



## INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS PARA CAPACITAÇÃO NA GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES

**Jefferson Ribeiro**

Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Regional de  
Blumenau, Brasil.

E-mail: [jeff.r.bio@gmail.com](mailto:jeff.r.bio@gmail.com)

**Rafaela Vieira**

Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.  
Professora da Universidade Regional de Blumenau, Brasil.

E-mail: [arquitera.rafaela@gmail.com](mailto:arquitera.rafaela@gmail.com)

### Resumo

O objetivo desta pesquisa é identificar ao nível nacional e internacional, tecnologias da informação e comunicação que contribuam para que a educação ambiental auxilie na formação em gestão de risco de desastres. Para atingir este objetivo foi realizada pesquisa quali-quantitativa englobando estudos de 2007 até 2017. Com a análise dos artigos selecionados, desenvolveu-se um quadro síntese sobre as ferramentas tecnológicas, representando sua aplicabilidade e averiguando suas contribuições perante as práticas educativas. Com estes dados é possível observar o emprego de ambientes virtuais, blogs, vídeos educativos, simulações, realidade virtual e virtual aumentada para abordar a temática dos desastres. Apesar de comprovada a existência de diferentes ferramentas para capacitação, no aspecto da replicação, cabe destacar que na maioria dos estudos, há falta de informações básicas sobre as ferramentas impossibilitam o emprego das tecnologias da informação e comunicação nos contextos educacionais.

**Palavras-chave:** Desastres socioambientais. Ferramentas educacionais. Geração de conhecimento.

### TECHNOLOGICAL TOOLS FOR DISASTER RISK MANAGEMENT TRAINING

#### Abstract

*The objective of this research is to identify, at national and international level, information and communication technologies that contribute to environmental education to help in training in disaster risk management. To achieve this goal, a qualitative and quantitative research was carried out, encompassing studies from 2007 to 2017. With the analysis of the selected articles, a summary table was developed on the technological tools, representing their applicability, and investigating their contributions to educational practices. With these data, it is possible to observe the use of virtual environments, blogs, educational videos, simulations, virtual and augmented virtual reality to address the theme of disasters. Although the existence of different training tools has been proven, in terms of replication, it should be noted that in most studies, there is a lack of basic information about the tools, which makes it impossible to use information and communication technologies in educational contexts.*

**Keywords:** Social and Environmental Disasters. Educational tools. Knowledge generation.

## 1 INTRODUÇÃO

O planeta Terra é considerado um sistema extremamente complexo com inúmeras particularidades, entre elas é possível citar a existência de interações entre fatores abióticos e bióticos. Essas interações possibilitam a existência de vida, nas suas inúmeras formas.

Contudo, alterações promovidas na dinâmica desses fatores podem causar um descompasso na harmonia presente no planeta.

Como observado nos últimos anos, essas interferências estão acontecendo, visto que a intensidade de danos causados por desastres, provocados por agentes deflagradores naturais aumentaram consideravelmente. O impacto proporcionado por esses eventos está cada vez mais presente na vida da população. Por exemplo, devido à urbanização acelerada e muitas vezes de forma inadequada várias cidades estão suscetíveis aos riscos de desastres que são construídos socialmente.

Na economia os desastres estão entre os fatores que podem comprometer de forma significativa a área atingida, fazendo com que muitas localidades tenham que solicitar a interferência econômica de esferas superiores à sua instância para transpor os impactos causados pelo evento. De acordo com o decreto 7.257, de 4 de agosto de 2010 o Poder Executivo federal apoiará, de forma complementar, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas situações de emergência ou estado de calamidade pública, provocados por desastres (BRASIL, 2010).

As situações de emergência, de acordo com o decreto, são compreendidas como situação anormal, gerado por desastres, que proporciona danos e prejuízos implicando no comprometimento parcial da capacidade de resposta do poder público. Já o estado de calamidade pública é contextualizado como uma situação anormal, também acarretada por desastres, causando danos e prejuízos que impliquem o comprometimento substancial da capacidade de resposta do poder público municipal (BRASIL, 2010).

Todavia, algumas soluções estão sendo formuladas para contrapor os impactos dos desastres, minimizando ou evitando que estados e municípios venham a decretar situações de emergência ou calamidade. Assim, podem ser mencionadas alternativas como a prevenção, mitigação e preparação. Essas ações podem evitar que o desastre aconteça, diminuir os impactos nas esferas sociais, ambientais e econômicas em decorrência de eventos adversos e contribuir aumentando a resiliência local para o enfrentamento de desastres (CEPED; UFSC, 2014).

A prevenção busca evitar possíveis impactos adversos de ameaças e desastres. A mitigação procura realizar a redução ou limitação desses impactos. Já a preparação é conceituada como o conhecimento e as habilidades elaboradas por governos, organizações, comunidades, profissionais, e indivíduos com a finalidade de antecipar, responder e efetivamente se recuperar dos impactos de eventos (UNISDR, 2009).

Desta forma, ao buscar maior resiliência frente aos desastres, os governos devem trabalhar com a cultura da prevenção envolvendo as ações citadas anteriormente. Por exemplo, a preparação aliada com a capacitação da população é considerada uma ótima opção para evitar ou mitigar perdas. Entre seus benefícios é possível listar que além de serem consideravelmente mais econômicas em relação a obras estruturais, seu poder de impacto ao agir diretamente com o cidadão possibilita modificar a percepção dos indivíduos em relação ao meio em que estão inseridos.

Uma das formas para trabalhar com essas medidas de geração de conhecimento para os diferentes processos da Gestão de Risco de Desastres (GRD) com a população, pauta-se na Educação Ambiental (EA). A mesma pode ser empregada no âmbito formal ou não formal do ensino. No aspecto formal, de acordo com artigo 10 da Política Nacional de Educação Ambiental, (PNEA) a educação ambiental deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. Sendo reforçado em seu parágrafo 1o que a mesma não deve ser implantada apenas como disciplina específica no currículo escolar (BRASIL, 1999).

Também no artigo 13 da PNEA é enfatizado que a EA não formal deve englobar as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões

ambientais. Isso pode acontecer, a título de exemplo, com o auxílio dos meios de comunicação de massa, pela participação da escola, da universidade e de organizações não-governamentais, empresas públicas e privadas na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não formal (BRASIL, 1999).

Todavia, a inserção da prevenção, mitigação, preparação e demais ações no contexto escolar com base na educação ambiental formal e não formal, não deve apenas ser aplicada por meio de aulas expositivas tradicionais. Em virtude da realidade atual das escolas, novas estratégias devem ser empregadas para capacitar o estudante em GRD. As quais podem envolver o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação geralmente abreviadas como TICs.

De acordo com Tamilselvan, Sivakumar e Sevukan (2012) TIC é em geral utilizado como um termo genérico para as comunicações unificadas e da integração de telecomunicações, envolvendo linhas telefônicas e sinais sem fio, computadores, softwares, sistemas de armazenamento virtuais, que possibilita aos usuários uma gama de ações como criar, acessar, armazenar, transmitir e alterar informações. Em outras palavras podemos enfatizar que as TICs consistem em mídia de difusão. Para Valente (2014) essas tecnologias, vem alterando visivelmente os meios de comunicação da sociedade. Desta forma, é possível observar mudanças substanciais nos processos que alteram a maneira de como recebemos e acessamos as informações. Segundo Cardoso et al., (2014) essas tecnologias apresentam grande destaque na prevenção de desastres naturais, assim como, são relevantes após a ocorrência do fenômeno, visto que a análise e o estudo dos dados obtidos com o uso destas ferramentas podem propiciar na compreensão das causas do desastre.

Todavia, além de possibilitar outras formas de comunicação e compreensão dos desastres, as tecnologias apresentam também um valor especial na esfera da educação, pois transcende à dimensão puramente técnica, ao desenvolvimento experimental ou à pesquisa em laboratório. O uso da tecnologia evoluiu e agora envolve diversas dimensões, que a tornam um vetor fundamental de expressão da cultura das sociedades (BASTOS, 1998). Portanto, utilizar estratégias de ensino que promovam o uso de diferentes ferramentas tecnológicas como vídeos, maquetes interativas, uso de smartphones, tablets entre outras tecnologias disponíveis no mercado é hoje imprescindível para a aplicação de capacitações que busquem capturar a atenção do público-alvo ao mediar conteúdos de qualidade.

Por causa dessas novas vertentes possibilitadas pela tecnologia, hoje a comunidade escolar se depara com três possíveis caminhos que podem ser seguidos: o primeiro seria repelir o uso das tecnologias e buscar ficar fora desse novo processo; o segundo engloba em apropriar-se dessas novas ferramentas e modificar sua percepção em uma corrida atrás do novo; e a terceira opção seria apropriar-se desses novos processos, elaborando habilidades que possibilitem dominar as tecnologias e os seus efeitos (SANCHO; HERNANDEZ, 2006). Esse terceiro caminho basicamente é a co-criação de novas estratégias, ou seja, a escola não ficaria presa apenas na aplicação da ferramenta e sim realizaria uma maior exploração dos potenciais de sua aplicação.

