

NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DE RISCOS

NEW TECHNOLOGIES APPLIED TO RISK MANAGEMENT

ALESSANDRA CRISTINA CORSI

Geóloga, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo, São Paulo, accorsi@ipt.br

RESUMO ABSTRACT

Este artigo apresenta as tecnologias emergentes e inovações incrementais ou disruptivas que estão em desenvolvimento para aplicação na Gestão de Riscos. Cabe destacar que internacionalmente existe um grande esforço de aplicações disruptivas focadas no atendimento à emergência, porém inovações incrementais com foco em planejamento urbano também são abordadas. A aplicação de tecnologias disruptivas ao gerenciamento de riscos e de desastres varia em ritmo, escopo e impacto. Os últimos anos viram um aumento acentuado de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), robótica, drones, inteligência artificial (IA), *blockchain*, realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR). Possivelmente dentro de alguns anos, essas tecnologias desempenharão papéis importantes em diferentes aspectos da gestão de riscos.

Palavras-chave: inovação incremental, inovação disruptiva, tecnologia emergente, gestão de riscos.

This paper presents the emerging technologies and incremental or disruptive innovations that are under development for application in Risk Management. It should be noted that internationally there is a great effort of disruptive applications focused on emergency care, but incremental innovations focused on urban planning are also addressed. The application of disruptive technologies to risk and disaster management varies in pace, scope and impact. The past few years have seen a sharp rise in emerging technologies such as the Internet of Things (IoT), robotics, drones, artificial intelligence (AI), blockchain, virtual reality (VR) and augmented reality (AR). Possibly within a few years these technologies will play important roles in different aspects of risk management.

Keywords: incremental innovation, disruptive innovation, emerging technology, risk management

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, novas tecnologias e incrementos nas já existentes foram desenvolvidas para melhorar a eficiência da Gestão de Riscos.

A necessidade crescente da utilização de novas tecnologias para a gestão de riscos tem aumentado nos últimos anos. Contudo, melhorias adicionais e novos métodos, além dos convencionais e tradicionais são urgentes e necessários, especialmente aqueles relacionados a causas subjacentes graves, como mudanças climáticas, pobreza, ur-

banização, aumento da densidade populacional e degradação ambiental. Além disso, o Marco de Sendai incentiva um acesso melhor e apoio à inovação e tecnologia, bem como o aumento do investimento para desenvolver soluções inovadoras que sejam econômicas e benéficas quando aplicadas em todas as fases da gestão de riscos. Ademais, uma forte colaboração entre as várias partes interessadas, como governos, academia, ONGs e setor privado é crucial para a aplicação de tecnologias e inovações (IZUMI et al., 2019).

O avanço tecnológico e a inovação criaram novas oportunidades para melhorar a resiliência e a redução de riscos. Desenvolvimentos em tecnologias disruptivas – como inteligência artificial (AI), Internet das Coisas (IoT) e Big Data – e inovações em áreas como robótica e drones estão transformando muitos campos, incluindo redução e gerenciamento de riscos e desastres. A rápida disseminação de infraestrutura e dispositivos digitais de suporte – como redes de banda larga sem fio, smartphones e computação em nuvem – criou a base para a aplicação de tecnologias disruptivas para gerenciamento de riscos e de desastres (ITU, 2019).

A aplicação de tecnologias disruptivas ao gerenciamento de riscos e de desastres varia em ritmo, escopo e impacto. Plataformas de mídia Social como Facebook e Twitter têm sido aplicadas em diversos eventos, e drones e IoT estão aumentando em uso à medida que a experiência é adquirida e os custos caem. Big data, robôs e IA permanecem amplamente experimentais, e impactos em larga escala exigirão mais tempo e investimentos em habilidades e pesquisa (ITU, 2019).

