

Projeto Final em Engenharia Informática

SIMPREDE

Sistema Inteligente de Monitorização e Previsão de Desastres Naturais

Proposta inicial

Autores:

Nuno Figueiredo

Rui Carvalho

Paulo Couto

Luís Fernandes

Orientador: Doutor Jorge Manuel do Rosário Trindade

Coorientador Doutor Pedro Duarte Pestana

Porto, 17 de Março 2025

Índice

[1. Descrição e objetivos do trabalho 1](#_Toc193126236)

[1.1. Introdução 1](#_Toc193126237)

[1.2. Objetivos 2](#_Toc193126238)

[1.3. Resultados esperados 3](#_Toc193126239)

[1.4. Cronograma 4](#_Toc193126240)

[2. Fontes de Dados 4](#_Toc193126241)

[3. Arquitetura do Sistema 5](#_Toc193126242)

[3.1. Aquisição de Dados 6](#_Toc193126243)

[3.2. Armazenamento e Processamento 6](#_Toc193126244)

[3.3. Modelos Preditivos 7](#_Toc193126245)

[3.4. Visualização e Alertas 7](#_Toc193126246)

[4. Metodologia 8](#_Toc193126247)

[5. Aplicação Prática dos Conhecimentos Adquiridos 9](#_Toc193126248)

[6. Riscos e Estratégias de Mitigação 10](#_Toc193126249)

[6.1. Qualidade 10](#_Toc193126250)

[6.2. Desafios tecnicos na ingestão e processamento de dados 10](#_Toc193126251)

[6.3. Precisão e Interpretação dos Modelos Preditivos 10](#_Toc193126252)

[6.4. Segurança e Privacidade dos Dados 10](#_Toc193126253)

[6.5. Sustentabilidade e Manutenção do Sistema 10](#_Toc193126254)

[6.6. Usabilidade e Adoção do Sistema 11](#_Toc193126255)

[7. Considerações Finais 11](#_Toc193126256)

[Bibliografia 12](#_Toc193126257)

# Descrição e objetivos do trabalho

## Introdução

A monitorização e previsão de desastres hidro-geomorfológicos, como inundações, deslizamentos de terra e erosão costeira, dependem fortemente da existência de bases de dados históricas organizadas. No entanto, em muitas regiões do mundo, esses registos são escassos ou inexistentes, dificultando a compreensão da frequência, padrões especiais e impactos desses eventos (1) (2). A ausência de dados sistematizados compromete a eficácia dos modelos preditivos e a formulação de estratégias de mitigação de riscos.

Embora desastres hidro-geomorfológicos sejam frequentemente reportados em fontes jornalísticas, redes sociais e literatura cientifica, essas informações encontram-se dispersas, não padronizadas e de difícil acesso. Registos baseados exclusivamente em fontes oficiais apresentam lacunas significativas, principalmente em países onde os sistemas de monitorização são precários (3). Projetos como DISASTER, desenvolvido em Portugal, demonstraram que a analise sistemática de arquivos jornalísticos pode reconstruir series históricas detalhadas de eventos, contribuindo para um melhor entendimento do risco geohidrológico (4).

A automação do processo de recolha e organização de dados surge, assim, como uma solução promissora. Técnicas de web scraping permitem extrair e estruturar informações de forma eficiente a partir de múltiplas fontes, criando bases de dados georreferenciadas e acessíveis para analise cientifica (2). Quando combinadas com aprendizagem automática, estas abordagem possibilitam a filtragem e validação das informações extraídas, melhorando a qualidade e confiabilidade dos dados (2).

## Objetivos

Este projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema automatizado para a recolha e organização de dados sobre desastres hidro-geomorfológicos, utilizando técnicas de web scraping para extração sistemática de informações jornalísticas e científicas relevantes. Através da estruturação destes dados numa base geoespacial normalizada, pretende-se:

