

CIDADES RESILIENTES: EXPLORANDO SOLUÇÕES COMPUTACIONAIS

Marcus Vinícius de Oliveira Marques¹
Washington Amorim²
Celio Hauck Carreira Junior³
Frâncila Weidt Neiva⁴

RESUMO

O ano de 2019 se iniciou no Brasil exigindo o enfrentamento de emergências e desastres como o caso de Brumadinho, com o rompimento da barragem, o caso do Flamengo, com o incêndio no alojamento da categoria de base, o caso das chuvas no Rio de Janeiro, com o alagamento e acidentes diversos em decorrência, entre outros. Tais situações têm evidenciado a incapacidade das cidades em prevenir e lidar com situações dessa natureza. Sabendo-se que a área da computação desempenha papel fundamental, o presente artigo divulga o estudo conduzido em nosso grupo sobre o tema. Estudo que se faz necessário para o avanço das Cidades Resilientes e para que assim, nossas cidades se desenvolvam de forma a antecipar, prevenir, absorver e se recuperar de choques e tensões.

Palavras-chave: Cidades Resilientes, Desastres, Crises, Emergências.

1 INTRODUÇÃO

O ano de 2019 se iniciou no Brasil exigindo o enfrentamento de emergências e desastres como o caso de Brumadinho, com o rompimento da barragem, o caso do Flamengo, com o incêndio no alojamento da categoria de base, o caso das chuvas no Rio de Janeiro, com o alagamento e acidentes diversos em decorrência, entre outros. Este cenário não se limita ao Brasil e

¹ Discente do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – CES/JF.

² Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia de Software do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – CES/JF.

³ Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia de Software do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – CES/JF.

⁴ Docente do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Email: francilaneiva@cesjf.br

além da inestimável perda de vidas humanas ao redor do globo, as perdas econômicas globais em 2017 decorrentes de desastres quase dobraram, de US \$ 180 bilhões em 2016 para US \$ 337 bilhões em 2017 (Swiss RE, 2018). Tais situações têm evidenciado a incapacidade das cidades em prevenir e lidar com situações dessa natureza.

Desta maneira, o grupo de estudos de Cidades Resilientes teve como principal objetivo promover a contextualização, reflexão e produção de artefatos que contribuam e estejam relacionados ao campo de pesquisa de cidades inteligentes, em especial, aos tópicos: Tomada de decisão baseada em tecnologia de sensoriamento e rastreamento, Sistemas de informação humanitária e coordenação e Tecnologia e políticas de *sensemaking* e apoio à decisão em operações humanitárias.

Sabendo-se que a área da computação desempenha papel fundamental, o presente artigo divulga o estudo conduzido em nosso grupo sobre o tema. Estudo que se faz necessário para o avanço das Cidades Resilientes e para que assim, nossas cidades se desenvolvam de forma a antecipar, prevenir, absorver e se recuperar de choques e tensões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo do grupo de estudos incluiu a contextualização, reflexão e produção de artefatos relacionados ao campo de pesquisa de cidades resilientes, em especial, aos tópicos:

- Tomada de decisão baseada em tecnologia de sensoriamento e rastreamento (Gubbi et al., 2013);
- Sistemas de informação humanitária (ICLEI, 2018; Swiss RE, 2018), e coordenação (Freitas et al., 2016);
- Tecnologia e políticas de *sensemaking* e apoio à decisão em operações humanitárias (Horita et al., 2018).

Com base nos tópicos acima, uma revisão da literatura foi conduzida em que os seguintes artigos foram trabalhados:

TABELA 1: Artigos selecionados.