A IA pode ter um enorme impacto no gerenciamento de riscos e de desastres em relação à aceleração da recuperação e em tempo de resposta. Um número considerável de pesquisas estão atualmente sendo dedicadas ao uso de IA para detectar e possivelmente um dia prever terremotos, por exemplo. Os robôs tornaram-se mais sofisticados por meio da integração com microprocessadores e sensores. A crescente destreza dos robôs os torna adequados para situações de desastre, principalmente aquelas perigosas para humanos ou animais de resgate. As tecnologias tradicionais, embora não sejam consideradas disruptivas, continuam a desempenhar um papel crítico na gestão de riscos e de desastres, e também estão se beneficiando da digitalização (ITU, 2019).

A gestão do risco pode ser alcançada adequadamente por meio do uso de tecnologias disruptivas. A ideia é convergir os conceitos de tecnologia moderna e fatores ambientais. As tecnologias existentes podem ser usadas para desenvolver sistemas modernos para enfrentar os desastres. Isso pode ser feito melhor utilizando tecnologias

de forma econômica e inovadora. Muitos países desenvolvidos implementaram estratégias de inovação baseadas em Big Data, IA e IoT como áreas prioritárias para aplicação digital, segurança da informação, economia da informação, saúde pública, etc. (MUNAWAR et al, 2022).

Este artigo tem por objetivo apresentar as inovações tecnológicas de caráter incremental e as disruptivas empregadas na gestão de riscos e na gestão de desastres.

2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

A rápida disseminação de infraestrutura e dispositivos digitais criou um imenso potencial para o uso de tecnologias disruptivas para a gestão de riscos.

Os últimos anos viram um aumento acentuado de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), robótica, drones, impressão 3D, inteligência artificial (IA), blockchain, realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR). Possivelmente dentro de alguns anos, essas tecnologias desempenharão papéis cruciais em diferentes aspectos da gestão de riscos (SHAW, 2020).

O primeiro uso documentado de um drone, por exemplo, foi em 2005, após o furacão Katrina nos Estados Unidos. Desde então, os drones têm sido usados extensivamente na estimativa de danos pós-desastre em diferentes países, e sua proliferação foi particularmente notável em 2011 no leste do Japão após o terremoto, o tsunami e o acidente nuclear. A inteligência artificial tem sido utilizada para gerenciamento de dados emergenciais, especialmente para gerenciamento de redes sociais e big data. No Japão, o uso de robôs tem sido promovido de forma proativa, especialmente em operações de busca e salvamento. Gradualmente, essas tecnologias estão se tornando pilares mais fortes na inovação em gestão de riscos. No entanto, uma questão importante não é a tecnologia nova/emergente, mas como ela pode ser usada em conjunto com os mecanismos de governança adequados e com o aprimoramento das capacidades em diferentes países e comunidades (SHAW, 2020).

2.1 Satélite

Na área de satélites a utilização de nano e micro-satélites chamam a atenção em função das dimensões menores e simplicidade de funcionamento e apresentam-se como alternativas atrativas e economicamente viáveis para as empresas do setor. São vastas as possibilidades de aplicação dos nano satélites, sendo aquelas relacionadas a Internet das Coisas (IoT) e machine-to-machine (M2M) as que mais chamam a atenção atualmente. Essas ferramentas em conjunto poderão mudar a gestão de riscos e outras áreas (OECD, 2020).

O desenvolvimento e aplicação de sistemas hiperspectrais, *Light Detection and Ranging (LiDAR)* e dos radares, merecem destaque, e são capazes de fornecer imagens mesmo com alta cobertura de nuvens. As aplicações com essas imagens podem ser utilizadas em ambiente construído para diferenciar tipos de materiais, modelos digitais de terreno com maior precisão bem como dados abaixo do terreno (OECD, 2020).

As imagens de satélite podem fornecer resolução suficiente para mapear a exposição (ou seja, os ambientes construídos e naturais, incluindo edifícios e infraestrutura, bem como culturas e ecossistemas naturais) e podem fornecer resolução suficiente para avaliar a área impactada por um evento de desastre (por exemplo, terrenos não cobertos anteriormente por água, edifícios e ativos de infraestrutura que sofreram danos estruturais e declínios na intensidade da luz noturna indicando interrupção na disponibilidade ou demanda de energia) (OECD, 2020).

