

Coordenadores:

João Luís Fernandes

Fátima Velez de Castro

António Vieira

Bruno Martins

XVII ENCONTRO
NACIONAL
de RISCOS



Riscos, Proteção Civil e Cultura de Segurança: Discursos e Práticas no Portugal Democrático



RISCOS

Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança
Coimbra, 2025

Riscos, Proteção Civil e Cultura de Segurança: Discursos e Práticas no Portugal Democrático

divide-se em três partes, a primeira das quais intitulada *“Proteção civil: estratégias e operacionalidade”*. Nesta, discute a Proteção Civil e o ciclo de gestão de emergências, no respetivo enquadramento legal, mas também nas suas dimensões operacionais, nas quais se demonstra a importância dos planos de ação, dos meios envolvidos, da participação ampla, do valor da experiência e da necessária monitorização e análise crítica de todo o processo.

A segunda parte, com o título *“Discursos, educação e cultura de segurança”*, centra-se no papel da comunicação, dos processos educativos e dos valores na produção de uma ideia (e de uma prática) conseqüente de riscos. Este conjunto de textos apresenta a escola como um território de produção de uma cultura equilibrada de segurança, equacionando ainda até que ponto uma comunicação irrefletida poderá contribuir mais para uma sociedade condicionada pelo medo e menos para uma consciência preventiva e proativa de mitigação das vulnerabilidades.

Por fim, na terceira parte, intitulada *“Riscos e vulnerabilidades. Estudos de casos”*, territorializam-se os debates anteriores, percorrendo um conjunto de realidades empíricas no território nacional, mas também noutros espaços geográficos do continente europeu, da América do Sul e de África, nos quais se confrontam os riscos, os contextos de emergência, a perceção dos contextos e as respostas científicas e operacionais que acompanham estas realidades.

Por ocasião das celebrações do cinquentenário do 25 de Abril, com este conjunto de contribuições esta obra posiciona-se entre a doutrina e a prática e entre os enquadramentos legais e a perceção dos riscos em Portugal e noutros países, com a certeza que este é um universo dinâmico que requer uma reflexão crítica permanente. Nesse sentido, mais do que respostas definitivas, levantam-se questões em aberto que, num mundo em constante mudança, nos devem orientar para novas interrogações.

João Luís Fernandes

Professor Auxiliar do Departamento de Geografia e Turismo
Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

ESTRUTURAS EDITORIAIS | EDITORIAL STRUCTURES

Estudos Cindínicos

ANTIGOS DIRETORES | FORMER DIRECTORS

Luciano Lourenço

DIRETOR PRINCIPAL | MAIN EDITOR

Fátima Velez de Castro

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

DIRETORES ADJUNTOS | ASSISTANT EDITORS

Adélia Nunes, António Vieira, Bruno Martins, João Luís Fernandes

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

ASSISTENTE EDITORIAL | EDITORIAL ASSISTANT

Fernando Félix

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

COMISSÃO CIENTÍFICA | EDITORIAL BOARD

Adélia Nunes

Universidade de Coimbra

Ana Meira Castro

Instituto Superior de Engenharia do Porto

António Betâmio de Almeida

Instituto Superior Técnico, Lisboa

António Duarte Amaro

Universidade Nova de Lisboa

António Vieira

Universidade do Minho

Bruno Martins

Universidade de Coimbra

Cristina Queirós

Universidade do Porto

Fátima Velez de Castro

Universidade de Coimbra

Helena Fernandez

Universidade do Algarve

Humberto Varum

Universidade de Aveiro

João Luís Fernandes

Universidade de Coimbra

José Simão Antunes do Carmo

Universidade de Coimbra

Luciano Lourenço

Universidade de Coimbra

Romero Bandeira

Inst. de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Porto

Tomás de Figueiredo

Instituto Politécnico de Bragança

Antenora Maria da Mata Siqueira

Universidade Federal Fluminense, Brasil

Antonio Carlos Vitte

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Carla Juscélia Oliveira Souza

Universidade de São João del Rei, Brasil

Jorge Olcina Cantos

Universidade de Alicante, Espanha

José Arnaez Vadillo

Universidade de La Rioja, Espanha

Lidia Esther Romero Martín

Universidade Las Palmas de Gran Canaria, Espanha

María Augusta Fernández Moreno

Universidade Católica de Ibarra, Equador

Miguel Castillo Soto

Universidade do Chile

Montserrat Díaz-Raviña

Inst. Inv. Agrobiológicas de Galicia, Espanha

Norma Valencio

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Tiago Ferreira

University of the West of England

Virginia Araceli García Acosta

CIESAS, México

Xavier Ubeda Cartaña

Universidade de Barcelona, Espanha

Yolanda Teresa Hernández Peña

Univ. Distrital Francisco José de Caldas, Colômbia

Yvette Veyret

Universidade de Paris X, França

JOÃO LUÍS FERNANDES
FÁTIMA VELEZ DE CASTRO
ANTÓNIO VIEIRA
BRUNO MARTINS
(COORDS.)



RISCOS, PROTEÇÃO CIVIL E CULTURA DE SEGURANÇA: DISCURSOS E PRÁTICAS NO PORTUGAL DEMOCRÁTICO

EDIÇÃO

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

Email: riscos@riscos.pt

URL: <https://www.riscos.pt/publicacoes/sec/>

OBRA SUJEITA AO PROCESSO DE REVISÃO POR PARES

COORDENAÇÃO EDITORIAL

João Luís Fernandes, Fátima Velez de Castro, António Vieira e Bruno Martins

IMAGEM DA CAPA

Karine Nieman

PRÉ-IMPRESSÃO

Fernando Félix

ISSN

2184-5727

DOI (Série)

<https://doi.org/10.34037/978-989-54295-1-6>

ISBN Digital

978-989-9053-27-4

DOI

https://doi.org/10.34037/978-989-9053-27-4_15

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| PREFÁCIO | 7 |
| INTRODUÇÃO | 11 |
| PARTE I - PROTEÇÃO CIVIL: ESTRATÉGIAS E OPERACIONALIDADE | 13 |
| Proteção civil – visão estratégica sobre o modelo orgânico e estrutura operacional Marco Martins | 15 |
| Inclusão do conceito “Progrição” no ciclo de gestão de emergências Acácio de Jesus Peres | 31 |
| Redundância, antecipação e capacitação nas comunicações de emergência em operações de proteção e socorro Márcio Teles Amaral, Eutíquio Costa, Filipa Rodrigues Pereira e Carla Pimentel Rodrigues | 47 |
| Tendências e desafios na implementação da estratégia nacional de proteção civil preventiva 2030: uma análise da RCM nº 112/2021 Artur Ferreira, Luís Teixeira, Nuno Cunha e Luís Dias Ramos | 77 |
| Análise crítica da estratégia nacional para uma proteção civil preventiva 2030, do ponto de vista da teoria geral da estratégia Ana Ferreira, António Piedade, Maria Inês Santos, Miguel Ferreira e Luís Dias Ramos | 101 |
| PARTE II - DISCURSOS, EDUCAÇÃO E CULTURA DE SEGURANÇA | 127 |
| O medo e as “ameaças” mediáticas sobre a crise João Figueira | 129 |
| No Portugal democrático, onde se posiciona a inclusão de alunos? Uma reflexão para os educadores na formação de futuros cidadãos: estudos de caso Mário Talaia | 143 |
| O equilíbrio da energia face à promoção de uma sensibilidade e de uma educação coletiva para os riscos Carla Sofia Vigário, Inês Lucas de Sousa e Bárbara Ricou Carreiro | 173 |
| Realização de experiências em sala de aula de geografia: ensaio sobre deslizamentos Eduardo Azevedo Silva e Carlos Valdir de Meneses Bateira | 189 |
| Educação infantil e gestão de riscos: a parceria entre CEPED e ESAG Kids na criação de livros didáticos Felipe Eugênio Kich Gontijo, Júlia Bromer e Fabiana Santos Lima | 211 |