* **Criar um banco de dados georreferenciado**, integrando informações dispersas sobre inundações, deslizamentos de terra e erosão costeira, com registos históricos extraídos de fontes jornalísticas, redes sociais e literatura científica.
* **Implementar técnicas avançadas de validação de dados**, recorrendo ao processamento de linguagem natural (NLP) para minimizar enviesamentos sistemáticos e melhorar a confiabilidade das informações recolhidas utilizando bases já estabelecidas como a Disaster DB como referencia.
* **Facilitar análises espaço-temporais detalhadas**, beneficiando especificamente da granularidade espacial fornecida pela integração de fontes geográficas oficiais, permitindo a identificação clara de padrões locais e regionais na ocorrência dos eventos.
* **Apoiar o desenvolvimento e teste inicial de modelos preditivos rigorosos**, baseados em machine learning, que possam contribuir ativamente para a mitigação de riscos e implementação de sistemas eficazes de alerta precoce.
* **Desenvolver ferramentas interativas de visualização**, utilizando plataformas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), como PostGIS e QGIS, para disponibilizar mapas dinâmicos e relatórios detalhados sobre a distribuição e o impacto dos eventos analisados.

Desta forma, o projeto visa contribuir para a construção de um repositório detalhado e confiável de informações estruturadas sobre desastres naturais, disponibilizando informação validada capaz de apoiar diretamente políticas públicas eficazes de prevenção, mitigação e resposta a eventos extremos.

## Resultados esperados

A implementação deste projeto permitirá superar as limitações de dados dispersos e não estruturados sobre desastres hidro-geomorfológicos, proporcionando uma solução automatizada para a recolha e analise dessas informações. Através do desenvolvimento de um sistema baseado em web scraping, machine learning e bases de dados geoespaciais, espera-se alcançar os seguintes resultados principais:

1. Um motor robusto e escalável de web scraping, capaz de recolher automaticamente notícias, artigos científicos, publicações em redes sociais e outras informações relevantes sobre inundações, deslizamentos de terra e erosão costeira. Este sistema permitirá extração contínua e sistemática de dados a partir de múltiplas fontes, garantindo informação atualizada, validada e padronizada.
2. Uma base de dados estruturada e detalhada, concebida com recurso a tecnologias geoespaciais (como o PostGIS), com suporte explícito para níveis espaciais finos, permitindo análises detalhadas e integração com bases já estabelecidas, como a Disaster DB e EM-DAT, para validação rigorosa dos dados históricos recolhidos.
3. Um sistema de validação cruzada de dados implementado e funcional, que utilizará métodos automáticos baseados em machine learning e técnicas avançadas de processamento de linguagem natural (NLP) para garantir a alta fiabilidade e consistência das informações extraídas.
4. Um dashboard interativo desenvolvido numa plataforma acessível e intuitiva (ex. Streamlit, Dash ou QGIS Web), permitindo a exploração dinâmica dos dados espaciais e temporais recolhidos, com mapas detalhados e gráficos para a identificação clara de tendências e padrões.
5. Protótipos validados de modelos preditivos baseados em técnicas de machine learning (Random Forest e LSTM com TensorFlow), treinados com os dados históricos recolhidos, que permitam prever eventos futuros e identificar relações entre fatores ambientais e ocorrência de desastres, demonstrando claramente o potencial preditivo do sistema.
6. Documentação aberta, detalhada e completa, assegurando a transparência e reprodutibilidade do projeto. A documentação incluirá desde as etapas de scraping e validação até à implementação técnica dos dashboards e modelos preditivos, estando disponível em repositório público.

Com estes resultados espera-se criar um sistema inovador que contribua significativamente para a monitorização, analise e previsão de desastres hidro-geomorfológicos, fornecendo dados estruturados e ferramentas interativas que apoiem a gestão de risco naturais.

## Cronograma

A graph with blue squares

AI-generated content may be incorrect.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Fase | Tarefa | Data de Inicio | Data Final |
| 1 | Levantamento de requisitos e seleção de dados | 17/03/2025 | 31/03/2025 |
| ➤ | Entrega para revisão @Orientador do relatório Preliminar | 17/03/2025 |  |
| ➤ | Submissão de relatório Preliminar | 19/03/2025 |  |
| 2 | Desenvolvimento do Pipeline de ingestão de dados | 31/03/2025 | 21/04/2025 |
| 3 | Implementação dos Modelos Preditivos | 21/04/2025 | 11/05/2025 |
| ➤ | Entrega para revisão @Orientador do relatório | 26/04/2025 |  |
| ➤ | Submissão de relatório Intermédio | 30/04/2025 |  |
| 4 | Construção do Dashboards e Integração com APIs | 12/05/2025 | 31/05/2025 |
| 5 | Testes, Otimização e Validação | 26/05/2025 | 10/06/2025 |
| 6 | Preparação do Relatório Final e submissão para orientador | 07/06/2025 | 19/06/2025 |
| ➤ | Entrega para revisão @orientador do Relatório final | 19/06/2025 |  |
| 7 | Últimas Correções e entrega de relatório final | 20/06/2025 | 26/06/2025 |
| ➤ | Submissão de relatório Final | 26/06/2025 |  |