2.2 Drone

Os veículos aéreos não tripulados (UAV ou VANT) foram inicialmente desenvolvidos para uso militar. Desde então, foram aplicados em diferentes usos, como fotografia aérea e entrega de pacotes. Os drones são atraentes para uso, pois podem voar onde as aeronaves tripuladas não podem. Eles também podem voar em baixas altitudes, superando a falta de visibilidade quando há cobertura de nuvens e, portanto, as imagens dos drones têm resolução mais alta que as de satélite (ITU, 2019).

Além dos drones aéreos também estão em desenvolvimento os drones subaquáticos, veículos submarinos não tripulados (UUV) que podem ser utilizados para medir a intensidade e a direção de tempestade, por exemplo. Uma diferença fundamental entre drones subaquáticos e os drones aéreos é que o GPS não funciona debaixo d'água, então os drones subaquáticos são amarrados, limitando seu alcance (ITU, 2019).

A utilização de veículos aéreos não tripulados ou drones está cada vez mais comum, e merece destaque o desenvolvimento de sensores do tipo LiDAR e câmeras digitais de alta resolução aliadas aos softwares de tratamento de dados que permitem rapidez na aquisição de dados para a utilização na gestão de riscos em todas as suas etapas (OECD, 2020).

Há certamente uma limitação da tecnologia dos drones, como tempo de bateria, carga física máxima, poder de processamento e manobras em más condições meteorológicas. O poder de processamento dos computadores instalados em placas-mãe em drones não é comparável ao poder de processamento de máquinas de servidores de computador. Portanto, ao usar drones para problemas de monitoramento de desastres, como coleta de uma grande quantidade de dados, devem ser consideradas as condições climáticas ruins, a variedade de diferentes fontes de dados, o fornecimento de energia instável, a rede de comunicação de energia e falhas imprevisíveis devem ser mantidas em mente (MUNAWAR et al, 2022).

2.3 BIG DATA

Quanto ao processamento e análise dos dados merece destaque a computação em nuvem e ferramentas de Big Data.

Enormes quantidades de dados são geradas diariamente em todos os campos. Torna-se um processo complexo quando os dados provenientes de diferentes fontes são usados para a tomada de decisão. O principal objetivo do gerenciamento de big data é aumentar o valor e a acessibilidade dos dados para a tomada de decisões (MUNAWAR et al, 2022).

Uma variedade de ferramentas foi desenvolvida para apoiar a análise de grandes volumes de

dados. Essas ferramentas permitem a análise de dados estruturados e (cada vez mais) não estruturados (como dados de sensores, imagens, e-mails e dados de redes sociais) para identificar padrões, tendências e correlações (OECD, 2020).

O paradigma do Big Data que levanta preocupações relaciona-se com a proteção da privacidade. Um grande volume de dados pode ser coletado contendo informações de indivíduos que podem ser confidenciais. Ao processar os conjuntos de dados, as informações confidenciais podem ficar mais expostas. Desse modo, é essencial proteger a privacidade das pessoas ao lidar com essas informações, e os conjuntos de dados coletados devem ser anônimos. Aplicativos como Hadoop e Spark são úteis no armazenamento de dados e minimizam a limitação da análise de big data (MUNAWAR et al, 2022).

Big Data também é usado para analisar informações geradas por sensores em implementações de IoT, bem como dados de drones e robôs. Vários projetos relacionados à gestão de desastres foram implantados como parte da Iniciativa de Big Data para Desenvolvimento, da Organização das Nações Unidas - ONU (ITU, 2019).

2.4 Internet das Coisas

O uso de sensores para monitorar as condições que podem desencadear desastres não é novo. Desenvolvimentos em computação em nuvem, redes sem fio de banda larga, os próprios sensores e a análise de dados levaram ao surgimento de sistemas poderosos, integrados e em tempo real chamados de Internet das Coisas (IoT). O gerenciamento de riscos e desastres é um caso ideal para aplicativos de IoT, pois os sensores podem enviar alertas sobre um número de situações potencialmente perigosas (ITU, 2019).