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| PARTE III - RISCOS E VULNERABILIDADES. ESTUDOS DE CASOS | 225 |
| A vulnerabilidade social no planeamento de emergência: estudo sobre o núcleo antigo da vila de Sesimbra | |
| Mónica Franco e Manuel João Ribeiro | 227 |
| O “País da Costa Negra”: abordagem retrospectiva | |
| Tiago Canhota, Olegário Pereira e Maria Rosário Bastos | 247 |
| Are urban coastal localities in Macaronesia aware of their exposure to coastal flooding | |
| Larize Lima, Conceição Fortes, Ana Catarina Zózimo, Liliana Pinheiro, Raquel De la Cruz-Modino, Josué Gutiérrez-Barroso, Carla González Cruz e Laura Comes | 263 |
| Risk perception of coastal flooding in Praia da Vitória, Azores | |
| Larize Lima, Conceição Fortes, Ana Catarina Zózimo, Liliana Pinheiro e Raquel De la Cruz-Modino | 281 |
| Eventos extremos na cidade de Rio Branco-Acre-Brasil: as inundações de 2023 | |
| George Luiz Pereira Santos, Lucas Barbosa e Souza e Teresa Fidélis | 301 |
| Os riscos relacionados ao ambiente e aumento populacional em Changalane, Moçambique, 2019 - 2022 | |
| Daniela Silvestre Januário Biché, Fernando Custódio Titosse e Francisca Langa | 321 |
| Uma análise às estratégias de redução do risco da seca em Moçambique | |
| Felizardo Masseko, José Mendes e Vasco Mantas | 333 |
| CONCLUSÃO | 355 |

PREFÁCIO

Os textos incluídos neste livro, publicado com a chancela da Associação RISCOS na sua série editorial Estudos Cindínicos, constituem um testemunho do XVII Encontro Nacional de Riscos que teve lugar em 2024 na cidade de Coimbra. Esse Encontro teve como mote “Os 50 anos do 25 de Abril de 1974”, uma data marcante para a sociedade portuguesa. Nos referidos 50 anos muito mudou no país e no Mundo, nomeadamente o modo de encarar e operacionalizar a gestão dos riscos e da proteção civil.

Atendendo à sua qualidade e aos assuntos que abordam, os textos apresentados constituem um contributo muito positivo para consulta e referência. O âmbito da relação da Sociedade com os riscos é cada vez mais vasto, como se evidencia nos trabalhos que os autores nos proporcionam e constituem uma amostra significativa de perspetivas e aplicações concretas. A coordenação da obra merece ser elogiada.

O autor do Prefácio deseja contribuir com a sua perspetiva sobre a temática desenvolvida no livro, assinalando mudanças importantes ocorridas no referido período temporal.

O conceito atual do risco é o resultado de um processo histórico que tem como motivo algo perturbador: a incerteza de perdas prováveis no futuro. Sobrepondo-se à fé ou à mera sorte, desenvolveram-se técnicas para enfrentar esta perturbação. A análise quantitativa e a perceção social dos riscos são dois modos de resposta da mente humana para superar coletivamente esse tipo de incerteza ameaçadora. Desde os meados do séc. XX, o termo “gestão”, anteriormente mais conhecido no domínio empresarial para planear, dirigir e controlar, passou a designar o conjunto de intervenções de análise, mitigação e controlo de riscos e emergências.

Podemos afirmar que sem a democracia a gestão dos riscos não teria tido a mesma evolução. O autoritarismo político e a censura tendem a impedir o estudo e a divulgação de ameaças e a dificultar a informação sobre desastres ou catástrofes potenciais ou reais. A responsabilização pública e eleitoral dos poderes e a existência de um Estado de Direito garantem a defesa de direitos

humanos e ambientais fundamentais. Face à experiência do passado e ao que pode vir a acontecer no futuro, constituem uma prevenção moral e cívica que deve estar em concordância com o que se considerar ser uma atuação eficaz e justa para enfrentar os riscos públicos.

As duas Guerras Mundiais motivaram na Europa a preocupação da defesa da população civil. A ameaça de bombardeamentos aéreos induziu a preparação de sistemas especiais de alarme e de proteção física de populações. Complementando a Cruz Vermelha e as corporações de bombeiros, organizações especiais foram criadas para este efeito. Em Portugal, foi criada, em 1942, a Defesa Civil do Território, associada a uma organização paramilitar de apoio político. A “defesa civil” mais associada a ataques bélicos foi, desde 1974, substituída gradualmente pela “proteção civil” que é enquadrada por uma legislação sucessivamente renovada e ampliada. Com a participação de um conjunto de instituições especializadas e o empenho dos operacionais está capacitada para enfrentar situações de emergência que possam afetar a segurança de pessoas isoladas, das populações ou do ambiente.

Aos riscos associados à guerra ou à natureza, a atuação da Humanidade tem vindo a acrescentar outras preocupações. A designação “Sociedade do Risco” tornou-se, numa perspetiva sociológica, muito conhecida desde a década de oitenta do séc. XX em resultado da mundialização e da intensidade de ameaças difusas com diferentes origens. A tarefa não é fácil e, em Portugal, a proteção civil pretende mobilizar os cidadãos e todas as entidades públicas e privadas para prevenir riscos coletivos e atenuar as suas consequências. Mas, para responder com eficácia na área ambiental, na crise climática e nas catástrofes associadas, o âmbito nacional tende a ser insuficiente e exigir um alinhamento ou compromisso com princípios internacionais. É o que acontece na Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva (2021) que tem em conta o desenvolvimento sustentável baseado no Relatório Brundtland (1987), o Acordo de Paris referente ao combate às alterações climáticas (2015) e o designado Quadro de Sendai (2015) que tem o objetivo de “[...] *prevenir e reduzir a exposição a perigos e vulnerabilidades a catástrofes, aumentar o grau de preparação para resposta e recuperação e assim reforçar a*

resiliência”. A uma prevenção anterior à crise junta-se assim a preparação na capacidade de recuperação posterior ao desencadear da crise, a tão agora popularizada resiliência.

Se a organização e a preparação na gestão dos riscos são fundamentais, a comunicação e a participação pública são cada vez mais relevantes. Em fase de operação, em condições complexas e áreas extensas e difíceis, é exigido um sistema de comunicação fiável e uma informação eficaz da situação à população em risco. Como medida na prevenção e na sensibilização social, a comunicação passou a ter uma crescente capacidade de mobilização, nomeadamente através de plataformas digitais não reguladas. Estas ações podem induzir a sensação de “medo” na população. Esta sensação pode ser útil em determinadas circunstâncias para motivar comportamentos adequados ou ser manipuladora, prejudicial e fomentar perceções inadequadas e até doentias.

A educação dos cidadãos na compreensão dos riscos e da sua gestão ou controlo favorece uma participação eficaz nas medidas de prevenção e proteção e na apreciação da informação. Uma educação que afaste ideias erradas e que potencie a confiança no conhecimento científico e a sensibilidade a vulnerabilidades associadas a eventos que podem ser perigosos.

A segurança é desejável, mas a educação para a cidadania neste domínio enfrenta um dilema particular na definição de finalidades. Segurança sem risco é quase impossível e existe a oposição entre uma “cultura de segurança” e uma “cultura do risco”. A primeira dá prioridade a uma prudência esclarecida e a segunda ao arrojo e à obtenção de oportunidades competitivas ou ganhos desejados. Uma diferença fraturante na sociedade contemporânea.

Nas décadas recentes, os métodos científicos e as tecnologias mais recentes e avançadas foram sendo utilizados na análise e mitigação dos riscos. As ciências sociais e da natureza, os sistemas de informação geográfica, a análise de dados e os modelos estatísticos, probabilísticos e de simulação computacional, entre outros, foram sendo mobilizados. Recentemente a inteligência artificial começou a ser considerada para aplicação na gestão dos riscos. As vulnerabilidades a ter em conta passaram a ter naturezas muito diferentes: físicas, económicas, ambientais, existenciais, culturais, sociais, políticas... ou seja, a análise e gestão

de riscos alargou o universo ou domínio de aplicação. Passou a ser aplicada às situações que possam vir a pôr em causa algo valioso para os humanos.

A aceitação generalizada, na atualidade, da gestão dos riscos como método adequado para fazer face a incertezas no cumprimento de objetivos desejados ou definidos pode ser considerada um sucesso. Em análises económicas o valor do risco é um custo tangível, mas o termo risco banalizou-se e muitas vezes é usado com diferentes significados. A gestão do risco implica a responsabilização por decisões e o cumprimento de normas e regulamentos por vezes complexos ou ambíguos e por intervenções envolvendo meios e efeitos relevantes. O temor psicológico pela ocorrência de erros graves pode ocasionar o designado “risco de uma avaliação do risco” e conduzir a uma omissão ou a uma ineficiência nas ações.

No presente, ameaças abrangentes, complexas, com efeitos diferidos, mas incertos, recaem sobre a Sociedade e o planeta colocando novos desafios: são riscos considerados sistémicos, mal definidos, naturais ou tecnológicos difíceis de serem mitigados. A imprevisibilidade de acontecimentos potencialmente perigosos aconselha a precaução e o controlo de vulnerabilidades.

Em conclusão, o risco tem em conta consequências e vítimas potenciais. Controlar ou mitigar o risco é a manifestação de um abraço solidário, pela vida e pela felicidade. É mais do que competência técnico-científica, administrativa ou jurídica. Deve conter também deveres e ser uma manifestação ética de salvaguarda de valores, sem perda das liberdades fundamentais e da essência da Humanidade. Uma esperança: que nos próximos decénios a Associação RISCOS e novos livros na série Estudos Cindínicos comprovem a realização deste desejo.