➤ - Entregas Criticas

# Fontes de Dados

A recolha de dados é um dos pilares fundamentais deste projeto, pois a qualidade e abrangência das informações impactam diretamente na eficácia da análise e previsão de desastres hidro-geomorfológicos. Para garantir um sistema funcional e uma base validada e abrangente, serão utilizadas diversas fontes provenientes de diferentes domínios, incluindo reportagens jornalísticas, redes sociais, bases científicas, APIs meteorológicas e bases geoespaciais.

**Estas fontes poderão ser organizadas de forma sistemática, segundo o quadro seguinte:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Categoria | Fonte Específica | Periodicidade | Grau de Validação | Prioridade |
| Jornalística Nacional e Internacional | Público, Jornal Notícias, Expresso, CNN, BBC, Reuters, Associated Press | Diária / Contínua | Alta | Alta |
| Redes Sociais | Twitter (X), Facebook, Reddit, Instagram | Contínua | Média (necessita validação rigorosa por NLP) | Média |
| Bases Científicas e Registos Históricos | Disaster DB, EM-DAT, DesInventar | Histórica | Muito Alta | Muito Alta |
| Institucional Nacional | ANEPC, IPMA | Contínua / Diária | Muito Alta | Alta |
| APIs Meteorológicas e Ambientais | Copernicus EMS, GloFAS, NOAA | Contínua / Diária | Alta | Alta |
| Bases Geoespaciais Oficiais | CAOP24 (Carta Administrativa Oficial de Portugal) | Anual | Muito Alta | Alta |

Cada fonte de dados será incorporada num sistema automatizado com recurso a web scraping e técnicas avançadas de validação cruzada para garantir a qualidade das informações recolhidas. O sistema fará uso de processamento de linguagem natural (NLP) e validações automáticas com recurso a bases científicas reconhecidas (ex.: Disaster DB, EM-DAT). Desta forma, deverá ser assegurada uma elevada fiabilidade e precisão dos dados, permitindo análises detalhadas, construção de modelos preditivos robustos e a geração de alertas baseados nas tendências identificadas.

# Arquitetura do Sistema

A arquitetura do sistema foi concebida para garantir eficiência na aquisição, armazenamento e processamento e visualização dos dados sobre desastres hidro-geomorfológicos. A implementação será baseada num conjunto de tecnologias modernas e escaláveis, permitindo a automatização do fluxo de dados e criação de modelos primitivos confiáveis.

A set of icons on a black background

AI-generated content may be incorrect.

## Aquisição de Dados

A obtenção de dados será realizada por meio de diversas fontes, garantindo um sistema robusto e versátil:

* **Web Scraping:** Utilização de scrapers automatizados desenvolvidos em Scrapy e BeutifulSoup para extrair dados de fontes jornalísticas e redes sociais, complementados por técnica de NLP (Natural Language Processing) para analise textual e remoção de informações irrelevantes. Estudos como o de Valkenborg, Dewitte, E Smets (2), destacam a eficácia do Web Scraping para mitigar a escassez de dados em regiões com poucos registos históricos.
* **APIs Meteorológicas e Geoespaciais:** integração com serviços como o OpenWeatherMap, Copernicus SEM e GloFAs para obtenção de dados climáticos, previsões de cheias e monitoramento hidrológico.
* **Futura Integração com IoT e Crowdsourcing:** Possibilidade de integração sensores IoT para recolha de dados em tempo real e fontes de crowdsourcing (ex.: contribuição por parte de cidadão via app ou redes sociais) para aumento da precisão da monitorização dos eventos.

Os dados adquiridos serão normalizados e armazenados num data lake antes de serem processados para analise.

