

A Figura 7 sintetiza os resultados das questões fechadas (Q1 – Q8) dessa etapa e permite observar as dimensões da experiência que receberam avaliação relativamente mais favorável e aquelas que ainda demandavam aprimoramentos.

Figura 7: Avaliação dos Juízes no pós-teste (versões intermediárias)

Os objetivos do jogo estavam fáceis de entender

4.29

Me senti envolvido(a) com a história e os personagens do jogo

3.86

O jogo ajudou a entender melhor o que fazer em situações de chuvas fortes ou alagamentos

3.86

O jogo me dava respostas (feedbacks) sobre minhas ações

3.71

O jogo prendeu minha atenção

3.57

O jogo foi fácil de aprender a jogar

3

O jogo tinha desafios interessantes e que me fizeram pensar

3

Eu senti que tinha controle sobre o que fazia no jogo

3

Created with Datawrapper

Nota: Escala de avaliação de 1 a 5. **Fonte:** Autora, 2026.

Esse padrão de respostas sugere que, nas versões intermediárias, o jogo já apresentava consistência entre propósito educativo e envolvimento narrativo, mas ainda não havia alcançado o mesmo nível de maturidade em aspectos de jogabilidade e usabilidade.

As respostas abertas dos juízes foram analisadas com base no *codebook* de análise de conteúdo elaborado para as três questões qualitativas do pós-teste, no qual se definem as categorias, seus critérios de aplicação e os procedimentos de codificação adotados. O mesmo esquema foi posteriormente utilizado na análise das respostas dos participantes do experimento principal, de modo a assegurar comparabilidade analítica entre as etapas. O *codebook* completo encontra-se no Apêndice F. A Figura 8 apresenta a distribuição percentual das categorias identificadas nas respostas abertas dos juízes nas versões intermediárias do artefato.

Observa-se que, entre os aspectos mais valorizados pelos juízes, sobressaíram referências ao potencial educativo do jogo e ao tema abordado, bem como à dinâmica de interação e às missões. Já nas sugestões de melhoria, predominaram menções relacionadas à jogabilidade e aos controles, à necessidade de maior clareza nas instruções iniciais e à ampliação do dinamismo da experiência. No que se refere à recomendação do jogo, prevaleceram respostas favoráveis associadas ao aprendizado e à conscientização, embora parte

dos juízes tenha condicionado essa recomendação à realização de melhorias na experiência de uso.

Figura 8: Categorias das respostas abertas dos juízes no pós-teste (versões intermediárias)



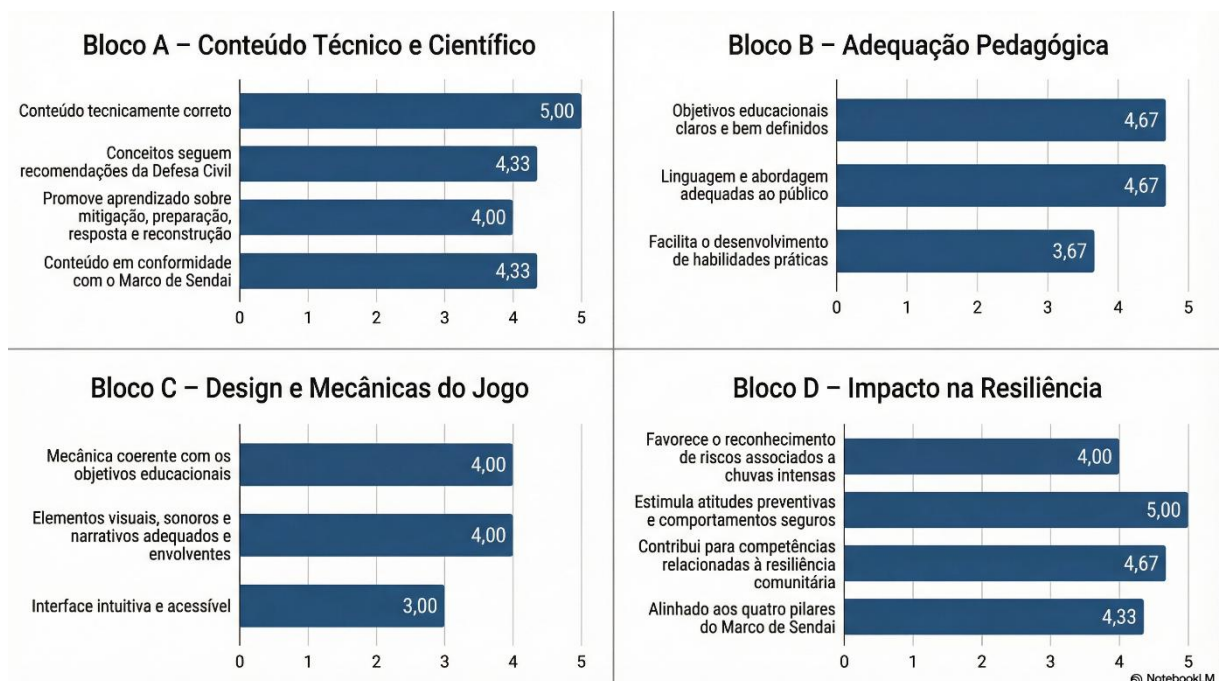
Nota: Percentuais referem-se à proporção de juízes que mencionaram ao menos uma vez cada categoria. Como houve codificação múltipla, as categorias não são mutuamente exclusivas e os percentuais não somam 100%.
Fonte: Autora (2026) utilizando a ferramenta NotebookLM.

O segundo bloco consistiu em uma apreciação técnico-pedagógica complementar, conduzida com três juízes especialistas selecionados em razão de sua aderência ao objeto da pesquisa: dois agentes da Defesa Civil com experiência de atuação em contextos de desastres hidrometeorológicos e uma pesquisadora da área de jogos.

Para essa etapa, foi utilizado um instrumento estruturado em 14 itens em escala Likert de cinco pontos, distribuídos em quatro blocos analíticos: conteúdo técnico e científico, adequação pedagógica, design e mecânicas do jogo e impacto na resiliência. O instrumento completo pode ser apreciado no apêndice C.

O objetivo desse bloco foi reunir uma apreciação especializada sobre a correção conceitual do artefato, a clareza de sua proposta educativa, a coerência entre mecânicas e finalidades formativas e seu potencial para estimular reconhecimento de riscos, atitudes preventivas e competências relacionadas à resiliência comunitária. A Figura 9 sintetiza as médias obtidas em cada item dessa apreciação.

Figura 9: Resultados da avaliação técnico-pedagógica dos juízes (versões intermediárias)



Nota: Médias calculadas a partir de escala Likert de 1 a 5, com 1 = discordo totalmente e 5 = concordo totalmente. n = 3 juízes especialistas. **Fonte:** Autora (2026) utilizando a ferramenta NotebookLM.

Os resultados sugerem que as versões intermediárias já apresentavam consistência conceitual e pertinência pedagógica reconhecíveis, embora ainda demandassem aprimoramentos em usabilidade e na mediação prática da experiência.

Considerando-se as respostas 4 e 5 como indicativas de concordância, o índice global de validade de conteúdo (S-CVI/Ave) foi de 0,762, o que sugere adequação preliminar favorável, ainda que não plena. Esse resultado é coerente com o caráter intermediário das versões avaliadas e com o número reduzido de juízes especialistas participantes.

Em conjunto, os achados da avaliação preliminar pelos juízes exerceram função formativa no processo de desenvolvimento do artefato. As fragilidades identificadas nas versões intermediárias orientaram ajustes implementados antes da avaliação empírica principal, incidindo especialmente sobre usabilidade, clareza das instruções, fluidez do *gameplay*, interface e estabilidade técnica.

4.6 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

A avaliação do artefato foi estruturada a partir dos dados produzidos ao longo do experimento aplicado com participantes da comunidade, contemplando desde a composição da amostra até os diferentes momentos de interação e pós com a experiência gamificada. Esta seção reúne, assim, os resultados empíricos obtidos com o uso do jogo Comunidade Resiliente, organizados de modo a acompanhar a lógica temporal do experimento e a permitir a análise articulada entre repertório inicial, engajamento comportamental e percepção final da experiência.

O experimento foi conduzido em conformidade com os procedimentos éticos aplicáveis à pesquisa com seres humanos, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Parecer Consubstanciado vinculado ao Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 88865925.7.0000.5496. A coleta de dados ocorreu entre 28 de outubro de 2025 e 14 de dezembro de 2025. O recrutamento dos participantes foi realizado por meio de ações de divulgação da pesquisa, incluindo campanha de convite e disparos de mala direta, com o objetivo de ampliar o alcance da investigação junto à comunidade.

Inicialmente, a subseção 4.6.1 apresenta o fluxo amostral e o perfil da amostra final, bem como a análise do viés de abandono. As subseções 4.6.2, 4.6.3 e 4.6.4 correspondem, respectivamente, aos três momentos centrais do experimento: pré-teste, interação com o *game* e pós-teste. Na subseção 4.6.2, analisa-se o conhecimento prévio dos participantes acerca da

gestão de desastres antes da experiência gamificada. Na subseção 4.6.3, examina-se o desempenho comportamental observado durante a interação com o jogo, com base nos registros telemétricos e indicadores de completude. Por fim, a subseção 4.6.4 focaliza a experiência do usuário após a interação, integrando tanto os dados quantitativos do pós-teste quanto as respostas abertas relativas à percepção, às sugestões de melhoria e à recomendação do artefato.

Em conjunto, essas análises permitem avaliar o artefato em diferentes dimensões, considerando não apenas sua recepção pelos participantes, mas também o modo como foi percorrido, experimentado e interpretado ao longo da trajetória experimental.

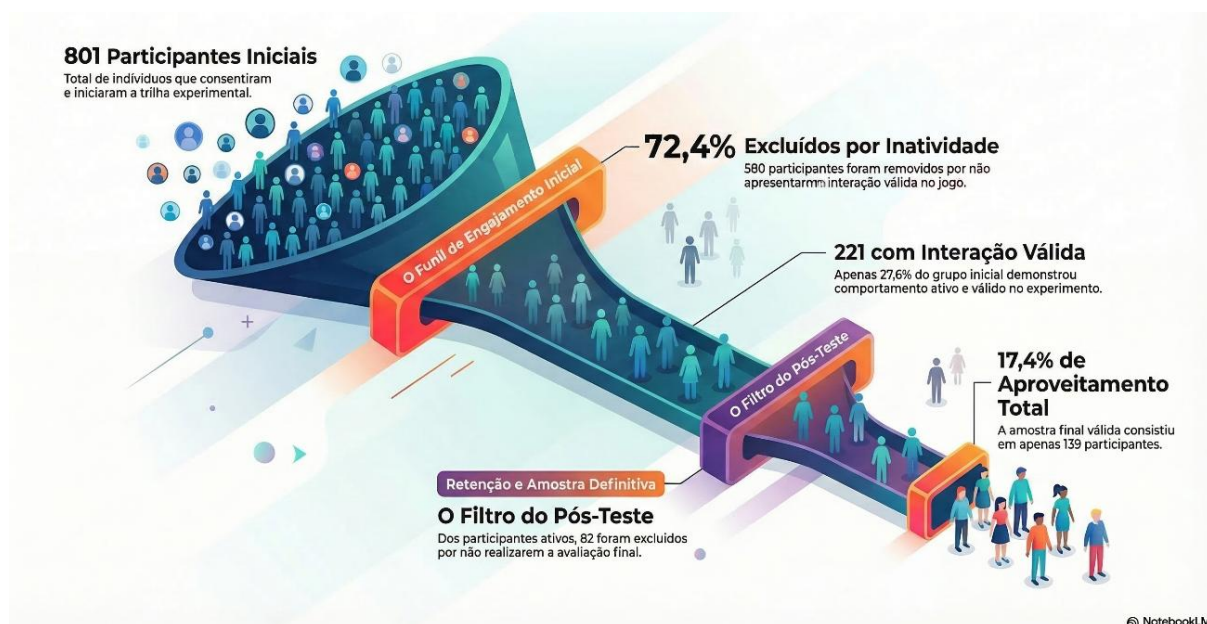
4.6.1 Fluxo Amostral e Perfil da Amostra

Ao todo, 801 participantes consentiram com a participação no estudo e iniciaram a trilha experimental. Entretanto, para compor a base analítica principal desta pesquisa, não bastava apenas o aceite inicial ou o acesso à plataforma. Conforme definido na subseção anterior, a inclusão nas análises centrais exigiu o atendimento simultâneo de dois critérios de elegibilidade: (1) apresentar ao menos um registro de interação válido com o jogo e (2) responder ao pós-teste. Esse critério foi adotado para assegurar que a amostra final refletisse participantes que, além de ingressarem no experimento, efetivamente interagiram com o artefato e chegaram ao momento final de avaliação da experiência.

A aplicação dos critérios de inclusão analítica produziu um expressivo afunilamento da amostra ao longo da trilha experimental. Dos 801 participantes iniciais, 221 (27,6%) apresentaram interação válida com o jogo e, dentre esses, 139 (17,4% do total inicial) também responderam ao pós-teste, constituindo a amostra válida final da pesquisa. Em contrapartida, a principal perda ocorreu já na etapa de interação com o artefato, uma vez que 580 participantes (72,4%) não apresentaram registro válido nos pontos de interação monitorados. Entre aqueles que chegaram a interagir validamente com o jogo, observou-se nova redução em razão da não conclusão do questionário final.

Em termos analíticos, esse processo indica que a amostra final ficou composta pelos participantes que não apenas acessaram a experiência, mas percorreram o trecho mínimo necessário da trilha experimental para permitir a articulação entre comportamento observado no jogo e avaliação posterior da experiência. A Figura 10 sintetiza esse fluxo amostral, evidenciando os principais pontos de retenção e exclusão desde o ingresso no experimento até a composição da amostra analítica final.

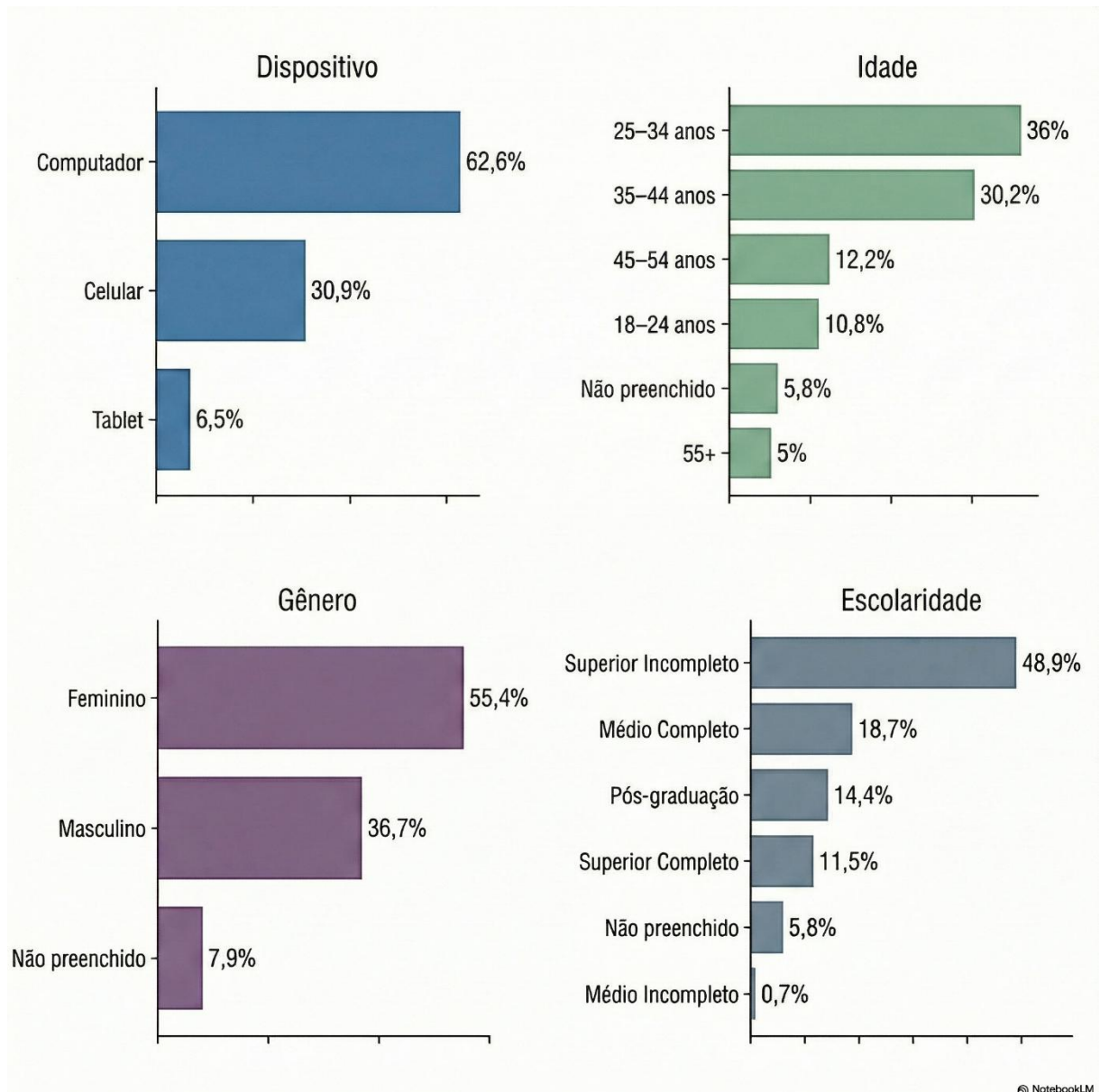
Figura 10: Fluxo amostral e composição da amostra analítica final



Fonte: Autora (2026) utilizando a ferramenta NotebookLM.

Uma vez delimitada a amostra válida, procedeu-se à sua caracterização sociodemográfica e tecnológica, com o objetivo de situar o perfil dos participantes efetivamente considerados nas análises subsequentes. De modo geral, observou-se predomínio de acesso por computador, maior concentração etária nas faixas adultas de 25 a 44 anos, participação mais elevada do gênero feminino e maior frequência de participantes com escolaridade de nível superior incompleto. Em conjunto, essas características indicam que a amostra analítica final foi composta majoritariamente por adultos em trajetória de escolarização superior, com inserção digital compatível com a utilização do artefato em ambiente computacional. A Figura 11 sintetiza a distribuição dessas variáveis.

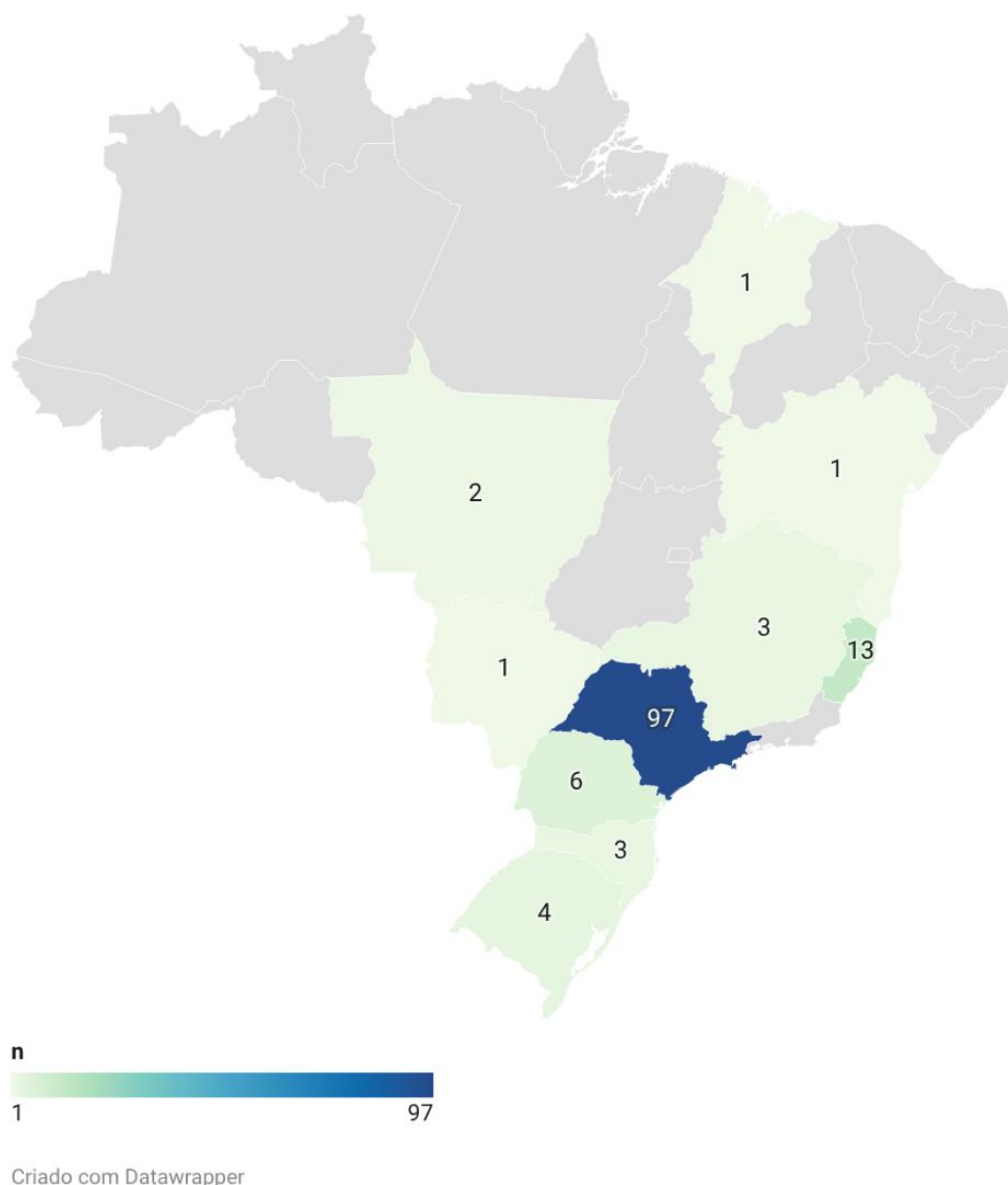
Figura 11: Perfil sociodemográfico e tecnológico da amostra final (n = 139)



Fonte: Autora (2026) utilizando a ferramenta NotebookLM.