Boa leitura!

Lisboa, 21 de abril de 2025

António Betâmio de Almeida
Professor Catedrático do Instituto Superior Técnico
Professor Emérito da Universidade de Lisboa

INTRODUÇÃO

João Luís Fernandes

Universidade de Coimbra, CEIS20 e RISCOS (Portugal)
Faculdade de Letras, Departamento de Geografia e Turismo
ORCID: 0000-0002-9419-631X jfernandes@fl.uc.pt

A Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança (RISCOS) associou-se às comemorações do cinquentenário do 25 de abril de 1974, direcionando o **XVII Encontro Nacional de Riscos**, que decorreu entre 6 e 7 de junho de 2024, para um conjunto de temáticas que evocaram a transição política ocorrida em Portugal.

Assumindo o título desse mesmo encontro - *“Riscos, Proteção Civil e Cultura de Segurança: Discursos e Práticas no Portugal Democrático”*, este livro reúne os textos de algumas das contribuições que enriqueceram os debates que marcaram aquele encontro entre académicos, especialistas de diferentes áreas e operacionais.

Partindo da relação entre os sistemas políticos, os discursos e as práticas nos domínios dos riscos e da segurança, os capítulos desta obra seguem um alinhamento que vai do enquadramento legal e institucional da Proteção Civil, às temáticas da educação, quer em contexto de emergência, quer na mais difusa, mas também relevante, discussão pública dos riscos.

Nesta obra discutir-se-á também o papel da educação e das instituições de ensino e aprendizagem na promoção de uma cultura de risco, que deve passar pelo envolvimento das populações, em particular, mas não só, dos mais jovens.

Num país e num mundo em transformação demográfica, económica, social ou política, estas problematizações carecem de terreno e da análise cuidada de estudos de caso. Nesse sentido, o livro que se segue termina com um conjunto de estudos empíricos que, mais do que simples ilustrações, nos abre uma janela para a complexa territorialização desta temática dos riscos, sob o ponto de vista da doutrina mas também e sobretudo da operacionalidade.

A obra está estruturada e dividida em três partes. Na primeira, intitulada *“Proteção Civil: Estratégias e Operacionalidade”*, apresentam-se cinco artigos nos

quais se discute e pondera o enquadramento legal e institucional da Proteção Civil e das respostas no terreno, em casos de emergência.

Na segunda, com o título “*Discursos, Educação e Cultura de Segurança*”, também com cinco artigos, evoca-se o papel do espaço público e mediático na discussão dos riscos, um domínio que deve, com naturalidade, abrir-se para o exterior do mundo mais fechado dos especialistas. Neste conjunto de textos, releva-se a importância da educação na promoção de uma cultura de segurança preventiva e não apenas reativa.

Por fim, na terceira parte, “*Riscos e Vulnerabilidades. Estudos de Casos*”, faz-se uma viagem por diferentes espaços geográficos portugueses, mas também pelo Brasil, por Moçambique e pelo vasto bioma da Macaronésia, no qual se terá oportunidade de apresentar, discutir e confrontar estudos de caso em Portugal e Espanha.

Este livro conta com a participação de 45 autores, que se apresentam com trabalhos individuais ou em colaboração. Por aqui passarão investigadores de diferentes nacionalidades, maioritariamente portugueses, mas também brasileiros, espanhóis e moçambicanos. Com efeito, apesar da evocação do 50º aniversário do 25 de abril, que se comemorava em Portugal, na verdade esta transição abre linhas de debate e reflexão que se estendem para outras geografias, que devem ser comparadas e confrontadas.

Para além do número, da pluralidade de formações ao nível académico e profissional e da diversidade de origem dos autores que aqui se apresentam, é importante referir a heterogeneidade das instituições de proveniência, facto que também comprova a amplitude e a diversidade de perspetivas desta temática dos riscos. Para além de instituições de ensino superior, de países como Portugal, Brasil, Espanha ou Moçambique, destaca-se a presença de escolas de ensino não superior, assim como de laboratórios de investigação, autarquias e outros *stakeholders* associados aos aspetos operacionais e de formação de recursos humanos na área da Proteção Civil.

DISCURSOS,
EDUCAÇÃO E
CULTURA DE
SEGURANÇA

**REALIZAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS
EM SALA DE AULA DE GEOGRAFIA:
ENSAIO SOBRE DESLIZAMENTOS
CONDUCTING EXPERIMENTS
IN THE GEOGRAPHY CLASSROOM:
AN ESSAY ON LANDSLIDES**

Eduardo Azevedo Silva

Universidade do Porto (Portugal)

Faculdade de Letras, Departamento de Geografia

ORCID: 0009-0009-8892-5406 up202004339@edu.letras.up.pt

Carlos Valdir de Meneses Bateira

Universidade de Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, RISKAM(Portugal)

Faculdade de Letras, Departamento de Geografia

ORCID: 0000-0002-5039-6053 cbateira@letras.up.pt

Resumo: O estudo tem como objetivo avaliar a relevância da construção de uma maquete como estratégia pedagógica para a Unidade Didática (UD) de Riscos e Catástrofes Naturais do 9º ano em Geografia. A maquete visa auxiliar a compreensão dos alunos sobre a perceção do risco e as medidas de ordenamento do território para a prevenção e mitigação dos riscos. A metodologia abrangeu a seleção de materiais, construção da maquete e execução de experiências com os alunos, identificando fatores desencadeantes de deslizamentos e inserindo elementos antrópicos afetados ou que potenciam esses deslizamentos. Para simular os processos, foram utilizados materiais de diferentes texturas e impermeabilizantes. Durante a experiência foram observados os efeitos de quatro processos geomorfológicos: fluxo interno saturado,

formação de linhas de água de 1ª ordem em áreas de montanha, escoamento superficial (associado à compactação do solo) e queda de blocos/deslizamento. Os resultados confirmam que a maquete é uma ferramenta eficaz na compreensão dos processos geomorfológicos e dos riscos associados.

Palavras-chave: Maquete, processos geomorfológicos, ordenamento do território.

Abstract: The study aims to assess the relevance of constructing a model as a pedagogical strategy for the 9th grade Geography Teaching Unit (TU) on Natural Hazards and Disasters. The model is designed to support students' understanding of risk perception and the territorial planning measures necessary for risk prevention and mitigation. The methodology involved the selection of materials, model construction, and the execution of experiments. It also set out to identify factors that trigger landslides, and incorporated anthropic elements that either promote or are affected by such landslides. Different textured materials and waterproofing agents were used to simulate the processes. During the experiment, the effects of four geomorphological processes were observed: saturated internal flow, formation of 1st order water lines in mountainous areas, surface runoff (associated with soil compaction), and block fall/landslide. The results confirm that the model is an effective tool for understanding geomorphological processes and associated risks.

Keywords: Model, geomorphological processes, land use planning.

Introdução e objetivos

De uma forma geral os estudantes têm dificuldade em associar os conteúdos programáticos (mais teóricos), com a prática, havendo a necessidade de procurar alternativas que facilitem a aprendizagem (Suzuki *et al.*, 2021). Em alguns conteúdos em Geografia, nomeadamente na Geografia Física, a utilização de maquetes como estratégia pedagógica e/ou recurso didático para o ensino, pode ser muito útil. A representação tridimensional (comprimento, largura e altura) do espaço, possibilita uma maior capacidade de compreensão espacial dos fenómenos geográficos a ser expostos, valorizando os conhecimentos prévios que os estudantes já tenham adquirido (Suzuki *et al.*, 2021; Schubert, 2021). A construção de maquetes, proporciona aulas mais dinâmicas, diferenciadoras e atrativas, tanto para estudantes como para os professores, uma vez que, vão dialogando constantemente, ao longo de todo o processo (Santos, 2015 *idem* Suzuki *et al.*, 2021; Lejanski, 2021; Schubert, 2021). As salas de aula das escolas têm de deixar de ser apenas lugares de ensino, para serem também lugares de aprendizagens (Cachinho, 2017).