De acordo com Ferreira e Castiglione (2018) antes de definir qual caminho seguir as escolas devem considerar que atualmente temos os nativos digitais, uma rotulação que tem sido amplamente empregada na literatura acadêmica quanto nas grandes mídias de comunicação. Em relação aos usos de TICs por jovens é perceptível que a geração nascida na virada do último milênio e criada com a presença de tais artefatos, apresentam facilidades em manusear as novas tecnologias (FERREIRA; CASTIGLIONE, 2018). Por isso, a tendência é que as escolas busquem seguir no caminho do avanço tecnológico. Especialmente no que incorpora as novas ferramentas com diferentes estratégias de ensino em suas grades curriculares.

Desta forma, sabendo que a educação e tecnologia estão caminhando juntas, o objetivo principal desta pesquisa está na identificação em nível nacional e internacional de

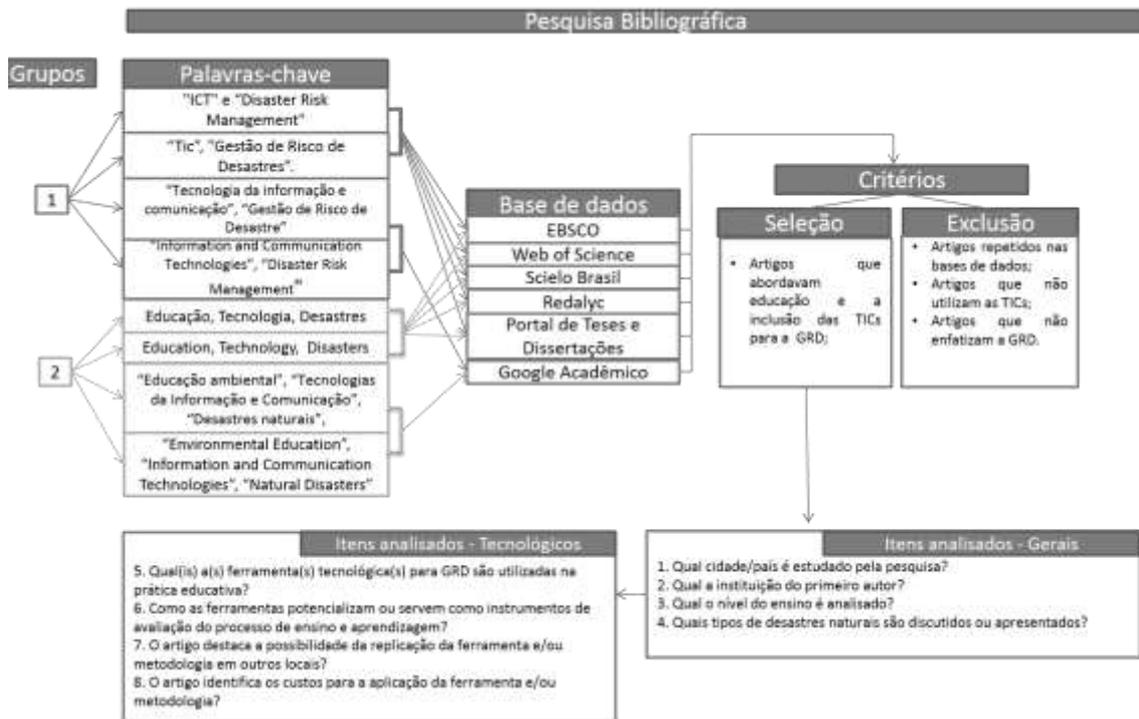
Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) que contribuam para que a Educação Ambiental (EA) auxilie na capacitação em GRD, elaborando um quadro síntese das ferramentas de maior aplicabilidade e avaliando seu impacto perante a GRD.

## 2 PERCURSO METODOLÓGICO

Por meio de pesquisa quali-quantitativa foram localizadas publicações ao nível nacional e internacional sobre a utilização das TICs, correlacionadas com à educação ambiental para GRD. A importância por se realizar a pesquisa bibliográfica é compreendida por Ferreira (2002), o qual corrobora que mapear e analisar determinada produção acadêmica nas diferentes áreas do conhecimento, possibilita averiguar quais aspectos e dimensões estão sendo utilizadas e privilegiadas nas diferentes épocas e lugares, analisando as formas e condições que têm sido produzidas.

A pesquisa bibliográfica foi realizada em um intervalo temporal de 10 anos avaliando as publicações de 2007 até 2017. Para averiguar o maior número de publicações foram utilizados dois grupos de palavras-chave (Figura 1). Devido à abundante quantidade de documentos presentes na base de dados da Google foi necessário adicionar mais informações as palavras-chave para facilitar a triagem dos artigos e diminuir a quantidade de estudos de baixa relevância para essa pesquisa, conforme apresentado na Figura 1:

Figura 1 - Metodologia utilizada para a seleção dos artigos



Fonte: Autoria própria (2019)

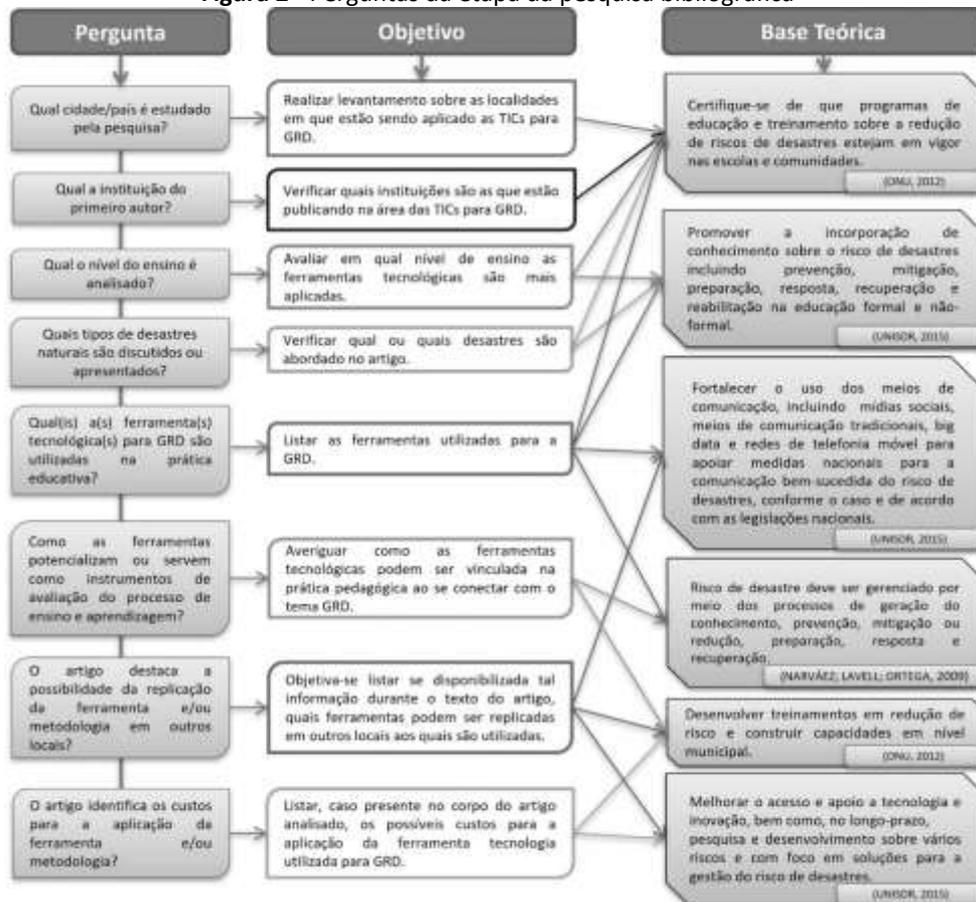
Foram efetuadas buscas em seis bases de dados, sendo (1) EBSCO - Information Services, (2) Web of Science (3) Scielo Brasil (Scientific Electronic Library Online), (4) Google Acadêmico, (5) Portal de Teses e Dissertações e (6) Redalyc. Entre os critérios de exclusão, artigos repetidos ou que não contextualizavam as TICs e a GRD foram excluídos. Para a seleção foi observado inicialmente se os documentos científicos encontrados abordavam a educação com as ferramentas digitais para a GRD (Figura 1). Os artigos selecionados foram analisados por um questionário contendo oito perguntas, sendo quatro de acordo com os aspectos gerais,

avaliando as informações sobre questões básicas, como local da pesquisa, instituição do primeiro autor, qual nível de ensino é analisado no estudo e que categorias de desastres naturais são discutidos. Por meio das outras quatro perguntas foram avaliados os aspectos tecnológicos, verificando o uso das TICs para GRD na esfera da educação (Figura 2).

### 2.1 Análise da pesquisa bibliográfica

Após obter a resposta das oito perguntas foram desenvolvidos quadros com a análise de conteúdo dos itens estudados, conforme apresentado nos resultados dessa pesquisa. Os resultados também exibem e identificam onde se localizam as produções científicas, assim como, a aplicação de maior quantidade de recursos tecnológicos voltados para a GRD. Nesta mesma seção é apresentada uma discussão entre os resultados obtidos com a base teórica apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Perguntas da etapa da pesquisa bibliográfica



Fonte: Autoria própria (2019)

## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram localizados 17 estudos no primeiro grupo de palavras-chave e nove no segundo. Para agrupar os dados da pesquisa bibliográfica foram elaborados códigos, sendo G1 e G2 para identificar qual grupo de palavras-chave utilizados na pesquisa bibliográfica localizou o artigo, seguidos por um número entre parênteses, que com a primeira parte do código referência o estudo na lista presente no Quadro 1.