## Armazenamento e Processamento

A infraestrutura de dados será baseada nas seguintes tecnologias:

* **PostgreSQL + PostGIS –** O PostgreSQL será utilizado como base de dados principal, com a extensão PostGIS para gestão eficiente de dados geoespaciais, permitindo consultas espaciais avançadas e visualização em mapas. De acordo com De Groeve (5), bases geoespaciais como o PostGIS, são essenciais para a analise e gestão eficaz de dados de desastres naturais.
* **Pipeline de Processamento Automatizado com Apache Airflow-** O Airflow será responsável pela orquestração dos fluxos de ingestão, transformação e carregamento de dados, garantindo que a informação seja atualizada periodicamente.
* **Pré-processamento e Transformação –** O pipeline incluirá etapas para limpeza, estruturação e agregação de dados, eliminando e validando informações via web scraping e APIs externas.

O armazenamento será otimizado para permitir analises eficientes e escalabilidade, garantida compatibilidade com futuras expansões do sistema.

## Modelos Preditivos

Para analise e previsão de padrões de desastres hidro-geomorfológicos, serão aplicadas técnicas de machine learning:

* Random Forest: Método de classificação para estimar o risco de eventos como inundações e deslizamentos de terra, baseando-se em variáveis ambientais, históricas e geoespaciais.
* LSTMs (*Long Short-Term Memory*): Redes neurais recorrentes (RNNs) utilizadas para previsão de ocorrências com base em séries temporais, permitindo capturar padrões históricos de desastres naturais e prever futuras incidências.
* Validação e Treino: Os modelos serão treinados e validados com dados históricos provenientes de bases como DISASTER, EM-DAT e DesInventar, combinados com informações meteorológicas e observações remotas. Estudos como o de Valkenborg, Dewitte, & Smets (3) demonstram a importância do uso de NLP e *machine learning* na validação automática de dados extraídos de fontes não estruturadas.

Os modelos preditivos serão continuamente ajustados com novos dados para melhoria da precisão de previsões e redução de falsos positivos.

## Visualização e Alertas

A interface do sistema será desenvolvida para permitir acesso intuitivo às informações processadas, garantindo que utilizadores possam analisar os dados e tomar decisões informadas:

* **Dashboards Interativos**: Implementação de painéis desenvolvidos em **Streamlit** ou **Dash,** oferecendo gráficos dinâmicos, mapas geoespaciais e estatísticas detalhadas sobre os eventos registados. Segundo De Albuquerque (6), dashboards interativos são fundamentais para a comunicação eficaz de riscos e a tomada de decisão informada em cenários de desastres naturais.
* **Integração com Sistemas de Notificação**: O sistema incluirá a capacidade de emitir alertas automáticos via **e-mail** e **webhooks**, permitindo integração com plataformas externas para notificação de eventos críticos.
* **Consulta e Exportação de Dados**: Os utilizadores poderão realizar pesquisas filtradas nos registos históricos, visualizar mapas interativos e exportar dados relevantes para relatórios e análises externas.

Com esta abordagem, espera-se criar um ecossistema completo para monitorização e previsão de desastres hidro-geomorfológicos, combinando tecnologia de ponta com acessibilidade e escalabilidade.

# Metodologia

A metodologia adotada neste projeto será iterativa e orientada por evidências, permitindo uma integração eficaz de diversas fontes de dados e o refinamento progressivo dos modelos preditivos. O processo será dividido em etapas claras e sequenciais, garantindo um desenvolvimento estruturado, validação rigorosa e transparência metodológica.

Inicialmente, será conduzida uma revisão sistemática da literatura científica utilizando a plataforma Scopus AI sugerida pelos orientadores, garantindo uma fundamentação sólida nas etapas metodológicas subsequentes. Será também efetuado o levantamento detalhado das fontes prioritárias (conforme descrito na secção anterior), estabelecendo claramente critérios para a recolha automatizada das informações.

Será implementado um motor robusto de web scraping automatizado, utilizando tecnologias como Python, para recolha automática e contínua dos dados. Este sistema será complementado por técnicas avançadas de validação cruzada com bases científicas reconhecidas internacionalmente, tais como Disaster DB e EM-DAT, assegurando a fiabilidade dos registos históricos recolhidos.

Os dados obtidos serão armazenados inicialmente num Data Lake antes do pré-processamento e transformação, conforme proposto pelos membros do grupo. O pré-processamento incluirá técnicas avançadas de Processamento de Linguagem Natural (NLP) para garantir categorização precisa, eliminação de informações redundantes e assegurar a privacidade e a ética dos dados segundo o GDPR.