Além da caracterização sociodemográfica e tecnológica, realizou-se a descrição da distribuição geográfica dos participantes concluintes, com base na unidade federativa informada no pré-teste. O objetivo dessa etapa foi situar territorialmente a amostra válida e explicitar em que medida ela se concentrou ou se dispersou pelo território nacional. Essa informação é relevante para delimitar o alcance interpretativo dos resultados apresentados nas subseções seguintes, sobretudo porque a pesquisa dialoga com o contexto brasileiro de educação para desastres. A Figura 12 permite visualizar a distribuição geográfica dos concluintes do experimento a partir das unidades federativas informadas.

Figura 12: Distribuição geográfica dos concluintes do experimento



Fonte: Autora, 2026.

A análise geográfica foi realizada com 131 participantes, uma vez que 8 casos da amostra válida total ($n = 139$) foram classificados como *missing* em razão da ausência dessa informação. Os dados apresentados na tabela evidenciam forte concentração geográfica dos concluintes na Região Sudeste, que reuniu 113 dos 131 registros válidos, com destaque para o estado de São Paulo, responsável isoladamente por 97 participantes. As demais regiões apresentaram participação substancialmente menor, com 13 registros no Sul, 3 no Centro-Oeste e 2 no Nordeste, não havendo registros válidos provenientes da Região Norte.

Em conjunto, esses resultados mostram que a amostra analisada apresenta distribuição territorial marcadamente assimétrica, com forte concentração no Sudeste, especialmente em São Paulo. Esse aspecto não invalida as análises subsequentes, mas deve ser considerado na leitura dos achados e na delimitação de seu alcance interpretativo, uma vez que os resultados refletem predominantemente a experiência de participantes oriundos dessa região.

4.6.1.1 Análise de Viés de Abandono

Em estudos de avaliação aplicada, o abandono de participantes ao longo da coleta é usualmente tratado na literatura metodológica como *attrition bias* ou viés por perdas, isto é, como o risco de que os casos que permanecem até o final difiram sistematicamente daqueles que abandonam o estudo. Nessas situações, o problema analítico não decorre apenas da redução do tamanho amostral, mas da eventual seletividade da amostra final, que pode comprometer a validade dos achados e sua interpretação (Asendorpf *et al.*, 2014; Higgins *et al.*, 2019; Spiers *et al.*, 2018).

Considerando a elevada taxa de evasão observada ao longo da trilha experimental, a análise do viés de abandono constituiu etapa central da interpretação dos resultados, e não apenas um procedimento metodológico complementar. Com taxa de conclusão de 17,4%, tornou-se necessário examinar se a permanência na experiência ocorreu de forma aleatória ou se esteve associada a características específicas dos participantes, uma vez que tal seletividade condiciona a composição da amostra válida e, conseqüentemente, a interpretação dos achados subsequentes. Para esse fim, foram comparados os participantes que concluíram integralmente o experimento com aqueles que não atenderam aos critérios de conclusão, considerando o conjunto de 801 respondentes que consentiram com a participação.

Inicialmente, foram realizadas análises bivariadas por meio do teste do qui-quadrado de independência, com o objetivo de verificar se a conclusão do experimento se distribuiu de forma diferenciada segundo características demográficas e tecnológicas dos participantes, especificamente idade, gênero, escolaridade e dispositivo utilizado. Como mostra a Tabela 2, foram identificadas associações estatisticamente significativas para as variáveis dispositivo e idade, ao passo que gênero e escolaridade não apresentaram associação significativa com a conclusão do experimento.

Tabela 2: Associação entre características dos participantes e conclusão do experimento

Variável	χ^2	gl	p	V de Cramér	Magnitude
Dispositivo	119,0	2	< 0,001	0,385	Moderado
Idade	11,3	4	0,024	0,126	Pequeno
Gênero	0,039	1	0,843	0,007	Nulo
Escolaridade	1,50	2	0,472	0,046	Nulo

Fonte: Autora, 2026.

Observou-se associação estatisticamente significativa entre dispositivo utilizado e conclusão do experimento indicando que a permanência na trilha experimental ocorreu de forma substancialmente distinta conforme o meio de acesso. Em termos descritivos, entre os participantes que concluíram a experiência, predominou o acesso via computador (62,6%), ao passo que, entre os não concluintes, prevaleceu o acesso via celular (69,0%). A idade também apresentou associação significativa com a conclusão do experimento. Não foram identificadas associações estatisticamente significativas com gênero ou escolaridade.

A fim de examinar o efeito independente dessas variáveis, estimou-se um modelo de regressão logística binária, tendo como variável dependente o abandono do experimento (Não Concluiu). Conforme descrito nos procedimentos de tratamento dos dados, categorias de não resposta foram tratadas como ausentes na modelagem, e a escolaridade foi reagrupada para fins analíticos. A Tabela 3 sintetiza os resultados do modelo ajustado, apresentando as razões de chances estimadas, os respectivos intervalos de confiança de 95% e os níveis de significância das variáveis incluídas.

Tabela 3: Regressão logística binária do abandono do experimento (evento: não concluiu)

Variável	OR	IC 95%	p
Dispositivo			
Celular (vs. Computador)	8,67	5,53 – 13,58	< 0,001
Outros (vs. Computador)	3,30	0,35 – 31,31	0,298
Idade			
18–24 (vs. 25–34)	2,10	0,99 – 4,45	0,052
35–44 (vs. 25–34)	1,75	1,05 – 2,92	0,032
45–54 (vs. 25–34)	3,13	1,62 – 6,03	< 0,001
55+ (vs. 25–34)	2,75	1,07 – 7,10	0,036
Gênero			
Masculino (vs. Feminino)	1,02	0,66 – 1,58	0,926
Escolaridade			
Até médio (vs. Superior incompleto)	0,91	0,53 – 1,56	0,735
Superior completo ou mais (vs. Superior incompleto)	1,32	0,78 – 2,25	0,297

Nota. OR = Odds Ratio; IC 95% = intervalo de confiança de 95%; teste global do modelo: $\chi^2(9) = 111$, $p < 0,001$; R^2 de Cox & Snell = 0,166; R^2 de McFadden = 0,145; R^2 de Nagelkerke = 0,237; N = 709. **Fonte:** Autora, 2026.

O modelo apresentou ajuste global estatisticamente significativo e capacidade explicativa moderada. Entre as variáveis analisadas, o dispositivo de acesso foi o fator mais

fortemente associado ao abandono do experimento. Em comparação com os participantes que utilizaram computador, aqueles que acessaram o jogo por celular apresentaram 8,67 vezes mais chances de não concluir a trilha experimental.

A idade também se mostrou relevante no modelo ajustado. Tomando como referência o grupo de 25 a 34 anos, observaram-se maiores chances de abandono entre os participantes de 35 a 44 anos, 45 a 54 anos e 55 anos ou mais. Já a faixa de 18 a 24 anos apresentou resultado limítrofe, sem atingir significância estatística ao nível de 5%.

Em contrapartida, as categorias de gênero e escolaridade reagrupada não apresentaram efeito independente sobre o abandono. Em conjunto, os resultados indicam que a não conclusão da trilha experimental esteve mais associada às condições de acesso, especialmente ao uso do celular e, em menor medida, a diferenças etárias, do que às demais características sociodemográficas consideradas no modelo.

Embora o dispositivo tenha emergido como o fator mais robustamente associado ao abandono, o modelo explicou apenas parte da variabilidade observada, sugerindo que parcela substantiva do fenômeno permanece associada a variáveis não mensuradas. Fatores individuais, como motivação, interesse pelo tema, familiaridade com jogos digitais ou disponibilidade temporal, podem igualmente ter influenciado a permanência na experiência gamificada. Desse modo, os resultados devem ser interpretados como evidência de associação observável no conjunto de variáveis analisadas, e não como explicação exaustiva do comportamento de evasão.

4.6.2 *Conhecimento Prévio da Amostra Válida*

Esta subseção apresenta os resultados do pré-teste, aplicado antes da interação com a experiência gamificada, com a finalidade de caracterizar o repertório inicial dos participantes em relação a conceitos centrais da gestão de desastres. Como o objetivo principal desta etapa é descrever o ponto de partida dos participantes efetivamente expostos ao artefato, a análise foi conduzida prioritariamente com base na amostra válida ($n = 139$), isto é, o grupo que apresentou interação válida com o jogo e respondeu ao pós-teste. Em alguns momentos, foram realizadas comparações com os participantes que não concluíram a trilha, exclusivamente para contextualizar a composição da amostra analisada.

O principal indicador quantitativo do pré-teste foi a variável *Score_pre*, construída a partir da soma dos oito itens objetivos do bloco Q1–Q8. Cada item foi codificado de forma

binária, com 1 para acerto e 0 para erro, de modo que o escore total pudesse variar de 0 a 8 pontos. A escolha desse procedimento teve como objetivo sintetizar, em uma única medida, o nível de conhecimento prévio do participante antes da interação com o *game*. Em vez de analisar apenas respostas isoladas, o escore permite observar o repertório conceitual inicial de forma agregada, favorecendo tanto descrições gerais quanto comparações entre grupos e modelagens posteriores.

Antes de utilizar esse escore nas análises subsequentes, avaliou-se sua consistência interna, isto é, o grau em que os itens do bloco se comportam de forma minimamente coerente como parte de um mesmo indicador. Para isso, foram estimados o alfa de Cronbach e o ômega de McDonald, ambos com resultados muito próximos ($\alpha = 0,603$; $\omega = 0,604$). As correlações item-total variaram de 0,236 a 0,386, e a exclusão de qualquer item não produziria aumento da consistência interna. Por essa razão, optou-se pela manutenção do bloco em sua forma integral. Esse padrão é compatível com a natureza do instrumento, que reúne itens objetivos relativos a diferentes dimensões da gestão de desastres, compondo um indicador mais amplo de repertório conceitual inicial.

Na amostra válida, o *Score_pre* variou de 1 a 8 pontos, com média de 5,50, desvio-padrão de 1,81 e mediana de 6. Esses indicadores descrevem a distribuição geral do desempenho inicial dos participantes e situam o nível de acerto observado antes da experiência com o jogo.

Com o objetivo de contextualizar essa distribuição em relação à permanência dos participantes na trilha experimental, comparou-se o *Score_pre* entre aqueles que concluíram integralmente a experiência e aqueles que não a concluíram. Essa comparação foi realizada porque o conhecimento inicial poderia influenciar, ao menos em termos descritivos, a permanência do participante ao longo da experiência. Para isso, utilizou-se o teste t para amostras independentes, acompanhado pela correção de Welch e pelo teste de Mann–Whitney como procedimentos de robustez. Conforme apresentado na Tabela 4, o grupo que concluiu a experiência gamificada apresentou média de escore mais elevada do que o grupo que não concluiu.

Tabela 4: Comparação do *Score_pre* segundo conclusão da trilha experimental

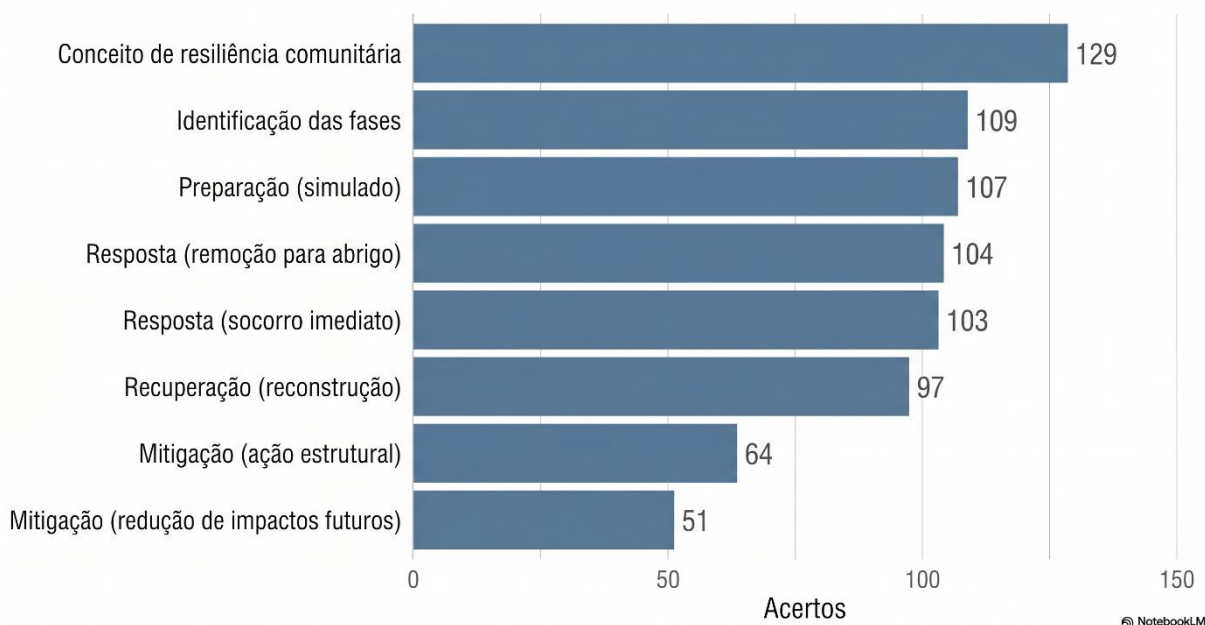
Grupo	n	Média	DP	t (gl)	p	d de Cohen
Concluiu	139	5,50	1,81	7,35 (799)	< 0,001	0,69
Não concluiu	662	4,26	1,80	—	—	—

Nota: Diferença entre grupos estimada por teste t para amostras independentes. O resultado foi corroborado pela correção de Welch, $t(199) = 7,32$, $p < 0,001$, e pelo teste de Mann–Whitney, $U = 29084$, $p < 0,001$. O tamanho de efeito observado foi moderado ($d = 0,69$). **Fonte:** Autora, 2026.

A análise também foi desdobrada no nível dos itens individuais do bloco objetivo (Q1–Q8), com a finalidade de identificar como o desempenho inicial se distribuiu entre diferentes conteúdos da gestão de desastres. Nesse caso, utilizou-se a proporção de acertos como indicador descritivo de maior ou menor facilidade relativa de cada item. Esse procedimento é útil porque o escore total resume o desempenho global, mas não mostra quais dimensões do conteúdo eram mais ou menos familiares aos participantes no início do experimento. A Figura 13 apresenta essa distribuição item a item.

Considerando-se a proporção de acertos como indicador de dificuldade, os itens mais fáceis foram aqueles relacionados ao conceito geral de resiliência comunitária e à identificação das fases do ciclo, seguidos por itens associados à preparação e à resposta. Em contraste, os itens mais difíceis concentraram-se na dimensão da mitigação, especialmente aqueles voltados à identificação de estratégias prospectivas de redução de riscos e de ações estruturais preventivas.

Figura 13: Distribuição de acertos por dimensão do ciclo de gestão de desastres (n = 139)



Fonte: Autora (2026) utilizando a ferramenta NotebookLM.

Além do bloco objetivo, o pré-teste incluiu uma questão específica sobre experiência prévia em simulados de evacuação ou treinamentos para situações de desastre (Q9).

Essa variável foi descrita separadamente porque representa uma vivência anterior potencialmente relacionada ao repertório inicial dos participantes. Na Tabela 5, apresenta-se a distribuição das respostas acompanhada de intervalos de confiança de 95%, estimados por teste binomial. Entre os participantes da amostra válida, predominou a ausência de vivência formal anterior nesse contexto.

Tabela 5: Experiência prévia em simulados ou treinamentos (n = 139)

Resposta	n	%	IC 95%
Não	107	77,0%	69,1% – 83,7%
Sim	32	23,0%	16,3% – 30,9%

Nota: Percentuais calculados com base nos participantes que concluíram integralmente a trilha experimental (n = 139). Intervalos de confiança estimados pelo teste binomial. **Fonte:** Autora, 2026

Com a finalidade de examinar conjuntamente diferentes fatores associados ao conhecimento prévio, estimou-se um modelo de regressão linear tendo o *Score_pre* como variável dependente. A utilização desse modelo permitiu observar como diferentes variáveis se relacionavam ao escore quando consideradas simultaneamente, e não apenas isoladamente. Em outras palavras, a regressão foi empregada para verificar quais associações permaneciam presentes após ajuste conjunto dos preditores incluídos. A Tabela 6 apresenta os resultados do modelo ajustado, incluindo os coeficientes estimados, os respectivos intervalos de confiança de 95% e os níveis de significância dos preditores analisados.

Tabela 6: Modelo de regressão linear do *Score_pre* na amostra válida

Preditor	B	IC 95%	p
Dispositivo			
Celular (vs. Computador)	-1,28	-1,93 a -0,64	< 0,001
Outros (vs. Computador)	-0,91	-4,27 a 2,45	0,592
Idade			
18–24 (vs. 25–34)	-1,29	-2,35 a -0,23	0,017
35–44 (vs. 25–34)	-0,41	-1,13 a 0,30	0,252
45–54 (vs. 25–34)	-0,07	-1,02 a 0,88	0,879
55+ (vs. 25–34)	1,42	0,00 a 2,83	0,049
Gênero			
Masculino (vs. Feminino)	-0,53	-1,15 a 0,10	0,099
Escolaridade			
Até médio (vs. Superior incompleto)	-0,44	-1,21 a 0,33	0,264
Superior completo ou mais (vs. Superior incompleto)	-0,39	-1,12 a 0,34	0,290
Experiência prévia em simulados/treinamentos (Q9)			
Sim (vs. Não)	0,88	0,16 a 1,59	0,017

Nota: R = 0,496; R² = 0,246; N = 128. **Fonte:** Autora, 2026.

Em termos gerais, participantes que acessaram via celular apresentaram escores mais baixos do que aqueles que utilizaram computador, enquanto participantes com experiência prévia apresentaram escores mais elevados. Gênero e escolaridade reagrupada não demonstraram associação independente com o conhecimento prévio.

O pré-teste também incluiu uma questão aberta (Q10) sobre a fase da gestão de desastres considerada mais importante pelos participantes. As respostas a essa questão foram submetidas à análise de conteúdo categorial, com codificação múltipla quando a resposta continha mais de uma ideia relevante. Por essa razão, os percentuais apresentados na Figura 14 indicam a proporção de participantes que mencionaram cada fase ao menos uma vez, e não categorias mutuamente excludentes. A figura, portanto, não expressa uma divisão fechada do grupo, mas a frequência de menções a cada dimensão do ciclo nas respostas abertas.

Figura 14: Fases da gestão de desastres mencionadas no pré-teste (n = 139)



Nota: Os percentuais referem-se à proporção de participantes que mencionaram cada fase ao menos uma vez. Como houve codificação múltipla, as categorias não são mutuamente exclusivas e os percentuais não somam 100%. **Fonte:** Autora (2026) utilizando a ferramenta NotebookLM.

A mitigação foi a fase mais frequentemente mencionada como a mais importante, seguida da preparação, enquanto resposta e recuperação apareceram em proporções substancialmente menores. Em termos descritivos, o padrão observado indica maior valorização declarada de ações preventivas em comparação às fases reativas do ciclo.

Quando comparados aos resultados do bloco objetivo do pré-teste (Q1–Q8), observa-se assimetria relevante entre valorização declarada e domínio conceitual. Embora a

mitigação tenha sido a fase mais frequentemente apontada como prioritária, os itens associados a essa dimensão apresentaram os menores índices de acerto no teste objetivo (36,7% e 46,0%).

Para examinar se a percepção da importância da mitigação se associava ao nível de conhecimento inicial, comparou-se o *Score_pre* entre participantes que mencionaram a mitigação como fase mais importante e aqueles que não a mencionaram. Essa comparação foi realizada para verificar se a referência espontânea a essa fase do ciclo aparecia associada a diferenças no escore do bloco objetivo. Assim como na comparação anterior, utilizou-se o teste *t* para amostras independentes, a correção de Welch e o teste de Mann–Whitney como procedimentos complementares. A Tabela 7 apresenta os resultados dessa comparação, incluindo as médias dos grupos, o valor de *p* e o *d* de Cohen como medida de magnitude da diferença observada. Os resultados indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos, com escores mais elevados entre os participantes que citaram mitigação.

Tabela 7: *Score_pre* segundo menção à mitigação como fase mais importante (n = 139)

Grupo	n	Média	DP	t (gl)	p	d de Cohen
Mencionou mitigação	71	6,06	1,69	3,92 (137)	< 0,001	0,67
Não mencionou mitigação	68	4,91	1,75	—	—	—

Nota: Diferença média entre os grupos = 1,15 ponto. O resultado foi corroborado pela correção de Welch, $t(136) = 3,92$, $p < 0,001$, e pelo teste de Mann–Whitney, $U = 1518$, $p < 0,001$. **Fonte:** Autora, 2026.

Esses resultados indicam que participantes que reconhecem a centralidade da mitigação no ciclo de gestão de desastres tendem a apresentar maior repertório conceitual inicial sobre o tema. Ainda assim, considerando os baixos índices de acerto observados em itens específicos do pré teste relacionados à mitigação (Q3 e Q8), o achado indica a coexistência de reconhecimento conceitual geral da importância da prevenção com fragilidades no domínio aplicado dessa dimensão.

Em síntese, esta subseção apresentou o repertório inicial dos participantes da amostra válida a partir de diferentes planos de observação: o escore global de conhecimento prévio, o desempenho nos itens objetivos, a experiência anterior em simulados ou treinamentos, as associações estimadas no modelo multivariado e as respostas abertas sobre as fases da gestão de desastres. Esse conjunto de evidências permite situar, de forma estruturada, o ponto de partida dos participantes antes da interação com o artefato e oferece a base necessária para a leitura das subseções seguintes, dedicadas à progressão no jogo e à avaliação final da experiência.

Considerados em conjunto, os resultados mostram que o conhecimento prévio da amostra válida não se distribuiu de maneira homogênea entre os diferentes conteúdos abordados no pré-teste. Observou-se maior desempenho em itens ligados a conceitos mais gerais e a dimensões como preparação e resposta, ao passo que os itens relacionados à mitigação apresentaram menores proporções de acerto. Também se verificou variação do escore de conhecimento prévio segundo algumas características dos participantes e segundo a experiência anterior em simulados ou treinamentos, conforme indicado pelas comparações realizadas e pelo modelo estimado.

4.6.3 *Desempenho comportamental no jogo*

Esta subseção apresenta os resultados referentes ao desempenho comportamental dos participantes com base nos registros telemétricos efetivamente produzidos ao longo do jogo. O foco analítico recai sobre aquilo que os participantes conseguiram percorrer e completar no interior do artefato, tomando-se essa informação como uma medida de progressão observada no experimento.