Quadro 1 – Lista dos estudos selecionados

Código	Autores	Código	Autores
G1(1)	Aedo et al., 2012	G1(14)	Ruiz, 2015
G1(2)	Gelenbe e Gorbil, 2012	G1(15)	Utsumi, 2010
G1(3)	Hyman, 2014	G1(16)	Vogel et al., 2015
G1(4)	Palen, Vieweg e Anderson, 2011	G1(17)	Khalafzai e Nirupama, 2011
G1(5)	Sagun, Bouchlaghem e Anumba, 2009	G2(1)	Foggiatto, 2017
G1(6)	Affeltranger et al., 2007	G2(2)	Melo, 2015
G1(7)	Asio e Cagasan, 2014	G2(3)	Pacheco, 2017
G1(8)	Borri et al., 2014	G2(4)	Martins e Spink, 2015
G1(9)	Chatfield et al., 2014	G2(5)	Gong et al., 2015
G1(10)	Chatfield e Reddick, 2017	G2(6)	Ito, Ikemitsu e Nango, 2016
G1(11)	Crane et al., 2017	G2(7)	Mitsuhara, Iguchi e Shishibori, 2017
G1(12)	Noske-Turner et al., 2014	G2(8)	Perdomo e Pando, 2013
G1(13)	Sakonnakron, Huyakorn e Rizzi, 2014	G2(9)	Tarek, 2014

Fonte: Autoria própria (2019)

Por meio do agrupamento destes dados é possível observar que 84,62% das pesquisas foram realizadas em países que não estão localizados na América do Sul. Os 15,38% remanescente referem-se a estudos realizados no Brasil. Esse número é relativamente expressivo, visto que foram poucos os países que tiveram mais de uma pesquisa desenvolvida em seu território como é apresentado na Figura 3. Além do Brasil os países com maior número de pesquisas foram Bangladesh, Japão, Indonésia e Inglaterra. Todos apresentando dois estudos cada.

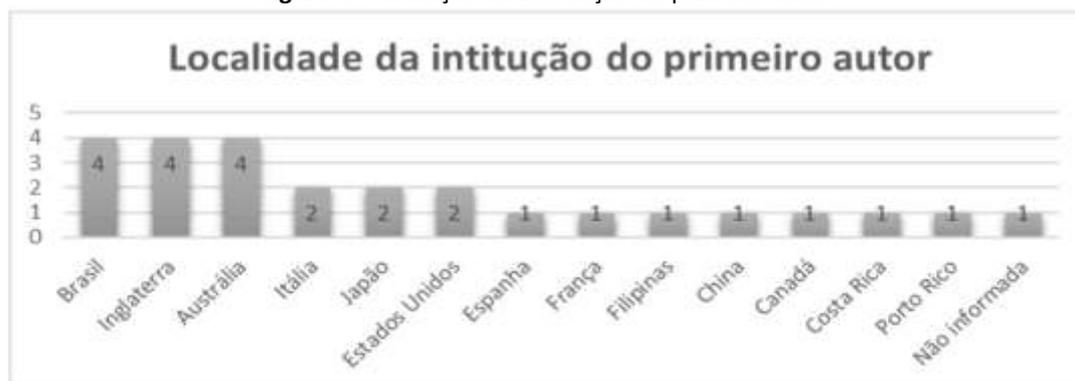
Figura 3 - Qual cidade/país é estudado pela pesquisa?



Fonte: Pixabay (2019) adaptado pelos autores

É possível observar também que o continente com maior número de publicações foi o asiático com a presença de seis países e sete estudos. No total foram averiguadas pesquisas sendo desenvolvidas em 20 países diferentes. Outro ponto importante está na questão da instituição responsável pela pesquisa. Considerando a instituição do primeiro autor, na Figura 4 é possível observar um empate com a maior participação entre o Brasil, Inglaterra e Austrália. Apesar da significativa quantidade de estudos desenvolvidos no continente asiático, conforme observado na Figura 3, poucos foram as participações de instituições de países da Ásia nas pesquisas encontradas.

Figura 4 – Avaliação da instituição do primeiro autor



Instituições – Pesquisadores - Países					
Centro Universitário Internacional Uninter	G2(1)	Brasil	Universidade de Educação Naruto	G2(6)	Japão
Universidade Federal de Santa Catarina	G2(2)	Brasil	Universidade de Tokushima	G2(7)	Japão
Universidade Católica do Rio Grande do Sul	G2(3)	Brasil	Universidade do Colorado em Boulder	G1(4)	Estados Unidos
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	G2(4)	Brasil	Associação de Análise e Simulação de Sistemas Globais nos Estados Unidos	G1(15)	Estados Unidos
Colégio Imperial de Londres	G1(2)	Inglaterra	Universidade Carlos III de Madrid	G1(1)	Espanha
Universidade de Loughborough	G1(5)	Inglaterra	Não informa	G1(3)	Não informa
Universidade de Sheffield	G1(11)	Inglaterra	INERIS - Instituto Nacional Francês de Meio Ambiente Industrial e Riscos	G1(6)	França
Universidade Liverpool John Moores	G2(9)	Inglaterra	University, Baybay City	G1(7)	Filipinas
Universidade de Wollongong	G1(9), G1(10)	Austrália	Universidade da Costa Rica	G1(14)	Costa Rica
Instituto Real de Tecnologia de Melbourne	G1(12)	Austrália	Universidade Iorque	G1(17)	Canadá
Universidade de Melbourne	G1(16)	Austrália	Universidade de Nankai	G2(5)	China
Universidade de Bari	G1(8)	Itália	Universidad de Puerto Rico - Mayagüez	G2(8)	Porto Rico
University of Sassari	G1(13)	Itália			

Fonte: Autoria própria (2019)

No Quadro 2 é possível observar o nível de ensino que é abordado nas pesquisas. Assim, foram localizados cinco estudos com estudantes de ensino superior, três com os alunos do ensino médio e dois com estudantes do ensino fundamental. Além destes dados, sete pesquisas englobaram a comunidade, duas as lideranças e profissionais que trabalham com

GRD, uma com os planejadores e outra pesquisa com os tomadores de decisão. Com relação à tipologia dos desastres naturais o evento mais abordado nos estudos foi a inundação, sendo representada em oito artigos. Seis artigos trataram sobre terremoto, cinco artigos sobre mudanças climáticas, três sobre incêndios e deslizamentos, dois sobre vulcões e com um artigo cada foram tratados os riscos de furacão, eventos relacionados com excesso de água e estiagem.

**Quadro 2** – Dados obtidos sobre o nível de ensino, as categorias de desastres e as ferramentas tecnológicas utilizadas para a prática sobre GRD na educação

<b>Nível do ensino analisado:</b>					
Ensino	Superior e pós-graduação	G1(1), G1(17) G2(1), G2(5) e G2(8)			
	Médio	G1(17), G2(2) e G2(3)			
	Fundamental	G2(6) e G2(7)			
Demais Grupos	Comunidade	G1(2), G1(7), G1(10), G1(11), G1(16), G2(4) e G2(9)			
	Lideranças/Profissionais GRD	G1(15) e G1(16)			
	Planejadores urbanos	G1(13)			
	Órgão tomador de decisão	G1(5)			
	Não comentam	G1(3), G1(4), G1(6), G1(8), G1(9), G1(12) e G1(14)			
<b>Categorias de desastres naturais discutidos ou apresentados:</b>					
Não específica		G1(3), G1(17), G1(4), G1(6), G2(9) e G2(8)			
Inundações		G1(5), G1(7), G1(9), G1(13), G1(14), G1(16), G2(3) e G2(4)			
Terremoto		G1(1), G1(11), G1(14), G2(5), G2(6) e G2(7)			
Mudanças climáticas		G1(12), G1(13), G1(15), G2(1) e G2(2)			
Incêndio		G1(1), G1(2) e G1(13)			
Deslizamentos		G1(13), G1(14) e G2(4)			
Vulcões		G1(9) e G1(14)			
Furacão		G1(10)			
Eventos associados a água		G1(8)			
Estiagem		G1(16)			
<b>Ferramenta(s) tecnológica(s) para GRD utilizadas na prática educativa:</b>					
Aplicativos para rota de fuga e incêndios	G1(1), G1(2)	Curso para capacitar sobre desastres usando TICs	G1(17), G2(8)	Blog para a comunicação	G2(1)
Plataforma abrangente de gerenciamento de risco	G1(6), G1(14)	Plataforma de alerta - Comunicação	G1(16)	Desenvolvimento de vídeos	G2(2)
Ambiente de aprendizagem para a partilha de conhecimento	G1(8), G2(3)	Ferramentas para comunicar inundações	G1(7)	Uso de pluviômetros	G2(4)
Radar interferométrico de abertura sintética	G2(6),	Software de código aberto para mapeamento	G1(3)	Realidade virtual	G2(5)
Redes sociais - comunicação	G1(9), G1(10)	Interações mediadas por computador (CMC)	G1(4)	Realidade virtual aumentada	G2(7)
Modelos de simulação de desastre	G1(15),	Modelo computacional para auxiliar na tomada de decisões	G1(5)	Celulares - comunicação	G1(11), G1(12)
Uso de <i>tablet</i> baseado e- <i>learning</i>	G2(9)	Jogo de simulação de desastre	G1(13)		