| Título | Palavras-Chave | Referência |
|--|---|-----------------------|
| Assessment team decision-making: One way to assess the multi-criteria decision-making based on observation | Team decision-making, emergency management, assessment, observation. | Ferreira et al., 2016 |
| Simulation of The Urban Waterlogging and Emergency Response Strategy at Subway Station's Entry-exit Platform in Heavy Rainstorm | Simulation, urban waterlogging, subway stations, emergency response strategy. | Ni et al., 2018 |
| Bad Weather Coming: Linking social media and weather sensor data | Twitter; weather; sensor data; social media; | Halse et al., 2018 |
| Why IT systems for emergency response get rejected: examining responders' attitude to IT | Acceptance of ICT, Survey on existing approaches, Impact of IT, Grounded Theory | Elmasllari, 2018 |
| The Hidden Crisis : Developing Smart Big Data pipelines to address Grand Challenges of Bridge Infrastructure health in the United States | Bridge Structural Health, Next-Generation Health Monitoring, Data Management, Decision Support Systems, Socio-Technical Impact. | Gandhi et al., 2018 |
| Turning data into action: supporting humanitarian field workers with open data | Humanitarian disaster response, decision-making support, information needs, information systems | Paulus et al., 2018 |
| Determining flooded areas using crowd sensing data and weather radar precipitation: a case study in Brazil | Crowd sensing data, Weather radar precipitation, Kernel density estimation, Flood management, Collaborative platforms. | Horita et al., 2018 |

| | | |
|--|---|------------------------------|
| Intelligent Utilization of Dashboards in Emergency Management | Emergency Management, Natural Disasters, Dashboards, Business Intelligence, Decision Support Systems. | Mordecai & Kantsepolsy, 2018 |
| Critical human factors in UI design: How calm technology can inform anticipatory interfaces for limited situational awareness. | Human-Computer Interaction (HCI), user interface (UI), calm technology, perception, emergency response. | Kremer, 2018 |
| Supporting Situational Awareness during Disasters: The Case of Hurricane Irma | Situational Awareness, Hurricane Irma, Conceptual Framework, Disaster Management, Social Media. | Gray et al., 2018 |
| Informing City Resilience | City Resilience, Open Data, GIS, Geospatial, Community Engagement. | Moore et al., 2018 |
| Look After Your Neighbours: Social Media and Vulnerable Groups during Extreme Weather Events | Social media, vulnerable populations, extreme weather events, emergency management organisations. | Poblet et al., 2018 |

Além disso, uma análise das notícias que saíram na mídia sobre ocorrências de crises e desastres foi conduzido. Dentre as notícias analisadas, tomadas como estudos de caso, destacam-se:

Figura 1: Incêndio em centro de treinamento.

Atletas da base do Flamengo morrem em incêndio no CT Ninho do Urubu

Dez jovens, com idade entre 14 e 16 anos, morreram; há três feridos. Fogo atingiu alojamento das categorias de base do time em Vargem Grande. Prefeitura disse que dormitório não tem licença municipal.

Por G1 Rio e TV Globo

08/02/2019 07h18 · Atualizado há 9 meses



Fonte: G1 Rio e TV Globo

Figura 2: Rompimento da barragem de Brumadinho.

FEVEREIRO 25, 2019 POR CONSTRUCAOCIVILPET

Um estudo de caso: Brumadinho

No início do ano de 2019, a população brasileira foi bombardeada com notícias sobre o rompimento de uma barragem na cidade de Brumadinho, município de em média 36 700 habitantes localizado no interior de Minas Gerais. Desastres como este, bem como o acidente ocorrido em Mariana há pouco mais de três anos, apesar de extremamente negativos e prejudiciais socioeconomicamente falando, servem de estudo para evitar que novos episódios aconteçam. Assim, é importante que se faça uma análise detalhada sobre o que aconteceu, quais as principais causas, o que pode ser feito para remediar e, principalmente, o que poderia ter sido feito, por parte de um Engenheiro Civil, para evitar esse trágico acontecimento, que culminou em diversas perdas financeiras, ambientais e, infelizmente, humanas.



Fonte: Construção Civil PET

Figura 3: Chuvas no Rio de Janeiro.

Chuva forte causa deslizamentos, morte e deixa o Rio em estágio de crise

Bombeiros buscam por 3 crianças que teriam sido soterradas. Prefeitura recomenda que população fique em lugar seguro após acionar 39 sirenes. Escolas suspenderam aulas na terça.