Tal medida foi construída a partir dos registros telemétricos referentes ao cumprimento efetivo dos desafios apresentados no Quadro 8 e 9 da subseção 4.5.1. Em outros termos, a simples passagem do jogador por um elemento do cenário não foi tomada como evidência de realização da tarefa; somente a execução bem-sucedida do desafio previsto foi contabilizado analiticamente. Essa distinção entre missão proposta e desafio realizado permitiu examinar com maior precisão o percurso efetivamente cumprido pelos participantes na trilha experimental.

Para sintetizar o desempenho comportamental dos participantes no jogo, foram utilizadas duas variáveis complementares. A primeira, *Score_desafios*, foi calculada como a soma dos sete desafios em que houve registro telemétrico válido, sendo adotada como medida principal de progressão comportamental na experiência gamificada. Esse escore permite representar, de forma simples e comparável, quantos desafios cada participante efetivamente executou no interior do jogo.

A segunda variável, *Alta_completude_desafios*, foi derivada do *Score_desafios* e definida de forma binária, distinguindo os participantes que concluíram até 5 desafios daqueles que concluíram 6 ou 7 desafios. Sua criação teve finalidade analítica complementar, uma vez que, além do escore contínuo, interessava identificar os participantes com exposição mais

elevada ao conteúdo e à dinâmica do jogo, isto é, aqueles que percorreram quase integralmente a trilha de desafios.

Em conjunto, esses indicadores descrevem o comportamento geral do grupo em relação ao avanço no jogo e situam o nível de exposição alcançado pelos participantes dentro da sequência experimental. Os resultados descritivos dessas duas variáveis são apresentados na Figura 15.

Figura 15: Indicadores de desempenho comportamental no jogo



Fonte: Autora (2026) utilizando a ferramenta NotebookLM.

Uma vez construídas essas duas medidas, buscou-se examinar se o conhecimento prévio, mensurado antes da experiência, apresentava alguma relação com o desempenho comportamental observado no jogo. Para isso, inicialmente comparou-se o *Score_pre* entre participantes com e sem *Alta_completude_desafios*. Essa comparação foi realizada porque, caso o repertório conceitual inicial estivesse fortemente relacionado ao avanço no jogo, seria esperado que os participantes com maior completude apresentassem escores prévios mais altos.

A comparação foi conduzida por meio de teste t para amostras independentes, com verificação complementar pela correção de Welch e pelo teste de Mann–Whitney, de modo a aumentar a robustez da análise. Conforme apresentado na Tabela 8, as médias de *Score_pre* foram numericamente próximas entre os dois grupos, e o valor de p indica que a diferença observada não alcançou significância estatística. O d de Cohen, por sua vez, foi utilizado para expressar a magnitude padronizada dessa diferença.

Tabela 8: *Score_pre* segundo alta completude nos desafios do jogo (n = 139)

<i>Alta_completude_desafios</i>	<i>n</i>	Média (<i>Score_pre</i>)	DP	<i>t</i> (gl)	<i>p</i>	<i>d</i> de Cohen
Não (0)	71	5,32	1,82	1,15 (137)	0,252	0,20
Sim (1)	68	5,68	1,79	—	—	—

Nota: *Alta_completude_desafios* foi definida como a conclusão de seis ou mais dos sete desafios analisados. O teste de Levene indicou homogeneidade de variâncias ($p = 0,885$). O resultado foi corroborado pela correção de Welch ($p = 0,252$) e pelo teste de Mann–Whitney ($p = 0,259$). **Fonte:** Autora, 2026.

Em termos práticos, o teste foi empregado para verificar se os participantes que avançaram mais no jogo já iniciavam o experimento com escores mais altos no pré-teste; nessa comparação, essa diferença não foi observada de forma estatisticamente significativa.

Em complemento, estimou-se a correlação entre *Score_pre* e *Score_desafios*, com a finalidade de verificar se, ao considerar os dois escores em sua forma contínua, haveria associação entre conhecimento prévio e progressão no jogo. Esse procedimento foi importante porque a análise por grupos, baseada em alta completude, mostra diferenças entre categorias, mas não capta necessariamente a relação linear ou monotônica entre os dois indicadores ao longo de toda a distribuição. Por isso, foram calculados tanto o coeficiente de Pearson, mais sensível à associação linear, quanto o coeficiente de Spearman, que examina associação monotônica com menor sensibilidade à distribuição dos dados. Em ambos os casos, os coeficientes foram baixos e estatisticamente não significativos, o que indica ausência de associação relevante entre repertório conceitual inicial e progressão comportamental no jogo quando esses dois indicadores são analisados em sua forma contínua. Em termos práticos, isso sugere que participantes com maior conhecimento prévio não tenderam a avançar mais no jogo.

Na etapa seguinte, buscou-se examinar o desempenho comportamental de forma multivariada, isto é, considerando simultaneamente diferentes fatores que poderiam se relacionar ao avanço no jogo. Para isso, estimou-se um modelo de regressão linear com o *Score_desafios* como variável dependente e como preditores o *Score_pre*, o dispositivo utilizado, a idade e a experiência prévia em simulados ou treinamentos. A escolha desse modelo teve finalidade integradora: em vez de observar cada variável isoladamente, a regressão permite verificar quais associações permanecem presentes quando os preditores são considerados em conjunto. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

Em termos gerais, participantes que acessaram via celular apresentaram menor progressão nos desafios do que aqueles que utilizaram computador, enquanto participantes com experiência prévia apresentaram escores mais elevados. Em comparação ao grupo de 18–24 anos, observou-se menor progressão nos desafios entre participantes de 25–34, 35–44 e 55+ anos, com resultado limítrofe para a faixa de 45–54 anos.

Tabela 9: Modelo de regressão linear do *Score_desafios* na amostra válida

Preditor	B	IC 95%	p
Dispositivo			
Celular (vs. Computador)	-0,89	-1,65 a -0,13	0,022
Outros (vs. Computador)	2,49	-1,22 a 6,21	0,187
Idade			
25–34 (vs. 18–24)	-1,73	-2,84 a -0,63	0,002
35–44 (vs. 18–24)	-1,94	-3,05 a -0,82	< 0,001
45–54 (vs. 18–24)	-1,31	-2,63 a -0,00	0,050
55+ (vs. 18–24)	-1,90	-3,63 a -0,17	0,031
Experiência prévia em simulados/treinamentos (Q9)			
Sim (vs. Não)	1,08	0,29 a 1,87	0,008
Conhecimento prévio			
<i>Score_pre</i>	0,08	-0,12 a 0,27	0,445

Nota: $R = 0,449$; $R^2 = 0,202$; $N = 131$. Embora *Score_desafios* corresponda a uma variável discreta, optou-se pela regressão linear como aproximação analítica pragmática para modelar a variação no escore, tendo em vista a interpretabilidade do modelo e a adequação aproximada dos resíduos observada nas verificações de pressupostos.

Fonte: Autora, 2026.

Em síntese, esta subseção descreve o desempenho comportamental dos participantes a partir de diferentes níveis de observação: o escore contínuo de progressão no jogo, o indicador complementar de alta completude, as comparações com o repertório inicial, o modelo multivariado e a comparação segundo dispositivo de acesso. Esse conjunto de procedimentos permite caracterizar, de forma estruturada, o que ocorreu durante a interação com o *game* e como esse comportamento foi registrado e analisado no experimento. Assim, a subseção prepara a leitura da etapa seguinte, dedicada à percepção final da experiência gamificada e à avaliação do jogo no pós-teste.

4.6.4 Experiência do usuário

Esta subseção apresenta os resultados do pós-teste, aplicado ao final da trilha experimental, com o objetivo de examinar como os participantes avaliaram a experiência gamificada após a interação com o artefato. Diferentemente das subseções anteriores, voltadas ao repertório inicial e ao desempenho comportamental observado no jogo, o foco aqui recai sobre a percepção final da experiência, medida tanto por itens quantitativos quanto por respostas abertas. Em outras palavras, trata-se da etapa em que o experimento passa a observar não apenas o que o participante sabia antes ou o que fez durante o jogo, mas também como avaliou a experiência após concluí-la.

O principal indicador quantitativo dessa etapa foi a variável *Percepcao_jogo_total*, calculada a partir da média dos oito itens quantitativos do pós-teste (Q1–Q8), todos respondidos

em escala Likert de 1 a 5. Antes de utilizar esse escore como medida global da experiência, avaliou-se se os itens apresentavam comportamento suficientemente coerente para serem tratados como parte de um mesmo construto analítico. Para isso, foram estimados indicadores de consistência interna, especificamente o alfa de Cronbach e o ômega de McDonald, além das correlações item-total. Os resultados mostraram valores elevados e muito próximos entre si ($\alpha = 0,886$; $\omega = 0,889$), e a exclusão de qualquer item não produziria ganho substantivo de consistência. Isso significa que os itens do pós-teste, embora abordem aspectos distintos da experiência, funcionaram de forma suficientemente articulada para sustentar a construção de um escore médio geral.

Além da consistência interna, realizou-se uma análise fatorial exploratória com a finalidade de verificar se os itens do pós-teste se organizavam predominantemente em torno de uma dimensão comum. Esse procedimento foi importante porque, mesmo quando uma escala apresenta boa consistência, ainda é necessário examinar se a estrutura das respostas apoia seu tratamento como medida global. Para isso, foram observados o KMO, o teste de esfericidade de Bartlett, o gráfico de sedimentação e as cargas fatoriais. Os resultados indicaram adequação da matriz de correlações para fatoração (KMO = 0,871; Bartlett: $\chi^2(28) = 556$, $p < 0,001$) e a presença de um fator dominante, com primeiro valor próprio de 4,028 e redução acentuada nos componentes subsequentes. Na solução unifatorial, todos os itens apresentaram cargas fatoriais satisfatórias, variando de 0,585 a 0,844. No contexto desta tese, esses achados sustentam o uso de *Percepcao_jogo_total* como um indicador sintético da avaliação global da experiência gamificada, permitindo resumir em uma única medida quantitativa o bloco principal do pós-teste.

Na amostra válida ($n = 139$), o escore *Percepcao_jogo_total* apresentou média de 3,88 e desvio-padrão de 0,76, em uma escala de 1 a 5. Esses indicadores descrevem a distribuição geral da avaliação quantitativa da experiência entre os concluintes do experimento. Assim, o escore permite situar, em termos quantitativos, como o jogo foi avaliado pelos participantes que concluíram a trilha experimental.

Uma vez estabelecida essa medida global, buscou-se examinar sua relação com o desempenho comportamental no jogo, representado pelo *Score_desafios*. Esse procedimento foi realizado porque, dentro da lógica do experimento, interessava verificar se a progressão observada nos desafios apresentava alguma associação com a avaliação posterior da experiência. Para isso, estimou-se a correlação entre *Percepcao_jogo_total* e *Score_desafios*, utilizando tanto o coeficiente de Pearson quanto o de Spearman. Em ambos os casos, observou-

se associação positiva e estatisticamente significativa, de magnitude moderada (Pearson: $r = 0,392$; $p < 0,001$; Spearman: $\rho = 0,419$; $p < 0,001$). Em termos práticos, esse resultado mostra que, no conjunto da amostra válida, participantes com maior progressão nos desafios tenderam também a apresentar escores mais altos de percepção da experiência.

Como complemento, comparou-se o escore médio de *Percepcao_jogo_total* entre participantes com e sem *Alta_completude_desafios*, isto é, entre aqueles que concluíram seis ou mais dos sete desafios considerados e aqueles que não atingiram esse patamar. Essa comparação foi feita para traduzir a relação entre desempenho e percepção também em termos de grupos, o que favorece a leitura substantiva do experimento. Para isso, utilizou-se o teste *t* para amostras independentes, com verificação complementar pela correção de Welch e pelo teste de Mann-Whitney, de modo a aumentar a robustez da análise.

Conforme apresentado na Tabela 10, os participantes com alta completude apresentaram média mais elevada de percepção da experiência do que aqueles com menor completude. Assim, além da correlação contínua observada anteriormente, essa comparação mostra que os dois grupos também diferiram quanto à avaliação global do jogo.

Tabela 10: Percepção da experiência segundo alta completude nos desafios ($n = 139$)

<i>Alta_completude_desafios</i>	<i>n</i>	Média (<i>Percepcao_jogo_total</i>)	DP	<i>t</i> (gl)	<i>p</i>	<i>d</i> de Cohen
Não (0)	71	3,60	0,76	4,75 (137)	< .001	0,81
Sim (1)	68	4,17	0,64	—	—	—

Nota: *Alta_completude_desafios* foi definida como conclusão de seis ou mais dos sete desafios analisados. O teste de Welch ($p < 0,001$) e o teste de Mann-Whitney ($p < 0,001$) confirmaram a robustez do resultado. *Percepcao_jogo_total* corresponde à média dos oito itens quantitativos do pós-teste (escala Likert de 1 a 5). **Fonte:** Autora, 2026.

Em conjunto, esses resultados indicam que os participantes que avançaram mais no jogo tenderam também a avaliar a experiência de forma mais positiva. Essa tendência aparece tanto quando se observam os escores de forma contínua quanto quando se comparam os grupos com menor e maior completude nos desafios. Em termos práticos, isso sugere que uma participação mais ampla na trilha experimental esteve associada a uma percepção mais favorável do jogo, o que reforça a ideia de que o envolvimento efetivo com as atividades propostas contribuiu para uma avaliação global mais positiva da experiência.

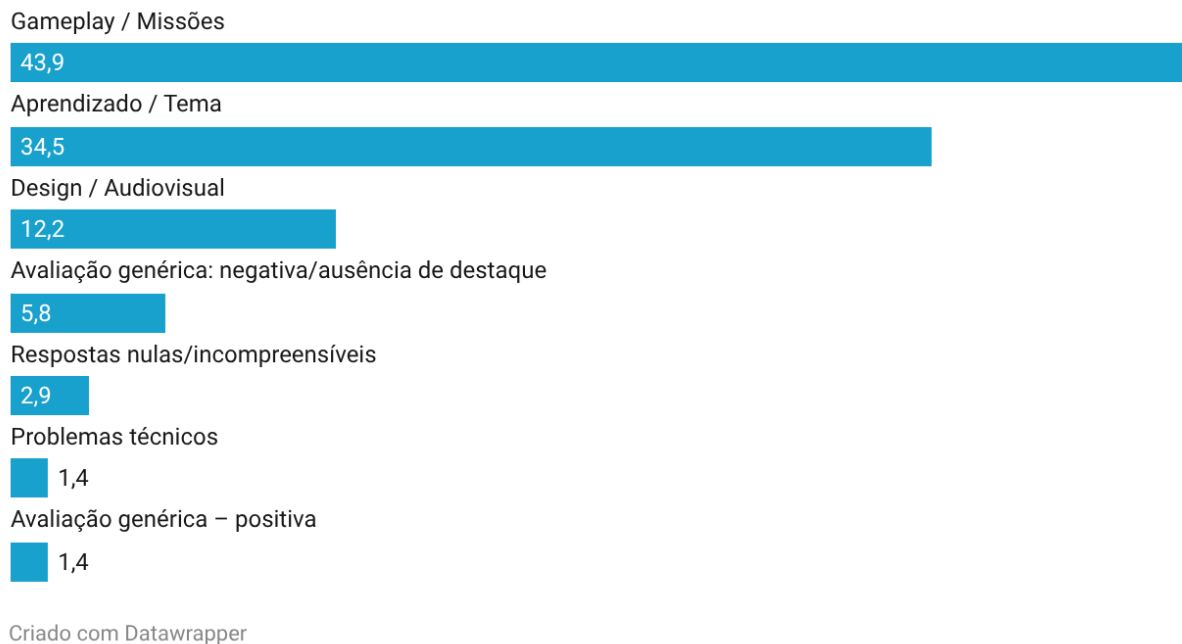
Além dos resultados quantitativos, o pós-teste incluiu três questões abertas com a finalidade de captar aspectos da experiência que não seriam plenamente apreendidos apenas pelo escore global. Essas respostas permitiram observar, em linguagem mais livre, o que os participantes valorizaram no jogo, o que sugeriram modificar e como justificaram a

recomendação, ou não, da experiência a outras pessoas. Assim, enquanto o escore *Percepcao_jogo_total* resume a avaliação quantitativa global, as questões abertas acrescentam conteúdo qualitativo sobre os elementos concretos que compuseram essa avaliação.

As respostas abertas do pós teste foram analisadas por meio de análise de conteúdo categorial, com codificação múltipla sempre que uma mesma resposta apresentava mais de uma ideia relevante. Em razão desse procedimento, as categorias não são mutuamente exclusivas e, por isso, os percentuais apresentados não somam 100%. O *codebook* utilizado para orientar a definição das categorias e os critérios de codificação encontra-se reproduzido no Apêndice F.

A questão Q9 (“o que você mais gostou no jogo?”) apresentou respostas que se concentraram sobretudo em elementos ligados à dinâmica do jogo e às missões, seguidos por referências ao aprendizado e ao tema do jogo. A Figura 16 apresenta a distribuição percentual das categorias identificadas.

Figura 16: Aspectos do jogo mais apreciados (Q9)

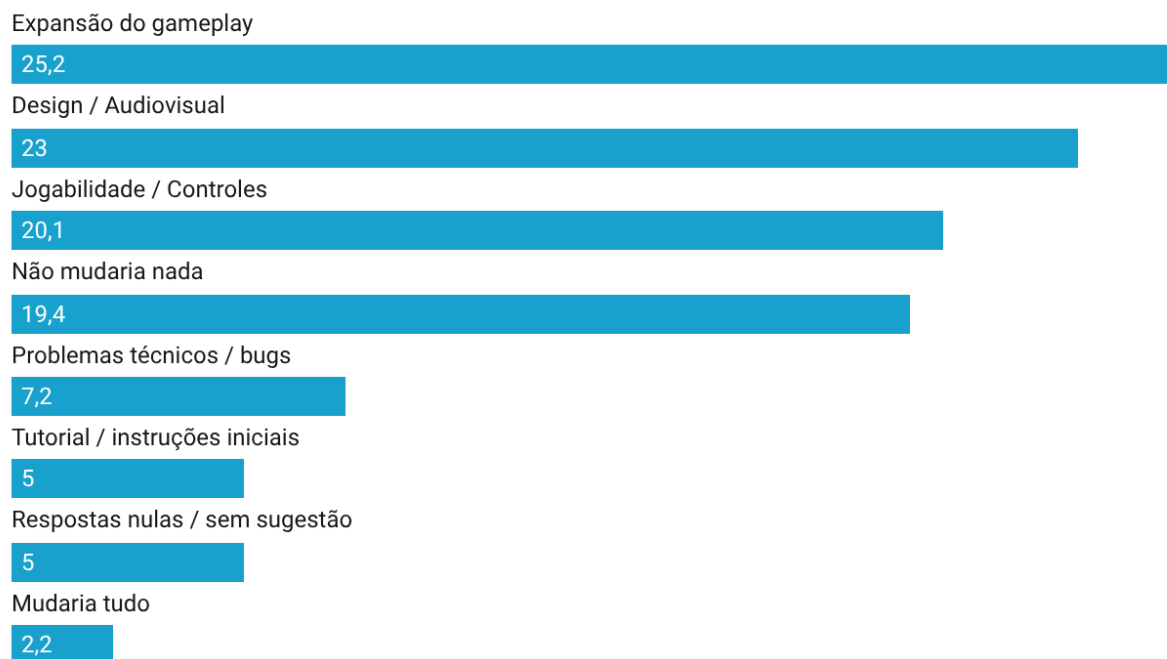


Nota: Percentuais referem-se à proporção de participantes que mencionaram ao menos uma vez cada categoria; como houve codificação múltipla, as categorias não são mutuamente exclusivas e as porcentagens não somam 100%. **Fonte:** Autora, 2026.

A questão Q10 (“o que você mudaria ou melhoraria no jogo?”) foi examinada com o propósito de identificar sugestões de ajuste e aspectos da experiência considerados passíveis de aprimoramento. A Figura 17 apresenta a distribuição percentual das categorias identificadas

nas respostas. As menções concentraram-se principalmente em expansão do *gameplay*, design e audiovisual e jogabilidade/controles.

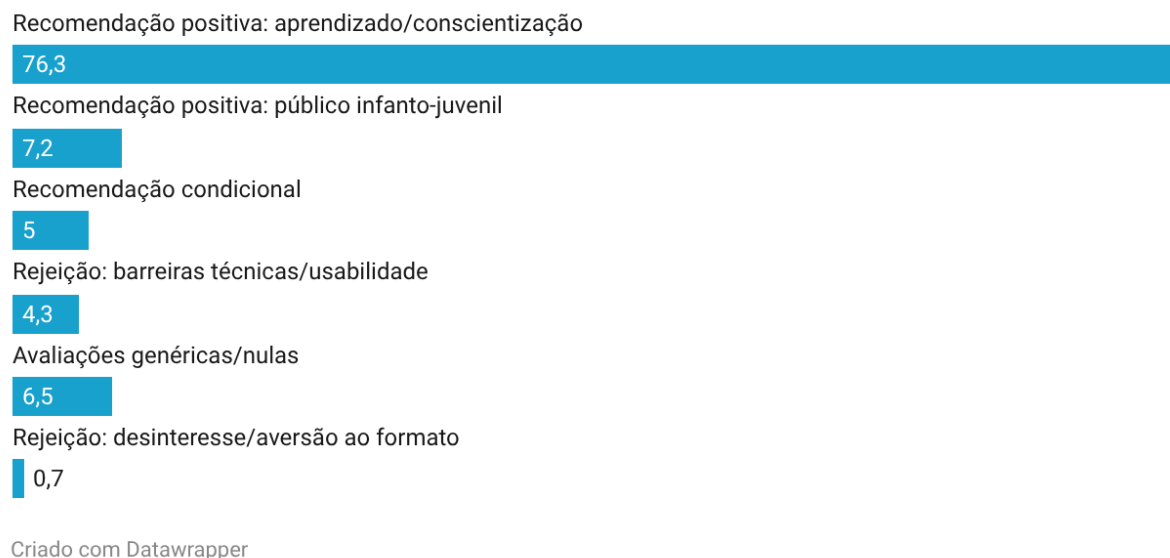
Figura 17: Aspectos do jogo apontados para melhoria (Q10)



Criado com Datawrapper

Nota: Percentuais referem-se à proporção de participantes que mencionaram ao menos uma vez cada categoria; como houve codificação múltipla, as categorias não são mutuamente exclusivas e as porcentagens não somam 100%. **Fonte:** Autora, 2026.