Posteriormente, os dados serão estruturados numa base de dados relacional geoespacial utilizando PostgreSQL com extensão PostGIS, oferecendo uma alta granularidade espacial (município ou freguesia). Seguir-se-á o desenvolvimento e calibração dos modelos preditivos baseados em técnicas avançadas de machine learning, especificamente Random Forest e redes LSTM (TensorFlow), validados com métricas quantitativas rigorosas (precisão, recall e F1-score). Será dada especial atenção à interpretação prática e validação objetiva dos modelos.

Paralelamente, dashboards interativos serão desenvolvidos em plataformas acessíveis como Streamlit ou Dash, e serão também consideradas ferramentas avançadas como ArcGIS Pro ou ArcGIS Web, conforme sugerido pelos professores orientadores. A utilização do ArcGIS será particularmente vantajosa dada a disponibilidade de apoio técnico e metodológico especializado por parte dos orientadores. Serão realizados testes rigorosos de usabilidade com utilizadores-alvo, assegurando eficácia prática do sistema desenvolvido.

Finalmente, o projeto será implementado utilizando infraestrutura escalável na nuvem, seguindo práticas modernas de segurança e privacidade dos dados (GDPR). Será garantida transparência metodológica através de documentação detalhada disponibilizada em repositório público no GitHub, permitindo a reprodutibilidade futura e a melhoria contínua pela comunidade científica e técnica.

Desta forma, a metodologia adotada assegura uma abordagem prática, robusta, transparente e escalável ao desenvolvimento do sistema, contribuindo decisivamente para criar um produto final rigoroso e inovador, capaz de fornecer informações validadas e ferramentas eficazes para gestão de riscos hidro-geomorfológicos.

# Aplicação Prática dos Conhecimentos Adquiridos

Este projeto integra de forma pratica e direta os conhecimentos adquiridos ao longo da licenciatura, combinando várias áreas fundamentais da Engenharia Informática:

|  |  |
| --- | --- |
| Unidade Curricular | Relação com o Projeto |
| Sistemas em Rede | Implementação de web scraping e integração com APIs remotas. |
| Fundamentos de Bases de Dados | Estruturação da base de dados relacional para armazenamento dos eventos. |
| Segurança em Redes e Computadores | Garantia da segurança e integridade dos dados recolhidos. |
| Introdução à Inteligência Artificial | Exploração e implementação de modelos preditivos para previsão de eventos. |
| Projeto de Engenharia Informática | Desenvolvimento completo e implementação prática do sistema proposto. |

A interligação entre estas disciplinas permite não apenas aplicar a teoria á pratica, mas também contruir um sistema robusto, seguro e inovador, refletem de forma clara e objetiva as competências adquiridas durante a formação académica.

# Riscos e Estratégias de Mitigação

A implementação deste projeto envolve desafios inerentes á recolha, processamento e analise de dados. A antecipação desses riscos e a adoção de estratégias de mitigação são fundamentais para a garantia da robustez e confiabilidade do sistema.

## Qualidade

A diversidade das fontes utilizadas pode introduzir problemas de inconsistência, redundância e falta de padronização. A extração de informações de redes sociais e fontes jornalísticas está sujeita a vieses, desinformação e falta de precisão temporal e espacial. Para mitigação destes riscos, será implementado um sistema de validação cruzada, responsável por compara informações de diferentes fontes, atribuindo pesos a cada uma com. base na sua confiabilidade. Além disso, o uso de bases cientificas e meteorológicas ajudará a complementar e valida os dados recolhidos.

## Desafios tecnicos na ingestão e processamento de dados

A recolha continua de dados por web scraping e APIs pode enfrentar problemas devido a mudanças em websites, restrições de acesso e falhas na disponibilidade das APIs. Para minimização destes riscos, o projeto adotará uma abordagem flexível e modular para a extração de dados, utilizando proxies, caching e monitorização automatizada para detetar e ajustar rapidamente mudanças nos formatos de dados. Além disto, a utilização de pipelines de processamento assíncronos no Airflow garantirá a resiliência do sistema.

## Precisão e Interpretação dos Modelos Preditivos

Os modelos de machine learning utilizados para previsão de desastres dependem diretamente da qualidade e quantidade dos dados disponíveis. Pequenos desvios ou falhas nos dados de treino podem comprometer a precisão das previsões. Para mitigar esse risco, serão utilizadas técnicas de pré-processamento e feature engineering, além da realização de testes rigorosos de validação cruzada e ajuste de Hiper parâmetros. Modelos de baseline serão criados para comparação continua do desempenho dos algoritmos.