A Internet das Coisas cria novas oportunidades para o uso de dispositivos eletrônicos, interconectando-os. Os dispositivos percebem e coletam informações ambientais e transmitem essas informações para outros dispositivos. Mais tarde pode ser acessado por usuários interessados (RADU, 2020).

IoT é uma das áreas mais florescentes dentro das tecnologias disruptivas. A aplicação da tecno-

logia de sensores para coleta de dados e armazenamento tornam viável a coleta de informações em tempo real. A infraestrutura IoT fornece o gerenciamento de sistemas de informação, especialmente no caso de interações máquina a máquina. Os dados coletados com a ajuda desses sistemas baseados em IoT dão acesso à comunidade para obter atualizações e tomar medidas de precaução para qualquer desastre futuro (MUNAWAR et al, 2022).

Os sensores conectados podem fornecer informações em tempo real sobre uma variedade de características físicas, como temperatura, pressão e nível da água, presença de fumaça, dentre outras, que podem fornecer informações críticas sobre áreas geográficas impactadas por uma inundação ou incêndio florestal. Dados geocodificados de acelerômetros de smartphones, que medem a aceleração podem ser aproveitados para medir a intensidade do tremor de terremoto em diferentes locais para fornecer informações em tempo real sobre onde o dano pode ter ocorrido (OECD, 2020).

Sensores em árvores podem detectar se um incêndio começou por meio da temperatura, umidade e níveis de dióxido de carbono. Sensores de terra podem detectar movimentos de terra que podem sinalizar terremotos. Os níveis dos rios podem ser monitorados por sensores para possíveis inundações (ITU, 2019).

Recentemente, o uso de IoT abriu oportunidades para resolver problemas durante a emergência, podendo auxiliar na coleta de dados, análise, notificações de aviso, eventos de monitoramento remoto, localização de vítimas e geração de dados em tempo real (MUNAWAR et al, 2022).

2.5 Inteligência artificial (IA)

A inteligência artificial pode ajudar a aprender, prever e fornecer informações confiáveis para a tomada de decisões oportunas durante a mitigação, preparação, resposta e recuperação de desastres (MUNAWAR et al, 2022).

A inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina avançaram para o estado em que estão altamente proficientes em fazer previsões e na identificação e classificação (ITU, 2019):

1. **Processamento de informações:** a IA é usada para reconhecimento de imagem de satélite para identificar edifícios danificados, inundações, estradas intransitáveis, etc. A IA também pode ser aplicada para gerar dados de uso e ocupação, mapas de suscetibilidade e também na predição de eventos a partir de um conjunto de dados de diversas fontes como sensores e mídias sociais.
2. **Chamadas de emergência:** Durante uma crise, os *call centers* geralmente ficam sobrecarregados. Além de chamadas de voz, as emergências são cada vez mais relatadas por mensagens de texto e mídias sociais. AI e aprendizado de máquina estão sendo aplicados para lidar com o volume e os diferentes tipos de chamadas.
3. **Análise de mídia social:** informações em tempo real do Facebook, Twitter, Instagram, YouTube, por exemplo, pode ser analisado e validado por IA para filtrar e classificar informações e fazer análise preditiva
4. **Análise preditiva:** a IA está sendo usada para analisar dados anteriores para prever o que provavelmente pode acontecer e auxiliar na tomada de decisão durante uma emergência. Os dados podem ser integrados com painéis online para que o pessoal de emergência possa responder em tempo real.

2.6 Robôs

Embora os robôs industriais já existam há algum tempo, os robôs se tornaram mais sofisticados através da integração com microprocessadores e sensores. A crescente destreza dos robôs os torna adequado em situações de resgate que são muito perigosas para humanos ou animais treinados. Os robôs foram usados pela primeira vez após o ataque terrorista de setembro de 2011 na cidade de Nova York para avaliar os destroços do World Trade Center demolido. Desde então, foram relatadas mais de 50 implantações de robôs para uso em desastres. Avanços estão sendo

alcançados no Japão, onde existe a possibilidade de comercialização de robôs projetados especificamente para atuação durante a emergência (ITU, 2019).