Já a questão Q11 (“Você recomendaria esse jogo para amigos? Por quê?”) foi utilizada para examinar os padrões de recomendação e suas justificativas. A análise de conteúdo mostrou predominância de recomendação positiva, sobretudo associada a aprendizado e conscientização. Em menor proporção, apareceram recomendações voltadas ao público infantojuvenil, recomendações condicionais e menções de rejeição relacionadas a barreiras técnicas, usabilidade ou desinteresse pelo formato. A Figura 18 apresenta a distribuição percentual dessas categorias por participante, também com codificação múltipla quando aplicável. Nesse contexto, a questão permite observar não apenas se o jogo foi recomendado, mas em que termos essa recomendação foi formulada.

Figura 18: Padrões de recomendação do jogo (Q11)

Nota: Percentuais referem-se à proporção de participantes que mencionaram ao menos uma vez cada categoria; categorias não são mutuamente exclusivas (codificação múltipla). **Fonte:** Autora, 2026.

Em conjunto, as respostas abertas do pós-teste mostram predominância de referências favoráveis à dinâmica do jogo, ao conteúdo temático e ao seu valor educativo, ao lado de sugestões de refinamento concentradas sobretudo em jogabilidade, design e expansão do conteúdo.

Com a finalidade de integrar os resultados da interação no jogo e da avaliação posterior da experiência, estimou-se um modelo de regressão linear com *Percepcao_jogo_total* como variável dependente e, como preditores, *Score_desafios*, *Score_pre*, dispositivo utilizado e idade. A escolha desse modelo teve função integradora: em vez de observar cada associação isoladamente, interessava verificar quais variáveis permaneceriam relacionadas à percepção global quando consideradas simultaneamente.

O modelo apresentou $R = 0,464$ e $R^2 = 0,215$, indicando que o conjunto de variáveis incluídas respondeu por 21,5% da variância do escore de percepção na amostra válida com casos completos ($N = 131$). Conforme apresentado na Tabela 11, apenas o *Score_desafios* permaneceu associado de forma estatisticamente significativa ao escore global de percepção.

Tabela 11: Modelo de regressão linear da percepção global da experiência

Preditor	B	IC 95%	p
<i>Score_desafios</i>	0,14	0,07 a 0,20	< 0,001
<i>Score_pre</i>	0,03	-0,04 a 0,10	0,388

Computador (vs. Celular)	-0,04	-0,33 a 0,24	0,767
Outros (vs. Celular)	-0,60	-2,00 a 0,81	0,400
25–34 (vs. 18–24)	-0,29	-0,72 a 0,13	0,173
35–44 (vs. 18–24)	-0,11	-0,54 a 0,32	0,622
45–54 (vs. 18–24)	0,18	-0,31 a 0,67	0,475
55+ (vs. 18–24)	-0,04	-0,70 a 0,61	0,903

Nota: R = 0,464; R² = 0,215; N = 131. **Fonte:** Autora, 2026.

Em termos substantivos, esse resultado indica que a avaliação final da experiência esteve mais relacionada ao quanto o participante efetivamente avançou na trilha de desafios do que a suas características iniciais ou ao modo de acesso ao jogo. Em outras palavras, quando consideradas simultaneamente as variáveis do modelo, foi a progressão comportamental no artefato (e não o repertório conceitual prévio, o dispositivo utilizado ou a idade) que permaneceu associada à percepção global da experiência. No contexto do experimento, isso sugere que vivenciar de forma mais ampla a sequência de atividades proposta pelo jogo esteve ligado a uma apreciação mais positiva da experiência, reforçando a centralidade do percurso efetivamente realizado na formação da avaliação final do participante.

Em síntese, esta subseção reuniu diferentes evidências sobre a experiência do usuário no jogo, combinando indicadores quantitativos, relações entre percepção e progressão na trilha experimental, diferenças entre grupos, respostas abertas e análise multivariada. Considerados em conjunto, esses resultados permitem compreender com maior amplitude como o artefato foi vivenciado e avaliado pelos participantes que concluíram a experiência, ao mesmo tempo que preparam a transição para a seção seguinte, na qual os achados da pesquisa serão examinados de forma integrada.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo retoma a pergunta de pesquisa e o objetivo geral da tese para interpretar criticamente, à luz da DSR, os achados produzidos na avaliação do artefato Comunidade Resiliente. Nessa direção, a análise busca interpretar em que medida os resultados da avaliação empírica sustentam o potencial do jogo Comunidade Resiliente como artefato educacional voltado a favorecer sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação cidadã diante de desastres hidrometeorológicos, bem como explicitar as contribuições, os limites e as condições que qualificam essa apreciação.

A leitura desses achados também deve considerar que a avaliação do artefato foi estruturada a partir de múltiplas dimensões empíricas articuladas, e não com base em um único indicador de desempenho ou aceitação. Ao integrar evidências relativas ao repertório inicial dos participantes, à permanência na experiência, à progressão comportamental no jogo e à percepção final da intervenção, a pesquisa ampliou a compreensão do potencial do artefato, bem como de seus limites e das condições em que sua utilidade se mostrou mais ou menos consistente em contexto real de uso. Essa leitura é coerente com a própria formulação do artefato como uma instanciación, nos termos de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior, (2015), isto é, como uma realização concreta e avaliável de constructos, modelos e métodos voltados à resolução de um problema prático de pesquisa.

5.1 EXPLICITAÇÃO DAS APRENDIZAGENS

As aprendizagens decorrentes da avaliação empírica foram organizadas em quatro eixos analíticos, voltados a explicitar o que os resultados ensinam sobre a pertinência do problema investigado, o potencial educativo da solução desenvolvida, os limites observados em contexto de uso e as condições que qualificam sua utilidade diante da classe de problemas delimitada na tese.

5.1.1 *O problema investigado como lacuna educacional real*

Uma primeira aprendizagem refere-se ao próprio problema de pesquisa. Conforme discutido nos capítulos anteriores, esta tese partiu da premissa de que a preparação cidadã para desastres hidrometeorológicos ainda constitui um desafio educacional relevante, especialmente

quando se considera a necessidade de transformar informação em compreensão aplicada, percepção de risco e capacidade de ação.

Os resultados do pré-teste reforçam essa premissa. A proposta formativa do artefato não incidiu sobre um domínio de conhecimento previamente consolidado entre os participantes, mas sobre uma lacuna educacional concreta. A construção da variável *Score_pre* foi central nesse processo porque permitiu sintetizar, em um único indicador analítico, o repertório inicial dos participantes sobre gestão de desastres. Com isso, tornou-se possível não apenas descrever o desempenho no pré-teste, mas examinar de forma comparável a distribuição desse conhecimento na amostra, evidenciando que os participantes não ingressaram na experiência com domínio homogêneo sobre o tema. Além disso, o *Score_pre* funcionou como linha de base para as análises subsequentes, permitindo interpretar em que medida permanência, progressão no jogo e percepções posteriores se relacionavam a diferentes níveis de repertório prévio.

Em termos analíticos, isso sugere que o problema investigado não se reduz à simples ausência de contato com o tema. O que os dados indicam é a existência de conhecimentos fragmentados, assimétricos e ainda insuficientemente articulados para sustentar uma preparação cidadã mais robusta. Em outras palavras, conhecer algo sobre desastres não significa, necessariamente, possuir repertório organizado para agir de forma preventiva e responsiva em situações de risco.

Essa interpretação converge com o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015–2030 (UNDRR, 2015), que enfatiza a necessidade de ampliar o conhecimento, a percepção de risco e a cultura de prevenção em nível comunitário. Também dialoga com autores que vêm apontando que a educação para desastres não pode ser reduzida à difusão de informação, pois a compreensão do risco e a prontidão prática exigem mediações mais aplicadas, participativas e contextualizadas (Solinska-Nowak *et al.*, 2018; Suarez, 2015; Toyoda, 2020).

Essa aprendizagem torna-se ainda mais significativa quando recolocada em diálogo com a revisão sistemática da literatura apresentada anteriormente. A RSL indicou que o campo dos jogos aplicados à gestão de desastres já conta com experiências relevantes, mas ainda fortemente concentradas em treinamento, simulação e resposta, muitas vezes voltadas a públicos profissionais. Mesmo nos casos em que os jogos se aproximam de usos educacionais mais amplos, como em Tsai *et al.* (2015 e 2020), Bogdan; Cottar (2022), Toyoda (2020) e Arakawa; Yamada; Sugimori (2024), permanece importante a distinção entre essas experiências e a proposta desta tese, centrada na preparação cidadã no contexto brasileiro.

Assim, os achados empíricos confirmam a pertinência do problema investigado. A lacuna identificada na revisão não era apenas teórica ou bibliográfica; ela também se manifestou empiricamente no pré-teste, sob a forma de repertórios incompletos, assimetrias de compreensão e necessidade de mediações educativas mais acessíveis e aplicadas.

Sob esse ângulo, os resultados respondem parcialmente à pergunta de pesquisa ao mostrar que a proposta gamificada incidiu sobre uma necessidade formativa real. Isto é, o artefato foi testado em um contexto no qual sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação cidadã não podiam ser tomadas como pressupostos entre os participantes.

5.1.2 O artefato como solução educacional pertinente e promissora

Uma segunda aprendizagem diz respeito ao artefato enquanto solução educacional. Desde sua proposição, o jogo foi concebido como uma experiência gamificada voltada à educação para desastres de cidadãos brasileiros, articulando conteúdos de mitigação, preparação, resposta e recuperação a uma experiência interativa orientada ao engajamento e à reflexão. O projeto do artefato traduziu esses objetivos em uma configuração narrativa, pedagógica e técnica baseada em exploração do cenário, interação com personagens, tarefas situadas, tomada de decisão, *feedback* e progressão ao longo das fases da gestão de desastres. Esse desenho é coerente com os requisitos estabelecidos na própria tese, especialmente aqueles relacionados à aprendizagem experiencial, à tomada de decisão sob incerteza, à relevância prática e ao engajamento.

As respostas discursivas do pós-teste reforçam essa interpretação. Na questão sobre recomendação do jogo, predominou amplamente a recomendação positiva associada a aprendizado e conscientização, enquanto as sugestões de melhoria concentraram-se menos na rejeição da proposta e mais na ampliação da experiência, especialmente por meio de mais missões, expansão do *gameplay* e aprimoramentos de design e jogabilidade. Esse conjunto de respostas sugere que o artefato não foi percebido apenas como aceitável, mas como uma experiência cujo desenvolvimento adicional seria desejável para parcela expressiva dos participantes. Em termos analíticos, isso permite levantar a hipótese de que há, ao menos entre os participantes válidos da pesquisa, receptividade significativa, e possivelmente uma demanda latente, por experiências gamificadas voltadas à educação para desastres, especialmente quando elas são percebidas como instrumentos de aprendizado e conscientização.

A avaliação preliminar por especialistas já havia sugerido que essa proposta era reconhecível em sua intencionalidade educativa: mesmo nas versões intermediárias, os avaliadores apontaram clareza dos objetivos do jogo, envolvimento com a história, aprendizado nas situações apresentadas e pertinência temática, embora também tenham indicado necessidades de melhoria em usabilidade, controles e estabilidade. Esse conjunto de evidências sugere que o artefato alcançou, em medida relevante, aquilo que a literatura sobre *serious games* e aprendizagem experiencial costuma apontar como uma de suas qualidades centrais: a capacidade de articular conteúdo, ação, *feedback* e sentido prático em uma experiência de aprendizagem potencialmente mais envolvente do que a mera exposição informacional. Essa interpretação está em linha com a síntese de Susi; Johannesson; Backlund (2007), sobre o potencial dos jogos sérios, com a meta-análise de Wouters *et al.* (2013) sobre seus efeitos cognitivos e motivacionais, e com a revisão sistemática de Boyle *et al.* (2016), que destaca efeitos positivos recorrentes em termos de engajamento, motivação e aprendizagem, ainda que condicionados ao desenho do artefato e ao contexto de uso. Em chave mais ampla, ela também dialoga com a discussão de Crookall (2010) sobre simulação e *debriefing* como experiências de aprendizagem baseadas em ação, reflexão e reconstrução do entendimento.

Ainda assim, esse ponto exige precisão analítica. Os resultados permitem sustentar que o Comunidade Resiliente se mostrou uma solução pertinente, aceitável e educacionalmente promissora, mas não autorizam uma leitura maximalista segundo a qual o problema teria sido plenamente resolvido. Em DSR, a utilidade do artefato não se mede por uma noção abstrata de sucesso, mas pela forma como ele responde ao problema em condições reais e pelas aprendizagens que produz sobre seu próprio refinamento. Nesse sentido, a organização analítica da tese por meio de *Score_pre*, *Score_desafios* e *Percepcao_jogo_total* foi particularmente importante, porque permitiu examinar o artefato não apenas como objeto técnico, mas como mediação pedagógica empiricamente avaliável. A combinação entre aceitação da proposta, engajamento comportamental e avaliação final positiva sustenta seu potencial como solução educacional; ao mesmo tempo, os limites observados na retenção dos participantes e nas condições de uso recomendam uma interpretação mais rigorosa e menos celebratória.

Portanto, os achados oferecem evidência favorável ao objetivo geral da tese, ao sustentar o potencial do Comunidade Resiliente como artefato gamificado voltado à ERRD de cidadãos brasileiros, ainda que esse potencial permaneça condicionado aos limites empíricos observados no experimento. Essa interpretação está em linha com a síntese de Susi; Johannesson; Backlund (2007), Wouters *et al.* (2013) e Boyle *et al.* (2016), que destacam o potencial dos jogos sérios para favorecer engajamento, motivação e aprendizagem, ainda que

tais efeitos dependam do desenho do artefato e do contexto de uso. Em um plano mais amplo, essa interpretação também se aproxima da ideia de Crookall (2010) sobre simulação e momentos de debriefing favorecem a aprendizagem porque colocam o sujeito em ação, levam à reflexão sobre o que ocorreu e permitem reorganizar a compreensão a partir da experiência.

5.1.3 *Progressão comportamental e experiência de uso como dimensões centrais da avaliação*

Uma terceira aprendizagem emerge da articulação entre engajamento, progressão e experiência. Um dos méritos do desenho analítico foi não restringir a avaliação do artefato ao que os participantes declararam ao final da experiência. Ao incorporar logs de interação e construir o *Score_desafios* como medida de progressão comportamental, a tese tratou o percurso no jogo como uma dimensão empírica própria, distinta tanto do repertório inicial quanto da avaliação subjetiva posterior. Isso é metodologicamente relevante e teoricamente consistente com a literatura que entende jogos educacionais como sistemas de aprendizagem baseados em ação, tentativa, *feedback* e progressão situada. Em abordagens inspiradas na aprendizagem experiencial, a compreensão não se reduz ao acúmulo de informação prévia, mas é construída na relação entre experiência, reflexão e reorganização do entendimento; esse raciocínio remete diretamente a Kolb (1984) e encontra eco, no campo dos jogos e simulações, em Crookall (2010). Já no campo específico dos jogos sérios, trabalhos como os de Boyle *et al.*, (2016) Wouters *et al.*, (2013) e Tsai *et al.* (2015 e 2020) sugerem que motivação, desafio, *feedback* e coerência entre mecânica e conteúdo são componentes decisivos para que a experiência produza efeitos educacionais relevantes.

Nesse sentido, a análise dos resultados sugere que o desempenho do artefato não depende exclusivamente do que o participante já sabia antes de começar, mas também daquilo que o jogo consegue sustentar em termos de orientação, interação significativa, continuidade do percurso e coerência entre desafio e *feedback*. Essa leitura é importante porque evita uma interpretação simplista segundo a qual conhecimento prévio necessariamente explicaria melhor desempenho no jogo. Ao contrário, o avanço na trilha experimental aparece como forma específica de engajamento situado, dependente não apenas do repertório conceitual anterior, mas da experiência concreta de uso. Essa interpretação dialoga com estudos que mostram que o desempenho em ambientes gamificados depende fortemente da clareza dos objetivos, da inteligibilidade da interface, da estrutura de *feedback*, da sensação de progresso e da

compatibilidade entre o desenho do sistema e as capacidades práticas do usuário (Boyle *et al.*, 2016; Connolly *et al.*, 2012). Em outras palavras, o engajamento não é efeito automático do conteúdo, nem atributo psicológico isolado do participante; ele é coproduzido pelo encontro entre sujeito, artefato e contexto de interação. No caso do Comunidade Resiliente, isso ajuda a compreender a progressão no jogo como dimensão central de análise e não como simples variável instrumental.

5.1.4 Acessibilidade, permanência e condições concretas de uso como parte do desempenho do artefato

Uma quarta aprendizagem, e talvez uma das mais importantes para a discussão em DSR, diz respeito à acessibilidade, ao abandono e às condições concretas de uso. O fluxo amostral mostrou forte afunilamento entre os 801 participantes iniciais e os 139 casos válidos que atenderam simultaneamente aos critérios de interação válida com o jogo e resposta ao pós-teste. Esse resultado não deve ser tratado apenas como limitação metodológica ou ruído operacional; ele constitui, em si, um achado analítico relevante sobre o artefato. Em termos de projeto, ele indica que a efetividade de uma solução educacional gamificada não depende apenas de sua pertinência conceitual ou de sua proposta pedagógica, mas também da capacidade de sustentar permanência mínima na trilha experimental. Além disso, o perfil da amostra válida mostrou predominância de acesso por computador, enquanto a avaliação preliminar por especialistas já havia registrado fragilidades em usabilidade, controles, clareza das instruções, dinamismo e estabilidade técnica, inclusive com menção explícita a dificuldades em dispositivo móvel. Esses elementos, lidos em conjunto, sugerem que as barreiras de acesso e a fricção de uso são componentes estruturais do desempenho do artefato, e não detalhes periféricos de interface.

A literatura sustenta essa interpretação. Estudos sobre jogos digitais aplicados à educação e à preparação para desastres vêm mostrando que atributos como navegabilidade, clareza de instruções, responsividade, adaptação ao dispositivo e estabilidade técnica afetam diretamente a permanência dos usuários, sua compreensão do sistema e a qualidade da experiência formativa. Em jogos com finalidade educativa, sobretudo aqueles orientados a públicos amplos e não especializados, a usabilidade não é requisito secundário: ela é parte constitutiva da mediação pedagógica. Quando o acesso é interrompido por barreiras técnicas, comandos pouco intuitivos ou incompatibilidades com o dispositivo, o problema não é apenas

operacional, mas educacional, porque compromete a possibilidade de o conteúdo ser vivido como experiência significativa. Essa leitura encontra apoio tanto na literatura geral sobre jogos sérios e usabilidade educacional (Boyle *et al.*, 2016; Susi; Johannesson; Backlund, 2007) quanto em estudos mais próximos do campo de desastres, como Tsai *et al.* (2015 e 2020), Bogdan; Cottar, (2022), Arakawa; Yamada; Sugimori (2024) e Weyrich *et al.* (2021), que mostram que alcance potencial e efetividade educativa dependem da adequação do jogo ao contexto de uso, ao perfil do público e à fluidez da interação. Em síntese, os achados da tese convergem com a literatura ao indicar que, em intervenções digitais abertas, dispositivo, conectividade, clareza operacional e estabilidade do sistema são parte da própria solução educacional.

Essa conclusão permite uma inflexão analítica importante. Seria equivocado interpretar o abandono apenas como fragilidade externa ao experimento, como se os resultados positivos estivessem integralmente concentrados nos respondentes finais e o afunilamento pudesse ser simplesmente isolado como problema metodológico. Essa leitura enfraqueceria a análise. Mais consistente é reconhecer que, em DSR, as condições de adoção, uso e permanência compõem o próprio desempenho do artefato. O fato de a proposta educacional ter sido reconhecida, de os especialistas terem validado seu valor formativo com recomendação favorável, ainda que condicionada, e de a arquitetura do jogo ter sido coerente com os requisitos definidos não elimina a aprendizagem de que uma solução promissora pode continuar tensionada por problemas de usabilidade e alcance. Em vez de contradizer o valor do artefato, isso o qualifica analiticamente: o Comunidade Resiliente mostrou-se pertinente como instância educacional gamificada para educação para desastres no contexto brasileiro, mas evidenciou que sua efetividade prática é inseparável de refinamentos técnicos e experienciais que reduzam barreiras de interação e ampliem a retenção dos participantes. Essa leitura é plenamente compatível com a lógica iterativa da DSR, em que a avaliação do artefato não apenas testa sua utilidade, mas produz conhecimento prescritivo sobre como aperfeiçoá-lo (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015).

Por fim, a principal aprendizagem explicitada nesta seção é que o resultado mais relevante da tese não consiste em provar, em sentido absoluto, a eficácia de um jogo, mas em produzir conhecimento sobre as condições sob as quais um artefato gamificado pode responder, com maior ou menor aderência, à classe de problemas investigada. O Comunidade Resiliente mostrou potencial para articular conteúdos de mitigação, preparação, resposta e recuperação a uma experiência interativa significativa, coerente com a literatura sobre aprendizagem

experencial, *serious games* e educação para desastres. Ao mesmo tempo, os resultados demonstraram que tal potencial depende de condições concretas de uso, especialmente usabilidade, clareza operacional, compatibilidade com dispositivos e capacidade de sustentar permanência no percurso experimental. Em termos de DSR, essa é a contribuição analítica mais forte desta seção: a tese entrega um artefato funcional e explicita aprendizagens de projeto sobre como soluções desse tipo podem ser concebidas, avaliadas e refinadas quando voltadas à preparação cidadã para desastres em contexto brasileiro.

5.2 APORTES ANALÍTICOS DA TESE PARA A CLASSE DE PROBLEMAS E PARA A DSR

À luz das aprendizagens explicitadas na seção anterior, os achados desta tese permitem explicitar aportes analíticos tanto para a classe de problemas investigada quanto para o campo da DSR.

No que se refere à classe de problemas, a tese permite demonstrar que a educação para desastres iniciados por perigos hidrometeorológicos voltada a cidadãos brasileiros pode ser tratada como um problema legítimo de projeto de artefato, e não apenas como um desafio de difusão de informação. Ao desenvolver e avaliar o Comunidade Resiliente, a pesquisa mostrou que conteúdos relacionados à mitigação, preparação, resposta e recuperação podem ser traduzidos em uma experiência gamificada estruturada, com intencionalidade educativa, progressão por desafios e potencial de engajamento. Com isso, a tese permite ampliar o entendimento de que a preparação cidadã para desastres pode ser abordada por meio de soluções interativas, concebidas de forma sistemática e avaliadas empiricamente, em vez de depender exclusivamente de estratégias expositivas ou campanhas informativas de caráter mais geral.