Por G1 Rio, TV Globo e GloboNews
08/04/2019 14h53 · Atualizado há 7 meses



Fonte: G1 Rio, TV Globo e GloboNews

Figura 4: Lições ignoradas do rompimento da barragem em Mariana.

Tragédia em Brumadinho: As 5 lições ignoradas após tragédia de Mariana

Nathalia Passarinho*
Da BBC News Brasil em Londres

1 fevereiro 2019



Fonte: Nathalia Passarinho - BBC News Brasil em Londres

Com base no material analisado, o grupo passou a explorar as possibilidades de desenvolvimento de artefatos computacionais para apoiar a resiliência das cidades.

3 METODOLOGIA

A seguinte metodologia foi seguida na condução dos estudos do grupo:

- a) Revisão da Literatura.
- b) Identificação de oportunidades e seleção de casos de estudo.
- c) Idealização da proposta de solução.
- d) Desenvolvimento dos requisitos e modelos iniciais.
- f) Prototipação inicial para geração de evidências sobre sua viabilidade e descoberta de novos requisitos.

A revisão da literatura e seleção de casos de estudos foram apresentadas na seção anterior. Para a viabilização da idealização da proposta de solução e desenvolvimento dos modelos e protótipo, se fez necessário o estudo de algumas tecnologias, em especial a IDE (Integrated Development Environment) do Arduino (Figura 5), sensores e microcontroladores. O ambiente de simulação TinkerCad ⁵ também foi utilizado.

O software Arduino (IDE) de código aberto facilita a gravação e o upload do código nos microcontroladores. É executado no Windows, Mac OS X e Linux. O ambiente é escrito em Java.

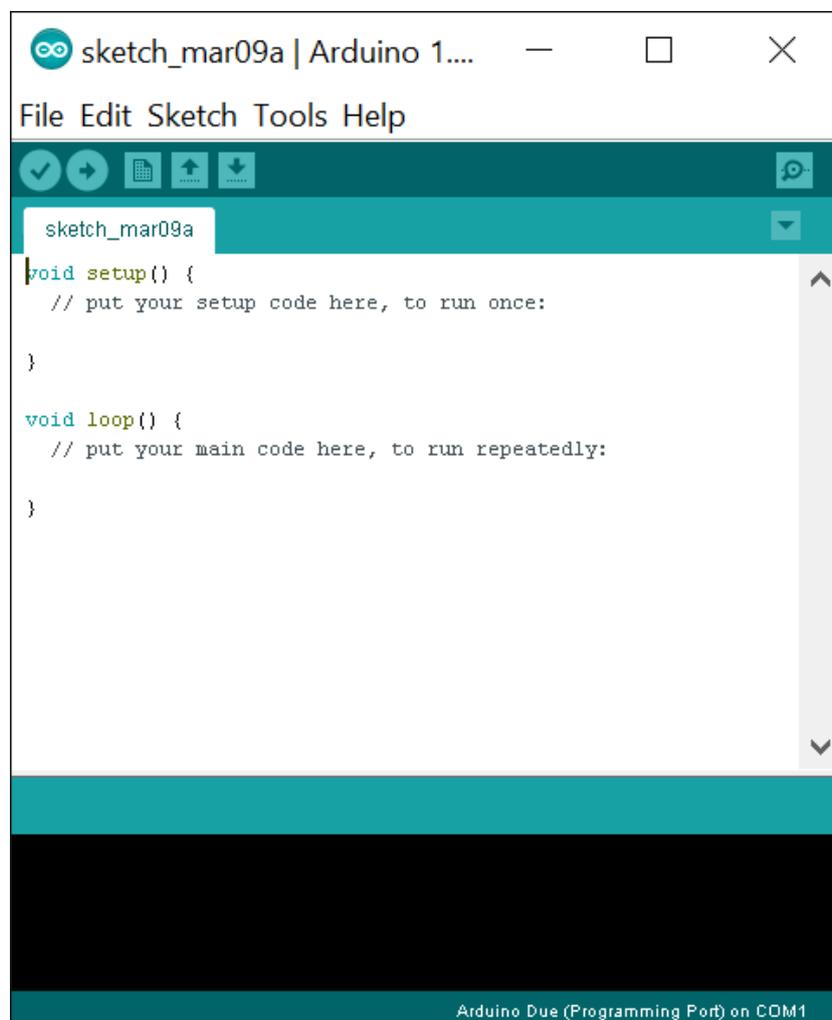
Dentre os sensores, destacam-se:

- Sensor de umidade e temperatura DHT11
- Sensor de movimento presença PIR
- Real Time Clock RTC DS1307 (sem bateria)
- Sensor de chuva
- Sensor de som KY-038 microfone
- Sensor de distância ultrassônico HC-SR04
- Sensor de chama fogo

⁵ www.tinkercad.com

- Diodo laser 5V Arduino
- Sensor de luz LDR
- Sensor de umidade do solo higrômetro
- Sensor de obstáculos infravermelho IR
- Sensor de gás MQ-2 inflamável e fumaça
- Módulo RF transmissor+receptor 315MHz
- Módulo sensor de vibração SW-420
- Sensor óptico reflexivo TCRT5000

Figura 5: Visão da IDE do Arduino.



Fonte: Arduino CC.

Dentre os microcontroladores, destacam-se os presentes nos seguintes componentes:

- Placa Uno R3
- Módulo Wifi ESP8266 NodeMCU ESP-12

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

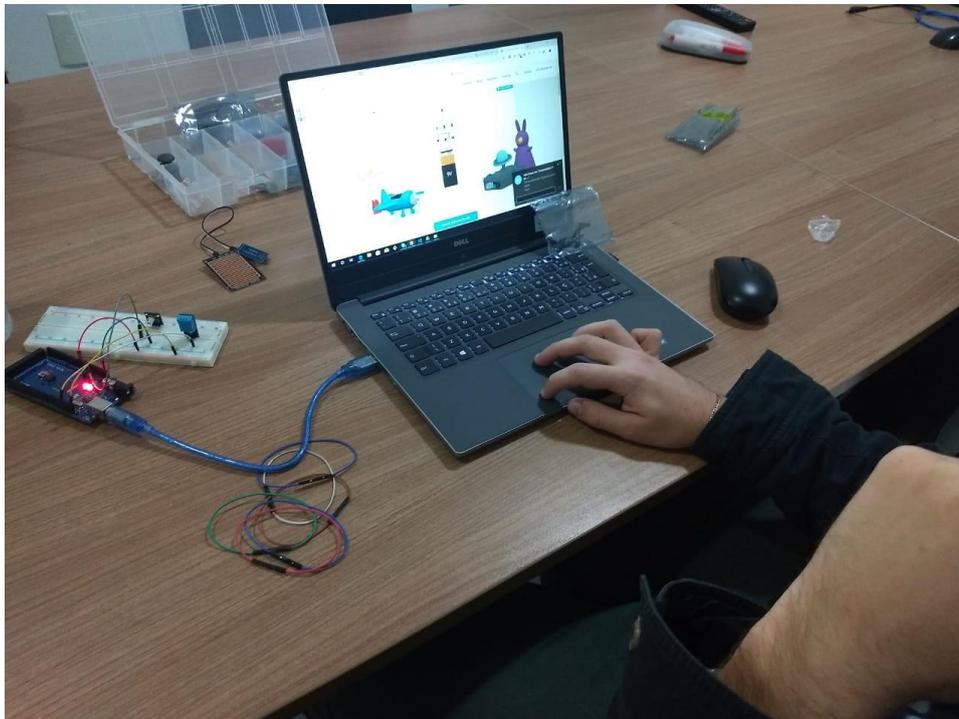
Como foco principal da atividade de desenvolvimento de soluções e prototipagem, o grupo decidiu explorar os sensores de umidade, temperatura do ar, umidade do solo e vibração. Os sensores foram escolhidos para monitorarem indicadores de chuva e encharcamento do solo que potencialmente poderiam causar enchentes, deslizamento e rompimentos de barragem, por exemplo.