Fonte: Autoria própria (2019)

No aspecto das ferramentas digitais utilizadas à educação voltada a GRD foi possível diagnosticar o emprego de 20 recursos diferentes. Dentre eles foram destacados com maior frequência e apresentando duas representações cada, aplicativos que auxiliem em rotas de fuga, plataforma sobre gerenciamento de risco, ambientes de aprendizagem, redes sociais para auxiliar na comunicação de risco, cursos para capacitação sobre desastres usando TICs e Celulares como ferramenta para facilitar a comunicação de risco. Cabe também destacar a presença de algumas ferramentas tecnológicas consideradas relativamente novas nas práticas educacionais, entre elas a realidade virtual (*Virtual Reality – VR*), e a virtual aumentada (*Augmented Reality – AR*). No entanto, sua presença nas pesquisas foi com menor intensidade, sendo observadas em um estudo cada.

É importante destacar os artigos que trazem a maior contribuição para esse estudo, sendo G1(13), G1(17), G2(1), G2(2), G2(3), G2(5), G2(7) e G2(8). Portanto, uma breve explanação sobre as ferramentas tecnológicas utilizadas em cada pesquisa será abordada com maiores detalhes na sequência. Iniciando a contextualização, temos a geração do conhecimento da população em GRD por cursos que utilizam TICs. Foram localizados dois estudos que englobam essa vertente, sendo o primeiro de Perdomo e Pando (2014) que em seu estudo comentam sobre o uso da tecnologia da informação para incorporar estratégias de mitigação de riscos naturais no currículo do curso de Engenharia Civil. No artigo é abordada a possibilidade de capacitar os estudantes por meio da inclusão de um curso na grade curricular.

Esse curso foi desenvolvido contendo três créditos acadêmicos, aplicados semanalmente em um semestre o que totalizou uma carga horária de 45 horas de aula. O curso foi dividido em quatro seções, sendo, (1) revisão de probabilidade, risco e conceitos de risco; (2) revisão do planeta Terra e de como a população humana se relacionam com os riscos naturais; (3) informações sobre os riscos naturais, e (4) as tecnologias como uma ferramenta de gestão de desastres naturais. Na questão do uso das tecnologias, vale enfatizar que os alunos de engenharia civil, participantes desse curso, tiveram que utilizar computadores para elaborar um banco de informação sobre um desastre (PERDOMO; PANDO, 2014).

Outro exemplo é o estudo de Khalafzai e Nirupama (2011) que também apresentam cursos baseados em TICs, mas diferente da pesquisa anterior, a capacitação tem como público-alvo as mulheres do Paquistão. De acordo com os autores é importante enfatizar que países em desenvolvimento, especialmente nas regiões rurais, as mulheres capacitadas com tecnologias de informação e comunicação podem aumentar sua capacidade de lidar com diversas situações, entre elas é possível enfatizar os desastres. Esse envolvimento das mulheres é enfatizado no Marco de Sendai, quando menciona que elas são fundamentais para a gestão eficaz dos riscos de desastres. Afirmando que medidas de capacitação adequadas precisam ser empregadas para empoderar as mulheres para a preparação e para capacitá-las para a subsistência em situações pós-desastre (UNISDR, 2015).

No estudo de Khalafzai e Nirupama (2011) os pesquisadores enfatizam que em colaboração com os governos locais e a Microsoft Corporation, iniciou-se o projeto Community Technology Learning Centers (CTLC). O projeto visava duas metas enunciadas na Cúpula do Milênio das Nações Unidas em 2000, sendo elas: promover a igualdade de gênero e empoderar as mulheres, disponibilizando os benefícios das novas tecnologias, particularmente das TICs.

Em 2004, dezesseis CTLC em dezesseis distritos remotos foram estabelecidos em todo o país do Paquistão, com especial enfoque na melhoria das condições de vida das mulheres rurais. Os governos locais forneceram seus espaços, concessões financeiras e apoio político e moral (KHALAFZAI; NIRUPAMA, 2011). A Microsoft disponibilizou o hardware, o software e um currículo projetado para promover a alfabetização digital. Com o propósito de sustentabilidade e contabilidade para as necessidades das mulheres rurais, o currículo foi ministrado por mulheres locais treinadas como formadores mestres. Nesse curso houve a inserção de

assuntos relacionados aos desastres, para promover melhorias na resiliência das comunidades e no enfrentamento dos eventos naturais (KHALAFZAI; NIRUPAMA, 2011).

Seguindo nesta mesma linha, que visa promover capacitações, durante a análise das pesquisas foi observado também o desenvolvimento de ambiente de aprendizagem para a partilha de conhecimento sobre questões ambientais. Segundo o estudo de Pacheco (2017) que avaliou a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem colaborativa, quanto à construção de conhecimentos em educação ambiental de um grupo de estudantes de uma escola pública, foi possível com esse recurso construir de forma colaborativa conhecimentos relacionados a GRD.

Na pesquisa desenvolvida no Brasil, por meio de dados obtidos em websites governamentais e de forma presencial com visita à comunidade, os estudantes puderam trabalhar com os dilemas ambientais que persistem e se agravam em sua comunidade. Na etapa de campo os alunos realizaram perguntas aos moradores que residem próximos a áreas de inundação. Foram coletados os relatos a serem identificados, classificados e analisados. O uso da tecnologia esteve presente, pois algumas situações que colaboram para o aumento de desastres naturais foram discutidas e debatidas utilizando o ambiente virtual (PACHECO, 2017). Contudo, apesar desse recurso ser muito interessante, algo que pode dificultar sua implementação, dependendo do ambiente utilizado, correlaciona-se ao seu custo.

Uma ferramenta tecnológica bem próxima ao ambiente virtual, que também pode ser utilizada para debater sobre o tema sobre GRD, mas com maior facilidade e simplicidade de implementação é o blog. Segundo Foggiatto (2017) o uso do blog na educação é considerado uma ferramenta atrativa para o ensino e aprendizagem, pois propicia o trabalho do professor, apresentando materiais, divulgando atividades, promovendo a permuta de informações e mostrando ser eficaz no processo educacional.

Nesse estudo o pesquisador procurou solucionar como um blog educacional sobre a temática das mudanças climáticas serve de ferramenta para a prática docente dos professores de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. Dentre os resultados foi possível observar que o blog é considerado um meio contemporâneo de aprendizagem, proporcionando que os professores explorem propostas pedagógicas, trabalhando as habilidades comunicativas, a interação e ampliando as possibilidades desta ferramenta para o ensino das mudanças climáticas (FOGGIATTO, 2017). Além disso, esse mesmo blog, ficou hospedado e o seu material sobre as mudanças climáticas está disponível na web como uma base de dados.

Algo que também pode ser explorado com os estudantes, em conjunto do blog é o desenvolvimento de vídeos para o fortalecimento de conhecimentos sobre a GRD. De acordo com Melo (2015) a geografia na escola ainda possui características do ensino tradicional, sendo classificada como descritiva, descontextualizada, pouco reflexiva, dentre outras classificações.

Portanto, em seu estudo foi trabalhado a produção de mídias com base no tema, climatologia na disciplina de geografia, envolvendo uma turma do 1.º ano do curso técnico ao nível médio integrado do Instituto Federal de Santa Catarina. Os estudantes foram estimulados a produzir vídeos sobre os desastres climáticos. Em seguida esses materiais foram publicados em um blog e canal do YouTube. O conteúdo dos vídeos produzidos pelos alunos sobre desastres climáticos, apresentaram resultados de aprendizagem relacionados ao tema, climatologia, bem como representou uma possível alternativa para romper com práticas comuns presentes na disciplina da geografia (MELO, 2015).

Saindo um pouco do aspecto dos cursos, ambientes virtuais, blogs e elaboração de vídeos, outra solução interessante para capacitar a população está vinculada com as simulações. De acordo com Sakonnakron, Huyakorn e Rizzi (2014), jogos baseados em simulação de desastre, podem facilitar os planejadores na aquisição de informações de risco da comunidade. Concebendo a multiplicidade de componentes físicos e socioeconômicos

urbanos complexos e contextualizando soluções inovadoras para lidar com os riscos de desastres mutuamente com o público. A simulação é respeitada como uma técnica capaz de transmitir uma mensagem que se enquadra numa faixa intermediária entre a simplicidade e a complexidade de determinados conceitos. Segundo os autores, com uma simulação é possível representar um contexto complexo da realidade através de um jogo agradável e “brincalhão”, que oferece aos jogadores experiência em interagir com a simulação. Além disso, a simulação baseada em jogos oferece aos representantes das partes interessadas a oportunidade de conhecer uns aos outros, discutir e trocar diferentes informações e opiniões sobre uma questão específica.