Ainda no plano da classe de problemas, a tese mostra que o desenvolvimento de artefatos educacionais gamificados para educação para desastres exige a articulação entre, pelo menos, três dimensões centrais: pertinência temática, coerência pedagógica e viabilidade concreta de uso. A pesquisa mostrou que uma solução dessa natureza não pode ser julgada apenas pelo conteúdo que mobiliza, nem apenas pela aceitação declarada por seus usuários, mas pelo modo como integra conhecimento, experiência e condições reais de interação. Nesse sentido, a tese apresenta uma solução para a classe de problemas e qualifica a compreensão dessa própria classe ao evidenciar que sua complexidade é simultaneamente educativa, experiencial e sociotécnica.

Além disso, os resultados do pós-teste sugerem que a classe de problemas investigada não é marcada apenas por carência formativa, mas também pela presença de indícios de aceitação e interesse, entre os participantes válidos, por experiências gamificadas voltadas à educação para desastres. A predominância de recomendações positivas do artefato, majoritariamente justificadas por aprendizado e conscientização, bem como a frequência de sugestões voltadas à ampliação da experiência, como mais missões, expansão do *gameplay* e aprofundamento do conteúdo, indicam que o jogo não foi percebido apenas como aceitável, mas como uma solução cujo desenvolvimento adicional seria desejável para parcela expressiva dos participantes válidos. Embora esse resultado não autorize generalização ampla sobre demanda social em sentido forte, ele sugere, ao menos no contexto da pesquisa, a existência de abertura e possível demanda latente por experiências gamificadas voltadas à educação para desastres. Esse achado amplia a compreensão da própria classe de problemas, ao indicar que ela envolve não apenas um déficit de preparação cidadã, mas também espaço para soluções educativas mais imersivas, participativas e escaláveis.

No âmbito da DSR, a tese permite reafirmar a utilidade de uma abordagem iterativa de projeto, refinamento e avaliação de artefatos. O Comunidade Resiliente não foi tratado como um produto acabado desde sua formulação inicial, mas como uma instanciación desenvolvida, revisada e aperfeiçoada à luz de avaliações preliminares e de evidências empíricas posteriores. Isso fortalece uma das premissas centrais da DSR: o conhecimento científico produzido não reside apenas no artefato final, mas também no processo pelo qual ele é concebido, ajustado e testado. A tese, portanto, oferece um aporte metodológico ao mostrar como um artefato educacional gamificado pode ser tratado como objeto de investigação e, ao mesmo tempo, como fonte de conhecimento prescritivo sobre sua própria classe de soluções.

A pesquisa também oferece uma contribuição analítica importante para a DSR ao propor uma avaliação do artefato em múltiplas camadas. Ao articular repertório inicial, progressão na interação e percepção final da experiência, o estudo evitou reduzir a análise do desempenho do artefato a uma lógica binária de aceitação ou rejeição. Em vez disso, mostrou que a compreensão do valor de uma solução gamificada depende da relação entre o que o usuário traz para a experiência, aquilo que ele efetivamente consegue percorrer no sistema e a forma como avalia a experiência ao final. Essa leitura mais integrada contribui para a DSR ao sugerir que a avaliação de artefatos educacionais deve considerar não apenas critérios de funcionamento técnico ou satisfação subjetiva, mas também indicadores que expressem a mediação concreta entre uso, progressão e significado pedagógico.

Por fim, a avaliação do Comunidade Resiliente permitiu explicitar um conjunto de aprendizados de projeto que pode orientar o desenvolvimento de artefatos análogos: a necessidade de alinhar com clareza conteúdo e mecânica; a importância de estruturar a aprendizagem por meio de situações e decisões significativas; o papel da progressão como parte da mediação educativa; e a centralidade da usabilidade, da clareza operacional e da robustez técnica como condições da efetividade formativa. Tais aprendizados não devem ser lidos como princípios universais em sentido forte, mas como conhecimento derivado de uma instanciación concreta, capaz de informar novas pesquisas e novos ciclos de design no campo da educação para desastres.

5.3 LIMITES INTERPRETATIVOS DOS ACHADOS

Os achados desta tese devem ser interpretados à luz de limites empíricos e analíticos que delimitam o alcance das inferências produzidas. O primeiro desses limites diz respeito ao fluxo amostral do experimento. Embora a pesquisa tenha alcançado um número expressivo de participantes na etapa inicial, a amostra analítica final foi composta apenas pelos casos que atenderam simultaneamente aos critérios de interação válida com o jogo e resposta ao pós-teste. Esse afunilamento exige cautela, pois os resultados analisados não podem ser automaticamente estendidos ao conjunto de todos os participantes inicialmente recrutados. Em termos interpretativos, isso significa que os achados se referem mais diretamente ao comportamento do artefato entre os casos válidos para análise do que ao universo completo de participantes mobilizados.

Associado a isso, há um segundo limite importante: a possibilidade de viés de permanência. Como a análise se concentra nos participantes que permaneceram na experiência até suas etapas finais, é plausível supor que esse grupo reúna sujeitos que encontraram menos barreiras de uso, maior familiaridade com a interação digital ou maior disposição para completar a atividade. Desse modo, os resultados relativos à progressão no jogo e à percepção final da experiência devem ser lidos com prudência, uma vez que podem refletir, ao menos em parte, características dos participantes que conseguiram permanecer na trilha experimental, e não apenas atributos do artefato em si.

Um terceiro limite refere-se às condições concretas de uso do artefato. A própria avaliação indicou que fatores como usabilidade, clareza das instruções, estabilidade técnica, controles e compatibilidade com determinados dispositivos interferem diretamente na

experiência do usuário. Esse aspecto torna a interpretação dos achados mais complexa, porque o desempenho observado não expressa apenas o valor conceitual ou pedagógico do jogo, mas também a forma como esse valor foi mediado por sua execução técnica e pelas condições materiais da interação. Em outras palavras, parte dos resultados pode refletir não apenas a potência educativa do artefato, mas também as facilidades ou dificuldades impostas por sua interface e por sua adaptação às condições reais de acesso.

Também é necessário delimitar o alcance inferencial da tese quanto à aprendizagem. Os dados permitem examinar repertório inicial, progressão na interação e percepção da experiência, mas não autorizam, por si sós, inferências fortes sobre eficácia educacional plena, transferência direta para comportamentos reais ou impacto duradouro sobre práticas de preparação para desastres. Afirmações dessa natureza exigiriam desenhos complementares, com acompanhamento longitudinal, comparações adicionais ou outras formas de verificação. Assim, os achados devem ser compreendidos como evidência sobre a plausibilidade e o potencial educativo do artefato no contexto analisado, e não como demonstração definitiva de efeitos amplos e duradouros.

Há ainda um limite relacionado ao escopo contextual da pesquisa. O Comunidade Resiliente foi concebido em diálogo com a realidade brasileira e com a necessidade de preparação cidadã diante de desastres hidrometeorológicos. Essa escolha fortalece a aderência contextual da tese, mas também recomenda prudência na extrapolação de seus achados para outros públicos, outros contextos socioculturais ou outros tipos de ameaça. Desse modo, a validade interpretativa dos resultados permanece vinculada, em primeiro lugar, à classe de problemas tal como foi delimitada nesta tese.

Em síntese, os limites aqui identificados delimitam o que os achados permitem afirmar com maior segurança e, ao mesmo tempo, indicam aspectos que permanecem abertos a verificação em estudos posteriores. Sua explicitação contribui para evitar generalizações indevidas e para situar com maior precisão o alcance interpretativo da pesquisa.

5.4 IMPLICAÇÕES PARA REFINAMENTO DO ARTEFATO E PESQUISAS FUTURAS

Os resultados da tese permitem derivar implicações concretas para o refinamento do artefato Comunidade Resiliente. A primeira delas diz respeito à centralidade da usabilidade e da acessibilidade operacional. Se, por um lado, o jogo demonstrou pertinência conceitual e coerência pedagógica, por outro, a avaliação mostrou que dificuldades de navegação, clareza

de instruções, estabilidade técnica, responsividade e adaptação ao dispositivo interferem diretamente na permanência dos participantes e, consequentemente, na efetividade educacional da solução. Em ciclos futuros de desenvolvimento, esses aspectos devem ocupar posição ainda mais central no projeto, especialmente no que se refere à experiência em dispositivos móveis, ao refinamento do *onboarding* inicial, à inteligibilidade dos comandos e à redução de fricções ao longo da progressão. Nesse processo, os avanços recentes em inteligência artificial, cada vez mais acessíveis em diferentes etapas do desenvolvimento digital, podem favorecer a prototipação, o ajuste de interfaces, a expansão de conteúdo e a personalização da experiência.

Uma segunda implicação refere-se ao desenho da progressão e da retenção. A pesquisa mostrou que o percurso no jogo constitui dimensão decisiva de seu desempenho, o que sugere a necessidade de fortalecer mecanismos de continuidade, orientação e sustentação do engajamento. Em versões futuras, isso pode envolver ajustes no ritmo dos desafios, maior explicitação dos objetivos em cada etapa, *feedbacks* mais imediatos, melhor sinalização de progresso e ampliação da sensação de recompensa e sentido ao longo da experiência. O ponto central aqui é que a permanência do participante não deve ser tratada apenas como consequência espontânea de interesse individual, mas como variável de projeto. Se a progressão é parte da mediação educativa, então projetar para a retenção torna-se parte do próprio desenho pedagógico do artefato.

Uma terceira implicação envolve o aprofundamento da articulação entre conteúdo e contexto. Embora o jogo já organize seus conteúdos segundo as fases da gestão de desastres, os resultados sugerem que futuras iterações podem explorar de forma ainda mais intensa a contextualização das situações, ampliando a diversidade de cenários, dilemas e consequências apresentados ao jogador. Isso pode fortalecer tanto a relevância percebida da experiência quanto sua capacidade de aproximar o conteúdo das formas concretas pelas quais cidadãos vivenciam ou compreendem o risco. Nesse caso, o refinamento do artefato não exige mudança em sua lógica central, mas aprofundamento de sua capacidade de transformar conhecimento abstrato em experiência situada e significativa.

No que diz respeito às pesquisas futuras, uma primeira frente promissora consiste em realizar novas avaliações do artefato com desenhos que permitam maior controle comparativo e melhor acompanhamento do percurso dos participantes. Estudos posteriores podem, por exemplo, comparar versões distintas do jogo, testar alterações específicas de interface e usabilidade, ou ainda examinar diferenças de desempenho entre perfis de usuários, dispositivos e contextos de acesso. Esse tipo de investigação seria particularmente útil para

distinguir com maior precisão aquilo que, nos resultados atuais, decorre da proposta pedagógica do artefato e aquilo que está mais fortemente associado às condições técnicas da interação.

Outra frente relevante consiste em investigar mais diretamente os desdobramentos educacionais do uso do artefato. A presente tese já demonstra seu potencial como solução gamificada para educação para desastres, mas pesquisas futuras podem explorar com maior profundidade questões como retenção do conhecimento ao longo do tempo, transferência para contextos de decisão fora do jogo, mudanças na percepção do risco e efeitos sobre disposições práticas de preparação. Esses desdobramentos não são exigências para validar a contribuição atual da tese, mas representam caminhos naturais de aprofundamento, especialmente se o objetivo for avançar de uma demonstração de pertinência e utilidade para análises mais robustas de impacto educacional.

Em termos de aplicação institucional, o Comunidade Resiliente pode ser compreendido como um artefato educacional passível de integração a ações formativas de universidades, escolas de governo, Defesa Civil, NUPDECs e demais iniciativas vinculadas ao SINPDEC. Essa possibilidade, contudo, deve ser tratada como agenda de aplicação e pesquisa futura, uma vez que a avaliação empírica realizada nesta tese ocorreu em ambiente aberto, voluntário e não institucionalizado. Assim, estudos posteriores poderão investigar o uso do jogo em contextos mediados por educadores, agentes de Defesa Civil ou programas comunitários de preparação, comparando resultados, barreiras de acesso, permanência e apropriação pedagógica em diferentes arranjos institucionais.

Por fim, pesquisas futuras podem ampliar o escopo da própria classe de problemas, seja pela adaptação do artefato a outros contextos de desastre, seja por sua aplicação a públicos distintos, como estudantes da educação básica, comunidades específicas ou ações formativas mediadas por instituições públicas. Esse movimento permitiria testar o potencial de generalização dos aprendizados de projeto explicitados nesta tese e verificar até que ponto a instanciada desenvolvida pode dar origem a novas soluções derivadas. Assim, as implicações para refinamento e pesquisa futura não apontam para insuficiência do trabalho realizado, mas para sua fecundidade: a avaliação do Comunidade Resiliente não encerra o processo de conhecimento, e sim abre possibilidades consistentes para novos ciclos de design, teste e aprendizagem no campo da educação para desastres.

6 CONCLUSÃO

Esta tese teve como objetivo geral conceber, desenvolver e avaliar empiricamente um jogo sério digital voltado à Educação para a Redução de Riscos de Desastres, analisando seu potencial educativo, sua aceitabilidade, seus padrões de uso e suas contribuições para o design e a avaliação de artefatos educacionais digitais direcionados à preparação cidadã diante de riscos hidrometeorológicos associados a chuvas. À luz do percurso realizado, conclui-se que esse objetivo foi alcançado, não porque o jogo tenha sido tratado como solução definitiva para a educação em desastres, mas porque sua concepção, desenvolvimento e avaliação produziram conhecimento sobre possibilidades, limites e condições de uso de artefatos educacionais digitais nesse campo.

A pergunta de pesquisa pode ser respondida afirmando que o Comunidade Resiliente apresentou potencial como estratégia educacional para promover sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação cidadã de adultos não especializados diante de riscos hidrometeorológicos associados a chuvas. Esse potencial foi observado a partir da articulação entre a proposta pedagógica do jogo, sua estrutura narrativa, seus desafios, seus feedbacks, os registros telemétricos de progressão e a avaliação dos participantes. A resposta, entretanto, deve ser compreendida em sentido exploratório e condicionado: os dados sustentam potencial educativo, aceitabilidade e análise de padrões de uso, mas não autorizam inferências causais fortes sobre eficácia educacional, superioridade em relação a outros métodos ou produção direta de resiliência comunitária.

O percurso desenvolvido também permite explicitar o atendimento aos objetivos específicos da pesquisa. A tese compreendeu o problema da educação para desastres e os desafios da preparação cidadã no contexto brasileiro; identificou, a partir de evidências teóricas, empíricas e normativas, lacunas, requisitos e oportunidades para o desenvolvimento de uma solução educacional; propôs o artefato Comunidade Resiliente com finalidade educacional e escopo definidos; projetou o artefato em suas dimensões narrativas, mecânicas, pedagógicas e experienciais; desenvolveu iterativamente o protótipo funcional; avaliou empiricamente seu potencial educativo com participantes reais; e interpretou criticamente os achados, consolidando aportes analíticos, limites e implicações para novos ciclos de design e pesquisa. Nesse sentido, a conclusão confirma a coerência entre a pergunta de pesquisa, o desenho metodológico adotado e os resultados efetivamente alcançados.

Os resultados da avaliação empírica podem ser sintetizados em três eixos principais. Em primeiro lugar, o diagnóstico inicial reforçou a pertinência do problema investigado ao

evidenciar que os participantes ingressaram na experiência com repertórios heterogêneos sobre gestão de desastres, o que sinaliza que a preparação cidadã não pode ser presumida como já dada. Em segundo lugar, o artefato foi reconhecido como uma experiência educacional significativa, em que a articulação entre narrativa, tomada de decisão e progressão converteu conteúdos de mitigação, preparação, resposta e recuperação em uma interação pedagogicamente orientada. Em terceiro lugar, o jogo sustentou engajamento relevante entre os participantes válidos, ao mesmo tempo em que tornou visíveis tensões de uso que incidem diretamente sobre sua efetividade prática, especialmente no que se refere à usabilidade, à acessibilidade operacional, à clareza das instruções, à estabilidade técnica e à permanência ao longo da trilha experimental.

À luz desses achados, a tese sustenta que a principal força do Comunidade Resiliente não está em pretender resolver isoladamente o problema da educação para desastres, mas em demonstrar que a preparação cidadã pode ser tratada como um problema legítimo de projeto de artefato educacional. Ao desenvolver e avaliar empiricamente essa instanciación, o estudo mostrou que conteúdos complexos da gestão de desastres podem ser traduzidos em uma experiência gamificada estruturada, com intencionalidade educativa e potencial de engajamento, deslocando o foco de estratégias centradas apenas na difusão de informação para soluções interativas concebidas e analisadas de forma sistemática.

Sob a perspectiva da novidade acadêmica, a principal contribuição desta tese está em responder a uma lacuna científica claramente identificada ao longo da investigação. Se, por um lado, o estado da arte já registra usos de jogos na gestão de desastres, por outro, esses estudos concentram-se majoritariamente em simulação, resposta e treinamento de públicos profissionais, deixando em posição secundária a preparação cidadã, a mitigação e o engajamento de usuários não especializados. Ao propor e avaliar empiricamente o Comunidade Resiliente, esta tese avança justamente nesse espaço ainda pouco explorado, ao oferecer uma instanciación gamificada voltada a cidadãos brasileiros, centrada em desastres hidrometeorológicos e orientada à articulação entre sensibilização, aprendizagem aplicada e preparação. Nesse sentido, a novidade da pesquisa, além da criação de um jogo, produz conhecimento sobre como conceber, fundamentar e avaliar uma solução educacional gamificada dirigida a um público leigo em um contexto de risco recorrente ainda insuficientemente contemplado pela literatura.

A contribuição da tese para a classe de problemas investigada reside na demonstração de que artefatos educacionais digitais voltados à ERRD podem ser concebidos a

partir da articulação entre lacunas da literatura, requisitos pedagógicos, referências técnico-institucionais, avaliação por especialistas, dados telemétricos e percepção de usuários. Assim, o Comunidade Resiliente não é apresentado apenas como uma solução isolada, mas como uma instanciação que permite compreender princípios, limites e condições relevantes para o design e a avaliação de jogos sérios digitais voltados à preparação cidadã em contextos de risco hidrometeorológico.

Ao lado dessas contribuições, a tese também reconhece limites importantes. O afunilamento entre os participantes inicialmente mobilizados e a amostra analítica final impõe cautela à extrapolação dos achados, sobretudo porque a permanência na trilha experimental pode ter selecionado sujeitos com maior familiaridade com interação digital ou maior disposição para concluir a experiência. Além disso, as condições concretas de uso do artefato, incluindo questões de usabilidade, estabilidade, clareza das instruções e compatibilidade com diferentes dispositivos, interferem diretamente no desempenho observado, impedindo que os resultados sejam lidos como expressão isolada de sua potência pedagógica. Do mesmo modo, a tese sustenta com mais consistência a pertinência, a utilidade plausível e a coerência formativa do artefato do que a demonstração definitiva de efeitos duradouros sobre práticas concretas de preparação para desastres.

As recomendações para trabalhos futuros decorrem diretamente desses limites e dos aprendizados produzidos. No plano do artefato, novos ciclos de desenvolvimento devem aprofundar usabilidade, acessibilidade operacional, experiência em dispositivos móveis, refinamento do *onboarding*, inteligibilidade dos comandos, redução de fricções ao longo da progressão e mecanismos de retenção. Nesse processo, o avanço e a crescente acessibilidade de ferramentas de inteligência artificial também abrem possibilidades promissoras, tanto para apoiar etapas de prototipação, refinamento de interface e expansão de conteúdo quanto para explorar formas de personalização da experiência, com *feedbacks* mais adaptativos, trilhas de aprendizagem mais responsivas e ajustes mais dinâmicos ao perfil e ao desempenho dos usuários. No plano investigativo, mostram-se promissoras pesquisas que comparem versões do jogo, testem alterações específicas de interface, jogabilidade e usabilidade, examinem diferenças entre perfis de usuários e dispositivos e investiguem, com maior profundidade, retenção do conhecimento, mudança na percepção do risco, transferência para contextos extrajogo e aplicação da solução a outros públicos e tipos de desastre. Também se mostra relevante investigar, em estudos futuros, de que modo recursos baseados em inteligência artificial podem ampliar a efetividade educativa, a adaptação da experiência e a permanência

dos participantes, sem comprometer a clareza pedagógica, a acessibilidade e a coerência do artefato.

Em síntese, esta tese demonstra que a educação para desastres pode ser abordada de forma fecunda por meio de artefatos gamificados quando estes são concebidos com rigor pedagógico, aderência ao problema e avaliação empírica de suas condições reais de uso. Seu principal avanço, contudo, está em responder a uma lacuna científica específica: em um campo no qual predominam jogos orientados à resposta, à simulação e ao treinamento de públicos profissionais, a pesquisa propõe e avalia uma solução gamificada voltada à preparação cidadã, à ênfase preventiva e ao engajamento de usuários não especializados no contexto brasileiro. Mais do que apresentar um jogo, o estudo entrega uma instanciación desenvolvida e analisada criticamente e, com ela, produz conhecimento sobre como conceber, fundamentar e avaliar artefatos educacionais gamificados dirigidos a cidadãos em contextos de risco hidrometeorológico recorrente. Dessa forma, a tese responde de modo consistente à pergunta de pesquisa, atende ao objetivo geral e aos objetivos específicos propostos e oferece bases teórico-metodológicas, projetuais e aplicadas para o avanço da educação para desastres e da preparação cidadã no contexto brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ABT, Clark C. **Serious Games**. New York: Viking Press, 1970.
- ACHATZ, Gerhard *et al.* Terror and disaster surgical care: training experienced trauma surgeons in decision making for a MASCAL situation with a tabletop simulation game. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery**, v. 46, n. 4, p. 717–724, 1 ago. 2020.
- ADGER, W. Neil. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 268–281, ago. 2006.
- AGÊNCIA BRASIL. **Região Serrana, 10 anos após tragédia, sediará governo do Rio**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-01/regiao-serrana-10-anos-apos-tragedia-sediara-governo-do-rio?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 28 maio. 2026.
- AGRESTI, Alan. **Statistical Methods for the Social Sciences**. 5ª ed. ed. Flórida: Pearson, 2018.
- AKEN, Joan E. van. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219–246, 10 mar. 2004.
- ALDUNATE, Roberto; NAVARRO, Cesar; MARTIN, Daniel San. Video Game-Based Platform To Improve Decision Making During Response To Large Scale Natural Disasters. **INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH**, v. 8, n. 10, 2019.
- ALVAREZ, Julian *et al.* A Formal Approach to Distinguish Games, Toys, Serious Games and Toys, Serious Repurposing and Modding, and Simulators. **IEEE Transactions on Games**, v. 15, n. 3, p. 399–410, set. 2023.
- AMARAL, Gabriel Corrêa *et al.* Official and unofficial data supporting disaster risk management in medium-sized cities. **Natural Hazards Research**, v. 3, n. 1, p. 89–96, mar. 2023.
- ANDREWS, Talbot M.; DELTON, Andrew W.; KLINE, Reuben. High-risk high-reward investments to mitigate climate change. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 10, p. 890–894, 1 out. 2018.
- ARAKAWA, Toshiya; YAMADA, Ayato; SUGIMORI, Junko. Development and Evaluation of a Game to Foster Sustainable Self-Help and Mutual Help Education for Disaster Prevention. **Sustainability**, v. 16, n. 19, p. 8375, 26 set. 2024.
- ARRIGHI, Julie; WALKER, Grady. Participatory Video and Games for a New Climate. **Leonardo**, v. 47, n. 5, p. 508, 1 ago. 2014.
- ASENDORPF, Jens B. *et al.* Reducing bias due to systematic attrition in longitudinal studies: The benefits of multiple imputation. **International Journal of Behavioral Development**, v. 38, n. 5, p. 453–460, 3 set. 2014.