2.7 Blockchain

Juntamente com Big Data e IA, o *blockchain* se desenvolveu como uma tecnologia que contribui para aumentar a inteligência das cidades. Este é descrito como um registro digital distribuído, replicado e seguro que permite que as partes contratantes vejam um sistema de registros imutáveis. *Blockchain* evoluiu rapidamente. As aplicações dessa tecnologia não se limitam somente a criptomoedas, e podem ser utilizadas também em votação eletrônica, gerenciamento de registros de saúde, gerenciamento de identidade, cartório descentralizado, etc. Dada a diversidade de transações financeiras e contratuais que ocorrem no caso da governança urbana, bem como o grande número de partes envolvidas, o uso de tecnologias *blockchain* pode trazer melhorias consideráveis. Além disso, a tecnologia *blockchain* pode aumentar a confiança nos dados, pois é criptografada e segura (RADU, 2020).

2.8 Mídia social

O uso de redes sociais por indivíduos para descrever seu ambiente é uma fonte adicional de dados sobre perigos, para complementar imagens menos frequentes ou, quando instalados, dados de sensores como medidores de inundação, maré, sismômetros, por exemplo. Em alguns casos, as informações geográficas voluntárias de redes sociais de *crowdsourcing* foram consideradas tão – se não mais – precisas do que os sensores hidrológicos e geológicos (OECD, 2020).

As tecnologias de mídia social caracterizam-se por serem interativas e incluem uma ampla variedade de formatos de conteúdo incluindo textos, áudio, vídeo, fotografias, arquivos de documentos portáteis, pontos de energia, coordenadas de GPS. Permitem a interação entre uma ou várias plataformas por meio de compartilhamento social. Facilita rapidamente a disseminação de informações de maneira aprimorada para muitos participantes estendendo o engajamento e criando eventos online em tempo real, estendendo as

interações online off-line ou aumentando ao vivo eventos online (JOSEPH et al., 2018).

2.9 Crowdsourcing e crowdfunding

Crowdsourcing (“um modelo que usa o público em geral, ou a multidão, com a finalidade de utilizar habilidades, talentos ou observações como fontes de conhecimento e experiência”) pode fornecer dados em tempo real, permitindo uma resposta rápida a desastres (CALLAGHAN, 2016).

O *crowdsourcing* pode fornecer suporte importante para a tomada de decisões, inclusive sob pressões de tempo associadas a crises. *Crowdsourcing* e *expert-sourcing* podem ser eficazes no gerenciamento de engajamentos e interações da comunidade, particularmente sob condições incertas (CALLAGHAN, 2016).

Crowdfunding é o *crowdsourcing* aplicado para angariar fundos (CALLAGHAN, 2016).

O advento dos smartphones criou novas oportunidades para o público ajudar consciente ou inconscientemente na gestão do risco e também do desastre (POBLET et al., 2014):

- Sensores: os telefones celulares estão continuamente gerando dados de seus sensores internos, incluindo GPS, acelerômetros, giroscópios e magnetômetros. Os dados são coletados (*crowdsourcing*) com pouco ou nenhum processamento de dados pelo usuário.
- Computadores sociais: os usuários geram dados usando aplicativos como os de mídia social. Esses dados são coletados por plataformas (Big Data).
- Multidão como repórteres: os usuários oferecem suas próprias informações sobre eventos (por exemplo, tirar uma foto de danos, *twitter* sobre as condições meteorológicas, etc.).
- Multidão como microtarefas: Os usuários criam conteúdo, como adicionar estradas ou prédios a imagens de satélite. Aqui, os usuários são participantes ativos e muitas vezes têm habilidades específicas.