Na literatura científica, há uma vasta oferta de artigos, nos quais se faz referência a experiências realizadas em laboratórios, com objetivos muito variados. Estes estudos tiveram origem no Japão, Canadá e Austrália (Arbanas *et al.*, 2020). A título de exemplo, Arbanas *et al.*, 2020, num dos seus estudos, realizam experiências laboratoriais, através da modelagem física de deslizamentos de terra. Um dos objetivos dessas experiências baseia-se na iniciação, no movimento e na acumulação de fluxos rápidos como deslizamentos causados pela infiltração da água. Ainda nesse estudo, Arbanas *et al.*, 2020, chamam a atenção, para a importância do controlo da intensidade da precipitação artificial, que se coloca na experiência. Outro estudo, da autoria de Xu *et al.*, 2022, onde se desenvolve um modelo de deslizamento para reproduzir o comportamento de deformação da vertente, e o processo evolutivo do deslizamento estudado. Li *et al.*, 2021, utilizaram modelos de simulação física, de forma a analisar a rutura de taludes, de acordo com a intensidade das chuvas (artificiais), assim como para entenderem a ocorrência de fluxo de detritos. Shangtão *et al.*, 2022, desenvolveram um aparelho experimental, e constituíram um sistema de teste de modelo gravitacional. Algo muito complexo.

Existe também na literatura, embora em quantidades significativamente inferiores, estudos sobre experiências aplicadas em sala de aula de Geografia. A título de exemplo, Lugovskoy *et al.*, 2020, de modo a desenvolver as habilidades criativas dos alunos, e para aumentar os níveis de motivação dos estudantes para aprender, realizaram experiências como ferramenta de aprendizagem. A eficácia do trabalho experimental em sala de aula foi evidente, com aumentos de conhecimento, colaboração e interesse/motivação dos estudantes.

Schubert (2021), num dos seus estudos, descreve três fases de todo o processo de utilização de experiências em sala de aula: i) fase preparatória, na qual os estudantes devem planear a construção da experiência; ii) fase de implementação, onde os estudantes constroem a maquete, com os materiais que acharem adequados para o efeito, devendo registar aquilo que observam no decorrer da experiência, relacionando com os conteúdos programáticos; iii) fase de acompanhamento, na qual os estudantes farão referência às questões-problema e/ou objetivos de aprendizagem, analisando criticamente os resultados da experiência, relacionando problemas físicos e humanos.

O principal inconveniente desta estratégia, deve-se com o facto de os professores estarem obrigados a cumprir um programa curricular extenso, o que não permite, muitas vezes, o efetivar da estratégia (Suzuki *et al.*, 2021). É crucial que a gestão do currículo dos ensinos básico e secundário, incida mais sobre a interpretação das experiências educativas do que na descrição massiva dos conteúdos programáticos (Silva & Ferreira, 2000).

A característica fundamental das pequenas experiências é a simplificação dos processos, a transformação da escala de análise, e tudo o que isso implica para o sucesso e compreensão da experiência na aprendizagem dos estudantes. As experiências permitem uma confortável margem de autoaprendizagem, pois os estudantes vão entendendo as condições para que ocorram deslizamentos. Contudo, para desenvolver a experiência há que entender os conceitos e o funcionamento dos processos que se pretende criar, o que condiciona as opções a tomar na construção da maquete. No fundo, são eles próprios, que vão criar as condições necessárias para que se desenvolvam os processos geomorfológicos, que querem observar na maquete. É um constante processo de autoaprendizagem, através do método

tentativa-erro, uma vez que, dificilmente conseguirão promover o deslizamento à primeira tentativa. Para que os estudantes consigam criar as condições para que haja deslizamentos na maquete, têm de conhecer outros temas e conceitos importantes da geomorfologia e hidrologia, tais como: a circulação interna da água no solo, a infiltração, o escoamento superficial, o declive, a influência das forças de gravidade na velocidade de escoamento da água, e conseqüentemente, no transporte de sedimentos ao longo da vertente, etc.

Um dos processos geomorfológicos que ocorre em vertentes, são os movimentos de vertente, que constituem uma deslocação rápida/repentina de uma massa de rocha, solo residual ou sedimentos, ao longo de uma superfície de deslizamento bem definida, numa vertente, no qual o centro de gravidade do material afetado/deslocado progride para jusante e para o exterior (Zêzere, 1997; Teixeira, 2006). Em muitos casos, o que desliza não é a rocha que está subjacente, mas sim, os elementos que resultaram da alteração da rocha (Bateira, 2001). Esses elementos, constituem uma película superficial de materiais soltos (espessura muito variável, dependendo do tipo de rocha e de clima), nomeadamente designados por manto de alteração ou “solo e rególito”. Quando olhamos para uma vertente, temos de ver onde estão localizados esses materiais que são capazes de se movimentar.

O tipo de rocha condiciona a composição química, a fracturação, a permeabilidade e porosidade do solo (Pedrosa e Martins, 2011). Nesse caso é difícil a saturação dos espaços vazios resultantes da textura grosseira dos materiais (Godt *et al.*, 2009; Shao *et al.*, 2018). Porém, se numa vertente tivermos mantos de alteração pouco porosos e pouco permeáveis, a saturação será mais fácil, e a pressão que a água exerce sobre as partículas leva a que elas se afastem mais facilmente, tornando-as plásticas e muito suscetíveis a propiciar instabilidades e movimentos de vertente (Bateira e Soares, 1997).

As espessuras dos mantos de alteração vão aumentando até à base da vertente, devido à dinâmica dos processos erosivos (Bateira *et al.*, 2011). Há erosão no topo da vertente, transporte de materiais ao longo da vertente e sedimentação na base (funcionamento interno do sistema vertente). Muitos destes processos erosivos em vertentes dão-se devido a movimentos de vertente, como deslizamentos ou fluxos de detritos (Zêzere, 2005; Vaz, 2021).

Outro processo importante para a concessão da experiência é o fator de desencadeamento do deslizamento. As causas mais importantes que propiciam instabilidade nas vertentes, resultam da forte e intensa precipitação (após vários dias com valores elevados de precipitação), conjugada com o forte declive, densa rede de fracturação e solos argilosos (Monsieurs *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2024). Normalmente, o fator final é um mecanismo desencadeante (quase sempre, a precipitação), que coloca em movimento a massa que se encontrava já no limiar da rutura (Zêzere, 2005; Guzzetti *et al.*, 2007; Martelloni *et al.*, 2022). A ocorrência chuvosa prolongada é muito importante associada a precipitação intensa no dia do desencadeamento (Bateira, 2001; Pereira *et al.*, 2018; Correa *et al.*, 2020).

Os **objetivos do estudo** passam pela transmissão da importância da construção da maquete, como estratégia pedagógica, no ensino dos riscos naturais e antrópicos, na disciplina de Geografia. A aproximação dos estudantes, à realidade, embora trabalhando a escalas diferentes, pode ser um meio potenciador das aprendizagens.

Outro objetivo seria a relação da experiência com o ordenamento do território, de modo que os estudantes entendam, a relação dos deslizamentos com as consequências que podem daí resultar para as populações. Numa fase posterior da experiência, colocou-se casas, estradas, trincheiras, *etc.*, com dois objetivos: facilitar a promoção do deslizamento; e perceber as consequências daí resultantes para as populações que habitam essas áreas.

Em suma, a ideia base do estudo, é fomentar a importância da necessidade de se fazer uma transposição didática daquilo que ocorre na Natureza, para as salas de aula.

Este estudo não foi ainda testado com estudantes na sala de aula, mas espera-se que a partir dele, se alastre esta metodologia a mais temas do currículo de Geografia.

Materiais e métodos

A metodologia do estudo, este assente em três passos fundamentais:

Material necessário para a construção da maquete (fig. 1 e TABELA I)



Fig. 1 - Metodologia do estudo.

Fig. 1 - Methodology of the study

TABELA I - Materiais e quantidades.

TABLE I - Materials and quantities.

| Material | Quantidade |
|------------------------|----------------------|
| Caixa de plástico | 1 caixa (50x25x30cm) |
| Terra | 2 quilos |
| Areia | 500 gramas |
| Pedras/calhaus | 15 a 20 |
| Saca de plástico | 1 |
| Casas de cartão | 2 a 4 |
| Cartolina preta | 1 (cartolina A6) |
| Funil | 1 (pequeno) |
| Ervas/Ramos de árvores | 3 a 5 (pequenos) |
| Água | 1 a 3 litros |

Tanto a sugestão do material, como da quantidade dos mesmos, é um exemplo meramente indicativo, daquilo que foi utilizado para a realização das experiências descritas neste estudo. O material pode variar, dependendo da escala, dos objetivos da maquete, *etc.*

Etapas da construção da maquete

A fase de construção da maquete é muito importante. É nesta fase que os estudantes mais aprenderão, e onde se debaterão com várias questões: Quais as condições para ocorrerem deslizamentos? Qual o declive necessário na realidade necessário para que

haja deslizamentos sobre o terreno? E na experiência será igual? Como é que vamos saturar o terreno? Queremos promover a infiltração e não o escoamento superficial da água? O que é mais favorável à ocorrência de deslizamentos?