- ASGARY, Ali *et al.* Road to Resettlement: Understanding Post-disaster Relocation and Resettlement Challenges and Complexities Through a Serious Game. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 15, n. 4, p. 521–535, 19 ago. 2024.
- BABBIE, Earl. **The practice of social research**. 15. ed. ed. Boston: Cengage Learning, 2020.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 5a ed. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BERKES, Fikret; ROSS, Helen. Community Resilience: Toward an Integrated Approach. **Society & Natural Resources**, v. 26, n. 1, p. 5–20, jan. 2013.
- BERTAZZO, Tábara Rejane *et al.* Coordination mechanisms in humanitarian operations management: A conceptual model of a simulator and a proposal for a humanitarian logistics game. **Gestao e Producao**, v. 25, n. 2, p. 219–232, 1 abr. 2018.
- BIRKMANN, J. *et al.* Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. **Natural Hazards**, v. 67, n. 2, p. 193–211, 17 jun. 2013.
- BOGDAN, Evalyna; COTTAR, Shaierree. A Serious Role-Playing Game as a Pedagogical Innovation to Strengthen Flood Resilience. **IEEE Technology and Society Magazine**, v. 41, n. 3, p. 98–100, 1 set. 2022.
- BOOTH, Laura *et al.* Simulating synergies between climate change adaptation and disaster risk reduction stakeholders to improve management of transboundary disasters in Europe. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 49, 1 out. 2020.
- BOYLE, Elizabeth A. *et al.* An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. **Computers and Education**, v. 94, p. 178–192, 1 mar. 2016.
- BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Portaria MDR nº 260, de 2 de fevereiro de 2022**. Brasília: [S.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/secretaria-nacional-de-protecao-e-defesa-civil/Portaria260e3646consolidao_.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77–101, 21 jan. 2006.
- CAROCA, Jaime *et al.* Epistemic video game for education in wildfire response: a pilot study. **Int. J. Technology Enhanced Learning**, v. 11, n. 3, p. 247–258, 2019.
- CATEDRILLA, Gene Marck B. *et al.* An android-based mobile educational game for disaster preparedness: an input to risk reduction management. **Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science**, v. 22, n. 2, p. 936–943, 1 abr. 2021.
- CAUCHICK-MIGUEL, Paulo Augusto. **Metodologia Científica para Engenharia**. Rio de Janeiro : Elsevier, 2019.
- CAU/SC, CONSELHO DE ARQUITETURA E. URBANISMO DE SANTA CATARINA. **10 anos da tragédia do Vale do Itajaí: o que aprendemos?** Disponível em: <<https://www.causc.gov.br/noticias/10-anos-da-tragedia-do-vale-do-itajai-o-que-aprendemos/>>. Acesso em: 28 maio. 2026.

CEPED, CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL *et al.* **Resiliência e Risco de Desastres: um Guia para Atuação Municipal**. Disponível em: <https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2022/04/Guia_VF.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2026.

CHEN, Peng; ZHANG, Jiquan; SUN, Yingyue. Research on Emergency Rescue of Urban Flood Disaster Based on Wargame Simulation. **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, v. 46, n. 10, p. 1677–1687, 1 out. 2018.

CHEW, Keng Sheng *et al.* Tutorless board game as an alternative to tabletop exercise for disaster response training: perception of interaction engagement and behavioral intention. **BMC Medical Education**, v. 23, n. 1, p. 432, 12 jun. 2023.

COHEN, Jacob. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2. ed. New York: Routledge, 2013.

COHEN, Jacob *et al.* **Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences**. 3. ed. Mahwah, New Jersey: Routledge, 2013.

CONNOLLY, Thomas M. *et al.* A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. **Computers and Education**, v. 59, n. 2, p. 661–686, 2012.

CONTE, Thomas. A Natural Disaster Framed Common Pool Resource Game Yields No Framing Effects Among Mongolian Pastoralists. **Human Ecology**, v. 50, n. 2, p. 259–271, 1 abr. 2022.

CRED, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. **2024 Disasters in Numbers**. Brussels, Belgium, 2025. Disponível em: <https://files.emdat.be/reports/2024_EMDAT_report.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025

CRONBACH, Lee J. Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297–334, 1 set. 1951.

CROOKALL, David. Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline. **Simulation & Gaming**, v. 41, n. 6, p. 898–920, 6 dez. 2010.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Flow: The Psychology of Optimal Experience**. . New York: Harper & Row., 1990.

CUTTER, Susan L.; BURTON, Christopher G.; EMRICH, Christopher T. Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions. **Journal of Homeland Security and Emergency Management**, v. 7, n. 1, 4 jan. 2010.

D'AMICO, Alessandro *et al.* A non-immersive virtual reality serious game application for flood safety training. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 96, p. 103940, out. 2023.

DE ALMEIDA, Lutiane Queiroz; WELLE, Torsten; BIRKMANN, Jörn. Disaster risk indicators in Brazil: A proposal based on the world risk index. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 17, p. 251–272, ago. 2016.

DE RUITER, Marleen Carolijn; COUASNON, Anaïs; WARD, Philip James. Breaking the Silos: An online serious game for multi-risk disaster risk reduction (DRR) management. **Geoscience Communication**, v. 4, n. 3, p. 383–397, 2021.

DEBORTOLI, Nathan S. *et al.* An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. **Natural Hazards**, v. 86, n. 2, p. 557–582, 4 mar. 2017.

DETHRIDGE, Lisa; QUINN, Brian. Realtime emergency communication in virtual worlds. **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, v. 7, n. 1, p. 26–39, 2016.

DEWEY, John. **Experience and education**. Reprint ed. New York: Free Press, 2003.

DILLEY, Maxx *et al.* **Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis**. Washington, DC: The World Bank, 2005.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design Science Research: Método de Pesquisa para avanço da ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DUCATTI, Ana Paula Silva *et al.* Games for humanitarian logistics and disaster management: a systematic review. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 15, n. 2, 4 set. 2025.

FEIZIZADEH, Bakhtiar; ADABIKHOSH, Seyed Javad; PANAHI, Soodabe. A Scenario-Based and Game-Based Geographical Information System (GIS) Approach for Earthquake Disaster Simulation and Crisis Mitigation. **Sustainability**, v. 15, n. 14, p. 11131, 17 jul. 2023.

FIELD, Andy. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. 6. ed. London: SAGE Publications, 2024.

FLEMING, K. *et al.* The use of serious games in engaging stakeholders for disaster risk reduction, management and climate change adaption information elicitation. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 49, 1 out. 2020.

FOLKE, Carl. Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 253–267, ago. 2006.

FOSTER, Harold D. Construction and Reconstruction. *In*: **Disaster Planning**. New York: Springer, 1980. p. 235–254.

FREDRICKSON, Barbara L. The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. **American Psychologist**, v. 56, n. 3, p. 218–226, mar. 2001.

G1. **Chuva que caiu em 24 horas no Litoral Norte foi o maior registro da história do Brasil**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2023/02/20/chuva-que-caiu-em-24-horas-no-litoral-norte-foi-o-maior-registro-da-historia-diz-governo-de-sao-paulo.ghtml>>. Acesso em: 23 nov. 2025.

G1. **Sobe para 85 o número de mortos após enchentes que atingem o RS**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/06/temporais-rs-mortes-06-05-noite.ghtml>>. Acesso em: 23 nov. 2025.

GEE, J. P. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2003.

GOMEZ, Manuel J. *et al.* Modeling persistence behavior in serious games: A human-centered approach using in-game and text replays. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 204, p. 103601, out. 2025.

GUHA-SAPIR, D.; BELOW, R.; HOYOIS, P. **EM-DAT: Banco de Dados Internacional de Desastres**. Brussels, Belgium, 2015. Disponível em: <<http://www.emdat.be/>>. Acesso em: 27 abr. 2025

HEVNER, Alan R. *et al.* Design Science in Information Systems Research. **Management Information Systems Quarterly**, v. 28, n. 1, 2004.

HIGGINS, Julian P. T. *et al.* Assessing risk of bias in a randomized trial. In: **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2019. v. 6.5.

HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, n. 1, p. 1–23, nov. 1973.

HOSSEINI, Mohsen Masoumian *et al.* Game-based vs. Case-based Training for Increasing Knowledge and Behavioral Fluency of Nurse Students Regarding Crisis and Disaster Management; a Quasi-Experimental Study. **Archives of Academic Emergency Medicine**, v. 10, n. 1, 2022.

HOWELL, David C. ... **Statistical methods for psychology**. 17. ed. Wadsworth: Cengage Learning, 2010.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021 – The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

JARVIS, Peter. **Adult Learning in the Social Context**. London: Routledge, 2012.

KANKANAMGE, Nayomi *et al.* How can gamification be incorporated into disaster emergency planning? A systematic review of the literature. **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, v. 11, n. 4, p. 481–506, 26 ago. 2020.

KEATING, Adriana *et al.* Disaster resilience: what it is and how it can engender a meaningful change in development policy. **Development Policy Review**, v. 35, n. 1, p. 65–91, 5 jan. 2017.

KERLOW, Isaac; PEDREROS, Gabriela; ALBERT, Helena. Earth Girl Volcano: Characterizing and conveying volcanic hazard complexity in an interactive casual game of disaster preparedness and response. **Geoscience Communication**, v. 3, n. 2, p. 343–364, 2020.

KLEIN, Michael G.; JACKSON, Peter L.; MAZEREEUW, Miho. Teaching humanitarian logistics with the Disaster Response Game. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v. 20, n. 3, p. 158–169, 1 jul. 2022.

KOLB, David. **Experiential learning: Experience As The Source Of Learning And Development**. Englewood Cliffs, Nova Jersey: Prentice Hall, 1984.

KOMORI, Kenichiro *et al.* QR HUG: A Study on the Development of a Game to Manage a Shelter Using QR Codes. **Simulation and Gaming**, v. 50, n. 5, p. 494–508, 1 out. 2019.

KREMER, Lynn *et al.* Using serious gaming to explore how uncertainty affects stakeholder decision-making across the science-policy divide during disasters. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 51, 1 dez. 2020.

KRIPPENDORFF, Klaus. **Content Analysis: An Introduction to Its Methodology**. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 : SAGE Publications, Inc., 2019.

LAVE, Jean.; WENGER, Etienne. **Situated learning : legitimate peripheral participation**. New York: Cambridge University Press, 2009.

LE DÉ, Loïc *et al.* Fostering Children's Participation in Disaster Risk Reduction Through Play: A Case Study of LEGO and Minecraft. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 12, n. 6, p. 867–878, 1 dez. 2021.

LEIRAS, Adriana *et al.* Literature review of humanitarian logistics research: trends and challenges. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 4, n. 1, p. 95–130, 6 maio 2014.

LEIRAS, Adriana *et al.* **Logística Humanitária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

LUKOSCH, Heide; COMES, Tina. Gaming as a research method in humanitarian logistics. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 9, n. 3, p. 352–370, 5 dez. 2019.

MARAHATTA, Deepak; GHIMIRE, Jiwnath; POPLIN, Alenka. Designing and Evaluating Games for Landslides, Earthquakes, and Fires: Lesson Learned from Schools in Nepal. **Sustainability**, v. 16, n. 23, p. 10296, 25 nov. 2024.

MAXIM, Raluca Ionela; ARNEDO-MORENO, Joan. Identifying Key Principles and Commonalities in Digital Serious Game Design Frameworks: Scoping Review. **JMIR Serious Games**, v. 13, p. e54075, 5 mar. 2025.

MCDONALD, Roderick P. **Test Theory: A Unified Treatment**. 1. ed. New York: Psychology Press, 2013.

MICHAEL, David; CHEN, Sande. **Serious Games : Games That Educate, Train, and Inform**. 1. ed. Boston: Cengage Learning PTR, 2005.

MOKHTAR, Nursyahida; ISMAIL, Amirah; MUDA, Zurina. APPLYING SERIOUS GAME ELEMENTS TO ENHANCE FLOOD SAFETY TRAINING MANAGEMENT 1. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v. 31, p. 24, 2021.

MONTGOMERY, Douglas C. ..; RUNGER, George C. .. **Applied statistics and probability for engineers**. 7. ed. Hoboken, Nova Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2014.

MOSSOUX, S. *et al.* Hazagora: Will you survive the next disaster?-A serious game to raise awareness about geohazards and disaster risk reduction. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 16, n. 1, p. 135–147, 18 jan. 2016.

MUELLER, Sonja *et al.* MANTRA: development and localization of a mobile educational health game targeting low literacy players in low and middle income countries. **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, 28 jul. 2020.

MULLIN, Erin; MILBURN, Ashlea Bennett. Logistics to the rescue: An elementary introduction to planning in disaster response decision environments. **INFORMS Transactions on Education**, v. 21, n. 3, p. 152–159, 1 maio 2021.

MUSACCHIO, G. *et al.* Education: Can a bottom-up strategy help for earthquake disaster prevention? **Bulletin of Earthquake Engineering**, v. 14, n. 7, p. 2069–2086, 1 jul. 2016.

NAEEMI, Peyman *et al.* Pandemic resilience serious game: crafting an educational strategy board game. **Journal of Public Health**, 2 jul. 2024.

NORMAN, Donald A. .. **The design of everyday things**. [S.l.]: Basic Books, 2013.

NUSSBAUM, Martha C. .. **Upheavals of thought : the intelligence of emotions**. 8. ed. New York: Cambridge University Press, 2008.

OLIVARES-RODRÍGUEZ, Cristian *et al.* Costa Resiliente: A Serious Game Co-Designed to Foster Resilience Thinking. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 24, 1 dez. 2022.

OLSON, Richard S. *et al.* From Disaster Risk Reduction to Policy Studies: Bridging Research Communities. **Natural Hazards Review**, v. 21, n. 2, maio 2020.

ONENCAN, Abby Muricho; VAN DE WALLE, Bartel. From Paris Agreement to action: Enhancing climate change familiarity and situation awareness. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 6, 1 jun. 2018.

ÖZPOLAT, Koray *et al.* Engaging donors in smart compassion: USAID CIDI's Greatest Good Donation Calculator. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 5, n. 1, p. 95–112, 7 abr. 2015.

PACHECO-VELAZQUEZ, Ernesto; RAMIREZ MONTOYA, Maria Soledad; SALINAS-NAVARRO, David. Serious Games and Experiential Learning: Options for Engineering Education. **International Journal of Serious Games**, v. 10, n. 3, p. 3–21, 4 set. 2023.

PAGE, Matthew J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **International Journal of Surgery**, v. 88, p. 105906, abr. 2021.

PARDEDE, D. L. C. *et al.* Animating cows to follow player. **Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 12, n. 8, p. 2189–2193, 2017.

PEFFERS, Ken *et al.* A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45–77, 8 dez. 2007.

PELLING, Mark. **Adaptation to Climate Change: From Resilience to Transformation**. New York: Routledge, 2010.

PILLAI, Kovalen *et al.* Emergency preparedness through game playing. **Environmental Hazards**, v. 18, n. 1, p. 43–61, 1 jan. 2019.

PURNAMA SARI, Rati; WINDRA DONI, Alsri; MAISARAH, Ira. Development of “Moroca” as a Learning Media for Reproductive Health Services in Disaster Situations. **Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences**, v. 19, n. 2, p. 145–150, 2023.

RADIANTI, Jaziar; LAZREG, Mehdi Ben; GRANMO, Ole Christoffer. Fire simulation-based adaptation of SmartRescue App for serious game: Design, setup and user experience. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 46, p. 312–325, 1 nov. 2015.

RAO, Smitha *et al.* Social and structural vulnerabilities: Associations with disaster readiness. **Global Environmental Change**, v. 78, p. 102638, jan. 2023.

RAUNER, Marion S. *et al.* A policy management game for mass casualty incidents: an experimental study. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, v. 28, n. 1–2, p. 336–365, 1 jun. 2016.

RIDDER, N. N. *et al.* Increased occurrence of high impact compound events under climate change. **npj Climate and Atmospheric Science**, v. 5, n. 1, p. 3, 12 jan. 2022.

RISMAYANI *et al.* Fundamental Design of Flood Management Educational Games Using Virtual Reality Technology. **International journal of online and biomedical engineering**, v. 18, n. 3, p. 19–32, 2022.

ROGERS, Scott. **Level up um guia para o design de grandes jogos**. São Paulo: Blucher, 2013.

ROGERS, Yvonne.; PREECE, Jenny.; SHARP, Helen. **Interaction design**. [S.l.]: Wiley ; John Wiley [distribuidor], 2011.

ROZENFELD, Henrique. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos : uma referência para a melhoria do processo**. [S.l.]: Editora Saraiva, 2007.

RUBIN, Claire B. Long Term Recovery from Disasters: The Neglected Component of Emergency Management. **Journal of Homeland Security and Emergency Management**, v. 6, n. 1, 6 jul. 2009.

SATO, Takeshi *et al.* Sustainable community development for disaster resilience and human resources development for disaster risk reduction – growth and community contribution of the katahira children’s board for community development. **Journal of Disaster Research**, v. 15, n. 7, p. 931–942, 2020.

SAVI, Rafael; WANGENHEIM, Christiane Gresse von; BORGATTO, Adriano Ferreti. A Model for the Evaluation of Educational Games for Teaching Software Engineering. *In*: IEEE, set. 2011.

SEDDIG, Giovanna Luise Maximino *et al.* The Role of Prior Disaster Experience in Shaping Risk Perception and Preparedness in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, 13 fev. 2026.

SERMET, Yusuf; DEMIR, Ibrahim; MUSTE, Marian. A serious gaming framework for decision support on hydrological hazards. **Science of the Total Environment**, v. 728, 1 ago. 2020.

SHAW, Rajib.; IZUMI, Takako. **Civil Society Organization and Disaster Risk Reduction**. Tokyo: Springer Japan, 2014.

SOLARINO, Stefano *et al.* What scientific information on the seismic risk to non-structural elements do people need to know? **Annals of Geophysics**, v. 63, p. 1–16, 2020a.

SOLARINO, Stefano *et al.* Playing games for risk prevention: Design, implementation and testing of serious games in recent european projects UPStrat-MAFA and knowRISK. **Annals of Geophysics**, v. 63, 2020b.

SOLARINO, Stefano *et al.* Inundation: A Gaming App for a Sustainable Approach to Sea Level Rise. **Sustainability**, v. 16, n. 18, p. 7987, 12 set. 2024.

SOLINSKA-NOWAK, Aleksandra *et al.* An overview of serious games for disaster risk management – Prospects and limitations for informing actions to arrest increasing risk. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 31, p. 1013–1029, 1 out. 2018.

SPIERS, Samantha *et al.* Modelling attrition and nonparticipation in a longitudinal study of prostate cancer. **BMC Medical Research Methodology**, v. 18, n. 1, p. 60, 20 dez. 2018.

SUAREZ, Pablo. Rethinking engagement: Innovations in how humanitarians explore geoinformation. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 4, n. 3, p. 1729–1749, 1 set. 2015.

SUSI, Tarja; JOHANNESSON, Mikael; BACKLUND, Per. Serious Games-An Overview. 2007.

SWEETSER, Penelope *et al.* GameFlow in Different Game Genres and Platforms. **Computers in Entertainment**, v. 15, n. 3, p. 1–24, 5 abr. 2017.

TENA-CHOLLET, Florian *et al.* Training decision-makers: Existing strategies for natural and technological crisis management and specifications of an improved simulation-based tool Training decision-makers: Existing strategies for natural and technological crisis management and specifications of an im-proved simulation-based tool Training decision-makers: existing strategies for natural and technological crisis management and specifications of an improved simulation-based tool. **Safety Science**, v. 97, p. 144–153, 2016.

TOMASZEWSKI, Brian *et al.* Supporting disaster resilience spatial thinking with serious GeoGames: Project Lily Pad. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 6, 1 jun. 2020.

TOYODA, Yusuke. A Framework of Simulation and Gaming for Enhancing Community Resilience Against Large-Scale Earthquakes: Application for Achievements in Japan. **Simulation and Gaming**, v. 51, n. 2, p. 180–211, 1 abr. 2020.

TOYODA, Yusuke; TANWATTANA, Puntita. Extracting local disaster knowledge through gamification in a flood management model community in Thailand. **Progress in Disaster Science**, v. 20, p. 100294, dez. 2023.

TSAI, Meng Han *et al.* Game-based education for disaster prevention. **AI and Society**, v. 30, n. 4, p. 463–475, 22 nov. 2015.

TSAI, Meng Han *et al.* Exploring the effects of a serious game-based learning package for disaster prevention education: The case of Battle of Flooding Protection. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 43, 1 fev. 2020.

TZIOU TZIOS, Dimitrios *et al.* Serious gaming for Natech Risk Awareness: Introducing EGNARIA. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 115, p. 105080, dez. 2024.

ULRICH, Karl T. ..; EPPINGER, Steven D. .. **Product design and development**. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 2016.