No estudo de Sakonnakron, Huyakorn e Rizzi (2014) é apresentado um jogo que se caracteriza como um Role-Playing Game (RPG), conhecido em português como jogo de interpretação de papéis. Esta ferramenta, de acordo com os autores, simula aos jogadores um cenário de uma região costeira, constituída por montanhas, florestas, rios e à terra adequada para pastagens e cultivos. Os jogadores recebem diferentes papéis como de governo, planejadores, desenvolvedores e cidadãos que vivem em uma das três cidades vizinhas. Esse jogo apresenta a realidade onde diferentes partes interessadas têm preocupações diferenciadas sobre o desenvolvimento urbano. Durante a simulação os cenários de mudanças climáticas como calor urbano, chuvas esmagadoras, incêndios de verão, deslizamentos de terra e inundações são dados como uma marca da transição sazonal, enquanto algumas áreas estão sujeitas a períodos prolongados de seca. No decorrer da última fase do jogo, os participantes estarão motivados a pensar sobre os riscos e vulnerabilidades presentes na cidade, o que permite que eles expressem suas ideias e opções relacionadas ao futuro do desenvolvimento regional em relação ao risco ambiental.

Outra forma de simulação relevante que vem crescendo no uso cotidiano é a Virtual Reality (VR) ou Realidade virtual. No estudo de Gong et al. (2015) é apresentado um sistema de simulação de terremoto, baseado nesta tecnologia. Com o uso deste sistema o usuário fica imerso em um ambiente que simula os impactos de um terremoto. Para tanto, precisa utilizar alguns recursos como o uso de óculos com visores sobre a cabeça. Com o auxílio de um Kinect o usuário pode controlar o seu Avatar em uma cena virtual.

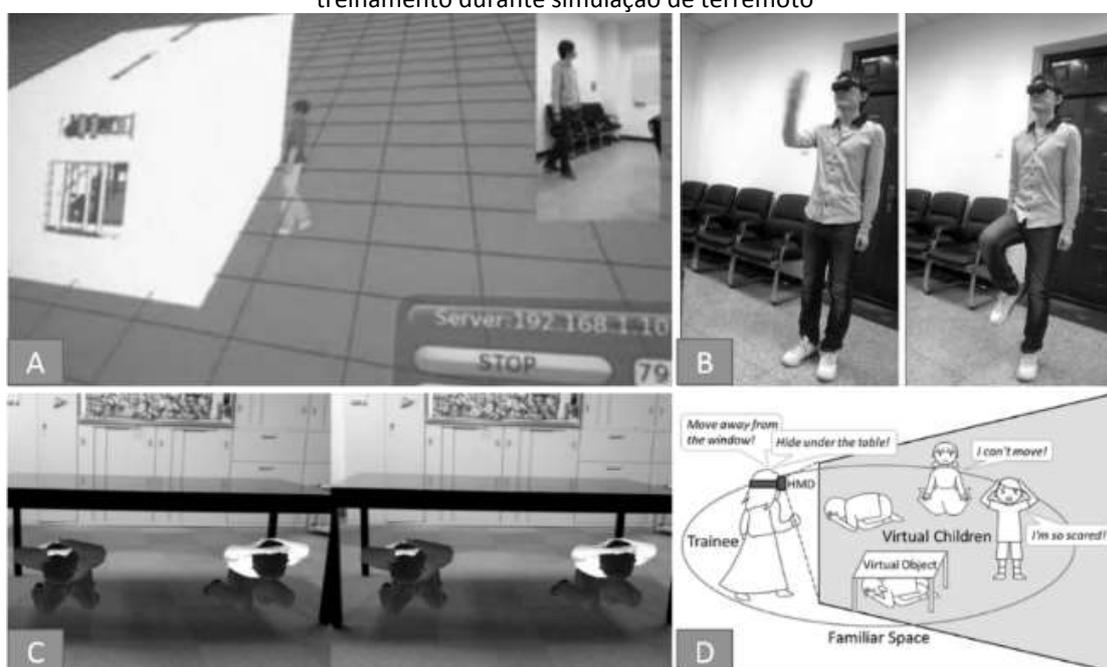
Esse produto desenvolvido pela pesquisa é expressivo, especialmente quando procura-se trazer conhecimentos ao estudante como proceder durante um evento de desastre natural. A realidade virtual pode proporcionar ao aluno uma sensação vívida de um desastre sem qualquer dano real. Além disso, essa tecnologia se concentra em um ambiente gerado por computador, que pode simular a presença física no mundo real, e mergulhar os usuários no ambiente virtual usando muitos dispositivos especiais para recriar a experiência sensorial, incluindo em alguns casos um conjunto de sensações como paladar, visão, olfato, audição e tato (GONG et al., 2015). Nesta pesquisa foi possível realizar a simulação de um dormitório durante a passagem de um terremoto (Figuras 5a e 5b).

Outra vertente que vem crescendo bastante nesse ramo de simulações é a Augmented Reality (AR) ou popularmente conhecida no Brasil como Realidade Virtual Aumentada (Figuras 5c e 5d). Diferente da VR que apresenta um mundo digital, criado por simulações de computador e que substitui por elementos gráficos as imagens e sons do nosso ambiente, a AR utiliza o mundo real e sobrepõem elementos gráficos os quais interagem com o ambiente real. De acordo com Mitsuahara, Iguchi e Shishibori (2017) essa tecnologia possibilita capacitar estudantes no enfrentamento dos eventos naturais, por meio de simulações. Nesse estudo, também foram testados protótipos de um simulador para terremotos, buscando capacitar crianças em diferentes sistemas de AR, os quais sobrepõem objetos virtuais interativos na visão do usuário em tempo real. A aplicabilidade da ferramenta é parecida com o estudo apresentado anteriormente, pois é possível simular um desastre natural sem que haja nenhum

problema para saúde dos participantes. Contudo, a diferença encontra-se na questão de sobrepor diferentes elementos virtuais no campo de visão do usuário (Figura 5c).

Segundo os autores, a pesquisa enfatizou que há possibilidade de utilizar esse simulador baseado em AR em diferentes plataformas, desde óculos de realidade virtual construído em papelão até ferramentas mais avançadas como os óculos Rift. Além disso, a funcionalidade deste sistema interage com o usuário por meio dos comandos de voz. Utilizando esse recurso o usuário pode dar instruções aos personagens desenvolvidos em 3D para se salvarem durante um desastre (Figura 5d). Portanto, além de ser treinado como enfrentar um desastre o usuário aprende também como capacitar a comunidade (MITSUHARA; IGUCHI; SHISHIBORI, 2017).

**Figura 5 – A e B –** Simulação de um terremoto em quarto utilizando realidade virtual; **C** - Simulação de pessoas (avatar) em um ambiente real utilizando realidade virtual aumentada; **D –** Sistema de treinamento durante simulação de terremoto



Fonte: **A e B** - Gong et al. (2015); **C e D** - Mitsuahara, Iguchi e Shishibori (2017)

Nos quadros 3, 4 e 5 são apresentados como as ferramentas tecnológicas, identificadas pela pesquisa bibliográfica, podem ser utilizadas no ensino, se existe a possibilidade de replicação e qual o custo para realizar esse processo. No quadro 3 todas as ferramentas relatadas são importantes alternativas no processo de ensino e aprendizagem sobre GRD, podendo ser utilizadas em diferentes níveis de ensino na esfera da educação ou com a própria comunidade.

**Quadro 3** – Avaliação de como as ferramentas potencializam ou servem com instrumentos de avaliação do processo de ensino e aprendizagem

Estudo	Descrição
G1(3)	Software consegue realizar levantamentos se for utilizado para mapeamentos.
G1(5)	Pode ser utilizada como um <i>feedback</i> de capacitação de usuário.
G1(7)	Ajuda a disseminar informações sobre o nível do rio.
G1(10)	Auxilia na comunicação de risco em eventos de desastre.
G1(11)	Auxilia como ferramenta de gestão de risco de desastre.
G1(13)	Motiva a pensar sobre risco e vulnerabilidade da cidade, o que permite que eles expressem suas ideias.
G1(14)	Uso do <i>software</i> ajuda a identificar possíveis riscos e vulnerabilidades nas escolas.
G1(15)	Ajuda os tomadores de decisão a treinar futuros tomadores de decisão na prevenção e resolução de conflitos sobre questões ambientais.
G1(16)	Garante uma avaliação abrangente dos impactos em todos os principais setores e regiões, facilita a criação de planos de resposta integrados e a troca de dados e conhecimento.
G1(17)	Ferramenta com possibilidade de transmitir habilidades digitais sobre os desastres. Além disso, os instrutores mestres também estavam engajados em várias atividades para incutir habilidades de vida e emprego entre os participantes do curso.
G2(1)	Pode servir de ferramenta para a prática docente dos professores de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental.
G2(2)	Estimula a realizar o trabalho e desenvolver documentários e entrevistas sobre os temas propostos.
G2(3)	Os ambientes virtuais na escola podem contribuir para uma educação norteada pela modernidade na era da sociedade da informação.
G2(4)	Possibilita treinamento para leitura e interpretação de dados.
G2(5)	Permite que os alunos possam experimentar como seria presenciar um desastre tipo terremoto. A simulação apresenta um dormitório no qual os alunos utilizam e simula um tremor.
G2(6)	Utiliza a tecnologia da informação através da realização de processamento de dados, de modo a medir a deformação do solo, e incorporar uma compreensão de ciências da Terra.
G2(7)	Pode proteger a vida das crianças. Esses sistemas de <i>Augmented Reality</i> têm por objetivo melhorar realidades audiovisuais pela sobreposição de objetos virtuais para uma visão em tempo real.
G2(8)	Curso desenvolvido para engenheiros civis de 45 horas aulas. Ele é apresentado em módulos. Em um desses módulos os alunos usam computadores para criar um banco de informação sobre um desastre.
G2(9)	Explora a possibilidade de usar <i>tablet</i> baseado <i>e-learning</i> em locais remotos para fornecer treinamento de preparação para desastres.
<b>Não comentam:</b> G1(1), G1(2), G1(4), G1(6), G1(8), G1(9) e G1(12)	