Os estudantes irão se deparar com inúmeras dificuldades. Contudo, se conhecerem bem o funcionamento do sistema vertente e os processos hidrológicos e geomorfológicos, como a infiltração, a circulação interna, o escoamento superficial, a erosão, o transporte, a sedimentação das partículas, o declive, *etc.*, estarão mais bem preparados para realizar, com sucesso, a experiência.

De acordo com a fig. 2, a construção da maquete tem 6 passos fundamentais:

1. Colocar a areia ou terra, a simbolizar a rocha-mãe, definindo, desde já, o declive da vertente;
2. Com uma saca de plástico sob a terra (rocha-mãe), cria-se a superfície de deslizamento dos materiais;
3. e 4. Colocação de terra e de outros materiais, que compõem o manto de alteração, que irá “deslizar” pela vertente;
5. Inserir alguns calhaus, a simbolizar os grandes blocos que, por norma, existem no topo das vertentes. Instalação de um funil, de modo, a garantir a infiltração da água (para saturar os materiais presentes no manto de alteração);
6. Por fim, colocação dos elementos expostos, como estradas e casas, para se perceber a relação com o ordenamento do território.



Fig. 2 - Etapas da construção da maquete.
Fig. 2 - Steps for building a model.

Procedimentos experimentais (realização de 4 experiências)

Durante as experiências, foram feitas observações e registos fotográficos, que acompanharam os resultados das experiências. No total, foi possível observar quatro processos geomorfológicos típicos de vertentes: o funcionamento do fluxo interno saturado; a construção das linhas de água de 1ª ordem em áreas de montanha; o escoamento superficial; e por fim, queda de blocos e deslizamento. Em cada subcapítulo, tenta-se enquadrar os resultados das experiências com a literatura científica.

Resultados e discussão

Processos geomorfológicos em vertentes (visualizados nas experiências)

Fluxo interno saturado

Existem diferentes tipos de escoamento da água numa bacia hidrográfica. Interessa-nos perceber para onde vai, como se desloca e que processos desencadeia a água que cai numa bacia hidrográfica. A precipitação numa bacia hidrográfica pode ter vários destinos, dependendo das características, como a presença ou ausência de vegetação, o tipo de solo e a (ir)regularidade da precipitação (Bateira *et al.*, 2004; Alencar *et al.*, 2006).

O escoamento fluvial refere-se à quantidade total de água que alcança os cursos de água, incluindo o escoamento à superfície, e a água que se infiltra no solo e junta-se, posteriormente, através do fluxo interno lento (Christofolletti, 1974). Parte da precipitação cai diretamente no canal, enquanto outra parte cai na vertente, onde pode escoar superficialmente ou infiltrar-se (Bateira, 2015; Pereira *et al.*, 2016).

O objetivo consiste na produção de fluxo interno (o tubo está colocado de modo que a água se infiltre no solo), particularmente aquela que faz parte do fluxo interno lento, que alimenta o fluxo de base (Godt *et al.*, 2009; Bateira, 2015). A textura do solo afeta a circulação da água: solos de textura fina, como os argilosos, têm poros

2003). Tendo em conta o modelo de Horton, e segundo Beven (2004), há um cenário em que a água se infiltra (não chegando a desenvolver o fluxo superficial), gerando um aumento do fluxo subterrâneo. A totalidade da água que se infiltrou é superior ao necessário para preencher o déficit de humidade no solo. O solo vê-se obrigado a libertar água lentamente, devido à pressão exercida sobre a água já existente no interior do solo (fluxo interno lento/saturado). O déficit de humidade do solo é totalmente preenchido, e ainda sobrou água para desenvolver o escoamento sub superficial.

Mesmo quando o solo está saturado, a água continua a movimentar-se, recebendo novos contributos de episódios chuvosos que aceleram esse movimento, dependendo da textura do solo (Guzzetti *et al.*, 2007; Shao *et al.*, 2018). Este processo de movimento subterrâneo da água é conhecido como condutividade hidráulica (fig. 3), diretamente relacionada com a permeabilidade do solo. Solos com alta condutividade hidráulica têm maior facilidade em conduzir a água internamente (Bateira, 2015; Pereira *et al.*, 2016). Solos de textura fina, como argila e silte, apresentam infiltração deficiente, baixa condutividade hidráulica e alta capacidade de retenção da humidade, o que resulta numa grande saturação do solo (Guzzetti *et al.*, 2007; Godt, 2009).

TABELA III - Valores de condutividade hidráulica
TABLE III - Hydraulic conductivity values.

| Valores de condutividade hidráulica (permeabilidade), K, de alguns solos típicos | | |
|--|----------------------------|--------------------------|
| Tipos de solo | Condutividade hidráulica K | |
| | m/s | m/dia (valor aproximado) |
| Argila | ≤ | ≤ |
| Silte | a 5 x | a 0,5 |
| Areia siltosa | a 2 x | 0,1 a 2 |
| Areia fina | a 5 x | 1 a 5 |
| Areia (mistura) | 5 x a | 5 a 10 |
| Areia grossa | a | 10 a |
| Burgau limpo | ≥ | ≥ |

Fonte: adaptado de Lencastre e Castro, 2003.

Source: adapted from Lencastre e Castro, 2003.

Resultados da experiência

Ao colocar a água diretamente no interior do solo, através de um pequeno tubo, reparou-se que a água estava a demorar muito tempo a circular. A infiltração estava a ocorrer a um ritmo muito lento (o que denuncia a existência da condutividade hidráulica praticamente nula). O solo é constituído por materiais finos, bastante argiloso, ou seja, dada a fraca porosidade, é difícil a circulação da água. Contudo, começou a aparecer água (embora em quantidade reduzida) na base da vertente (fot. 1). A água que apareceu à superfície, era a que já estava há mais tempo no interior do solo (proveniente de episódios chuvosos anteriores), sendo empurrada pela pressão dos contributos chuvosos mais recentes. Isto porque, o solo utilizado na experiência continha humidade, uma vez que, nos dias anteriores a ter sido recolhido, haviam sido dias chuvosos. Na experiência, no total, foi colocado no interior do solo, cerca de um litro de água, sendo que, grande parte dessa água não foi libertada para o canal fluvial na base da vertente, ficando retida no interior do solo. Assim, o déficit de humidade do solo foi totalmente preenchido, sobrando água para desenvolver o escoamento sub-superficial.



Fot. 1 - Visualização do funcionamento do fluxo interno saturado na experiência (Fotografia de Eduardo Silva, tirada a 5 de março de 2024).

Photo 1 - Visualization of the functioning of saturated internal flow in the experiment (Photography by Eduardo Silva taken on 5 of March 2024).

Construção das linhas de água de 1ª ordem em áreas de montanha

Os cursos de água de 1ª ordem, são cursos de água iniciais da rede de drenagem. São as primeiras áreas a saturar ao longo das vertentes e onde se desenvolve preferencialmente o escoamento sub-superficial (Bateira, 2001).

As bacias hidrográficas de 1ª ordem são áreas da vertente de maior suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos translativos, dada a reduzida espessura dos mantos de alteração, sendo saturados mais rapidamente (Bateira, 2001; Pereira *et al.*, 2016). A água que se infiltra nesses solos, rapidamente preenche os espaços vazios. É nestas áreas, que há maior probabilidade de se iniciarem deslizamentos, resultantes da sobre-saturação da camada fina de solo que ocupa as áreas a montante (Martelloni *et al.*, 2012; Correa *et al.*, 2020). Alguns dos materiais que constituem o manto de alteração movimentado, promovem processos de erosão que poderão constituir-se como linhas de água por erosão a jusante da área do início do deslizamento (Bateira *et al.*, 2011). A capacidade energética dos cursos de água de 1ª ordem, têm uma extraordinária capacidade erosiva, resultando numa forte competência na deslocação de materiais, de heterometria muito díspar (Bateira *et al.*, 2011). Juntando a isso, nestas áreas, os declives normalmente são acentuados (entre 25° e 35° graus), o que vai propiciar a instabilidade desses materiais, acabando por deslizarem e por produzirem escoamento em canal, abrindo canais fluviais de 1ª ordem (Bateira *et al.*, 2004; Zêzere *et al.*, 2005; Monsieus *et al.*, 2018; Vaz, 2021).

Isto acontece também quando, os mantos de alteração têm boas condições de infiltração e de circulação de água no interior dos solos, aumentando a pressão sobre o fluxo interno nas áreas a montante da rutura de declives, determinando o afluxo de água à superfície (fluxo interno translativo), onde há uma libertação progressiva da água infiltrada para a superfície (Pereira *et al.*, 2016). Esses afluxos contínuos de água, são como “nascentes”, associadas à passagem do fluxo interno para fluxo superficial (Bateira *et al.*, 2004; Soares *et al.*, 2007).