UNDRR, United Nations Office For Disaster Risk Reduction. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030**. Geneva, 2015. Disponível em: <<https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>>. Acesso em: 28 jul. 2024

UNDRR, United Nations Office For Disaster Risk Reduction. **Hazard Definition & Classification Review: Technical Report**. Geneva, Switzerland, 2020. Disponível em: <<https://www.undrr.org/publication/hazard-definition-and-classification-review-technical-report>>. Acesso em: 2 mar. 2025

UNDRR, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2023: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future**. Geneva, 2023. Disponível em: <<https://www.undrr.org/gar>>. Acesso em: 11 nov. 2025

VAN WASSENHOVE, L. N. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. **Journal of the Operational Research Society**, v. 57, n. 5, p. 475–489, 21 maio 2006.

VENABLE, John; PRIES-HEJE, Jan; BASKERVILLE, Richard. FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research. **European Journal of Information Systems**, v. 25, n. 1, p. 77–89, 19 jan. 2016.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes**. London: Harvard University Press., 1978.

WANG, Peiyin *et al.* Frameworks, methods and indicators for evaluating serious games in nursing education: a scoping review. **Nurse Education in Practice**, v. 87, p. 104448, ago. 2025.

WEYRICH, Philippe *et al.* Using serious games to evaluate the potential of social media information in early warning disaster management. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 56, p. 102053, abr. 2021.

WILLIAM, Linda *et al.* Extendable Board Game to Facilitate Learning in Supply Chain Management. **Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal**, v. 3, n. 4, p. 99–111, 2018.

WOLF-FORDHAM, Susan B.; TWYMAN, Janet S.; HAMAD, Charles D. Educating first responders to provide emergency services to individuals with disabilities. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**, v. 8, n. 6, p. 533–540, 7 nov. 2014.

WOUTERS, Pieter *et al.* A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. **Journal of Educational Psychology**, v. 105, n. 2, p. 249–265, 2013.

XU, Yanan; DAI, Yunhai. Immersive Disaster Training Schema Based on Team Role-Playing. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 19, 1 out. 2022.

ZEILER, Michael *et al.* Game Design, Effectiveness, and Implementation of Serious Games Promoting Aspects of Mental Health Literacy Among Children and Adolescents: Systematic Review. **JMIR Mental Health**, v. 12, p. e67418, 5 maio 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A: JOGOS INCLUÍDOS A REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Authors	Title	Year	Game	Game Intervention
1. Arrighi, Walker	Participatory Video and <i>Games</i> for a New Climate	2014	Ready!	Disaster preparedness ideas.
2. Wolf-Fordham <i>et al.</i>	Educating first responders to provide emergency services to individuals with disabilities	2014	Rescue-D	Emergency response for people with disabilities.
3. Özpolat <i>et al.</i>	Engaging donors in smart compassion: USAID CIDI's Greatest Good Donation Calculator	2015	Greatest Good Donation Calculator	Monetary vs. material donations.
4. Radianti <i>et al.</i>	Fire simulation-based adaptation of SmartRescue App for <i>serious game</i> : Design, setup and user experience	2015	Disaster in my Backyard <i>Game</i>	Search and rescue simulation.
5. Suarez	Rethinking engagement: Innovations in how humanitarians explore geoinformation	2015	UpRiver	Flood prediction and preparedness.
6. Tsai <i>et al.</i>	Exploring the effects of a <i>serious game</i> -based learning package for disaster prevention education: The case of Battle of Flooding Protection	2015	Water <i>Game</i>	Flood management and mitigation.
7. Dethridge, Quinn	Realtime emergency communication in virtual worlds	2016	Second Life	Emergency scenario training.
8. Mossoux <i>et al.</i>	Hazagora: Will you survive the next disaster? A <i>serious game</i> to raise awareness about geohazards and disaster risk reduction	2016	Hazagora	Community resilience to geological hazards.
9. Rauner <i>et al.</i>	A policy management <i>game</i> for mass casualty incidents: an experimental study	2016	AMP-Management <i>Game</i>	Emergency medical training and resource planning.
10. Musacchio <i>et al.</i>	Education: Can a bottom-up strategy help for earthquake disaster prevention?	2016	Treme-Treme	Earthquake safety for children.
11. Tena-Chollet <i>et al.</i>	Training decision-makers: Existing strategies for natural and technological crisis management and specifications of an improved simulation-based tool	2016	Name not mentioned	Decision-making, communication, and coordination in crises.
12. Pardede <i>et al.</i>	Animating cows to follow player	2017	Name not mentioned	Volcanic eruption mitigation education.
13. Andrews <i>et al.</i>	High-risk high-reward investments to mitigate climate change	2018	Climate <i>Game</i>	Decision-making in climate change.

14. Bertazzo <i>et al.</i>	Coordination mechanisms in humanitarian operations management: A conceptual model of a simulator and a proposal for a humanitarian logistics <i>game</i>	2018	Name not mentioned	Decision-making in disaster contexts.
15. Chen <i>et al.</i>	Research on Emergency Rescue of Urban Flood Disaster Based on Wargame Simulation	2018	Wargame-based Simulation	Urban disaster management training.
16. Onencan & Van de Walle	From Paris Agreement to action: Enhancing climate change familiarity and situation awareness	2018	Nzoia WeShareIt	Climate risk awareness for policymakers.
17. Pillai	Emergency preparedness through <i>game</i> playing	2018	Name not mentioned	Disaster education and preparedness.
18. William <i>et al.</i>	Extendable board <i>game</i> to facilitate learning in supply chain management	2018	ThinkLog	Optimizing disaster relief logistics.
19. Aldunate <i>et al.</i>	Video <i>game</i> -based platform to improve decision making during response to large scale natural disasters	2019	Disaster Management Video <i>Game</i>	Decision-making in disasters.
20. Caroca <i>et al.</i>	Epistemic video <i>game</i> for education in wildfire response: A pilot study	2019	Epistemic video <i>game</i>	Disaster risk management education.
21. Komori <i>et al.</i>	QR HUG: A Study on the Development of a <i>Game</i> to Manage a Shelter Using QR Codes	2019	HUG e QR HUG	Shelter management training.
22. Lukosch, Comes	Gaming as a research method in humanitarian logistics	2019	PLAITRA	Humanitarian logistics processes.
23. Achatz <i>et al.</i>	Terror and disaster surgical care: training experienced trauma surgeons in decision making for a MASCAL situation with a tabletop simulation <i>game</i>	2020	TDSC	Hospital management of multi-casualty incidents.
24. Booth <i>et al.</i>	Simulating synergies between climate change adaptation and disaster risk reduction stakeholders to improve management of transboundary disasters in Europe	2020	RAMSETE I, II, III	Stakeholder interactions and collective decision-making.
25. Fleming <i>et al.</i>	The use of <i>serious games</i> in engaging stakeholders for disaster risk reduction, management and climate change adaption information elicitation	2020	RAMSETE	Climate adaptation and disaster risk reduction.
26. Kerlow <i>et al.</i>	Earth Girl Volcano: Characterizing and conveying volcanic hazard complexity in an interactive casual <i>game</i> of disaster preparedness and response	2020	Earth Girl Volcano	Awareness and resilience to volcanic hazards.
27. Kremer <i>et al.</i>	Using serious gaming to explore how uncertainty affects stakeholder decision-making across the science-policy divide during disasters	2020	ESpresso	Crisis decision-making simulation.
28. Mueller <i>et al.</i>	MANTRA: development and localization of a mobile educational health <i>game</i> targeting low literacy players in low and middle income countries	2020	MANTRA	Health and geological hazard education.
29. Sato <i>et al.</i>	Sustainable community development for disaster resilience and human resources development for disaster	2020	DRRTHG	Resilience and disaster mitigation awareness.

	risk reduction – growth and community contribution of the katahira children’s board for community development			
30. Sermet <i>et al.</i>	A serious gaming framework for decision support on hydrological hazards	2020	Multi-Hazard Tournament.	Community mitigation decision-making.
31. Solarino Ferreira <i>et al.</i>	What scientific information on the seismic risk to non-structural elements do people need to know?	2020	Do it right: be safer!	Mitigation of non-structural earthquake risks.
32. Solarino Musacchio <i>et al.</i>	Playing <i>games</i> for risk prevention: Design, implementation and testing of <i>serious games</i> in recent european projects UPStrat-MAFA and knowRISK	2020	Treme-Treme; Do it right: be safer!; Find the difference: be safer!	Earthquake preparedness education.
33. Tomaszewski <i>et al.</i>	Supporting disaster resilience spatial thinking with serious GeoGames: Project Lily Pad	2020	Project Lily Pad.	Disaster resilience and GIS skills.
34. Toyoda	A Framework of Simulation and Gaming for Enhancing Community Resilience Against Large-Scale Earthquakes: Application for Achievements in Japan	2020	Hinanjo Unei; Crossroad; Evacuation Simulation Training; Saske-Nable.	Evacuation and shelter management.
35. Tsai <i>et al.</i>	<i>Game</i> -based education for disaster prevention	2020	Battle of Flooding Protection.	Disaster prevention and citizen action.
36. Catedrilla <i>et al.</i>	An android-based mobile educational <i>game</i> for disaster preparedness: an input to risk reduction management	2021	Rules of Disaster.	Disaster awareness and preparedness.
37. De Ruiter <i>et al.</i>	Breaking the Silos: An online <i>serious game</i> for multi-risk disaster risk reduction (DRR) management	2021	Breaking the Silos	Understanding disaster management complexities.
38. Le Dé <i>et al.</i>	Fostering Children’s Participation in Disaster Risk Reduction Through Play: A Case Study of LEGO and Minecraft	2021	LEGO; Minecraft	Disaster risk reduction for children.
39. Mokhtar <i>et al.</i>	Applying <i>serious game</i> elements to enhance flood safety training management	2021	Flood Safety Training <i>Game</i>	Flood preparedness and safety.
40. Mullin, Milburn	Logistics to the rescue: An elementary introduction to planning in disaster response decision environments	2021	Logistics to the Rescue.	Introduce search and rescue concepts and planning at various stages.
41. Weyrich <i>et al.</i>	Using <i>serious games</i> to evaluate the potential of social media information in early warning disaster management	2021	SANYCaRE	Decision-making in emergencies and social media use.
42. Bogdan, Cottar	A Serious Role-Playing <i>Game</i> as a Pedagogical Innovation to Strengthen Flood Resilience	2022	Flood Resilience Challenge	Increase flood resilience.
43. Conte	A Natural Disaster Framed Common Pool Resource <i>Game</i> Yields No Framing Effects Among Mongolian Pastoralists	2022	Common Pool Resource <i>Game</i>	Resource management in disasters.
44. Hosseini <i>et al.</i>	<i>Game</i> -based vs. Case-based Training for Increasing Knowledge and Behavioral Fluency of Nurse Students Regarding Crisis and Disaster Management; a Quasi-Experimental Study	2022	Name not mentioned	Crisis management training for nursing students.
45. Klein <i>et al.</i>	Teaching humanitarian logistics with the Disaster Response <i>Game</i>	2022	Disaster Response <i>Game</i>	Coordination and logistics in disasters.

46. Olivares-Rodríguez <i>et al.</i>	Costa Resiliente: A <i>Serious game</i> Co-Designed to Foster Resilience Thinking	2022	Costa Resiliente	Coastal community resilience.
47. Rismayani <i>et al.</i>	Fundamental Design of Flood Management Educational <i>Games</i> Using Virtual Reality Technology	2022	Flood Disaster Management Simulation	VR training in flood disaster management.
48. Xu & Dai	Immersive Disaster Training Schema Based on Team Role-Playing	2022	VR and role-playing	Decision-making in disasters.
49. Chew <i>et al.</i>	Tutorless board <i>game</i> as an alternative to tabletop exercise for disaster response training: perception of interaction engagement and behavioral intention	2023	SMARTriage	Disaster response training for medical students.
50. D'Amico <i>et al.</i>	A non-immersive virtual reality <i>serious game</i> application for flood safety training	2023	Name not mentioned	Flood awareness and preparedness.
51. Feizizadeh; Adabikhosh; Panahi,	A Scenario-Based and <i>Game</i> -Based Geographical Information System (GIS) Approach for Earthquake Disaster Simulation and Crisis Mitigation	2023	GISscience	Optimize the effectiveness of rescue teams and crisis management facilities
52. Purnama Sari <i>et al.</i>	Development of “Moroca” as a Learning Media for Reproductive Health Services in Disaster Situations	2023	Moroca	Reproductive health in disasters.
53. Toyoda; Tanwattana	Extracting local disaster knowledge through gamification in a flood management model community in Thailand	2023	Local Disaster Knowledge <i>Game</i>	Extracting local flood management knowledge.
54. Solarino S. <i>et al.</i>	Inundation: A Gaming App for a Sustainable Approach to Sea Level Rise	2024	Inundation	Youth engagement in sea level rise issues.
55. Asgary <i>et al.</i>	Road to Resettlement: Understanding Post-disaster Relocation and Resettlement Challenges and Complexities Through a <i>Serious game</i>	2024	Road to Resettlement	Understanding challenges in resettlement.
56. Arakawa; Sister Yamada; Sugimori.	Development and Evaluation of a <i>Game</i> to Foster Sustainable Self-Help and Mutual Help Education for Disaster Prevention	2024	Name not mentioned	Community education for disaster prevention.
57. Marahatta; Ghimire; Poplin,	Designing and Evaluating <i>Games</i> for Landslides, Earthquakes, and Fires: Lesson Learned from Schools in Nepal	2024	Snakes and Ladders <i>Game</i> for Landslides Awareness Building; Picture Story <i>Game</i> for Fire Safety; Relay <i>Game</i> for Earthquake Awareness	Emergency response training.
58. Naeemi <i>et al.</i>	Pandemic resilience <i>serious game</i> : crafting an educational strategy board <i>game</i>	2024	PRSG	Pandemic decision-making and management.
59. Tzioutzios <i>et al.</i>	Serious gaming for Natech Risk Awareness: Introducing EGNARIA	2024	EGNARIA	Community awareness of Natech accidents.

Fonte: (Achatz et al., 2020; Aldunate; Navarro; Martin, 2019; Andrews; Delton; Kline, 2018; Arakawa; Yamada; Sugimori, 2024; Arrighi; Walker, 2014; Asgary et al., 2024; Bertazzo et al., 2018; Bogdan; Cottar, 2022; Booth et al., 2020; Caroca et al., 2019; Catedrilla et al., 2021; Chen; Zhang; Sun, 2018; Chew et al., 2023; Conte, 2022; D'Amico et al., 2023; De Ruiter; Couasnon; Ward, 2021; Dethridge; Quinn, 2016; Feizizadeh; Adabikhosh; Panahi, 2023; Fleming et al., 2020; Hosseini et al., 2022; Kerlow; Pedreros; Albert, 2020; Klein; Jackson; Mazereeuw, 2022; Komori et al., 2019; Kremer et al., 2020; Le Dé et al., 2021; Lukosch; Comes, 2019; Marahatta; Ghimire; Poplin, 2024; Mokhtar; Ismail; Muda, 2021; Mossoux et al., 2016; Mueller et al., 2020; Mullin; Milburn, 2021; Musacchio et al., 2016; Naeemi et al., 2024; Olivares-Rodríguez et al., 2022; Onencan; Van de Walle, 2018; Özpolat et al., 2015; Pardede et al., 2017; Pillai et al., 2019; Purnama Sari; Windra Doni; Maisarah, 2023; Radianti; Lazreg; Granmo, 2015; Rauner et al., 2016; Rismayani et al., 2022; Sato et al., 2020; Sermet; Demir; Muste, 2020; Solarino et al., 2020a, 2020b, 2024; Suarez, 2015; Tena-Chollet et al., 2016; Tomaszewski et al., 2020; Toyoda, 2020; Toyoda; Tanwattana, 2023; Tsai et al., 2015, 2020; Tzioutzios et al., 2024; Weyrich et al., 2021; William et al., 2018; Wolf-Fordham; Twyman; Hamad, 2014; Xu; Dai, 2022).

APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Dados de identificação

Título do Projeto: Validação do jogo Comunidade Resiliente sobre riscos de chuvas intensas

Pesquisador Responsável: Ana Paula Silva Ducatti

Nome do participante:

Data de nascimento:

R.G.:

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, do projeto de pesquisa “Validação do jogo Comunidade Resiliente sobre riscos de chuvas intensas”, de responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Paula Silva Ducatti.

Leia cuidadosamente o que segue e me pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que consta em duas vias. Uma via pertence a você e a outra ao pesquisador responsável. Em caso de recusa você não sofrerá nenhuma penalidade.

Declaro ter sido esclarecido sobre os seguintes pontos:

1. O trabalho tem por objetivo a utilidade do jogo digital *Comunidade Resiliente* como ferramenta de apoio à educação sobre segurança em situações de chuvas extremas e outros desastres. Busca-se compreender se o jogo contribui para o aprendizado e o desenvolvimento de atitudes que fortalecem a resiliência individual e coletiva frente a esses eventos.

2. A minha participação nesta pesquisa consistirá em interagir com o jogo digital Comunidade Resiliente, desenvolvido com fins educacionais. A atividade será realizada de forma individual, em ambiente virtual, utilizando um computador ou celular com acesso à internet. Durante a interação, serão registradas apenas informações relativas às escolhas feitas no jogo, tempo de uso e etapas concluídas — sem coleta de imagem, vídeo ou áudio. Após a sessão de jogo, será solicitado o preenchimento de um breve questionário online sobre a experiência de uso. A participação é voluntária, não envolve gravações, e poderá ser realizada no local e horário de preferência do(a) participante.

3. Durante a realização da pesquisa, podem ocorrer riscos mínimos, como leve cansaço, frustração ao enfrentar desafios no jogo ou desconforto ao responder ao questionário. Esses

riscos serão reduzidos por meio de liberdade para realizar pausas durante a atividade e garantia de que a participação é totalmente voluntária, podendo ser interrompida a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou penalidade.

4. Ao participar deste estudo, contribuirei para o desenvolvimento e a validação de um jogo educacional voltado à promoção da resiliência frente a desastres naturais. Os participantes poderão se beneficiar diretamente ao ampliar seus conhecimentos sobre segurança, prevenção e tomada de decisão em situações de risco. Indiretamente, a pesquisa contribuirá para a criação de materiais pedagógicos inovadores que poderão ser utilizados em escolas, universidades e comunidades, promovendo a educação para a redução de riscos de desastres.

5. A minha participação neste projeto terá duração estimada em até 1 hora, tempo necessário para jogar e responder aos questionários. Todas as atividades poderão ser realizadas em uma única sessão, sem necessidade de encontros presenciais ou acompanhamento contínuo.

6. Não terei nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderei deixar de participar ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e não sofrerei qualquer prejuízo.

7. Fui informado e estou ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação, no entanto, caso eu tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, serei ressarcido.

8. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de minha participação no estudo, poderei ser compensado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde

9. Meu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a minha privacidade, e se eu desejar terei livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

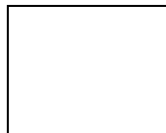
10. Fui informado que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, e que os resultados poderão ser publicados.

11. Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com Ana Paula Silva Ducatti, pesquisador (a) responsável pela pesquisa, telefone: (14) 9967000111, e-mail: anaducatti.ead@unimar.br, com os pesquisadores Irineu de Brito Júnior, e/ou com Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMAR, localizado na Rua **Hygino Muzzy Filho nº1001**, Telefone: 2105-4001, e-mail: cep@unimar.br

Eu, _____, RG nº _____
declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Cidade, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante


Impressão dactiloscópica

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

APÊNDICE C: INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO PRELIMINAR PARA DESENVOLVIMENTO DO JOGO – AVALIAÇÃO TÉCNICO-PEDAGÓGICA

Título do jogo: Comunidade Resiliente

Público-alvo: Agentes da Defesa Civil do Estado de São Paulo e Pesquisadores em *Games*

Objetivo: Promover a resiliência frente a desastres hidrológicos e meteorológicos (chuvas intensas)

Orientações ao Avaliador

O jogo **Comunidade Resiliente** está sendo avaliado por especialistas de áreas diversas (ex: Defesa Civil, Educação, Design de Jogos, Gestão de Riscos). Por isso:

- **Você NÃO precisa responder todos os blocos.**
- Responda apenas os blocos com os quais se sente confortável e possui familiaridade técnica ou profissional.
- Ao final, há um campo aberto para sugestões e comentários gerais.

Identificação

- Área de atuação:

Bloco A – Conteúdo Técnico e Científico

Item	Avaliação (1 = discordo totalmente / 5 = concordo totalmente)
O conteúdo do jogo está tecnicamente correto.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
Os conceitos sobre desastres seguem recomendações da Defesa Civil.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
O jogo promove aprendizado relevante sobre mitigação, preparação, resposta e reconstrução a chuvas intensas.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
O conteúdo está em conformidade com diretrizes do Marco de Sendai.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Bloco B – Adequação Pedagógica

Item	Avaliação
Os objetivos educacionais estão claros e bem definidos.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
A linguagem e abordagem são adequadas ao público adulto.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

O jogo facilita o desenvolvimento de habilidades práticas ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5

Bloco C – Design e Mecânicas do Jogo

Item	Avaliação
A mecânica do jogo é coerente com os objetivos educacionais.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
Os elementos visuais, sonoros e narrativos são adequados e envolventes.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
A interface do jogo é intuitiva e acessível.	

Bloco D – Impacto na Resiliência

Item	Avaliação
O jogo favorece o reconhecimento de riscos associados a chuvas intensas.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
A experiência estimula atitudes preventivas e comportamentos seguros.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
O jogo contribui para desenvolver competências relacionadas à resiliência comunitária.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
O jogo está alinhado aos quatro pilares do Marco de Sendai (compreensão de risco, governança, investimento em redução de risco, preparação e resposta).	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

APÊNDICE D: INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS DO EXPERIMENTO: QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (PRÉ-TESTE)

O questionário diagnóstico é a etapa inicial do experimento com o jogo Comunidade Resiliente. Seu objetivo é identificar o conhecimento prévio dos participantes sobre resiliência comunitária e gestão de desastres, abordando os quatro eixos temáticos do jogo: mitigação, preparação, resposta e recuperação. O questionário é composto por perguntas objetivas e situacionais, projetadas para mapear percepções e conceitos já existentes antes da interação com o jogo.

Início do questionário

Olá! Sou o Agente Antonio, da Defesa Civil.

Antes de começarmos o nosso treinamento, preciso que você responda a algumas perguntas rápidas. Não se preocupe: não há certo ou errado, quero apenas saber o que você já conhece sobre desastres e como tornar nossa comunidade mais preparada. Suas respostas são confidenciais e vão ajudar muito nossa missão.