2.10 Smartphones

À medida que os telefones celulares evoluíram em termos de funcionalidade, seu impacto no

socorro a desastres aumentou. Das chamadas de voz para mensagens de texto – e agora serviços baseados em localização, câmeras e acesso à Internet – telefones celulares têm um conjunto diversificado de recursos sendo aproveitado pelo público e pela comunidade de desastres em tempos de crise. A ampla disseminação de telefones celulares – muitas vezes com maior penetração do que a televisão ou o rádio em países em desenvolvimento – hoje os torna o dispositivo de comunicação mais universal do mundo (ITU, 2019).

A ampla distribuição de *smartphones* em todo o mundo e seu uso leva à geração de uma infinidade de dados. Esses conjuntos de dados podem ser utilizados para pesquisas, incluindo informações de saúde, segurança, localização, pesquisa de marketing e também a posição geográfica dos indivíduos durante os períodos de desastre (MUNAWAR et al, 2022).

A tecnologia também melhorou a coleta de dados sobre danos e perdas *ex-post*, uma vez que pesquisadores governamentais (ou não governamentais) recebem acesso a dispositivos móveis conectados e aplicativos de smartphone personalizados que facilitam a coleta de dados e a transmissão mais oportuna de informações para centros de operações de gerenciamento de emergência.

3 RECOMENDAÇÕES E DESAFIOS FUTUROS

Foram identificadas várias recomendações que governos, agências de assistência, setor privado podem adotar para maximizar os benefícios oferecidos pelas tecnologias disruptivas (ITU, 2019):

- a. A sistematização e a padronização são necessárias para melhorar a aplicação das intervenções tecnológicas. Padrões abertos ajudarão a reduzir custos, garantir a interoperabilidade e aumentar o dimensionamento. A padronização também deve se estender ao uso de Big Data, que atualmente é muitas vezes envolto em opacidade. Protocolos de compartilhamento claros e transparentes devem ser implementados, incluindo interfaces de programação de aplicativos.

- Para mídias sociais, *hashtags* padronizadas devem ser empregadas para reduzir a confusão entre o público e ampliar os impactos.
- b. O alcance das tecnologias digitais deve ser levado em consideração nas estratégias de gestão de risco. Embora o Twitter tenha se mostrado útil em situações de crise, principalmente entre a comunidade de ajuda humanitária, sua penetração é relativamente baixa entre o público em geral. Também deve ser considerado que algumas pessoas podem não querer usar plataformas proprietárias por vários motivos e, portanto, confiar em apenas um método pode não atingir todos os destinatários pretendidos.
 - c. Um repositório global com informações sobre como as tecnologias digitais estão sendo aplicadas para a gestão de risco aumentaria a conscientização e a compreensão. Centenas de aplicações de tecnologia disruptiva estão em andamento em todo o mundo, mas as experiências são muitas vezes enterradas em artigos e relatórios de pesquisa. Uma base de informações seria útil para identificar intervenções digitais que funcionaram, e quem foram os implementadores e outros materiais para aumentar a compreensão sobre quais tecnologias são relevantes para diferentes circunstâncias e tipos de desastres.
 - d. As parcerias com o setor privado e a academia serão fundamentais para entender e aplicar tecnologias digitais para previsão, detecção, resposta e resgate. Inúmeros usos de tecnologias disruptivas estão sendo desenvolvidos pelo setor privado. Além disso, o setor privado controla quantidades significativas de informações pessoais em conjuntos de Big Data, que são de grande utilidade para a gestão de riscos. Da mesma forma, pesquisas relevantes estão sendo desenvolvidas pela comunidade acadêmica.
 - e. O dimensionamento de tecnologias disruptivas para crises é essencial para ter um impacto generalizado e reduzir os custos de implantação. Até o momento, muitas intervenções ainda são pilotos ou realizadas de maneira informal. Os processos devem existir para identificar casos de uso relevantes e dimensioná-los. Dado o vasto potencial das tecnologias disruptivas para a gestão sob uma enorme variedade de circunstâncias diferentes, é necessário nutrir a inovação.
 - f. O treinamento é indispensável para que a comunidade entenda como implantar de forma adequada e responsável as tecnologias digitais novas e emergentes em cenários de crise. Manuais são necessários para diferentes tecnologias. Por exemplo, no caso de mídia social, isso abrangeria diretrizes de *hashtag*. As trocas devem ser organizadas para que o pessoal de gerenciamento de desastres ganhe experiência no uso de novas ferramentas.
 - g. As ramificações legais da pesquisa tecnológica precisam ser compreendidas. Isso é bastante direto em relação a regulamentações específicas, como registro e regulamentação de drones, mas, contudo, mais nebulosa em relação à proteção de dados e privacidade. Um dilema relevante é a falta de proteção de dados e as leis de privacidade inibem ou incentivam tecnologias que fazem uso intenso de informações pessoais.
 - h. A capacidade adequada continua sendo fundamental para planejar e implantar adequadamente as tecnologias digitais relevantes.
- Tecnologias emergentes e a inovação estão sendo aplicadas na gestão de riscos, como por exemplo o uso de imagens de satélite e de drones, sensores em tempo real. Ganhos significativos com o uso do IoT e Big Data estão sendo obtidos em aplicações desenvolvidas tanto pelo setor privado quanto pelo público.
- No entanto, existem desafios para a implementação efetiva de algumas tecnologias como deficiências na infraestrutura de comunicações; falta de mão de obra especializada em técnicas