Fonte: Autoria própria (2019)

Um ponto de destaque nos resultados desse presente estudo, foi a identificação da possibilidade de replicação das ferramentas com base nas TICs, em outras localidades. Aparentemente nenhuma ferramenta descrita no quadro 4 utiliza recursos de difícil acesso para sua implementação. Contudo, poucas foram as ocasiões em que foram apresentadas todas as etapas para realizar a replicação propriamente dita. Por exemplo, no caso das simulações de desastres em alguns artigos não ficaram evidentes como obter os aplicativos/software para a instalação.

**Quadro 4** – Possibilidade de replicação da ferramenta e/ou metodologia em outros locais

Estudo	Descrição
G1(1)	O artigo compara três diferentes ferramentas para mapeamentos de rotas de fuga em construções. Desta forma, o estudo avalia a aplicação dos diferentes sistemas nas mesmas situações.
G1(3)	O estudo destaca que em apenas cinco anos, a plataforma foi implantada em mais de 159 países e foi traduzida para mais de 35 idiomas.
G1(5)	O estudo comenta a possibilidade de aplicar o modelo em outros países. Contudo, o mesmo deverá ser adaptado para a nova realidade.
G1(13)	O artigo destaca que essa simulação de jogos urbanos pode permitir um ambiente de aprendizado social mútuo que é considerado como um princípio fundamental para melhorar a resiliência urbana contra desastres naturais.
G1(14)	Na pesquisa é comentado que foi realizado um piloto em uma escola e que existe o potencial de ser replicado em outras unidades escolares.
G1(15)	Artigo aponta a importância da criação de conhecimento através do mundo da tecnologia, formando assim uma rede de colaboração globalmente colaborativa.
G1(16)	O estudo reforça a importância de fornecer uma estrutura que possa ser aplicada em diferentes países e para diferentes tipos de risco, impactos setoriais e usuários.
G2(1)	Não é comentado diretamente no estudo, mas avaliando a ferramenta tecnológica é possível afirmar que replicar a utilização de <i>blogs</i> é algo fácil atualmente.
G2(2)	Autores não comentam, mas é possível confirmar que a replicação é viável, pois a utilização dos vídeos é fácil, visto que os mesmos ainda se encontram hospedados no YouTube.
G2(3)	A utilização dessa plataforma ocorreu de forma gratuita, havendo apenas a necessidade de que todos os participantes da pesquisa tivessem uma conta de endereço eletrônico cadastrado em qualquer servidor.
G2(4)	Ele descreve como as ferramentas podem ser utilizadas. Um exemplo, são os pluviômetros e as técnicas de radioamador, mas essa descrição ocorre de maneira superficial.
G2(5)	Artigo não comenta a possibilidade de replicação, mas apresenta as configurações mínimas para aplicar a simulação, assim como, descreve todos os componentes tecnológicos utilizados.
G2(7)	Artigo apresenta todos os dados dos equipamentos para realizar a utilização da realidade virtual aumentada.
G2(8)	O Artigo não comenta em replicar em outras partes do mundo, mas salienta ser importante continuar o curso como uma oferta disponível para os alunos da <i>Univ. of Puerto Ricoat Mayague</i> .
G2(9)	Apenas comenta ser fácil replicar o conteúdo em outros dispositivos <i>tablets</i> , mas não disponibiliza o material.
<b>Não comentam:</b> G1(2), G1(4), G1(6), G1(7), G1(8), G1(9), G1(10), G1(11), G1(12), G1(17) e G2(6)	

Fonte: Autoria própria (2019)

No aspecto dos custos, poucos foram os estudos que apresentaram essa informação. De acordo com o quadro 5 é possível observar que 19 estudos não trouxeram nenhuma informação que auxiliassem na observação desse fator. Isso reforça que ao apresentar uma pesquisa sobre a aplicabilidade de ferramentas tecnológicas é importante que esteja presente no artigo informações úteis, como valores para implementação, requisitos mínimos e dependendo da ferramenta o link para que outros usuários realizem o download.

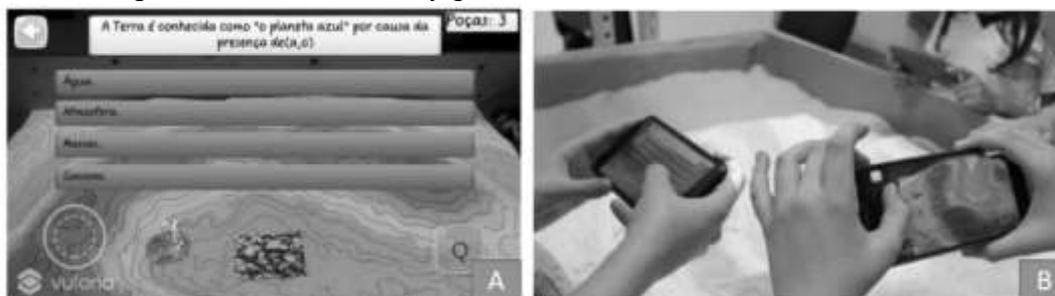
**Quadro 5 – Custos para a aplicação da ferramenta e/ou metodologia**

Estudo	Descrição
G1(3)	O Software é livre e gratuito podendo ser baixado em qualquer lugar do mundo. Além disso é aberto e pode ser customizado. Pode ser usado por exemplo para ações da sociedade civil relacionadas ao meio ambiente, assédio e corrupção.
G1(5)	O modelo pode ser adaptado para outros países, mas o estudo não menciona sobre os possíveis custos para tal processo.
G2(1)	O estudo não comenta, mas até a presente data dessa publicação ainda é possível criar um <i>blog</i> em uma plataforma gratuita.
G2(2)	O artigo não traz a informação sobre os custos. Contudo, é possível elaborar vídeos como ferramentas educativas usando baixo recurso econômico.
G2(4)	Na questão dos pluviômetros é somente informado que existem de baixo até alto custo.
G2(7)	Não é colocado valores no estudo, mas como são citados os equipamentos utilizados é possível estimar os valores, caso exista interesse em replicar a TIC.
G2(9)	Não comenta diretamente, só descreve que a tecnologia de aprendizagem assistida consegue proporcionar experiências de aprendizagem útil de custo eficaz para os países menos desenvolvidos.
<b>Não comentam:</b> G1(1), G1(2), G1(4), G1(6), G1(7), G1(8), G1(9), G1(10), G1(11), G1(12), G1(13), G1(14), G1(15), G1(16), G1(17), G2(3), G2(5), G2(6) e G2(8)	

Fonte: Autoria própria (2019)

Além das ferramentas localizadas na pesquisa bibliográfica, é importante destacar que no grupo de pesquisa e extensão do qual os autores desse estudo participam, tem-se desenvolvido outras TICs para a GRD buscando capacitar os estudantes de uma forma diferenciada. Entre elas existe a caixa de areia interativa, uma ferramenta que utiliza realidade virtual para simular um relevo. Essa ferramenta utiliza componentes como um Kinect, projetor e computador para representar o relevo de uma determinada região.

No estudo de Lopes et al. (2017), no qual é abordado e contextualizado a caixa interativa é possível observar que a mesma está sendo utilizada com outras tecnologias, como o uso de jogos em smartphones, utilizando a realidade aumentada para projetar um avatar sobre a areia o que possibilita jogar um jogo interativo sobre questões ambientais no formato de quiz (Figuras 6a e 6b). Apesar da publicação em artigo científico, informações desta TIC, como as estratégias de ensino para aplicar a ferramenta nas escolas, estão disponíveis na internet por meio do site [caixae-agua.blogspot.com](http://caixae-agua.blogspot.com)

**Figura 6 – Demonstrativo do jogo de realidade virtual sobre a caixa interativa**

Fonte: Lopes et al. (2017)

Ao analisar os resultados de forma geral, podemos considerar que no aspecto da gestão dos riscos de desastres, proposto por Narváez, Lavell e Ortega, (2009), os quais comentam que os riscos devem ser gerenciados por diferentes processos. Vale destacar que os processos de geração de conhecimento, preparação, e capacitação são evidentes em muitos dos estudos encontrados nestas pesquisas. Um exemplo disso é presenciado em ferramentas

como as simulações, as quais têm a facilidade de capacitar a população no enfrentamento e, ao mesmo tempo proporcionar novos conhecimentos que podem ser repassados perante a comunidade do participante.