Pronto? Então vamos começar!

Idade:

- ☐ 18–24 anos
- ☐ 25–34 anos
- ☐ 35–44 anos
- ☐ 45–54 anos
- ☐ 55 anos ou mais

Gênero:

- ☐ Feminino
- ☐ Masculino
- ☐ Prefiro não informar

Cidade e Estado onde mora:

(campo aberto)

Escolaridade:

- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo

- ☐ Ensino superior incompleto
- ☐ Ensino superior completo
- ☐ Pós-graduação (lato ou stricto sensu)

1. O que é resiliência comunitária?

- ☐ Capacidade individual de superar dificuldades pessoais.
- ☐ Capacidade da comunidade de se preparar, resistir e se recuperar de eventos adversos.
- ☐ Capacidade do governo de fornecer auxílio financeiro após desastres.
- ☐ Não sei.

2. Qual das opções não é uma fase da gestão de desastres?

- ☐ Mitigação
- ☐ Preparação
- ☐ Exploração
- ☐ Resposta

3. *Mitigação*

Assinale a alternativa que melhor representa uma ação de mitigação:

- ☐ Organizar simulações de evacuação.
- ☐ Construir muros de contenção para evitar deslizamentos.
- ☐ Distribuir cestas básicas após enchentes.
- ☐ Elaborar plano de resposta a desastres.

4. *Preparação*

Um exemplo de ação de preparação é:

- ☐ Plantar árvores para estabilizar encostas.
- ☐ Fazer exercícios simulados de evacuação em caso de alagamento.
- ☐ Reconstruir casas destruídas pela enchente.
- ☐ Solicitar ajuda humanitária internacional.

5. *Resposta*

Durante a fase de resposta, a prioridade é:

- ☐ Reduzir os riscos futuros para a comunidade.

- ☐ Garantir socorro imediato às pessoas afetadas.
- ☐ Treinar a comunidade para evacuações futuras.
- ☐ Criar leis para prevenir novos desastres.

6. *Recuperação*

Qual é um exemplo típico da fase de recuperação?

- ☐ Alertar sobre chuvas intensas antes que aconteçam.
- ☐ Distribuir kits de primeiros socorros imediatamente após o desastre.
- ☐ Reconstruir escolas e hospitais afetados.
- ☐ Instalar sirenes em áreas de risco.

7. Imagine que uma forte chuva causou alagamentos em sua cidade. A prefeitura está removendo moradores das áreas afetadas e levando para abrigos.

Isso é um exemplo de:

- ☐ Mitigação
- ☐ Preparação
- ☐ Resposta
- ☐ Recuperação

8. Após o desastre, grupos comunitários se reuniram para discutir estratégias para reduzir os impactos de futuras enchentes. Essa atividade se encaixa melhor em qual fase?

- ☐ Mitigação
- ☐ Preparação
- ☐ Resposta
- ☐ Recuperação

9. Você já participou de algum simulado de evacuação ou treinamento para situações de desastre?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei responder

10. Em sua opinião, qual fase da gestão de desastres é mais importante para proteger a comunidade? (*resposta curta*)

APÊNDICE E: INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS DO PÓS EXPERIMENTO (PÓS TESTE)

Instruções

Este questionário é anônimo. Não existe resposta certa ou errada. Queremos saber a sua opinião sobre o jogo que você acabou de jogar. Marque a alternativa que melhor representa o que você achou.

Parte 1 – Sobre o Jogo

1. O jogo prendeu minha atenção.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Nem concordo nem discordo
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

2. Os objetivos do jogo estavam fáceis de entender.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Nem concordo nem discordo
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

3. O jogo foi fácil de aprender a jogar.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Nem concordo nem discordo
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

4. O jogo tinha desafios interessantes e que me fizeram pensar.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo

- ☐ Nem concordo nem discordo
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

5. Eu senti que tinha controle sobre o que fazia no jogo.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Nem concordo nem discordo
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

6. O jogo me dava respostas (*feedbacks*) sobre minhas ações.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Nem concordo nem discordo
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

7. Me senti envolvido(a) com a história e os personagens do jogo.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Nem concordo nem discordo
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

8. O jogo ajudou a entender melhor o que fazer em situações de chuvas fortes ou alagamentos.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Nem concordo nem discordo
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

Parte 2 – Sua Opinião

9. O que você mais gostou no jogo?

(Resposta aberta)

10. O que você mudaria ou melhoraria no jogo?

(Resposta aberta)

11. Você recomendaria esse jogo para amigos? Por quê?

(Resposta aberta)

APÊNDICE F: *CODEBOOK* DE CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS ABERTAS DO EXPERIMENTO

Eixo Temático	Categoria	Definição operacional	Indicadores / Unidades de registro	Exemplos de resposta
Pré Teste Q10 – Em sua opinião, qual fase da gestão de desastres é mais importante para proteger a comunidade?	Mitigação	Menções a ações voltadas à redução ou limitação de riscos e impactos futuros.	prevenir, evitar, reduzir risco, mapear risco, obras, realocação, legislação	“Evitar ocorrências”; “Mapear áreas de risco”; “Não deixar acontecer”
	Preparação	Menções a ações de antecipação, planejamento, treinamento e organização para possíveis desastres.	planejar, treinar, simulado, educação, alerta, saber como agir, plano	“Planejamento prévio para saber como agir”; “Investir em educação e planejamento”
	Resposta	Menções a ações realizadas durante ou imediatamente após o desastre, voltadas ao socorro e atendimento.	ajuda, socorro, resgate, abrigo, assistência, atendimento às vítimas	“Ação do governo para toda ajuda”; “Oferecer abrigos”; “Atendimento das vítimas”
	Recuperação	Menções à restauração das condições de vida, reconstrução e retomada após o desastre.	reconstruir, reparar, limpar, recuperar, voltar ao normal, apoio pós-evento	“Reconstrução das casas”; “Planos de recuperação”
	Inconclusiva	Respostas sem conteúdo técnico classificável, genéricas, incompreensíveis ou nulas.	“não sei”, termos vagos, ruído, campo em branco	“União”; “Desastre”; “Ótimo”

Pós Teste Q9 – “O que você mais gostou no jogo?”	Gameplay / Missões	Menções à dinâmica do jogo, desafios, interação, história e tarefas realizadas.	dinâmica, jogabilidade, desafios, interação, história, enredo, fases, ajudar personagens	“A parte de interação com os moradores”; “Os desafios”; “A história”
	Design / Audiovisual	Menções a gráficos, música, interface, estilo visual ou apresentação estética.	gráfico, música, interface, animação, estilo retro, visual	“A música combina com o jogo”; “Os gráficos”; “A animação”
	Aprendizado / Tema	Menções ao conteúdo educativo, à conscientização e à utilidade temática do jogo.	aprender, conscientizar, prevenção, reflexão, tema, ensinar	“Aprender mais sobre desastres”; “A intenção de ensinar e alertar”
	Problemas técnicos	Respostas que mencionam falhas técnicas como aspecto mais marcante da experiência.	travamento, CPF, teclado, mobilidade, visualização, erro técnico	“O jogo travou”; “Não consegui jogar pelo celular”
	Avaliações genéricas – positiva	Aprovação totalizante sem elemento específico.	“tudo”, “muito bom”, “ótimo”	“Gostei de tudo”
	Avaliações genéricas – negativa/ausência de destaque	Rejeição global ou ausência de elemento destacado.	“nada”, “não gostei”	“Nada”; “Não gostei”
	Nulas / incompreensíveis	Respostas vazias, ruído ou sem sentido analítico.	“.”, “kkk”, vazio	“.”; “Kkk”
Pós Teste Q10 – “O que você mudaria ou melhoraria no jogo?”	Jogabilidade e controles	Sugestões sobre movimentação, comandos e fluidez mecânica.	comandos, movimentação, controle, mobilidade, velocidade	“Os comandos para celular são complicados”; “A mobilidade dos personagens”
	Design e audiovisual	Sugestões ligadas à estética, legibilidade, som e apresentação visual.	gráfico, resolução, texto, zoom, interface, imagem	“Aumentar o tamanho do texto”; “Melhoraria a definição gráfica”
	Gameplay / expansão	Sugestões de ampliar fases, ações, desafios, conteúdo ou escolhas.	mais fases, mais missões, mini-jogos, mais ações, mais conteúdo	“Colocaria mais fases”; “Mais aventuras”
	Tutorial e instruções iniciais	Sugestões de maior clareza quanto a objetivos, instruções e formas de jogar.	tutorial, instruções, dicas, clareza, explicação inicial	“Tutorial mais claro”; “Explicação de como jogar”

	Problemas técnicos e bugs	Relatos de falhas de software, travamentos e limitações funcionais.	teclado, travamento, botão, colisão, carregamento	“Não consegui preencher o CPF”; “O botão travava”
	Avaliações genéricas – mudaria tudo	Resposta totalizante sem especificação de aspecto.	“tudo”	“Mudaria tudo”
	Avaliações genéricas – não mudaria nada	Aprovação do estado atual do jogo.	“nada”, “não mudaria nada”	“Não mudaria nada”
	Nulas / sem sugestão	Ausência de resposta propositiva ou ruído.	“não sei”, vazio, “kkk”	“Não sei”; “...”
Pós Teste Q11 – “Você recomendaria esse jogo para amigos? Por quê?”	Recomendação positiva: aprendizado e conscientização	Recomenda o jogo por seu valor educativo, preventivo ou de conscientização.	conhecimento, prevenção, conscientização, preparação, aprender	“É importante ter conhecimento sobre o assunto”; “É uma forma de prevenção”
	Recomendação positiva: público infantojuvenil	Recomenda o jogo, mas o associa principalmente a crianças ou contexto escolar.	crianças, escolas, alunos, público infantil	“Principalmente para crianças”; “Boa para crianças nas escolas”
	Recomendação condicional / talvez	Aprovação condicionada a melhorias na experiência.	com ajustes, talvez, se melhorasse	“Com ajustes poderia se tornar melhor”
	Rejeição: barreiras técnicas e de usabilidade	Não recomenda devido a problemas técnicos, lentidão, gráficos ou jogabilidade.	problema técnico, travamento, gráfico ruim, lento, confuso	“Não, problemas técnicos”; “Não é atrativo em quesito gráfico e jogabilidade”
	Rejeição: desinteresse ou aversão ao formato	Não recomenda por desinteresse, tédio ou rejeição ao formato jogo.	não gosto de jogos, chato, desinteressante	“Não gosto de jogos”; “Achei ruim e chato”
	Rejeição por bloqueio de acesso	Não recomenda porque não conseguiu sequer acessar ou jogar.	não abriu teclado, não consegui jogar, CPF	“Não consegui jogar”
	Avaliações genéricas / nulas	Respostas sem justificativa ou sem conteúdo analítico.	“sim”, “não”, “não sei”, vazio	“Sim”; “Não”; “.”

APÊNDICE G: SÍNTESE DOS PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS DO EXPERIMENTO

Bloco / objetivo analítico	Amostra usada	Variáveis	Procedimento	Caminho no Jamovi / lógica de replicação	Estatísticas reportadas	Finalidade analítica
Fluxo amostral	N = 801	Consentimento, interação válida, pós-teste respondido	Classificação de fluxo por critérios analíticos	Construção de variáveis de status no Excel e contagem por categorias	n e %	Delimitar a composição da amostra analítica final
Perfil da amostra final	n = 139	Dispositivo, idade, gênero, escolaridade	Estatística descritiva	Frequências / tabelas	n e %	Caracterizar a amostra válida
Viés de abandono – associação bivariada	N = 801	Conclusão × dispositivo, idade, gênero, escolaridade	Qui-quadrado de independência	<i>Frequencies / Contingency Tables</i>	χ^2 , gl, p, V de Cramér	Verificar se a permanência foi aleatória ou seletiva
Viés de abandono – efeito independente	N = 709 (casos completos)	Não concluiu ~ dispositivo + idade + gênero + escolaridade reagrupada	Regressão logística binária	<i>Regression / Logistic Regression</i>	OR, IC95%, p, χ^2 global, pseudo-R ²	Identificar preditores independentes do abandono
Confiabilidade do pré-teste	n = 139	Q1–Q8 do pré-teste	Análise de confiabilidade	<i>Factor / Reliability Analysis</i>	α de Cronbach, ω de McDonald, correlação item-total	Verificar consistência do escore <i>Score_pre</i>
Conhecimento prévio: descrição	n = 139	<i>Score_pre</i>	Estatística descritiva	<i>Exploration / Descriptives</i>	média, DP, mediana, mínimo, máximo	Caracterizar o repertório inicial
Conhecimento prévio: concluiu vs não concluiu	N = 801	<i>Score_pre</i> × grupo (concluiu / não concluiu)	Comparação entre grupos	<i>T-Tests / Independent Samples + Welch + Mann–Whitney</i>	t, gl, p, d de Cohen, Welch t, U	Verificar se a amostra válida já era cognitivamente distinta
Dificuldade dos itens do pré-teste	n = 139	Q1–Q8	Proporção de acertos por item	Frequências / cálculo de percentuais	% de acerto	Estimar dificuldade relativa dos itens
Experiência prévia em simulados	n = 139	Q9 pré-teste	Frequência binária	Frequências / binomial CI	n, %, IC95%	Caracterizar vivência prévia em desastres

Conhecimento prévio ~ experiência prévia	n = 139	<i>Score_pre</i> × Q9 pré-teste	Comparação entre grupos	<i>T-Tests / Independent Samples + Welch + Mann–Whitney</i>	t, gl, p, d	Verificar se vivência prévia se associa ao repertório inicial
Fase mais importante (Q10 pré-teste)	n = 139	Menções às fases	Frequência por categoria com codificação múltipla	Tabelas de frequência	n e %	Mapear a valorização declarada das fases do ciclo
Mitigação mencionada × <i>Score_pre</i>	n = 139	Menção à mitigação (0/1) × <i>Score_pre</i>	Comparação entre grupos	<i>T-Tests / Independent Samples + Welch + Mann–Whitney</i>	t, gl, p, d	Verificar se valorização da mitigação se associa ao conhecimento
Modelo explicativo do conhecimento prévio	N = 128	<i>Score_pre</i> ~ dispositivo + idade + gênero + escolaridade reagrupada + experiência prévia	Regressão linear	<i>Regression / Linear Regression</i>	B, IC95%, p, R, R ²	Identificar fatores associados ao repertório inicial
Desempenho comportamental: descrição	n = 139	<i>Score_desafios</i>	Estatística descritiva	<i>Exploration / Descriptives</i>	média, DP, mínimo, máximo, % médio	Caracterizar a progressão nos desafios
Alta completude: descrição	n = 139	Alta_completude_desafios	Frequência binária	Frequências	n e %	Descrever exposição quase integral aos desafios
<i>Score_pre</i> × alta completude	n = 139	<i>Score_pre</i> × Alta_completude_desafios	Comparação entre grupos	<i>T-Tests / Independent Samples + Welch + Mann–Whitney</i>	t, gl, p, d	Verificar se conhecimento prévio se associa à completude elevada
<i>Score_pre</i> × <i>Score_desafios</i>	n = 139	<i>Score_pre</i> , <i>Score_desafios</i>	Correlação	<i>Regression / Correlation Matrix</i> ou <i>Exploration / Correlation</i>	Pearson r, Spearman ρ, p	Verificar associação linear/monotônica entre conhecimento e progressão
Modelo explicativo do desempenho comportamental	N = 131	<i>Score_desafios</i> ~ <i>Score_pre</i> + dispositivo + idade + experiência prévia	Regressão linear	<i>Regression / Linear Regression</i>	B, IC95%, p, R, R ²	Identificar fatores independentes associados à progressão no jogo
Pressupostos da regressão de <i>Score_desafios</i>	N = 131	Resíduos do modelo	Verificação de pressupostos	Na própria regressão: resíduos, Q-Q plot, Shapiro–Wilk	Q-Q, resíduos, Shapiro–Wilk	Verificar adequação pragmática do modelo linear

<i>Score_desafios</i> por dispositivo	n = 139	<i>Score_desafios</i> × dispositivo	ANOVA de Welch + <i>post hoc</i> Games-Howell	ANOVA / <i>One-Way ANOVA</i>	F, gl, p, médias, comparações <i>post hoc</i>	Verificar se o dispositivo afeta a progressão entre concluintes
Confiabilidade do pós-teste de experiência	n = 139	Q1–Q8 pós-teste	Análise de confiabilidade	<i>Factor / Reliability Analysis</i>	α , ω , correlação item-total	Verificar consistência da escala de experiência
Dimensionalidade da escala de experiência	n = 139	Q1–Q8 pós-teste	Análise fatorial exploratória	<i>Factor / Exploratory Factor Analysis</i>	KMO, Bartlett, autovalores, <i>scree plot</i> , cargas fatoriais	Sustentar o uso de <i>Percepcao_jogo_total</i> como escore único
Experiência do usuário: descrição	n = 139	<i>Percepcao_jogo_total</i>	Estatística descritiva	<i>Exploration / Descriptives</i>	média, DP, mínimo, máximo	Caracterizar a avaliação global do jogo
<i>Percepcao_jogo_total</i> × <i>Score_desafios</i>	n = 139	<i>Percepcao_jogo_total</i> , <i>Score_desafios</i>	Correlação	<i>Exploration / Correlation</i>	Pearson r, Spearman ρ , p	Examinar associação entre experiência percebida e progressão
Percepção por alta completude	n = 139	<i>Percepcao_jogo_total</i> × Alta_completude_desafios	Comparação entre grupos	<i>T-Tests / Independent Samples</i> + Welch + Mann–Whitney	t, gl, p, d	Verificar se completude maior se associa à melhor percepção
Percepção por dispositivo	n = 139	<i>Percepcao_jogo_total</i> × dispositivo	ANOVA de Welch + <i>post hoc</i> Games-Howell	ANOVA / <i>One-Way ANOVA</i>	F, gl, p, médias, comparações <i>post hoc</i>	Verificar se a percepção varia conforme o meio de acesso
Q9 pós-teste – “o que mais gostou”	n = 139	Categorias Q9	Análise de conteúdo categorial com codificação múltipla	<i>Codebook</i> + frequências	n e % por categoria	Identificar os aspectos mais valorizados da experiência
Q10 pós-teste – “o que mudaria”	n = 139	Categorias Q10	Análise de conteúdo categorial com codificação múltipla	<i>Codebook</i> + frequências	n e % por categoria	Identificar sugestões de melhoria
Q11 pós-teste – recomendação	n = 139	Categorias Q11	Análise de conteúdo categorial com codificação múltipla	<i>Codebook</i> + frequências	n e % por categoria	Identificar justificativas de recomendação ou rejeição

Modelo integrador final	N = 131	<i>Percepcao_jogo_total ~ Score_desafios + Score_pre + dispositivo + idade</i>	Regressão linear	<i>Regression / Linear Regression</i>	B, IC95%, p, R, R ²	Verificar se a percepção do jogo se associa à progressão comportamental após controle de fatores relevantes
-------------------------	---------	--	------------------	---	--------------------------------	--

APÊNDICE H: INSTRUMENTO DE COLETA DO *SURVEY*

Você já sofreu com as consequências de desastres de chuvas intensas?

() Sim () Não

Em que medida você se sente preparado(a) para lidar com chuvas intensas?

- 1 - Não me sinto preparado(a) de forma alguma
- 2 - Sinto-me pouco preparado(a)
- 3 - Estou neutro(a), nem preparado(a) nem despreparado(a)
- 4 - Sinto-me preparado(a) em certa medida
- 5 - Sinto-me completamente preparado(a)

Em sua opinião, quão eficazes são as medidas de prevenção adotadas pelas autoridades locais durante períodos de chuvas intensas?

- 1 - Nada eficazes
- 2 - Pouco eficazes
- 3 - Neutro(a), nem eficazes nem ineficazes
- 4 - Eficazes em certa medida
- 5 - Muito eficazes

Em uma escala de 1 a 5, o quanto você acredita que as chuvas intensas afetam sua rotina diária?

- 1 - Afetam muito negativamente
- 2 - Afetam negativamente
- 3 - Neutro(a), não afetam nem positiva nem negativamente
- 4 - Afetam positivamente
- 5 - Afetam muito positivamente

Em sua percepção, quão bem informado (a) você se sente sobre as precauções a serem tomadas durante chuvas intensas?

- 1 - Não estou bem informado(a) de forma alguma

- 2 - Estou pouco informado(a)
- 3 - Neutro(a), nem bem nem mal informado(a)
- 4 - Estou bem informado(a) em certa medida
- 5 - Estou completamente bem informado(a)

"Na sua opinião, quão eficazes são os sistemas de alerta precoce para chuvas intensas em sua região?"

Exemplos de sistemas de alerta precoce: alertas via sms; sirenes; aplicativos de alerta; rádio e tv"

- 1 - Nada eficazes
- 2 - Pouco eficazes
- 3 - Neutro(a), nem eficazes nem ineficazes
- 4 - Eficazes em certa medida
- 5 - Muito eficazes

Em uma escala de 1 a 5, o quanto você concorda que as mudanças climáticas têm aumentado a frequência e intensidade das chuvas intensas em sua região?

- 1 - Discordo completamente
- 2 - Discordo
- 3 - Neutro(a), nem concordo nem discordo
- 4 - Concordo
- 5 - Concordo completamente

Você acredita que sua comunidade está suficientemente preparada para lidar com os impactos das chuvas intensas no futuro?

- 1 - Não está preparada de forma alguma
- 2 - Está pouco preparada
- 3 - Neutro(a), nem preparada nem despreparada
- 4 - Está preparada em certa medida
- 5 - Está completamente preparada

Em que medida você está disposto(a) a contribuir para ações comunitárias visando mitigar os efeitos das chuvas intensas?

- 1 - Não estou disposto(a) a contribuir
- 2 - Estou pouco disposto(a) a contribuir
- 3 - Neutro(a), nem disposto(a) nem indisposto(a) a contribuir
- 4 - Estou disposto(a) em certa medida a contribuir
- 5 - Estou completamente disposto(a) a contribuir

Em geral, quão preocupado(a) você está com as consequências das chuvas intensas em sua região?

- 1 - Não estou preocupado(a) de forma alguma
- 2 - Estou pouco preocupado(a)
- 3 - Neutro(a), nem preocupado(a) nem despreocupado(a)
- 4 - Estou preocupado(a) em certa medida
- 5 - Estou muito preocupado(a)