Além disso, foi feito o uso de LEDs coloridos e telas de LED para prototipagem de avisos visuais para a população. O foco foi o monitoramento em tempo real, bem como o compartilhamento das informações in loco, e via web. Assim, a solução visou a transparência e publicidade máxima das informações de interesse da comunidade.

Como resultado da atividade, a Figura 6 mostra os principais equipamentos utilizados para realizar a prototipagem das soluções. Nela um notebook com o Arduino IDE instalado é usado para enviar o código desenvolvido para a placa Arduino UNO R3. A placa então se conecta a outros sensores e componentes. As conexões são organizadas em uma protoboard.

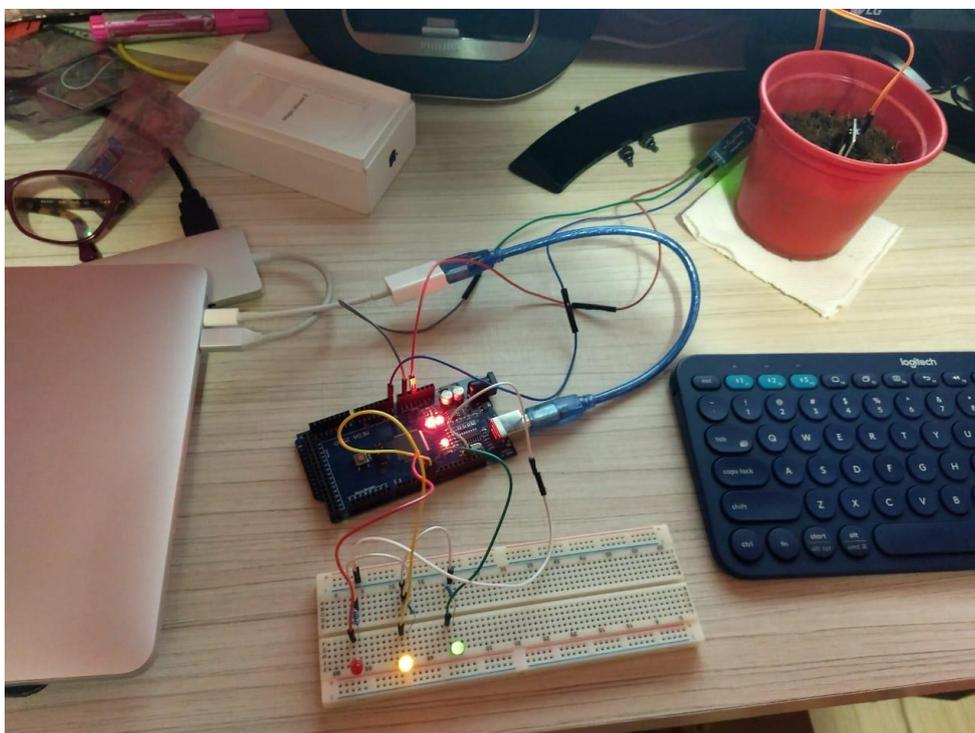
As Figuras 7 e 8 apresentam a prototipação de uma solução computacional que monitora a umidade do solo e emite um sinal luminoso no momento em que um certo nível de encharcamento é atingido. Seguindo este *rational*e, cidades podem ser projetadas para emitirem sinais luminosos e sonoros capazes de alertar níveis críticos de encharcamento e também usar o próprio sistema de iluminação para indicar rotas de saídas de emergência. Como pode ser observado na figura 7, diferentes cores de LED podem ser utilizadas para indicar, por exemplo, níveis diferentes de criticidade.

Figura 6: Prototipação com Arduino UNO



Fonte: Autores.

Figura 7: Aviso luminoso como LEDs coloridos.



Fonte: Autores.

Figura 8: Uso de sensores para monitoramento do encharcamento do solo.