## Segurança e Privacidade dos Dados

A manipulação de dados provenientes de redes sociais pode levantar preocupações legais principalmente em relação á privacidade dos utilizadores. Para mitigar estes riscos, serão implementadas técnicas de anonimização e conformidade com os regulamentos como o GDPR. Apenas dados agregados e anonimizados serão armazenados garantindo que nenhuma informação sensível seja utilizada de forma inadequada.

## Sustentabilidade e Manutenção do Sistema

A manutenção continua do sistema pode ser um desafio, especialmente devido ao volume crescente de dados e á necessidade de atualizações constantes . Para mitigar esse risco, o projeto adotará as boas praticas de desenvolvimento, incluindo documentação detalhada, versionamento do código e utilização de infraestrutura escalável na nuvem. Além disso, a adoção de código aberto permitirá que a comunidade contribua para melhorias continuas.

## Usabilidade e Adoção do Sistema

A eficácia do sistema depende da aceitação por parte dos utilizadores incluindo gestores de risco, investigadores e decisores políticos. Para garantir a adoção do sistema, serão conduzidos testes de usabilidade e recolhido feedback continuo dos utilizadores. A interface será desenvolvida com foco na acessibilidade e facilidade de navegação, garantindo que os insights extraídos possam ser interpretados e usados de maneira eficiente.

# Considerações Finais

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema inovador para a recolha, estruturação e análise de dados sobre desastres hidro-geomorfológicos. Combinando técnicas avançadas de web scraping, Processamento de Linguagem Natural (NLP), modelos preditivos baseados em machine learning e visualização interativa utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG), pretende-se colmatar importantes lacunas na disponibilidade e fiabilidade de dados relacionados com eventos naturais extremos.

A utilização integrada e validada das múltiplas fontes selecionadas garantirá a criação de uma base de dados robusta e detalhada, essencial para a análise precisa e eficaz destes eventos. O projeto destaca-se ainda pelo compromisso rigoroso com as boas práticas éticas e legais, nomeadamente o respeito pelo Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR), e pela disponibilização transparente de toda a documentação técnica e científica produzida num repositório público, facilitando a reprodutibilidade futura e permitindo contribuições adicionais da comunidade.

Com uma metodologia clara, estruturada e com marcos bem definidos no cronograma, o grupo compromete-se a realizar o desenvolvimento de forma iterativa e rigorosa, garantindo a validação contínua das soluções implementadas. Espera-se, deste modo, demonstrar não apenas as competências técnicas adquiridas durante a licenciatura, mas também produzir um sistema prático e inovador com potencial real para apoiar decisões e estratégias eficazes na prevenção, mitigação e gestão de riscos hidro-geomorfológicos.

# Bibliografia

1. *DISASTER: a GIS database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal.* **Zêzere, J.L., Pereira, S., Tavares, A.O. et al. (2014.** 2014, Natural Hazards, pp. 503-532.

2. *Web scraping as a tool to decrease data scarcity on geo-hydrological hazards, in tropical Africa.* **Valkenborg, B., Dewitte, O., & Smets, B.** Namur : s.n., 2024a. Belgian Geography Days 2024.

3. *A semi-automatic natural language tool to minimize systematic biases in geo-hydrological disaster datasets in tropical Africa.* **Valkenborg, B., Dewitte, O., & Smets, B.** Vienna : s.n., 2024b. Poster session presented at EGU General Assembly 2024.

4. **Zêzere, J. L., Pereira, S., Tavares, A. O., Bateira, C., Trigo, R. M., Quaresma, I., Santos, P. P., Santos, M., & Verde, J.** DISASTER database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal. *Dataset.* s.l. : Zenodo, 2022.

5. **De Groeve, T., Poljansek, K., & Ehrlich, D.** *Recording disaster losses: Recommendations for a European approach.* s.l. : JRC Technical Reports, European Commission., 2015.

6. *A geographic approach for combining social media and authoritative data for crisis mapping.* **De Albuquerque, J. P., Herfort, B., Brenning, A., & Zipf, A.** 2015, Computers & Geosciences, pp. 84-94.

7. *Social media in disaster risk management: A systematic literature review. .* **Wiegmann, M., Baider, C., Kuhlicke, C., & Steinführer, A.** 2021, nternational Journal of Disaster Risk Reduction.