Resultados da experiência

No seguimento do ponto anterior, com a água colocada no interior do solo na secção superior da vertente, através de um tubo, foi também possível observar o fluxo interno a transformar-se em fluxo superficial (fot. 2). Na experiência realizada não ocorreu propriamente um deslizamento, mas sim assentamento de materiais, na parte superior da vertente, sem superfície de deslizamento. Não chegou a evoluir para

deslizamento. Ainda assim, devido à elevada saturação do solo na secção montante da vertente, o fluxo interno devido à elevada pressão que estava a ser exercida sobre ele, permitiu o afluxo de água à superfície, semelhante a uma “nascente” (fig. 5), que erodiram e alargaram os canais fluviais de 1ª ordem. Aquando da simulação de novo episódio chuvoso com infiltração significativa, verificou-se o desenvolvimento de escoamento interno em caminho preferencial, acabando por vir à superfície numa secção mais intermédia da vertente, transformando-se numa nascente. A nascente aparece por causa do fluxo interno saturado, ao longo de um caminho preferencial. Se a pressão fosse mais forte, poderia originar um movimento de vertente, como irá ser possível observar na última experiência.



Fot. 2 - Visualização de uma nascente na experiência (Fotografia de Eduardo Silva, tirada a 5 de março de 2024).

Photo 2 - Visualization of a spring in the experiment (Photography by Eduardo Silva taken on 5 of March 2024).

Escoamento superficial (devido à compactação do solo)

O escoamento superficial é um fenómeno hidrológico que se refere ao movimento da água que ocorre na superfície do solo e nos cursos/leitos naturais de água após eventos de precipitação (Júnior, 2022). Este fenómeno inicia-se quando a intensidade da precipitação ultrapassa a capacidade de absorção do solo e o preenchimento das depressões topográficas, causando a movimentação da água sobre o terreno (Júnior, 2022). A quantidade de escoamento superficial estabelecida por um evento de precipitação depende de vários fatores, incluindo a intensidade e a duração da precipitação, a topografia da área, o tipo de solo, a cobertura vegetal e o uso do solo (Lencastre e Franco, 2003). Em episódios de chuvas intensas e prolongadas, este escoamento pode superar a capacidade dos cursos de água, resultando em inundações (Lencastre e Franco, 2003). Por outro lado, na ausência

de chuvas, durante longos períodos, o escoamento superficial pode não ocorrer, o que contribui para períodos de seca (Lencastre e Franco, 2003).

Segundo o modelo de Horton, podemos verificar que se a intensidade de precipitação for superior à capacidade de infiltração, ou seja, se a água infiltrada preencher os espaços vazios no interior do solo, ainda há uma quantidade de água que será libertada para desenvolver o escoamento superficial (Beven, 2004). É o efeito de incapacidade do solo de proceder à infiltração de toda a precipitação que vai explicar o fluxo superficial (Beven, 2004).

Resultados da experiência

Em solos argilosos compactados (como é o exemplo da experiência), a permeabilidade é reduzida, o que significa que menos água é capaz de se infiltrar no solo. Como resultado, esses solos tendem a produzir mais escoamento superficial do que solos arenosos ou não compactados, especialmente durante eventos de precipitação intensa. Desta vez, promoveu-se a concentração superficial do escoamento, através do tubo.

A compactação do solo afeta, de forma significativa, o escoamento superficial. Um solo compactado apresenta menos espaços vazios entre as suas partículas, o que dificulta a penetração da água para o interior do mesmo, favorecendo a acumulação de água na superfície, aumentando o volume de escoamento superficial (Teixeira, 2006; Soares *et al.*, 2007; Soares e Bateira, 2013). Isso justifica aquilo que foi possível visualizar na experiência. A água praticamente não se infiltra, apenas escoou à superfície (fot. 3). A intensidade da precipitação foi muito superior à capacidade de infiltração do solo. Devido ao facto de se ter desenvolvido o escoamento superficial, houve algumas implicações em questão de Ordenamento do Território, embora nada de muito gravoso para as populações. A estrada ficou inundada, devido ao escoamento superficial que ocorreu na vertente.



Fot. 3 - Visualização do escoamento superficial na experiência (Fotografia de Eduardo Silva, tirada a 5 de março de 2024).

Photo 3 - Visualization of surface runoff in the experiment (Photography by Eduardo Silva taken on 5 of March 2024).

Deslizamento e queda de blocos

O comportamento de muitos movimentos de vertente está diretamente condicionado pelos processos hidrológicos, seja pela variação da quantidade de água armazenada na zona não saturada ou na zona saturada do solo, pela influência de macroporos, rede de fracturação e situações de obstrução da drenagem interna dos materiais (Zêzere *et al.*, 2005; Guzzetti *et al.*, 2007; Vaz, 2021). “*O desencadeamento dos movimentos de vertente é controlado por padrões de precipitação de diferentes características*” (Pereira *et al.*, 2016, 150). A compreensão da combinação dos processos de infiltração, escoamento e perdas de água é fundamental na influência de instabilidade de vertentes (Zêzere *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2008; Correa *et al.*, 2020).

Recuperando o que já foi mencionado anteriormente, para que se dê uma movimentação numa vertente, têm de coexistir fatores condicionantes e desencadeantes, sendo este(s) último(s), na maior parte das ocasiões, a precipitação (Martelloni *et al.*, 2012; Monsieurs *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2024). Os fatores

condicionantes de instabilidade de vertentes, de forma sintética, são os seguintes: fatores geomorfológicos (forma das vertentes, declive); hidrológicos (escoamento à superfície, fluxo interno rápido e fluxo interno lento); litológicos (tipo, espessura) (Guzzetti *et al.*, 2007; Shao *et al.*, 2018). Contudo, alguns processos geodinâmicos, como a frequência e intensidade de precipitação, a vegetação, os usos do solo e as atividades humanas, podem acelerar os processos (Guzzetti *et al.*, 2007; Godt *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2024).

Os deslizamentos definem-se como um movimento de solo ou rocha que ocorre predominantemente ao longo de planos de rutura ou de zonas relativamente estreitas, alvo de intensa deformação superficial (WL/ WLI, 1993). Este tipo de movimento de vertente, ocorrem essencialmente devido a um dia com precipitações elevadas, na sequência de longos períodos chuvosos, que no decorrer do tempo vão saturando os mantos de alteração (Bateira *et al.*, 2011). O solo ao estar saturado, vai promover um aumento significativo do peso dos materiais superficiais nas vertentes (aumento da tensão tangencial), alterando o comportamento de drenagem, que por falta de circulação interna bloqueia a infiltração de água no solo, promovendo a rutura da vertente (Martelloni *et al.*, 2012; Correa *et al.*, 2020). Acrescenta-se que, a rutura parece ser inevitável, quando se sincronizam as seguintes características: (i) forte inclinação (acima dos 30°); (ii) acumulação excessiva de água no fluxo interno (precipitação acumulada); e (iii) a força da gravidade; (iv) duração e intensidade de um evento chuvoso posterior (por exemplo, relacionado com chuvas de inverno abundantes, após outonos bem regados (Bateria, 2001; Gonzalez *et al.*, 2024; Oliveira *et al.*, 2024).

A queda de blocos ou desabamento é uma deslocação de solo ou rocha a partir de um abrupto, ao longo de uma superfície onde os movimentos tangenciais são nulos ou reduzidos. O material desloca-se predominantemente pelo ar, por queda; saltação ou rolamento (WP/WLI, 1993). A queda de blocos pode estar relacionada com a rede de falhas e fracturas. Quanto maior for o grau de fracturação do abrupto rochoso, maior será a probabilidade de rutura (Bateira e Soares, 1997). Ou, se o solo que serve de base aos blocos saturar, a instabilidade dos blocos vai aumentar, e vão acabar por se movimentarem para jusante devido à perda de sustentação na base (Bateira *et al.*, 2011).

Resultados da experiência

Se na experiência anterior, aconteceu abatimentos em vez de deslizamentos, devido ao declive, desta vez aumentou-se o declive (de 30° para 40° graus) na secção superior da vertente. Outro problema residia nas características do próprio solo. O solo era muito argiloso e, para piorar a situação, na primeira vez que se construiu a vertente, compactou-se muito a terra, o que dificultou muito a infiltração e a saturação dos materiais da vertente.

Numa primeira fase, numa situação sem influência antrópica, aumentou-se o declive e, misturou-se materiais grosseiros (areia) aos materiais argilosos já existentes na vertente. Ao depositar a água diretamente no interior do solo (através do tubo), os blocos perderam a sustentação na sua base, acabando por haver movimentação de alguns deles (fot. 4). Contudo, não ocorreu deslizamento, pois o manto de alteração era demasiado espesso. Na relação com o Ordenamento do Território, não existiu danos de maior, pois não havia construções em áreas de risco.