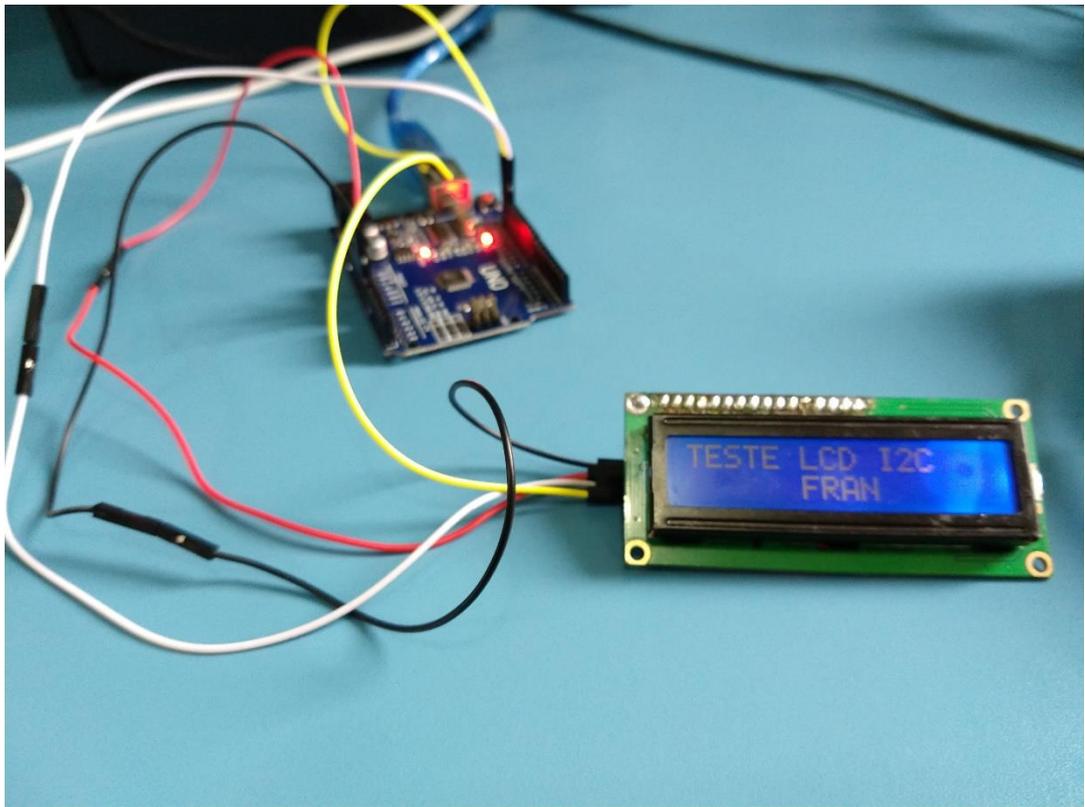


Fonte: Autores.

A Figura 9 apresenta a prototipação de uma solução para compartilhar informações através de telas de LED. Na Figura 10 é possível observar o uso de uma tela LED para o compartilhamento em tempo real de informações atmosféricas sobre temperatura e umidade, capturadas por sensores. Usando este mesmo *rationale*, cidades podem ser projetadas para que informações relevantes estejam sempre disponíveis de forma transparente e atualizada. Uma ideia é colocar telões de LED em pontos estratégicos da comunidade para que todos possam ter acesso aos dados que impactem em sua segurança. Além disso, os dados também podem ser disponibilizados na web, em tempo real, com possibilidade de serem consumidos por outros artefatos computacionais produzidos por terceiros.

As figuras 11 e 12 mostram alguns esquemas que foram produzidos como forma de levantamento de requisitos e modelagem inicial da solução a ser explorada. Posteriormente à criação dos esquemas, a implementação da solução era realizada.

Figura 9: Uso de tela de LED para o compartilhamento de informações.



Fonte: Autores.

Figura 10: Monitoramento e compartilhamento de informações atmosféricas.



Fonte: Autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grupo de estudos avançou no entendimento do tema, tanto sob a perspectiva teórica quanto prática. Tais estudos são de importância para a reflexão, divulgação e crescimento da temática de cidades resilientes. Desta forma, os objetivos do grupo de estudo são atingidos e espera-se que a área avance no Brasil, em especial, em Juiz de Fora e região.