Também pensando nesse aspecto da construção de conhecimento, de acordo com a ONU (2012), quando se busca desenvolver comunidades resilientes, existe uma considerável importância vinculada em aplicar treinamentos para a redução de risco de desastre. Novamente esse também foi um ponto evidente em alguns artigos localizados nesta pesquisa. Portanto, é relevante salientar alguns exemplos, como Mitsuahara, Iguchi e Shishibori (2017) com as simulações utilizando AR, os cursos de capacitação de mulheres baseados nas TICs apresentados por Khalafzai e Nirupama (2011) e o estudo de Aedo et al. (2012) que apresentaram softwares para ajudar a conhecer rotas de fugas de prédios, perante a incêndios ou eventos naturais.

Além disso, outro ponto-chave é que todos os artigos relatados nesta pesquisa vem atendendo um dos aspectos do Marco de Sendai que seria justamente promover melhor acesso às tecnologias e a inovação, tendo como foco a solução para a GRD (UNISDR, 2015). Muitos dos estudos abordaram também o que é exigido na campanha Cidades Resilientes apresentado pela ONU, pois trabalharam de forma direta ou indiretamente com a possibilidade de programas de educação e treinamento para a redução de riscos de desastres em escolas e comunidades (ONU, 2012).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nesta pesquisa foi possível observar que novas tecnologias digitais para a capacitação da população em GRD estão sendo realizadas em diversas partes do planeta. O presente trabalho apresentou uma listagem das mais diferentes ferramentas que visam promover essa proposta. Como observado a maior concentração está na questão de atividades aplicadas por cursos ou ambientes virtuais promovendo a mediação de informações a população. Contudo, novas ferramentas começaram a ser utilizadas, como é o caso da realidade virtual e realidade virtual aumentada.

Na questão de utilizar as tecnologias digitais para aperfeiçoar a capacitação dos estudantes, o mediador que for abordar o tema sobre desastres, deve utilizar estratégias que se correlacionem com as TICs. Não basta apenas escolher uma ferramenta e disponibilizá-la aos estudantes, mas sim articulá-la a uma estratégia de ensino e aprendizagem. As TICs são facilitadoras para uma aprendizagem ativa e dinâmica, mas sem o correto uso as mesmas podem se tornar apenas mais um recurso complementar utilizado durante a aula.

Nesta pesquisa também foi possível observar que grande parte dos estudos encontrados, apenas apresentam ou testam as ferramentas, mas não disponibilizam fontes para que os recursos possam ser replicados, visto que muitos deles eram softwares e aplicativos. Desta forma, para melhorar essa condição a divulgação do acesso às informações, deve existir o compartilhamento dos recursos em outras fontes. Isso poderia ser alcançado com a elaboração de uma base de dados específica, na qual, após finalizada a construção e testagem das TICs, os materiais para sua replicação poderiam ser hospedados e compartilhados.

Por isso, apesar da importância da divulgação científica é interessante que os pesquisadores se preocupem ao desenvolverem tais recursos tecnológicos com outras formas de divulgação para atingir ao grande grupo da população usuária. Como ocorreu no exemplo do estudo sobre a caixa de areia interativa, a qual possui um site para facilitar o acesso ao material de replicação.

Outro fator que despertou atenção entre os resultados no âmbito científico está no baixo número de artigos encontrados que abordam o uso de TICs na geração do conhecimento

para os processos de GRD. Apesar de a pesquisa ter incorporado seis bases de dados, sendo três internacionais, o número de estudos que trouxeram informações condizentes com o que era buscado foi relativamente baixo.

No Brasil poucas foram as evidências encontradas, contudo, as pesquisas apresentadas no país se mostraram de fácil replicação, especialmente por englobar tecnologias e metodologias de baixo custo de implementação. Devido o reduzido número de estudos é possível enfatizar que existe um amplo caminho para que novas pesquisas explorem esta área, procurando contemplar essa lacuna e enriquecer ainda mais as experiências docentes para a capacitação em GRD.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à FAPESC pelo apoio financeiro. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

## REFERÊNCIAS

AEDO, I. et al. Personalized alert notifications and evacuation routes in indoor environments. **Sensors**, v. 12, n. 6, p. 7804–7827, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22969373>. Acesso em: 23 de abr. 2018.

AFFELTRANGER, B. et al. IT for risk and emergency management: consolidating methodologies for user-centred design. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL SOFTWARE SYSTEMS, 6., 2017. **Anais** [...] Prague, Czech Republic. pp.10, 2007. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00176428/document>. Acesso em: 26 de jun. 2018.

ASIO, M. V. S. G.; CAGASAN, E. G. Use of Information and Communication Technologies in Natural Calamities by Residents in a Flood-Prone Community: A Case in Leyte, Philippines. **Annals of Tropical Research**, v. 36, n. 2, p. 63–88, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/269635649\\_Use\\_of\\_Information\\_and\\_Communication\\_Technologies\\_in\\_Natural\\_Calamities\\_by\\_Residents\\_in\\_a\\_Flood-Prone\\_Community\\_A\\_Case\\_in\\_Leyte\\_Philippines](https://www.researchgate.net/publication/269635649_Use_of_Information_and_Communication_Technologies_in_Natural_Calamities_by_Residents_in_a_Flood-Prone_Community_A_Case_in_Leyte_Philippines). Acesso em: 26 de jun. 2018.

BASTOS, J. A. A educação tecnológica-conceitos, características e perspectivas. **Revista Educação & Tecnologia**, v. 1, n. 1, 1998. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/view/1986/1393>. Acesso em: 12 de ago. 2019.

BORRI, D. et al. Learning and sharing technology in informal contexts: A multiagent-based ontological approach. **TeMA Journal of Land Use Mobility and Environment**, n. Edição Especial, p. 129–140, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/307812267\\_Learning\\_and\\_Sharing\\_Technology\\_in\\_Informal\\_Contexts\\_A\\_Multiagent-Based\\_Ontological\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/307812267_Learning_and_Sharing_Technology_in_Informal_Contexts_A_Multiagent-Based_Ontological_Approach). Acesso em: 26 de jun. 2018.

BRASIL. Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010. Regulamenta a Medida Provisória no 494 de 2 de julho de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 ago. 2010. Seção 1.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999: Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, v. 79, 1999.

CHATFIELD, A. T. et al. E-government, social media, and risk perception communication at the edge of disaster: findings from the Mt. Sinabung eruption in Indonesia. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIGITAL GOVERNMENT RESEARCH, 15., 2014, **Anais [...]** Aguascalientes, Mexico, p. 153 – 162, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/269165350\\_E-government\\_social\\_media\\_and\\_risk\\_perception\\_communication\\_at\\_the\\_edge\\_of\\_disaster\\_Findings\\_from\\_the\\_Mt\\_Sinabung\\_eruption\\_in\\_Indonesia](https://www.researchgate.net/publication/269165350_E-government_social_media_and_risk_perception_communication_at_the_edge_of_disaster_Findings_from_the_Mt_Sinabung_eruption_in_Indonesia). Acesso em: 24 de jun. 2018.

CHATFIELD, A. T.; REDDICK, C. G. All hands on deck to tweet# sandy: Networked governance of citizen coproduction in turbulent times. **Government Information Quarterly**, v. 35, n. 2, p. 259–272, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X17300485>. Acesso em: 24 de jun. 2018.

CRANE, O. et al. Use of information and communication technologies in the formal and informal health system responses to the 2015 Nepal earthquakes. **Health Policy and Planning**, v. 32, p. 48–58, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29149316>. Acesso em: 26 de jun. 2018.

CARDOSO, D. et al. Gestão do conhecimento nas respostas a desastres naturais: a experiência da defesa civil do Estado de Santa Catarina. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 4, n. 2, p. 90–106, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc/article/view/16913>. Acesso em: 26 jun. 2018.

CEPED; UFSC. **Curso de Capacitação: Área Gestão de Desastres e Ações de Recuperação - Módulo III**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2014. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2013/02/livro-completo-1-1.pdf>. Acesso em: 10 de abr. 2019.

FERREIRA, N. S. DE A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 79, p. 257–272, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v23n79/10857.pdf>. Acesso em: 12 de ago. 2019.

FERREIRA, G. M. DOS S.; CASTIGLIONE, R. G. M. TIC na educação: ambientes pessoais de aprendizagem nas perspectivas e práticas de jovens. **Educação e Pesquisa**, v. 44, p. 153673, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v44/1517-9702-ep-S1678-4634201702153673.pdf>. Acesso em: 10 de abr. 2019.

FOGGIATTO, K. R. D. A. **Blog educacional de mudanças climáticas: ferramenta tecnológica para a prática docente de professores de ciências dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2017. 99f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) - Escola Superior de Educação, Centro Universitário Internacional Uninter, 2017. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/84>. Acesso em: 02 de set. 2018.