Fot. 4 - Visualização de quedas de blocos na experiência (Fotografia de Eduardo Silva, tirada a 5 de março de 2024).

Photo 4 - Visualization of block falls in the experiment (Photography by Eduardo Silva taken on 5 of March 2024).

Numa segunda fase, reduziu-se a espessura dos materiais potencialmente deslizáveis na vertente e, misturou-se com material argiloso (fino), colocando ainda mais areia (material grosseiro), para facilitar a infiltração. Quanto aos blocos, para caírem, eles tinham de estar instáveis, portanto criou-se condições para aumentar a instabilidade dos mesmos (diminuiu-se a área de solo em contacto com os mesmos). Mal a água se infiltrou no solo, houve perda de sustentação na base dos blocos, contribuindo para a sua queda. O manto de alteração (pouco espesso), foi movimentando para jusante, num processo semelhante a um fluxo de detritos. Neste caso específico, sendo as formações superficiais de granulometria fina e de fraca espessura, o episódio chuvoso já as tinha saturado por completo, e rapidamente, o solo, aumentando a distância entre as partículas que promovem a diminuição da coesão, facilitou o desenvolvimento do movimento.

No fundo, representou-se um movimento complexo, onde ocorreram vários processos em simultâneo: deslizamento seguido de um fluxo de detritos. Na relação com o Ordenamento do Território, foi possível observar a destruição total de duas casas construídas a meia vertente (fot. 5).



Fot. 5 - Visualização de um movimento complexo na experiência
(Fotografia de Eduardo Silva, tirada a 5 de março de 2024).

Photo 5 - Visualization of a complex movement in the experiment
(Photography by Eduardo Silva taken on 5 of March 2024).

Conclusão

Os estudantes, através de uma aprendizagem mais prática e aplicada, conseguem aprender com maior facilidade os conteúdos programáticos. Devem ser capazes de entender as causas, as consequências e as possíveis soluções, no que concerne ao Ordenamento do Território, em caso de ocorrência de deslizamentos. O mais difícil da realização da experiência é a alteração da escala de análise e conseguir transpor o que acontece na Natureza para a maquete. Os estudantes têm de perceber muito bem os conceitos da geomorfologia e da hidrologia, assim como a relação entre eles, para conseguirem criar as condições para que ocorra deslizamentos.

Há conceitos mais complicados que os estudantes podem ter dificuldade em interiorizar. Contudo, o professor está lá para ajudar e explicar da forma mais sintética possível. Por exemplo, a compreensão dos modelos de escoamento de Horton (relação entre a intensidade de precipitação, a capacidade de infiltração e o déficit de humidade no solo), é crucial para justificar as razões para a água se infiltrar no solo ou escoar à superfície. Durante o processo de construção e execução da maquete/experiência, vão aprendendo a dominar os conceitos, tais como: a circulação da água no interior do solo; o aparecimento das linhas de água de 1ª ordem em áreas de montanha; o escoamento superficial; o declive e a sua relação com os processos (variação do declive, para favorecer a ocorrência quer das quedas de blocos, quer do deslizamento).

Bibliografia

- Alencar, D. B. S., Silva, C. L., Oliveira, C. A. S. (2006). *Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do distrito federal*. Vol. 26, nº1, 103-112.
- Arbanas, Z., Jagodnik, V., Peranic, J., Pajalic, S., Prodan, M., Ceh, N. (2020). *Physical model of rainfall induced landslide in flume test: preliminary results*. ECPMG 2020, Laue & Bansal (eds.).
- Bateira, C. (2001). *Movimentos de vertente no NW de Portugal: susceptibilidade geomorfológica e sistemas de informação geográfica (Tese de doutoramento)*. FLUP, Porto.
- Bateira, C. (2015). Geometria dos terraços agrícolas e modelação da instabilidade de vertentes (Vale do Douro – Portugal). *Geosp – Espaço e Tempo* (Online), v. 19, n. 2, 263-284.
- Bateira, C., & Soares, L. (1997). Movimentos de massa no Norte de Portugal. Factores da sua ocorrência. *Territorium – Revista de Geografia Física aplicada no Ordenamento do Território e Gestão de Riscos Naturais*, Minerva, ISSN: 0872-8941, Coimbra, n.º 4, 63-77. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_4_6

- Bateira, C., Martins, L., Santos, M., Pereira, S. (2011). *Cartografia da susceptibilidade a movimentos de vertente na Região Demarcada do Douro*. Porto: Universidade Lusófona.
- Bateira, C., Soares, L., Rodrigues, D., Moura, R., Teixeira, M., Santos, M. (2014). Movimentos de vertente no norte de Portugal: importância do comportamento hidrológico das formações superficiais. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.15, n.4, 551-565
- Bateira, C., Seixas, Â., Pereira, S. (2004). Notícias de catástrofes no Douro: uma leitura geográfica da dinâmica do meio físico. *Douro: Estudos & Documentos*, 9(17), 319-344.
- Beven, K. (2004). Robert E. Horton's perceptual model of infiltration processes. *Hydrological Processes*, 18(17), 3447-3460.
- Cachinho, H. (2017). Criar asas: dos desafios da formação de professores de geografia na pós modernidade. *Revista de Educação Geográfica* [UP - Universidade do Porto, n.º.1, 9-19.
- Christofoletti, A. (1974). *Geomorfologia*. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher. ISBN: 9788521201304.
- Correa, O., García, F., Bernal, G., Cardona, O. D., Rodriguez, C. (2019). Early warning system for rainfall-triggered landslides based on real-time probabilistic hazard assessment. *Natural Hazards*. V. 100, 345-361. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03815-w>
- Godt, J. W., Baum, R. L., Lu, N. (2009). Landsliding in partially saturated materials. *Geophysical Research Letters*, v. 36. DOI: <https://doi.org/10.1029/2008GL035996>
- Gonzalez, F., Cavacanti, M., Ribeiro, W., Mendonça, M., Haddad, A. (2024). A systematic review on rainfall thresholds for landslides occurrence. *Heliyon*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23247>
- Guzzetti, F., Peruccacci, S., Rossi, M., Stark, C. P. (2007). Rainfall thresholds for the initiation of landslides in central and southern Europe. *Meteorology and Atmospheric Physics*. V. 98, 239-267. DOI <https://doi.org/10.1007/s00703-007-0262-7>
- Hipólito, J. R., & Vaz, Á. C. (2011). *Hidrologia e Recursos Hídricos*. 2ª edição. Coleção ensino da ciência e da tecnologia. IST Press
- Júnior, A. R. B. (2022). *Elementos de hidrologia aplicada*. Editora Blucher.
- Lencastre, A., & Franco, F. (2003). *Lições de Hidrologia*. Caparica: Fundação Armando Lencastre, ISBN 972-8152-59-0
- Leajanski, A. D., Althaus, M. T. M., & Bagio, V. A. (2021). O potencial didático das maquetes na Geografia: reflexões extensionistas: The didactic potential of models in Geography: extensionist reflections. *Revista Cocar*, 15(32), 1-18.
- Lee, C. T., Huang, C. C., Lee, J. F., Pan, K. L., Lin, M. L., Dong, J. J. (2008). Statistical approach to storm event-induced landslides susceptibility. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. V. 8, 941-960.
- Lencastre, A., & Franco, F. (2003). *Lições de Hidrologia*. Caparica: Fundação Armando Lencastre, ISBN 972-8152-59-0
- Li, Q. Q., Huang, D., Pei, S. F., *et al.*, 2021. Using Physical Model Experiments for Hazards Assessment of Rainfall-Induced Debris Landslides. *Journal of Earth Science*, 32(5): 1113-1128. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12583-020-1398-3>
- Lugovskoy, A., Gildenskiold, S., Volgin, A., Krylov, P. (2020). *Place of demonstration experiment in geography lessons*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021018121>
- Martelloni, G., Segoni, S., Fanti, R., Catani, F. (2011). *Rainfall thresholds for the forecasting of landslide occurrence at regional scale*. v. 9, 485-495. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10346-011-0308-2>
- Monsieur, E., Dewitte, O., Demoulin, A. (2019). A susceptibility-based rainfall threshold approach for landslide occurrence. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. v. 19, 775-789.