RESILIENT CITIES: EXPLORING COMPUTER SOLUTIONS

ABSTRACT

ABSTRACT

The year 2019 began in Brazil demanding the confrontation of emergencies and disasters such as the case of Brumadinho, with the breaking of the dam, the case of Flamengo, with the fire in the base category housing, the case of rains in Rio de Janeiro, with flooding and various accidents as a result, among others. Such situations have evidenced the inability of cities to prevent and deal with situations of this nature. Knowing that the field of computing plays a fundamental role, this article presents the study conducted in our study group on the subject. This study is necessary for the advancement of Resilient Cities and then, our cities can develop in order to anticipate, prevent, absorb and recover from shocks and tensions.

Keywords: Resilient Cities, Disasters, Crisis, Emergencies.

REFERÊNCIAS

Elmasllari, E. (2018). Why IT systems for emergency response get rejected: examining responders' attitude to IT. In ISCRAM.

Ferreira, R., NAZIR, S., CARVALHO, P. V. R. D., Gomes, J. O., & Huber, G. J. (2016). Assessment Team Decision-Making: One Way to Assess the Multi-Criteria Decision-Making Based on Observation.

Freitas D., Vivacqua, M. B., A. & Carvalho, P. V.. (2016). Communication Channels among the various roles during Crisis Response. In A. Tapia, P. Antunes, V.A. Bañuls, K. Moore, & J. Porto (Eds.), ISCRAM 2016 Conference Proceedings – 13th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management. Rio de Janeiro, Brasil: Federal University of Rio de Janeiro.

Gandhi, R. A., Khazanchi, D., Linzell, D., Ricks, B., & Sim, C. (2018, May). The Hidden Crisis: Developing Smart Big Data pipelines to address Grand Challenges of Bridge Infrastructure health in the United States. In Proceedings of the... International ISCRAM Conference.

Gray, B. et al. (2018). Supporting situational awareness during disasters: the case of hurricane Irma. Conference. (2018). Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management Asia Pacific 2018 Conference Innovating for Resilience. Massey University Te Kuenga ki Pūrehuroa University of New Zealand.

Gubbi J. et al., "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions," Future Generation Computer Systems, vol. 29, no. 7, 2013, pp. 1645–60.

Halse, S. E., Montarnal, A., Tapia, A. H., & Bénaben, F. (2018, May). Bad Weather Coming: Linking social media and weather sensor data. In ISCRAM. Horita, F. E., Vilela, R., Martins, R., Bressiani, D., Palma, G., & de Albuquerque, J. P. (2018). Determining flooded areas using crowd sensing data and weather radar precipitation: a case study in Brazil. In ISCRAM.

ICLEI (2018), Resilient Cities Report 2018. Disponível: resilientcities2018.iclei.org

Kremer, K. (2018). Critical human factors in UI design: How calm technology can inform anticipatory interfaces for limited situational awareness.

Moore J. et al. (2018). Informing City Resilience. Asia Pacific. Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management Asia Pacific 2018 Conference Innovating for Resilience. Massey University Te Kuenga ki Pūrehuroa University of New Zealand.

Mordecai, Y., & Kantsepolsky, B. (2018). Intelligent Utilization of Dashboards in Emergency Management. In ISCRAM.

Ni, X., Huang, H., Zhou, S., Su, B., Zheng, J., Zhu, W., & Liu, H. (2018). Simulation of The Urban Waterlogging and Emergency Response Strategy at Subway Station's Entry-exit Platform in Heavy Rainstorm. In ISCRAM.

Paulus, D., Meesters, K., & Van de Walle, B. (2018). Turning data into action: supporting humanitarian field workers with open data. In ISCRAM.

Poblet Balcell, M., Karanasios, S., & Cooper, V. (2018). Look after Your Neighbours: Social Media and Vulnerable Groups during Extreme Weather Events. In ISCRAM ASIA 2018: Innovating for Resilience (pp. 408-415). ISCRAM Association.

Swiss Re (2018), Natural Catastrophes And Man-Made Disasters In 2017: A Year Of Record-Breaking Losses, sigma 1/2018