GELENBE, E.; GORBIL, G. Wireless networks in emergency management. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE COMPUTING AND NETWORKING, 18., 2012. **Anais [...]** Istanbul, Turkey 2012. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2348716> Acesso

em: 24 de abr. 2018.

GONG, X. et al. A novel earthquake education system based on virtual reality. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 98, n. 12, p. 2242–2249, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/285358117\\_A\\_Novel\\_Earthquake\\_Education\\_System\\_Based\\_on\\_Virtual\\_Reality](https://www.researchgate.net/publication/285358117_A_Novel_Earthquake_Education_System_Based_on_Virtual_Reality). Acesso em: 18 de out. 2018.

HYMAN, P. “Peace Technologies” enable eyewitness reporting when disasters strike. **Communications of the ACM**, v. 57, n. 1, p. 27–29, 2014. Disponível em: <https://cacm.acm.org/magazines/2014/1/170852-peace-technologies-enable-eyewitness-reporting-when-disasters-strike/fulltext>. Acesso em: 24 de abr. 2018.

ITO, Y.; IKEMITSU, H.; NANGO, K. Development and evaluation of science and technology education program using interferometric SAR. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, v. 41, n. July, p. 123–129, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/474a/64ec2b81e4d2b7ec05f488a50e61845d4673.pdf>. Acesso em: 5 de out. 2018.

KHALAFZAI, A. K.; NIRUPAMA, N. Building resilient communities through empowering women with information and communication technologies: A Pakistan case study. **Sustainability**, v. 3, n. 1, p. 82–96, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/49598807\\_Building\\_Resilient\\_Communities\\_through\\_Empowering\\_Women\\_with\\_Information\\_and\\_Communication\\_Technologies\\_A\\_Pakistan\\_Case\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/49598807_Building_Resilient_Communities_through_Empowering_Women_with_Information_and_Communication_Technologies_A_Pakistan_Case_Study). Acesso em: 26 de jun. 2018.

LOPES, Mauricio et al. Caixa de areia interativa: um jogo em realidade aumentada em dispositivo móvel sobre a água. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 6., 2017 **Anais [...]** Recife, PE p. 524 - 533, out. 2017. ISSN 2316-8889. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7436>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MARTINS, M. H. DA M.; SPINK, M. J. P. O uso de tecnologias de comunicação de riscos de desastres como prática preventiva em saúde. **Interface: Communication, Health, Education**, v. 19, n. 54, p. 503–514, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/icse/v19n54/1807-5762-icse-19-54-0503.pdf>. Acesso em: 17 de out. 2018.

MELO, M. D. **Aprendizagem de climatologia em geografia no ensino médio fundamentada na teoria de Ausubel**. 2015. 119 f. Dissertação ( Mestrado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/157281/336546.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 de out. 2019.

MITSUHARA, H.; IGUCHI, K.; SHISHIBORI, M. Using Digital Game, Augmented Reality, and Head Mounted Displays for Immediate-Action Commander Training. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, v. 12, n. 02, p. 101–117, 2017. Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/6303>. Acesso em: 11 de ago. 2018.

NARVÁEZ, L.; LAVELL, A.; ORTEGA, G. P. **La Gestión del Riesgo de Desastres: Un enfoque basado en procesos**. 1a ed. Lima: Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009.

Disponível em: [http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/procesos\\_ok.pdf](http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/procesos_ok.pdf). Acesso em: 10 de maio 2019.

NOSKE-TURNER, J. et al. Locating disaster communication in changing communicative ecologies across the Pacific. **Australian Journal of Telecommunications and the Digital Economy**, v. 2, n. 4, 2014. Disponível em: <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/23579>. Acesso em: 26 de jun. 2018.

ONU. **Como construir cidades mais resilientes -um guia para gestores públicos locais**: Uma contribuição à Campanha Global 2010-2015 - Construindo Cidades Resilientes – Minha Cidade está se preparando!, 2012. Disponível em: [http://www.unisdr.org/files/26462\\_guiagestorespublicosweb.pdf](http://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf). Acesso em: 10 out. 2018

PACHECO, R. S. **Ambientes virtuais de aprendizagem colaborativa e sua contribuição para o ensino de ciências**. Dissertação, 2017. 104 f. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/7581>. Acesso em: 17 de out. 2018.

PALEN, L.; VIEWEG, S.; ANDERSON, K. M. Supporting “everyday analysts” in safety- and time-critical situations. **Information Society**, v. 27, n. 1, p. 52–62, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01972243.2011.534370>. Acesso em: 20 de set. 2018.

PERDOMO, J. L.; PANDO, M. A. Student Learning in a Multidisciplinary Sustainable Engineering Course. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 139, n. 3, p. 235–243, 2013. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29EI.1943-5541.0000175>. Acesso em: 17 de out. 2018.

PIXABAY – **Mapa do mundo**, 2019 Disponível em: <https://pixabay.com/pt/vectors/mapa-do-mundo-pa%C3%ADses-vector-terra-1748403>. Acesso em: 10 de jul. 2019.

RUIZ, E. System Information Management for Risk Reduction (GIRE System) in Schools of Costa Rica. In: PROCEEDINGS OF THE ISCRAM 2015 CONFERENCE, 2015. **Anais** [...] Kristiansand, Noruega, 2015. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/System-Information-Management-for-Risk-Reduction-in-Ruiz/c82339bca488fa5abc3bbc5d9d3bb9bf921e785b>. Acesso em: 26 de jun. 2018.

SAGUN, A.; BOUCLAGHEM, D.; ANUMBA, C. J. A scenario-based study on information flow and collaboration patt. **Disasters**, v. 33, n. 2, p. 214–238, 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18699856>. Acesso em: 26 de jun. 2018.

SAKONNAKRON, S. P. N.; HUYAKORN, P.; RIZZI, P. Urban gaming simulation for enhancing disaster resilience - A social learning tool for modern disaster risk management sarunwit. **TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment**, p. 841–851, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/307727196\\_Urban\\_Gaming\\_Simulation\\_for\\_Enhancing\\_Disaster\\_Resilience\\_A\\_Social\\_Learning\\_Tool\\_for\\_Modern\\_Disaster\\_Risk\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/307727196_Urban_Gaming_Simulation_for_Enhancing_Disaster_Resilience_A_Social_Learning_Tool_for_Modern_Disaster_Risk_Management). Acesso em: 28 de out. 2018.

SANCHO, J. M.; HERNANDEZ, F. E. A. Resenha: Tecnologias para transformar a educação. Porto Alegre: Artmed, 2006. **Educar**, v. 28, p. 279–282, 2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/er/a/g9vsV3zNrSndmKjnfYYKn5R/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 de ago. 2018.

TAMILSELVAN, N.; SIVAKUMAR, N.; SEVUKAN, R. Information and communications technologies (ICT). **International Journal of Library and Information Science (IJLIS)**, v. 1, n. 1, p. 15–28, 2012.

TAREK, S. A. Impact of Tablet Based Training in Empowering Remote Rural Community of South West Bangladesh to Acquire Disaster Preparedness Skills. **Procedia Economics and Finance**, v. 18, n. September, p. 287–295, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114009423>. Acesso em: 10 de ago. 2018.

UTSUMI, T. **Global Early Warning System (GEWS) with Cloud Computing Technology**, p. 1–23, 2010. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.469.2264&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 27 de abr. 2018.

UNISDR. **Terminology on Disaster Risk Reduction. Published by the United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR)**. Geneva, 2009. Disponível em: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/7817>. Acesso em: 20 out. 2018

UNISDR. **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030**. Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015- 2030SendaiGeneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015. Disponível em: [http://www1.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/1398/traduzido\\_unisdr\\_novo\\_sendai\\_framework\\_for\\_disaster\\_risk\\_reduction\\_2015\\_2030\\_portugues\\_versao\\_31mai2015.pdf](http://www1.udesc.br/arquivos/id_submenu/1398/traduzido_unisdr_novo_sendai_framework_for_disaster_risk_reduction_2015_2030_portugues_versao_31mai2015.pdf). Acesso em: 10 fev. 2018

VOGEL, E. et al. **Early warning systems for climate related extreme events : The development of an ICT based multi-hazard and multi- sector early warning platform in Kenya**. July, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/279930861\\_Early\\_warning\\_systems\\_for\\_climate\\_related\\_extreme\\_events\\_The\\_development\\_of\\_an\\_ict\\_based\\_multi-hazard\\_and\\_multisector\\_early\\_warning\\_platform\\_in\\_kenya](https://www.researchgate.net/publication/279930861_Early_warning_systems_for_climate_related_extreme_events_The_development_of_an_ict_based_multi-hazard_and_multisector_early_warning_platform_in_kenya). Acesso em: 26 de jun. 2018.

VALENTE, J. A. A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais**, v. 1, n. 1, p. 141–166, 2014. Disponível em: <http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/revistaunifesohumanasesociais/article/view/17>. Acesso em: 12 de ago. 2019.

---

Recebido em/Received: 19/10/2020 | Aprovado em/Approved: 14/11/2022

---