- Oliveira, S., Zêzere, J., Garcia, R., Pereira, S., Vaz, T., Melo, R. (2024). Landslide susceptibility assessment using different rainfall event-based inventories: advantages and limitations. *Natural Hazards*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06691-1>
- Pedrosa, A., Martins, B. (2011). As formações superficiais no Norte de Portugal e suas implicações nos processos erosivos actuais. *Geografia Ensino & Pesquisa*, v. 15, n.3. ISSN 22364994.
- Pereira, A., Silva, M., & Pereira, R. (2008). Serra d'Arga: a marca como vector de desenvolvimento. *Atas do VII Colóquio Ibérico de Estudos Rurais (VII CIER): cultura, inovação e território*. Escola Superior Agrária de Coimbra, Coimbra, 37p.
- Pereira, S., Ramos, A. M., Zêzere, J. L., Trigo, R. M., Vaquero, J. M. (2016). Spatial impact and triggering conditions of the exceptional hydro-geomorphological event of December 1909 in Iberia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(2), 371–390.
- Schubert, J. C. (2021). Developing Geographic Skills through Experiments: Implementing Experiments in Geography Classroom through GeoBoxes. *Review of International Geographical Education*. (RIGEO), 11(2), 525-539. DOI: https://doi.org/525_10.33403rigeo.851222
- Shao, W., Yang, Z., Ni, J., Su, Y., Nie, W., Ma, N. (2018). *Comparison of single and dual-permeability models in simulating the unsaturated hydro-mechanical behavior in a rainfall-triggered landslide*. DOI <https://doi.org/10.1007/s10346-018-1059-0>
- Silva, L. U., Ferreira, C. C. (2000). O cidadão geograficamente competente: competências da geografia no Ensino Básico In Associação Portuguesa de Geógrafos (2000), *Educação Geográfica*, Edições Colibri, 91-102.
- Soares, L., Bateira, C. (2013). Movimentos de massa em vertentes no norte de Portugal. Retrospectiva e actualização. In *Riscos naturais, antrópicos e mistos: Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Parte 2B, 367-383
- Soares, L., Bateira, C. (2006). Processos de escoamento em terraços agrícolas do vale do douro e processos de instabilidade de vertente. *Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia Porto*.
- Soares, L., Bateira, C., Gomes, A. (2007). O fluxo de Sta. Marinha do Zêzere (NW de Portugal): ensaio metodológico. *Geografia: Revista Da Faculdade de Letras Da Universidade Do Porto*, II Série(1), 87–126.
- Suzuki, L. E. A. S., Scheunemann, G., & Spironello, R. L. (2021). Construção de uma maquete didática e aplicação no ensino de conteúdos geográficos. *Geografia em Atos* (Online), 5, 1-22.
- Teixeira M. (2006). Movimentos de Vertente Factores de Ocorrência e Metodologia de Inventariação. *Geonovas Associação portuguesa de geólogos*, n.º 19, 95 - 106.
- UNESCO WORKING PARTY ON WORLD LANDSLIDE INVENTORY, WP/WLI (1993). A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering*. Paris, Geology 47, 53–57.
- Vaz, T. (2021). *Movimentos de vertente desencadeados pela precipitação em Portugal continental (Tese de doutoramento)*. FLUL, Lisboa.
- Zêzere, J. L. (1997). *Movimentos de vertente e perigosidade geomorfológica na região a norte de lisboa. (Tese de doutoramento)*. FLUL, Lisboa.
- Zêzere, J. L., Trigo, R., & Trigo, I. (2005). Shallow and deep landslides induced by rainfall in the Lisbon region (Portugal): assessment of relationships with the North Atlantic Oscillation. *Natural Hazards and Earth Systems Sciences*, 331-344.
- Zhong, W., Zhu, Y., He, N. (2022). Physical Model Study of an Intermittent Rainfall-Induced Gently Dipping Accumulation Landslide. *Water*, 14, 1770. DOI: <https://doi.org/10.3390/w14111770>

CONCLUSÃO

João Luís Fernandes

Universidade de Coimbra, CEIS20 e RISCOS (Portugal)
Faculdade de Letras, Departamento de Geografia e Turismo
ORCID: 0000-0002-9419-631X jfernandes@fl.uc.pt

A viagem que agora termina é apenas um ponto de partida. Entre as questões legais e os enquadramentos formais, as abordagens mais teóricas e as perspetivas operacionais, a problematização de áreas matriciais como a comunicação e a educação e o percurso por diferentes geografias e territórios de risco, este é um caminho que deve prosseguir, com novas abordagens e problematizações, com outros percursos e estudos de caso. Estes são temas que não se esgotam e que beneficiam da experiência, das janelas diversificadas de observação e dos contributos plurais de diferentes especialistas, operacionais e académicos.

Ao longo desta obra discutiu-se a importância de um sistema integrado de Proteção Civil e de um quadro legal que promova uma maior integração de meios, com efeitos diretos na eficácia, na confiança e na segurança dos cidadãos. Nestes casos, aos textos legais e de enquadramento, devem juntar-se planos detalhados de ação.

Neste ponto de vista em particular, discutiu-se o ciclo de gestão da emergência, integrando diferentes etapas, às quais se deve juntar a denominada “progrição”, que envolve o princípio da participação, da aprendizagem contínua e da resiliência.

Neste ciclo, alguns autores destacaram o papel das comunicações no terreno e nas diferentes tarefas operacionais enquanto condição para a organização de respostas eficientes.

Seguindo diferentes pontos de vista, o tema da comunicação esteve presente em vários capítulos. A discussão pública dos riscos, o mediatismo e a popularidade das notícias negativas, que garantem mais audiências e, por isso, um maior retorno económico, promove um sistema que poderá inverter os polos desta equação. Na verdade, mais do que a necessária e atempada informação consciente do risco, poder-se-á entrar na evocação superficial dos medos de uma população que, desta forma, estará sujeita a manipulações.

Talvez por isso, ou para evitar estes desequilíbrios, a educação para o risco ocupou uma parte deste trabalho que agora se publica. A sala de aula foi apresentada como um espaço de discussão e problematização de processos como as alterações climáticas, em particular a eficiência energética. Enquanto antecâmara da visita de estudo e como porta para o mundo, esta sala aberta e de interrelação foi discutida também enquanto território de experimentação e encenação de riscos que podem ser estudados no terreno. Para além disso, sendo a escola também um território de risco em si, um dos textos foca-se nas dinâmicas de integração de alunos mais vulneráveis, em particular os alunos com diagnóstico da síndrome de Asperger.

Também através deste livro, saiu-se da sala de aula e viajou-se, desde logo para o litoral português e para um outro tempo. Numa perspetiva histórica, regressou-se ao século XIX e evocaram-se as obras, como a construção e recuperação de faróis e molhes, que contribuíram para a atenuação dos riscos nestes espaços geográficos frágeis.

Com estudos de caso portugueses, brasileiros, espanhóis e moçambicanos, problematizaram-se os efeitos locais das alterações climáticas e das dinâmicas demográficas, sinalizaram-se os riscos de inundações em espaços urbanos e questionaram-se as respostas, inquiriram-se populações e compararam-se trajetórias, analisaram-se as estratégias reativas, mas reclamaram-se as atitudes preventivas. Acima de tudo, em diferentes contextos geográficos, sublinhou-se o necessário envolvimento das populações.

Este mundo dos riscos, da segurança e da proteção civil também partilha dos princípios da democratização e das responsabilidades partilhadas que serviram de mote a este encontro e a esta obra.

SÉRIE ESTUDOS CINDÍNICOS

Títulos Publicados:

- 1 *Incêndios em Estruturas. Aprender com o Passado;*
- 2 *Educação para a Redução dos Riscos;*
- 3 *Metodologia de Análise de Riscos através de Estudos de Casos;*
- 4 *Riscos Hidrometeorológicos;*
- 5 *Pluralidade na Diversidade de Riscos;*
- 6 *Risco Sísmico - Aprender com o Passado;*
- 7 *Territórios em Risco;*
- 8 *Resiliência ao Risco;*
- 9 *Madeira Região Resiliente. Aprender com o Passado;*
- 10 *Risco de Cheias e Risco de Inundações Fluviais. Aprender com o Passado;*
- 11 *Análise e Modelação de Risco no Ordenamento do Território;*
- 12 *Perceção e Planeamento na Redução e Gestão do Risco de Catástrofes;*
- 13 *As Paisagens dos Riscos Sociais. Educar para diminuir a Vulnerabilidade;*
- 14 *Educação para o Risco: Práticas e Projetos;*
- 15 *Riscos, Proteção Civil e Cultura de Segurança: Discursos e Práticas no Portugal Democrático.*

Tomos em preparação:

- 16 *Risco de Movimentos em Vertentes. Aprender com o Passado;*
- 17 *Geografia dos Incêndios Florestais. 50 anos de Incêndios a queimar Portugal;*
- 18 *Efeitos dos Incêndios Florestais nos Solos de Portugal;*
- 19 *Floresta, Incêndios e Educação;*
- 20 *Redução do Risco e Educação.*



RISCOS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA



estudos
CINDÍNICOS