analíticas, dados de qualidade para as análises; acesso às tecnologias em função dos custos ou de impedimentos regulatórios; restrições regulatórias de seguros; conscientização, aceitação e confiança dos usuários no uso de tecnologias emergentes.

REFERÊNCIAS

- BECKER, D. AND S. BENDETT Crowdsourcing Solutions for Disaster Response: Examples and Lessons for the US Government. *Procedia Engineering*, vol. 107, pp. 27-33, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.06.055>
- CALLAGHAN, C. W. Disaster management, crowdsourced R&D and probabilistic innovation theory: Toward real time disaster response capability. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 17, p. 238-250, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.05.004>
- GIBSON, S.; LEMYRE, L.; LEE, J.E.C. Predicting Emergency Response Intentions among the Canadian Public in the Context of Terrorism Threats: Examining Sociodemographics and the Mediating Role of Risk Perception. *Hum. Ecol. Risk Assess* 2015, 21, 205-226
- JOSEPH, J. K.; DEV, K. A.; PRADEEPKUMAR, A.P.; MOHAN, M Big Data Analytics and Social Media in Disaster Management. In: SAMUI, P.; KIM, D; GHOSH, C. *Integrating Disaster Science and Management Global Case Studies in Mitigation and Recovery*. 2016
- INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU) *Disruptive technologies and their use in disaster risk reduction and management*. 2019.
- IZUMI, T., SHAW, R., ISHIWATARI, M., DJALANTE, R., KOMINO, T. 30 innovations for disaster risk reduction by IRIDeS, Keio University, the University of Tokyo, UNU-IAS, CWS Japan, Japan, 80 páginas, 2019
- MUNAWAR, H. S.; MOJTAHEDI, M; HAMDAD, A. W. A. ; KOUZANI, A.; MAHMUD, M. A. P. Disruptive technologies as a solution for disaster risk management: A review. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151351>
- POBLET, M., GARCÍA-CUESTA, E., CASANOVAS, P. *Crowdsourcing Tools for Disaster Management: A Review of Platforms and Methods*. In: Casanovas, P., Pagallo, U., Palmirani, M., Sartor, G. (eds) *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems. AICOL 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 8929*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45960-7_19
- RADU, L. D. Disruptive Technologies in Smart Cities: A Survey on Current Trends and Challenges **Smart Cities**. 2020, 3(3), 1022-1038; <https://doi.org/10.3390/smartcities3030051>
- SHAW, R. Thirty Years of Science, Technology, and Academia in Disaster Risk Reduction and Emerging Responsibilities. *Int. J. Disaster Risk Sci.* (2020) 11:414-425. <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00264-z>